KAM S ODPADEM Z ORGANICKÉ VÝROBY?

VLADIMÍR HOLÍK A ONDŘEJ GRYC, SŠITSP Brno, Purkyňova 97, 612 00

ÚVOD

Problém s odpady je určitě závažný a nelze jej brát na lehkou váhu. Většina odpadu končí na skládkách, ve spalovnách, případně se recykluje. Co však s odpadem z organické výroby, jako jsou třeba prošlé potraviny, siláž vzniklá ze zemědělské výroby, či kejda? Jistě, většina tohoto odpadu končí stejně jako směsný komunální odpad. Případně, ale to se děje pouze na venkově, se můžeme setkat s kompostováním tohoto odpadu a následného užití pro hnojení půdy. Ovšem to se neděje v tak hojné míře a podíl tohoto využití je veskrze zanedbatelný. Jak tedy využít tento odpad tak, abychom z něj měli co největší užitek? Odpověď je na snadě, vyrábějme z něj elektřinu či teplo, to je v dnešní době velice populární a díky novějším a novějším technologiím i čím dál více efektivnější. Zařízením pro zpracování tohoto odpadu jsou bioplynové elektrárny, které sice nezažívají v poslední době tak velký boom jako elektrárny fotovoltaické, ale z hlediska výroby energií jsou veskrze stabilnější a nezatěžují tolik rozvodnou síť elektrické energie, zrovna tak nehyzdí tolik ráz krajiny. Proč právě bioplynové stanice? Jak již bylo řečeno, nehyzdí tolik ráz krajiny, jsou stabilnější pro výrobu energie (neřešíme problém jako u jiných elektráren na výrobu z OZE, např. jestli fouká/nefouká vítr, svítí/nesvítí slunce apod.), slouží jak pro výrobu elektrické energie, tak tepla a v neposlední řadě díky nim můžeme zklikvidovat veškerý biologicky rozložitelný odpad a navíc získáme ke všemu ještě vysoce kvalitní hnojivo.

Základní pojmy

Více se tedy zaměříme na chod bioplynových stanic. Co to vlastně bioplynová stanice je, a jakých technologií využívá?

Bioplynová stanice je technologické zařízení využívající procesu anaerobní digesce ke zpracování bioodpadu, případně jiného biologicky rozložitelného materiálu. Hlavním produktem anaerobní digesce je bioplyn, který lze využít jako alternativní zdroj energie.

Anaerobní digesce

Anaerobní digesce (anaerobní fermentace) je proces, při kterém mikroorganismy rozkládají organický materiál bez přístupu vzduchu. Může probíhat samovolně v přírodě nebo řízenou metodou v bioplynových stanicích. Celý proces probíhá ve čtyřech základních fázích:

1. *hydrolýza* - hydrolytické mikroorganismy štěpí makromolekulární organické látky na menší molekuly schopné transportu do buňky, kde probíhají další fáze

2. *acidogeneze* - produkty hydrolýzy jsou štěpeny na jednodušší látky (kyseliny, alkoholy, CO_2, H_2)

3. *acetogeneze* - tvorba kyseliny octové, CO_2 a H_2

4. *methanogeneze* - vznik methanu ze směsi CO_2 a H_2 nebo z kyseliny octové; vedlejším produktem je CO_2

Technologie

Zařízení pro anaerobní digesci organických odpadů může mít mnoho variant. Na začátku bioplynové linky je zpravidla přípravná nádrž, kde se skladuje surový materiál. Ten je podle potřeby přečerpáván do fermentoru, kde se odehrává vlastní proces anaerobní digesce a tvorby bioplynu. Bioplyn vznikající ve fermentoru je jímán do zásobníku a upravován pro další využití.

Podmínky procesu

Aby proces anaerobní digesce probíhal správně, je třeba zajistit vhodné životní podmínky pro činnost mikroorganismů. Těmi jsou:

- striktně anaerobní prostředí
- optimální pH
- stálá teplota
- vhodné složení substrátu

Proto, abychom vůbec mohli zprovoznit takovou bioplynovou stanici, musíme zajistit přísun bioplynu, což je hnací jednotka těchto elektráren. Co to ale je bioplyn a z čeho se skládá?

Bioplyn

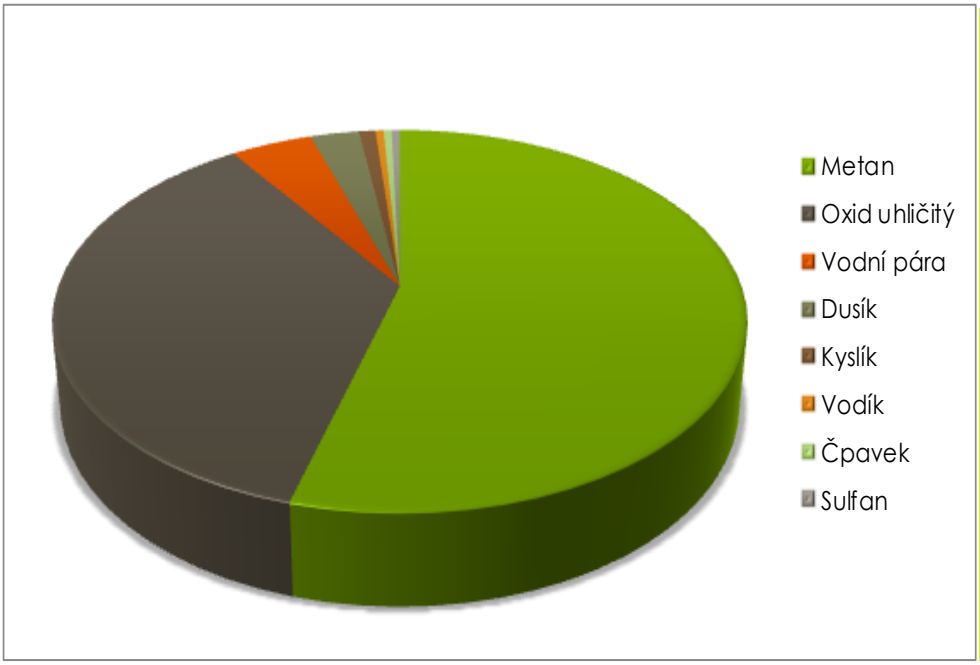
je plyn produkovaný během anaerobní digesce organických materiálů a skládající se zejména z metanu (CH_4) a oxidu uhličitého (CO_2).

Zdroje bioplynu

Bioplyn je produkovaný zejména v:

- přirozených prostředích, jako jsou mokřady, sedimenty, trávící ústrojí (zejména u přežvýkavců),
- zemědělských prostředích, jako jsou rýžová pole, uskladnění hnojů a kejd,
- odpadovém hospodářství na skládkách odpadů (zde je označovaný jako skládkový plyn), na anaerobních čistírnách odpadních vod (ČOV), v bioplynových stanicích.

Složení bioplynu



Složení bioplynu	
Metan	40-75 %
Oxid uhličitý	25-55 %
Vodní pára	0-10 %
Dusík	0-5 %
Kyslík	0-2 %
Vodík	0-1 %
Čpavek	0-1 %
Sulfan	0-1 %

Energeticky hodnotný je v bioplynu metan a vodík. Problematickými jsou sirovodík a čpavek, které je často nutné před energetickým využitím bioplynu odstranit, aby nepůsobily agresivně na strojní zařízení.

Chod bioplynové elektrárny

Na počátku je vstupní jímka (homogenizační jímka) do které dopravíme vstupní vsázku, pro nás je to tedy buď kejda, hnůj, nebo další odpady organického původu. Tato jímka musí být po celou dobu (vyjma navážení surovin) hermeticky uzavřena, aby nedocházelo k zamořování okolního ovzduší zápachem. Z této homogenizační jímky jde vsázka přes řezací čerpadla do srdce celé bioplynové stanice, kterým je anaerobní fermentor. Zde proběhne anaerobní fermentace, jejímž výsledkem je na jednom výstupu bioplyn a na druhém hnojivo. Hnojivo bez problému aplikujeme na pole, bioplyn pro nás představuje surovinu, kterou jsme schopni přes kogenerační motory přeměnit na elektrickou energii a teplo. Energii dodáme do rozvodné sítě a teplo využijeme dle vlastních možností. Jako

příklad můžeme uvést vytápění objektu, v případě, že má bioplynová stanice vlastní chov zvířat, odkud získává kejdu, můžeme teplo využít na vytápění těchto prostor.

Kompletní zařízení na výrobu bioplynu tvoří:

1. nádrž na sbírání a přípravu surového substrátu.
2. anaerobní fermentor,
3. vyrovnávací přechodová nádrž pro výsledný bioplyn,
4. skladovací nádrž na vyhnitý substrát a využití bioplynu,
5. kogenerační motor na výrobu elektrické energie nebo tepla.

Foto: BPS Velký Karlov. Na obrázku je vidět vstupní jímka.

Produkty anaerobní digesce

- Bioplyn
- Digestát

Tuhý zbytek po vyhnití se sníženým obsahem biologicky rozložitelných látek se nazývá digestát. Tento materiál, pokud vyhovuje všem parametrům stanoveným vyhláškou

Ministerstva životního prostředí], lze využít jako hnojivo, přídavek do kompostu nebo k úpravě povrchu terénu.

- Fugát

Fugát, nebo-li procesní voda, je tekutý produkt vyhnívacího procesu a má charakter vody odpadní. Je silně zakalený a obsahuje produkty anaerobního rozkladu organických látek. Zpravidla je odváděn do čistírny odpadních vod.

Desatero bioplynových stanic

Zájem o výstavbu bioplynových stanic na našem území v posledních letech stoupá. České sdružení pro biomasu proto zpracovalo Desatero bioplynových stanic, které má poskytnout základní informace všem zájemcům o výstavbu zemědělských bioplynových stanic. My jsme našli zkrácenou verzi desatera:

1. Precizní příprava projektu

2. Dostatek kvalitních vstupních surovin

3. Výtěžnost bioplynu z jednotlivých materiálů

4. Komunikace se samosprávou a veřejností

5. Spolehlivá a ověřená technologie

6. Optimalizace investičních nákladů

7. Volba vhodné kogenerační jednotky

8. Využití odpadního tepla

9. Nakládání s digestátem – kvalitní hnojivo

10. Další možnosti využití bioplynu

Bioplynové stanice v praxi

V rámci projektu ENERSOL jsme navštívili čtyři bioplynové stanice v rozmezí let 2009 a 2010. Každá bioplynová stanice se ukázala v jiném světle a každá pracovala na jiném principu. Nyní tedy stručný popis těchto stanic:

Velký Karlov

Stanice zpracovává splašky, kejdu, hnůj, zbytky ovoce a zeleniny, ale také uhynulá zvířata nebo zkažené maso. Využívá rozkladu těchto biologických zbytků na bioplyn. Zařízení léta pracuje bez integrovaného povolení. Musí jej mít každá společnost, která významným způsobem ohrožuje životní prostředí.

Zásadním problémem je i hala, v níž končí zvířecí ostatky. Inspektoři zjistili, že objekt není dostatečně konstrukčně dořešen a není po technické stránce kvalitní. Navíc koncová technologie haly, která eliminuje pachové látky, v ní byla odpojena, upozornila ve vyjádření k případu inspekce. Na zápach si stěžují hlavně obyvatelé dvou kilometrů vzdálené vesnice.

Vybudování bioplynové stanice Velký Karlov přišlo v roce 2006 na 180 milionů korun. Vyrobí 2,7 megawatthodin elektřiny. Roční výkon elektrárny pokrývá spotřebu 8000 průměrných domácností. Stanice patří podle odborníků k největším v Evropě.

Švábenice

Hlavně z hluku a zápachu měli obavy lidé ze Švábenic, když se soukromý zemědělec František Bureš rozhodnul postavit na kopci nad Švábenicemi bioplynovou elektrárnu. Po kolaudaci, zkušebním provozu a několika týdnech plného výkonu však hodnotí majitel i lidé ze Švábenic výsledek jako bezproblémový. Majitel se snaží možné nepříjemnosti eliminovat. Přestože bioplynové stanice můžou zpracovávat zapáchající kejdu, hnůj, výkaly či biomasu, Bureš používá výhradně kukuřičnou siláž. Ta se naváží jenom jednou denně brzy ráno. V silážní jámě je navíc dobře přikrytá. „Protože jsme blízko k zástavbě, dělali jsme pachové i hlukové zkoušky, a odborníci nám potvrdili, že je všechno v pořádku," dodal Bureš. Ten bude používat pouze kukuřici sklizenou na svých polích. Celkem obhospodařuje zhruba šest set hektarů. Při naší návštěvě této stanice jsme byli vyvedeni z mylné představy, že bioplynové stanice jsou provozovatelem nesnesitelného zápachu. Tuto moderní stanici, na kterou přispěla i Evropská unie, jsme si prohlídli za asistence samotného pana Bureše a vyptávali se na nejrůznější otázky. Narozdíl od Velkého Karlova zde zpracovávají pouze kukuřičnou siláž spolu s kejdou. Tady jsme měli obavu, že při navážce bude přeci jen cítit zápach, ale jak se později ukázalo, vše funguje bez problémů. Byli jsme svědky plnění jímky na kejdu, ale nic jsme necítili. Místnost, kde je umístěn motor, je dokonale odhlučněna, tudíž celkový dojem je kladný.

Foto: (zleva) BPS Velký Karlov, BPS Švábenice. Porovnání vstupních jímek.

Čejč

Bioplynová stanice v Čejči zpracovává kukuřičnou siláž a prasečí kejdu. Svými výkony se blíží BPS Velký Karlov. Bohužel se jí též blíží co se reputace a problémovosti týče. Obyvatelé si stěžují na neustálý zápach, který je dominantní v letních měsících. Nejvíce trpí zaměstnanci a děti v nedaleké školce, kde se, jak nám prozradila paní ředitelka, nedá ani větrat. Ves je však rozdělena svými názory na dva tábory. Jeden tábor obyvatel se nám nebál říci pravdu a jak to doopravdy s bioplynovou stanicí je. Ten druhý tábor, jak jsme ale byli upozorněni, bioplynovou stanici neshledává jako problémovou. Proč je obyvatelstvo rozděleno na tyto dva tábory, jsme se vydali pátrat i na radnici, kde jsme dostali neutrální odpověď. Když už jsme si mysleli, že nepřijdeme na kloub této záhadě, prozradil nám jeden obyvatel Čejče, jak to vlastně je. Obyvatelé pracující v zemědělském družstvu, jehož součástí je i BPS, se bojí o své místo a tak radši o problémovosti mlčí. Ujistili jsme se vtom, když jsme se dotázali pár lidí na místní návsi, co si o BPS myslí. Ačkoli byl zrovna cítit silný zápach, byli jsme ujištěni, že BPS funguje v pořádku a nemá s ničím problém. Samotný majitel nám pak neumožnil prohlédnout si stanici z blízka, a v telefonátu, který jsme s ním vedli, čtyřikrát změnil důvod, proč nemůžeme stanici navštívit. Oficiální verze, lépe řečeno ta poslední, která nám byla podána, je ta, že je v družstvu karanténa zapříčiněná nakažlivou nemocí chovu prasat.

Mutěnice

Druhá navštívená stanice byla opět pravým opakem té předchozí. Naprosto bezproblémový chod a žádné potíže. Tato BPS zpracovává z 99 % kukuřičnou siláž, zbytek je kejda.

Provozní data stanice:

Elektrický výkon 526 kW / výroba elektrické energie 4.470 MWh/rok

Tepelný výkon 558 kW

II.etapa – rozšíření na 1.000 kW

Největší výhodou je, že se samotná stanice ocitá až za vsí, tudíž o ní obyvatelé leckdy ani nevěděli. Zvláštností je, že BPS Mutěnice je vzdálená od své starší sestry BPS Čejč jen pár kilometrů. Rozdíl těchto stanic je však diametrální.

Průzkum veřejného mínění

Ptali jsme se zhruba sta lidí na to, jestli mají ponětí, co to je Bioplynová stanice. Když odpověděli kladně, čekala je otázka, jaký mají na tuto technologii názor.

Místa, kde proběhl průzkum:

- *náměstí Svobody, Brno*
- *obec Čejč*
- *obec Velký Karlov*

Nejvíce záporných odpovědí jsme zaznamenali v oblastech, kde mají přímou zkušenost s chodem Bioplynové stanice a tento chod je problémový. Naopak kladné odpovědi jsme získávali tam, kde s chodem BPS nemají problém. Nejmenší radost nám udělali obyvatelé Brna. Drtivá většina z nich nevěděla, co to bioplynová stanice je. Tento fakt poukazuje na nízkou vzdělanost a dostupnost informací o alternativních zdrojích energií. Zatímco ty všeobecně známé (fotovoltaika, vodní díla…) jsou všem známy. Menší, a leckdy i ekologičtější, zdroje energií jsou širší veřejnosti stále neznámé.

Závěr

Budoucnost BPS je jistě velká. Záleží však na tom, jaký bude mít přístup obyvatelstvo. Vydáme-li se cestou jako Velký Karlov nebo Čejč, mohou BPS dopadnout bledě. Naše vize je taková, že každá větší ves bude mít jako doplňkový zdroj energií postavenou svoji bioplynovou stanici. Proč? A proč by neměla BPS vyrábět dostatek energie k tomu, aby již nemusela ona ves dodávat jinou? Každá vesnice má své družstvo, které produkuje organický odpad, tento odpad by mohla každá ves snadno likvidovat a ještě by přitom přišla k teplu a elektrické energii. Jeví se nám to jako vysoce výhodné řešení. V potaz však musíme vzít, že bioplynová stanice je velice složité zařízení, které je i časově náročné na případné opravy. Nastala by tak komplikace v zimním období a vesnice by měla BPS jako majoritního výrobce tepla a elektřiny, nastaly by vážné potíže. Tento problém se tak dá vyřešit tím, že BPS je použita jen jako minoritní výrobce energií. Tudíž kdyby došlo k poruše,

nebude tak znatelná. S výrobou energií z obnovitelných zdrojů by se nemělo šílet. V současné době se každý předhání, kdo je více „eko“. Pravá podstata výroby energií z obnovitelných zdrojů však většině podnikatelů uniká. Není přeci důležité vydělat co nejvíce, ale pomoci planetě Zemi od problémů vzniklých lidskou hamižností a touhou po přepychu. My, autoři tohoto projektu nejsme zastánci společností, jako je Greenpeace ani žádných jiných. Také nezastáváme laxní přístup k těmto problémům. Razíme takzvanou „zlatou střední cestu“, která je šetrná k přírodě a přitom zachovává udržitelný rozvoj.

Foto: BPS Velký Karlov. V pozadí jsou vidět kogenerační jednotky pro výrobu elektřiny.
V popředí autoři. (Zleva) Vladimír Holík, Ondřej Gryc.

BIODOMY

VERONIKA VAŠKOVÁ, SOŠ a SOU – MŠP Letovice, Tyršova 500, Letovice, 679 61

ÚVOD

Toto téma mě velice zaujalo, jelikož se u nás začíná velice rozmáhat a je to možnost žít v kvalitním a zdravém prostředí budov. Má práce se netýká jen přímého tématu biodomy, ale i energeticky výhodných staveb. Zaujala mě též technologie typů těchto staveb, každý tento dům se staví dle svého určitého plánu. Chtěla bych více přiblížit výhody těchto staveb a

vyvrátit několik tvrzení, jenž koluje mezi obyčejnými lidmi. Jedno z těchto tvrzení právě pochází i z mého okolí - mnoho lidí si myslí, že domy z přírodních materiálů si nemůže dovolit člověk s normálním pracovním příjmem - není to pravda, domy z přírodních materiálů v dnešní době existují v mnoho škálách a v mnoha velikostech, tudíž se dají lehce přizpůsobit i finančním nárokům.

Charakteristika

Biodomy jsou domy z přírodních materiálů, čímž jsou šetrné k životnímu prostředí. Do biodomů patří hlavně dřevostavby, ale také stavby z alternativních materiálů jako je hlína, sláma apod. Malým dílem se zmíním o slaměných jurtách, jenž jsou přítomností šetrného bydlení. Projekty domů z přírodních materiálů dokáží plně respektovat vaše finanční možnosti, požadavky na vzhled i jiná přání. V dnešní době si lidé více všímají, v čem vlastně bydlí a tak se snaží více pečovat i o životní prostředí, o šetření energie a hlavně finanční výhodnosti, když už se rozhodnout investovat do stavby domu. Biodomy se staví v různých rozměrech. Postavení biodomu má svou finanční návratnost a jsou díky svým výhodám i lepší než klasické domy. Též je tu i hledisko estetické, domy z přírodních materiálů jsou stále pořád ojedinělé a dle mého hlediska i krásné. Dřevo stavby se v dnešní době dají i povrchově upravit tak, aby vyhlížely jako zděná stavba.

Biodům

Se započetím této práce jsem na toto téma zadala krátkou anketu o 4 otázkách pomocí sociální sítě facebook, jenž zveřejním později. Na základě této ankety jsem zjistila, že mnoho mladých lidí ani netuší, co pojem biodům znamená. A ta menšina, jež je už seznámena s tímto pojmem, vidí v biodomech spíše pozitiva.

Takže znovu: „biodům“ je dům z přírodních materiálů jako je dřevo, hlína, sláma atd. Biodomem se člověk vrací k čisté přírodě, k tradičním hodnotám, jsou skvělým úkazem toho, že i moderní člověk se dokáže spojit s tradicí.

V dnešní době je již za zdraví škodlivý materiál označován azbest a též zrušen na trzích, tento i další chemické materiály mohou být zdraví škodlivé, proto není na škodu věřit osvědčené přírodě. Do výstavby biodomu se v dnešní době může zapojit sám ten, kdo si dům hodlá pořídit. Co je krásnější než si sám opracovat dřevo na srub, sám si uhlazovat povrch hliněné stavby či svazovat slámu na slaměný dům? U výstavby těchto domů můžete také žádat památkové organizace o příspěvek, jelikož už dnes existují organizace, které tyto stavby považují za naše kulturní dědictví. Přírodní materiály a stavby z nich se používají již staletí, ovšem nyní říkáme, že nastala tzv. „renesance“ těchto staveb. Vše je zapříčiněno novými moderními technikami a technologiemi, jichž nebyli lidé dříve schopni. Zjistila jsem,

že jeden dům stavěný ze slámy, dřeva a jílu se staví v Křížanech na Liberecku, své pomocí ho staví pan Peter Skořepa. Dům o stavební ploše 24 m2 s útulným obytným podkrovím přijde cca na 150 000 Kč. Celý dům staví dva brigádníci - Petr Porada se svou přítelkyní, kteří tam při stavbě přechodně bydlí. Dům si prý nemohou vynachválit hlavně kvůli vynikajícímu dýchání v interiéru. Jiný dům stavěný z konopí jako experiment vyrostl u Litoměřic za 800 000 Kč. Pan Petr Žáček na dostavbu této stavby dostal 5 let, avšak bohužel zjistil, že dům bez použití umělé hmoty nepostaví. Umělou hmotu musel použít kvůli šikmé střeše, jeho záměr byla totiž střecha kulatá, avšak kvůli ní mu nechtěl stavební úřad poskytnout povolení. Záměrem je také to, že měsíční provoz by vyšel zhruba do 1000 Kč. Pan Žáček má na mysli, že dům se vytopí vlastním teplem pří práce, ohřevu vody, pobytu a na rok by mělo stačit 5 kubíků dřeva a veškerou elektriku provedenou na 12 voltů. Vše však stojí na tom, že vyjdou stavitelovi předpoklady, když prý nevyjdou, dům sám zboural.

Herec Jaroslav Dušek se rozhodl za měsíc dovolené se svými kamarády postavit si na svém pozemku hliněný domek. Jeho věta: „Zjistil jsem, že stavět bez stavební firmy je radost.“ Dům si postavil podle systému Superadobe. Je to vlastně hliněný srub kopulového tvaru. Materiál pochází přímo z pozemku. Stavba je obkroužena z pytlů naplněných jílovým materiálem spojených ostnatým drátem. Stavitel o technologii: „Stačí pětičlenný tým, jeden seká slámu, druhý míchá směs, třetí ji nosí, čtvrtý drží pytel a pátý pěchuje. Jediné, co se musíte naučit od odborníka, je způsob vyměřování poloměrů kupole a zdí pomocí dvou řetězů upevněných ve středu a na okraji stavení. Dům potřebuje už jen podlahu z dřevěných špalíků a hliněnou omítku.“

Technologie Superadobe

Původně to bylo rychlé řešení pro lidi, kteří ztratili domov kvůli přírodním katastrofám. Materiály jsou získané výhradně z místa stavby a stavební postup je tak snadný, aby jej mohl postavit takřka každý. Hliněnou směsí se naplní pytle, které se kladou do kruhů na sebe a spojují se ostnatým drátem.

Dřevostavby

Dřevostavby bych rozdělila na více staveb, jakož jsou moderní dřevostavby „na klíč“, sruby, roubenky. Dřevo je výhodný a kvalitní materiál, vyznačuje se malou objemovou hmotností, vysokou pevností v tahu i tlaku, snadnou opracovatelností a velkou flexibilitou. Dřevo je biomateriál, neboli přírodní materiál a vlastně obnovitelný zdroj, jelikož dřevo se stále obměňuje výsadbou. Dřevo se používá surové anebo upravené do desek v kombinaci s jiným materiálem zlepšujícím jeho vlastnosti (štěpkocementové, dřevovláknité, atd.). Životnost dřevostaveb je min. 80-90 let a v severských zemích se staví 50% z domů jako

dřevostavby. Dřevostavby se staví zejména v podobě prefabrikátů, čímž vynikají tepelně izolačními vlastnostmi. Výstavbu dřevostaveb v podobě prefabrikace nijak nezatěžuje vliv počasí. Domy se nabízejí buď jako typové anebo je vám nabídnuta individuální změna dle vašich požadavků, od toho se také odvíjí čas výstavby. Montáž dřevostaveb se většinou udává na několik měsíců. Hrubá stavby trvá jen několik dnů, prefabrikované velkoplošné dílce se montují na předem připravenou základovou desku. Dřevostavby jsou z cca 96% tvořeny právě recyklovatelným dřevem. Tyto dřevostavby jsou také oblíbené díky svému prostornému interiéru, jelikož stěny jsou oproti zděným tenčí a tedy vzniká uvnitř lehce členité prostorné místnosti. Jak už jsem zmiňovala, problémem není vybrat si počet místností nebo jiné konstrukční prvky jako je balkón, lodžie, střešní okna, typ střechy, typ topení. Výjimkou není ani krb, nejčastěji se používá přímotop a v koupelnách podlahové vytápění. Dřevostavby se nepodsklepují, provádí se jen základová deska, cena domu by totiž značně stoupla. Základovou desku vám i s přípojkami provede stavební firma. U dřevostaveb na klíč si vlastně můžete vybrat vše- zařizovací předměty, omítky, dlažbu, podlahy a vše ostatní. Dům pak dostanete připravený k okamžitému obydlení.

Dřevostavby - sruby

Sruby jsou vlastně ruční prací, staví se z kulatiny, která musí být kvalitní. Srub má svůj osobitý vzhled. Sruby se nemusejí využívat jen jako rodinné domy, ale také jako hotely, restaurace a podobné domy se službami pro veřejnost. Srub se ovšem nehodí postavit do centra města právě pro svůj osobitý vzhled. Srub opravdu vytváří pocit přírody, tepla a příjemné pohody. U srubového domu se může dřevo kombinovat i s klasickou omítkou a kamenem a cihlou. U srubů a srubových domů je však problém s výběrem parcely, nedá se postavit všude, často do výstavby zasahuje i stavební úřad.

Roubenky

Roubenky znamenají zachování všeho osvědčeného - špaletová okna, prkenné podlahy i stropy, dále vytápění kachlovými kamny - to vše se zapojuje do zdravého bydlení. A co vlastně znamená roubená stavba? Je to technologie, kdy se trámy kladené vodorovně na sebe v rozích spojují různými typy tesařských vazeb.

Hliněné stavby

Hliněné stavby jsou stavby, jejichž stěny jsou tvořeny z hlíny. V České republice se s těmito objekty setkáváme především na Moravě, ale i tam nejsou častými úkazy. Hliněná stavba má velmi nenáročnou a snadnou dostupnost materiálů, její výstavba je též takřka bezodpadová a výhodou je též snadná recyklovatelnost po dožití stavby. Důležitá na této stavbě je také

střecha, musí mít totiž dostatečný přesah, aby se ke stěnám nedostala voda. A pochopitelně jsou pro hliněné stavby pohromami povodně.

Konstrukce zdí se může provést ze 4 možností:

- Nabíjená stěna - vzniká nabíjením (dusáním) vlhké hlíny do bednění
- Nakládaná stěna (tzv. lepenice)
- Stěna ze sušených cihel (tzv. vepřovice)
- Válková stěna

Hliněná stavba dobře akumuluje teplo. Často se mezi lidmi, jež hlínu znají jako stavební materiál, říká, že hlína „takřka přitahuje člověka, aby se jí dotýkal a tím z ní něco tvořil“.

Slaměné domy

Sláma je levný a dostupná materiál s dobrými tepelnými vlastnostmi. Domy se staví pomocí slaměných balíků, jež mají srovnatelnou stabilitu jako cihly.

Slaměné domy se většinou staví svépomocí, jelikož není ani dostatek odborných architektů a firem. U slaměného domu sloužícího jako pasivní stavba musí být však dodržena důležitá preciznost práce.

Lze použít 3 typy konstrukcí:

- Samostatné balíky pokládané na plocho tvoří celou konstrukci domu zaštítěná dřevěnou strukturou.
- Dřevěná konstrukce vyplněná balíky.
- Forma lisované slámy v podobě vláknité desky, tzv. ekopanelu - nízká nehořlavost.

Jurty

Je to vlastně druh slaměné stavby - tradiční obydlí nomádů z Mongolska kruhového půdorysu. Jakoby stanová struktura z dřevěné, lehké konstrukce a plsťové rohože.

Výhody:

- Jednoduchá výstavba
- Odolná konstrukce pouze z přírodních materiálů
- Nízká energetická náročnost

- Snadná údržba
- Stěhovatelnost (Mongolů stačí 3 zvířata na převoz této stavby)

Konstrukce:

- Dřevěná konstrukce
- Izolace (filc, fleec, ovčí vlna, stlačené slaměné balíky)
- Podlaha (dřevěná)
- Plachta

Anketa

Sestavila jsem anketu z jednoduchých 4 otázek a tu jsem umístila na sociální síť facebook. Na otázky odpovídali lidé v mém věku i starší.

1. Víte, co je to „biodům“?

2. Chtěli byste v budoucnu bydlet v biodomě? (popř. v jakém konkrétně)

3. Co se Vám líbí na biodomech?

4. Odrazuje Vás od nich něco?

Ukázky odpovědí:

Tesař: Biodům je z přírodních materiálů, budoucnu se chystám bydlet v biodomě. A v jakém? Asi dřevostavba bo srub. No, biodomy jsou proste úžasný vynalez bo když je člověk šikovný, může si ho klidně uplácat z hlíny a ze dřeva a úplně sám .....takže ušetří spoustu peněz....

Studentka pozemního stavebnictví: Jasně Verunko, že vím co je to biodům, když se o nich učíme! V budoucnu si dokážu v něm představit bydlet, ale který bych si konkrétně vybrala ještě nevím! Líbí se mi na nich, že jsou levné, ekologické a nenáročně na výstavbu!

Student: Ano, vím co to je. 2) Ne, nechtěl bych v tom bydlet - špatně se vytápějí a jsou špatné na izolování tepla v nich. 3) Líbí se mi jen, že jsou levné a nestojí tolik, co normální dům z cihel atd. 4) To už jsem teď říkal, mají klady i zápory jako každá věc.

Student pozemního stavitelství: 1. No sám jsem o nich nikdy neslyšel, ale aspoň to, co tu píšeš, mi trochu pomohlo. 2. Nikdy jsem o tom nepřemýšlel, ale spíš ne. 3. Zatím nic. 4. Co

jsem slyšel o pasivních domech, tak je to nákladné, tak nevím, jestli je to stejné u biodomů. Jestli ano tak právě tohle :)

Studentka pozemního stavitelství: 1. Vím, co je biodům. 2. O biodomu jako o bydlení jsem nikdy neuvažovala, ale nejspíš ne. 3. Nebyla jsme podrobněji seznámena s tím, co biodům je, takže zatím mám takové rozpačité myšlenky. 4. Stejně jak u 3.

Studentka pedagogiky: 1. Na výrobu jsou použity přírodní materiály. 2. Možná (ve srubu). 3. Mám ráda přírodní materiály a se spojením nepřírodních materiálů dochází k hezké vizuální kombinaci. 4. Lehce shoří.

Pracující žena: 1, Biodům: dům z přírodních materiálů, které jsou šetrné k přírodě... 2, Určitě bych v něm bydlet nechtěla v budoucnu, moc vysoké náklady... 3, líbí se mi na nich, že jsou šetrné k životnímu prostředí. 4, Jediné, co mě od nich odrazuje, jsou ty vysoké náklady na výstavbu i když je pravda, že by se mi to časem vrátilo...

Pracující muž: 1. Tento pojem se v poslední době víc a víc používá v moderním stavitelství. Nízko energetické, pasivní i domy z přírodních materiálů jako jsou hlína, sláma, dřevo a další obnovitelné zdroje, mají u většiny mladých lidí velkou váhu. Jsou energeticky méně náročné a šetrné k přírodě. 2. Představa bydlet v biodomě je lákavá, mám v oblibě přírodní materiály, nejvíce dřevo. Dokážu si představit bydlet v biodomě. 3. Rozmanitost neobvyklých i klasických tvarů, které svým rozpoložením zapadají do okolní přírody. Nenáročnost výstavby, nízké náklady na vytápění, údržbu a vůně dřeva. 4. Snad vetší riziko požáru oproti klasickým zděným stavbám, možná větší stavební náklady.

Vyhodnocení:

Mnoho lidí v mém okolí vlastně ani neví, co jsou to biodomy a to je podle mě špatně. A mnoho lidí si myslí, jak jsou biodomy nákladné, což také není pravda. Dům z cihel postavený za jeden milion se nemůže rovnat biostavbě ve stejné ceně a podle mých poznatků se dá pořídit ucházející rozložení domu za klasickou cenu 700000 Kč.

Závěr

Můj názor na biostavby neboli stavby z přírodních materiálů byl vždy dobrý, avšak po tom, co jsem si vyhledala všechny podklady a informace, řekla bych, že nechci v budoucnu bydlet v ničem jiné než v domě z přírodních materiálů. I v naší rodině je člověk, jenž bydlí v dřevostavbě na klíč. Život v biodomě je hlavně zdravý život. Přírodní materiál vytváří pocit pohody, klidu a smíření s přírodou. Co je krásnějšího než vejít do domu, nadechnout se a cítit vůni dřeva či slámy? Přírodní materiály podporují zdraví člověka svou absorpcí vlhkosti, akumulací tepla a jinými příznivými vlastnostmi. V dnešní době nejsou problémem ani

finance, jelikož biodomy se svými náklady mohou rovnat klasickým zděným stavbám. Jeden z mýtů, které se o biodomech šíří, je také to, že dřevostavby a slaměné domy zvyšují riziko požáru, což není tak úplně pravdou. Slisovaná sláma má nízké hořlavé vlastnosti a opatříme-li stavby hliněnými omítkami, nemusíme se požáru obávat. Jsem ráda, že se člověk snaží navrátit k přírodě, vrátit jí to, co jí způsobuje chemikáliemi a dalšími ničícími prvky. A protože jsou biodomy také navrhovány jako energeticky výhodné až pasivní domy, mají i ekonomické výhody.

Obrázková příloha

ÚSPORA ENERGIÍ V DOMÁCNOSTECH

STANISLAV KOZEL, SOŠ a SOU strojírenské a elektrotechnické, Brno, Trnkova 113

ÚVOD

Do letošního kola soutěže Enersol jsem si vybral téma úspora energií v domácnostech. Vedlo mě k tomu zjištění, kolik energií se spotřebuje u nás doma a kolik se jí spotřebuje efektivně. Jen v České republice je dnes přes 3,1 miliónu domácností, z toho vyplývá, kolik by se dalo teoreticky ušetřit energie, kdyby se lidí chovali odpovědně a rozumně. V horizontu následujících desetiletí je zřejmé, že budeme nuceni se k energiím chovat šetrněji a z tohoto důvodu vidím jako prioritní nejen pokrok vědecko-technický, ale také kulturně-sociální.

Závěrem kde každý z nás může ušetřit a zamyšlením se v středně dlouhodobé a dlouhodobé vizi budoucnosti. Měření a výsledky jsem se snažil shromažďovat a analyzovat co nejkomplexněji a brát v úvahu všechny dopady a následky nastíněných řešení.

Nejdřív bych rád uvedl, proč se v následujících letech bude v největší pravděpodobnosti zvyšovat celosvětová spotřeba energií:

- Vyšší životní standard znamená větší vybavení domácností, nové, větší, výkonnější přístroje a zařízení, které mají vyšší spotřebu energie oproti dřívějším přístrojům. Větší byty, domy, bazény, letecké dovolené, atd.

- Vyšší aktivita průmyslu souvisí s předcházejícím bodem. Toto zařízení, větší, nové byty, domy, to vše se musí někde vyrobit a spotřebuje se na to velké množství energie.

- Zvyšování bezpečnostních standardů znamená robustní automobily (vyšší hmotnost, odolnější materiály), záložní zdroje pro výpočetní techniku, zdvojené linky, obvody, osvětlené dálnice, výstražná světla na přejezdech, apod. Opět kromě vlastní spotřeby (která nemusí být zase tak příliš velká) tyto věci musíme někde vyrobit.

- Rozšíření ITC technologií. Stále je velký prostor pro rozšiřování sítí (bezdrátových i klasických), klasické informační tabule jsou nahrazovány digitálními, mechanické poklady digitálními, placení penězi placením elektronickými kartami, atd.

- Zvyšující se doprava. Rozvoj ekologické hromadné dopravy, především železniční (elektrifikace nových úseků), rozšiřování metra, tramvajových linek. Zvyšující se rychlost těchto prostředků (vlaků) přináší zvýšenou spotřebu.

- Substituce jiných energií. Elektrická energie může nahradit a bude nahrazovat zemní plyn, uhlí (k vaření, vytápění), ropu (doprava, viz. předcházející bod).

- Ekologické projekty. Sanace starých ekologických zátěží, modernizace nevyhovujících provozů, přesun kamionů na železnici, výstavba silničních a dálničních obchvatů, výstavba tunelů... To vše je energeticky vysoce náročné.

- Vyšší hygienické a zdravotní standardy. vlivem dramaticky zpřísněných norem v potravinářství a ve zdravotnictví velmi razantně narůstá spotřeba el. energie (a jiných energií). Zvláště na chlazení a mražení, ve zdravotnictví na sterilizaci a klimatizaci. Např. nové operační sály mají o 35-40 % vyšší spotřebu elektrické energie, než původní. Mezi další příklady může patřit kratší doba skladování výrobků (restaurace, obchody), výrobky namísto konzumace se musí likvidovat a vyrábět nové - toto nutné "plýtvání" přináší další energetické nároky. Totéž případy BSE, "ptačí chřipka", SARS, kdy jsou vybíjena i celá stáda zvířat.

Myslíte si, že jedna domácnost může něco změnit? Já jsem přesvědčen, že ano. Žijeme ve společenství lidí a tato množina je stejně silná jako každý jednotlivec. Například v EU žije 501 miliónů lidí, což je cca 170 miliónů domácností. Pokud každá má roční spotřebu průměrně přibližně 20 tisíc kWh dává to 4 miliard kWh ročně. Věřím, že zde je prostor pro úspory.

Kolik se spotřebuje v jedné domácnosti?

Údaje níže uvedené jsem shromáždil jak z vlastních měření, tak z poznatku jiných domácností. Důvod, proč jsem nevycházel pouze z výsledků domácnost kde bydlím, je ten, že co nejpřesnější výsledek vyžaduje co nejširší spektrum měřených hodnot.

Spotřeba domácnosti za rok (v kWh)					
Chladnička	648	17%	Notebook	32	1%
Pračka	231	6%	ostatní	392	10%
Sporák+ trouba	569	16%	Celkem	3168	100%
Myčka	341	9%			
Video+ Audio	270	6%			
Počítač+ monitor	177	4%			
Osvětlení	508	13%			

Tyto údaje jsou z průměrné domácnosti, které používá neúsporné spotřebiče.

Jako demonstrativní příklad úspory tím, že si pořídíme spotřebiče s menší spotřebou si vezmeme chladničku. Ta naše spotřebuje ročně cca 650 kWh a je třídy B. Chladnička o stejné kapacitě, ovšem třídy A+ spotřebuje ročně 308 kWh a pokud se bavíme o třídě A++ jsme na hodnotě 203 kWh. Pozn. Aby mohla být chladnička v kategorii A+, musí mít však podle směrnic EU spotřebu energie minimálně o 25 % nižší než přístroje třídy A. Spotřebiče zařazené do A++ musí mít spotřebu nižší o 70 % než výrobky zařazené ve třídě D.

Převedeno na peníze: Provoz chladničky třídy B ročně přijde na 3388kč, ovšem stejná chladnička třídy A+ ulehčí Vaší kapse pouze o 1540kč a pokud zainventujeme do třídy A++ tak účet za elektřinu klesne o dalších 500kč ročně.

Za jak dlouho se vyplatí koupě dražšího, ovšem úspornějšího spotřebiče?

Pokud stojí chladnička X třídy A+ 9.000kč a stejná chladnička s třídou A++ 10.500kč vrátí se rozdíl za **3 roky provozu.**

V následující tabulce je další příklad za jak dlouho se vyplatí úsporný spotřebič.

Lednička	Energetická třída	Spotřeba	počet let v provozu a spotřeba v kWh				
		(kWh/den)	1	2	3	5	10
Levnější typ	B	1,18	431	861	1292	2154	4307
Dražší typ	A	0,93	339	679	1018	1697	3395
úspora v Kč :			322 Kč	637 Kč	959 Kč	1 600 Kč	3 192 Kč

Z uvedeného vyplývá, že při výběru nových elektrospotřebičů se nevyplatí řídit pouze cenou, vzhledem a funkčností, ale také energetickou třídou provozní spotřeby energie. Tento údaj musí být uveden na energetickém štítku. Tím jsou označeny sušičky, pračky, myčky, trouby, klimatizace, zdroje světa atd.

Úspora elektrických a neelektrických energií v celé domácnosti:

Voda: Jak jsem již napsal, většina energií se nejlépe šetří rozumným chováním. To platí i u vody. Pokud ohříváme vodu v bojleru, měli bychom nastavit teplotu na 50-55°C. Tepelné ztráty budou poté Menší a omezí se i tvorba vodního kamene, který by případně nadále zvyšoval spotřebu. Každý stupeň o který ohřejeme vodu zvyšuje spotřebu o 5-7% Velkou úsporou vody v domácnosti se sprcha místo koupele v plné vaně. Při použití úsporné hlavice pak činí úspora až 75% vody. Ušetřit můžeme také pokud jsme zvyklí umývat nádobí pod tekoucí teplou vodou. Ve srovnání s mytím nádobí v uzavřeném dřezu je spotřeba teplé vody minimálně trojnásobná. Pro domácnost, kde se pravidelně myje větší množství nádobí, se

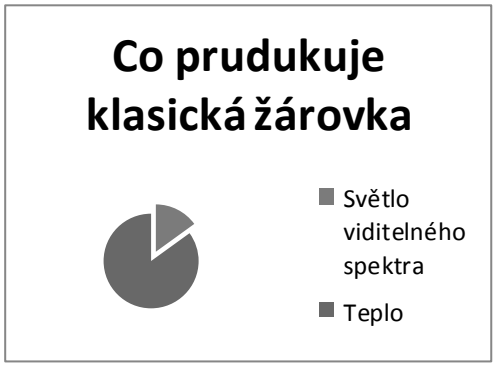
vyplatí nákup myčky, která ve srovnání s mytím pod tekoucí vodou ušetří zhruba 40-60 % energie, úspora vody je ještě větší.

Chlazení potravin: Protože chladničky a ledničky pracují neustále, měli bychom věnoval velkou pozornost právě spotřebě těchto zařízení. Je třeba je pravidelně odmrazovat, protože námraza silnější než 3mm zvyšuje spotřebu o 40-60%! Tyto spotřebiče musí mít také dobré odvětrání, aby mohly dobře odvádět teplo - nesmí tedy být umístěny blízko u stěny nebo zdroje tepla, tedy sporáku, topení a nebo na přímém slunci, jinak je spotřeba vyšší. Důležité je také nastavení teploty chlazení a mrazení - snížení teploty v chladničce o 1 °C sníží spotřebu elektřiny zhruba o 7 %. Nastavení chladničky se doporučuje na +5 °C, u mrazničky -18 °C. Spotřeba energie roste také s velikostí zařízení. Každých 10 l navíc zvyšuje roční spotřebu zhruba o 15 až 20 kWh. Na jednu osobu bychom při nákupu ledničky měli počítat 50-70 l. Pozor bychom si měli dát také na starší zařízení - kromě toho, že má vyšší normovanou spotřebu než současné ledničky a mrazničky, může také ke konci životnosti dojít k výraznému nárůstu spotřeby a zatížit tak náš rodinný rozpočet až o tisíce korun.

Praní prádla: Nejvíce můžeme ovlivnit spotřebu při praní změnou teploty, při které se prádlo pere. Vždy bychom měli zvážit, jestli je nutné prát na 90, nebo 60 stupňů. Rozdíl ve spotřebované energii je cca 25%. Pokud máme levný ohřev vody například tepelným čerpadlem nebo solárními kolektory, ušetříme napojením pračky na přívod teplé vody.

Vaření: Vaření na klasickém elektrickém sporáku má o 35-40% větší spotřebu, než moderní sklokeramické desky. Při vaření bez použití pokličky vzroste spotřeba až na trojnásobek.

Osvětlení: Bohužel stále platí, že nejrozšířenější typ svítidla je klasická žárovka.



Osvětlení by mělo být navrženo tak, aby šlo využívat lokální osvětlení (lampy), tak abychom svítili pouze tam, kde je to potřeba. Zásadní úspora vnikne nahrazením žárovek úspornými kompaktními zářivkami. Ty mají klasický závit jako žárovky a lze je instalovat téměř všude. Spotřeba tak poklesne zhruba na čtvrtinu. Ovšem je nutné si uvědomit, že ne každý typ úsporné žárovky se hodí všude.

	Žárovky		Kompaktní zářivky	
	příkon	spotřeba za rok	příkon	spotřeba
Kuchyně	100W	53kWH	23W	13kWh
Obývací pokoj	240W	72kWh	60W	42kWh
Ložnice	100W	53kWh	23W	13kWh
Dětský pokoj	100W	73kWh	23W	15kWh
Chodba	100W	48kWh	23W	13kWh
Celkem		299kWh		95kWh

Standby režim:

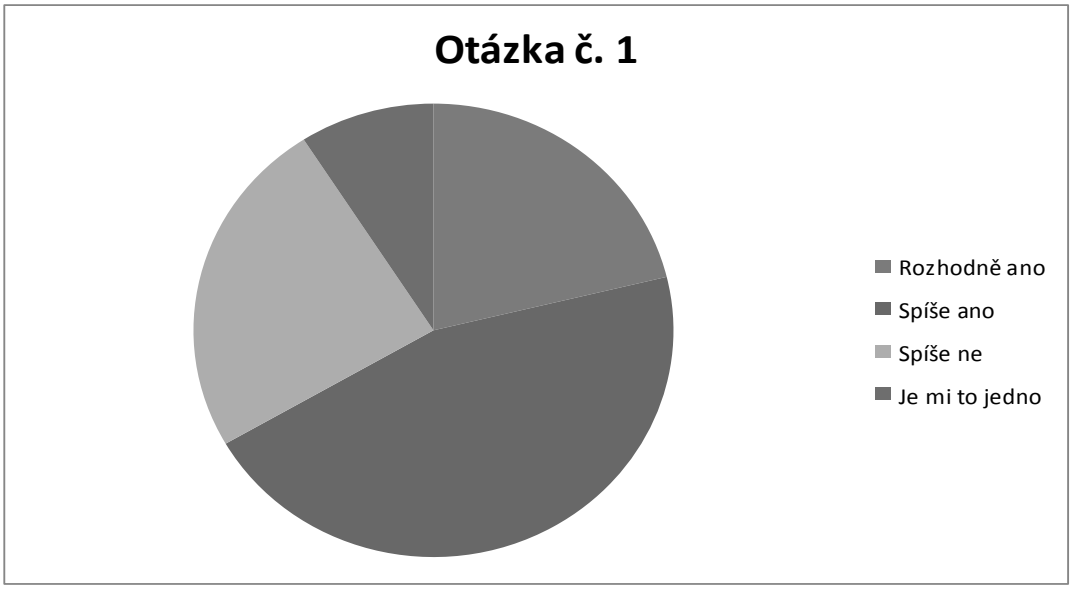
Standby režim neboli pohotovostní režim je běžně využívaný vypnutý stav spotřebičů v domácnosti. Avšak zdánlivě vypnuté elektrické spotřebiče i ve standby režimu, jehož indikátorem je většinou svítící dioda na spotřebiči, odebírají z elektrické sítě proud a tím zvyšují účet za elektřinu.

Průměrné roční náklady na celodenní provoz spotřebičů v režimu standby (v Kč)
Mikrovlnka - 127,-
Televize - 255,-
Video - 594,-
Satelitní souprava - 1272,-
CD/DVD přehrávač - 212,-
Mini věž – audio - 85,-
Počítač s monitorem a příslušenstvím - 1061,-

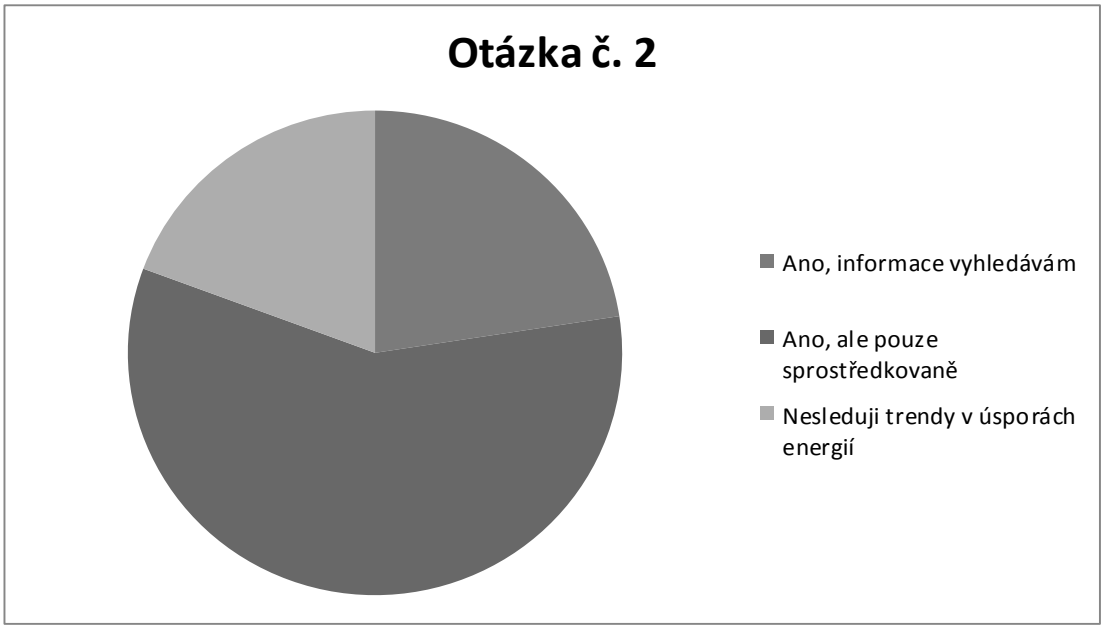
Podobně neekonomické je nechávat nabíječky na mobilní telefony či baterie do fotoaparátů v zásuvkách. I když nenabíjí, spotřebovávají energii a zahřívají se.

Anketa:

1. Otázka: Snažíte se doma aktivně šetřit energie?



2.Otázka: Vyhledali jste sami informace o výhodách šetření energií v domácnosti?



Vždy bylo dotázáno 30 náhodných respondentů

I před uvedení důvodů za začátku proč se bude nadále zvyšovat poptávka po energiích si po zpracování projektu myslím, že každý člověk může ovlivnit kolik spotřebuje. Analýzou dat, jsme zjistili, že můžeme dojít výrazné úspoře energií i financí v každé domácnosti. Tyto úspory bych rozlišil na 3 druhy: Zaprvé pořízením si úspornějších spotřebičů, za druhé efektivnějším využíváním energií a zamezení různého plýtvání a za třetí předejití nadměrného používání Standby režimu. Z ankety vyplynulo, že existují skupiny lidí s velmi rozdílnými přístupy k šetření energií. Nemile mě překvapilo, kolika lidem je ještě dnes jedno, kolik zaplatí za spotřebu, i přes to, že jsme Tu dokázali spočítat kolik lze rozumným chováním ušetřit. Věřím, že správnou metodikou informovanosti veřejnosti se podaří zlepšit povědomí o úsporách a Lidé sami budou více přemýšlet.

SNIŽOVÁNÍ EMISÍ V DOPRAVĚ VE MĚSTĚ ZNOJMĚ - CNG A HYBRIDNÍ MOTORY

MICHAL KRAVEC, SOŠ a SOU Znojmo, Dvořákova 19

ÚVOD

Téma mé práce zní: Snižování emisí a využití CNG motorů v MHD Znojmo. Ve své práci bych Vás rád seznámil s problémy, se kterými se potýká celý svět a současně poukázal na možné způsoby řešení. Zásoby ropy jsou již velice omezené a stav životního prostředí se stále zhoršuje. Řešením těchto problémů je využívání alternativních zdrojů a nahrazování spalovacích a dieselových motorů technologií CNG, hybridních pohonů a elektromotorů. Spaliny benzínových a dieselových motorů nepříznivě ovlivňují ovzduší především ve městech a příměstských oblastech. Proto je vhodné u vozidel, které se pohybují převážně v těchto oblastech, používat jiné druhy paliv. Ve své práci Vás seznámím s využíváním technologií CNG v MHD Znojmo, kterou zajišťuje Znojemská dopravní společnost Psota s.r.o., dříve ještě ČAS-Service, který dokonce provozoval elektrobus.

Emise

Co jsou to emise: jsou to látky znečišťující ovzduší. Maximální koncentraci mají u svého zdroje (komín, výfuk atd), jejich koncentrace se postupně snižuje mísením se vzduch

Zdroje znečištění vzduchu

Zdroje znečištění ovzduší jsou faktory na určitém místě, které způsobují uvolňování znečišťujících látek do ovzduší. Podle typu vzniku je polutanty možno rozdělit do několika skupin:

- primární
- sekundární

Podle původu znečištění můžeme zdroje rozdělit na:

- antropogenní (tedy lidského původu)
- přírodní.

Antropogenní zdroje

Za antropogenní zdroje je zodpovědný člověk.

Zdroje spojené se spalováním různých typů paliv

- tepelné elektrárny
- řízené vypalování lesů, používané v zemědělství či lesnictví
- motorová vozidla
- spalovaní fosilních paliv
- spalování materiálů na ohništích, v kamnech, pecích
- spalování odpadů

Přírodní zdroje

Existují i přírodní zdroje, které znečišťují ovzduší. Dnes dochází k přirozenému uvolňování polutantů, a to zejména těmito cestami:

- prach z přírodních zdrojů, především z oblastí pokrytých řídkou vegetací, nebo zcela bez vegetace
- písek z pouští
- radioaktivní plyn radon, uvolňující se ze zemské kůry
- spaliny a oxid uhelnatý, vznikající například při lesních požárech
- sopečná aktivita, díky níž se uvolňují částice síry, chloru a popela

Možnosti omezení znečištění vzduchu

Znečištění ovzduší má chemický, fyzikální nebo biologický ráz (částicové podstaty), jenž mění přírodní vlastnosti zemské atmosféry. Atmosféra je komplexní, dynamický, přírodní plynný systém, který je nezbytný pro výskyt života na Zemi.

Zmenšování vrstvy stratosférického ozónu z důvodu znečištění vzduchu je dlouhodobě vnímáno jako hrozba pro lidské zdraví, stejně jako pro zemské ekosystémy.

Znečištění vzduchu je dnes celosvětovou příčinou řady úmrtí a častějšího výskytu nemocí dýchacího ústrojí. Hlavní zdroje znečištění vzduchu je možné jasně rozpoznat,

k nejvýznamnějším patří mobilní zdroje, zejména automobily na fosilní paliva a (v menší míře) letadla.

Hybridní pohony

Hybridní pohon je označení kombinace několika zdrojů energie pro pohon jednoho dopravního prostředku. Nejčastěji to bývá kombinace elektrické trakce (jako u elektromobilu) a spalovacího motoru. Hybridní pohony jsou využívány především v silniční a železniční dopravě.

Druhy hybridních pohonů

Automobil s hybridním pohonem představuje vozidlo, které při svém provozu využívá více než jeden zdroj energie. Hybridní pohony využívají především výhod jednotlivých pohonů při různých pracovních stavech vozidla.

Dnes se testují a vyvíjejí tyto druhy:

- spalovací motor + elektromotor + akumulátor
- spalovací motor + elektromotor + externí přívod elektrické energie (trolej)

Výhody a nevýhody hybridního pohonu

Mezi již ověřené hybridní pohony patří kombinace spalovacího motoru s elektromotorem a akumulátorem, tzv. sériový hybridní pohon. Tento typ je při jízdě na krátké vzdálenosti, jako je jízda ve městě, nebo při rovnoměrné jízdě, poháněn stejnosměrným točivým strojem. Ten se napájí jako elektromotor elektrickou energií z akumulátoru. Při jízdě na delší vzdálenost, např. mimo město, při potřebě větší akcelerace nebo při plném zatížení zajišťuje pohon spalovací motor. U hybridního pohonu lze využívat výhody jednotlivých pohonů. U elektropohonu si ceníme nízké hlučnosti, vysoké účinnosti elektromotoru (asi 90 %), přičemž nevznikají žádné výfukové zplodiny. U pohonu se spalovacím motorem využíváme velký dojezd vozidla.

Nevýhodou pohonu jsou vysoké pořizovací náklady, zvýšení hmotnosti vozidla o hmotnost akumulátoru a zmenšení úložných prostor ve vozidle.

Využití elektromotoru v MHD Znojmo

Navštívil jsem znojemskou dopravní společnost ČAS, kde mi informace poskytl pan Smítal. V provozu městské dopravy ve Znojmě sloužil první elektrobus v ČR. Byl postaven ve Znojmě, s použitím karosérie dnes již nevyráběného nízkopodlažního trolejbusu Škoda 21Tr. Na

jedno nabití baterie může dojet 110 - 130 km. Do provozu byl zařazen v roce 2003. Vyvinula jej společnost ČAS-Service. Znojmo je tak od roku 2004 jediným evropských městem, v němž na pravidelné lince hromadné dopravy jezdí elektrobus. ČAS-Service je vlastníkem elektrobusu, který je zcela ekologický a nemá žádné emise, což je pro kvalitu ovzduší velice přínosné. Tento elektrobus je vyroben ve Znojmě ve spolupráci s dalšími firmami. Společnost Čas-Service má certifikát na výrobu těchto elektrobusů. Společnost ČAS Servis již MHD neprovozuje, proto v současné době tento elektrobus slouží k příměstské dopravě.

Denně najede od 130 do 180 km.

Základní údaje:

na jedno nabití ujede 100 -130 km

používá rychlodobíjecí baterii - dobije se během 20min

není náročný na údržbu

motor je vodotěsný, nemá exhalace, bezemisní vozidlo

výkon motoru je 140 kW

ČAS uvádí toto srovnání nákladů na jeden kilometr:

Klasický autobus - nafta 1 km - 8 Kč x Elekrobus 1 km - 1,90 Kč

Další výhody: nemá exhalace, ekologický, bezemisní vozidlo

firma ČAS-Service je výhradním výrobcem tohoto autobusu

CNG motory

CNG (anglicky Compressed Natural Gas) je stlačený zemní plyn. Používá se jako palivo pro pohon motorových vozidel a považuje se za relativně čistější alternativu benzínu a motorové nafty. Přestavba motorů na CNG z dieselových motorů (nahrazuje naftu) snižuje emise na úroveň normy Euro 5 bez nutnosti dodatečného čištění výfukových plynů. Cena paliva je o něco nižší než cena nafty, proto je provoz na CNG ekonomicky výhodnější.

Nevýhodou je zmenšení zavazadlového nebo nákladového prostoru, kde jsou umístěny nádrže na CNG, a řídká síť čerpacích stanic. Proto se v Česku CNG nejčastěji používá k pohonu městských autobusů.

Motory TEDOM

Motory TEDOM jsou vyráběny společností TEDOM a.s. Třebíč. Společnost zajišťuje výrobu autobusů, vozidlových a stacionárních motorů, kogeneračních jednotek. Motory TEDOM mohou používat několik druhů kapalných paliv (nafta a bionafta), plynná paliva (zemní plyn, propan-butan, bioplyn) a různá další alternativní paliva.

Motory TEDOM tvoří unifikovanou sérii řadových čtyřdobých šestiválců o objemu 11 946cm3 a jsou vyráběny ve výkonových řadách 152-300 kW v naftovém provedení a výkonech 80-320 kW v plynovém provedení, ve stacionárním i vozidlovém provedení a splňují nejpřísnější emisní limity.

Výhody motorů TEDOM:

- prověřená koncepce
- vysoká spolehlivost
- dlouhá životnost
- snadná údržba

Paliva:

- nafta
- bionafta
- zemní plyn
- propan - butan
- bioplyn
- různá další alternativní paliva

Městský autobus TEDOM C12 G

Je to městský nízkopodlažní autobus, který splňuje všechny nároky kladené na komfortní dopravní prostředek. Hnací soustrojí tohoto vozu tvoří nově vyvinutý plynový spalovací motor, který splňuje emisní limity EURO 5, EEV. Tento autobus vyrábí česká společnost TEDOM Třebíč. Model C12 G se vyrábí od roku 2007 a dodává se jak s plynovým motorem, tak i s dieselovým. První vyrobený vůz C12 G byl dlouhodobě zapůjčen znojemskému dopravci. Od 2. ledna 2008 byl ve Znojmě v provozu "CENTRUM BUS" - plynový autobus, který vozil turisty i místní obyvatele na městské okružní lince. Plynový autobus TEDOM byl městu Znojmu poskytnut formou pronájmu. TEDOM C12 G je novým typem městského nízkopodlažního autobusu, který splňuje všechny nároky kladené na komfortní dopravní prostředek. Provoz byl ukončen koncem roku 2009.

Městský autobus TEDOM C12 G

Příměstský autobus TEDOM L12 G

Je to model částečně nízkopodlažního autobusu, který se vyrábí od roku 2007 společností TEDOM. TEDOM L12G je především linkový autobus, který nemusí být 100 % nízkopodlažní, a tak využívá tzv. low entry koncepce (nízkopodlažní je prostor od předních ke středním dveřím včetně). Slouží převážně k příměstské dopravě. Ve Znojmě byl představen roku 2008.

Využití CNG motorů v MHD Znojmo

V současné době provozuje městskou hromadnou dopravu Znojemská dopravní společnost Psota s.r.o. a kromě toho zajišťuje podstatnou část meziměstské dopravy na Znojemsku.

Další informace uvedené v práci jsem získal od Ing. Chadima, ředitele ZDS Psota s.r.o.

Plynová plnička ZDS Psota s.r.o.

ZDS Psota s.r.o. je majitelem a provozovatelem vlastní plynové plničky, kterou si v roce 2010 postavila. Samozřejmostí je spolupráce se společností RWE.

Plnička obsahuje 2 koncovky typu:

NGV 1 tenčí průřez – osobní auta i autobusy

NGV 2 širší průřez – autobusy TEDOM, délka plnění 7- 8 min

Plnička je přístupná 24 hodin denně, k využívání je potřeba RWE karta.

Plynová plnička v areálu ZDS Psota

Vozový park

obsahuje 22 plynových autobusů

TEDOM C12G 5x - městská doprava

TEDOM L12G 11x – příměstská doprava

Karosa přestavěná na CNG 6x – smíšená doprava město i meziměsto

Využití autobusů

TEDOM C12G v městské dopravě:

denně najezdí cca 150km

měsíčně cca 4000km

TEDOM L12G v meziměstské dopravě:

denně najezdí cca 220km

měsíčně cca 5000 – 7000km

Karosa meziměstská/městská doprava:

denně cca 300 – 350km

měsíčně cca 8000 km

Autobusy Karosa jsou využívány převážně ve vzdálenějších částech okresu Znojmo, příležitostně v rámci MHD.

Pro použití ve vzdálenějších částech okresu je výhodná větší kapacita nádrží autobusu.

Měsíční využití autobusů CNG

	Počet autobusů	km za měsíc	Celkem km za měsíc
MHD	5	4 000 km	20 000 km
Příměstská doprava	11	6 000 km	66 000 km
Karosa	6	8 000 km	48 000 km
Celkem			134 000 km

Ekonomický přínos používání autobusů CNG

Pro výpočet nákladů na pohonné hmoty naftových autobusů a autobusů na zemní plyn jsem použil kalkulátor úspor na webových stránkách firny TEDOM.

Kalkulátor úspor s CNG

Na obrázku z www.tedom.cz je vidět vypočítaná úspora na ujetých 1 000 km. Tato úspora činí 4440 Kč.

Měsíčně autobusy s CNG ujedou u ZDS Psota s.r.o. 134 000 km, z toho plyne:

měsíční úspora na nákladech PHM 612 720 Kč
roční úspora na nákladech PHM 7 352 640 Kč

Ekologický přínos používání autobusů CNG

Srovnání emisí produkovaných naftovými motory a motory na zemní plyn

Pevné částice	snížení o	85 – 90 %
NOx	snížení o	50 – 60 %
HC	srovnatelné, resp. zvýšení nedosahující limitu	
CO	snížení o	75 – 90 %
CO2	snížení o	15 – 30 %

zdroj: Jan Žákovec, 2004

Tabulka a některé další údaje jsou čerpány z Programu podpory alternativních paliv v dopravě – zemní plyn. Ekologické výhody zemního plynu v dopravě vyplývají z jeho složení, především poměru atomů uhlíku a vodíku v molekule (zemní plyn je tvořen z cca 98% metanem CH4 s příznivým poměrem C : H = 1 : 4).

Při použití zemního plynu nevznikají ztráty paliva jako při provozu a tankování kapalných pohonných hmot, které vznikají odparem. U zemního plynu nehrozí ani kontaminace půdy a spodních vod při haváriích způsobených únikem paliva.

Závěr

Ve své práci jsem uvedl některé z možných řešení snižování emisí v hromadné dopravě. Do tohoto projektu jsem se zapojil, abych vyjádřil svůj názor na to, jak takovým problémům předejít a popřípadě je vyřešit. Ve své práci jsem popsal možnost náhrady benzínových a dieselových motorů např. hybridními nebo CNG motory. Ve městě, ve kterém žiji, začala s náhradou starých naftových a benzínových autobusů technologiemi CNG společnost ČAS-Service, která již v současné době není provozovatelem MHD. Provozovatelem v současné době je ZDS Psota s.r.o., která je majitelem autobusů s technologií CNG. Společnost zajišťuje městskou hromadnou dopravu, ale i příměstskou dopravu. Přínosem pro společnost je snížení nákladů na PHM o cca 7 milionů Kč. Do budoucna chce firma využívat až 70% autobusů na zemní plyn.

Michal Kravec a Karel Psota při slavnostním předání autobusů

BYDLENÍ VE SRUBU

EVA KOVAŘÍKOVÁ, SOŠ a SOU – MŠP Letovice, Tyršova 500, Letovice, 679 61

ÚVOD

Téma sruby jsem si vybrala, protože mám ráda přírodu. A sruby jsou z přírodního materiálu - dřeva. Stavby ze dřeva jsou podle mě také mnohem hezčí a působí pohodově a útulně. Znám pár lidí, kteří ve srubu bydlí nebo jen využívají k rekreaci. A jsou s touto stavbou naprosto spokojeni. Nepůsobí také v přírodě tak kýčovitě jako stavba z porothermu či ytongu svítící pastelově barevnými omítkami. A taky na rozdíl od nově postaveného klasického domu, z kterého je cítit pach omítky, vápna a cementu, nově postavený srub voní lesem, dřevem a čerstvým vzduchem. Absolutně nechápu některé úřady, které nedovolí stavbu srubu na určitých místech. Proto doufám, že touto prací vzbudím alespoň u vás pozitivní názor na sruby.

Charakteristika

Sruby patří mezi nejstarší typ dřevěných konstrukcí. Sruby a roubenky jsou hlavně stavěny v horských oblastech, kam jejich kanadské vzezření naprosto zapadá. Pro tuto konstrukci dřevostaveb je hlavní věcí dělení vnitřního prostoru tak, aby stěny tvořily pevnou kostru. Používá se dřevo vysušené a speciálně nařezané, různými tesařskými zářezy. Při procesu řezání se vyřazují kmeny s ohybem nebo osovou točivostí, jenž způsobuje sesychání a sesedání stavby. Do interiéru se používají většinou přírodní materiály, zatímco veškeré instalace se vedou vnitřkem stěn, kde jsou zcela izolovány. Vnější strana stěn se natírá nátěry požadované barvy, jen bude chránit i prosti škůdcům a plísním. Srub, co se týče mechanických vlastností, je poměrně lehká a pevná stavba, která nemá velké požadavky na základy. Mezi celosvětové trendy ve stavebnictví musíme zařadit nízkoenergetické a pasivní stavby, tj. stavby s nízkou provozní spotřebou energií, které ovšem vyžadují odpovídající speciální konstrukce. Obvodové pláště jsou pak charakteristické zvýšeným tepelným odporem a dál snahou o maximální omezení tepelných ztrát v důsledku proudění vzduchu v konstrukcích a jejich spojích. S dostatečnou tloušťkou tepelné izolace jsou tak výdaje za energie až o několik tisíc korun měsíčně nižší než u běžných staveb. V současné době se většina dřevostaveb staví v nízkoenergetickém standardu, který je již považován téměř za nutnost. Se současnými technologiemi však není problém postavit ani dřevostavbu jako pasivní dům. S postupem času se klade čím dál větší důraz ve stavebnictví, stejně jako v dalších oblastech lidské činnosti, na ochranu životního prostředí. Jsou dřevostavby opravdu ekologické, jak se tvrdí? Je tomu skutečně tak. Energie spotřebovaná na výstavbu zděného

objektu je neporovnatelně vyšší než u toho dřevěného. Je to především kvůli nízké hmotnosti stavebního materiálu dřevostaveb a jednoduchosti konstrukcí. Dřevo je rovněž plně obnovitelný materiál a roční přírůstky v českých lesích pohodlně pokryjí plánovanou těžbu. Naopak se české přebytky dřeva každoročně vyváží ještě za hranice. Výhodou srubů se kromě značné odolnosti vůči vlhkosti a vodě, účinnější akustické izolaci a lepšímu vyrovnávání tepelných rozdílů než v případě lehkých montovaných dřevostaveb musí zařadit i unikátní atmosféra, kterou dotváří neupravované dřevěné stěny. Nevýhodou srubů (z nejkvalitnějších kanadských lesů) je používání velkého množství kvalitního a masivního dřeva, musíme počítat s vyšší cenou. Tyto dřevostavby jsou také více náročné na údržbu, především stěn, které se mohou při vysychání a vlhnutí dřeva pohybovat. Je důležité také při výčtu případných handicapů srubů, že díky postupnému sesedání trámů nejsou vhodné jako vícepatrové stavby. A ještě pár výhod. Jsou to velká rychlost stavby, možnost stavět po celý rok nezávisle na teplotě a nízká cena realizace. Nejrychlejší výstavby dosáhneme, pokud zvolíme některý z typových projektů v provedení na klíč. Zde se může doba výstavby dostat již na 3 měsíce a cena se dá stlačit pod 1 500 000 Kč. A ještě jedna zajímavost. Byl zaznamenán případ, kdy základy kvůli posuvům půd byly přemístěny o několik desítek metrů, a to bez narušení statických vlastností srubu.

Sruby → Dřevo → Ekologie

Dřevo patří mezi nejstarší stavební materiály vůbec. Význam dřeva spočívá v hodnotě dřevní hmoty. Kromě toho producenti tohoto materiálu - lesy - mají obrovskou a nezastupitelnou funkci v celém ekosystému. Dřevní hmota je významnou surovinou nejen z hlediska ekologie. Používá se v mnoha odvětvích a navíc jako jediný materiál má obnovitelný charakter.

Zdroj dřeva - les

Zdrojem dřeva jsou převážně dřeviny rostoucí na lesní půdě. Zhruba 25% zemského povrchu tvoří lesy. V České Republice je podíl lesní půdy necelých 34% celkové rozlohy.

Těžba dřeva

Velmi často je neodborně prezentováno, že těžba dřeva v podstatě ničí a likviduje životní prostředí, přitom roční vytěžené množství dřeva je podstatně nižší než jeho roční přírůstek. Celkový roční přírůst dřevní hmoty v ČR je cca 18 mil. m3 a ročně se vytěží kolem 15 mil. m3 dřeva. Z toho je patrné, že zásoby dřevní suroviny se v našich lesích každoročně zvyšují. To může mít naopak za následek přestárlé stagnující porosty, které jsou náchylnější k poškození biotickými i abiotickými činiteli, a které „zabírají“ místo porostům novým.

Dřevo dýchá

Na rozdíl od umělých materiálů dřevo "dýchá". To znamená, že umožňuje vzduchu procházet v obou směrech. Miliardy drobounkých buněk ve dřevě umožňuji neustálou obnovu čerstvého vzduchu uvnitř. A zároveň povrchová teplota dřevěných prvků uvnitř domu koresponduje s pokojovou teplotou vzduchu a proto je vždy příjemná. Srubové stěny regulují vlhkost tím, že jí buď absorbují či naopak uvolňují podle venkovních podmínek. Z hlediska elektrostatických vlastností se dřevo nenabíjí statickou elektřinou, a tak se nevíří prach v místnosti. To ocení zvláště lidé trpící alergiemi.

Druhy dřeva

Mezi velice odolné druhy dřeva patří například akát, dub, jilm a modřín. O něco menší odolnost vykazují smrk (méně výrazná struktura), borovice (mohutně vystupující struktura), jedle a jasan, přičemž pro zahradu nacházejí vzhledem ke své dobré opracovatelnosti a relativně nízké ceně užití především smrk a borovice Douglaska (načervenalé dřevo) je velice trvanlivý druh evropského stromu, jehož dřevo může přetrvat řadu let i bez impregnace v autoklávu. Tropická dřeva jako bongossiové dřevo, teak a další jsou velice trvanlivé, vzhledem k dlouhým transportním cestám však také velmi drahá. Pukliny případně vzniklé v důsledku vysychání, výron pryskyřice, zkroucení a barevné odchylky není třeba odstraňovat – dokládají, že i zde se jedná o živý přírodní materiál. Staré železniční pražce se již nesmějí používat kvůli unikajícímu oleji a jiným jedovatým zbytkům, místo nich se v odborném obchodě prodávají dřevěné bloky s prakticky stejnými rozměry. Používejte dřevo impregnované pod tlakem (v autoklávu). Zde se pod vysokým tlakem vtlačí do vláken dřeva ve vodě rozpustné soli. Vlákna pak mohou vzdorovat povětrnostním podmínkám mnohem déle. Všechna dřeva se dají ošetřit bezbarvými laky či barvou. Používejte však pouze barvy a laky, které nepoškozují životní prostředí. Velice dlouhodobě chrání povrch dřeva i speciální oleje pro ochranu dřeva.

Srub u Letovic

Poloha srubu a jeho vzhled

Srub leží ve svahovitém terénu u města Letovice. Je postaven na samostatném základu. Dřevo je přibližně z 60% zakoupené a 40% vlastních zdrojů. Výstavba je provedena svépomocí. Po příchodu do srubu se jedná o velkou místnost rozdělenou do různých koutků se specifickým využitím pro potřeby obyvatel. Po vystoupání z přízemí po schůdcích se dostáváme do nižšího podkroví, které slouží pouze k odpočinku a spánku. Koupelna a záchod se přistavují po dvou letech výstavby, kvůli změně využití tohoto srubu. Srub je stále ve výstavbě, majitel má stavění srubu jako hobby, které ho baví. Srub se začal stavět v roce 2007.

Vytápění srubu

Srub je vytápěný krbem. Celá dolní velká místnost se vytopí za 1,5 hodiny při aktivním procházení vchodovými dveřmi a nezateplenou koupelnovou částí. Po 2 hodině vytápění je příjemných 21 °C už i v podkroví.

Rozhovor s majitelem a stavitelem srubu

Majitel srubu Petra jsem se zeptala na nějaké informace týkající se jeho srubu

Proč sis vybral srub? Co tě k tomu vedlo? A jaké si s ním měl plány?

V první řadě mám rád přírodu. Neumím si představit jinou stavbu v přírodě než je srub. A od malička žiji ve městě, tak to bylo i takovým mým snem. Prostě se ráno vzbudit, otevřít okno a dívat se tváří tvář přírodě. Původně jsem chtěl tento srub jen jako takovou chatku na relaxaci, ale postupem času zjišťuji, že není problém v takovém vlastně dvoupokojovém srubíku žít. Když se člověk uskromní, najde zde vše, co potřebuje.

Můžeš mi prozradit nějaké sumy, které se točí okolo výstavby takovéhoto srubu?

No vlastně proč ne. Je to nehotová stavba, jenž se začla stavět přibližně před 3,5 lety. Zatím mě tato stavba stála pod 500 tisíc Kč. No, ale jak, říkám ještě není hotová, ale myslím, že už se to o moc nezvýší. Do střechy jsem dal +- 60 tisíc korun a přibližně stejně jsem dal za dřevo, které jsem musel koupit a neměl jsem vlastní. Mám vlastní pozemky a lesy, takže asi 40% kulatiny, co jsem potřeboval na stavbu, jsem měl ze svých vlastních zdrojů. Hlavně ty velké kulatiny na obvodové stěny. Za dveře a okna jsem tak asi 30 tisíc korun. K celé stavbě srubu mám postavenou už i takovou skromnou pergolu. A zapomněl jsem přičíst asi 30 tisíc na základy pod stavbu. Do této prozatímní investice 500 tisíc korun jsem se vešel i s cenou celého pozemku, který činí 1 ha. Polovina lesa a polovina pole a louky.

Takže když si to shrneme:

- základy.....30 000 Kč
- dřevo …..60 000 Kč
- dveře,okna.....30 000 Kč
- střecha.....60 000 Kč
- \+ pozemek 1 ha
- \+ pergola celkově **zatím: pod 500 000 Kč**

Jakou sis vybral formu výstavby? Výstavbu svépomocí anebo sis pozval nějaké řemeslníky, kteří se u tebe střídají či přímo nějakou firmu??

Ne firmu určitě ne. A co se týče řemeslníků, no nevím, pokud se tam počítají i kamarádi, kteří prostě umí elektroinstalaci a tak mi přišli pomoct tak ano. Na odborné práce, které bych sám nezvládl, jsem si vždycky raději někoho přizval. Jinak projekt jako navrhnutí, jsem si vymyslel sám, Nějak jsem to načmáral a vymyslel si. Určitě jsem si říkal, že chci mít nahoře ložnici, nijak ten prostor v podkroví nedělit… Jen patro a postel. Nic víc. A jak jsem to nakreslil, pak jsem dal asi 7 tisíc za zkontrolování a hlavně přepracování nákresu v opravdový projekt. Ale kamarád říkal, že jsem to neměl až tak špatný, že by to možná i stálo pár let a že jsem to měl jakž takž promyšlený, co kde budu potřebovat a co kde dám.

Jaké si myslíš, že má srub výhody, když sis ho sám postavil?

Jde hlavně o ten pocit. Prostě sem přijít a říct si: „ jo chlapče, jsi dobrej, to co tu stojí, jsi postavil skoro svýma holýma rukama.“ Taky právě proto jsem si to chtěl postavit sám. A vůbec to všechno, co už jsem říkal, prostě bydlení v přírodě a v takovém dřevěném srubu pro mě nemá konkurenci. Žádní lidi kolem, silnice, vlaky, shon. Prostě když přijdete do takovéhoto srubu, už si myslím, že v každém to musí vyvolat pocit, že žije v jiné době, v kontaktu s přírodou. Pak je to také asi cena. Možná nevím, kolik by mě stál ytongový dům ve stejných rozměrech a provedení jako tento srub, ale celková cena srubu a netýká se to jen peněz, je pro mě nezaplatitelná. Za další je to, že srub v létě krásně izoluje. Je tam chládek, přibližně stejný jako v normálních domech ve sklepě. Člověk si tam k večeru rád zaleze a v těch poledních vedrech to je též příjemný úkryt. No a taky místo, které jsem si vybral. Je to celkem odlehlé místo a opravdu si tam odpočinu. A i když tam přes víkend makám, je to taková odpočinková práce. Je to příjemné, udělat po týdnu zase kus pořádné práce.

Tak jo. A jaké to má nevýhody? Má srub vůbec nějaké?

No nevýhody. To je těžký. Možná taky ta dostupnost. Jak jsem již řekl, je to ve svahu a jsou dvě přístupové cesty. Jedna je přes pole z polní spojovací cesty. Po té se dá jezdit jen za sucha, nebo pokud zemědělci zasadí něco rozumného, ale jsem s nimi domluvený a navíc kus toho pole patří k mému pozemku. Takže to není takový problém. A druhá cesta je víceméně po asfaltové komunikaci téměř až pod srub. Ale auto se musí nechat dole a vyjíst strmý svah pěšky. A také velkou nevýhodou, pokud chcete být opravdu čím dál od civilizace, je vedení vody, elektřiny a kanalizace. Tuto otázku řeším právě teď. Zatím jsme vykopali potrubí pro vodu, abych v zimě když si tu budu kutit bydlení, abych si mohl alespoň čaj uvařit.

Poslední otázka Petře, šel bys do stavby srubu znovu?

Určitě ano, 100% ano. A navíc, hned jak se tento srub dostane konečnou úpravu, začnu stavět další. Ne však pro mě, ale ten bych zkusil pronajímat nebo v něm pořádat nějaké podařené akce.

Děkuji Petrovi za tento rozhovor a přeji rychlé a bezproblémové dokončení stavby.

Závěr

Svůj názor na sruby jsem nijak nezměnila. Naopak mě psaní této práce ještě utvrdilo v tom, že sruby se vyplatí. A to nejen proto, že jsou z ekologického a obnovitelného materiálu. Další pro mě důležitou věcí je to, že nenarušují přírodu, ale přirozeně do ní zapadají.

Sruby jsou výhodné také z hlediska vytápění a nákladů na získání materiálu pro výstavbu.

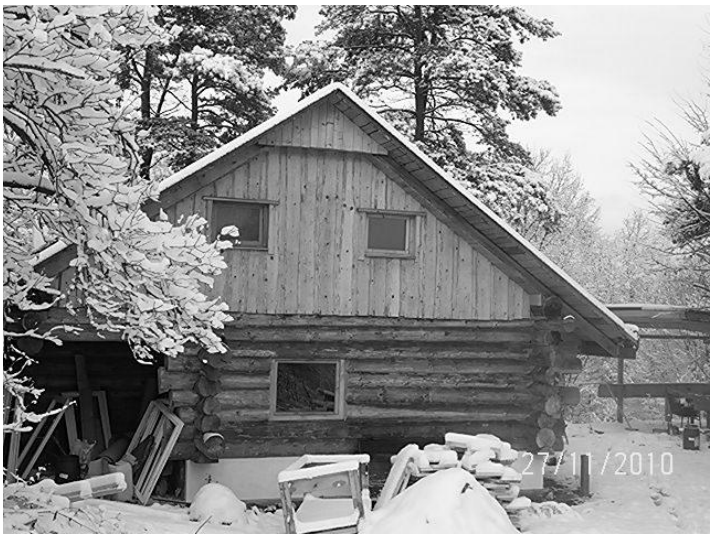
Srub je stavba na celý život. A také jsem se přesvědčila, že ke srubu může mít člověk vztah.

Fotografie

Zde je vidět přistavovaný záchod s koupelnou a také myslím dobře zvolená podlouhlá okna, která interiér dobře osvětlí a podají krásný výhled ven.

Pohled z podkrovního okénka ve štítě srubu.

Překladová kulatina nad vchodem do koupelny. Opět je vidět minerální vata jako tepelná izolace.



Čelní pohled na štít z venku.

Šťastný majitel a stavitel srubu Petr a moje maličkost.

FOTOVOLTAICKÁ ELEKTRÁRNA KUNŠTÁT

VÁCLAV HASOŇ, SOŠ a SOU – MŠP Letovice, Tyršova 500, Letovice, 679 61

ÚVOD

Rozhodl jsem se vypracovat práci na téma fotovoltaické elektrárny. Toto téma mi přišlo zajímavé a s tohohle důvodu jsem fotovoltaickým elektrárnám dal přednost před ostatními. Také mě ovlivnila skutečnost, že od prázdnin zahájili výstavbu fotovoltaické elektrárny v mém městě Kunštátě. Zajímá mě tedy jestli, to bude fotovoltaika pro Kunštát přínosem nebo naopak. Myslím si, že v minulých letech fotovoltaika v naši zemi nebyla příliš oblíbena nebo realizována, ale ze současného nárůstu fotovoltaických elektráren je třeba se nad nimi pozastavit. Doufám, že mi tento projekt něco dá, a že o fotovoltaických elektrárnách budu vědět zase něco víc.

Fotovoltaické elektrárny

Co to vlastně znamená?

Je to obor zabývající se přeměnou slunečního záření na elektřinu. Jeho název je sestaven ze slov foto (světlo) a volt (jednotka elektrického napětí). K přeměně slouží fotovoltaické (solární) články propojené do fotovoltaických (solárních) panelů.

Fotovoltaika je nejlépe známá jako metoda pro výrobu elektrické energie pomocí solárních panelů, které přeměňují energii ze slunce na elektřinu. Fotony slunečního záření dopadají na P-N přechod a svou energií vyrážejí elektrony. Takto vzniklé volné elektrony se pomocí elektrod odvedou ke střídači, který je převede na střídavé napětí o velikosti a frekvenci shodné s distribuční soustavou. Téměř všechna fotovoltaická zařízení jsou určitým typem fotodiody. Fotovoltaika je metoda výroby elektřiny pomocí polí fotovoltaických článků, tedy buněk, jež jsou vyrobeny z materiálů, které převádějí sluneční záření na stejnosměrný proud. V současnosti se používají materiály, které obsahují amorfní křemík, polykrystalický křemík, mikrokrystalický křemík, telurid kadmia a CIGS sloučeniny

Fotovoltaické elektrárny (FVE) slouží pro přímé využití sluneční energie. Jedná se o nejšetrnější způsob získávání elektrické energie vzhledem k ochraně životního prostředí. Sluneční záření je zdroj, který můžete získávat v podstatě zadarmo, a vždy ho bude dostatek. Fotovoltaické elektrárny využijí nejen společnosti, ale také domácnosti. Lze ji umístit na střechy domů, chat, do polí.

Výhody

- Během výroby elektrické energie fotovoltaický systém neznečišťuje životní prostředí. Znečištění během výroby a likvidace zařízení se dá udržet pod kontrolou za použití již známých metod likvidace elektro-odpadu.
- Fotovoltaické systémy vyžadují minimální údržbu po jejich nainstalování. Provozní náklady jsou tudíž extrémně nízké ve srovnání s existujícími technologiemi. Bohužel náklady na vybudování těchto systémů nejsou triviální.
- Díky vysoké, státem garantované, podpoře je návratnost investice velmi rychlá.
- Pokud je fotovoltaický systém připojen na síť tak energie může být spotřebována místně a tudíž snížit celkové ztráty rozvodné soustavy.

Nevýhody

- Instalace fotovoltaických systémů je velmi drahá. Existuje mnoho různých variant jak instalaci těchto systémů podpořit.
- Nainstalovaný systém nelze přemístit, pokud se majitel objektu odstěhuje. Toto bylo ve spojených státech vyřešeno patřičnou daňovou legislativou.
- Elektrická energie generovaná fotovoltaickými systémy je drahá ve srovnání s cenou energie z jiných zdrojů.
- Solární energie není k dispozici v noci a je velmi nespolehlivá za špatného počasí (mlha, déšť, …). Tudíž je nutná instalace systémů, které chybějící energii nahradí.
- Fotovoltaické panely nefungují, pokud jsou poryty vrstvou sněhu.
- Fotovoltaické články postupem času snižují svou účinnost tedy dodávaný výkon.
- Ekologická likvidace fotovoltaických panelů je nákladná.

Solar park Kunštát

Instalace technologie FSS bude v souladu se závazky ČR ke splnění závazku na vybudování a provozování obnovitelných zdrojů energie dodávkou elektrické energie do veřejné sítě. Instalace technologie elektrárny je navržena jako dočasná na předpokládanou dobu její technické životnosti 20 roků a bude provedena etapově:

1. etapa o instalovaném výkonu 1200 kW

2. etapa o instalovaném výkonu 6800 kW

Instalace technologie FSS splňuje podmínky dané vyhláškou 475/2005 Sb. a její novelizace vyhláškou č. 364/2007 Sb., která přináší změnu indikativních hodnot technických a ekonomických parametrů, především ve smyslu předpokládané životnosti FSS, která byla touto novelizací zvýšena z 15 na 20 let.

Instalace technicky splňuje i podmínky dané vyhláškou ERÚ 364/07 Sb., tedy:

- Životnost instalace minimálně 20 let

- Požadavek účinnosti využití primárního obsahu energie: předpokládá se konstrukce a umístění fotovoltaických článků tak, aby bylo dosaženo roční svorkové výroby elektřiny alespoň 150 kWh na metr čtvereční aktivní plochy solárního panelu. Současně je uvažován pokles výkonu panelů o 0,8% jmenovitého výkonu ročně.

Fotovolaická solární soustava v Kunštátě

Fotovolaická solární soustava je výrobnou elektrické energie s instalovaným výkonem 8000 kWp na ploše 8,96 ha. Nejedná se o bytovou ani nebytovou výstavbu, pouze o instalaci technologie výrobního zařízení bez potřeby výstavby budov či stavebních objektů. Objekty trafostanic TR01-TR06 a objekt rozvodny R01 jsou prefabrikované a volně umístěny na předem horizontálně upravené ploše. Nemají stavebně provedené základy, tedy nejsou pevně spojené se zemí.

Vzhledem k tomu že se jedná o technologii pracující na principu přímé přeměny světelné energie na elektrickou energii v polovodičovém prvku a provoz instalace FSS je navržen jako bezobslužný, neboť provoz bude řízen pomocí automatizovaných systémů s bezdrátovým dálkovým dohledem, není potřeba budovat přímé napojení na technickou infrastrukturu, jako je přívod vody, kanalizace atd. Dopravní obslužnost bude zajištěna ze stávající komunikace vedoucí po vnější východní straně předmětných pozemků za ochranným pásmem plynovodu a vodovodu. Oplocení bude instalováno způsobem pevného plotu z pozinkovaného pletiva o výšce 1,8 m z nadstavby z ostnatého drátu o výšce 0,4 m. Přístup na pozemek bude zajištěn pomocí dvou kovových bran umožňujících vjezd nákladních aut z nezpevněné cesty. Přímí vjezd na pozemek z uvedené cesty nenaruší nikterak optimální provoz na přilehlých komunikacích a nevyžaduje výstavbu nové komunikace. Dotčené pozemky byly doposud zcela využívány pro pěstování zemědělských plodin a nejsou zastavěny. Přes pozemek je na stožárech vedena linka elektrického napětí 22 kV společnosti E. ON. Podél této linky je po obou stranách zavedeno ochranné pásmo, přes které bude napříč předepsaným způsobem

uložena sada podzemních kabelů. Ochranné pásmo nebude výstavbou FSS jinak nikterak ovlivněno. Dotčené pozemky jsou v majetku a ve zprávě Městského Úřadu města Kunštát.

Výroba energie

Bude pracovat na principu přímé přeměny světelné energie na elektrickou energii v polovodičovém prvku označovaném jako fotovoltaický článek. Solární článek je velkoplošná dioda s alespoň jedním PN přechodem. V ozařovaném solárním článku jsou generovány elektricky nabité částice (páry elektronu a díra). Elektrony a díry jsou separovány vnitřním elektrickým polem PN přechodu. Rozdělení náboje má za následek napěťový rozdíl mezi předním a zadním kontaktem solárního článku. Vnějším obvodem zapojeným mezi oba kontakty potom protéká stejnosměrný elektrický proud, jenž je přímo úměrný ploše solárního článku a intenzivně dopadajícího slunečního záření, a to jak přímého tak i rozptýleného. Pro realizaci projektu budou použity FV panely, které vždy sdružují určité množství jednotlivých solárních článků, jež jsou v panelu vzájemně elektricky propojeny a hermeticky zapouzdřeny systémem plastových ochranných folií a čelního skla a jsou upevněny do rámu z hliníkových profilů. Optimální využití dané plochy pozemku bude zajištěno instalací kvalitních vysocevýkoných FV panelů. Konkrétní dodavatel FV panelů bude vybrán z aktuálního sortimentu spolehlivých výrobců. Předpokládá se výkon jednoho panelu min 220 Wp, volba FV panelů o vyšším výkonu (až 270 W) bude záviset na na aktuálním poměru výkonu a ceny ve vztahu k návratnosti investice. FV panely budou umístěny na typových kovových konstrukcích, které budou vybrány z několika běžně na trhu nabízených variant vhodných pro umístění ve svažitém terénu. Přesný rozměr a tvar bude určen v prováděcí projektové dokumentaci tak, aby splňovala všechny požadavky norem na statiku a ukotvení konstrukce. Konstrukce s nainstalovanými FV panely bude rovněž vyhovovat klimatickým podmínkám pro danou oblast včetně odolnosti proti větru do rychlosti min 130 km/hod, teplotnímu maximu a minimu a zátěži od sněhu. Jednotlivé Fv panely budou propojeny kabely pro stejnosměrné napětí svedenými do pomocných typových sdružovaných skříní a odtud do invertorů (měničů) optimálně rozmístěných v blízkosti skupin FV panelů. Zde bude stejnosměrný proud vyrobený ve FV panelech přeměněn na proud střídavé s frekvencí 50Hz, které bude v úrovni nízkého napětí kabely přivedeno do úsekových trafostanic. Silové transformátory pak přemění střídavé napětí do výstupního systému 22kV, které bude vedeno do hlavního rozvaděče 22 kV vývodové rozvodny R01

Jednotlivá centra s transformátory a rozváděči budou umístěny v kompaktech prefabrikovaných modulech, rozmístěných po ploše FV elektrárny tak, aby spojovací kabeláž mezi těmito centry byla optimální z hlediska poměru investičních výdajů a přenosových ztrát. Dodavatel prefabrikovaných modulů bude vybrán z rady typových výrobců osvědčených na

trhu. Bude se jednat o výběr z betonových modulů nebo z modulů vyrobených sendvičovým způsobem z materiálů vhodných pro tyto účely a odolných proti klimatickým vlivům.

Slovo zastupitelů a starosty města

Peníze z výnosu slunečních panelů chtějí kunštáčští zastupitelé vložit do kanalizace. „Proto jsme také do tohoto projektu šli, abychom tak získali peníze na pokrytí podílu na kanalizaci," upřesnil starosta. Místní lidé podle něj proti elektrárně nejsou. „Nevím o žádných protestech či peticích. Však také nebude na panely, dokonce ani ze zámku, vidět," uzavřel pan starosta Göpfert.
To potvrdil například i Petr Tenora. „Nemám o tom příliš informací, ale proti elektrárně nejsem, řekl muž z Kunštátu.

Budování slunečných elektráren v okolí

O solárních panelech se mluví i na radnici v Blansku. Podle blanenské starostky Jaroslavy Králové však nebudou žadatelé o vybudování elektrárny v městských částech Blanska úspěšní. „Nebudeme měnit územní plán, tak aby to firmám vyhovovalo, protože by to stejně trvalo tak dlouho, že by to pro ně nemělo ten efekt," sdělila Králová, která doplnila, že o plochu v okolí Obůrky a na Hořicích měla zájem firma Papeno. Blanenští radní však dnes budou rozhodovat o záměru umístit solární články na střechy některých dalších budov. „Jednalo by se o školy, zimní stadion, dělnický dům či nemocnici. Solární panely by nekupovalo jen město, ale nabídli bychom střechy k pronájmu i firmám," prozradila paní Králová.
Sluneční panely jsou nyní již k vidění u Olešné a elektrárna vznikne letos také v Ráječku. „Mám informaci, že investoři z firmy Papeno už mají vykoupené pozemky, takže se nyní čeká na schválení územního plánu," řekl starosta Ráječka Vít Rajtšlégr. Elektrárna na ploše kolem pětadvaceti hektarů by se pak podle starosty mohla začít stavět o prázdninách nebo v září. Záměr vybudovat elektrárnu má firma Papeno také v Olomučanech. Část místních lidí je ale proti, takže olomučanští zastupitelé nechají o dvacetihektarové elektrárně rozhodnout místní v referendu. To bude šestadvacátého února od dvanácti do dvaceti hodin. O necelé tři týdny později, třináctého března, rozhodnou v referendu o sluneční elektrárně také lidé v Šebrově.

Petice proti fotovoltaické elektrárně

V přešlém textu „Slovo zastupitelů a starosty města" bylo řečeno, že nikdo neví o žádných protestech či peticích, ale já jsem našel na neoficiálních stránkách města Kunštátu tuhle petici, myslím si, že každý pro vybudování Solar parku v Kunštatě nebyl. Petice proti realizaci fotovoltaické elektrárny dle čl. 18 listiny základních práv a svobod a zákona č. 85/1990 Sb. o právu petičním. My níže podepsaní občané, prostřednictvím této petice, dle §

89 odst.1 zák. 183/2006 Sb. v platném znění vznášíme nesouhlas k plánované realizaci fotovoltaické elektrárny v katastru města Kunštát v Kunštátě. Vzhledem k tomu, že v poslední době Rada města Kunštátu prosazuje finančně náročné, ne bezpečné, neestetické projekty, které ovlivní negativně město Kunštát, a to bez ohledu na veřejné mínění občanů Kunštátu, nezbývá než se k těmto zásadním realizacím vyjádřit peticí.

Proč ne fotovoltaickou elektrárnu:

1. Vysoké zadlužení Kunštátu

2. Riskantní návratnost investice

3. Negativní vliv na vzhled kunštátské krajiny

Závěr

Ekonomické dopady fotovoltaického byznysu netřeba rozebírat, ty jsou každému jasné. Zopakuji další nepříznivé faktory s tím související:

1) Výroba fotovoltaických panelů je energeticky tak náročná, že fotovoltaický panel vyrábí energii spotřebovanou při jeho výrobě 10 let. Polovinu své životnosti tedy vyrábí energii, která by se bez jeho výroby nespotřebovala.

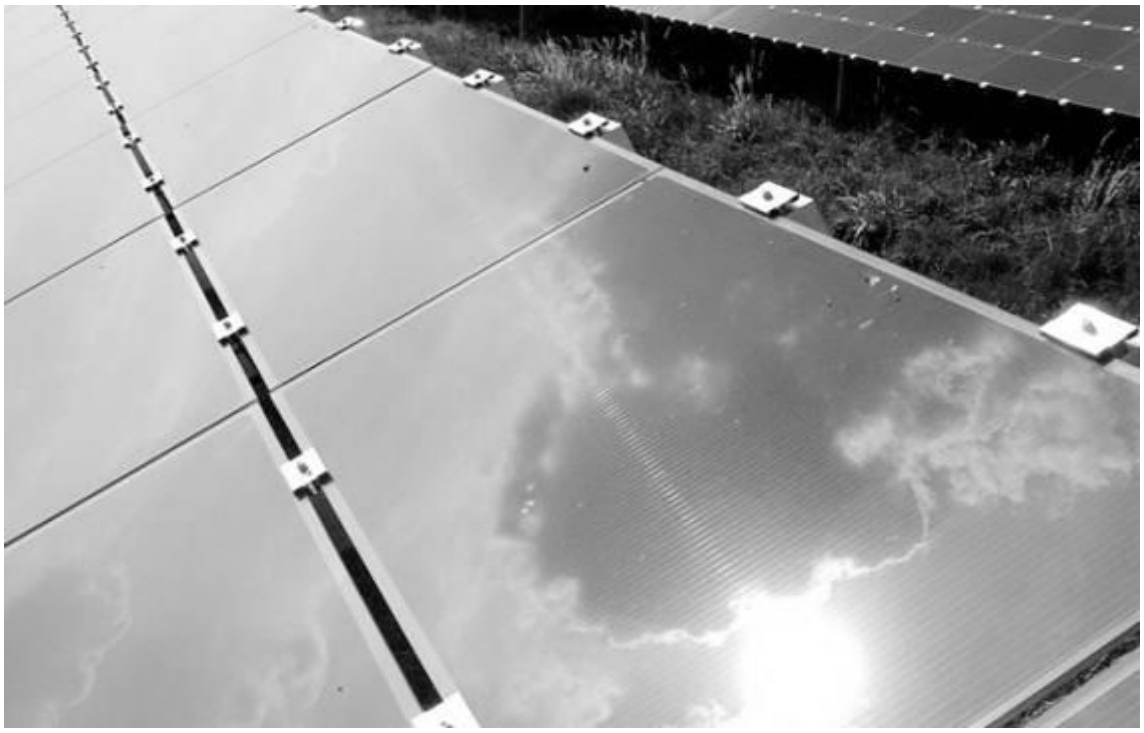
2) Fotovoltaická elektrárna je velice nespolehlivý zdroj energie - nedodává do sítě konstantní proud. Každý jeden megaWatt výkonu fotovoltaické elektrárny musí být jištěn jedním megaWattem naprázdno běžící tepelné elektrárny, která jen vykrývá výpadky v dodávce fotovoltaické elektrárny. Tepelná elektrárna běžící naprázdno čoudí prakticky stejně, jako kdyby jela naplno.

3) Další náklady a technické problémy jsou s regulací rozvodné sítě, ve které kolísající zdroje dělají strašnou paseku.

Masivní státní podporu sluneční energie nyní zaplatí firmy i domácnosti. Podniky se bojí, že zdražení by pro ně mohlo být likvidační. K solárnímu boomu přitom nemuselo vůbec dojít, pokud by poslanci už minulý rok schválili, že regulační úřad může v případě nutnosti výrazně seškrtat výkupní cenu "slunečního" proudu. V poslední době se u nás živě diskutuje o boomu solárních elektráren, které díky velkorysým výkupním cenám elektřiny se státní garancí na 20 let vyrostly jako houby po dešti na mnoha místech ČR. Dokonce se zdá, že kvůli tomu elektřina podraží o víc než 20 %. Vláda nedávno rozhodla, že od příštího roku bude podporovat pouze ty solární panely, které jsou umístěny na střechách domů. Příslušný návrh zákona by měl být poslanci projednán ve zrychleném řízení.

Myslím si, že fotovoltaické elektrárny přinesli lidem jen dražší energie, určitě by se mela rozlisovat fotovoltaika na polích, když to řeknu hodně zjednodušeně. Rozhodně nejsem pro to, aby se nadále zastavovala další zemědělská půda pro to, aby na ní někdo stavěl pole fotovoltaických článků, ale i větrných elektráren. Na druhou stranu principiálně nemáme nic proti fotovoltaice na střechách domů, na střechách panelových sídlišť, v opuštěných průmyslových areálech. To je místo, kde by fotovoltaika mohla a měla být. Otázka je ale výkupní cena elektřiny, která je takto vyrobena. Proto jsem pro názor, že by solární články měli být instalovány pouze na rodinných domech a různých budovách, kde se také vyráběná energie spotřebuje a nebude se dodávat za velkou výkupní cenu do sítě.

Obrázková příloha



MALÉ VODNÍ ELEKTRÁRNY

ŘEHÁK PETR, Střední průmyslová škola Ostrov

ÚVOD

Toto téma jsem si vybral proto, protože si myslím, že tento způsob využívání obnovitelného zdroje je nejšetrnější k přírodě a jen v malé míře zasahuje do přirozeného rázu přírody.

Vodní elektrárna je výrobna elektrické energie, jedná se o technologický celek, přeměňující potenciální energii vody na elektrickou energii. Obvyklý typ říční vodní elektrárny se skládá z přehradní hráze, nebo jezu, tj. vodní stavby, která zadržuje vodu a strojovny, obsahující vodní turbíny a alternátory, turbíny s alternátory tvoří vždy soustrojí umístěné na společném hřídeli.

Malé vodní elektrárny

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 ekonomicky výhodná na pořízení.

Historie

Energie vody byla jednou z prvních (po zvířecí), kterou dokázal v minulosti člověk použít a úspěšně přeměnit na mechanickou práci. Provází ho dějinami už mnoho století. České země v minulosti patřily vždy k evropské průmyslové špičce, a díky specifickým hydrologickým poměrům, byl vodní pohon o malých výkonech v Čechách a na Moravě velmi rozšířen. Největší podíl na tom měla vodní díla s výkonem od 2 do 30kW instalovaného výkonu. Dřívější styl života se od našeho současného velmi lišil. Tak, jak se měnila společnost, hospodářské poměry a řemesla, tak také přibývalo provozoven, kde bylo možno vodní energii využít (např. pily, mlýny, hamry). Ze začátku až do zřízení celostátní třífázové elektrické sítě se používala vodní energie téměř výhradně pro přímé mechanické pohony strojů a zařízení. V místech, kde nebyl výkon vodního motoru dostatečný nebo pro zabezpečení provozu i v suchých obdobích roku byly vodní motory kombinovány s jinými zdroji hnací síly - s parními stroji, stabilními spalovacími motory nebo teplovzdušnými motory. S vynálezem dynama a později i generátoru na vícefázový střídavý proud se situace změnila. Zpočátku byla elektrická energie používána jen jako doplněk pro osvětlení provozoven, později, s výstavbou rozsáhlejších sítí se stala dominantní hnací silou průmyslu. To znamenalo výrazný ústup od přímých transmisních pohonů. Vodní energie se začala používat téměř výlučně k výrobě elektrické energie (velká vodní díla) a tento trend stále trvá.

Bohužel neuváženými kroky a krátkozrakými činy došlo v padesátých letech minulého století k převzetí mnoha drobných provozoven do národní správy a následně k likvidaci turbínových stanic. Pod záminkou, že se jedná o přežitky kapitalismu kterých nebude v plánovaném a elektrifikovaném hospodářství zapotřebí, byla vodní díla uváděna do tzv. neškodného stavu. Což v praxi znamenalo rozbíjení a šrotování turbín, v lepším případě pouze jejich oběžných kol. Ve svém okolí jich napočítáte desítky. Ty, které přežily nebo byly s velkými náklady a prací svých majitelů opět uvedeny do provozu jako malé vodní elektrárny pracují do veřejné sítě. To však není jediný způsob, jak lze dnes vodní energii využít. I nepatrná síla vám může účelně sloužit, nejste-li v dosahu elektrorozvodné sítě. Drobné přenosné elektrárničky pro chaty a chalupy vám zajistí přiměřené osvětlení a provoz televizních přijímačů. Kapesní nabíjecí stanice s jednowattovou vrtulovou turbínkou skvěle poslouží pro nabíjení akumulátorů mobilních telefonů, videokamer, přenosných počítačů a ostatních elektrických pomocníků.

Vodní dílo

Vodním dílem "silotvorným" máme na mysli veškeré stavební i strojní zařízení, které je nutné pro využití energie vody v určitém úseku vodního toku a její přeměnu na mechanickou práci. Vodní dílo má energii přírodního toku v maximální možné míře zužitkovat. Tato přeměna se však děje pouze ve vodním motoru (vodní kolo, turbína). Úkolem ostatních částí vodního díla je dopravit k tomuto motoru bez odporu potřebné množství neznečištěné vody a při tom neztratit nic ze získaného spádu. Zatím co průtok je veličina proměnná a více méně závislá na počasí, spád je možno považovat za konstantu danou tvarem terénu. Obě dvě veličiny jsou stejně důležité. Záleží na místních poměrech, kterou z nich lze snadněji získat. V horách a na vysočině je bezesporu snazší získat poměrně rychle dostatečný spád a tím i slušný výkon na tocích s menším průtokem. Obráceně v nížinách se setkáme s líně tekoucí vodou velkého průtoku, avšak šance zajistit větší spád je mizivá. U vodních děl s akumulací vody je vždy zapotřebí použít co možná největší spád. Tím se sníží množství vody, jenž je třeba nashromáždit a nádrž je menší. Pokud to okolnosti dovolují, volí se místo pro zřízení vodního díla blízko terénní nerovnosti, kde přírodní tok prudčeji klesá (peřeje, prudký ohyb, skalní práh) a to tak, že místo odběru je nad tímto místem a voda se vrací až pod ním. Takové řešení ušetří i mnoho metrů náhonu a docílí stejného spádu.

Vodní dílo se skládá z několika částí, která se mohou podle druhu vodního díla vzájemně kombinovat nebo i zastupovat. Nejrozmanitější v tomto směru bývá drobné derivační dílo s akumulací. Jeho typickým představitelem je právě většina menších mlýnů. Jinou hojně rozšířenou skupinou bývala vodní díla jezová. Typicky bývaly takto řešeny menší továrny a

především textilky na středních řekách. Jak již bylo řečeno, úkolem všech ostatních částí vodního díla je dopravit k vodnímu motoru požadované množství čisté vody bez úbytku spádu.

K tomu účelu se využívá zejména:

- jezů
- česlí
- stavidel
- přepadů
- lapačů písku a kamenů
- otevřených náhonu
- potrubí
- odpadních kanálů
- retenčních nádrží (rybníků)

Konstrukce MVE

Vysokotlakým přivaděčem je voda z přívodního kanálu hnána na vodní turbínu, kterou roztáčí a pomocí hřídele přes převody pohání asynchronní generátor.

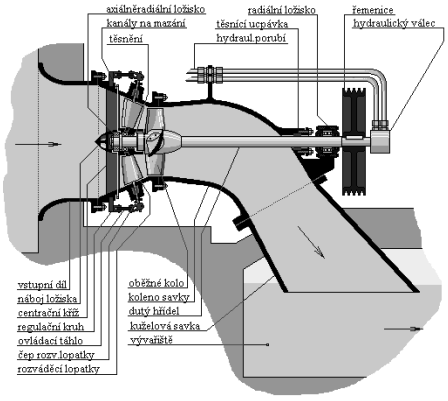
Druhy vodních turbín:

Bánkiho turbína - Tato turbína má velmi široké využití. Vyhoví zejména na malých tocích, všude tam, kdy by jiný stroj (s plným ostřikem) vycházel malý a choulostivý. Turbína je však vhodná pouze tehdy, kdy je její průměr nejméně 5x - 10x menší, než spád "H". Nevýhodou je část ztraceného spádu (to lze řešit savkou). Nehodí se tam, kde hrozí vzestup spodní vody. Je ideálním motorem na lokalitách, kde bylo v minulosti instalováno kolo na horní vodu a někdy i tam, kde byla instalována Francisova turbína.

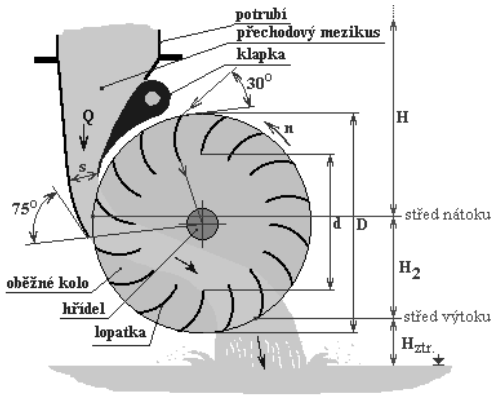
Francisova turbína - Horizontální kašnová Francisova turbína patří k nejrozšířenějším přetlakovým vodním motorům v minulosti. Osazovala se jí většinou vodní díla derivační s otevřeným přivaděčem nebo tlakovým přivaděčem avšak s otevřenou kašnou. Vlastní turbína je umístěna ve stěně turbínové kašny naplněné vodou. Její osa je dostatečně vysoko nad spodní vodou, aby nehrozilo zaplavení stroje. Voda vniká z kašny do regulovatelných rozváděcích lopatek po celém obvodu turbíny. Při průtoku rozváděcími lopatkami získává

rychlost a směr potřebný pro vstup do oběžného kola. V oběžném kole voda předává svoji energii a po výtoku z oběžného kola se odvádí do odpadního kanálu.

Kaplanova S-turbína - Kaplanova S-turbína patří mezi nejčastěji používané hnací stroje na nově budovaných malospádových vodních elektrárnách. Bývá použita i při přestavbě starších vodních děl - původně osazených vertikální Francisovou turbínou, kde často dosahuje lepšího využití toku (díky širšímu regulačnímu rozsahu). Osazují se s ní především vodní díla jezová a také vodní díla derivační s otevřeným přivaděčem na menších spádech. Používá se výhradně pro pohon generátorů a to především asynchronních, ale díky dobré regulovatelnosti je možné použití i generátoru synchronního a možnost dodávky elektřiny do samostatné sítě nebo soustrojí použít jako záložní energetický zdroj.



Obr. 1 Kaplanova turbína

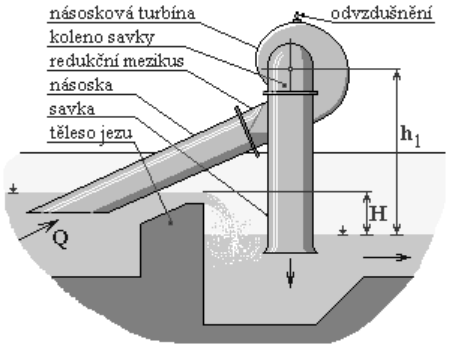


Obr. 2 Bánkiho turbína

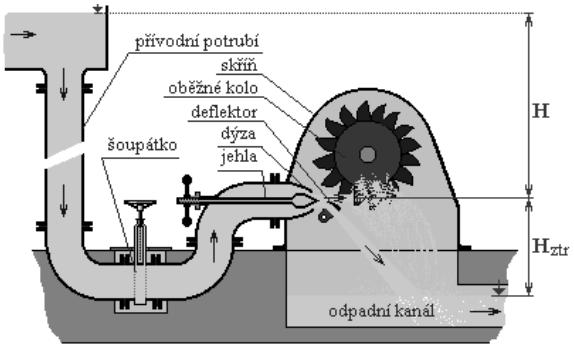
Peltonova turbína - Tato turbína se používá pro malá množství vody při velkých spádech. Vyhoví na malých tocích v horách a všude tam, kde je nutno zpracovat relativně malé množství vody při velkém tlaku Charakteristika turbíny je plochá a vykazuje dobrou účinnost v širokém rozsahu plnění. Je jednoduchá na výpočet. Výrazně okysličuje vodu. Je snadno a rychle regulovatelná. Ve srovnání s Francisovou turbínou pro velké spády je daleko více odolná proti otěru pískem. Změna jejího zatížení nemá žádný vliv na průtok.

Reiffensteinova turbína - Turbína je konstrukčně jednoduchá a vyhoví především na tocích se stálým průtokem nebo všude tam, kde je k dispozici akumulační nádrž a MVE pracuje cyklicky. Pak bude po většinu provozní doby pracovat s plným otevřením, vyniknou její přednosti a negativa se neuplatní. Naopak není vhodná pro plnoprůtočné elektrárny bez akumulace, které pracují s proměnným zatížením na malých potocích s kolísavým průtokem. Zejména tehdy, když je vyžadován provoz převážně v suchém období roku. V minulosti se používala především na horských pilách, když měly k dispozici rybník. V dnešní době je vhodné kombinovat ji především s asynchronním generátorem. Při použití vrtulového

oběžného kola nebo Kaplanova kola dosahuje snadno vysokých specifických otáček. Lze ji osadit na místo kašnových turbín tam, kde již nelze kašnu rekonstruovat nebo všude tam, kde je voda přiváděna tlakovým potrubím.

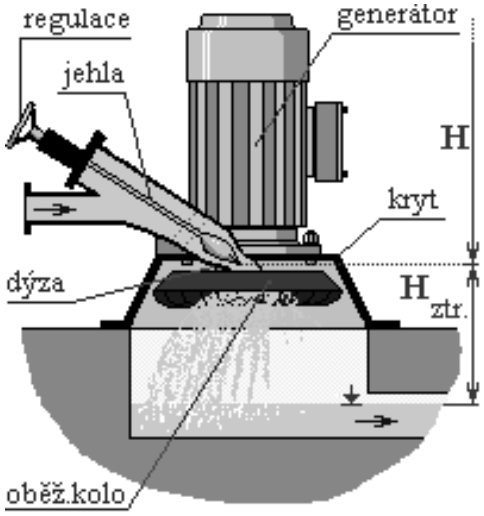


Obr. 3 Reiffensteinova turbína



Obr. 4 Peltonova turbína

turbína Turgo - Tato turbína není rozšířená, protože není dostatečně publikována. Používá se pro malá množství vody při velkých spádech. S výhodou ji lze použít v situacích, kdy se rozhoduje mezi turbínou Francisovou a Peltonovou. Má téměř stejné vlastnosti jako turbína Peltonova, je však konstrukčně jednodušší, levnější a technologicky nenáročná. Charakteristika turbíny je plochá a vykazuje dobrou účinnost v širokém rozsahu plnění. Avšak jen při dodržení jmenovitých otáček, proto je vhodná pro pohon asynchronních a (s otáčkovým regulátorem) i synchronních generátorů. Je jednoduchá na výpočet. Výrazně okysličuje vodu. Je snadno regulovatelná. Změna jejího zatížení nemá žádný vliv na průtok.



Obr. 5 turbína Turgo

Konkrétní příklad:

I. Pro návrh MVE potřebuji tyto parametry

množství použitelné vody [m3×s-1] (Q)

použitelná dopravní výška [m] (H)

měrná hmotnost vody [kg×m-3] (ρ)

účinnost stroje (zařízení) (v)

podklady pro projekt MVE lokalita Trpísty vodní km 5,5

II. Protečené množství vody získáno z odtokové křivky pro měrné místo Trpísty km 5,5 vydané povodím Vltavy je uvedeno v níže přiložené tabulce a činí 1,1 m3×s-1 po dobu využitelnosti 120 dní. Po ostatní část roku úměrně klesá.

III. Nivelací bylo změřeno, že na celkové délce přívodního kanálu vodní hladiny 664 m a vysokotlakém přivaděči o celkové délce 12 m představuje hrubý spád 7,14 m.

207

Tok: ÚTERSKÝ P. Vodoměrná stanice: TRPÍSTY

povodí: 296.96 km²

staničení: 4,220 km

	H	Q
B	100	13.4
P	130	27.2
O	150	39.5

Měrná křivka č. 580

o rozsahu 2 - 208 cm

platná (použitá) od 1.8.2002 do

navazuje na měrnou křivku č. do stavu

Prům. nadm. výška 575.00 m n.m.
Nadm. výška nuly 359,78
Prům. průtok 1,15 m³/s

H	Q	čet	H	Q	čet	H	Q	čet	H	Q	čet	H	Q	čet	H	Q	čet
0			30	0.97	120	60	3.65	20	90	9.96	1/2	120	22.0	2	150	39.5	10
1			31	1.04	120	61	3.77	20	91	10.3	1	121	22.5	2	151	40.2	10
2	0.01	364	32	1.10	120	62	3.89	20	92	10.6	1	122	23.0	2	152	40.9	10
3	0.02	364	33	1.17	120	63	4.01	20	93	10.9	1	123	23.5	2	153	41.6	10
4	0.03	364	34	1.23	90	64	4.14	20	94	11.3	1	124	24.0	2	154	42.3	10
5	0.04	364	35	1.30	90	65	4.26	20	95	11.6	1	125	24.5	2	155	43.0	10
6	0.06	364	36	1.37	90	66	4.39	20	96	11.9	1	126	25.1	2	156	43.7	10
7	0.07	355	37	1.45	90	67	4.52	20	97	12.3	1	127	25.6	2	157	44.4	10
8	0.09	355	38	1.52	90	68	4.65	20	98	12.6	1	128	26.1	2	158	45.1	10
9	0.11	355	39	1.60	60	69	4.79	20	99	13.0	1	129	26.7	5	159	45.8	10
10	0.13	355	40	1.68	60	70	4.97	10	100	13.4	1	130	27.2	5	160	46.6	10
11	0.16	330	41	1.76	60	71	5.16	10	101	13.7	1	131	27.8	5	161	47.3	10
12	0.18	330	42	1.84	60	72	5.36	10	102	14.1	1	132	28.4	5	162	48.0	10
13	0.21	330	43	1.93	60	73	5.56	10	103	14.5	1	133	28.9	5	163	48.8	10
14	0.24	300	44	2.01	60	74	5.77	10	104	14.9	1	134	29.5	5	164	49.6	10
15	0.27	300	45	2.10	60	75	5.99	10	105	15.3	1	135	30.1	5	165	50.3	10
16	0.31	270	46	2.19	30	76	6.21	10	106	15.7	1	136	30.7	5	166	51.1	20
17	0.34	270	47	2.28	30	77	6.44	10	107	16.1	1	137	31.3	5	167	51.9	20
18	0.38	270	48	2.38	30	78	6.67	1/2	108	16.5	1	138	31.9	5	168	52.6	20
19	0.42	240	49	2.47	30	79	6.91	1/2	109	17.0	2	139	32.5	5	169	53.4	20
20	0.46	240	50	2.57	30	80	7.16	1/2	110	17.4	2	140	33.1	5	170	54.2	20
21	0.50	210	51	2.67	30	81	7.41	1/2	111	17.8	2	141	33.7	5	171	55.0	20
22	0.55	210	52	2.77	30	82	7.67	1/2	112	18.3	2	142	34.3	5	172	55.8	20
23	0.59	210	53	2.87	30	83	7.94	1/2	113	18.7	2	143	34.9	5	173	56.6	20
24	0.64	180	54	2.98	30	84	8.21	1/2	114	19.2	2	144	35.6	5	174	57.5	20
25	0.69	180	55	3.09	30	85	8.48	1/2	115	19.6	2	145	36.2	5	175	58.3	20
26	0.75	180	56	3.20	30	86	8.77	1/2	116	20.1	2	146	36.9	5	176	59.1	20
27	0.80	150	57	3.31	30	87	9.06	1/2	117	20.6	2	147	37.5	5	177	59.9	20
28	0.86	150	58	3.42	20	88	9.35	1/2	118	21.0	2	148	38.2	10	178	60.8	20
29	0.91	150	59	3.53	20	89	9.65	1/2	119	21.5	2	149	38.8	10	179	61.6	20

IV. Z naměřených parametrů odvodíme základní návrh použití vodních strojů.

Čistý spád dostaneme po odečtení ztrát v přítokovém kanálu, vysokotlakém přivaděči a odtokovém kanále. Výsledný spád činí 6,5 m.

Základní rovnice výkonu MVE dosadíme

$$\frac{Q \times \rho \times H \times \nu}{102}$$

Přičemž

Q = 0,5 m3×s-1

ρ = 1000 kg×m-3

H = 6,5 m

v = 0,8 (Francisova turbína)

$$\frac{0{,}5 \times 1000 \times 6{,}5 \times 0{,}8}{102} = 25{,}5\ kW$$

v celkové účinnosti MVE musíme přihlédnout ke ztrátám

elektrickým 0,5% (osazeno asinchroním generátorem o výkonu 20 kW a se 740 otáčkami)

v převodech 1-2%

v přenosu elektrické energie až 2% (300 m)

V. Teoretický výkon při výše uvedených parametrech s přihlédnutím ke všem ztrátám bude dohromady 5%

Tedy

$$25{,}5 \times 0{,}95 = 24{,}2\ kW$$

Účinnost podle použitého generátoru 0,8 – 0,85

$$24{,}2 \times 0{,}85 = 20{,}6\ kW$$

VI. Výroba elektrické energie v běžném vodním roce

Po 120 dní

$120 \times 20{,}6 \times 24 = 59328\ kW$

dalších 120 dní bude výkon poloviční

$120 \times 10{,}6 \times 24 = 29664\ kW$

Zbylých 120 dní bude výkon přibližně čtvrtinový

$120 \times 5 \times 24 = 14400\ kW$

Celkový výkon MVE za rok = 103 392 kW

Výkupní cena el. Energie 2,40 Kč

=> příjem z provozu = 103 392×2,40 = 248 141 Kč

Závěr

Z mého pohledu jsou prvotní investice pro vybudování malé vodní elektrárny poměrně vysoké, a tím není dostupná pro každého, i když návratnost této investice je docela krátkodobá. Jestliže mluvíme o malé vodní elektrárně, pak v porovnání s ostatní výrobou elektrické energie, je tato varianta vzhledem k rázu krajiny nejpřijatelnější. Když už bychom se rozhodli vybudovat MVE, pak už bych doporučoval investovat do turbíny s větší účinností. Ze získaných zkušeností bych také pořídil turbínu, která může pracovat i při zvýšené hladině spodních vod (např. Kaplanova), protože levnější (např. Bánkyho) sice také má přijatelnou účinnost, ale při vyšší hladině spodní vody dochází k zatopení převodových řemenů a turbína nemůže pracovat. Takže např. při jarní oblevě, kdy jsou na řece takřka ideální podmínky (největší průtok vody), se může stát, že turbína nebude pracovat a tím přijdeme o největší možný výkon a tím i zisk.

TEPELNÉ ČERPADLO

IVANA KRIŽANOVÁ, MATĚJ CIHLÁŘ, JINDŘICH SVOBODA, Integrovaná střední škola Cheb

ÚVOD

Tepelná čerpadla se řadí mezi alternativní zdroje energie, protože umožňují odnímat teplo z okolního prostředí (vody, vzduchu nebo země), převádět ho na vyšší teplotní hladinu a

následně účelně využít pro vytápění nebo ohřev teplé vody. Tepelná čerpadla se v zahraniční využívají pro vytápění naprosto běžně již několik desítek let, a proto lze s jistotou říci, že se nejedná o žádnou módní technicky dosud nevyspělou záležitost. Jejich většímu rozšíření u nás dosud bránily relativně nízké ceny energií, které prodlužovaly ekonomickou návratnost vyšších pořizovacích nákladů. Nutná vyšší počáteční investice do tepelného čerpadla je následně vyvážena nižšími provozními náklady. Tepelné čerpadlo se většinou skládá ze dvou částí - venkovní a vnitřní. Vnitřní jednotku na první pohled nerozeznáte od běžného plynového kotle nebo ohřívače vody. Nemá žádné zvláštní nároky na umístění ani velikost prostoru a zajišťuje předávání tepla do topného systému. Venkovní část zajišťuje odebírání tepla ze zvoleného "zdroje" (země, vzduchu, vody). Velikost a podoba venkovní části závisí na tom, z jakého zdroje se teplo získává. U tepelných čerpadel využívajících teplo ze země nebo z vody není venkovní část součástí dodávky od výrobce. U čerpadel, která využívají venkovního vzduchu, je venkovní jednotka a propojovací potrubí vždy součástí dodávky od výrobce. Někteří výrobci konstruují tepelná čerpadla využívající venkovního vzduchu v kompaktním provedení. V tomto případě má tepelné čerpadlo pouze jednu část, která se dodává ve vnitřním nebo venkovním provedení.

Princip

Princip tepelného čerpadla byl popsán již v 19. století anglickým fyzikem - lordem Kelvinem. Přestože se ve své podstatě jedná o chladící zařízení (stejné jako známá lednička), využíváme jej jako zdroj tepla. V zemi, ve vodě i ve vzduchu je obsaženo nesmírné množství tepla, avšak jeho nízká teplotní hladina neumožňuje přímé využití pro vytápění nebo ohřev vody. Pokud chceme využít teplo látek o nízké teplotě (nízkopotenciální teplo), musíme je převést na teplotu vyšší. Podobně jako vodní čerpadlo přečerpává vodu z nižší hladiny na vyšší, tepelné čerpadlo dělá totéž s teplem. Prakticky dochází k tomu, že látku (zemi, vodu nebo vzduch) ochladíme o několik málo stupňů, čímž odebereme teplo, a tuto energii využijeme při ohřevu jiné látky jako je voda v bazénu, teplá užitková voda, či voda v topné soustavě, kterou ohřejeme také o několik málo °C, ale na úrovni pro nás přijatelné. Ochladíme tedy např. půdu na naší zahradě z 10°C na 5°C a tepelné čerpadlo zajistí ohřátí topné vody z 40°C na 45°C. Slunce společně s energií akumulovanou v okolní půdě potom zajistí dohřátí půdy na naší zahradě zpět na 10°C. Tepelné čerpadlo pracuje na principu uzavřeného chladicího okruhu obdobně jako chladnička. Teplo se na jedné straně odebírá a na druhé předává. Chladnička odebírá teplo z vnitřního prostoru potravin a předává je kondenzátorem na své zadní straně do místnosti. Požadovaným efektem je snížení teploty ve vnitřním prostoru chladničky a ohřívání vzduchu v místnosti je nezbytným důsledkem. Tepelné čerpadlo místo potravin ochlazuje například venkovní vzduch, zemskou kůru nebo podzemní vodu. Teplo odebrané těmto zdrojům předává do topných systémů. Požadovaným

efektem je právě zvýšení teploty. Pro přečerpání tepla na vyšší teplotní hladinu, tedy i pro provoz tepelného čerpadla, je třeba dodat určité množství energie. Prakticky to znamená, že tepelné čerpadlo spotřebovává pro pohon kompresoru elektrickou energii. Protože její množství není zanedbatelné, lze tepelné čerpadlo považovat za alternativní zdroj tepla pouze částečně. Samozřejmě záleží na tom z čeho je elektrická energie vyráběna, ale v našich podmínkách se jedná většinou o spalování uhlí nebo energii z jaderných elektráren. Zjednodušeně lze říci, že tepelné čerpadlo spotřebovává přibližně jednu třetinu svého výkonu ve formě elektrické energie. Zbývající dvě třetiny tvoří teplo, které je odnímáno z ochlazované látky (vzduchu, země, vody).

Technický princip tepelného čerpadla

Tepelné čerpadlo obsahuje čtyři základní části chladícího okruhu: výparník, kompresor, kondenzátor a expanzní ventil. Teplo odebrané venkovnímu prostředí se ve výparníku předává pracovní látce (kapalnému chladivu) při relativně nízké teplotě. Zahřáním chladiva dojde k jeho odpaření a páry jsou následně stlačeny v kompresoru na vysoký tlak. Stlačené chladivo je přiváděno do kondenzátoru, kde při kondenzaci předává teplo do topné vody za vyšší teploty, než bylo teplo ve výparníku odebráno. V expanzním ventilu se cyklus uzavírá a dochází ke snížení tlaku chladiva na původní hodnotu ve výparníku.

Rozdělení a princip značení tepelných čerpadel

Tepelná čerpadla se vždy zkráceně označují podle toho, odkud teplo odebírají a jaké látce teplo předávají. Prakticky to znamená, že např. tepelné čerpadlo "vzduch/voda" odebírá teplo z okolního vzduchu a předává vodě do topného systému. Tepelné čerpadlo "vzduch/vzduch" předává teplo vnitřnímu vzduchu a je tedy určeno pro teplovzdušné vytápění nebo klimatizaci. Nejobvyklejší kombinace jsou vzduch/voda, vzduch/vzduch, voda/voda, země/voda. Tepelná čerpadla "země/voda" a "voda/voda" jsou totožná a liší se pouze ve venkovní části, která získává energii ze země nebo z vody. Tato část ale není součástí tepelného čerpadla od výrobce a dodává ji většinou montážní firma až při realizaci.

Odkud lze čerpat teplo

Jak již bylo řečeno, využívají tepelná čerpadla jako "zdroj tepla" nejčastěji venkovní vzduch, zemi nebo vodu. Další méně obvyklou možností je využití odpadního vzduchu, odpadních vod nebo pramenů teplé podzemní vody (těmito alternativami se dále nebudeme zabývat). V následujícím textu jsou podrobněji zmíněny jednotlivé varianty a jejich výhody a nevýhody.

Venkovní vzduch

Tepelná čerpadla, která využívají tepla obsaženého ve venkovním vzduchu, se vyrábějí ve třech odlišných variantách:

1. **Samostatná venkovní a vnitřní jednotka**

   Venkovní jednotka s ventilátorem je propojena s vnitřní částí izolovaným potrubím, ve kterém proudí chladivo. Venkovní jednotka je relativně malá a lze ji postavit na zem nebo na střechu, případně umístit na venkovní stěnu (závisí na provedení a výrobci). Vzdálenost venkovní a vnitřní části je omezena většinou na přibližně 10 m. Vnitřní jednotka je připojena na topnou soustavu stejně jako kotel.

2. **Kompaktní provedení venkovní**

   Celé tepelné čerpadlo je umístěno ve venkovním prostoru. Propojení s vnitřní topnou soustavou se provede izolovaným potrubím, ve kterém proudí topná voda. Výhodou je, že zařízení nezabírá žádný vnitřní prostor a nezatěžuje ho hlukem.

3. **Kompaktní provedení vnitřní**

   Celé tepelné čerpadlo je umístěno ve vnitřním prostoru. K čerpadlu musí být z venkovního prostoru přiveden vzduch a ochlazený vzduch zpět do venkovního prostoru odváděn (sací i výfukové potrubí má průměr cca 400 mm). Aby mezi nasávaným a vyfukovaným vzduchem nedocházelo k promíchání a tím snížení účinnosti, musí být sací a výfukový otvor v dostatečné vzdálenosti od sebe. Vnitřní provedení je levnější než venkovní, ale zabírá podstatně více vnitřního prostoru (zejména díky rozměrnému vzduchovému potrubí).

Celkově lze výhody a nevýhody tepelných čerpadel, která využívají venkovního vzduchu, shrnout následovně:

+ Tepelné čerpadlo lze použít prakticky ve všech případech bez omezení místními podmínkami (velikostí pozemku, nemožností zhotovení vrtů, atd.).
+ Instalace nevyžaduje žádné zásahy do okolního prostředí (vrty, výkopové práce, atd.).

+/- Vyšší pořizovací cena samostatného tepelného čerpadla, ale nejsou vyžadovány žádné další náklady (výkopové práce, vrty, atd.). Podle místních podmínek tedy může být celková výše nákladů nižší než při budování vrtů.

- Hluk venkovní jednotky s ventilátorem může v některých případech způsobovat problémy.
- Výkon tepelného čerpadla klesá s venkovní teplotou. A to mnohem výrazněji než u ostatních provedení. Tím narůstá spotřeba elektrické energie a mírně se zvyšují náklady na provoz.

Zemní plošný kolektor

Tepelné čerpadlo využívá odběru tepla z půdy, např. ze zahrady. V hloubce přibližně 1 m a s roztečí také 1 m je položena plastová trubka (zemní kolektor), kterou proudí nemrznoucí kapalina. Instalace zemního kolektoru tedy vyžaduje plošnou skrývku poměrně velké plochy nebo bagrování dlouhých výkopů. Pro tepelné čerpadlo o výkonu 10kW je třeba přibližně 250-350 m2 plochy pozemku. Výhodnější jsou půdy obsahující větší množství vody.

+ Nižší pořizovací náklady ve srovnání s vrty.
- Potřeba dostatečně velkého pozemku.
- Na ploše kde je uložen zemní kolektor nelze stavět.
- Neustálým ochlazováním zemního kolektoru dochází v zimních měsících k jeho promrzání a tím snižování výkonu.

Hloubkové vrty

Tepelné čerpadlo využívá odběru tepla z hloubkových vrtů. Do vrtů se uloží plastová trubka, ve které proudí nemrznoucí kapalina. Pro tepelné čerpadlo o výkonu 10kW je třeba přibližně 120-180m vrtů. Jednotlivé vrty mohou být hluboké až 150m. Vrty musí být umístěny nejméně 10m od sebe.

+ Stabilní teplota zdroje tepla z vrtu (ve vrtu se teplota po celý rok prakticky nemění) a tím provoz s nízkými náklady. Spotřeba elektrické energie není téměř vůbec ovlivněna venkovní teplotou.
- Poměrně vysoké pořizovací náklady na zhotovení vrtů.
- Nepořádek spojený se zhotovováním vrtů.
- Neustálým ochlazováním vrtu dochází k jeho postupnému promrzání a tím se dlouhodobě snižuje výkon tepelného čerpadla.

Voda ze studny

Využití studniční vody vyžaduje zejména celoročně dostatečně vydatný zdroj, který je nutno ověřit dlouhodobou čerpací zkouškou. Dále je důležité vhodné složení vody, které nebude způsobovat zanášení výměníku. Voda se čerpá ze studny většinou klasickým ponorným čerpadlem, v tepelném čerpadle je ochlazena a vrací se zpět do vsakovací studny. Kromě

čerpací studny je tedy třeba zhotovit v dostatečné vzdálenosti ještě vsakovací studnu, ze které ochlazená voda nesmí prosakovat zpět do sací studny. Teplota vody ve studni musí být dostatečně vysoká, aby ji bylo možno ochlazovat bez nebezpečí zamrznutí (cca 6-7°C).

+ Nižší pořizovací náklady ve srovnání s vrty.
- Požadavky na kvalitu, dostatečné množství vody a teplotu vody.
- Venkovní část dále vyžaduje pravidelnou údržbu (čištění filtrů) a je náchylnější na poruchy např. sacího čerpadla).

Povrchová voda (rybník, řeka)

Při využití vody z rybníka nebo řeky se většinou na dno pokládá kolektor vytvořený z plastových trubek, kterým proudí nemrznoucí teplonosná látka. V některých případech lze vodu přivádět přímo k tepelnému čerpadlu a ochlazenou ji vypouštět zpět do řeky (obdobně jako při využití studniční vody). Problémem je ale znečištění vody a nutnost platit za odběr vody.

+ Nižší pořizovací náklady ve srovnání s vrty.
- Omezení na lokality s dostatkem povrchové vody.

Tepelný výkon, spotřeba elektřiny a topný faktor

Tepelný výkon tepelného čerpadla je dán součtem energie odebrané z okolního prostředí (ze země, vody nebo vzduchu) a elektrické energie dodané pro pohon kompresoru. Uvedená definice samozřejmě neplatí úplně přesně, protože při provozu dochází ke ztrátám určité části energie do okolního prostředí. Pro porovnání efektivity provozu jednotlivých tepelných čerpadel slouží tzv. topný faktor. Topný faktor je bezrozměrné číslo, které lze přirovnat k účinnosti udávané běžně u ostatních zdrojů tepla. Většinou se hodnota topného faktoru pohybuje v rozsahu 2,5-4 a čím je toto číslo větší, tím je provoz tepelného čerpadla efektivnější. Matematicky topný faktor udává poměr získané tepelné energie a spotřebované elektrické energie. Hodnota 3 tedy znamená, že dodáním 1kWh elektrické energie, získáme 3 kWh tepelné energie pro vytápění. Okamžitá hodnota topného faktoru se neustále mění podle provozních podmínek, a proto se pro celkové hodnocení používá tzv. provozní (nebo také průměrný) topný faktor za celou topnou sezónu.

Topný faktor příznivě ovlivňují následující skutečnosti:

 Co nejvyšší teplota nízkoteplotního zdroje, ze kterého je teplo odebíráno. Z tohoto hlediska je nejvýhodnějším primárním zdrojem podzemní voda (příp. geotermální prameny).

 Co nejnižší teplota teplonosné látky (topné vody nebo vzduchu) v topné soustavě. Vhodné je tedy podlahové vytápění nebo nízkoteplotní velkoplošná tělesa.

 Vhodné fyzikální a chemické vlastnosti chladiva, které však prakticky nemůžeme nijak ovlivnit, ale jsou dány použitým chladivem od výrobce.

 Dobré konstrukční provedení tepelného čerpadla, které rovněž závisí pouze na výrobci. Dnes běžně dosahovaná hodnota topného faktoru je minimálně 3. Při porovnání topných faktorů tepelných čerpadel od různých výrobců je třeba dávat pozor, aby byly shodné provozní podmínky, při kterých daný topný faktor platí. Pro udávání topného faktoru totiž dosud neexistuje společný standard, který by zajistil, aby výrobci udávaná čísla byla snadno srovnatelná. U hodnoty topného faktoru udávaného v technických parametrech musí být vždy uvedeny následující výchozí podmínky: teplota nízkoteplotního zdroje teplota, teplota topné vody (vzduchu) a tepelný výkon nebo elektrický příkon.

Topný faktor se nejčastěji označuje řeckým písmenem **ε (epsilon).**

Vhodná topná soustava pro tepelné čerpadlo

V předchozím textu již bylo uvedeno, že pro provoz tepelného čerpadla je nejvhodnější tzv. nízkoteplotní topná soustava. Omezením je i fakt, že tepelné čerpadlo je schopno ohřívat topnou vodu většinou maximálně na 50-55°C (to je dáno vlastnostmi chladiva a omezeným tlakem kompresoru). S rostoucí teplotou topné vody však zejména klesá topný faktor a tedy rostou náklady na provoz. Běžně projektovaný tepelný spád pro soustavu s otopnými tělesy (radiátory) je v současné době 75/65°C (75°C je teplota ohřáté vody z kotle, 65°C je teplota ochlazené vody - zpátečky od otopných těles). Pokud tedy chceme tepelné čerpadlo použít pro soustavu s otopnými tělesy, je třeba již při zhotovení projektu požadovat od projektanta návrh těles s ohledem na nízkoteplotní soustavu s tepelným čerpadlem (např. pro teplotní spád 55/45°C). Při snížení teploty topné vody musíme použít větší otopná tělesa, čímž však rostou investiční náklady do topného systému. Volba teploty topné vody je tedy vždy určitým kompromisem, který musí rozhodnout zkušený projektant s ohledem na mnoho faktorů. Vhodnější než otopná tělesa je pro tepelné čerpadlo použití podlahového nebo stěnového vytápění, kde se standardně používají podstatně nižší teploty topné vody (většinou 35-45°C). Čím nižší je teplota topné vody, tím vyšší je topný faktor a tedy úspornější provoz. U rekonstruovaných zateplených objektů se často ukazuje, že pro tepelné čerpadlo vyhovují původní otopná tělesa (např. litinové články). Tělesa byla totiž původně navržena pro nezateplený objekt a navíc většinou předimenzována. Po snížení tepelných ztrát zateplením objektu lze použít podstatně nižší teplotu topné vody, kterou dodává tepelné čerpadlo, a zároveň ušetřit za nová tělesa. I v tomto případě je ale třeba nechat provést výpočet od

projektanta, který ověří vhodnost této varianty. Volba výkonu tepelného čerpadla, kombinace s dalším zdrojem tepla. Potřebný výkon pro vytápění objektu je dán vypočtenou tepelnou ztrátou ve Wattech. Tepelná ztráta objektu udává potřebný výkon pro vytápění určený pro tzv. venkovní oblastní výpočtovou teplotu (podle ČSN pro různé oblasti -12, -15 nebo -18°C). Celý výkon vypočtený podle tepelných ztrát je tedy třeba pro vytápění dodávat pouze při nejnižších venkovních teplotách, které trvají jen několik málo dní v roce. Abychom nemuseli instalovat dražší tepelné čerpadlo, jehož výkon bude po většinu topné sezóny nevyužit, používá se často kombinace s druhým zdrojem tepla. Dalším důvodem je i fakt, že předimenzované tepelné čerpadlo má podstatně kratší životnost, protože dochází k častějšímu spínání kompresoru. Kombinace tepelného čerpadla s druhým zdrojem, který je v provozu pouze při nízkých venkovních teplotách, se nazývá bivalentní zapojení. Nejčastěji se jako druhý zdroj používá elektrokotel nebo plynový kotel. Mnoho moderních tepelných čerpadel má v sobě elektrokotel vestavěný, takže nevyžaduje žádné další investiční náklady na druhý zdroj tepla. Tepelné čerpadlo se běžně navrhuje na krytí přibližně 60% tepelných ztrát. Jeho výkon potom postačuje přibližně do venkovní teploty kolem -2°C (tzv. teplota bivalence). Při nižších teplotách dochází k automatickému sepnutí druhého zdroje tepla. U domu s tepelnou ztrátou např. 12 kW tedy můžeme instalovat tepelné čerpadlo s výkonem 7 kW. Zbylých 5 kW, které jsou potřeba pouze při nízkých venkovních teplotách, bude dodávat druhý zdroj. Provoz druhého zdroje se projeví na celkových nákladech zvýšením pouze asi 10-20% (podle druhu tepelného čerpadla). Výkony tepelných čerpadel pro běžné rodinné domy se většinou pohybují v rozsahu 4-10 kW. U tepelných čerpadel vzduch/voda je třeba počítat s tím, že jeho výkon klesá s venkovní teplotou.

Ekologie a hospodárnost provozu

Na ekologii provozu tepelných čerpadel lze pohlížet ze dvou základních hledisek, kterými jsou spotřeba energie a používání chladiva. Spotřeba primárních neobnovitelných zdrojů energie je dána nutností dodávky elektrické energie pro pohon kompresoru v tepelném čerpadle. Elektrická energie je v současné době u nás vyráběna převážně z primárních neobnovitelných zdrojů (uhlí, plyn, jaderná energie). Tepelné čerpadlo sice spotřebovává asi jednu třetinu elektrické energie v porovnání s přímotopným elektrickým nebo akumulačním vytápěním, ale z ekologického hlediska není spotřeba elektřiny ani zdaleka zanedbatelná. Stačí, když vezmeme v úvahu, že ztráty při výrobě a přenosu elektrické energie činí přibližně 70%. Tepelné čerpadlo tedy šetří prakticky stejně velkou část energie, která se nenávratně ztratí při její výrobě a v průběhu dlouhé přenosové cesty z elektrárny až ke spotřebiteli. Jednoduchým výpočtem lze určit minimální topný faktor, který povede k úspoře primárních energetických zdrojů. V závislosti na skutečné účinnosti výroby a účinnosti zdroje, se kterým tepelné čerpadlo porovnáváme, je minimální energeticky hospodárný topný faktor 2,3-3,5.

Běžně dosahovaný topný faktor tepelných čerpadel v rodinných domcích je kolem 3,5. Jinak řečeno, při srovnání s klasickými způsoby vytápění (lokální spalování plynu nebo uhlí), tepelné čerpadlo spoří primární neobnovitelné energetické zdroje jen velmi nepatrně. Zcela jiná situace by však nastala, pokud by elektrická energie byla vyráběna lokálně u spotřebitele např. z biomasy, fotovoltaických panelů či palivových článků. Potom lze tepelné čerpadlo považovat za maximálně úsporný a ekologický zdroj tepla. Stejně by tomu bylo i při centrální výrobě elektřiny z obnovitelných zdrojů energie. Nezbývá tedy než doufat, že se v dohledné době najdou šetrnější způsoby výroby elektřiny, než jsou elektrárny spalující uhlí nebo plyn. Vzhledem k tomu, že současná civilizace pravděpodobně nemůže bez elektřiny vůbec přežít, dovolím si vyslovit myšlenku, že není jiné alternativy než nový zdroj elektrické energie najít. Druhým ekologickým problémem tepelných čerpadel je chladicí okruh a používaná chladiva. Riziko spočívá v úniku chladiva, které následně poškozuje ozónovou vrstvu. V minulosti používané tvrdé freony (CFC, CKW) typu R11 a R12 byly nahrazeny nejprve tzv. měkkými freony (HCFC, FCKW) typu R22 a R134a, které poškozovaly ozónovou vrstvu přibližně 20krát méně. V současné době se jako chladivo používají velmi málo škodlivé typy R407c a R404c. Při manipulaci s chladicím okruhem je i přesto třeba chladivo odsát, aby nedocházelo k jeho úniku do atmosféry. Někteří výrobci nabízejí bezfreónová tepelná čerpadla, která používají jako chladivo propan.

Ekonomika provozu

Ekonomické zhodnocení investice do tepelného čerpadla lze provést porovnáním investičních a provozních nákladů s jiným zdrojem tepla. Výpočet ekonomické návratnosti investice do tepelného čerpadla lze najít prakticky u všech výrobců v jejich propagačních materiálech. Délka návratnosti investice v porovnání většinou s vytápěním zemním plynem nebo elektřinou se podle těchto podkladů pohybuje většinou v rozmezí 4 až 8 let. Nechci zpochybňovat výsledky těchto výpočtů, ale pouze upozornit všechny zájemce, aby si důkladně prohlédli metodiku výpočtu a uvážili, zda jsou zahrnuty opravdu všechny náklady. Hlavní problém výpočtu návratnosti investice do tepelného čerpadla spočívá v nutnosti odhadu budoucího růstu cen energií. Životnost topných systémů se však pohybuje v desítkách let. V tomto časovém horizontu vývoj cen energií prakticky nelze předpokládat. Druhým problémem výpočtu je značně proměnná výše investice do tepelného čerpadla, případně do topného systému. Nejlevnější tepelná čerpadla lze pořídit za 120-140 tisíc Kč. Včetně montáže, elektroinstalace, regulace a dalších nákladů na připojení do stávajícího topného systému lze tepelné čerpadlo instalovat za cenu 180-200 tisíc Kč. V případě instalace dražšího tepelného čerpadla pro větší rodinný dům, nutnosti hloubení vrtů a použití akumulační nádrže si však instalace může vyžádat náklady až 400 tisíc Kč. Proto je doba návratnosti opravdu zcela individuální záležitostí, závislá na místních podmínkách.

Životnost tepelných čerpadel udávaná různými výrobci se pohybuje v rozmezí 15 až 20 let. Budeme-li tedy předpokládat v krajním nepříznivém případě ekonomickou návratnost investice 10 let, stále se z dlouhodobého hlediska provoz tepelného čerpadla vyplatí. V případě porovnání tepelného čerpadla s vytápěním propanem nebo topným olejem je doba návratnosti ještě podstatně kratší. Pro provoz tepelných čerpadel je vytvořena zvláštní výhodná sazba za elektrickou energii. Nízká sazba 1,- Kč/kWh platí po dobu 22 hodin denně a vztahuje se na veškerý odběr elektřiny i pro ostatní spotřebiče. Měsíční paušál za elektřinu je také nižší než u ostatních sazeb. V ročním souhrnu je tedy nutno uvažovat také s poměrně značnou úsporou za odběr elektřiny pro celou domácnost.

Státní dotace od fondu životního prostředí

V rámci "Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie" jsou státem poskytovány dotace na instalaci tepelných čerpadel. Dotace přiděluje Státní fond životního prostředí (SFŽP - www.sfzp.cz). Dotace jsou poskytovány podle směrnice Ministerstva životního prostředí - program „4. A.- Investiční podpora vytápění tepelnými čerpadly v obytných budovách, včetně rodinných domů pro fyzické osoby". Maximální výše dotace pro fyzické osoby je 30% ze základu pro výpočet podpory. Základem pro výpočet podpory jsou náklady na pořízení, případně instalaci tepelného čerpadla, včetně příslušenství (bez otopných soustav v objektech).

Některé podmínky pro poskytnutí dotace platné pro rok 2002:

Jde výhradně o tepelná čerpadla pro vytápění jednoho nebo malou skupinu objektů, případně v kombinaci s jiným zdrojem. V rámci tohoto dílčího programu bude poskytována podpora na základě splnění předem stanovených kritérií. Žádosti neuspokojené z důvodu nedostatku finančních prostředků budou vráceny žadatelům. Podmínkou získání podpory v rámci dílčího programu je předložení energetického auditu, který mimo jiné potvrdí splnění těchto podmínek:

- objekt, kde bude tepelné čerpadlo instalováno, splňuje současně platné standardy pro zateplení budov

- výkon tepelného čerpadla musí respektovat tepelné ztráty objektu

- čerpadlo bude vhodně zasazeno do otopné soustavy (zejména provozováno v režimu celoročního provozu - zajištění ohřevu teplé užitkové vody)

- doporučuje se napojení čerpadla na nízkoteplotní otopný systém

 použití technologie s garantovanými parametry a minimálním průměrným ročním topným faktorem 3,0 (vše musí být doloženo certifikátem státní zkušebny nebo jiného uznávaného referenčního centra - výzkumný ústav, vysoká škola apod.)

 provozovatel se zaváže, provozovat zařízení po dobu nejméně 10 let. Fond se bude podílet na úhradě energetického auditu do výše 50% celkových nákladů, maximálně do výše 10 tis. Kč.

Použitelnost a využití zařízení

Tepelné čerpadlo slouží výhradně jako zdroj tepla, což určuje i způsob jeho využití. Pomineme-li některé speciální případy, používá se pro vytápění a pro ohřev teplé užitkové vody. Protože jde o technicky náročné zařízení, nelze uvažovat o amatérské výrobě. Trh poskytuje širokou nabídku zařízení pro vytápění rodinných domků i pro průmyslové aplikace. Strojní část tvoří obvykle typové zařízení. Druh a velikost výměníků tepla se vždy přizpůsobuje individuálním podmínkám. O podzimních prázdninách jsme navštívili DDM SOVA v Chebu. Pan ředitel Ing. Miloslav Šverdík nám ukázal tepelné čerpadlo a podrobně nám vysvětlil chod a funkci tepelného čerpadla. Bohužel jsme přišli v době, kdy tepelné čerpadlo bude až do jara mimo provoz, takže jsme podle slov pana ředitele nemohli vidět tepelné čerpadlo v provozu. Investice do tepelného čerpadla, které mají v DDM činila kolem 400 tisíc kč. Návratnost této investice by měla být v průběhu šesti až sedmi let. Pan ředitel také tvrdí, že tepelné čerpadlo nemá smysl tehdy, když je návratnost investice delší než sedm let.

Topný faktor

Většina zájemců o tepelná čerpadla (TČ), kteří vstřebali definici topného faktoru (jako poměru vyprodukovaného množství tepla a vynaložené "hnací" energie), se domnívá, že:

úspora energie zajišťovaná tepelným čerpadlem je úměrná jeho topnému faktoru. Proto se pídí po tepelných čerpadlech s co největším topným faktorem. Mají za to, že zvýšení topného faktoru např. o 50% zvýší i úsporu energie (ale i úsporu provozních nákladů) o 50% uvádí-li dodavatel TČ rozsah topného faktoru např. od 3 do 5, právě v jejich případě bude TČ pracovat s maximálním uváděným topným faktorem 5. Při jakých okrajových podmínkách

(které tento topný faktor podmiňují) ale bude jejich TČ pracovat, je příliš nezajímá; topný faktor TČ je totéž co topný faktor vytápěcího systému. Že vytápěcí systém má i další příkony, je opět nezajímá.

Tyto domněnky nejsou správné a silně zkreslují reálné možnosti TČ, což je ke škodě jak tepelným čerpadlům, tak zájemcům o jejich instalaci. Jak to tedy vlastně s topným faktorem je?

1. Topný faktor, úspora energie a úspora nákladů ve vytápěném objektu

Hovoříme-li o topném faktoru (TF) jako ukazateli energetického efektu TČ, musíme si uvědomit "dvě strany" topného faktoru. Význam topného faktoru - a zde budeme mít na mysli vždy topný faktor celého vytápěcího systému - (TF = Q/E) je zcela odlišný:

 V úloze "určit množství vyprodukovaného tepla Q, respektive ΣQ z daného množství hnací energie E, respektive ΣE".

Úloha je charakterizována vztahem:

ΣQ = ΣE*TF (1)¨

podle kterého platí:

množství vyprodukovaného tepla je přímo úměrné topnému faktoru;

proto dvojnásobný topný faktor zajistí dvojnásobnou produkci tepla z daného (disponibilního) množství hnací energie.

Taková úloha se v praxi nevyskytuje.

 V úloze "určit spotřebu hnací energie E, respektive ΣE, nebo naopak energetickou úsporu ÚE pro požadované množství vyprodukovaného tepla Q, respektive ΣQ" - např. potřebu tepla pro vytápění včetně přípravy teplé vody (TV). Úloha je charakterizována vztahem:

ΣE = ΣQ /TF, respektive (2)

ÚE = ΣQ - ΣE = ΣQ - ΣQ / TF = ΣQ * (1 - 1/TF) (3)

podle kterého platí:

množství hnací energie je nepřímo úměrné topnému faktoru; úspora energie neroste úměrně s topným faktorem, narůstá relativně pomalu, s růstem topného faktoru se nárůst úspory

zpomaluje (závislost není lineární, ale hyperbolická); proto dvojnásobný topný faktor nezajistí dvojnásobnou úsporu spotřeby energie pro danou potřebu tepla, např. pro vytápění.

Taková úloha je v praxi standardní

Připomeňme jen, že v sumarizaci (odpovídající celoroční energetické bilanci - vztah 2 a 3) se počítá se střední hodnotou topného faktoru: Reálný topný faktor v průběhu otopné sezóny není konstantní, je proměnný, jednak pro menší či větší změny teploty nízkopotenciálního tepla, jednak pro změny teploty topného média vlivem ekvitermní regulace, ale i z dalších důvodů. Po tomto vysvětlení dodejme: Každý vytápěný objekt, respektive domácnost potřebuje vedle energie tepelné (pro vytápění a přípravu TV) i "další" energii (a to nezanedbatelné množství) pro provoz "technické vybavenosti" objektu (osvětlení, vaření, pračka, chladnička, myčka, audiovizuální technika atd.). Z pohledu nákladů na energii má spotřeba "další" energie (kterou je převážně energie elektrická) značný význam. Cena za shodný odběr "další" elektrické energie bude při neelektrickém vytápění podstatně vyšší než při jakémkoliv vytápění elektrickém. Pokud bychom sledovali a porovnávali jen náklady na vytápění, nedostaneme pravdivý obraz o provozních nákladech. Sledovat se proto musí náklady na všechnu energii potřebnou pro provoz vytápěného objektu. Náklady na energii (nejen elektrickou) jsou dány součtem tzv. stálého měsíčního platu (SMP) a ceny za odebranou energii (COE). Při odběru elektrické energie obě položky závisí na zvolené (použité) sazbě, lišící se účelem a způsobem vytápění. Stálý měsíční plat je dán velikostí vstupního jističe do objektu (která je při elektrickém vytápění výrazně ovlivněna výpočtovým topným výkonem, respektive tepelnou ztrátou objektu). Cena za odebranou energii se liší podle toho, zda je odebírána v tzv. nízkém (NT), nebo vysokém (VT) tarifu. Odběr v NT je časově limitován (podle druhu sazby) a řízen signálem hromadného dálkového ovládání (HDO).

Z pohledu TČ platí, že náklady na el. energii jsou dány:

stálou složkou (SMP), která je (při daném jističi) zcela nezávislá na odběru, tj. spotřebě energie, a tedy i na efektu TČ; proměnnou složkou (COE), závislou na odběru energie a ceně energie, z níž ale jen část (zpravidla větší část) je ovlivněna tepelným čerpadlem.

V souvislosti s předchozím je pak možné shrnout a početně a graficky doložit (v obr. 5 s použitím vztahů 2 a 3 ale i 4 v odstavci 3), že s růstem topného faktoru:

úspora energie pro krytí potřeb tepla (pro "Teplo") zajišťovaná TČ (ÚE) roste pomaleji než TF; úspora energie (ÚC) vztažená na celkovou potřebu energie roste ještě pomaleji; úspora

nákladů na energie (ÚN) roste ještě pomaleji.

Ve sledovaném diagramu jedině křivka úspory energie pro "Teplo" (ÚE) není závislá na okrajových podmínkách. Naproti tomu křivky celkové úspory energie (ÚC) a úspory nákladů (ÚN) na okrajových podmínkách (jimiž jsou určeny relační součinitele k1 a k2) závislé jsou. Křivky ÚC a ÚN se proto od křivky ÚE "odklánějí", respektive "odchylují" a rostou proto ještě pomaleji. Odchylka bude tím větší, čím menší bude poměr potřeby tepla a celkové potřeby energie pro objekt (Qt/Ec i Nt/Nc). S ohledem na popsané relace mezi spotřebou energie a náklady na energie dochází - do jisté míry - k paradoxní situaci a to, že s růstem topného faktoru a tedy s růstem úspory energie se zvětšuje průměrná cena energie (a to tím více, čím větší bude topný faktor TČ, respektive čím větší úspora bude dosažena). To je znázorněno v diagramu na obr. 6 pro okrajové podmínky obr. 5.

Poznámka 1: Při přestavbě sazebníku el. energie v roce 2001 "čerpadláři" upozornili na skutečnost, že průměrná cena el. energie při vytápění TČ (před lety původně provozovaných v "přímotopné" sazbě) je vyšší (o cca 20 až 30 %) než při jiných způsobech elektrického vytápění (nejen přímotopu). Následně byl sazebník upraven a od 1. 7. 2001 Cenovým rozhodnutím ERÚ č. 5/2001 ze dne 11. 5. 2001 byla zavedena zvláštní sazba pro TČ (D 55), která oproti "přímotopné" sazbě (D 45), snížila SMP na méně než polovinu, tedy zhruba v poměru úspory energie dosahované TČ. Touto sazbou se průměrné ceny za el. energii pro různé způsoby el. vytápění prakticky vyrovnaly. Ukázalo se ale, že typicky česká vlastnost - "využít" všechny možnosti vyhlášek, předpisů a zákonů - narušila záměr této sazby. Řada uživatelů si totiž zakoupila přenosnou (a velice levnou) klimatizaci, na kterou prodejce vystavil v podstatě pravdivě potvrzení, že se jedná o tepelné čerpadlo, a na základě tohoto potvrzení uživatel nárokoval sazbu pro TČ. Takové TČ mělo návratnost i méně než 5 let a to i kdyby ani nebylo "vybaleno". Úspora dosažená jen změnou SMP představovala podle velikosti jističe roční částku cca 4000 až 6000 Kč i více (nehledě na prodloužení doby NT z 20 na 22 hodin). Až "prudký rozvoj tepelných čerpadel v Česku" přiměl rozvodné závody k prověření situace a vyvození odpovídajících závěrů. Rovněž skutečnost, že sazba pro TČ byla často prezentována jako "zvýhodněná" sazba, vzbuzovala nevoli uživatelů ostatních vytápěcích systémů, protože opět česky řečeno "proč by měli být majitelé TČ zvýhodňováni" Zřejmě i tyto skutečnosti vedly k tomu, že "kruh se uzavřel" a počínaje dnem 1. 4. 2005 budou nové instalace TČ opět pracovat prakticky v "přímotopné" sazbě, protože mezi sazbami pro TČ (D 56) a pro přímotop (D 45) není rozdíl cenový, ale jen rozdíl v délce NT (22 hod. pro D 56, 20 hod. pro D 45). Je otázkou, zda s přihlédnutím k předchozímu nevymizí v budoucnosti i tento rozdíl.

Úpravy v cenách el. energie pro domácnost, které vyšly v platnost cenovým rozhodnutím ERÚ č. 12/2004 ze dne 29. 11. 2004, způsobily následující:

významně ovlivnily náklady na energie při vytápění tepelným čerpadlem (zvýšily náklady na energie v objektu vytápěném TČ o cca 25 %); předešly ale neoprávněným požadavkům uživatelů na udělení sazby a nutnosti je kontrolovat; dá se říci, že v podstatě zjednodušily ekonomické úvahy; úspora nákladů není dána formálními, ale jen objektivními a průkaznými skutečnostmi - jen úsporou za neodebranou energii.

Poznámka 2: Pokud budeme chápat SMP jako platbu za rezervaci transportní cesty pro dopravu el. energie, respektive pro přenos výkonu daného vstupním jističem, je technicky oprávněné, že tato platba je nezávislá na skutečném odběru, tj. přenesené práci. Jde jen o to, aby cenový vývoj nesměroval k "rozvážení" poměru SMP a COE, tj. k rychlejšímu růstu SMP, který by každou úsporu (nejen dosaženou TČ) ještě více znevýhodňoval. Reálně ("standardně") dosahované úspory energie pro výrobu tepla jsou na křivce ÚE v obr. 7 (v diagramu podle obr. 5) vymezeny pásmem, které odpovídá pásmu reálně ("standardně") dosahovaných topných faktorů - zdůvodnění tohoto rozsahu bude uvedeno v následujících dílech. Na obr. 8 je sledován vliv nárůstu topného faktoru na nárůsty úspor energie a nákladů. Nárůstem úspor můžeme charakterizovat přínos řešení, které zajistí nárůst TF. Za výchozí stav, který určuje vztažné hodnoty pro posuzování efektu nárůstu TF, můžeme uvažovat:

"výchozí stav TČ", představovaný řešením s tepelným čerpadlem pracujícím s výchozím topným faktorem (v diagramu je to TF = 3);

"výchozí stav PT", představovaný řešením s klasickým zdrojem, respektive "přímotopným" vytápěním (PT s TF =1).

Vzhledem k tomu, že vztažné hodnoty ad a) jsou menší než vztažné hodnoty ad b) (obr. 4), je samozřejmé, že pro určité absolutní úspory budou poměrné nárůsty ad a) větší než ad b). Protože TČ má zajišťovat snižování energetické náročnosti objektu s klasickým zdrojem tepla, je vyjádření nárůstu úspor ad b) názornější a lépe vystihuje efekt (energetický a ekonomický) TČ. Z obr. 8 dále vyplývá, že pro znázorněný (fiktivní a zcela nereálný) nárůst topného faktoru z 3 na 6, tj. o 100 % !!! narostou úspory energie a nákladů - i při jejich vyjádření k "opticky" výhodnějším vztažným hodnotám ad a) - "jen" o 25 %!!!. Vliv "výchozího stavu" na vyhodnocení úspor je sledován v diagramech na obr. 9. Platí:

pro "výchozí stav TČ" jsou poměrné nárůsty úspor energie a nákladů shodné. To je dáno tím, že hodnoty křivek ÚC a ÚN jsou úměrné hodnotám křivky ÚE (viz obr. 1); pro "výchozí stav

PT" jsou poměrné nárůsty úspor energie a nákladů odlišné. V souladu s obr. 1 jsou poměrné úspory nákladů ΔÚN menší než poměrné úspory energie pro "Teplo" ΔÚE (poměrné úspory energie celkem ΔÚC ležící "mezi nimi" nejsou zobrazeny).

Diagramy jen potvrzují relace mezi topným faktorem a úsporami energií a nákladů podrobně komentované u obr. 1 a 4.

Sledované skutečnosti můžeme posoudit i z pohledu dalších souvislostí.

Náklady na energie v objektu vytápěném tepelným čerpadlem (N) jsou dány vztahem:

$$N = \left(\frac{Qp + Qv - Qz + Qtv}{TF} + (1 - k) \times Ed \right) \times CeNT + k \times Ed \times CeVT + SMP \qquad [Kč/rok] \qquad (4)$$

kde:

Qp	je potřeba tepla pro krytí ztrát prostupem tepla	[kWh/rok]
Qv	- potřeba tepla pro krytí ztrát větráním	[kWh/rok]
Qz	- tepelné zisky vnitřní a vnější	[kWh/rok]
Qtv	- potřeba tepla pro přípravu TV	[kWh/rok]
Ed	- spotřeba energie "další" pro vybavenost objektu	[kWh/rok]
k	- podíl spotřeby Ed čerpané ve VT	[-]
TF	- topný faktor vytápěcího systému	[-]
CeNT	- cena za odebranou elektrickou energii v NT	[Kč/kWh]
CeVT	- cena za odebranou elektrickou energii ve VT	[Kč/kWh]
SMP	- stálé měsíční platy	[Kč/rok]

Jediné přesné hodnoty v tomto vztahu jsou tři údaje o cenách energie CeNT, CeVT, SMP.

Šest zadávacích hodnot Qp, Qv, Qz, Qtv, Ed a k jsou hodnoty stanovené bilančním výpočtem objektu, a proto více či méně zatížené výpočtovými chybami, jsou ale ovlivněny i výpočtovými rezervami, klimatickými podmínkami v otopné sezóně i řadou dalších faktorů.

Poslední a v námi sledovaných souvislostech nejdůležitější určující hodnota je topný faktor TF vytápěcího systému, určený nejen topným faktorem samotného TČ, ale i návrhem otopné soustavy a celého vytápěcího systému. Je to tedy opět hodnota zatížená výpočtovými chybami. Podívejme se nyní, jak se změní faktické náklady na energie pro určitý konkrétní případ, charakterizovaný vypočtenými (projektovanými) nebo deklarovanými zadávacími hodnotami, bude-li TČ pracovat s topným faktorem v reálném rozsahu 2,5 až 3,5 (a dále nereálně až 5,0). Výsledky nám dají odpověď i na otázku, jak se změní náklady na energie, dojde-li vlivem výpočtových chyb (ať už zadávacích hodnot nebo topného faktoru) k nesouladu mezi reálným a deklarovaným topným faktorem v uvedeném rozsahu. Jen poznamenejme, že výpočtové chyby hodnot souvisejících s potřebami tepla pro objekt jsou redukovány v poměru topného faktoru (jejich význam TČ potlačuje). Pro okrajové podmínky použité pro zpracování předchozích diagramů jsou náklady na energie (v sazbě D 45, respektive D 56) vyhodnoceny v diagramu a tabulce na obr. 6. Nasazení TČ s TF=2,5 přinese úsporu v nákladech ÚN = cca 19.000 Kč/rok. Rozdíl v nákladech v rozmezí topného faktoru 2,5 a 3 je ΔÚN = cca 2.100 Kč/rok, rozdíl v nákladech v rozmezí topného faktoru 3 a 3,5 je ΔÚN = cca 1.500 Kč/rok. S dalším zvyšováním topného faktoru sledovaný rozdíl nákladů dále klesá.

Ze všech uvedených skutečností vyplývá, že:

topný faktor vytápěcího systému s TČ nemá zdaleka tak velký význam, jak se mu často přisuzuje; zvyšování TF přináší dostatečně průkazný efekt především u menších výchozích TF, kde se zvýšení dá i snáze (nebo vůbec) dosáhnout.

Dá se říci, že zásadní úsporu ve spotřebě energie pro "výrobu" tepla v desítkách a zpravidla více než 60 % docílíme už "jen" použitím spolehlivého TČ. Další "vylepšování" vytápěcího systému může navýšit úsporu v podstatě už jen v jednotkách %. Veškeré snahy o zvyšování topného faktoru systému o desetiny až celou jednotku (např. rekonstrukcí otopné soustavy na "nízkoteplotnější", snížením teploty bivalence případně až k použití monovalentního řešení, zvětšováním kolektorů u TČ "země-voda" apod.) musí být proto vždy ekonomicky posouzeny. Ekonomicky efektivní bude jen takové opatření zvyšující topný faktor, kde zvýšené investiční náklady budou uhrazeny zvětšenou úsporou energie a především úsporou nákladů při únosné návratnosti.

2. Reálný topný faktor tepelných čerpadel a vytápěcích systémů

Pokud v definici topného faktoru tepelného čerpadla sledujeme jen relaci mezi produkovaným teplem (topným výkonem) a energií pro pohon kompresoru (příkonem kompresoru) a navíc předpokládáme, že veškerá energie pro pohon kompresoru se přemění

ve využitelné teplo, pak se jedná o topný faktor čistě teoretický a to jen samotného kompresoru. Reálný topný faktor TČ a především vytápěcího systému se od tohoto teoretického liší - je nižší až výrazně nižší, protože musí zohlednit řadu skutečností. Z čistě energetického hlediska zejména: Na využitelné teplo se nepřemění všechna energie pro pohon kompresoru. Část (cca 5 %) představuje ztráty do okolí. Do příkonu je třeba zahrnout i příkon potřebný pro dopravu nízkopotenciálního tepla do TČ (ten může v některých případech sehrát zásadní roli - viz Poznámka 6) a příkon potřebný pro dopravu využívaného tepla do místa využití, tj. pro dopravu topného média. Při bivalentním zapojení je do příkonu třeba zahrnout i příkon doplňkového bivalentního zdroje.

Zohlednit je třeba i přípravu TV, ať už je nebo není TČ zajišťována (viz Poznámka 7)! Reálný topný faktor je ovlivněn ale i řadou dalších skutečností, zejména: Provedením (typem) kompresoru a použitým chladivem. Vnitřními pracovními podmínkami okruhu TČ (tj. vypařovací a kondenzační teplotou, dále pak přehřátím v sání kompresoru a podchlazením kapalného chladiva), které na daných výměnících tepla odpovídají vnějším pracovním podmínkám ad g) a h) Pracovním rozdílem teplot médií na primární a sekundární straně (viz Poznámka 5) Charakteristickými teplotami médií na obou stranách TČ, kterými mohou být vstupní (do TČ) nebo výstupní (z TČ) teploty těchto médií. Zejména poslední dvě skutečnosti jsou velice důležité a je třeba je opět chápat v širších souvislostech.

Parametry tepelných čerpadel se podle L1 udávají při vstupní teplotě primárního média (nositele nízkopotenciálního tepla - NPT) a výstupní teplotě sekundárního (topného) média. Za těchto okolností (tj. při daných teplotách) bude mít dané TČ nejvyšší topný faktor při co největším průtoku na primární straně (a co nejmenším ochlazení nositele NPT) a při co nejmenším průtoku na sekundární straně (a co největším ohřátí topného média). Proto přesto, že se prakticky vesměs používá ohřátí topného média o 5 K, udávají výrobci (přímo či nepřímo) parametry při výhodnějším ohřátí např. o 10 K (což neodporuje požadavkům L1).

Pokud se průtok musí změnit

buď na primární straně zmenšit (např. pro nedostatečnou vydatnost zdroje, nebo pro příliš velký příkon potřebný na dopravu tohoto média) - s následným poklesem vypařovací teploty, nebo na sekundární straně zvětšit (např. proto, aby se zvýšila střední teplota topného média a zmenšila potřebná velikost otopné soustavy - velkoplošná otopná tělesa dimenzovaná na teploty topného média 50/40 °C by musela mít plochu o cca 15 % větší než otopná tělesa dimenzované na teploty 50/45 °C) - s následným vzestupem kondenzační teploty, topný faktor se zmenší.

Pro rámcové posouzení reálných topných faktorů TČ jsou zpracovány charakteristiky topného faktoru samotného kompresoru Copeland Scroll ZH 45 (řada ZH speciálně vyvinuta právě pro TČ), pracujícího s chladivem R 407C, v závislosti na vstupní teplotě primárního média a výstupní teplotě sekundárního média, při určitých okrajových podmínkách. Charakteristiky jsou znázorněny v diagramu na obr. 11. Charakteristiky kompresoru by bylo možné dále zpřesňovat na charakteristiky TČ zahrnutím vlivu velikosti přiřazených výměníků (výparníku a kondenzátoru) na obou stranách TČ. Zjednodušeně řečeno: Podle toho, na jaké základní okrajové podmínky (charakteristické teploty médií) by byly oba výměníky navrženy, by se při jiných okrajových podmínkách chovaly buď jako předimenzované, nebo poddimenzované. Autoregulací dosažené nové rovnovážné stavy by způsobily posuny pracovních bodů charakteristik a změnu strmosti charakteristik. V bodech charakteristik odpovídajících návrhové teplotě na primární straně TČ by se charakteristiky mírně natočily ve směru menší strmosti. Vlevo od návrhové teploty by byly dosaženy topné faktory "o něco větší" (předimenzované výměníky), vpravo "o něco menší" (poddimenzované výměníky). Podle vzdálenosti reálné teploty od návrhové teploty by změny představovaly hodnotu několika setin, v celém rozsahu max. jedné až dvou desetin topného faktoru.

Analogicky by bylo možné zavádět do charakteristik další vlivy, např. výkony potřebné pro dopravu médií přes oba přiřazené výměníky (ale to by ještě nebyly výkony potřebné pro dopravu médií celým systémem!) Vliv změn deklarovaných vnějších pracovních podmínek TČ na vnitřní pracovní podmínky TČ je naznačen v diagramech na obr. 8, zpracovaných jen pro názornost a bez měřítka. Diagramy odpovídají chladivu R 407C s velkým teplotním skluzem při změnách skupenství. Změna průtoků médií provázená změnou pracovního rozdílu teplot médií vede vlivem autoregulace TČ k odpovídajícím změnám vypařovací a kondenzační teploty (kterými se ustaví nový rovnovážný stav na obou výměnících a celém TČ) a v souvislosti s tím i ke změně topného faktoru i topného výkonu. Např. snížení pracovního rozdílu teplot topného média z 10 K na standardních 5 K snižuje topný faktor o několik desetin. Je samozřejmé, že většina výrobců a dodavatelů TČ uvádí parametry tepelných čerpadel při takových okrajových podmínkách, které dokumentují co největší topný faktor (neboť každý chce být tím - slovy reklamního sloganu, "jehož mycí prostředek umyje až o 50 % talířů více než běžný mycí prostředek"). Reálný topný faktor je pak tomuto deklarovanému vždy vzdálen až velice vzdálen. Dalším způsobem, kterým někteří výrobci a dodavatelé TČ matou laickou veřejnost, je uvádění rozsahů topných faktorů bez dalších podrobností. Pro zdokumentování je možno uvést následující příklad: Pro určité TČ je uveden pouze rozsah topného faktoru např. od 3,0 do 5,4 bez dalších podrobností. Stačí se ale podívat do diagramu na obr. 7, abychom si uvědomili, jak je třeba tomuto rozsahu rozumět. Vysoký topný faktor 5,4 bychom dosáhli jen při vysoké teplotě NPT, např. bude-li

zdrojem NPT podzemní voda s teplotou 10 °C, a nízké teplotě topného média 35 °C pro podlahové vytápění (parametry W10/W35 podle L1). Takové realizace nejsou ale příliš četné. Bude-li ale zdrojem NPT geotermální teplo s průměrnou teplotou 0 °C a požadovaná teplota topného média bude 50 °C pro soustavu s otopnými tělesy (parametry B0/W50 podle L1), budeme se muset spokojit s topným faktorem jen 3,0. Pokud bude zdrojem NPT geotermální teplo odebírané plošným kolektorem s teplotou např. -5 °C a požadovaná teplota topného média bude 50 °C (parametry B-5/W50 podle L1), budeme se muset spokojit s topným faktorem dokonce jen 2,7.

Další desetiny odkrojí topnému faktoru zmenšení pracovního rozdílu teplot topného média na standardních 5 K, případně zvětšení pracovního rozdílu teplot nositele NPT např. na 3 až 4 K. Další desetiny odkrojí příkony čerpadel na primární a sekundární straně TČ, další desetiny odkrojí příkon bivalentního zdroje. Další velice důležité desetiny odkrojí příprava TV (viz Poznámka 7 a tabulka 1). V zájmu objektivity je třeba dodat, že naopak několik desetin přidá, nebo může přidat ekvitermní regulace provozu TČ.

Je samozřejmé, že v celoroční energetické bilanci se zmiňované příkony projeví jako spotřeby energie. Rozdíly mezi celoročním topným faktorem samotného TČ, vytápěcího systému s TČ a vytápěcího systému s TČ a doplňkovým bivalentním zdrojem jsou pro určitý konkrétní případ doloženy v bilančním diagramu na obr. 9 (L3). Všechny zmíněné skutečnosti vedou k tomu, že za standardních podmínek je možno seriózně počítat s reálným topným faktorem vytápěcích systémů v bivalentním zapojení s nejčastěji používanými TČ "země-voda" a "vzduch-voda" v rozsahu 2,5 až 3 (3,5) - viz též další díl seriálu s tabulkou 1. U TČ "voda-voda" může být topný faktor maximálně o jednotku větší. Připomeňme ale, že realizace energeticky nejvýhodnějších TČ "voda-voda" je nejméně četná, nejen pro obtíže s nalezením vhodných a dostatečně vydatných zdrojů podzemní vody, ale i pro technickou a legislativní náročnost přípravy takové realizace a nutnost realizace opatření, která znemožní narušení přírodní rovnováhy podzemních vod (L5).

Pro doložení uvedených reálných topných faktorů TČ jsou v diagramu zpracovaném podle L2 shrnuty výsledky sledování 112 tepelných čerpadel. Sledování se uskutečnilo v roce 1998 ve Švýcarsku. Z celkem 131 sledovaných TČ byla vyřazena čerpadla "voda-voda", protože diagram byl zpracován i proto, aby ukázal "rozdíl" energetického efektu TČ "vzduch-voda" a "země-voda". Diagram nepotřebuje další komentář.

Poznámka 3: Maximální topný faktor, který někteří výrobci a dodavatelé tepelných čerpadel uvádějí, má v podstatě stejný význam jako maximální rychlost, kterou uvádějí výrobci automobilů. Co je však uživateli platná maximální rychlost 160 nebo 180 km i více, když - ctí-li zákony - může jet v uzavřené obci rychlostí jen 50 km/hod, mimo uzavřenou obec 90

km/hod a na dálnici 130 km/hod. Maximální rychlost by mohl "legálně" využít jen na zkušebním nebo závodním okruhu (a těch u nás i ve světě není příliš mnoho). Chceme-li pokračovat v porovnávání TČ a automobilu, musíme nejprve připomenout "inteligenci" obou těchto technických zařízení. O automobilu můžeme říci, že je to zařízení "naprosto hloupé", které nedokáže samo poznat, zda se pohybuje v uzavřené osadě či mimo ni, nebo na dálnici či na závodním okruhu, nezná příslušné zákony a neumí je samo dodržovat. A protože manipulovat se může především s hloupými, není problém "donutit" automobil k tomu, aby se v uzavřené osadě pohyboval rychlostí odpovídající dálnici a mimo uzavřenou osadu rychlostí odpovídající závodnímu okruhu. Naproti tomu tepelné čerpadlo je díky autoregulaci - své "vrozené inteligenci" - zařízení "velice chytré", které bezpečně rozezná, "zda se pohybuje v uzavřené osadě, mimo ni, nebo dokonce na dálnici či ve velice řídkých případech na závodním okruhu" "Na jedničku" zná i přírodní zákony a aniž by ho k tomu nutili "policajti a radary", tyto zákony naprosto precizně dodržuje. Nemůžeme ho proto zmanipulovat tak, aby pracovalo s lepším topným faktorem, než mu okrajové podmínky dovolují. Povést se nám může spíše opak. Jestliže ho "pozlobíme", tj. v dané situaci mu zhoršíme podmínky pro jeho práci pod rámec obvyklých, velice ochotně a zcela v souladu s přírodními zákony se těmto podmínkám přizpůsobí a topný faktor zmenší.

Poznámka 4: Nelze se divit laikovi, který nepronikl do tajů topného faktoru, že nedokáže posoudit a zhodnotit vliv okrajových podmínek jeho konkrétního případu na hodnotu topného faktoru a vybírá tepelné čerpadlo jen podle nejvyšší hodnoty uváděného rozsahu topného faktoru. Je však s podivem, že ani osoby, které by měly být "nad jiné povolané", se nedokáží v této problematice orientovat. V řadě nabídek, projektů nebo auditů je možno nalézt velice málo seriózní vyhodnocení přínosů TČ. Tak např. v jednom materiálu se konstatuje, že pro tepelné čerpadlo "země-voda" a teplotní spád otopné soustavy 50/40 °C bude dosažen průměrný roční topný faktor 4,3 a více (!). V bilanci se přitom neuvažují žádné další příkony (pro doplňkový zdroj, primární a sekundární okruh TČ a přípravu TV). Z diagramu na obr. 7 je přitom zřejmé, že pro uvedené zadání dosažitelný topný faktor samotného TČ nemůže být příliš vyšší než 3 a při zohlednění všech dalších skutečností (tabulka 1) bude výsledný topný faktor systému i značně menší než 3.

Poznámka 5: Relace mezi vstupní a výstupní teplotou teplonosného média na obou stranách TČ popisuje pracovní rozdíl teplot. U standardních TČ bývá při jmenovitých podmínkách na primární straně cca 2 až 5 K, na sekundární straně zpravidla 5 K. Tomu odpovídá dimenzování výměníků a požadovaný průtok médií, který je třeba dodržet. Při návrhu systému s TČ splňujícím tyto podmínky tedy nemůžeme prakticky teplotu, přesněji řečeno teplotní úroveň NPT ovlivnit. Ovlivnit ji můžeme při návrhu nestandardního řešení TČ. V jednom případě investor, který měl k dispozici spodní vodu "termálního" charakteru s

teplotou cca 26 °C, požadoval, aby TČ pracovalo s topným faktorem 5 a s co největším ochlazením vody na primární straně, aby se tak co nejvíce využil "energetický potenciál" zdrojové vody. Tyto dva požadavky působí "proti sobě". Např. zvýšením pracovního rozdílu z výchozích volených 8 K na 16 K by poklesla teplotní úroveň NPT a topný faktor TČ by se snížil cca o jednotku. Na druhé straně by se to projevilo snížením odběru vody a s tím i související čerpací práce. Je zřejmé, že v takovém případě je třeba hledat optimální topný faktor systému a ne sledovat jen topný faktor TČ. Přihlédnout se samozřejmě musí k vydatnosti zdroje. Poznámka 6: Jako zdroj NPT pro TČ se může za určitých okolností použít i povrchová voda. Pokud tato voda není ohřívána odpadním teplem průmyslových závodů, má v zimním období teplotu zcela nevhodnou pro standardní řešení TČ. Při poklesu teploty vody přiváděné do TČ dochází vlivem autoregulace i k poklesu vypařovací teploty a při jejím snížení pod 0 °C může dojít (není-li TČ proti tomu chráněno) k zamrznutí a destrukci výparníku. Známé jsou případy, kdy tendenci k zamrznutí se "kvalifikovaně" předchází zvýšením průtoku, respektive zvýšením výkonu čerpadla pro dopravu povrchové vody. Podle známého principu: 2 x větší průtok, 4 x větší tlaková ztráta, 8 x větší příkon, pak takové "vodní" čerpadlo mívá příkon větší než vlastní "tepelné" čerpadlo a může tak zcela devastovat jeho efekt! V jisté lokalitě, kde je několik takových TČ instalováno, se pak TČ definuje jako "zařízení, které přináší největší úsporu, když stojí" - díky nižšímu stálému měsíčnímu platu v sazbě D 55 (pro TČ) oproti sazbě D 45 nebo D 46 (pro "přímotop"). Tato poznámka byla uvedena již v L4 a byla napsána ještě před zavedením sazby D56. Po zavedení sazby D56 nevykáží tato TČ úsporu, ani když budou stát.

Poznámka 7: V topném faktoru celého vytápěcího systému musí být zahrnut i vliv přípravy TV! To je velice důležité z několika hledisek: Pokud je u vytápěcích systémů pracujících s nízkou teplotou topného média a vysokým topným faktorem realizován předehřev TV "v době, kdy TČ pracuje pro vytápění" jen do úrovně odpovídající této teplotě, příkon pro následný dohřev na požadovanou teplotu (cca 55 °C) musí být zahrnut do příkonu celého systému. Pokud je u vytápěcích systémů pracujících s nízkou teplotou topného média a vysokým topným faktorem realizován předehřev TV "v době, kdy TČ nepracuje pro vytápění" na vyšší teplotu (např. na 45 až 50 °C), musí se v bilanci zohlednit, že příprava TV probíhá s nižším topným faktorem. Ve všech případech je třeba zohlednit skutečnost, že pod teplotou bivalence, při trvalém chodu TČ, není k dispozici žádné "volné" teplo pro přípravu TV. Pod teplotou bivalence se tedy příprava TV uskutečňuje jen přímým elektroohřevem. Potřebný příkon je třeba v bilanci zohlednit.

Pokud přípravu TV zajišťuje TČ jen v otopném období, příkon pro přímý elektroohřev vně otopného období je třeba v bilanci zohlednit.

Negativní vliv přípravy TV na topný faktor systému bude tím větší, čím více se bude podílet příprava TV na celkové potřebě tepla. To platí především pro "dobře zateplené" objekty.

Nezahrne-li se příprava TV do celoroční bilance vytápěného objektu tímto způsobem, nebude bilance ani topný faktor celého vytápěcího systému objektivní.

3. Topný faktor a bivalentní zapojení TČ

Sledujme jakýkoliv zdroj tepla (tedy nejen TČ) rozdělený do tří shodných (fiktivních) výkonových stupňů a určeme, jak se jednotlivé stupně podílejí na krytí potřeb tepla pro vytápění. Velice často (a zcela nesprávně - i při odborných přednáškách a v technické literatuře) se tato úloha řeší při lineárním rozložení vnějších teplot v průběhu otopné sezóny. Přes nesprávnost tohoto postupu (rozložení teplot není lineární) je podíl potřeb tepla krytý jednotlivými stupni znázorněn v obr. 11 nejprve při lineárním (nesprávném) průběhu teplot. Už z těchto údajů vyplývá, že první dva stupně (tj. 2/3 výkonu zdroje) kryjí 88,7 % potřeby tepla a na poslední třetí stupeň (tj. na 1/3 výkonu zdroje) zbývá povinnost krýt jen 11,8 % potřeby tepla.

Mnohem kontrastnější je tento "zbytek", řešíme-li tuto úlohu při reálném průběhu vnějších teplot, tj. pomocí reálné křivky četnosti teplot v průběhu roku. Řešení je rovněž znázorněno v obr. 11. Z uvedených údajů vyplývá, že za objektivně reálné situace kryjí první dva stupně (tj. 2/3 výkonu zdroje) dokonce 96,9 % potřeby tepla a na poslední třetí stupeň (tj. na 1/3 výkonu zdroje) připadá povinnost krýt pouhých 3,1 % potřeby tepla! Uvedené poměrné hodnoty se neliší významně ani při jiných vnitřních a vnějších výpočtových teplotách, ani při použití TČ "vzduch-voda", jehož výkon s klesající vnější teplotou klesá (viz obr. 9).

Označíme-li 2/3 výkonu zdroje za základní výkon zdroje (100 %), pak tento základní výkon zdroje bezpečně a s jistotou pokryje více než 90 % potřeby tepla pro vytápění. Abychom zajistili zbývajících méně než 10 % potřeby tepla, musíme výkon zdroje zvýšit na 150 %!!! To platí pro jakýkoliv zdroj (nejen pro TČ)!!!

Uvedené skutečnosti jsou blíže doloženy v tabulce 1, kde se porovnává energetický efekt bivalentního a monovalentního zapojení TČ, a vyhodnocuje vliv okrajových podmínek vytápěcího systému a zejména významný vliv přípravy TV na topný faktor vytápěcího systému. (V "živé" EXCELové tabulce je možné sledovat vliv všech základních proměnných na energetický efekt celého vytápěcího systému).

Tabulka je zpracována za těchto předpokladů:

Při bivalentním zapojení jmenovitý topný výkon TČ představuje 2/3 potřebného topného

výkonu. Potřeba tepla krytá doplňkovým zdrojem je 6,1% z celkové potřeby tepla. Spotřeba energie pro dopravu médií (na primární i sekundární straně) představuje 2 % z pohledu potřeby tepla pro vytápění (skutečná hodnota může být i větší). To pro představu u zdroje o výkonu 10 kW odpovídá dalším příkonům (čerpadel, ventilátorů) méně než 200 W (čerpadla topného média zpravidla pracují delší provozní dobu než zdroj). Spotřeba tepla pro přípravu TV představuje 17,4 % z potřeby tepla pro vytápění (pro okrajové podmínky podle obr. 1) Sledován není zvýhodňující vliv ekvitermní regulace, ale ani znevýhodňující vliv zvýšení průtoku na sekundární straně, ani případného snížení průtoku na straně primární.

Přesto, že tabulka (která může být pro leckoho dosti překvapivá) by nepotřebovala komentář, je třeba zdůraznit: Přechodem z bivalentního na monovalentní řešení TČ, tj. zvětšením jmenovitého výkonu TČ na 150 % (u TČ "země-voda" a "voda-voda", u TČ "vzduch-voda" by to bylo ještě více) - a tomu odpovídajícími většími investičními náklady - se úspora energie zvětší o cca 4 až 7 % (vztaženo na celkovou potřebu tepla tj. 117,4 %).

Při posuzování ekonomického efektu tohoto řešení se přitom často zapomíná, že zvýšení výkonu TČ by muselo být provázeno i zvětšením výkonu zdroje NPT na 150 %, a zejména těch částí vně TČ, které odběr NPT zajišťují! U TČ "země-voda" zvětšením kolektoru, u TČ "voda-voda" zvětšením vydatnosti zdroje!

Vezmeme-li v úvahu uvedené skutečnosti, v převážné většině případů vychází monovalentní řešení ekonomicky zcela neefektivní. Zvýšení pořizovacích nákladů nebývá vyváženo malým navýšením úspory energie. Přesto, že největší topné faktory můžeme dosáhnout jen při monovalentním zapojení TČ, je snaha dosáhnou maximální topný faktor touto cestou ekonomicky neefektivní. Reálný topný faktor vytápěcího systému (řádky C, D, E tabulky 1) je něco zcela jiného než topný faktor TČ (řádek A tabulky 1). Bude vždy menší až výrazně menší než topný faktor TČ. Oproti topnému faktoru samotného tepelného čerpadla poklesne vždy - podle okrajových podmínek - o desítky %, až téměř o 50 %. Zvýrazněné hodnoty v tabulce odpovídající bivalentnímu řešení plně korespondují s diagramem na obr. 10. Pokles topného faktoru systému způsobují následující skutečnosti:

Bivalentní zapojení - tento pokles není na závadu, naopak je třeba ho vždy upřednostňovat, protože je ekonomicky efektivní! (řádek B tabulky 1)

Příprava TV - tento pokles bude nejmenší při celoroční přípravě TV tepelným čerpadlem a naopak největší, pokud se příprava TV vyřadí z povinnosti tepelného čerpadla. Ekonomický efekt zvoleného způsobu přípravy by měl být prokázán! Jednoznačně a obecně se nedá říci, že zapojení s největším topným faktorem, tj. celoroční příprava TV pomocí TČ, musí být nutně ekonomicky efektivní.

Nevhodně řešený systém (z pohledu otopné soustavy a rozvodů, zapojení vedoucích k degradaci teplotní úrovně topného média, velkých příkonů pro dopravu médií - zejména primárního) znehodnotí efekt sebelepšího tepelného čerpadla.

Z tabulky i dalších souvislostí je přitom zřejmé, že:

stejný vliv (bivalentní zapojení, příprava TV, řešení systému) se na topném faktoru projeví v obou směrech tím výrazněji, čím větší bude výchozí topný faktor samotného TČ;

čím více bude vytápěný objekt "zateplen", tím větší bude podíl potřeby tepla na přípravu TV ve vytápěném objektu i jeho negativní vliv na celkový topný faktor systému;

čím více bude vytápěný objekt "zateplen", tím menší bude podíl potřeby tepla na celkové potřebě energie v objektu (menší k1 i k2), což negativně ovlivní celkové úspory energie a nákladů (viz obr. 12 - křivky ÚC a ÚN se více "odkloní" od křivky ÚE).

Pokud se z jakýchkoliv důvodů (technických nebo ekonomických) odmítne využití TČ pro přípravu TV, výsledný topný faktor sytému bude překvapivě nízký (řádek C tabulky 1) i při (nebo lépe - právě při) vysokém topném faktoru samotného TČ a to i při monovalentním řešení TČ.

Pokud řada dodavatelů TČ staví svou reklamu "jen" na vysokém topném faktoru tepelného čerpadla a o topném faktoru celého vytápěcího systému mlčí (a mnohdy ještě doporučuje nezabývat se přípravou TV), pak buď "nevědí, co činí", nebo záměrně matou potenciální zájemce o TČ.

Závěr

Tepelné čerpadlo je vcelku jednoduché ve svém principu, ale složité v aplikačních souvislostech. Některé důležité souvislosti se pokusilo toto pojednání analyticky prokázat. Řadu dalších - s ohledem na záměr pojednání i možný rozsah - samozřejmě ponechává stranou. Podstatná úspora spotřeby energie pro výrobu tepla v objektu s TČ (řádově v desítkách % a vesměs více než 60 %) je dána už "jen" použitím spolehlivého TČ. Z energetického hlediska je přitom prakticky rovnocenné, zda se použije TČ "vzduch-voda" nebo "země-voda". Vliv topného faktoru vytápěcího systému na absolutní úsporu je řádově menší (jen v jednotkách % - obr. 1, 3 a 4). Jinými slovy: zatím co použití TČ v objektu přináší úsporu v nákladech na energii řádově v desítkách tisíc Kč/rok, další úpravy mohou přinést úsporu řádově jen v tisících Kč/rok (obr. 6). Toto konstatování nechce snižovat význam topného faktoru (TČ a celého vytápěcího systému!) ani dalších úprav na energetickou náročnost objektu. Chce jen důrazně upozornit na to, že můžeme-li navýšení topného faktoru a nárůst úspory spotřeby energie zajistit jen dalšími investičními náklady, musíme vždy

posoudit, zda investiční vícenáklady budou vyváženy nárůstem úspory provozních nákladů. Nesmíme ale také zapomenout, že technicky je navyšování topného faktoru vždy limitováno (viz tabulka 1). Ve vytápěcím systému s TČ je tepelné čerpadlo "sice podmínkou nutnou, ne však postačující". Optimální podmínky se mohou dosáhnout jen komplexním návrhem celého systému a vyřešením vazeb v něm. Energetický efekt sám o sobě neříká nic o efektu ekonomickém. Právě tak vysoký topný faktor určitého řešení není zárukou jeho ekonomické efektivity. Pokud nechceme šetřit werichovským způsobem "ať to stojí, co to stojí", musíme vždy prokázat, že projektovaný energetický efekt (nebo vysoký topný faktor) daného řešení přináší i efekt ekonomický. Skutečností však je, že v řadě pojednání (i v zahraničních časopisech) se hovoří jen o energetických přínosech různých řešení, aniž by se posuzoval jejich přínos ekonomický.

ÚSPORY ENERGIÍ - ŽÁROVKY

ROBIN SCHMIED, PETR ČERNÝ, JINDŘICH CLAUDITZ

ÚVOD

Jedná se o téma, které se tolik neprobírá, i když se jedná o věc, která se týče nás všech a mělo by se na ní přihlížet s větším důrazem. Ale přesněji se budem zabývat problematikou úsporné a „normální“ (běžné) žárovky. Jejich výhody a nevýhody. A celkově budem rozebírat toto téma.

Historie

Pravděpodobně všichni znáte pana Thomase Alva Edisona (viz. obr. č. 1) který zvládl technologickou výrobu žárovky, avšak není jejím vynálezcem! Jeho předchůdcem byl Heinrich Göbel. Ale první pokusy se žárovkou (principiálně vznik světla žhavením materiálů průchodem elektrického proudu) lze datovat k roku 1805 (Humphry Davy).

Rozdělení podle principu funkce:

- žárové zdroje (žárovky)
- klasické žárovky (často používané v našich domácností)
- halogenové žárovky (některé lampičky)

- kryptonové žárovky (ruční svítilny, svítilny na bicykly)
- xenonové žárovky (v autech, náhražka xenonových výbojek)
- výbojové vysokotlaké zdroje (výbojky)
- xenonové výbojky (v autech – přední světla)
- halogenidové výbojky (vydávají světlo, jenž je velmi podobné dennímu světlu)
- výbojové nízkotlaké zdroje (zářivky)
- trubicové zářivky (kanceláře, haly, atd.)
- kompaktní (úsporné) zářivky
- 12 V stejnosměrného napětí
- 230V střídavého napětí
- světlo emitující diody LED
- Vysokosvítivé LED diody (přenosné svítidla, osvětlení aut, osvětlování v průmyslu)
- vysokopříkonové LED moduly (typu Luxeon, Cree, Cosmo aj.)
- chemické světlo
- svítící tyčinky (zábava apod.)
- pyrotechnické louče a složе (např. v kultuře)

Fungování úsporné žárovky:

Světlo v ní vzniká na zcela odlišném principu než v běžných žárovkách, kde září rozžhavené vlákno. Zde vyzařují ionty (kladně nabité částice) plynu v zářící části a odevzdají tak část energie, kterou jim dodal průchod elektrického proudu.

Všeobecné porovnávání:

A něco málo k porovnávání mezi úspornými (viz. obr. č. 2) a běžnými (viz. obr. č. 3) žárovky. Upozorňuji, že tyto údaje jsou jenom orientační.

Cena úsporné žárovky	200,- Kč	
Cena běžné žárovky	12,- Kč	
Ekvivalentní příkony - úsporná	23 W	
Ekvivalentní příkony – běžná	100 W	
Životnost úsporné žárovky	6000 hodin (dle použití)	hodina svícení stojí cca 8,- haléřů
Klasická žárovka (60W)	1000 hodin	hodina svícení stojí cca 20,- haléřů

Ještě bych se chtěl vrátit k životnosti úsporné žárovky. Tento údaj je trochu zavádějící, protože životnost úsporné žárovky výrazně ovlivní její používání (rozsvicování a zhasínání). Pokud bude na místě, kde pořád rozsvicujeme a zhasínáme světlo, bude její životnost razantně menší.

Další rozdíl, mezi úspornou a běžnou žárovkou je ten, že běžná žárovka vyzařuje více tepla. Je už věcí každého jedince, jestli má rad teplo z běžných žárovek, nebo ne.

Co se týče výrobců žárovek, tak asi mezi nejznámější, resp. nejpoužívanější tady u nás jsou

- Tesla

- Osram

- Philips

- Megaman

Rtuť v úsporné žárovce!

Je to téma, které se moc neprobírá a možná ani moc neřeší, ale dle mého názoru je to velice důležité. A to je, že úsporné žárovky obsahují jedovatou rtuť.

Rtuť v jedné úsporné žárovce dokáže znečistit 2500 až 21 000 litrů vody. Proto by se k zacházení s úspornými žárovkami mělo přistupovat opatrněji.

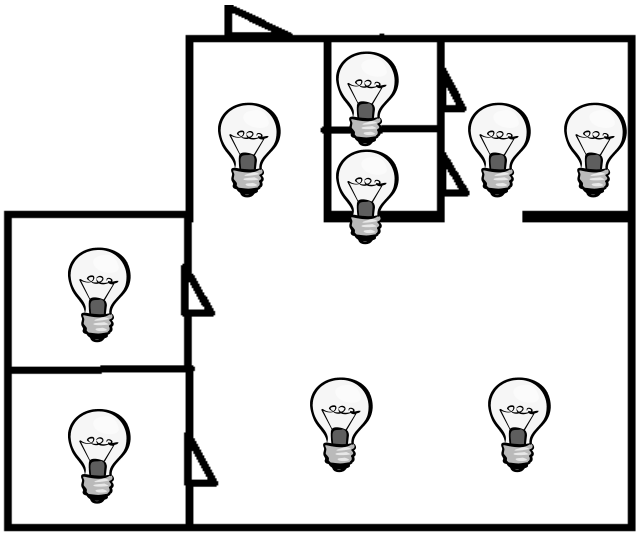
Nejdříve je nutno podotknout, abyste NIKDY nevhazovali úsporné žárovky do normálních popelnic! Či ještě hůře, někam na černou skládku. Mohli byste tím výrazně poškodit životní prostředí. Tyto žárovky se musí házet do speciálních sběrných nádob, které najdeme na: úřadech, ve školách anebo ve sběrných dvorech.

Anebo je vrátíme v obchodě, kde nakupujeme osvětlení. Žárovky budou potom odvezeny a zrecyklovány. Materiál, z něhož jsou úsporné zářivky vyrobeny, lze z 90 % znovu použít.

Jak to vypadá u nás doma

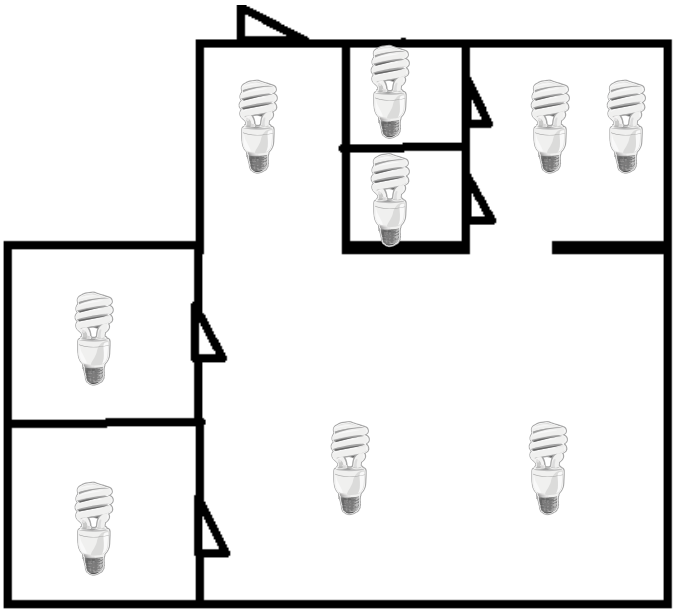
Byt 3+1 - 9 žárovek

Obyčejné žárovky



Měsíční spotřeba (30 dnů)	50 KW/h
Měsíční útrata	208,- Kč

B) Úsporné žárovky



Měsíční spotřeba (30 dnů)	13,4 KW/h
Měsíční útrata (30 dnů)	56,- Kč

Anketa

20 lidem byli položeny 2 otázky.

1: Jaké žárovky doma používáte?

Úsporné ↓	Obyčejné ↓	Obojí ↓
6 (30%)	8 (40%)	6 (30%)

2: Je ti jedno, jaké máš doma žárovky?

Ano, je mi to jedno. ↓	Ne, není mi to jedno. ↓
14 (70%)	6 (30%)

Můj názor

Domnívám se, že je určitě správné šetřit s energií. Používání úsporných žárovek je jedna z cest, jak s elektrickou energií správně hospodařit, tedy šetřit. I když je její pořizovací cena o něco vyšší, tak stejně ušetříme, protože spotřebuje méně el. Energie. Ale je třeba si taky uvědomit, že už nefunkční žárovky nelze jen tak vyhodit. Musíme je dát k recyklaci, jelikož úsporné žárovky, ale i ostatní žárovky, mohou poškodit naše životní prostředí. Je každého věc, jaké žárovky bude používat, ale je třeba si uvědomit, že úspornými se šetří s energií, a proto ušetříme i peníze.

ZLEPŠENÍ OVZDUŠÍ V PARDUBICÍCH DÍKY MHD

JAKUB JÍLEK, MARTIN ČESÁK, PETR HODYC, Střední průmyslová škola stavební, Hradec Králové, Pospíšilova tř.787

ÚVOD

Do Pardubic byl poprvé v polovině listopadu roku 2010 dovozen první Irisbus Citelis 12m CNG. V současné době má dopravní podnik 14 těchto vozů. Dopravní podnik chce do konce roku 2011 z celkových 130 vozidel mít zhruba 60% na ekologický pohon.

Důvody:

1. Ochrana životního prostředí a ekologie

2. Ekonomický přínos- cena nafty celoročně roste a autobusy na CNG pohon ušetří zhruba 400 000 Kč za měsíc. Za rok tedy může dopravní podnik ušetřit až 5 miliónů korun.

Autobusy se vyrábí ve Francii a Itálii firmou Irisbus. Ve Vysokém Mýtě se už jen dodělávají drobnosti.

Historie plynu v dopravě:

Jako pohonný plyn sloužila v průběhu doby celá řada hořlavých plynů. Z nejdůležitějších to byl především svítiplyn a zemní plyn, ale také byl používán důlní plyn (metan), dřevoplyn, kalový plyn, generátorový plyn, vysokopecní plyn, acetylén. V současné době je pro pohon automobilů nejvíce využíván propan butan, zemní plyn (především stlačený, v menší míře zkapalněný) a bioplyn. Budoucnost hledí k použití vodíku ať již ve formě stlačeného nebo zkapalněného plynu, případně zdroje pro výrobu elektřiny v palivových článcích.

Svět

První vozidla byla poháněna plynem, nikoli benzínem či naftou, dnes nejvíce užívanými pohonnými hmotami!!! 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. 11. 1859

získal patent na motor poháněný svítiplynem a v r. 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. Plynový motor si začal razit úspěšnou cestu světem a byl zdokonalován dalšími a dalšími vynálezci, ať již to bylo v sousedním, technicky rychle vyspívajícím Německu (Daimler, Benz, Otto, Langer, Mylbach), či v Americe (Errani, Andres a Brayton), Belgii (Germain), Rakousku (Hock) nebo v dalších zemích.

V městské hromadné dopravě byl plyn poprvé použit nikoli pro pohon autobusů, ale tramvají. V roce 1893 jezdilo v Drážďanech 6 „tramwayí" poháněných motory na stlačený svítiplyn. Stlačený svítiplyn byl uložen v 6 nádržkách po 1 m3, ve kterých byl svítiplyn stlačen přetlakem 6 atmosfér. Vůz dosahoval rychlosti 10–12 km/hod a měl dojezd až 40 km. Pravidelná doprava osob na uličních drahách se svítiplynovým pohonem byla zavedena také v Chicagu, Nordhausenu, Bermondsey (Anglie), Dessau (Německo) i jinde. První městská doprava prostřednictvím motorových omnibusů byla zahájena v roce 1903 v britském Sussexu. První pokusy s využitím stlačeného svítiplynu v automobilové dopravě se datují do roku 1930. Firma Bellis & Morcom Ltd. na veletrhu v Birminghamu vystavovala kompresor, jímž stlačovala plyn na cca 350 atm a plnila jej do tlakových lahví autobusů. V roce 1937 upravila berlínská dopravní společnost 23 autobusů na pohon stlačeným svítiplynem. Autobusy bylo možno plnit i z pojízdných tanků. Od konce roku 1940 přestavoval pařížský dopravní podnik autobusy na plyn. V 40. letech byly takto v Evropě poháněny stovky autobusů. 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 současných devadesátých letech. 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. V roce 1989 bylo na pravidelných linkách v holandském Utrechtu uvedeno do provozu 10 autobusů poháněných stlačeným zemním plynem. Od začátku 90. let se plynná paliva na trhu pohonných hmot stále více prosazují.

Český osobní automobil Wikov– 30. léta 20. století

Autobus Praga TO jezdící na nestlačený svítiplyn na trase Michle–Hostivař a zpět v letech 1944-45

Autobusy na CNG dnes

Autobusy na stlačený zemní plyn (CNG) představují ekonomickou, ekologickou, strategickou i bezpečnou variantu dopravy nejen pro jejich provozovatele či majitele, ale i pro cestující. V Evropě je dnes přes 58 900 CNG autobusů a na celém světě jich jezdí více než 270 000 (35 tis. Rusko, 29,5 tis. Ukrajina, 20 tis. Japonsko, 19 tis. Arménie, 15 tis. Thajsko, 2,5 tis. USA ad.).

V České republice je v současné době registrováno 295 CNG autobusů. Za rok 2009 bylo registrováno 239 nových městských autobusů, z toho 12,6 % bylo na CNG. Dopravní společnosti, které více či méně "plynofikovaly" svůj vozový park, se přesvědčily o tom, že CNG autobusy jsou v provozu skutečně ekonomicky výhodné: Tábor - "úspory na pohonných hmotách se pohybují nad hranicí 30%", Karlovy Vary - "dosahovaná úspora je přes 2 Kč na každý ujetý kilometr", Prostějov - "v naší společnosti se úspory na jeden kilometr pohybují v rozmezí od 2,30 Kč do 4,20 Kč oproti naftě", Česká Lípa - "náklady na pohonné hmoty jsou u vozidel na CNG zhruba poloviční oproti nákladům u vozidel naftových", Liberec - "tím, že používáme plynové autobusy v MHD denně, podařilo se nám zbořit mýty o tom, že na jejich provozu nelze městskou hromadnou dopravu postavit", Havířov - "provoz autobusů na toto palivo nám umožňuje zlepšit jak životní prostředí, tak i snižovat náklady na pohonné hmoty." Tato příloha má za úkol poskytnout ucelené informace o CNG autobusech, uvést výhody, ale nezamlčet ani nevýhody jejich pořízení a provozu. Doufáme, že se počet CNG autobusů bude v ČR neustále zvyšovat a že v roce 2020 bude u nás jezdit kolem 3 000 CNG autobusů.

EKONOMIKA PROVOZU AUTOBUSŮ A PLNICÍ STANICE

Moderní CNG autobusy jsou dnes vyráběny sériově s vysokou kvalitou zpracování. Nabízí ekonomický, ekologický, bezpečný a tichý provoz splňující homologační předpisy, normy Euro V a EEV (připravuje se Euro VI). Zemní plyn jako pohonná hmota nabízí i výhody strategické - zásoby plynu jsou oproti zásobám ropy téměř dvojnásobné. Používání zemního plynu nabízí možnost přímého využití primárního paliva. Zemní plyn je také mezistupněm pro přechod na vodíkové palivo, ale ani po zavedení tohoto paliva v daleké budoucnosti se zemní plyn nejen v dopravě rozhodně "neztratí".

Dotace na nákup CNG autobusu:

- Plynárenské společnosti přispívají na každý nový CNG autobus částkou 200.000 Kč.
- Ministerstvo dopravy v rámci Programu obnovy vozidel veřejné autobusové dopravy poskytuje dotace na nové CNG autobusy - veřejné linkové a MHD. Výše dotace se mění každým rokem, nicméně odpovídá přibližně polovině rozdílu nákupní ceny mezi naftovým autobusem a autobusem na CNG. Mezi hodnotící kritéria Programu patří i použití alternativních paliv, tedy i CNG.

- Další dotace existují v rámci výzev na nákup a modernizaci ekologických dopravních prostředků nebo na výstavbu infrastruktury pro ekologickou dopravu z jednotlivých regionálních operačních programů (ROP či z Česko-švýcarské spolupráce).

- Další možnosti financování CNG autobusů a CNG plnicích stanic lze očekávat v důsledku velkého tlaku EU na ekologickou dopravu a zlepšení kvality ovzduší.

Silniční daň:

- Od 1. 1. 2009 jsou vozidla pro dopravu osob nebo vozidla pro dopravu nákladů s největší povolenou hmotností méně než 12 tun, která používají jako palivo stlačený zemní plyn, osvobozena od silniční daně. Tato úspora představuje podle délky CNG autobusu úsporu 20 až 40 tisíc korun ročně na každý autobus.

Cena CNG autobusu:

- Rozdíl ceny CNG autobusu oproti naftovému je do 800 000 Kč. Tento rozdíl je pokryt dotacemi.

Snížení nákladů:

- Na palivo až o 35 %.

- Na výměnu oleje - při ujetí 40 000 km jsou náklady na olej do 2 000 Kč (v případě autobusů Tedom).

- Vozidlo má vyšší životnost a pevnější konstrukci.

- "Neviditelné úspory" - zemní plyn nelze odnést domů v kanystru.

- Dojezd: kompozitní nádrže na zemní plyn pro autobusy jsou umístěny na střeše a podle jejich počtu je dán i dojezd autobusu najedno naplnění, který činí od 400 do 700 km.
- Hluk: CNG autobusy nabízejí sníženou hladinu hluku (10-15 dB), což je přínosné především v městských aglomeracích.

Ekonomika provozu:

U každé společnosti jsou různé místní specifické podmínky (druh provozu, terén, vytíženost, značka autobusu, stáří vozů, servisní zajištění, smlouvy s dodavateli PHM, atd.), nicméně dále uvedené průměrné údaje hovoří ve prospěch nasazení CNG autobusů jak v městském, tak i linkovém provozu.

Závěry:

- Za 1 rok CNG autobus v městském provozu (MHD) při projezdu cca 60 000 km uspoří téměř 150 000 Kč, za 12 let pak 2 mil. Kč. Lehký autobus v linkovém meziměstském provozu ušetří více než 100 000 Kč za rok, resp. 1,5 mil. Kč za 12 let.

- U provozu naftového autobusu nejsou započítány ztráty nafty vznikající jejím odcizením. CNG odcizit nelze.

- U naftových autobusů nejsou započítány náklady na dosažení stejné úrovně emisí Euro V či EEV, která je u CNG autobusů standardem. Jedná se zejména o filtry, Ad Blue, dražší motor v provedení EEV apod.

- Vlastni spotřebu CNG lze dále vylepšit instalací vhodné převodovky, spojky aj. technologických celků včetně důsledného uplatnění logistiky provozu.

- U CNG autobusů novějšího provedení je zřejmý technický vývoj, kdy vlastní spotřeba CNG klesá a naopak roste výkon a kroutící moment motoru.

Plnící stanice:

Výstavbu plnicí stanice dopravce nemusí řešit. Plynárenská společnost v daném regionu dopravci, který se rozhodne postupně převádět svůj vozový park či jeho část na CNG a v prvním roce této obměny zakoupí a bude provozovat min. 4 autobusy, vybuduje plnicí stanici CNG v souladu s potřebami dopravce (ve většině větších měst již stanice CNG existuje). Tento postup je zakotven v tzv. Dobrovolné dohodě mezi vládou ČR a plynárenskými společnostmi o podpoře užití zemního plynu jako pohonné hmoty z roku 2006.

Plnicí CNG stanice sestává z následujících částí:

- kompresor (vstupní tlak od 1 -20 bar, výstupní tlak 300 bar)

- sušení plynu

- zásobník plynu

- výdejní stojan

- platební terminál

- doplňkové stavby (zastřešení, příjezdová komunikace a přípojky - plyn a elektro)

Činnosti spojené s výstavbou CNG stanice:

- montáž

- zkušební provoz

- zaškolení

Provozní náklady:

- fixní: elektrická energie na osvětlení, topení, vodné, stočné, WC (pokud je součástí stanice), mzdy zaměstnancům obsluhy stanice (standardně ale bez obsluhy), nájemné pozemků, pojištění plničky, pravidelné revize, údržba, opravy a servis technologie, repase kompresorů, údržba a úklid stavby, úklid sněhu, zabezpečení, ostraha, poplatek za propojení karetního terminálu.

- variabilní: cena za nákup 1 kg zemního plynu, cena elektrické energie potřebné na stlačení 1 kg CNG, náklady na vystavení prodejního dokladu, poplatek za použití karetního, terminálu.

Plnění CNG:

Rychloplnění - dnes nejrozšířenější způsob plnění, trvá maximálně do 4 minut, autobus je plněn ze zásobníků na stanici z tlaku 300 bar do nádrží autobusu na tlak 200 bar. Sekvenční plnění - plnicí terminál je v areálu dopravního podniku s možností plnění více autobusů současně (např. Dopravní podnik města Pardubice, a.s.), plnění probíhá přímo z kompresoru a trvá několik hodin (typicky v noci), způsob je výhodný pro větší vozové parky s menším nočním provozem.

Servis a oprava autobusů a plynové stanice:

CNG autobus: Všichni výrobci mají pokyny pro údržbu srovnatelné s dieselovými autobusy, CNG autobusy vykazují dlouhý servisní interval, výrobci doporučují sledovat servisní interval výměny oleje a spotřebu motorového oleje na 1 000 km. Výrobci poskytují garance dle požadavku zákazníka (standardně 24 měsíců), vyšší záruky se odráží v ceně vozu. Všichni výrobci dnes poskytují vysokou úroveň servisních služeb a kvalitní prodejní sítě.

CNG plnicí stanice: Servisování stanice se provádí smluvně v rámci dodávky CNG provozovatel stanice. Cena servisu a oprav je zahrnuta v ceně CNG.

Vybavení garáži a dílen:

Garáže a opravárenské dílny pro CNG autobusy nevyžadují speciální úpravy ani vybavení v porovnání s prostory pro dieselové vozy.

Platná legislativa jen požaduje dovybavit tyto prostory o detektory úniku plynu a účinné větrání dle TDG 982 01 - Vybavení garáží a jiných prostorů pro vozidla používající pohonný systém CNG a TDG 982 02

Bezpečnost:

Palivové nádrže na zemní plyn jsou kompozitové (v případě, autobusů) testované tlakové nádoby, které i v případě havárie zajistí dostatečnou bezpečnost skladovaného paliva. - Vozidla s pohonem na CNG, paradoxně právě díky vysokému tlaku plynu v zásobních nádržích, vykazují podstatně lepší bezpečnostní parametry než vozy na kapalná paliva. To je dáno vlastnostmi zemního plynu, který je lehčí než vzduch, volně se rozptyluje a neshromažďuje se v prohlubních jako např. LPG či kapalné PHM, má vysokou zápalnou teplotu (nad 540 °C) a meze výbušnosti ve směsi se vzduchem (4,4-15 %) jsou vyšší než pro kapalné PHM.

- Zemní plyn je skladován v zásobnících pod velmi vysokým tlakem 200 bar, proto jsou nádrže pevnostně konstruovány na tlaky až trojnásobně vyšší. Každá nádrž je vybavena bezpečnostním ventilem, který zajišťuje několik funkcí pro případ havárie vozu či při netěsném systému (plyn nesmí z nádrže unikat), a to i pro případ hoření vozu (nádrž nesmí při zvyšujícím se tlaku plynu vlivem ohřevu explodovat), kdy je plyn díky pojistkám volně odpouštěn ven a postupně vyhořívá.

Ekologie:

Všechna vozidla využívající klasické ropné PHM musí být z důvodů splnění stále přísnějších evropských norem neustále dovybavována lepšími, výkonnějšími, a právě proto i dražšími zařízeními. Ty sice snižují produkci emisí škodlivin, ale na druhé straně neustále zvyšují cenu dieselových autobusů i jejich provozní náklady. CNG autobusy splňují normu Euro V i připravovanou Euro VI s rezervou již dnes, a to pouze na základě vlastností a složení paliva. Budou tedy splňovat i další budoucí ještě přísnější evropské normy, a to bez nutnosti přidávání ekologizačních prvků do vozidla. Jak vyplývá z dále uvedené tabulky emisních faktorů, nejen že CNG autobusy produkují nižší emise, jako jsou CO, NOx, HC aj., ale pohon CNG produkuje o více než 50 % méně prachových částic, než stanovuje norma EURO V.

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.

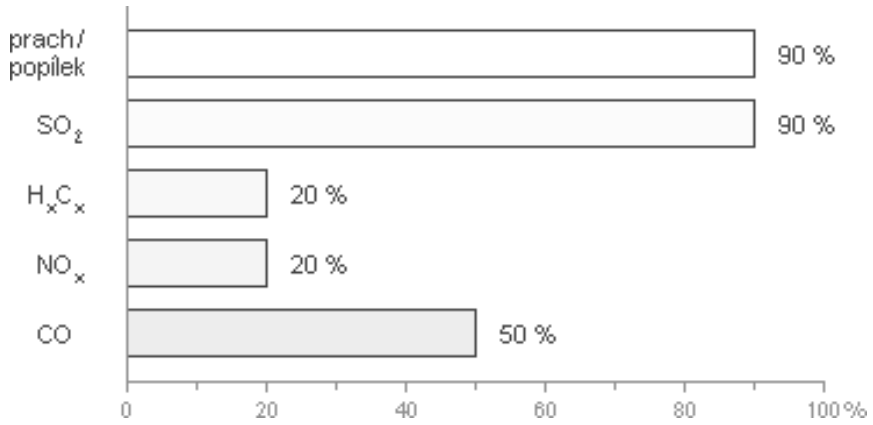
Vozidla na zemní plyn produkují výrazně méně škodlivin než vozidla s klasickým pohonem. A to nejen dnes sledovaných škodlivin – oxidů dusíku, oxidu uhelnatého, uhličitého, pevných částic, ale také i karcinogenních látek – polyaromatických uhlovodíků, aldehydů, aromátů včetně benzenu. Rovněž vliv na skleníkový 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 (SO2)
- 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

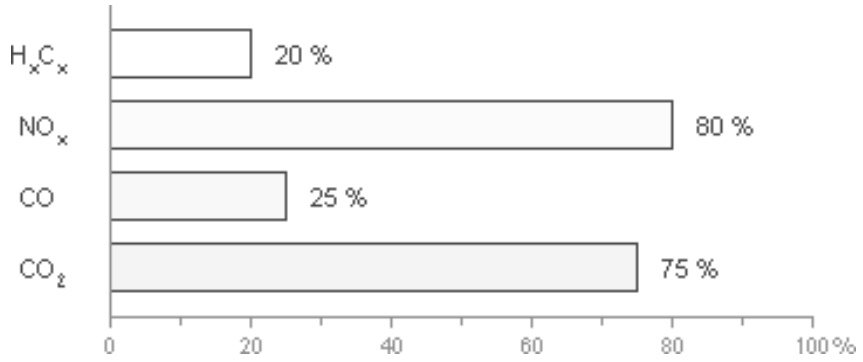
☐ Oxid siřičitý (SO2) úplná eliminace

☐ Reaktivní uhlovodíky (HxCx) o 80 % méně reaktivních uhlovodíků

☐ Oxidy dusíku (NOx) 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 (HxCx o 80 % méně reaktivních uhlovodíků

☐ Oxidy dusíku (NOx) o 20 % méně oxidů dusíku

☐ Oxid uhelnatý (CO) o 75 % méně oxidu uhelnatého

☐ Oxid uhličitý (CO2) o 25 % méně oxidu uhličitého

Výhody pohonu CNG:

Zemní plyn má velký potenciál pro využití jako motorové palivo. Je levný, má vysoké oktanové číslo, jedná se o čisté palivo, které nemá problémy se současnými i budoucími emisními limity. Zemní plyn může být užíván jako motorové palivo v klasických spalovacích motorech, benzínových nebo přímo plynových. Pro využívání zemního plynu ve vozidlech je zapotřebí speciální zásobník plynu a vstřikovací systém. Zemní plyn lze využívat jednak ve formě stlačeného plynu (tlak 200 barů), tak ve zkapalněné formě (při teplotě -162°C). „Vysokotlaká“ verze je v současnosti preferovanější variantou.

- Technologie zemního plynu je plně vyvinutá a v dlouholeté praxi vyzkoušená. Ve světě jezdí na zemní plyn více než 3 miliony vozidel v 60 zemích.
- Kromě možnosti přestavovat existující benzínová vozidla stále více automobilek nabízí přímo vozidla s pohonem na zemní plyn.
- Delší životnost zásob zemního plynu oproti ropě a rovnoměrnější rozložení nalezišť zemního plynu ve světě je velmi významnou skutečností pro budoucí rozvoj využití zemního plynu v dopravě.
- Jednoduchost distribuce plynu k uživateli. Zemní plyn je přepravován již vybudovanými plynovody, jeho používáním se snižuje počet nákladních cisteren s kapalnými pohonnými hmotami na silnicích.
- Větší perspektiva zemního plynu oproti produktům ropy (benzínu, naftě, propan butanu) vzhledem k jeho větším zásobám oproti ropě.

Nevýhody:

- Nedostatečná infrastruktura
- Každé alternativní palivo, které se snaží konkurovat tradičním pohonným hmotám, trpí neexistencí dostatečné infrastruktury potřebné k rozšíření jeho užití. Zejména se jedná o problém menšího počtu plnících stanic.
- Vyšší náklady

a) *Vyšší náklady na vozidlo:*

- přestavby vozidel na plyn zvyšují cenu vozidla vzhledem k investici na pořízení (schválení) plynové zástavby do vozidla,

- sériově vyráběné plynové vozy jsou dražší (menší počty kusů, individuelní výroba)

b) *Vyšší náklady na plnící stanice, na díly plynových zástaveb*

Vzhledem k doposud malému rozšíření a tudíž malosériové výrobě plynových vozidel jsou náklady vyšší. Lze očekávat, že náklady klesnou s širším využíváním zemního plynu v dopravě.

- Zhoršení stávajícího komfortu
- Nutnost pravidelných kontrol plynových zástaveb

- Zmenšení zavazadlového prostoru nebo užitného prostoru o prostor, který zabírá tlaková nádrž.

Pozn. je možno řešit umístěním tlakové nádrže na střechu (autobusy), pod vozidlo (osobní, nákladní automobily) nebo do jiných prostor (př. místo náhradního kola).

Provozní nevýhody

- Zvýšení celkové hmotnosti automobilu a tím snížení povolené hmotnosti užitečné v důsledku instalace tlakové nádrže na plyn.

Pozn. řešením je užití tlakových lahví z kompozitních materiálů, které jsou až 5x lehčí než tradiční ocelové.

- Zpřísněná bezpečnostní opatření (garážování, opravy ...)
- Snížení výkonu motoru (o cca 5–10 %) u přestavovaných vozidel
- Menší dojezd CNG vozidel oproti klasickým palivům (osobní automobil dodatečně upravený na provoz na zemní plyn – 200–250 km).

Autobusy v Pardubicích

Citelis o délce 12M na zemný plyn je poháněný motorem Iveco Cursor 8 CNG (EEV). Využití zemního plynu jako paliva v dopravných prostředcích má svoje nesporné ekologické, ale taktéž ekonomické přínosy pro uživatele a je jedním ze současných trendů vývoje dopravní techniky. Citelis CNG je plně nízkopodlažní autobus s nástupnou výškou u předních dveří 320 mm a u středních a zadních dveří 330 mm. Všechny dveře jsou dvoukřídlé a tím upevňují pohodlný nástup cestujícím. Dvanáctimetrová verze Citelisu CNG je vybavená osmi tlakovými bombami z odlehčených kompozitních materiálů zn. DYNETEK o celkovém objemu 1 240 litrů.

TECHNICKÉ ÚDAJE

délka 11 990 mm, šířka 2 500 mm, nejvyšší výška 3 301 mm, celková max. hmotnost na přední nápravu 6 500 kg, celková max. hmotnost na zadní nápravu 11 500 kg, nástupná výška u předních dveří 320 mm, nástupná výška u středních a zadních dveří 330 mm, počet míst na sezení 28 až 32, počet míst na státní cca 50 míst (podle výbavy)

POHONNÁ JEDNOTKA

motor Iveco Cursor 8 CNG EEV, max. výkon 200 kW při 2000 ot/min, kroutící moment 1 100 Nm při 1 100 ot/min, automatická převodovka Voith nebo ZF, ovládáni převodovky 3 tlačítkovým, 5 tlačítkovým anebo 6 tlačítkovým voličem.

FOTO:

EKOLOGIE V DOPRAVĚ

PATRIK VŠETEČKA, Střední odborná škola a Střední odborné učiliště Hradební 1029, Hradec Králové 3

ÚVOD

Do soutěže Enersol, mě přihlásila moje paní třídní učitelka Ivana Tláskalová a já jsem si vybral téma práce – Ekologie v dopravě, protože již od malička mě doprava zajímá.V počátcích dopravy, kdy naložené povozy tahali koně, byla doprava velmi ekologická. S vynálezem spalovacího motoru se toto však změnilo a lidé tímto způsobem začali znečišťovat velmi výrazným způsobem životní prostředí. Moderní člověk si začal uvědomovat, jaké škody tímto napáchal a začíná se vracet opět k ekologické dopravě. Neznamená to, že budeme do práce a do školy jezdit na koních, nýbrž se vyvíjejí alternativní pohony vozidel. I v této práci se spíše budu věnovat automobilové dopravě už jen proto, že tato doprava je nejrozšířenější a nejvíce používaná. Měli bychom si ale uvědomit, že každý z nás nakupuje spotřební zboží, které bylo dovezeno do obchodu nákladním automobilem, jsme tedy i my součástí této problematiky. Dále bychom si měli uvědomit, že každý druhý člověk vlastní vozidlo většinou se spalovacím motorem, které je velice neekologické. Z tohoto důvodu i my můžeme přispět k ochraně životního prostředí tím, že obětujeme část svého pohodlí a do práce nepojedeme motorovým vozidlem, ale využijeme například trolejbus. Věřím, že i přes toto nepohodlí každého z nás bude hřát u srdce to, že chráníme své životní prostředí pro budoucí generace.

Ekologický vývoj dopravy

AUTOMOBILOVÁ DOPRAVA

Používají se pro přepravu všech látek a materiálů v malém množství na malé a střední vzdálenosti. Výhodou je snadná a poměrně rychlá dopravní obslužnost všech lokalit.

- Nevýhodou je závislost na lidském faktoru, velké poškozování životního prostředí při spalování pohonných látek, díky množství provozovaných dopravních prostředků.

Koňské spřežení	***Starý nákladní automobil***	***Moderní nákladní automobil***
Ekologické	- Neekologické	- Ekologické EURO 5
Neefektivní	- Efektivní	- Efektivní

LODNÍ DOPRAVA

Používají se pro přepravu všech látek a materiálů ve větším množství na velké vzdálenosti.

- Výhodou je bezpečný a levný provoz. Nevýhodou je možnost vzniku velkých ekologických katastrof při haváriích.

Plachetnice	**Nákladní loď**	**Moderní nákladní loď**
Ekologické	- Neekologické	- Ekologické - elektro solární
Malý nákladní prostor	- Efektivní	- Efektivní

ŽELEZNIČNÍ DOPRAVA

Používají se pro přepravu všech látek a materiálů ve větším množství na velké vzdálenosti.

Výhodou je poměrně bezpečný, rychlý a levný převoz látek a materiálu.

Nevýhodou je menší dopravní obslužnost všech lokalit a dlouhá doba přepravy.

První vlaky	**Parní lokomotivy**	**Moderní rychlovlaky**
Neekologické	- Velmi neekologické	- Ekologické – elektrický pohon
Málo efektivní	- Efektivní	- Velmi efektivní

LETECKÁ DOPRAVA

Používají se pro rychlou přepravu látek, materiálů a osob.

- Výhodou je rychlost a spolehlivost.
- Nevýhodou je velká finanční náročnost provozu a nešetrnost k životnímu prostředí.
- Při letu z Prahy do New Yorku motor Boeningu spotřebuje stejné množství kyslíku jako průměrný člověk za celý život.

Poštovní holub	**První letadla**	**Moderní nákladní letadla**
Ekologické	- Neekologické	- Stále neekologické
Neefektivní	- Neefektivní	- Velice efektivní

Automobilová doprava

V automobilové dopravě se zejména používají automobily, autobusy a nákladní automobily. Jedná se o relativně nákladný způsob dopravy. O proti jiným druhům dopravy,jsou automobily velice flexibilní,a dostanou se na mnoho nedostupných míst,kam se třeba železniční doprava nedostane, a proto je tato automobilová doprava velice žádaná. Značně znečišťuje naše životní prostředí, a to vede ke snahám ji omezit. Tato doprava patří mezi nejnebezpečnější dopravy vůbec. V důsledku zpřísňujících se předpisů upravujících povolené emisní normy škodlivin se výrazně zlepšily emisní vlastnosti dnešních moderních automobilů.EURO snižuje škodliviny, které jsou vypuštěny do ovzduší,a to je oxid dusíku,oxid uhelnatý a sloučeniny HC.

Tabulka – limitní hodnoty škodlivin (g/kWh) a kouřivosti (m-1) zavedené jednotlivými

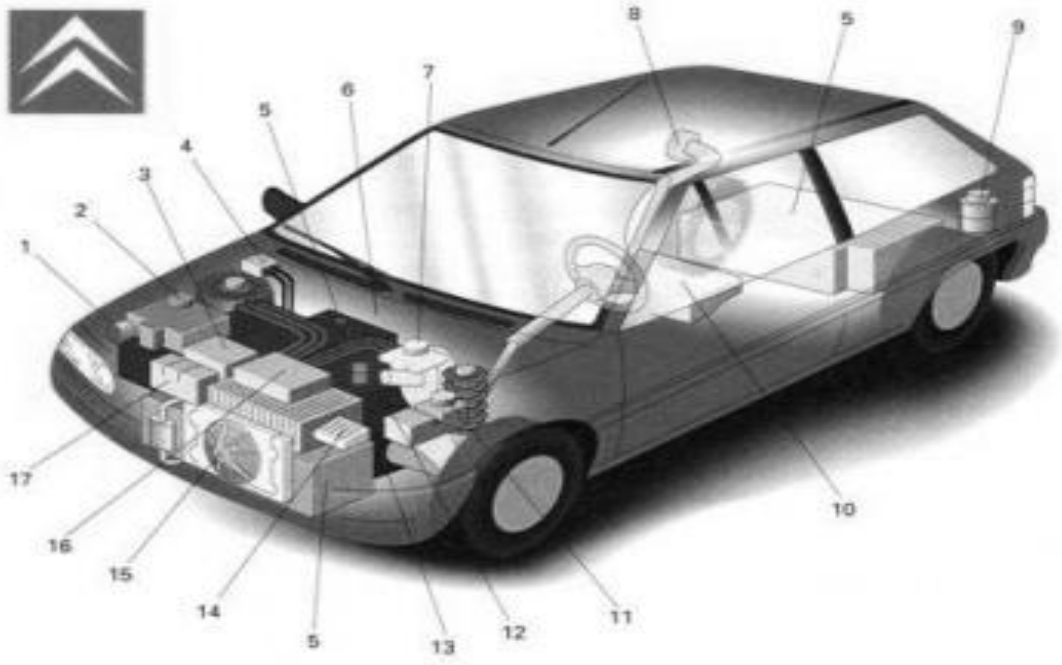
Evropskými předpisy EURO pro motory využívané v nákladních vozech a autobusech.

Předpis	Rok Platnosti	Oxid uhelnatý (CO)	Uhlovodíky (HC)	Oxidy Dusíku (Nox)	Pevné částice	Kouřivost
EURO 1	1992	4,5	1,1	8,0	0,612(0,36)	
EURO 2	1995	4,0	1,1	7,0	0,25(0,15)	
EURO 3	2000	2,1	0,66	5,0	0,10(0,13)	0,8
EURO 4	2005	1,5	0,46	3,5	0,03	0,5
EURO 5	2008	1,5	0,46	3,5	0,03	0,5
EEV	1999	1,0	0,25	2,0	0,02	0,15
	2013	1,0	0,25	0,4	0,01	

Elektromobil

Navzdory tomu, že elektromobily v mnoha parametrech překonávají automobily se spalovacími motory, nedošlo k jejich masivní výrobě, jako v případě automobilů. Z dnešního pohledu rostoucích cen ropy a klesajících zásob nerostného bohatství, především ropy a zemního plynu, je pravděpodobné, že bude docházet k hledání alternativ za spalovací motory, daleko více, než kdykoliv předtím. Jako jedna z možných alternativ se nabízí právě

elektromobily. V čem lze spatřovat jejich výhody oproti z dnešního pohledu "nepostradatelným" automobilům? Elektromobil je vozidlo poháněné elektrickou energií ze solárních panelů či baterie. Neobsahuje spalovací motor, výfukový systém, olej, zapalovací svíčky, rozvody, spojku, převodovku, atd. Z tohoto důvodu se dají předpokládat i nižší výrobní náklady na vozovou jednotku a přímo úměrně k tomu i úspora energie pro jejich výrobu, což je opět šetrnější k naší planetě.



1 - nádobka ostřikovačů
2 - nádržka vodního topení
3 - palubní baterie 12V
4 - dobíjecí zásuvka
5 - vrchní bateriový box
6 - pojistková skříňka
7 - nádržka brzdové kapaliny
8 - nalévací hrdlo pro benzinové topení
9 - nádržka hydrauliky servořízení
10 - nádrž pro benzinové topení
11 - nádržka vodního chlazení baterií
12 - ventilátor chlazení elektromotoru
13 - Elektromotor Leroy-Sommer
14 - reléová a pojistková skříňka
15 - ventilátor chladiče kapaliny
16 - konektorová skříň baterií
17 - benzinové teplovodní topení

Elektromobil v praxi

Již v roce 1882 byl vyroben první trolejbus. V té době to byl jen pokus o něco nového, aniž by si tvůrci uvědomovali, že píší dějiny dopravy. Postupně se tento pohon vozových jednotek vyvíjel do dnešních podob a jeví se jako velmi perspektivní a šetrný k životnímu prostředí. V současnosti je na světě několik projektů, které se zabývají ekologickou distribucí zboží po velkých městech. Mezi tyto projekty se zapojila i dopravní společnost Hoek BV v městě Utrecht. Celý systém spočívá v tom,že na okraji města Utrecht bylo zřízeno velké překladiště, kam přivážejí kamiony zboží a z tohoto překladiště se zásilky rozvážejí po městě ke konečným příjemcům vozidly na elektrický pohon s několika přívěsy. Tímto způsobem je chráněno životní prostředí v centru města, lidé nejsou obtěžováni hlukem motorů a

výfukovými zplodinami. Tento projekt byl zrealizován jako první v Evropě a dle mého názoru by velká města měla tento systém následovat.

Emise elektromobilu

Automobily se spalovacími motory vypouštějí do ovzduší v průměru 161 g/km CO2 Emisní zátěž elektromobilů rozlišujeme na přímou (tzv. místní emise) a nepřímou emisní zátěž. U přímé emisní zátěže dosahují elektromobily nulových výsledků. Nepřímá emisní zátěž je odrazem celého cyklu, tedy od extrakce surovin až po energetickou-distribuční soustavu. V ČR dosahují emisní hodnoty elektromobilů 50 - 100 g/km v závislosti na způsobu získané elektrické energie. Nepřímé emise se navíc po dobu životnosti elektromobilu snižují.

Emise CO2 vznikající od výroby až po provoz vozidla (v g)

Druh paliva	g CO2
Elektřina	9 526
Ethanol E85	11 895
Biodiesel 5%	12 800
Plyn CNG	13 400
Diesel	15 200
Benzin	16 400

Výhody a nevýhody elektromobilu

Výhody:

- Absence hluku,vibrací a prachu
- Rekuperace energie
- Zjednodušení vozidla
- Výhodnější povinné ručení
- Naprosto ekologické

Nevýhody:

- Krátký akční rádius
- Vysoká pořizovací cena
- Nedostatek dobíjecích míst

Místa, kde se nachází dobíjecí stanice

Závěr

Tato práce s tématem Ekologie v dopravě, mě určitě bavila, dozvěděl sem se spoustu nových informací, které díky tomuto projektu budou prospěšné i dalším lidem, kteří si jej

přečtou. Snad si lidé uvědomí, že není třeba ničit naši planetu,můžeme napomoci k jejímu neznečišťování ekologickými dopravními prostředky, které sice ještě nejsou 100% spolehlivé, ale věřím, že za pár let se elektromobily ujmou…či jiná ekologické témata,znečišťování není jen o dopravě.

OHŘEV TUV POMOCÍ DESKOVÉHO SOLÁRNÍHO KOLEKTORU NA SAMOTÍŽ

TOMÁŠ JIŘIŠTĚ, STŘEDNÍ ODBORNÁ ŠKOLA A STŘEDNÍ ODBORNÉ UČILIŠTĚ, HRADEC KRÁLOVÉ, VOCELOVA 1338

ÚVOD

K čemu slouží solární systémy?

Slouží k zachytávání slunečních paprsků a jejich přeměně na tepelnou energii.

Solární systémy mají tři základní způsoby využití:

- Ohřev teplé užitkové vody (TUV)
- Ohřev bazénů
- Přitápění

Solární systémy jsou sestavy z komponentů, které jsou navrženy tak, aby bylo zajištěno optimální zužitkování slunečního záření, a to celoročně.

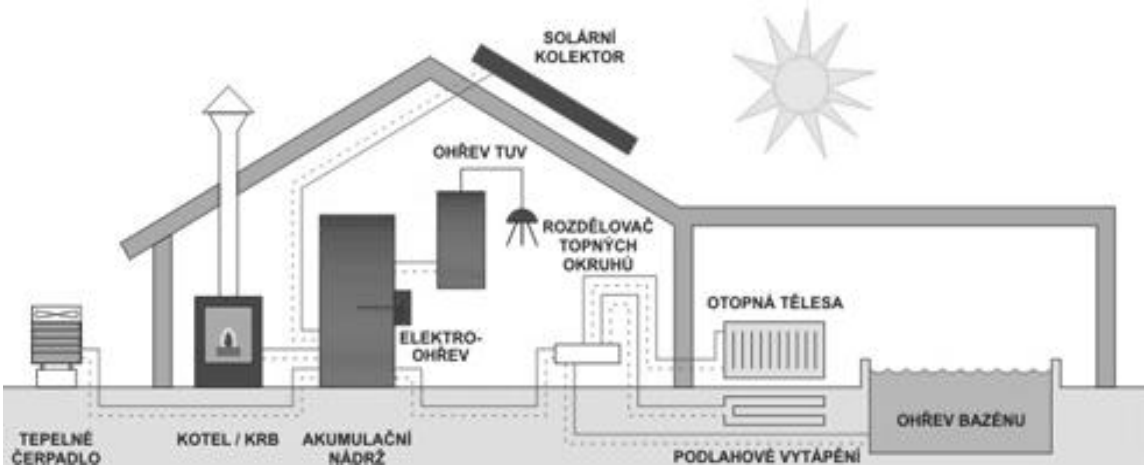
Princip:

Slunce svítí na kolektor, ve kterém průběžně koluje voda a ohřívá se. Poté putuje do akumulační nádrže, kde se může ještě přihřát pomocí kotle a poté můžeme vodu využít v celém oběhovém systému. Jako TUV, ohřev bazénů, přitápění...

Solární kolektory můžeme dělit na dva druhy:

- Deskové (ploché) solární kolektory
- Trubicové (vakuové) solární kolektory

Příklad využití solárního kolektoru v obytném domě:



Deskové solární kolektory

Vyznačují se velkou plochou zasklení a velkým absorbérem. Jejich výkon je při plném slunečním záření velký. Využívají většinu sluneční energie, dopadající na jimi zastavěnou plochu.

- Jsou levné a mají velmi dobrý výkon v létě
- Snadno se instalují a udržují
- Většina modelů se hodí pouze pro sezónní použití

Trubicové solární kolektory

Využívají jako tepelnou izolaci vakuum, vytvořené mezi dvěma skleněnými trubicemi. Na vnitřní trubici je nanesena vysoce selektivní absorpční vrstva. Získané teplo se odvádí speciálními hliníkovými lamelami do měděných trubiček, ve kterých proudí ohřívaná kapalina.

- Při nízkých venkovních teplotách
- Při difuzním záření, kdy je slunce za mrakem
- Celoroční ohřev bazénu a vody pro domácnost
- Velká pořizovací cena
- Některé typy jsou mechanicky zranitelné

Ohřev TUV v rodinném domku pomocí deskového solárního kolektoru na samotíž

Kolektor se nachází na rodinném domku v obci Živanice nedaleko Pardubic. Přesná poloha obce je 50°3'48.463"S, 15°38'50.968"V. Solární panel je umístěn na šikmé střeše pod úhlem asi 45°. Aktivní strana kolektoru leží směrem na jih. Solární kolektor je připojen mědí průměru 22 mm (větší průměr než obvykle, kvůli samotíži) k nepřímotopnému ohřívači Dražice SOL 200, který se nachází nad úrovní solárního kolektoru. Na měděných trubkách se nachází izolace Aeroflex (20 mm), která velmi dobře izoluje teplo. V soustavě se nachází otevřená expanzní nádrž, která je nejvýš v celé soustavě. Voda je přivedena ze studny, takže se platí pouze stočné. Ohřátá voda se používá pouze jako užitková (sprchování, mytí nádobí, ...). V případě že slunce moc nesvítí a voda se ohřeje na málo stupňů, můžeme vodu dohřát pomocí kotle Dakon 15 KZ R. Výhodou soustavy je, že potřebujeme minimum součástek a k provozu není nutná žádná energie. Solární soustava je téměř bezporuchová (není tam nic, co by se dalo poškodit)

Studená voda je přivedena do nepřímotopného ohřívače SOL 200. Na ohřívač je napojen Deskový solární kolektor SOL 110, jedná se o cirkulující okruh s nemrznoucí směsi, která se v kolektorech ohřívá od Slunce a tuto získanou tepelnou energii předává prostřednictvím trubkového výměníku do zásobníku. Pomocí kondenzačního kotle Dakon 15 KZ R, můžeme dohřívat vodu v zásobníku. U soustavy je otevřená expanzní nádrž z důvodů samotížného systému.

Komponenty solárního sysému

- ***Solární kolektor Topsolar Sol 110***

Plochý solární kolektor SOL 110 je určen k celoroční absorbci přímého a difúzního slunečního záření, které bude přeměněno na tepelnou energii. Možnost užití solárního kolektoru je veliká, buď na Ohřev TUV, Přitápění objektu, Ohřev bazénů, ale v tomto případě pouze na nepřímý ohřev TUV. Solární kolektor musí být ve vertikální pozici, kvůli samotížnému systému. Účinnost v reálném provozu je asi 60 %. Maximální výkon kolektoru je asi 1,5 kW. Srdcem kolektoru je celoplošný absorbér typu FlatWing, s vysoce selektivním povrchem, citlivým i na minimální sluneční záření. Účinná plocha absorbéru je něco kolem 2 m2.

- ***Nepřímotopný ohřívač SOL 200***

Nepřímotopný ohřívač pro solární systémy k postavení na zem o objemu 200 litrů. Ohřívač obsahuje dvě topné spirály pro ohřev TUV z externího zdroje nebo kombinaci různých zdrojů (Solární panel, kotel).

- ***Plynový kondenzační kotel Dakon KZ 15 R***

Nástěnný plynový kondenzační kotel KZ 15 R je určen pro vytápění objektu. Vysoká účinnost až 107 %, úspory paliva až 30 % při níkoteplotním provozu oproti kotlům s tradičním spalováním. Výkon tohoto kotle je 4-15 kW. Tyto kotle jsou vhodné především pro nízkoteplotní provoz při teplotě vratné vody nižší, než je rosný bod vodní páry obsažené ve spalinách. V tomto režimu dokáže kondenzační kotel využít i tepelnou energii vodní páry, která u kotlů s tradičním spalováním uniká komínem do atmosféry.

- ***Kaučuková izolace Aeroflex EPDM 22 mm***

Izolace EPDM odolná proti UV záření a vysokým teplotám určená k izolacím solárního potrubí. Má mimořádně dobré izolační vlastnosti. Síla stěny 20 mm zaručuje vynikající izolační vlastnosti. Vnitřní průměr 22 mm. Zachovává si svojí úplnou funkčnost v rozmezí teplot -200° C až +150° C.

Náklady a návratnost

Výpočet nákladů na výrobu TUV

TUV pro 4 - členou rodinu

10,5 kWh = 1 m3

1 kWh = 1,238 Kč (plyn)

1 osoba spotřebuje přibližně 40 litrů TUV (55° C).....0,15 m3

4 osoby přibližně 160 litrů (55° C).....0,6 m3

4 osoby za rok asi 58400 litrů.....219 m3 / 2300 kWh

4 osoby za rok celkem.....2847,4 Kč

Solární kolektor.....1,5 kW/2 m2 (samotíž- účinnost asi 60 %)

Za den.....průměrně asi 2,5 kWh

Za rok.....průměrně 915 kWh

Ušetříme za rok asi.....1130 Kč (asi 40 % ročně)

Návratnost

V našich středoevropských podmínkách je energetický zisk asi 900 kWh/rok z jednoho kolektoru, což při současných cenách tradičních zdrojů posunuje využití sluneční energie na jedno z předních míst. Z výše uvedených a vypočtených skutečností vychází návratnost nákladů tohoto systému asi 7 let. Pokud vezmeme v úvahu cenu kolektoru 8000,- Kč.

Závěr

Největší výhoda ohřevu TUV v rodinném domku pomocí deskového solárního kolektoru na samotíž je v absenci nuceného oběhu, resp. nutnosti použití oběhového čerpadla. Menší nevýhodou, kterou však většinou není těžké konstrukčně vyřešit, je nutnost výškového umístění solárního kolektoru pod úroveň bojleru.

Provozní náklady jsou nulové. Voda ze studny je zdarma a v soustavě nejsou žádná čerpadla, provoz je tedy skutečně beznákladový. Z ekologického pohledu se jedná o obnovitelný zdroj energie bez jakýchkoliv negativních účinků. Nezanedbatelná je i jednoduchá montáž a následný 100 % bezproblémový provoz systému.

SLEDOVAČ SLUNCE S FV PANELEM – UČEBNÍ POMŮCKA

VOJTĚCH ZÍVAL, ZDENĚK FLEKNA, ROBIN TURNOVSKÝ, JAN ŠTEFAN, Nová Paka, Kumburská 846, 509 31 Nová Paka

1. ÚVOD

1.1 Proč jsme si tento projekt vybrali

Studujeme technicky zaměřenou střední školu a máme rádi, když si občas na praxích zhotovíme nějaký ten zesilovač, blikající stromeček apod. Společně jsme se rozhodli vypracovat větší projekt. Shodou okolností jsme jako třída byli na exkurzi v Myštěvsi, kde je instalováno 17 solárních natáčecích panelů. Na jednom polohovacím zařízení je 30 fotovoltaických panelů. Zde jsme konzultovali s majitelem elektrárny Ing. Liborem Lacinou, jak jeho záměr postavení elektrárny vznikal a jak stavěl modely elektrárny. Mimochodem jeho první model byl zhotoven ze známé stavebnice Merkur. Tato varianta výroby elektrické energie se nám zalíbila, a proto jsme se pustili do projektu s názvem „Sledovač slunce“. Tak vznikl nápad o natáčecím systému solárního panelu.

1.2 Stručná charakteristika projektu

Automatické solární natáčení za sluncem – i takto se dá nazvat tento projekt. Jedná se o konstrukci, která „drží“ dva solární panely. Ve spodní části se nacházejí dvě čidla, která komunikují se zařízením uloženým v hlavním rozvaděči. Pokud dopadá stejné množství světla na obě čidla, konstrukce stojí a solární panely vyrábí právě nejvíce energie. Pokud se slunce posune jiným směrem, časové relé sepne el. obvod, který opět vyrovnává solární panely do té doby, než se na čidlech objeví stejné množství světla. Toto automatické natáčení se dá vyřadit z provozu a poté využít manuální natáčení. Při maximálním vytočení se celý mechanismus vypne pomocí koncových spínačů z bezpečnostních důvodů kvůli poškození. Vyrobený el. proud se přivede na regulátor. Ten má na starost dobíjet akumulátor v požadovaném napětí. Jako poslední zařízení se v rozvaděči nachází střídač napětí. Na rozvaděči můžeme vidět napětí na solárních panelech, odebíraný proud, výstupní napětí ze střídače a přepínače na automatické či manuální natáčení.

1.3 Teoretická část

Špičková technologie výroby elektrické energie z fotovoltaiky zaujala důležité místo v energetických koncepcích mnoha evropských zemí. Šetrný způsob k životnímu prostředí je

stále aktuálnější vzhledem k nevratně narušenému klimatu na Zemi. Je téměř povinností nás všech zaujmout aktivní postoj ke všem alternativním zdrojům energií, mezi které fotovoltaické systémy neodmyslitelně patří. Předpokládá se, že během několika desetiletí budou fotovoltaické panely vyrábět až dvacetinu světové potřeby elektřiny. Provoz solárních panelů je ekologicky čistý, při provozu nevzniká žádné znečištění ani jiné negativná vlivy. Energie potřebná na jejich výrobu se vrátí dle jednotlivých typů kolem 2-5 let. Šetříme tak omezené zásoby energetických zdrojů a stáváme se energeticky nezávislými. Zdroj solární energie je nevyčerpatelný a přístupný téměř kdekoliv na Zemi. Přínos fotovoltaických článků spočívá ve výrobě elektřiny přímo ze solárního zařízení. Jde v zásadě o to, že na rozhraní dvou materiálů, na něž dopadá světlo, vzniká elektrické napětí a uzavřením obvodu lze získat elektrický proud. Nejpoužívanějším materiálem pro výrobu fotovoltaických článků je křemík. O principech a fungování fotovoltaických článků bylo a bude v různých pracích napsáno určitě hodně, a proto jsme se omezili pouze na shrnutí. Výkonovou jednotkou fotovoltaických panelů je Wp (watt peak), je to špičkový výkon naměřený za daných podmínek (ozáření 1000W/m2, teplota 25°C a složení světla). Účinnost solárních panelů je cca 14 - 18%, životnost 25 - 30 let. Na jeden m2 území ČR dopadne ročně v průměru 950 – 1050 kWh energie. Celková průměrná roční doba slunečního svitu jen v Praze představuje asi 1550 hodin. S ohledem na účinnost fotovoltaických panelů a dalších potřebných zařízení tak lze za rok získat z 1m2 80 – 120 kWh elektřiny. Polohovatelná instalace je osazována na speciální konstrukci pro automatické natáčení a naklápění panelů, ovšem v porovnání s případným zvýšením výkonu je instalace nákladná. Na odlehlých místech (horské chaty, chalupy a další objekty, samoty, jachty atd.), kde není elektřina k dispozici a vybudování přípojek je finančně velmi náročné nebo není z technických důvodů dokonce vůbec možné, je výroba elektřiny fotovoltaickými panely nutná. K nezávislé výrobě elektřiny postačí fotovoltaický panel, regulátor a akumulátor. Solární záření dopadající na povrch panelu je přeměněno na elektřinu, která je uložena v akumulátorech nebo vedena do distribuční sítě. V akumulátorech elektrickou energii můžete použít nejen pro osvětlení, napájení televize a rádia, pohon elektrického nářadí nebo oběhového čerpadla, ale také pro poplašná zařízení, protože nedochází k výpadkům proudu. Tuto elektrickou energii využijete pro veškeré spotřebiče s napájením 12 nebo 24V. Pokud je potřeba připojit běžný spotřebič na 230V, stačí mezi akumulátor a zmíněný spotřebič zapojit napěťový střídač. Fotovoltaickým panelům nevadí déšť, sníh, kroupy ani hluboký mráz, provozu nepřekáží ani vysoké teploty.

Putování Slunce během roku

Země se otáčí okolo zemské osy s periodou 24 hodin (ve skutečnosti je to zhruba o 4 minuty méně. Tento jev je dán tím, že Země obíhá zároveň kolem Slunce a během jednoho dne se na své dráze dokáže posunout o = 4 minuty). Kružnici, kterou Slunce po obloze zdánlivě

opisuje, nevidíme v našich zeměpisných šířkách nikdy celou. To by se nám mohlo podařit pouze v polárních oblastech a zároveň v období polárního dne, který nastává v létě. U nás vidíme z této kružnice jen část (v létě větší a v zimě menší část). Rotace Země je vůči rovině oběžné dráhy skloněna přibližně o 23°.

ZIMA

Pokud je na severní polokouli zima, je severní polokoule odkloněna od Slunce. Slunce se pohybuje nad obratníkem Kozoroha (23° na jih od rovníku). Maximální výška nad obzorem, na kterou se Slunce dostane v době zimního slunovratu (v době delších nocí), je pouhých 18°.

LÉTO

V létě, v období kolem letního slunovratu, se Slunce pohybuje nad obratníkem Raka (23° na sever od rovníku). V našich zeměpisných šířkách vystoupá v létě až na 63° nad obzor.

Energii WPOL fotovoltaického panelu, který ideálně sleduje pohyb Slunce, tzn. že paprsky dopadají vždy kolmo na fotovoltaický panel

Porovnáním energií přicházíme k přírůstku přibližně 1,57x. Ve skutečnosti je toto navýšení nižší a pohybuje se kolem 30 ÷ 50%

Snížení navýšení je hlavně způsobeno např. těmito aspekty:

po východu slunce a před jeho západem svítí slunce přes silnou vrstvu atmosféry, která snižuje intenzitu dopadajícího záření na plochu fotovoltaických panelů orientovanou kolmo ke směru poledního záření,ve vyšších zeměpisných šířkách může být den delší než 12 hodin,vlivem difúzního záření. Další vlivy se dají odhadnout pouze z dlouhodobých statistik. Zatažená obloha způsobuje, že se natáčený i pevný panel chovají stejně. Podle statistik tak v delším časovém horizontu dokáže vyrobit panel natáčený ve dvou osách ve středoevropských podmínkách jen asi o jedenáct procent více energie než panel pevně nastavený. Lepších výsledků lze dosáhnout pouze v jižněji položených lokalitách, kde bývá vyšší počet slunečních dní a nad difuzní složkou převládá přímá složka slunečního záření.

Zařízení pro sledování pohybu slunce

Zařízení pro sledování pohybu slunce zajišťuje trvalý kolmý dopad paprsků slunce na fotovoltaický panel. Tyto systémy zároveň často umožňují přímé připojení na spotřebiče bez baterií. Sledovač slunce vykazuje nejvyšší zisk v ranních a večerních hodinách, kdy je pevný panel osvětlený pouze difuzní složkou záření (rozptýleným zářením oblohy). V té době

ovšem prochází přímé sluneční záření i mnohonásobně větší vrstvou atmosféry, a je tím pádem silně utlumené.

Pro sledování polohy slunce jsou vyvinuté různé technologie:

a) aktivní – senzor polohy slunce + motor;

b) pasivní – využívá tepelné roztažnosti plynů;

c) časovací – systém, který pracuje s reálným časem a vypočítává polohu slunce + motor.

U malých natáčecích systémů, které jsou nejrozšířenější, se často používá natáčení kolem jedné osy (náš případ), což umožňuje sledovat denní pohyb slunce po obloze. Změna výšky slunce nad obzorem se v průběhu roku několikrát ručně nastaví. Dochází sice k určitým ztrátám, kdy poloha panelu vzhledem k výšce slunce nad obzorem není ideální, ale s ohledem na výkon malých FVS jsou tyto ztráty zanedbatelné. U velkých natáčecích systémů se používá natáčení ve dvou osách.

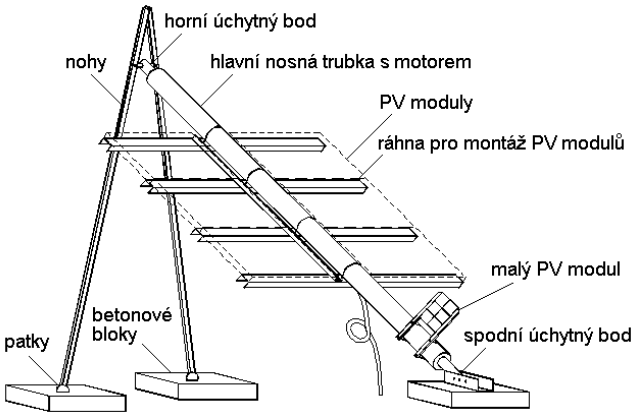
1.4 Naše pojetí

Celý projekt se zabývá zjištěním využitelnosti automaticky natáčejících se solárních panelů. Každé použité zapojení nebo součástka navíc se musí promýšlet s rozvahou. Nám šlo hlavně o to, aby se co nejvíce energie ušetřilo při samotném natáčení, a tím se využilo více energie pro napájení námi použitého měniče 12V/230V. Celý regulátor dobíjení byl použit z časopisu AR 3/2007. Pro automatické natáčení jsme použili časové relé, které spouští natáčení v určitý čas na předem nastavenou dobu. Posledním problémem byl pro nás střídač. Nakonec jsme byli nuceni střídač koupit a následně upravit pro naše potřeby, a to z jediného důvodu, kvůli již zmiňované spotřebě. Celý systém odebírá na prázdno se zapnutým časovým relé a střídačem okolo 360mA. Pro horizontální natočení je použita obyčejná šroubovice, kterou se nastavuje určitý úhel celého zařízení. V létě je tento úhel cca 63° (obr. 1), v zimě to je 18° (obr. 2). Horizontální úhel se tedy nastavuje např. 1x měsíčně, a proto je zbytečné za účelem úspory co nejvíce el. energie řešit tento problém automaticky.

2. Konstrukce

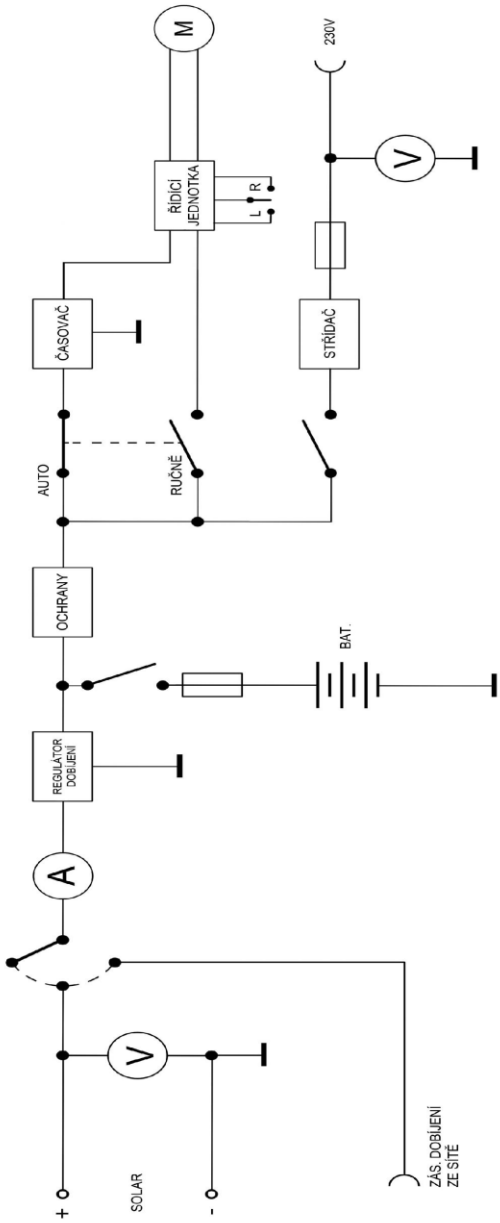
2.1 Zhotovení mechanické konstrukce

Největší starost nám od počátku dělala mechanická konstrukce a strojírenské



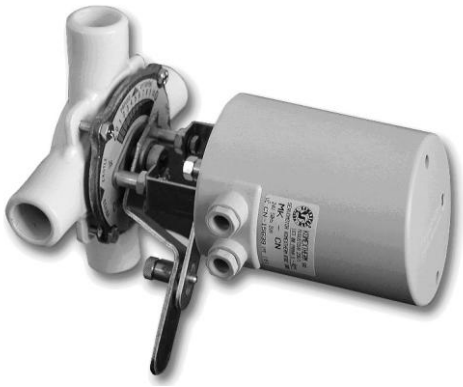
práce. Předlohou nám byla konstrukce TRAXLE (obr. 6). Informace jsme čerpali z internetu a literatury [1]. Nakonec se do projektu v minulém školním roce zapojili i učni druhého ročníku oboru nástrojař. Protože byli mimořádně zruční, smontovali celou mechanickou konstrukci dle předloh sami ještě během minulého školního roku. Předlohy a výkresy jim sice upravil jejich vyučující Ing. Jiří Vojtíšek, ale výsledek byl takový, že si celou konstrukci svařili v dílnách po svém. Bohužel konstrukční výkresy již nebyly překresleny a zpracovány v elektronické podobě, takže výsledek dokreslují pouze fotografie v příloze. V průběhu minulých letních prázdnin byla konstrukce opatřena barvou. V letošním školním roce jsme na konstrukci připevnili fotovoltaické panely a provedli elektroinstalaci.

2.2 Blokové schéma



2.3 Natáčení

V obvodu jsou použity dva operační zesilovače. Jako čidla zde slouží dva párované fotorezistory. Jejich natočení musí být pod úhlem 45° a jsou odděleny tmavou přepážkou, v našem případě černým plastem (obr. 7) pro pohlcení slunečních paprsků. U odrazných materiálů, jako je obyčejný plech, dochází k odrazu paprsků, a tudíž nepřesnosti natáčení. Výstupy operačních zesilovačů jsou přivedeny na čtyři tranzistory zapojené do můstku. Každý tranzistor je chráněn diodou. Tranzistory jsou opatřeny malým chladičem. K mechanickému natočení zde slouží malý stejnosměrný motor, který dokáže hýbat celým mechanismem již od 5V a odběru několika mA, a to díky získanému servopohonu MK-CN (obr. 9). Servopohon měl pro pohyb hřídele střídavý motor na 24V, který byl vyměněn za stejnosměrný motorek na 12V. Výhodou je také vybavení koncovými spínači, které jsme použili jako ochranu před poškozením konstrukce při velkém otočení panelů. Horizontální natáčení je řešeno pomocí šroubovice, které se provádí méně často ručně.

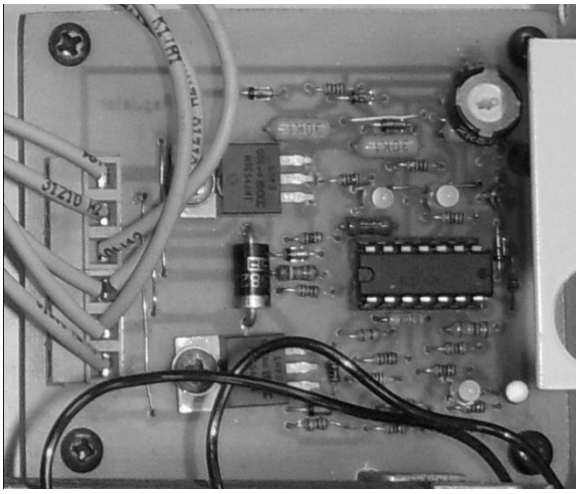


Toto jednoduché zapojení ovládající natáčení solárního panelu řídí dva komparátory. Na jejich vstup jsou zapojeny dva fotoodpory umístěné na solárním panelu. Pokud je jejich odpor stejný (panel je správně natočen – svítí na oba odpory stejné množství světla), komparátory mají na výstupu stejné napětí a motor se netočí. V případě změny hodnoty jednoho z fotoodporů se na jednom komparátoru objeví jiné napětí, tudíž se otevře jedna dvojice tranzistorů a motor se začne točit na požadovanou stranu. Každý tranzistor je chráněn diodou. Přesnější nastavení poměru odporu a citlivost celého zařízení obstarávají dva trimry zapojené před operačními zesilovači.

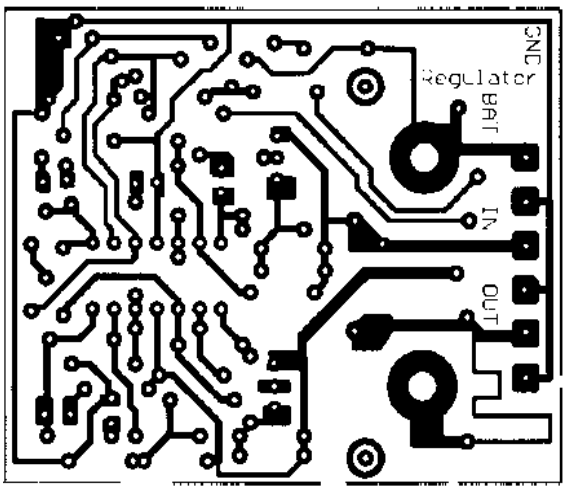
Seznam součástek:

R1, R2	Kompl. dvojice fotorezistorů	T1, T3	BD139
R3	15K	T2, T4	BD140
R4	47K	D1…D4	1N4001
P1	10K	A1, A2	TL741
P2	100K		

2.4 Regulátor nabíjení baterie



Jednou z hlavních součástek celého obvodu jsou operační zesilovače. Těmto zapojením OZ říkáme komparátory. Porovnávají vstupní napětí a poté pouští na výstup OZ kladné nebo záporné napětí. První část obvodu IO1D obstarává nabíjení baterie. Pokud se objeví na invertujícím vstupu IO1D větší napětí než na neinvertujícím vstupu, pak se „uzemní“ výstup a začne emitovat zelená LED dioda D1 indikující nabíjení. První tranzistor T1 se otevře a napětí, které dodává solární panel, začne nabíjet baterii. Když se baterie nabije na dostatečné napětí (13,8 – 14,4V), na neinvertujícím vstupu bude větší napětí a následně se uzavře tranzistor T1. Přepětí na baterii nám indikuje červená LED dioda D4, která se přes tranzistor T3 uzemní a začne emitovat. Otevření tranzistoru právě při napětí 14,4V nastavíme pomocí trimru R9.



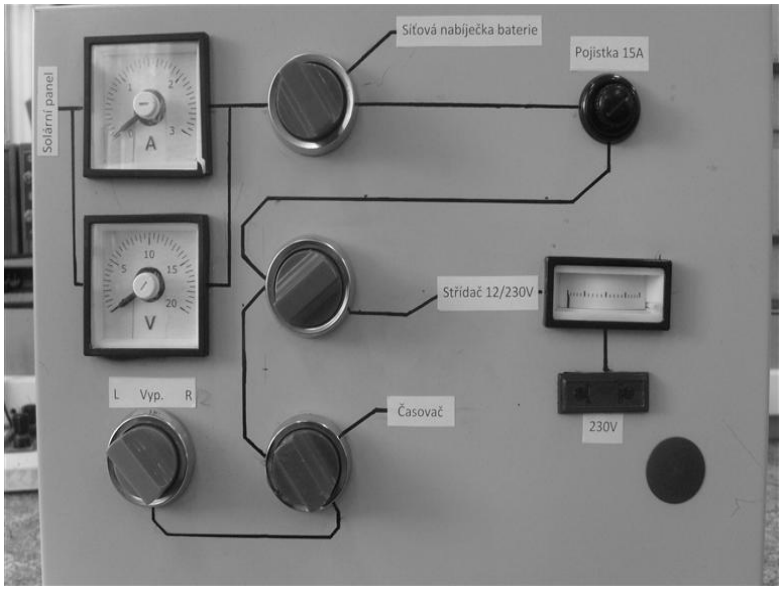
Druhá část IO1B indikuje stav baterie. OZ opět porovnává na vstupech napětí. Na anodu červené LED diody je přivedeno napětí z akumulátoru. Pokud bude na výstupu OZ zhruba polovina napětí, než je na akumulátoru, začne emitovat současně červená D5 i zelená LED dioda D6, což indikuje správný stav akumulátoru.

Poslední část zajišťuje ochranu proti zkratu. Je zde použita elektronická pojistka, a to z důvodu ochrany tranzistorů T2. Použití běžné pojistky by bylo pomalé a než by došlo k přerušení, tranzistory by shořely. IO1C porovnává napětí na odporu R26. Pokud na tomto odporu klesne napětí, operační zesilovač se překlopí, na výstupu bude kladné napětí a rozsvítí se dioda D10, která indikuje zkrat. Zároveň přejde napětí na vstup IO1A, který vypne tranzistor T2, a tudíž odpojí zároveň zátěž.

Odpor R26 by byl kvůli sledování úbytku napětí příliš velký a měl by velké výkonové ztráty, a proto byl použit odpor vytvořením určité délky cesty v tištěném spoji.

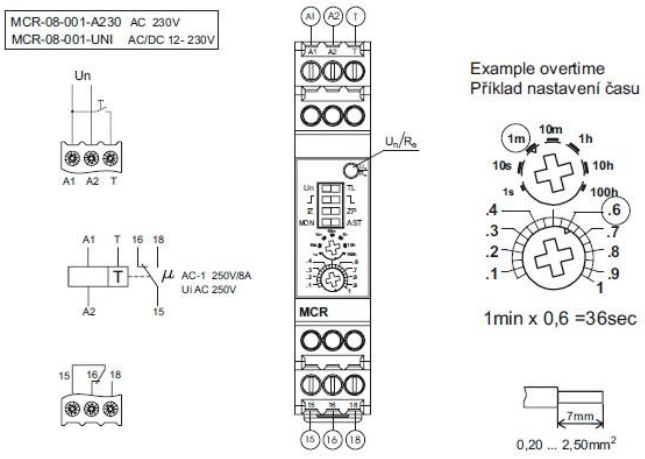
2.5 Řídicí panel

Celé zařízení může obsluhovat téměř jakákoliv osoba. Hlavní oceloplechový rozvaděč (obr. 15) byl použit ze starší zabezpečovací ústředny. Několik přepínačů ovládají chod celého zařízení. V levé horní části rozvaděče je indikováno napětí na solárních panelech a proud tekoucí ze solárních panelů. První přepínač slouží k přepínání napájení regulátoru ze solárních panelů a sítě, a to z důvodu potřeby napájení při nulovém výkonu solárních panelů. Druhý přepínač vypíná a zapíná střídač, třetí spouští automatické nebo manuální natáčení solárních panelů a čtvrtý spíná motor ve směru vlevo a vpravo při použití manuálního natáčení. V rozvaděči se také ještě nachází pojistka proti zkratu a voltmetr výstupního napětí ze střídače (230V).



2.6 Časové relé

Tento způsob spouštění automatického natáčení jsme zvolili z jednoho hlavního důvodu, a tím je opět již zmiňovaná úspora energie. Konkrétně tento typ má výhodu v nastavení dvou časů, a to sepnutí a rozepnutí kontaktů na požadovanou dobu. Časové relé vyráběné firmou OEZ nabízí širokou škálu nastavení časového spínání a rozepínání.



2.7 Střídač 12/230V

Invertor napětí (střídač), který je zde použit pro získání střídavého napětí 230V jsme zabudovali do rozvodné skříně a následně jsme vyvedli zásuvku pro 230V na přední stranu panelu. Uvnitř panelu se nachází LED dioda, která indikuje stav zkratu, přetížení apod. Při delším odebírání proudu z AC výstupu se může stát, že se invertor vypne, a to z důvodu přehřátí invertoru. Pokud je na invertoru nízké napětí, střídač na to upozorňuje hlasitým pískáním a po cca 5 minutách se automaticky vypne. Střídač jsme doplnili o větší chladič pro lepší chlazení při větším odběru proudu a zároveň také chrání elektroniku před vniknutím jakéhokoliv předmětu.

2.8 Fotovoltaické panely

Kvalitní panel má tři ochranné vrstvy, které zajišťují vysokou odolnost, a tudíž vysokou životnost panelů. Velmi kvalitní duralový rám umožňuje montáž panelů do připraveného rámu natáčecího zařízení. Panely obsahují vestavěnou ochranu proti přehřátí. Výkon je garantován po dobu 25 let. Panely byly vyrobeny firmou Richsolar a jsou certifikovány v německé zkušebně TÜV. Škola je zakoupila od firmy Deramax.

2.9 Akumulátor

Akumulátor jsme dostali zdarma jako sponzorský dar od místní firmy AKUservis Vávra Nová Paka. Parametry použitého olověného akumulátoru:

3. Závěr

3.1 Zhodnocení projektu

Celý projekt byl časově náročný. Pomáhalo nám na něm hodně spolužáků naší školy. Celá práce trvala asi dva roky. Pracovali jsme v dílnách i ve svém volném čase doma. Všechny obsažené moduly v rozvaděči jsou tvořeny s rozvahou na spotřebu el. energie. Každý modul byl vyroben několikrát. Někdy modul nefungoval, jindy zase shořely součástky. Nakonec se podařilo dát vše dohromady a celé zařízení nyní funguje. Největším problémem bylo zkonstruování střídače. Již jsme měli navinutý transformátor a zhotovené zapojení, ale bohužel měl tento střídač takové ztráty, že by bylo dost neekonomické jej použít. Navíc transformátor společně se zapojením a chladičem byly velice rozměrné, a proto jsme zvolili

variantu koupě již vyrobeného střídače. Střídač jsme vyjmuli z ochranného krytu a zabudovali do rozvaděče. Na původní chladič jsme připevnili ještě jeden větší, aby se při větším odběru střídač příliš nezahříval. Zároveň slouží chladič proti vniknutí nežádoucích předmětů do elektroniky. S výsledkem naší práce jsme celkem spokojeni a jsme připraveni případné nedostatky ještě odstranit.

3.2 Přínos

Po dokončení natáčecího zařízení nás zajímalo, jaká je finanční návratnost celého projektu. Celkové náklady činily 8 000,-Kč. V této ceně je započítán všechen materiál bez lidské práce. Podle statistik dopadá na území ČR přibližně 1000kWh/m2 ozáření sluneční energie za rok. Plocha obou panelů je 0,37m2. Tím pádem lze z fotovoltaických panelů dostat maximální energii 370kWh za rok. Při současné ceně elektřiny v nejběžnější sazbě v domácnosti (D02), která činí 4,645,- Kč/kWh, bychom zaplatili za rok přibližně 1 722,- Kč. Pokud vydělíme pořizovací náklady solárního natáčecího panelu touto částkou, dostaneme přibližnou dobu, za kterou se zařízení samo zaplatí a začne vydělávat. U nás je to doba necelých 5 let.

3.3 Použití

Solární natáčecí mechanismus je možno využít na odlehlých místech, samotách, chalupách, rekreačních zařízeních, jako napájení pro mobilní radioamatéry apod. Solární panel bude po absolvování soutěže použit k výuce el. měření na naší škole. Úloha bude spočívat v měření intenzity osvětlení v závislosti na výstupním proudu, popřípadě napětí. Sonda se bude skládat buď z obyčejného luxmetru, popřípadě složitější sondy, které budou vyhodnocovat na měřidle s nulou uprostřed odchylku od maximálního proudu či napětí. Tato sonda bude složena ze čtyř odporů, z nichž místo jednoho bude použit fotoodpor a místo ostatních odporů patrně laboratorní dekády na přesné nastavení nuly. Poté bude zpracován graf v závislosti osvětlení na velikosti výstupních veličin.

OBNOVITELNÉ ZDROJE

ZDENĚK KIRNIG, SOŠ elektrotechnická a strojní a SOU, Do Nového 1131,

530 03 Pardubice

ÚVOD

Tepelná čerpadla

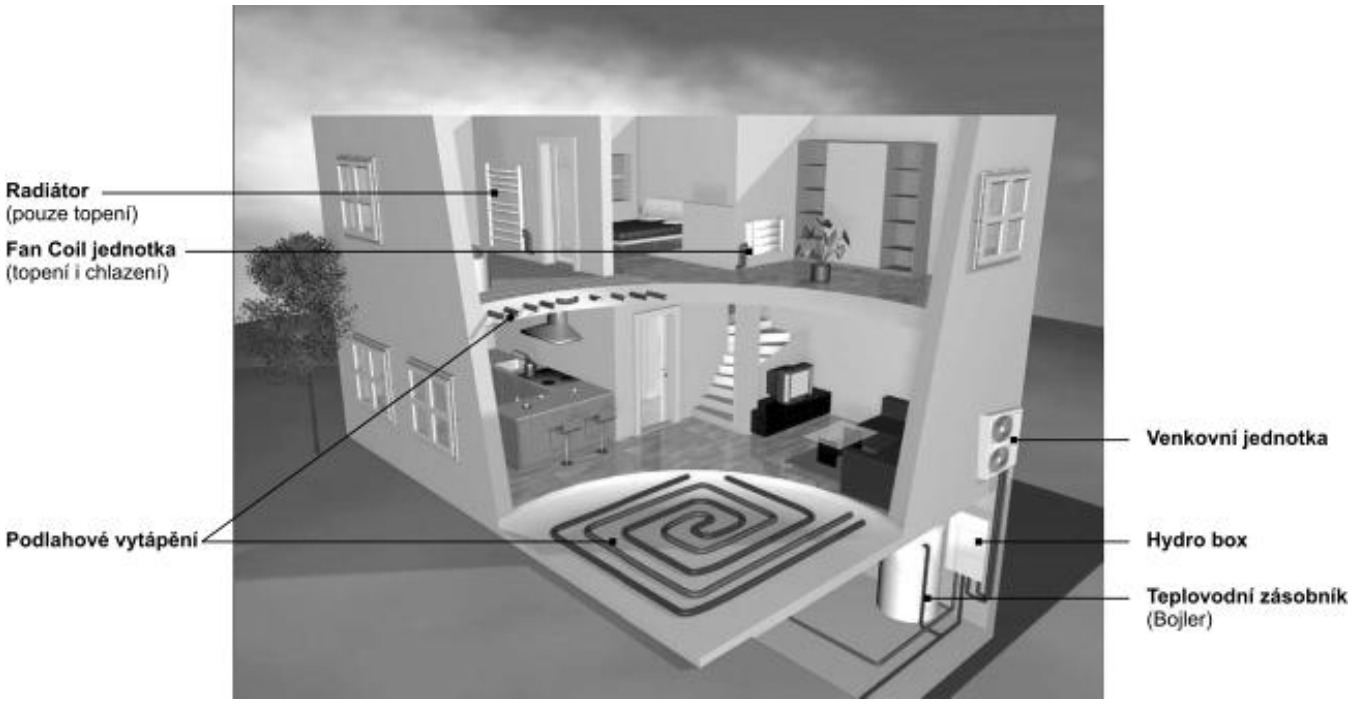
Princip Tepelného čerpadla

Tepelné čerpadlo získává teplo ze svého okolí a transportuje ho do prostoru bytu, rodinného domu nebo kanceláře. Využívá se pro topení, ohřev užitkové vody a případně i pro chlazení. Provoz tepelného čerpadla je ekonomičtější a levnější proti jiným zdrojům tepla díky principu transportu, nikoliv přeměny tepla např. spalováním. Sluneční záření jako trvale obnovitelný zdroj energie stále ohřívá atmosféru. Nízkoteplotní energie vzduchu je tepelným čerpadlem přeměněna na vyšší hladinu a akumulována do vody, kterou je možno následně plně využít pro vytápění a ohřev.

Význačnou roli ve fungování tepelného čerpadla hraje chladivo, označované v následujícím textu jako pracovní médium. Má tu vlastnost, že se i při nejnižších (venkovních) teplotách odpařuje. Přivede-li se venkovní vzduch nebo voda k výměníku tepla (výparníku), ve kterém cirkuluje pracovní médium, odejme takovémuto zdroji tepla potřebné výparné teplo a přejde z kapalného do plynného stavu. Zdroj tepla se tím o několik stupňů ochladí. Kompresor toto plynné pracovní médium nasaje, stlačí a změní na kapalné skupenství. Tím dojde k uvolnění vnitřní energie plynného stavu. Pracovní médium je tedy "přečerpáno" na vyšší teplotní úroveň. K tomu je zapotřebí vynaložit relativně malou elektrickou (nebo jinou) energii, která

pouze zvyšuje energetický (tepelný) potenciál pracovního média. Pak pracovní médium odevzdá své celkové teplo, které uvedeným způsobem získalo, resp. je mu odňato nějakou teplonosnou látkou, např. vodou pro teplovodní vytápění. A oběh média se opakuje.

Tepelné čerpadlo vzduch-voda (AWHP = Air to Water Heat Pump) využívá teplo obsažené v ovzduší k ohřevu vody. Skládá se z venkovní a vnitřní jednotky (hydroboxu) s ovládáním. Ve vnitřní jednotce je deskový výměník, jehož prostřednictvím je předáváno teplo získané tepelným čerpadlem ze vzduchu topné vodě. Ohřátá voda slouží k vytápění budovy. V ideálním případě pomocí podlahového topení. Použít lze ale také také běžné radiátory, fan-coily apod. Tepelné čerpadlo je nejvhodnější instalovat do nového objektu a přizpůsobit mu návrh celého topného systému a systému ohřevu TUV. Je ale možno ho instalovat i jako další zdroj tepla stávajícího topného systému objektu, případně jím úplně nahradit stávající kotel. Základní sestavu lze rozšiřovat. Je možno přidat akumulační nádobu nebo zásobník teplé užitkové vody případně i se slunečním kolektorem. K ohřívání TUV pak může být využito buď tepelné čerpadlo, nebo solární ohřev. Vše je řízeno elektronikou tepelného čerpadla.



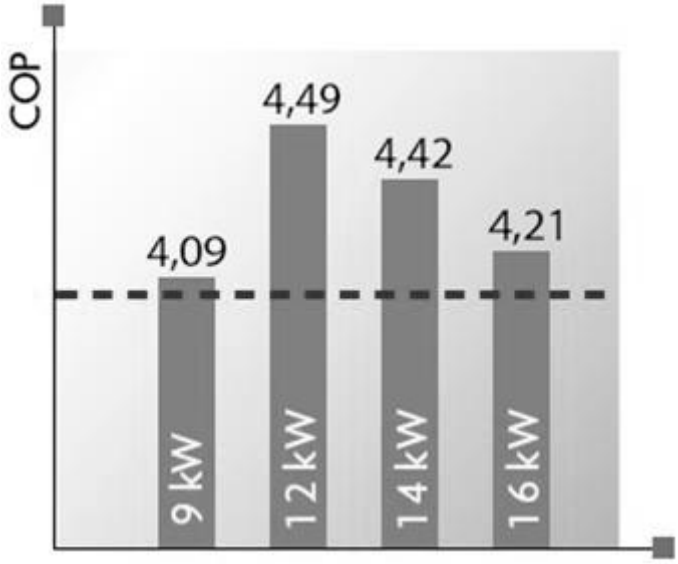
Při investici do tepelného čerpadla se nejedná pouze o optimalizaci pořizovacích nákladů. Výrazný vliv na zhodnocení investic mají provozní náklady, které by měly být co nejnižší. Vysoká flexibilita a možnosti řízení jsou další podstatná kriteria volby. Až po zvážení všech těchto hledisek je možné se správně rozhodnout.

Tepelné čerpadlo LG Therma-V

Základní sestavu lze rozšiřovat. Je možno přidat akumulační nádobu nebo zásobník teplé užitkové vody případně i se slunečním kolektorem. K ohřívání TUV pak může být využito buď tepelné čerpadlo, nebo solární ohřev. Vše je řízeno elektronikou tepelného čerpadla. Therma V funguje v rozmezí venkovních teplot od -20 do 30°C. Teplota topné vody přitom může dosahovat až 55°C. Pro případ extrémně nízkých venkovních teplot není třeba pořizovat další, tzv. bivalentní zdroj tepla. Vnitřní jednotka je standardně vybavena dostatečně výkonným elektrickým dohřevem.

- Tepelné čerpadlo Therma-V funguje i v obráceném režimu. V případě potřeby jím tedy lze vodu v letním období i chladit.
- Therma V se vyrábí ve čtyřech výkonech od 9 do 16kW, čímž je předurčena hlavně pro vytápění rodinných domů a větších bytů.

Všechna tepelná čerpadla Therma-V používají invertorové kompresory. Zejména díky této technologii je dosahováno vysoké účinnosti (COP) v režimu topení.



COP platí při A7 / W35 (venkovní teplota 7°C, topná voda 35°C)

Koeficient účinnosti (COP) vyjadřuje účinnost tepelného čerpadla. Při výpočtu COP pro tepelné čerpadlo se srovnává tepelný výkon kondenzátoru (Q) s příkonem dodávaným do kompresoru (W).

Tepelné čerpadlo Toshiba ESTIA

Již řadu let dodává společnost Toshiba technologii tepelného čerpadla nejvyšší kvality. Dlouholetý vlastní výzkum a vývoj invertorové technologie, optimalizace řízení výkonu a využití špičkových vlastností původního dvojrotačního vačkového kompresoru – to jsou hlavní atributy a mílové kroky k energeticky nejúspornějšímu provozu. Výsledkem je zařízení, které produkuje pouze takový výkon, který je právě potřeba. Při jmenovitém výkonu dosahuje zařízení Toshiba hodnoty 4,66 (COP), při částečném zatížení dosahuje koeficient využití energie až hodnoty 9!

Tepelné čerpadlo Toshiba vám přináší neuvěřitelné možnosti. Můžete ho instalovat samostatně nebo společně s klasickým zdrojem vytápění – kotlem (plyn, olej, dřevo atd.). Při použití fan-coil jednotek namísto radiátorů si můžete v létě užívat komfortu klimatizované místnosti. (jednotky fan-coil obsahují ventilátor a výměník, kterým cirkuluje topná nebo chladící voda. Z fan-coil jednotky je vyveden odvod kondenzátu.). Příprava teplé užitkové vody v zásobníku je zcela nezávisle na režimu chlazení nadále v provozu dle nastavených parametrů.

TOSHIBA – jednička na poli úspor energie: Extrémně vysoká účinnost je hlavní předností, která byla u invertorových zařízení Toshiba mnohokrát oceněna a díky níž se tato zařízení řadí k absolutní světové špičce. Kvalitu tvoří dokonalost detailů a jejich souhra – stejnosměrný dvojrotační vačkový kompresor, hybridní plně invertorový řídicí systém, optimální využití vlastností chladiva R410A, stejnosměrné motory ventilátorů a více.

2 okruhy s různým nastavením: Řídicí systém umožňuje ovládání až 2 topných okruhů v rámci topné soustavy, např. okruhy pro radiátory, podlahové vytápění nebo fan-coil jednotky. Funkce chlazení: Při instalaci fan-coil jednotek namísto radiátorů umožňuje systém také provoz chlazení. Ovládání až 2 čerpadel v okruhu: Standardně umožňuje řídicí systém ovládání oběhového čerpadla v Hydro-boxu a dalšího paralelního čerpadla v okruhu cirkulační vody. (Druhé čerpadlo je též možno použít např. při velmi dlouhém rozvodu potrubí).

1. Venkovní jednotka – TOSHIBA Super Digital Inverter : Úkolem venkovní jednotky je získat tepelnou energii ze vzduchu a předat ji dále do hydroboxu pomocí chladícího okruhu. Toshiba používá modifikaci ověřených venkovních jednotek Super Digital Inverter série 4. Jedná se o zařízení s extrémně tichým provozem, plným frekvenčním řízením otáček a s dvojrotačním vačkovým kompresorem bez vibrací a chvění. Plné využití IPDU invertorového řízení přináší extrémně vysokou účinnost a nízkou spotřebu energie. Široké možnosti pro montáže přináší maximální délka rozvodů 30 m mezi venkovní jednotkou a hydro-boxem. Hranice provozních teplot jsou pro vytápění od -20°C do 25 °C, pro chlazení od 10 °C do 32

°C a pro ohřev užitkové vody od -20°C do 42 °C. Maximální délka potrubí mezi venkovní jednotkou a hydroboxem je 30 m.

2. Hydro-box pro vnitřní instalaci: V hydro-boxu dochází k ohřevu vody přenosem tepelné energie z okruhu venkovní jednotky a chladiva prostřednictvím deskového výměníku. Takto lze dosáhnout teploty vody až 55°C. Mimo deskového výměníku obsahuje hydrobox také oběhové čerpadlo topení, expanzní nádobu, ovladač a přídavné elektrické topení. Integrovaný řídicí systém ovládá všechny ventily, čerpadla a další části systému, např. i ty, které zajistí plný provoz topné soustavy při velmi nízkých teplotách.

3. Teplovodní zásobník (Bojler): Zásobník z ušlechtilé oceli je opatřený tepelnou izolací a tepelným výměníkem, který je optimalizován pro tepelné čerpadlo vzduch-voda. Tepelný výměník je naddimenzován, aby bezpečně přenesl energii z primárního vodního okruhu o teplotě 55°C a ohřál teplou užitkovou vodu. Zásobník je vybaven potřebnou regulací - teplotním senzorem, bezpečnostním tepelným čidlem a přídavným elektrickým topným registrem.

4. Ovládání: Dálkové ovládání je integrováno v hydro-boxu a řídí veškerý provoz a funkce tepelného čerpadla vzduch-voda. Základním prvkem je velký, dobře čitelný LCD-displej, který podává informace o aktuálních provozních a požadovaných hodnotách. V ovladači je integrován týdenní časovač, který zajišťuje komfort přeprogramování zapínání a vypínání zařízení a provoz týdenního režimu dle požadavků uživatele. Další výbavou řídicího systému jsou funkce nočního útlumu, protimrazová ochrana, preference ohřevu teplé vody (boost) stejně jako funkce ochrany proti šíření bakterie legionely. V případě potřeby je možno k stávajícímu ovladači na hydro-boxu instalovat ještě druhý paralelní ovladač (např. instalovaný přímo v obytné části domu).

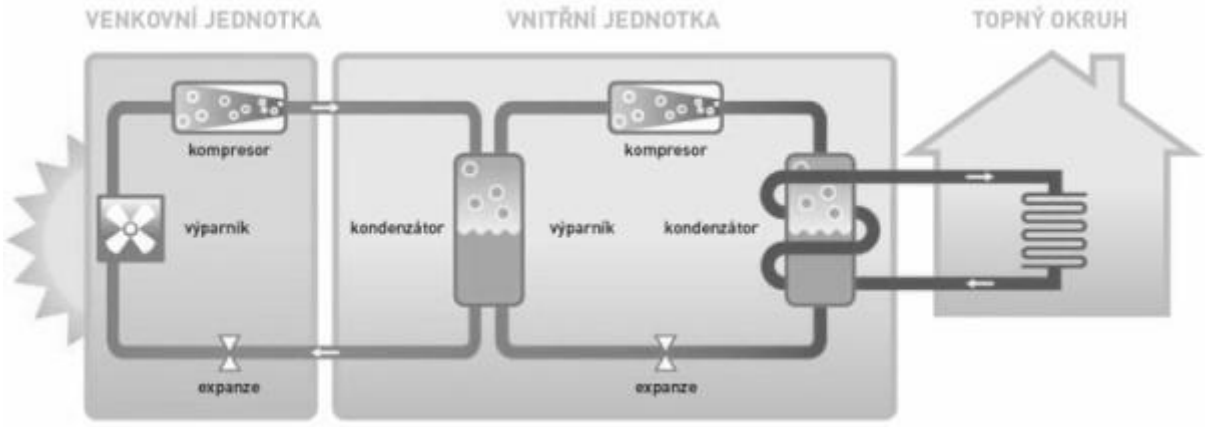
Porovnání nákladů

Příklad: rodinný dům, novostavba, 180 m2, tepelná spotřeba 15.000 kWh, porovnání ročních nákladů, provozní doba 15 let

Stav: ústřední topení s podlahovým vytápěním o výkonu 10 kW, údaje v EUR vč. veškerých daní a odvodů, vč. podpor v oblasti státních dotací ke dni 20.01. 2009.

Tepelné čerpadlo Daikin Altherma

KOMFORT A EKOLOGIE stojí u čerpadla Daikin Altherma v popředí stejně jako jistota pro budoucnost a energetická účinnost. Daikin Altherma totiž vytápí váš dům energií získanou ze vzduchu a tím šetří náklady. A to bez přímých emisí CO2, stavebních úprav na domě nebo v zahradě, tiše a bez zápachu. Navíc jsou investiční náklady na čerpadlo Daikin Altherma ve srovnání s jinými typy tepelných čerpadel nebo olejových a peletových zařízení zřetelně nižší.



Teplota venkovního vzduchu je zpravidla mnohem vyšší než teplota výparníku. Cirkulací venkovního vzduchu přes výparník je tak chladný výparník tímto vzduchem celoročně ohříván, tzn. čerpá teplo ze vzduchu, za které nemusíme platit. S pomocí inovativní technologie našeho invertoru s regulovatelným výkonem lze získat ze vzduchu až dvě třetiny potřebné tepelné energie. S čerpadlem Daikin Altherma využijete nejen všech předností technologie tepelných čerpadel vzduch-voda, ale i inovaci, kterou jsme sami vyvinuli: tzv. invertorový kompresor – kompresor s plynulou regulací výkonu. Daikin Altherma tak v tepelnou energii přemění jen tolik energie ze vzduchu, kolik je jí k vytápění skutečně potřeba – ani víc, ani méně. Nedochází tak k plýtvání energie. Plynulé regulace výkonu kompresoru se využívá obzvláště tehdy, když tepelné čerpadlo vzduch-voda neběží v režimu plného, nýbrž částečného zatížení.

VÝSLEDKEM je maximální míra účinnosti ve spojení s výraznými úsporami energie. Anebo vyjádřeno jinak: Dodáte-li 1 kW elektrické energie, získáte další 3 kW tepla vytvořeného tepelným čerpadlem Daikin Altherma zcela zdarma.

PŘEHLED NEJDŮLEŽITĚJŠÍCH PŘEDNOSTÍ

- Univerzální řešení pro vytápění, teplou vodu a chlazení
- Nízké investiční náklady ve srovnání s jinými topnými systémy
- Vysoká energetická účinnost a úspora nákladů na vytápění
- Nezabere skoro žádné místo
- Tichý provoz, bez emisí kouřových plynů
- Ideální pro novostavby s podlahovým a stěnovým topením, ale i pro ostatní nízkoteplotní topná tělesa
- Bez přímého vypouštění CO2
- Ve srovnání celkových nákladů vítězí nad plynem, peletami, olejem a jinými tepelnými čerpadly

Systém Daikin Altherma lze rozšířit o tyto komponenty:

- zásobník teplé užitkové vody
- prostorový termostat pro pohodlnou regulaci zařízení
- solární sadu pro kombinaci zásobníku Daikin Altherma na teplou užitkovou vodu se solárními kolektory, které nejsou součástí dodávky. Můžeme tak dodatečně využít solární energii.

Systém může být konfigurován jako monovalentní, bivalentní nebo monoenergetický. V monovalentním provozu se Daikin Altherma používá jako jediné řešení vytápění, v bivalentním režimu se Daikin Altherma spojí se stávajícím topným systémem. U monoenergetické konfigurace poskytuje integrované topné těleso ve zvlášť studených dnech přídavnou topnou energii. Volitelně je možno čerpadlo Daikin Altherma použít i k chlazení. K tomuto účelu je možno si vybrat z velké palety různých vnitřních nástěnných, parapetních a mezistropních jednotek fan-coil.) Ve spojení s naší výrobní kompetencí a přísnými kontrolami kvality tak systém nabízí maximální energetickou účinnost a spolehlivost. Kromě toho jsou

všechny systémy Daikin Altherma vybaveny elektrickým přídavným topným tělesem, což zaručuje maximální provozní bezpečnost.

Závěr

Závěrem bych chtěl říci, že je nutno pečlivě vážit, kterou variantu tepelného čerpadla zvolit.

Varianta Voda-Voda

Požadavky pro instalaci:

- dvě studny (sací a vsakovací) s dostatečnou vzdáleností
- vhodné chemické složení čerpané vody
- minimální celoroční teplota vody +8 °C
- dostatečný průtok vody ověřený minimálně čtrnáctidenní čerpací zkouškou
- povolení vycházející z platné legislativy
- povolení vycházející ze zákona o nakládání s vodami, stavební povolení a povolení Českého báňského úřadu

Výhody:

- stálý výkon tepelného čerpadla
- příznivý topný faktor
- nízká pořizovací cena

Nevýhody:

- složité technické řešení
- závislost na množství podzemní vody
- nebezpečí vyčerpání studny
- přísné nároky na složení, teplotu a množství vody
- vyšší nároky na údržbu
- v případě neodborného provedení hrozí narušení ekologické rovnováhy podzemních vod

2. Varianta země - voda

Požadavky pro instalaci:

- zemní kolektor plošný (horizontální) nebo hloubkový (vertikální)
- povolení vycházející z platné legislativy
- povolení vycházející ze zákona o nakládání s vodami, stavební povolení a povolení Českého báňského úřadu

Výhody:

- stálý výkon tepelného čerpadla

Nevýhody:

- vysoké pořizovací náklady (cena se navyšuje o zemní práce)
- vysoké nároky na technické řešení kolektoru
- teplota primárního okruhu - vertikální kolektor cca 0 °C, horizontální kolek, cca -3 °C
- nutnost regenerace kolektoru, tj. odstávka tepelného čerpadla (v letním období nelze ohřívat teplou užitkovou a bazénovou vodu)
- požadavek velkého prostoru pro kolektor
- vliv na vegetaci na povrchu kolektoru

3. Varianta vzduch - voda

Požadavky pro instalaci:

- minimální (základ pod výparník při venkovním provedení nebo prostupy zdí a zajištění odvodu kondenzátu při vnitřním provedení)

Výhody:

- snadná instalace
- nízká pořizovací cena
- možný celoroční provoz s efektivním využitím pro přípravu teplé užitkové vody a vody v bazénu

- nižší topný faktor v zimních měsících je kompenzován velmi vysokým topným faktorem v přechodném období
- průměrná teplota vzduchu v topném období +3 °C
- nenarušují teplotní rovnováhu okolí

Nevýhody:

- závislost topného výkonu na teplotě venkovního vzduchu

Osobně mám za nejlepší variantu č. 3, jelikož je cenově přijatelná, má snadnou instalaci, neovlivňuje okolní teplotní rovnováhu a především poskytuje možnost celoročního využití

RECYKLOVANÝ DŮM

ANDREA PEJSAROVÁ, VOŠZ a SZŠ, ul. 5. května 51, Praha 4, 140 00

ÚVOD

Proč jsem si vybrala uvedené téma…

Když jsem se zamýšlela nad tím, jaké téma si pro svou práci zvolím letošní rok, musím přiznat, že z počátku to pro mě byl úkol vskutku nelehký. Díky této soutěži, které jsem se zúčastnila i minulý rok, jsem totiž objevila pestrou škálu těch nejzajímavějších nápadů, projektů a myšlenek. Dověděla jsem se toho tolik o fotovoltaice, pasivních domech, alternativních zdrojích energie a ochraně životního prostředí, že jsem nevěděla kde letos začít. Co si z toho nepřeberného množství vybrat? Až se na internetu objevil článek o domech z recyklovaného materiálu. A bylo rozhodnuto. Tato technologie mě natolik zaujala, že jsem se rozhodla zjistit o ní více a podělit se s Vámi o své poznatky, které jsou bezesporu zajímavé, a myslím si, že tato alternativa má ve stavebnictví velkou budoucnost.

Charakteristika mé práce

Svou práci jsem zpracovala o recyklovaném stavebním materiálu, který se na našem trhu používá zatím jen krátce. Jde o technologii, která využívá pro výrobu stavebního materiálu recyklované potravinové kartony, hlavně od mléka, džusů, atp. Jak jsem ale při svém průzkumu zjistila, tato technologie není mezi lidmi zatím příliš známa, a tak bylo poněkud náročnější získat ke své práci bližší informace.

Pokoušela jsem se tedy zkontaktovat přímo firmu, která tento stavební materiál vyrábí a distribuuje, ale pouze telefonicky. Osobní setkání bylo odmítnuto.

Následně jsem ale, ke své velké radosti, uspěla se svou žádostí u paní Jany Švaňové, která odpověděla na můj dopis a přivítala mě ve svém útulném, ekologickém a recyklovaném domě ve Smečně. Trpělivě zodpovídala všechny mé zvídavé otázky a poskytla mi mnoho zajímavých informací, především z pohledu spotřebitele. Ve své práci jsem se pokusila popsat všechny klady a zápory tohoto projektu. Snažila jsem se poukázat na to, že to co je ekologické, nemusí být ještě nutně drahé. Porovnávala jsem některé údaje, abych zjistila, zda je levnější recyklovaný dům, nebo dům postavený z běžného stavebního materiálu. Musím přiznat, že ač jsem této technologii zpočátku příliš nedůvěřovala, výsledky, se kterými jsem se setkala, mě velmi mile překvapily, přímo ohromily. A já věřím, že i Vám budou připadat stejně tak zajímavé, jako mně.

Co je „recyklovaný dům“?

Dříve, než se budeme zabývat tím, jaké to je, bydlet v recyklovaném domě, musíme si nejdříve ujasnit, co to ten recyklovaný dům vlastně je. Když jsem se dotazovala ve svém okolí, co si představí pod pojmem „recyklovaný dům“, většina z nich si myslela, že jde o dům postavený z plastových lahví, nebo skleník. Což je ovšem mylná představa.

Recyklovaný dům využívá jako stavební materiál prefabrikáty, jejichž základ tvoří recyklované krabice od mléka a džusu. Tato technologie je nejen velmi ekologická, ale zároveň i ekonomická, protože stavební materiál je méně nákladný a zároveň slouží i jako tepelný izolant. A to nejsou jediné klady, které dům má, ale o tom všem až později.

Tento stavební materiál vyrábí firma Flexibuild ve svém vlastním závodě v Hrušovanech u Brna. Zakladatelem firmy je brněnský podnikatel Valentino Girstl. To on dostal nápad využít tetrapak jako stavební materiál. Flexibuild je recyklát a zcela nový certifikovaný stavební materiál. V současné době s touto technologií pracuje jen pár proškolených stavebních firem. Během tří let „vyrostlo“ v naší republice přibližně padesát takových domů a zájem o ně stále roste. Proškolené firmy, které s touto technologií pracují, přiznávají, že takový zájem skutečně nečekaly.

Materiál Flexibuild

Celulózové desky Flexibuild vyrábí společnost Flexibuild s.r.o. v závodě v Hrušovanech u Brna pomocí speciální technologie, která recykluje odpady z vrstvených nápojových kartonů s polyethylenem. Díky svým vynikajícím vlastnostem materiál úspěšně složil 21 zkoušek podle požadavků na certifikaci a splňuje všechny požadavky kvality - osvědčení a

certifikát byly vydány v dubnu roku 2008. Je ekologický, zdravotně a hygienicky nezávadný a levnější než na trhu dosud dostupné stavební materiály. Nyní bych vám ráda, co nejjednodušším způsobem, vysvětlila postup při výrobě tohoto stavebního materiálu. Nejprve se vrstvené potravinové kartony pečlivě vytřídí z tříděného komunálního odpadu. Poté jdou potravinové obaly do drtiče, kde se rozemelou na patřičnou velikost a v rámci tohoto drcení se už přidává polyetylen, který při výrobě desky slouží jako pojivo. Musím podotknout, že jako pojiva se skutečně využívá jen polyetylenu, nepoužívají se žádná lepidla, žádná další aditiva. Nadrcená směs se řádně promísí a je pečlivě dezinfikována, aby byly zničeny všechny biologické nežádoucí zbytky. Další proces probíhá na formátovacím stole, a to tak, že se vypodloží podkladovým papírem, poklade se patřičnou vrstvou rozdrcené a vysušené směsi, na tu se položí pás čistého polyetylenu a druhá vrstva papíru. Nakonec se celá tato směs vloží do lisu, kde je při definovaném tlaku a teplotě lisována a „pečena“. Po slisování a „upečení“ se nechá deska vychladnout na pokojovou teplotu a ve finále se pouze nařeže na formátovací pile na takový rozměr, který je použitelný pro stavební výrobu.

Zeď potom tvoří ve finále takzvaný „sendvičový panel“ (viz obrázek), který se skládá ze dvou celulózových desek, mezi něž je vložen polystyrén, díky čemuž má dům výborné izolační vlastnosti. S touto zdí je možné pracovat jako s kteroukoli jinou normální zdí. Omítnout ji, obložit, nalepit dlažby, potapetovat, natřít barvou, jak je libo. Jak jsem zjistila od paní J. Švaňové, nemusela se potýkat s žádným zvláštním omezením, které by tato technologie požadovala. Většina domů, u kterých byla tato technologie využita, jsou dřevostavby. Je možnost použít i ocelovou konstrukci, ale to se dělá v případě, že by měl mít dům více pater. Musím se přiznat, že jsem si myslela, že při využití tohoto materiálu není možnost postavit vícepatrovou budovu. Opak je však pravdou. Jak jsem se dověděla, stavební firmy jsou schopné postavit s touto technologií až čtyřpatrovou budovu.

Moje výpočty spotřeby použitých nápojových kartonů (krabic) na sendvičový panel Flexibuild

Rozměr použité desky Flexibuild: 1,19 m x 2,85 m x 0,015 m

Hmotnost desky: 40 kg

Část vyrobená z krabic tvoří 0,75 celkové hmotnosti desky

Polyetylen (pojivo) tvoří 0,25 celkové hmotnosti desky

Tzn., že 30 kg je tvořeno z krabic, 10 kg pojivem (polyetylen)

Váha jedné použité krabice (od mléka Tatra z tetrapaku) je 29 g = 0,029 kg

Počet krabic na jednu desku Flexibuild bude 1034 kusů

Počet krabic na jeden sendvičový panel Flexibuild: 1034,5 x 2 = 2069 kusů

(Sendvič Flexibuild= deska Flexibuild 0,015 m + polystyrén 0,15 m + deska Flexibuild 0,015 m)

Na stavbu celého domu pak číslo 2069 ks vynásobím počtem sendvičových panelů Flexibuild. Množství krabic je značné, a tak alespoň najdou smysluplné využití a nekončí na skládkách odpadu.

Návštěva nízkoenergetického domu ve Smečně

V sobotu, 22. ledna 2011 jsem jela do Smečna (okres Kladno) za paní J. Švaňovou prozkoumat její recyklovaný, nízkoenergetický dům. Provedla mě po svém útulném obydlí a poté mi prozradila spoustu zajímavostí, které provázely stavbu jejího domu. Dům má rozlohu 125 m2 a situován je jako 2+1. Je přízemní, nepodsklepený s atypickou střechou, která kopíruje nezvyklý tvar půdorysu do hvězdy. Zajímalo mě, jak paní J. Švaňová přišla na to, že existuje i tato alternativa stavby rodinných domů. Dověděla jsem se, že si nejprve nechala od architekta vypracovat projekt na atypický dům. S projektem následně navštívila stavební firmu VK TEAM s.r.o. Drmaly, která jí nabídla výstavbu domu z tvárnic Ytong nebo z materiálu Flexibuild. Když majitelka zjistila výhody recyklovaného materiálu, jako je šetrnost k životnímu prostředí a také to, že je o 25% levnější, než dům z tvárnic Ytong, rozhodla se pro něho. Výstavba domu probíhala naprosto bez problémů. Se stavební firmou VK TEAM s.r.o. Drmaly byla výborná spolupráce, vždy dodrželi časový plán i cenu, na které se předem domluvili. Firma Flexibuild, která dodávala materiál, si vše pečlivě kontrolovala. Zda jsou dodrženy všechny standardní postupy, paní Švaňové se vždy ptali, jak je spokojená. Byla nadšená z čistoty na staveništi, protože na zahradě nebyl nepořádek, vše bylo čisté a uklizené. Zpočátku prý nechtěla věřit tomu, že desky Flexibuild odpuzují vodu a tak během deště kontrolovala desky, které ležely nekryty na dešti, zda nejsou poškozené. Byly naprosto v pořádku a i to zvýšilo její důvěru k této technologii. Dokonce i po ukončení výstavby projevuje firma Flexibuild velký zájem a pomáhají majitelce domu, aby byla spotřeba její elektrické energie co nejnižší. Pochopitelně jsem byla zvědavá, jak se jí v jejím

novém domově bydlí, a byla jsem ujištěna, že se tam bydlí opravdu krásně. Nejen, že je dům útulný a vkusně zařízený, ale sama prý pociťuje rozdíl mezi tímto domem a tím dřívějším, klasickým, postaveným z cihel. V novém obydlí je příjemné teplo a dobře izoluje hluk z ulice. V tom domě bydlí rok a půl a je nesmírně spokojená. Určitě by neměnila. Mně se dům paní J. Švaňové moc líbil. Na můj vkus je sice moc malý, ale zato cenově dostupný. Až na jeho atypický tvar, pro který se majitelka rozhodla, vypadá dům stejně jako ostatní, nepoznala bych, že je zde použit recyklovaný materiál z kartonů od nápojů, které jsem možná vypila i já.

Úspora recyklovaného domu

Už jsme si vysvětlili, proč je recyklovaný dům ekologický. Stále tu však zbývá nezodpovězená otázka. V čem je tedy recyklovaný dům i ekonomický?

To co jsem se dověděla mi, doslova, vyrazilo dech. Jak už jsem uvedla, takový dům má výborné izolační vlastnosti, díky sendvičovým panelům, ze kterých je postaven. To znamená, že z takového domu neuniká tolik tepla a tudíž se ušetří za jeho vytápění. Paní J. Švaňová, která v takovém nízkoenergetickém domu bydlí, mi říkala, že je to opravdu citelně znát. Chtěla bych pro srovnání uvést, že paní Švaňová bydlí v domě velkém 125 m2 a využívá pouze elektrickou energii. Podlahové vytápění, ohřev vody, vaření, elektronika, to všechno drží v chodu elektrická energie. Faktura za rok činila částku přibližně 32 000 Kč při sazbě D25d. Moje rodina bydlí v činžovním bytě o velikosti přibližně 60 m2, rozloha je tedy o polovinu menší než u paní Švaňové, a používáme elektřinu a plyn. Když sečteme útratu za elektřinu a za plyn ročně, jsme na částce přibližně 26 000 Kč také při sazbě D25d. Z toho vyplývá, že dům postavený z materiálu Flexibuild je energeticky úspornější, než náš cihlový byt.

Co mi ale přišlo neskutečně, je to, že stavba takového domu Vás přijde podstatně levněji a zároveň jeho stavba trvá výrazně kratší dobu, než klasického rodinného domu. Paní J. Švaňová si nechala od architekta vypracovat projekt na atypický dům ve tvaru hvězdice a až poté hledala firmu, která by jí takový dům postavila. Našla firmu, kde byla nabízena právě i možnost nechat si postavit dům z recyklovaných potravinových obalů. Majitelku domu tato technologie zaujala, a tak požádala firmu, zda by jí vypočetla cenu domu z tvárnic Ytong a domu postaveného technologií Flexibuild. Dům postavený z recyklovaných krabic od mléka a džusů byl o 25% levnější, tak zněl konečný verdikt. A to rozhodlo. Postavení jejího domu stálo přibližně 2 miliony korun a to především díky tomu, že měl atypický tvar, proto byl dražší. Při obvyklém tvaru by byly náklady ještě nižší. Nejenže si paní J. Švaňová ušetřila peníze, ale ušetřila i mnoho času, protože stavba domu trvala jen 4 měsíce. Dne 20. dubna 2009 začala firma s výstavbou a 20. srpna 2009 byla kolaudace domu. Dům byl kompletně hotový s veškerým vybavením a připraven k nastěhování.

Klady materiálu Flexibuild

- ***Ekologie***

Materiál je šetrný k životnímu prostředí a při výrobě nedochází k žádnému znečištění ovzduší zplodinami. V případě demolice stavby lze desky opětovně bezezbytku recyklovat.

- ***Cenová dostupnost***

Když srovnáme cenu materiálu Flexibuild s jinými materiály, zjistíme, že cenová relace recyklátu je mnohem nižší. Materiál Flexibuild o tloušťce 15 mm a velikosti 1 m2 stojí 316 Kč. Právě díky tomu zaplatila paní J. Švaňová za svůj dům o 25% méně, než kdyby si nechala postavit klasický dům z cihel.

- ***Výborné izolační vlastnosti***

Desky mají vynikající vzduchotěsnost a tím zajišťují minimální ztráty tepla prostupem konstrukcí. Jak jsem zjistila, součinitel prostupnosti tepla u materiálu Flexibuild je 0,158 W/m2K. Pro srovnání musím uvést, že kupříkladu u Ytongu je součinitel prostupnosti tepla 0,25 W/m2K. Součinitel prostupu tepla udává, kolik tepla projde jedním čtverečním metrem konstrukce při rozdílu teplot na vnější a vnitřní straně konstrukce. Čím je nižší, tím jsou izolační schopnosti zdiva větší. Díky našemu srovnání je patrné, že materiál Flexibuild je lepší izolant, než Ytong.

- ***Rychlost výstavby***

Rychlost výstavby při použití materiálu Flexibuild je neuvěřitelně rychlá. Paní J. Švaňová měla dům postavený a kompletně zařízený během 4 měsíců (duben- srpen 2009). Při použití celulózových desek o ploše 3 m2 lze postavit obvodové zdivo rodinného domu během pěti dní včetně otvorů pro okna a dveře.

- ***Snadné zpracování***

Práce s tímto materiálem je velice snadná, protože je lehký a lze na něj použít standardní nástroje na opracování dřeva. Majitelka domu mi nadšeně vyprávěla o tom, jak bylo na pozemku během stavby čisto, za což byla moc ráda, protože její zahrádka neutrpěla jedinou vadu na kráse. Nikde žádný prach, míchačka, beton, špína. Zkrátka krásná, čistá práce.

- ***Odolnost***

Materiál má výbornou mechanickou odolnost a i zvýšenou odolnost vůči vodě. Myslela jsem si, že nevýhodou tohoto materiálu bude právě zvýšená absorpce vody, ale zjistila jsem, že

díky polyethylenu, který slouží jako pojivo, desky výborně vodu odpuzují. S deskou Flexibuild lze pracovat stejně jako s kterýmkoli jiným materiálem. Omítat, malovat, přichytit obraz, poličku, nebo i celou kuchyňskou linku.

Zápory materiálu Flexibuild

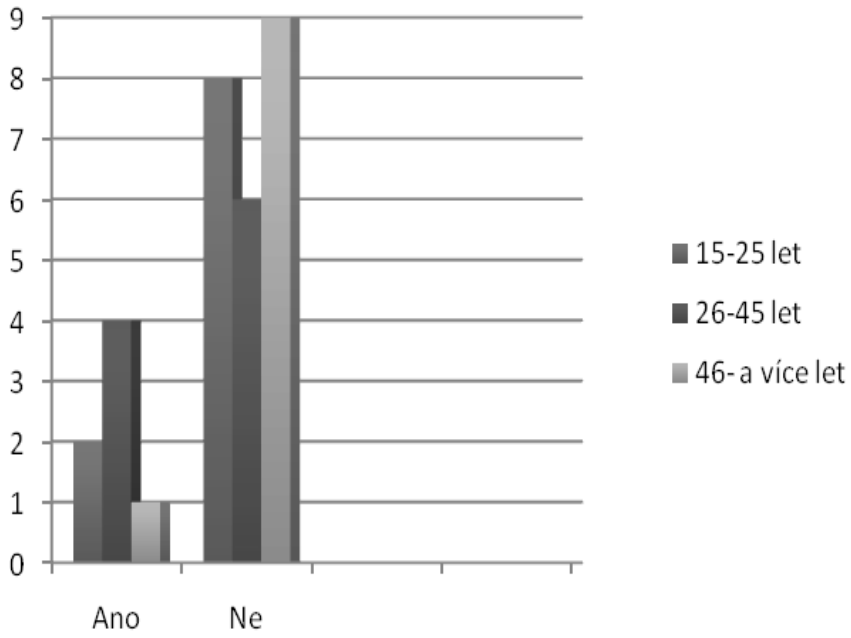
- ***Krátká životnost***

Jedinou nevýhodou, kterou jsem u tohoto materiálu zjistila, je jeho relativně krátká životnost. Firma uvádí, že životnost tohoto materiálu je přibližně 80 let, při správné údržbě by ani potom neměly desky podléhat zkáze. Ovšem, kdoví, jak to bude za 80 let vypadat. Zatím to ale nikdo nemohl prověřit, jelikož první domy byly z tohoto materiálu postaveny až v roce 2009.

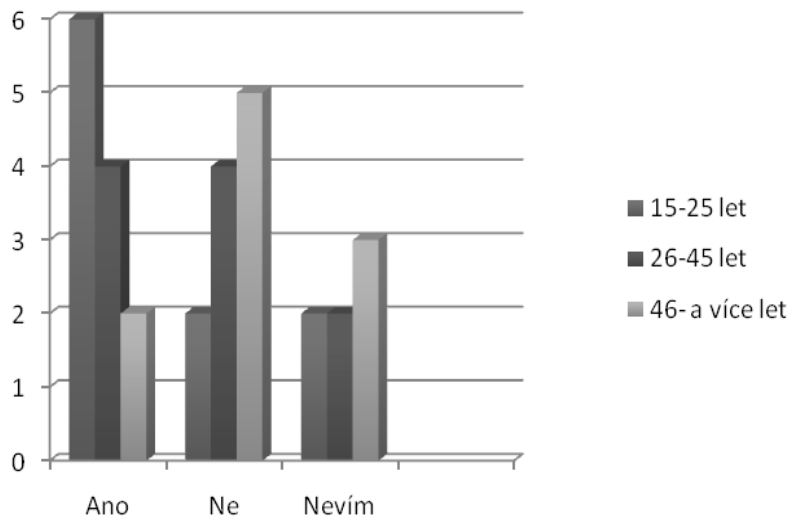
Průzkum veřejného mínění

V závěru své práce jsem také udělala průzkum veřejného mínění, ve kterém jsem oslovila na internetu 30 respondentů z různých věkových kategorií. Deset bylo z věkové kategorie 15-25 let, deset z věkové kategorie 26-45 let a posledních deset dotazovaných bylo z věkové kategorie 46 a více let. Mezi respondenty byli studenti, pracující i lidé v důchodu. Každému z nich jsem položila následující dvě otázky.

- *Slyšeli jste někdy o technologii, která využívá jako stavební materiál recyklované krabice od mléka a džusů?*



- *Chtěli byste v takovém domě bydlet?*



Závěr z průzkumu veřejného mínění

Díky svému průzkumu veřejného mínění jsem došla k závěru, že technologie, která využívá jako stavební materiál recyklované krabice od mléka už džusu, v povědomí lidí zatím moc není, což si myslím, že je škoda a bylo by dobré, kdyby se veřejnost dověděla více o této ekologické a zároveň ekonomické alternativě stavebního materiálu.

Nejlépe informovanou generací je dle mého průzkumu věková kategorie 26- 45 let. Myslím si, že je to proto, že se tato věková kategorie nejvíce zajímá o alternativy bydlení a zároveň má dobrý přístup k internetu. Naopak nejméně informovanou generací je věková skupina 46- a více let. Co se týče mé druhé otázky, mám dojem, že nejvíce nadšení z možnosti bydlení v takovém domě byla věková kategorie 15-25 let. Naopak nejvíce skeptičtí byli respondenti z věkové skupiny 46- a více let, protože mnozí nevědí, co od takového bydlení očekávat. To je zřejmě zapříčiněno nedostatkem informovanosti a oblibou klasických materiálů.

Mám-li tedy vyvodit závěr z mého průzkumu, jsem toho názoru, že by bylo potřeba více propagovat tuto technologii a dostat ji do povědomí široké veřejnosti.

Závěr

Tato práce mě skutečně velmi obohatila. Díky ní jsem se dověděla mnoho nových a zajímavých informací, které ráda předám dál, protože jsem toho názoru, že tato technologie má velkou budoucnost. Často mívám dojem, že si někteří myslí, že to, co je ekologické, je také drahé, ale díky této nové alternativě ve stavebnictví vidíme, že to tak není. Můžeme být ekologičtí, chránit své životní prostředí a dokonce na tom ušetřit. V dnešní době je bydlení

velmi drahou záležitostí a vlastní dům si nemůže dovolit každý, ale díky této technologii bude ta možnost, vlastnit dům, zpřístupněna i rodinám, které by na to dřív finance neměly. Myslím si, že to byl úžasný nápad a začínám uvažovat, že i já bych si jednou ráda takové bydlení pořídila, neboť bych získala rodinný dům za cenu bytu.

Touto cestou bych zároveň ráda poděkovala paní Švaňové, která mě vlídně přivítala v popisovaném domě a poskytla mi všechny cenné a zajímavé informace.

Obrazová příloha

Autorka projektu s majitelkou domu, paní Janou Švaňovou

ÚSPORY ENERGIE V NAŠÍ ŠKOLE

ELIŠKA KAŠPAROVÁ, SŠ – COPTH, Poděbradská 1/179, 190 00, Praha 9

ÚVOD

Dobrý den, jmenuji se Eliška Kašparová a jsem studentkou 2. ročníku studijního oboru Chemik operátor - průmyslová chemie se zaměřením pro farmaceutickou výrobu na SŠ-COPTH, Poděbradská 1/179, Praha 9. Do projektu ENERSOL jsem se zapojila letos již

podruhé. Pro tento rok jsem si vybrala téma, o kterém si myslím, že je v současné době velmi aktuální, a to úspory energií zateplením budov. V průběhu minulého školního roku proběhla na naší škole výměna oken a zateplení budovy. Velmi mě zajímala výše úspor energie, kterou to přinese. Všechny tyto úpravy jsem měla možnost průběžně sledovat.

Zateplení

Zateplením je myšlena výměna starých oken za nová lépe těsnící s plastovými rámy, nové vchodové dveře, obložení celé budovy polystyrenem a nová hezčí omítka. Zateplování je velmi populární, protože je účinné a finančně výhodné díky projektu Ministerstva životního prostředí ČR Zelená úsporám. K zateplení budov jsou používány desky z různých tepelně izolujících materiálů, jako jsou například pěnový polystyren nebo minerální vlna. Oba tyto materiály výrazně zvyšují tepelný odpor pláště budovy. Například tepelný odpor plné cihly (60 cm) je asi 0,8 m2 x K/W. Po přidání polystyrenové desky o šíři 10 cm se tento odpor zvýší na 3,28 m2 x K/W. Minimální doporučená hodnota tepelného odporu je 3 m2 x K/W.

Dotace

Státní fond životního prostředí

Státní fond životního prostředí České republiky zásadním způsobem přispívá do projektů na ochranu vod, zlepšení kvality ovzduší, využití obnovitelných zdrojů energie a mnoho dalších už od roku 1992. Fond získává finanční prostředky z Evropské unie a podporu poskytuje ve formě dotací, půjčky či příspěvku na částečnou úhradu úroků. Zabývá se ale také konzultační a poradenskou činností, nebo stanovením a vymáháním sankcí při nedodržení podmínek smlouvy o podpoře. Velké procento podpořených projektů činí zateplování vzdělávacích budov. I tak je to stále jen zlomek z programů, které vedou ke snížení emisí a spotřeby energie a zabraňují znečišťování životního prostředí. Pod administrativu Státního fondu životního prostředí ČR spadá dotační program Zelená úsporám.

Zelená úsporám

Zelená úsporám je projekt Ministerstva životního prostředí ČR, který se snaží zvýšit zájem o ekologičtější vytápění, a také je jeho cílem snížit spotřebu energií celkově. Je to komplexní systém pro renovaci starších budov, ale podporuje i stavbu nových, již od základu úsporných domů a bytových jednotek. Rozhodně tento projekt není zaměřen jen na zateplení fasád, ale existují v něm dotace také například na výměnu oken, opravu střechy či na změnu systému vytápění.

Žadatelům nabízí podporu i některé stavební firmy a to tak, že s nimi vypracují projekt, podají za ně žádost o dotace, a když finanční pomoc dorazí, odečtou ji z celkové ceny a projekt

zrealizují. Zelená úsporám běží od roku 2009. V létě 2010 se zastavil příjem žádostí o dotace pro panelové domy a o dva měsíce později se zastavil celý projekt úplně. Podle plánu by měl znovu pokračovat od 1. 2. 2011.

Zateplení naší školy

Před tím než začala renovace objektu školy, prošla budova energetickým auditem, aby se zhodnotil současný stav a vybral se nejlepší způsob, jak hospodaření s energií u nás zefektivnit.

Doporučení auditora

- Zateplení vnějšího pláště budovy izolací z pěnového polystyrenu
- Zateplení stropu pod nevytápěnou půdou izolací z minerální vlny
- Výměna venkovních dveří
- Výměna oken ve vytápěných místnostech za nová s plastovými rámy a s izolačním dvojsklem

Energetická bilance

Tabulka č. 1

Ukazatel	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
	GJ/rok	Tis. Kč/rok	GJ/rok	Tis. Kč/rok
Spotřeba paliv a energie	2 630,4	1 015,3	1 479,0	683,1
Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	69,5	26,5	69,5	26,5
Spotřeba energie na vytápění	2 106,7	607,7	955,3	275,6
Spotřeba elektrické energie pro ostatní účely	454,2	381,1	454,2	381,1
Potenciál energetických úspor	1 151,4 GJ/rok			

Na doporučení auditora byla v celé budově školy vyměněna okna. Dále byly osazeny nové venkovní dveře a bylo provedeno zateplení stěn budovy i stropů na posledním podlaží. K obložení stěn bylo využito izolačních materiálů o různých tloušťkách zvolených podle tloušťky zdiva 140 – 160 mm. Strop pod nevytápěnou půdou byl zateplen vrstvou 180 mm nekašírované plsti.

Posouzení využití obnovitelných zdrojů energie

Technicky by bylo možné v našem areálu využít: tepelné čerpadlo, sluneční energii, spalování biomasy. Protože je ale v budově relativně nový a dobře fungující systém vytápění, nebylo by využití těchto zdrojů energie účelné ani finančně přínosné.

Přínosy z hlediska životního prostředí

Areál školy odebírá teplo z veřejné sítě Pražské teplárenské a.s., tudíž sám není producentem exhalací.

Posuzování vlivu úspor na životní prostředí bylo provedeno za těchto podmínek:

- Ztráty v rozvodu centrálního zdroje tepla (CZT) 12%
- Teplo je vyráběno především z uhlí a částečně z plynu (kombinovaná výroba).

Podíl jednotlivých palivových zdrojů:

- Hnědé uhlí (HU - zdroj Mělník) 82%
- Černé uhlí (ČU - zdroj Malešice) 6%
- Zemní plyn (ZP - špičkové zdroje) 12%

Emise škodlivin

Tabulka č. 2

Znečišťující látky	Výchozí stav	Stav po	Rozdíl
	kg/rok	kg/rok	kg/rok
Tuhé látky	5,06	3,47	1,59

SO2	331,64	223,61	108,02
NOx	496,54	340,39	156,15
CO	160,47	112,50	47,97
Organické látky	45,00	31,39	13,61
CO2	449 232	302 051	147 180

Financování

Začít zateplovat je, i přes všechny kladné stránky projektu, vždy velmi zodpovědné rozhodnutí z hlediska finanční náročnosti. Platí to všude a ve státním vzdělávacím zařízení dvojnásob. Před každou investicí je důležité brát v potaz její návratnost, která závisí na velkém množství faktorů. U zateplení budovy je to například její umístění v terénu i její vnitřní dispozice (například u budov s vyššími stropy jsou náklady na vytápění znatelně vyšší). Zásadní význam má také celkový hospodářský vývoj společnosti. A v neposlední řadě zde hraje roli počasí. V níže umístěné tabulce uvádím hodnoty spotřeby energie na naší škole vždy v měsíci říjnu v jednotlivých letech s průměrnými teplotami. Do tabulky jsem použila pouze hodnoty z měsíce října, protože v době, kdy jsem psala tuto práci, jsem měla k dispozici nejaktuálnější fakturu právě za říjen.

Tabulka č. 3

VŽDY ZA MĚSÍC ŘÍJEN		
rok	Spotřeba v GJ	Průměrná teplota
2004	40,00	9,4 ˚C
2005	120,00	9,7 ˚C
2006	115,00	10,9 ˚C
2007	170,00	8,1 ˚C
2008	195,00	8,5 ˚C
2009	144,00	8,1 ˚C
2010	108,00	6,6 ˚C

Ekonomické hodnocení

Celkové investiční výdaje projektu	10 300 849 Kč
Z toho dotace	7 610 004 Kč
Náklady školy	2 690 845 Kč
Předpokládaná roční úspora	332 152 Kč
Předpokládaná návratnost (dle auditu)	8 let

Předpokládaná návratnost

Z posledních dvou hodnot spotřeby z tabulky číslo 3 jsem vypočítala přibližnou návratnost nákladů. Pro výpočet finančních hodnot jsem použila cenu za 1 GJ platnou v říjnu 2010. Vím, že se ceny tepelné energie často mění, a proto jsou mé výpočty pouze orientační.

Tabulka č. 4

Rok	Cena za 1 GJ	Spotřeba GJ	Úspora GJ v %
2009	237,075 Kč	144,00	25%
2010	256,586 Kč	108,00	

Úspora v měsíci říjnu 2010 oproti stejnému měsíci v roce 2009 je 36 GJ což činí úsporu 25%. Pokud zprůměrňujeme spotřebu GJ za rok 2009 je průměrná spotřeba za měsíce leden až prosinec 159,16 GJ.

Tabulka č. 5

Měsíc v roce 2009	Spotřeba v GJ
Leden	490,00
Únor	378,00
březen	262,00
Duben	30,00
Květen	5,00

Červen	10,00
Červenec	10,00
Srpen	10,00
Září	15,00
Říjen	144,00
Listopad	160,00
Prosinec	396,00
celkem	1 910,00

Počítáme-li s 25% úsporou ušetříme cca 39,86 GJ což je asi 10 213 Kč za měsíc. Za celý kalendářní rok je tedy úspora 122 552 Kč. Při této úspoře bude návratnost investice 22 let. V měsících od prosince do února, kdy jsou spotřeby výrazně vyšší než v ostatních měsících, bude vyšší také předpokládaná úspora. Také se stále zvyšují ceny tepelné energie. Z těchto důvodů je předpoklad, že návratnost nebude celých 22 let, ale bude kratší.

Závěr

Já osobně jsem člověk, kterému záleží na osudu mé země i naší planety, a proto si vážím všech aktivit a projektů vedoucích k ochraně životního prostředí, k odbourání zbytečného vyčerpávání neobnovitelných zdrojů energie a k minimalizaci škod, které páchá lidská civilizace na ekosystému Země. Zateplení naší školy je přínosné jak pro lepší hospodaření s energiemi celkově, tak pro ekonomickou situaci naší školy. Všechny tyto aktivity jsou významné a zdají se být neosobní, ale v mém případě jsou ještě další důvody, proč jsem měla radost, že k zateplení došlo. Hlavně proto, že v zimních měsících loňského roku, kdy ještě nebyla budova zateplena, bylo na naší škole mnohem chladněji a foukalo starými okny. Letos je ve všech prostorách budovy příjemněji, i když venku panují leckdy opravdu silné mrazy. V těchto podmínkách se mnohem lépe studuje. V neposlední řadě se mi líbí i to, že naše škola teď vypadá daleko lépe.

Závěrem bych ráda poděkovala všem, kdo se se mnou podíleli na psaní této práce a věnovali se mi. Jmenovitě panu Luďkovi Bursovi, panu Ladislavu Strakovi a paní Ludmile Kajtarové, kteří mi velmi ochotně poskytli informace o celém projektu zateplování naší školy, paní Martině Prknové, která je koordinátorkou mé práce a byla pro mě i oporou a druhým úhlem pohledu, když jsem potřebovala poradit jak dál. Nesmím zapomenout ani na pana

Kuzminského, který je učitelem českého jazyka na naší škole a průběžně dohlížel na úpravu a pravopisnou správnost této mé práce.

OZE – PERSPEKTIVA PRO BUDOUCNOST

BLÁHA FRANTIŠEK, SŠ-COPTH, Poděbradská 1/179, 190 00 Praha 9

ÚVOD

Do SŠ-COPTH chodím už třetím rokem. Naše škola je umístěna v obrovském areálu, kde je kromě hlavní budovy množství dalších větších či menších objektů, které slouží k různým účelům a abych řekl pravdu, tak u většiny ani nevím k jakým. Do soutěže ENERSOL jsem se dostal vlastně náhodou a asi hlavně kvůli mé zvědavosti. Jednoho dne jsem byl zrovna myšlenkami trochu jinde než ve výuce a tak jsem pozoroval z okna co kde lítá.

Pohled mi skončil na jedné nízké budově, která stojí vedle našeho školního hřiště. Na střeše se pohybovali nějací pánové, tak jsem koukal, co tam provádí. Na střeše jsem kromě těch pánů viděl i docela velké množství solárních panelů. Nějak jsem se snažil si vybavit, jestli tam ty panely byly vždycky a napadlo mě, že jestli ano, tak že vlastně ani nevím, že naše škola má takové zařízení. Obnovitelné zdroje jsou mi totiž sympatické, protože jsou ekologické a šetrné k přírodě. A protože mám přírodu rád a zároveň jsem od přírody zvědavý, tak mi to nějak vrtalo hlavou a později jsem se šel zeptat mého učitele co je to tam za domek, na kterém se solární panely nachází a jestli patří k naší škole a zda bych se tam nemohl jít podívat. Pan učitel mě jednoduše přesměroval na jinou osobu, a to na paní

učitelku, která u nás učí ekologii a zároveň je koordinátor v soutěži ENERSOL a o budově, která mě zajímá, mi prý dá konkrétní informace. Když jsme se poté setkali a já projevil svůj zájem o obnovitelné zdroje, tak mi hned nabídla, ať se zúčastním této soutěže.

Když jsem pak měl možnost podívat se dovnitř tohoto domečku, byl jsem opravdu hodně překvapený, jaká zařízení se uvnitř skrývají. Řekl jsem si tedy, že se do soutěže ENERSOL přihlásím a alespoň se dozvím něco nového.

Historie objektu

Jak jsem se z vyprávění paní učitelky dozvěděl, tak tento objekt nejdřív sloužil jako kuchyně, kde se učili kuchaři. Když se pak na naší škole obor kuchař přestal učit, našel tento domek uplatnění pro informační a výukové centrum ENERSOL HARFA, které vzniklo na základě spolupráce s holandskými partnery v rámci mezinárodního projektu ENERSOL. Informační a výukové centrum začalo fungovat v roce 2004. Na střechu bylo namontováno pár fotovoltaických a fototermických panelů a dovnitř tohoto objektu tepelné čerpadlo systém vzduch – voda. V roce 2006 vznikl návrh na modernizaci a rozšíření výukového centra a celý projekt byl nazván Perspektis 21. Nyní je projekt Perspektis 21 pár měsíců před úplným dokončením a když jsem prostudoval veškeré dostupné materiály projektu, byl jsem ohromen, co všechno se v naší škole připravuje. A protože nové informační a výukové centrum nabídne opravdu nespočet možností, rozhodl jsem se, že se ve své práci budu více věnovat pouze jedné technologii OZE, a to tepelným čerpadlům.

Proč tepelná čerpadla?

Důvodů, proč jsem si vybral právě tepelná čerpadla, přestože na střeše objektu je namontováno velké množství různých druhů fotovoltaických a fototermických panelů, je hned několik.

Tím hlavním důvodem byl asi fakt, že když se v současné době někde mluví o obnovitelných zdrojích energie, většinou je na prvním místě právě fotovoltaika . A přijde mi, že ne vždy se jedná o nějaké pozitivní komentáře či souvislosti. O tepelných čerpadlech se sice též v poslední době mluví, ale připadá mi, že spíš v kladném slova smyslu, protože jde o malý zdroj, který si lidé pořizují na vytápění svých obydlí a neobtěžují tím okolí, jako v případě solárních panelů postavených někde uprostřed přírody. Tepelná čerpadla umístěná u nás ve škole mě pak zaujala i některými svými zvláštnostmi, kterými se liší od běžně prodávaných tepelných čerpadel.

Nová tepelná čerpadla v projektu Perspektis 21

Než jsem se pustil do zkoumání tepelných čerpadel, která máme instalovaná ve škole, rozhodl jsem se, že si raději nejprve zopakuji a doplním své velmi obecné znalosti o jejich principu fungování. Na internetu jsem našel velké množství informací a obrázků a doporučení jsem dostal hlavně na internetové stránky firmy TC Mach, která nám do školy tepelná čerpadla dodala. Když jsem si doplnil potřebné znalosti, mohl jsem se již s klidem vrátit k technické dokumentaci projektu Perspektis 21a začít zkoumat naše tepelná čerpadla detailněji. Nově instalovaná tepelná čerpadla jsou celkem 3 a každé má výkon 10 kW. Každé získává teplo pomocí jiného systému, u jednoho jsou to geotermální vrty, u druhého horizontální kolektory a třetí je systém vzduch – voda. Především první dva typy mě zaujaly. Jak jsem se dříve dočetl, tak geotermální vrty pro tepelná čerpadla se dělají několik desítek metrů hluboké a pro horizontální kolektory jsou zase potřeba velké plochy. Byl jsem tedy docela překvapen, že jsem si takových zásahů v areálu naší školy nevšiml. Od paní učitelky jsem se však dozvěděl, že většina těchto prací probíhala o letních prázdninách, kdy jsme do školy nechodili.

Rozhodl jsem se, že nejprve si tedy zjistím něco částech tepelných čerpadel umístěných venku a teprve poté se budu věnovat zařízením uvnitř domečku.

Z technické dokumentace jsem vyčetl následující fakta:

Tepelné čerpadlo systém země (geotermální vrty)

Jímání zemského tepla měly původně zajišťovat 2 geotermální vrty o hloubce 110 m. Než však tyto vrty vznikly, musel být proveden důkladný geologický průzkum a ten ukázal, že není možné tak hluboké vrty na pozemku naší školy vyvrtat. Proto prý bylo následně projektovým týmem rozhodnuto, že se vytvoří více vrtů o menších hloubkách. Takže dnes, kdy je vše již hotové, je v areálu naší školy vyhloubeno celkem 6 vrtů o hloubkách 90 m, 2x 50 m, 20 m a 2x 5 m.

Tepelné čerpadlo systém země (horizontální kolektory)

Tento typ tepelného čerpadla též využívá teplo ze země, které získává pomocí horizontálních kolektorů. Horizontální kolektory jsou na pozemku naší školy umístěny v hloubce 2, 5 m. Jsou celkem 3 a délka každého kolektoru je 25 m.

Tepelné čerpadlo vzduch - voda

Třetí tepelné čerpadlo odebírá teplo ze vzduchu a je tedy napojené na obrovský ventilátor, který je umístěn u domečku vedle oken do místnosti s tepelnými čerpadly. Kolektory a vrty

jsou pak pospojovány různými výkopy, a vše je svedeno společně pod zemí do domečku, kde veškeré rozvody opět vychází na povrch.

Půjčil jsem si mapku, na které jsou veškeré stavební zásahy zakresleny, a vydal jsem se na průzkum pozemku, zda po nich najdu nějaké stopy. K mému velkému překvapení jsem ale téměř nic nenašel. Až na pár značek, které ukazují umístění geotermálních vrtů, po horizontálních kolektorech ani památky. Nicméně jsem se alespoň díky plánku lépe zorientoval na pozemku naší školy a získal tak větší přehled o reálném měřítku celé výstavby.

Technologie instalované uvnitř objektu

V dalším zkoumání jsem již pokračoval uvnitř domečku, kde jsou instalována tepelná čerpadla. Všechna tři tepelná čerpadla vypadají na první pohled stejně, na každém z nich je však malá cedulka, která označuje o který systém se jedná. Vzájemně se také liší připojením na různé rozvody, které jsou do domečku přivedeny z venkovní části. Jak jsem se dozvěděl, tak firma TC Mach vyráběla tato tepelná čerpadla na zakázku přímo dle požadavků naší školy. Jelikož jsou tepelná čerpadla instalována v informačním a výukovém centru obnovitelných zdrojů energie, požadavky na výrobce směřovaly především tak, aby bylo možné na nich co nejlépe demonstrovat základní principy a dále také monitorovat jednotlivé části jejich okruhu a získávat data pro další výuku.

Zvláštnosti tepelných čerpadel projektu Perspektis 21

Co je na nových tepelných čerpadlech v naší škole jiného oproti tepelným čerpadlům, která si běžně lidé pořizují na vytápění svých obydlí?

Tepelná čerpadla v naší škole už na první pohled vypadají jinak. To znamená, že klasické tepelné čerpadlo, které se prodává je šedivá bedna s malým displejem, který ukazuje určité hodnoty. Naše tepelná čerpadla jsou také krabice s malým displejem, ale z horní strany jsou úplně odkrytá a boční stěny jsou vyrobeny z poloprůhledného plastu, přes který je možné nahlédnout dovnitř, a nebo ho lze úplně odstranit a dostat se tak do útrob tepelného čerpadla a vše si prohlédnout z blízkosti.

Jak jsem zjistil z technické dokumentace, tak unikátní na těchto tepelných čerpadlech je i to, že každé má namontováno 3 typy kompresorů – tzv. scroll, scroll s digitálním dávkováním chladiva a scroll hybridní. Tato informace mi přišla ale nějak nic neříkající, tak jsem se rozhodl, že si dál zjistím o co se jedná a dozvěděl jsem se, že každý kompresor pracuje s jiným typem chladiva a tepelná čerpadla, která se běžně montují do domácností mají vždy

jen jeden typ kompresoru. A právě kombinací všech tří variant bude u nás ve škole možné mezi nimi porovnávat různé parametry v závislosti na typu tepelného čerpadla.

V okruhu tepelných čerpadel jsou umístěna čidla, pomocí kterých budou v různých fázích okruhu tepelného čerpadla měřeny veličiny jako například teplota, tlak, příkon, elektrická spotřeba či spotřeba a výroba tepelné energie. Čidla jsou umístěna také například v různých hloubkách u geotermálních vrtů i u horizontálních kolektorů. Naměřené hodnoty se budou ukládat do počítačového systému a bude je dále možné využívat pomocí moderních informačních a výukových technologií.

Výukové pomůcky v projektu Perspektis 21

Velkou zajímavostí celého projektu Perspektis 21 (nejen tedy tepelných čerpadel, ale je tomu tak i u fotovoltaiky a fototermiky) je právě propojení všech systémů s informačními technologiemi. Takzvaný systém měření a regulace dat zajišťuje monitorování většiny fází procesů získávání energie z obnovitelných zdrojů a tato data jsou uložena na serverech a statisticky vyhodnocována. Data bude možné dále využívat při výuce a převádět je například do virtuální animované vizualizace. V domečku projektu Perspektis 21 je totiž kromě místnosti s instalovanými technologiemi OZE i místnost pro výuku s interaktivní tabulí a technická místnost, kde jsou umístěny servery a ovládání jednotlivých systémů.

V rámci projektu bylo zpracováno i velké množství e-learningových kurzů, které jsem si měl možnost také vyzkoušet. Takový kurz spočívá v tom, že se na počítači zábavnou formou pomocí názorných ukázek, obrázků, videí a výukových textů studenti učí o jednotlivých technologiích OZE a poté mají možnost si své získané vědomosti otestovat. Kurzy jsou několika úrovní, od základní školy až po vysokoškolské. Já jsem si zkoušel kurz pro střední školu, který mi přišel odpovídající mé úrovni a rád bych se takovou formou učil i v některých dalších předmětech ve škole.

Teplo z tepelných čerpadel

V neposlední řadě jsem se při zpracování svého projektu ENERSOL zajímal i o to, co se děje s energií, kterou škola pomocí tepelných čerpadel získává. V domečku Perspektis 21 fungují 3 nová tepelná čerpadla s výkonem 3x10 kW a jedno staré (z roku 2003, které zde zůstalo z původního výukového centra) s výkonem 15 kW. Celkem tedy výkon 45 kW.

Původně podle plánů měla být veškerá tato energie využita pro vytápění nové tělocvičny, která se staví o kousek níž pod naší školou. Jak jsem se ale dozvěděl, tak stavba tělocvičny byla zatím zastavena a nikdo neví, zda a kdy bude pokračovat. Proto bylo nutné vymyslet náhradní řešení kam vyrobenou energii dodávat. Jako nejlepší řešení bylo schváleno

napojení všech systému do výměníkové stanice umístněné v hlavní budově naší školy, kde se tepelná energie z tepelných čerpadel přidá do teplovodní sítě celého areálu. Tento výkon sice spotřebu tepla v naší škole nepokryje, ale bude určitě finančním přínosem, jelikož nebude nutné odebírat tolik tepla a teplé vody z distribuční sítě.

Pro úplnost celého svého projektu jsem se rozhodl zjistit si pár informací i od dalších osob, které mají či nemají s projektem něco společného. V první řadě mě napadl pan Stanislav Mach majitel firmy TC Mach, která do naší školy dodala tepelná čerpadla. Napadlo mě pár dotazů ohledně zvláštností, kterými se tato čerpadla vyznačují a tak jsem mu je zkusil poslat e-mailem a pan Mach mi ochotně odpověděl.

dotaz – *Bylo složité vyrobit tepelná čerpadla dle speciálních požadavků naší školy?*

„Naše firma TC MACH, s. r. o. se zabývá vývojem, výrobou a instalací tepelných čerpadel pro účely vytápění, ohřevu vody a pro využití tepelných čerpadel při speciálních aplikacích již řadu let. Zakázka pro Vaši školu pro nás byla velmi významná, vzhledem ke svému rozsahu a speciálním požadavkům. Dlouholeté zkušenosti nám však umožnili celou zakázku zrealizovat v poměrně krátké době a bez problémů."

dotaz – *Byl náročný převoz a montáž těchto čerpadel?*

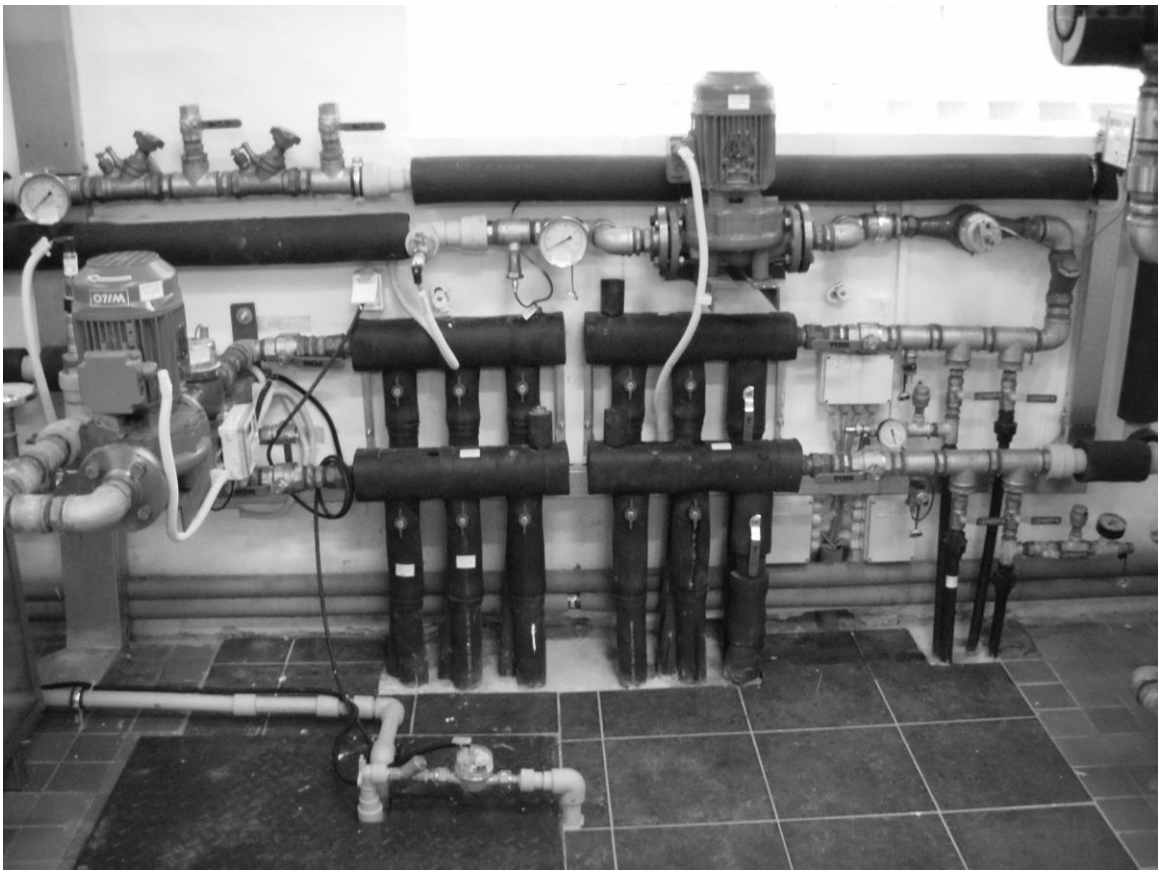
„Tepelná čerpadla umístěna u Vás ve škole jsou poměrně velkých rozměrů, a to větších, než naše firma obvykle dodává. Z počátku jsme proto měli obavy, aby především převoz čerpadel z Moravského Krumlova do Prahy proběhl bez komplikací, což se podařilo. Samotná montáž už si pak vyžádala jen zručné ruce a dostatek lidské síly." Druhou stranou mého dotazování se stali někteří mí spolužáci a učitelé. Jelikož na mě celý projekt působil tak trochu jako utajovaný, zajímalo mě, kdo o něm u nás ve škole ví a udělal jsem si malou anketu. Vytipovaných osob jsem se ptal, zda už slyšeli o projektu Perspektis 21, jestli ví o instalovaných technologiích OZE na naší škole a zda mají zkušenosti s e-learningovými kurzy. Bohužel jsem zjistil to, co jsem předpokládal, že zjistím - výsledek byl veskrze negativní. U studentů jsem se nedočkal jediné kladné odpovědi, kromě té, že si všimnuli solárních panelů na střeše budovy, a učitelé znali pojem Perspektis 21 je letmo z doslechu. Proto bych doporučil, aby se tomuto projektu na naší škole udělala větší propagace, jelikož studenti určitě rádi uvítají možnosti zpestření výuky kombinací počítačů a zábavných metod výkladu.

Závěr

Při zpracování projektu do soutěže ENERSOL se mi naskytla opravdu zajímavá možnost podívat se do našeho nového informačního a výukového centra, které se brzy otevře i dalším

studentům a učitelům. Měl jsem možnost si veškeré technologie prohlédnout, pročíst si dokumentaci projektu a v neposlední řadě jsem objevil i další tvář školy, kterou navštěvuji.

Projekt Perspektis 21 mě zaujal svým moderním a zajímavým způsobem výuky a velmi se těším, až jej budu mít příležitost navštívit při jeho plném fungování. Také bych rád v příštím roce získal přístup k některým naměřeným údajům, které projekt poskytne až po několikaměsíčním provozu a využil je například v dalším ročníku soutěže ENERSOL.



FOTOVOLTAIKA – ANO, ČI NE ?

JIŘÍ MAZUREK, SPŠ Na Proseku, Praha-9, Novoborská 2

ÚVOD

Jsem žákem 1.ročníku oboru Mechanik – elektrotechnik, který studuji na SPŠ v Praze na Proseku. Ke zpracování tohoto projektu jsem se rozhodl proto, že mne zaujal značný rozruch, doprovázející tuto problematiku.

V současnosti se značná část veřejného mínění obrací s negativním postojem k problematice fotovoltaických elektráren. Tato situace přímo vyplývá z reálně hrozícího nárůstu cen elektrické energie, což je velmi často spojováno s cenovou politikou vzhledem k výrobcům elektřiny, kteří využívají fotovoltaických zdrojů. Domnívám se, že toto rozhořčení značné části veřejnosti se nesprávně obrací k technických aspektům tohoto obnovitelného zdroje. Proto jsem se rozhodl alespoň ve skromných mezích nahlédnout „pod pokličku“ této poměrně složité problematiky. Nejprve jsem se musel seznámit s principem výroby elektrické energie ve fotovoltaických zařízeních. Vzhledem k tomu, že k této problematice bylo zaměřeno již více projektů, rozhodl jsem se zabývat spíše jejich další perspektivou.

Výhody a nevýhody fotovoltaiky

Poněvadž na žádný problém bychom neměli nahlížet „černobíle“, bylo nutno snažit se postihnout výhody i nevýhody fotovoltaiky v celé pestré stupnici. K výhodám nesporně patří to, že se jedná o obnovitelný zdroj elektrické energie, získávaný přímou přeměnou energie sluneční. Na straně druhé však mne zarazila poměrně nízká účinnost tohoto procesu. A to mám na mysli zatím účinnost fotovoltaické přeměny. Nesmíme zapomínat na to, že pokud chceme vyrobenou energii dodávat do distribuční sítě, pak ji musíme náležitě zpracovat. O co se jedná ? Především o to, že dodávaná elektrická energie musí mít své závazné parametry : - kmitočet 50 Hz a napětí, které v sekundární síti činí 230 V proti zemnímu potenciálu. A to ještě musíme vzít v úvahu to, že při výrobě energie vyšších výkonů musíme zásobovat rovnoměrně 3 fáze rozvodné sítě. Vezmeme-li v úvahu, že intenzita slunečního svitu kolísá od maxima za jasného slunečního dne po nulu v noci, pak vidíme, že se jedná o zdroj, který je značně variabilní. Tak a máme to tady. Můžeme říci – to přeci jde zařídit. Produkovanou stejnosměrnou energii napěťově stabilizujeme a poté s využitím výkonných střídačů přeměníme na energii střídavou. Řekne se to velmi jednoduše, ale horší je to s realizací. Jako žák oboru Mechanik – elektrotechnik, ačkoli jsem teprve v 1. ročníku, uvědomuji si sice princip regulace a přeměny elektrické energie, nicméně také to, že každé

zařízení pracuje s nějakou účinností. A tak zde dochází k dalším ztrátám, které je nutno přičíst k oněm prvotním.

Problematika přenosu proměnlivého množství energie distribuční soustavou

Vyrobenou energii však musíme dopravit až ke spotřebitelům. A tady dochází, řekl bych, k problémům největším. Ideální by bylo vyrábět elektrickou energii v takovém množství, které hned můžeme spotřebovat. Těžko ji totiž lze „uskladnit“. To, abychom ji najímali do kondenzátorů, nepřipadá vzhledem k obrovskému množství v úvahu. Další možností, která mne zprvu napadla, bylo – nabíjet stejnosměrným proudem, produkovaným z fotovoltaických panelů akumulátory. Avšak bylo mi vysvětleno, že to by sice fungovalo, avšak vzhledem k velmi nízké účinnosti elektrochemické přeměny a vysoké ceně akumulátorů by se to nemohlo vyplatit. Na druhé straně je toto cestou při výrobě malého množství energie, kterou nebudeme dodávat do sítě. Což například dobíjet si z fotovoltaického panelu akumulátor k UPS, který zabezpečí zálohu napájení např.serveru v PC síti ? Anebo dobíjení akumulátorů svítilny miniaturním článkem, umístěným na jejím plášti, popř. takto dobíjená klíčenka s osvětlením pomocí LED.

Vraťme se však k problematice přenosu velkých elektrických výkonů v rozvodné síti. Jak jsem se již zmínil, ideálním stavem by byla výroba přesně podle spotřeby. Ale právě tady nám vznikají hned dvě skupiny problémů. Ta prvá vyplývá z toho, že okamžitá spotřeba energie značně kolísá. Nejvyšší je v době ranní a večerní špičky a naopak nejnižší v pozdních nočních (anebo časných ranních) hodinách. Druhá skupina problémů souvisí se zdroji, které ve velké míře dodávají elektrickou energii do sítě. Zde bych je rozdělil na stabilní zdroje a zdroje variabilní. K těm stabilním rozhodně patří jaderné elektrárny, kde není dobré a často ani technicky v rámci přijatelné jaderné bezpečnosti možné s jejich výkonem manipulovat. Značně problematické je to i u druhé skupiny tepelných elektráren, spalujících zatím uhlí. To jsou totiž v pravém slova smyslu monstra o výkonech řádově stovek MW. Zde mi dovolte, abych se zmínil o tom, že než jsme se spolu se spolužákem, který mi s projektem pomáhá, dali do práce, nabídl nám náš pan učitel účast na putování po různých zdrojích energie v rámci projektu Energis. Oba jsme nabídky využili, a tak při putování po ČR získali potřebné poznatky v širších souvislostech. Proto také vím, že odstávka takovýchto gigantů není vůbec jednoduchou záležitostí. Uvedené typy elektráren – tepelné, tvoří totiž dosud nosnou páteř naší energetiky. Dalšími zdroji, co do velikosti produkce, jsou elektrárny vodní, které řadíme k obnovitelným zdrojům. Avšak ani množství vydatnosti vodních srážek, ani využitelný spád vodních mas na našem území není nekonečný a množství produkované energie závisí na aktuálním průtoku využitelných vodních toků. Dalšími obnovitelnými zdroji jsou zejména fotovoltaické elektrárny, větrné elektrárny a kogenerační jednotky, využívající

produktů biologických odpadů k výrobě tepla a elektrické energie. Vidíme však, že většina OZE je z hlediska objemu produkce velmi variabilní.

Přitom, jak jsem řekl, potřebujeme vyrobenou energii dopravit ke spotřebitelům. K tomu nám slouží právě rozvodná síť. Abychom minimalizovali ztráty při přenosu, musíme vyráběnou elektřinu transformovat na mnohem vyšší napětí. To se podle potřeby provádí na úrovně VN (25, 35, 37 kV), VVN (velmi vysoké – 110 a 220 kV) a UVN (ultra vysoké -400 kV). Při tom v době špičky teče pouze jedním z fázových vodičů na magistrále 400 kV proud zhruba 2000 A. Síť je však vybudována celoplošně tak, aby vyhovovala požadavkům přenosu obrovských množství energie na často velmi vzdálená místa. Snad pro ilustraci jeden příklad. Jaderná elektrárna Temelín ve svých 2 blocích vyrábí po 1 GW (gigawattu) elektrického výkonu. V době, kdy poptávka po energii značně klesá, přenášíme tuto energii odtud až do oblasti Hrubého Jeseníku, konkrétně do naší největší přečerpávací vodní elektrárny na Dlouhých Stráních, aby zde do výšky asi 600m vyčerpala vodní masy na vrch Mravenečník. Odtud v době odběrové špičky padá voda na lopatky 2 turboalternátorů, každý o výkonu 400 MW. Ve skutečnosti je vše mnohem složitější. Naše přenosová soustava, včetně jejích hlavních přenosových linek byla však vybudována v době, kdy jsme počítali se sítí základních elektráren. K tomu se však nyní přidružila otázka výstavby a využití OZE. V současnosti na území ČR působí jako výhradní provozovatel přenosové soustavy a.s. ČEPS. Děje se tak na základě udělené licence pro přenos elektrické energie, schválené Energetickým regulačním úřadem podle Energetického zákona. Udržuje, obnovuje a rozvíjí 39 rozvoden s 67 transformátory pro převod mezi sítěmi různých napěťových soustav. Tato společnost je začleněna do evropských struktur. V rámci soustavy ČR poskytuje ČEPS přenosové služby a služby, spojené se zajištěním rovnováhy mezi výrobou a spotřebou elektrické energie v reálném čase. Avšak pozor – ČEPS rovněž zajišťuje přenosy elektrické energie pro export a import.

V této souvislosti narůstá aktuální potřeba řešit následující problém. Tím je integrace elektráren, využívajících OZE, zejména fotovoltaických a větrných, do naší elektrizační soustavy. Z pohledu ČEPS se jedná o zajištění rovnováhy mezi výrobou a spotřebou, při současném zajištění úrovně potřebné bezpečnosti a spolehlivosti. Vzhledem k mezinárodním závazkům nyní přenášíme přes naše území velké množství nepředvídatelně variabilní elektrické energie z oblasti německého pobaltí do části bavorské. Do roku 2022 má dojít k nárůstu rozsahu zařízení pro 400 kV o 20 %. Konkrétně má být postaveno 5 nových rozvoden 420 kV a více, než 675 km nových vedení 400 kV.

To bude předpokládat investice ve výši zhruba 4.000.000.000 (4 miliard) Kč,- ročně. Co však v případech, kdy v současnosti kapacita přenosu elektrické energie nestačí?. Pak abychom

splnili mezinárodní evropské závazky, jsme zatím nuceni dočasně omezovat produkci vlastních energetických zdrojů. Relativně nejschůdnější a zároveň nejbezpečnější, i když bolestivé, je omezení produkce našich elektráren, spalujících uhlí. ČEPS má však i svoje závazky vůči těmto výrobcům, kteří se pro takové případy pojistili penalizací. Přirozeně – tato situace se podstatně promítá do nárůstu cen elektrické energie.

Možná řešení (východiska), aneb velké, či malé fotovoltaické elektrárny

Ve vztahu k uvedeným problémům se mi již jeví při samostatném pohledu na variabilitu produkce fotovoltaických elektráren jejich uvedený nedostatek jako méně kritický. Ve spojitosti s dalšími, výše uvedenými souvislostmi, však problém, vzniklý přenosem obrovských výkonů větrných parků přes naší soustavu fotovoltaika ještě dále navyšuje. Zdůrazňuji však, že tomu tak je pouze v případech, kdy mluvíme o velkých fotovoltaických elektrárnách. Takový to argument v žádném případě neohrožují malé fotovoltaické zdroje, určené převážně pro vlastní spotřebu (příloha – obr.č.7,8), anebo malá fotovoltaika (viz výše uvedené příklady).

A pak je tady ještě jeden argument, jak lze využít velkých fotovoltaických elektráren. Již jsem se zmínil o poklesu účinnosti, včetně nárůstu pořizovací hodnoty fotovoltaických zdrojů v případech, kdy je využíváme pro dodávky energie do distribuční sítě. Je zde však další možnost – levnější, jednodušší a tudíž i spolehlivější a hlavně účinnější!!. O co jde ? Jedním z fosilních energetických zdrojů jsou i paliva pro současné spalovací motory, masově využívané v automobilní a částečně i železniční dopravě. Nejenom, že spotřebují zásoby ropy, popř zemního plynu, ale jsou i zdrojem značných emisí, včetně oxidu uhličitého (v lepším případě, v tom horším i uhelnatého). Při tom již řadu let probíhá výzkum a ověřovací zkoušky nových druhů pohonů silničních vozidel. Jednou z příhodných alternativ pohonů nedaleké budoucnosti jsou palivové články. Jejich palivem, a to nejekologičtějším jsou kyslík a vodík. Výsledným produktem je totiž kromě získané elektrické energie také čistá voda. Ano, palivo je nutno vyrobit elektrolýzou z vody a k tomu potřebujeme stejnosměrný elektrický proud. A zde se nám nabízí možnost – napájet zmíněné elektrolytické jednotky přímo z fotovoltaických zdrojů. Není tedy zapotřebí ani střídání, ani složité regulace napětí, včetně složitějších elektronických obvodů, zajišťujících správné přifázování zdroje k rozvodné síti. Přitom takovéto velké FVE by zajistily již obstojnou produkci tohoto paliva. Vidíte – to vše bez nutnosti připojení k rozvodné elektrické síti.

Často - na adresu FVE slýcháme i to, že výroba fotovoltaických panelů je velmi energeticky náročná a že nastanou velké problémy s likvidací těch panelů, které již ztratí požadovanou účinnost. Je sice pravdou, že výroba je energeticky náročná, avšak jsem přesvědčen, že se vyplatí. Materiálových surovin pro jejich výrobu je více, než dost. Stačí si jen uvědomit,

z čeho je složena zemská kůra –SiAl. A po uplynutí životnosti, která dnes činí zhruba 25 až 30 let, přičemž garantována je po dobu 25 let bude možno tyto panely recyklovat, ať již přetavbou, anebo jinak. Na straně druhé je pravda, že výroba fotovoltaických panelů je poměrně energeticky náročná. Při využití současných technologií lze říci, že fotovoltaický zdroj vyrobí za dobu své životnosti zhruba 3 až 5 kráte více energie, než kolik jí bylo nutno vložit do jeho výroby. Vzhledem k neustálému vývoji nových technologií však lze předpokládat v blízké budoucnosti výrazné navýšení této energetické návratnosti.

Cenová politika a ohlasy na ní

K mohutné vlně nevole, směřované vůči FVE u části obyvatelstva došlo podle mne proto, že veřejnost nebyla dostatečně a v potřebných souvislostech informována o problémech, doprovázejících naší energetiku. Ve snaze zpřístupnit pořízení nikterak levných fotovoltaických zdrojů širším vrstvám obyvatel byla upravena prodejní cena energie, produkované obnovitelnými zdroji na 12,60 Kč /1kWh.

To prvotně sledovalo, aby návratnost investic, vložených do zřízení zdrojů FVE byla reálná a navíc umožnila i dosažení zisku. S takto nastavenými podmínkami představovala časová návratnost zhruba období 10 – 15 let i méně, což při uvedené životnosti včetně rizika poškození bylo pro výstavbu malých fotovoltaických objektů odpovídající.

Uvedená cena za 1 kWh elektrické energie, produkované ve FVE vedla však některé movitější firmy k tomu, že se vrhli takřka o závod s časem do výstavby obrovských fotovoltaických polí. Je přeci známo, že pokud se do něčeho pustíme ve velkém, dosáhneme toho při nižších nákladech a s kratší dobou jejich návratnosti. Přirozeně, kdo by toho nevyužil. Podle mne by měly podmínky pro výstavbu menších FV zdrojů zůstat zhruba zachovány, ale pro ony velké FVE by měly být nastaveny jinak. Pak by nedocházelo k výskytu zmíněných negativních dopadů, neboť tyto by byly určeny především k zajištění vlastní spotřeby uživatele. V následující tabulce jsou uvedeny konkrétní výkupní ceny elektřiny, produkované z fotovoltaických zdrojů včetně zeleného bonusu, vázané jak k velikosti špičkového produkovaného výkonu, tak i k termínům uvedení zařízení do provozu, včetně stavu od 1. ledna 2011.

Výkupní ceny a zelené bonusy pro výrobu elektřiny fotovoltaikou

Datum uvedení do provozu	Výkupní cena Kč / 1 MWh	Zelený bonus Kč / 1 MWh
-výkon do 30 kWp s uvedením do provozu od 1.1.2011 do 31.12. 2011	7500	6500
-výkon od 30 kWp do 100 kWp s uvedením do provozu od 1.1.2011 do 31.12. 2011	5900	4900
-výkon nad 100 kWp s uved do provozu od 1.1.2011 do 31.12. 2011	5500	4500
-výkon do 30 kWp s uvedením do provozu od 1.1.2010 do 31.12. 2010	12500	11500
-výkon nad 30 kWp s uvedením do provozu od 1.1.2010 do 31.12. 2010	12400	11400
-výkon do 30 kWp s uvedením do provozu od 1.1.2009 do 31.12. 2009	13420	12420
-výkon nad 30 kWp s uved do provozu od 1.1.2009 do 31.12. 2009	13320	12320
-výroba elektřiny ze slunečního záření, s uvedením do provozu od 1.1.2008 do 31.12-08	14300	13300
-výroba elektřiny ze slunečního záření, s uvedením do provozu od 1.1.2006 do 31.12-06	14660	13660
-výroba elektřiny ze slunečního záření, s uvedením do provozu před 1.1.2006	6990	5990

Ovšem pozor, chci se zmínit i o jednom technickém negativu, ke kterému by mohla výstavba velkých FVE vést. Víme, že střídavé napětí a proud má sinusový harmonický průběh, což je dáno konstrukcí alternátorů coby točivých strojů. Pokud však použijeme k získání střídavého proudu polovodičové střídače, vytvarujeme pomocí výkonových spínacích prvků nejprve

obdélníkové napětí dvojí polarity, které vlivem indukčnosti vinutí a parametrů přenosové soustavy změní svůj tvar na „rádo by sinusový“. Takto pracuje velká část zálohovacích zdrojů – UPS. Při masovém nasazení střídačů v případě většího počtu velkých FVE by však toto mohlo být příčinou některých problémů.

Průzkum veřejného mínění, aneb snažil jsem se o objektivitu

Abych se více vcítil do myšlení lidí a získal potřebné poznatky o názorech na současnou problematiku získávání obnovitelné energie z fotovoltaických zdrojů, rozhodli jsme se uspořádat jakýsi průzkum veřejného mínění na toto téma. Ing. Surkov nám to s radostí schválil a tuto myšlenku podpořil. Průzkum jsme prováděli spolu se spolužákem Kryštofem Bartakovičem ve dvojici na veřejnosti. Přitom jsme se snažili oslovit řadu lidí různých kategorií – věkových skupin, žáků, kolemjdoucích, ale i rodičů, či známých, včetně našich učitelů. Podařilo se nám oslovit 60 respondentů. Otázky jsme položili po předcházejícím oslovení a souhlasu různým skupinám obyvatelstva, ať již věku, popřípadě sociálních skupin, i když na to jsme se nedotazovali. Prostě jsme se snažili o to, aby tázaný vzorek obyvatelstva pokud možno zastupoval nejširší vrstvy obyvatelstva. Přirozeně, že při prvotním oslovení se našli i tací, kteří nás odkázali někam zcela jinam … , avšak s tím jsme dopředu již počítali a takovýto druh odpovědi jsme ani do vyhodnocení ankety nezahrnuli. Přesto jsem přesvědčen o tom, že i tato skupina obyvatelstva svým zcela odmítavým postojem k čemukoli hraje svoji roli, byť negativní. Odmítají se vyjádřit k problémům, natož pak se podílet osobně na jejich řešení. Zato jsou zpravidla oni jsou „úžasnými“ kritiky snad jakéhokoli nabízeného řešení. Ale tak už to prostě v životě chodí.

V anketě jsme tázaným položili vždy 5 následujících otázek :

otázka č	počty odpovědí		
	ano	ne	poznámka
otázka č. 1	43	18	
otázka č. 2	39	21	
otázka č. 3	28	33	
otázka č. 4	27	34	
otázka č. 5	21	40	

Na otázku č.1 „Přikláníte se svým názorem k tomu, že elektrická energie

z fotovoltaických elektráren má budoucnost?“ odpovědělo 43 dotázaných kladně, zatímco 18 záporně.

Na otázku č.2 „V nepříliš vzdáleném časovém horizontu dojde k vyčerpání

klasických energetických zdrojů – myslíte si, že je alespoň z části nahradí fotovoltaika?“ opět odpověděla většina – 39 dotázaných kladně a 21 záporně.

Na otázku č.3 „Využíváte dnes alespoň minimálně fotovoltaické elektrické energie (solární svítidla, např. baterky, rádia, nabíječky a jiné)?“ – naopak většina tázaných – 33 odpověděla záporně, kdežto kladně jen 28

Na otázku č.4 „Přemýšlel(a) jste někdy o tom, že byste si pořídil(a) doplňkový fotovoltaický zdroj?“ – opět většina respondentů odpověděla kladně, zatímco 27 se nad touto možností vůbec nezamyslelo

Na otázku č.5 „Je podle Vás v oblasti fotovoltaiky chyba již:

a) v technickém řešení tohoto obnovitelného zdroje - tento názor sdílí menšina – 21 tázaných, zatímco

b) ve špatném nastavení podmínek – vidí chybu naprostá většina – 40 z dotazovaných osob většina dotázaných obyvatel (70%) nenahlíží na problematiku fotovoltaických zdrojů v globálu negativně a vidí v ní jeden z budoucích obnovitelných zdrojů energie lidstva 65% si jich nedokáže budoucnost naší energetiky bez fotovoltaických zdrojů ani představit

- na druhé straně – většina respondentů má jen základní, často velmi omezené znalosti, týkající se nejenom problematiky obnovitelných zdrojů energie, ale dokonce dostupnosti fosilních zdrojů, natož obecné problematiky distribuce elektrické energie v širších souvislostech

- většina - 66% dotázaných vidí příčiny současného stavu fotovoltaiky a nárůstu cen za elektrickou energii vůbec ve špatně nastavených podmínkách pro její prodej a nákup, zatímco 34% vidí příčinu v technickém řešení fotovoltaických zdrojů

Abychom byli zcela objektivní a nestranní, rozhodli jsme se navštívit i současné výrobce fotovoltaických zdrojů elektřiny.

Návštěva ve firmě Stand by solar, s.r.o

Firmu jsme navštívíli dne 8. prosince 2010. Přivítal nás výkonný ředitel firmy, p.Petr Ježek. Poté jsme mu položili několik otázek, týkajících se současné situace v oblasti výroby fotovoltaických zdrojů elektrické energie.

Firma Stand by solar je dceřinnou firmou společnosti Stand by, která se zabývá zejména zpracováním projektů a výstavbou komunikačních prvků včetně telefonních mobilních sítí a RRL přenosových tras. Firma Stand by solar je pak zaměřena na projektování a výstavbu fotovoltaických elektráren, a to od menších – vhodných pro rodinné domy s produkovaným výkonem cca 4 kWp až po velké FVE o špičkovém výkonu do 4 MWp. Jako příklad rodinné fotovoltaiky uvedl rodinný dům v Rychnovské ulici v Praze Letňanech. Fotovoltaické panely odkupují vzhledem k výhodným cenám z Číny. Přitom používají panely všech 3 základních typů, a to monokrystalické, polykrystalické i amorfní (podle polohy – sklonu). Ostatní nezbytné komponenty, jako střídače a regulační obvody jsou zpravidla evropského původu. Finanční návratnost firmou produkovaných fotovoltaických zdrojů menšího výkonu i vzhledem k upraveným výkupním cenám za produkovanou el.energii je zhruba 8 – 10 let, u FVE vyšších výkonů pak delší. Názorně lze také říci to, že cena celého zařízení FVE v průměru činí 1,6 € / 1 Wp instalované produkce energie.

Velkými přednostmi firmy je to, že stačí, aby zájemce uvedl svůj záměr, přičemž pracovníci firmy nabídnou optimální varianty řešení včetně časové finanční kalkulace. Při uzavření smlouvy pak již firma jedná samostatně s příslušnými úřady a orgány státní správy, přičemž jedním z kritérií její činnosti je citlivý vztah k přírodě při integraci fotovoltaických zdrojů do původní krajiny. Takto je většina objektů realizována firmou ve vztahu ke svým zákazníkům přímo „na klíč“.

Na otázku, zda se současná úprava prodejních cen za elektrickou energii, produkovanou ve fotovoltaických zdrojích dotkne podstatně chodu firmy pan ředitel sdělil následující : - je sice pravdou, že současné smýšlení části obyvatel je značně ovlivněno jejich nesprávnou informovaností a že se to částečně promítá i do chodu naší firmy. Na straně druhé to musíme být právě my, kteří se musíme snažit o to, aby i za současně nastavených podmínek byla naše práce natolik efektivní, aby na jedné straně umožnila prosperitu naší firmy a hlavně, aby uspokojila poptávku našich zákazníků a přispěla k dalšímu rozvoji obnovitelných energetických zdrojů.

V praxi to znamená i to, že se snažíme snížit výši finančních vstupů, a tak zkrátit i dobu návratnosti vložených investic. Proto například hlavní komponenty objektů – fotovoltaické panely, odebíráme z Číny, kde jsou finančně nejdostupnější. Přirozeně, že při výběru

jakýchkoli komponentů však na prvním místě musí být otázky účinnosti, provozní spolehlivosti, servisu, včetně ekologických otázek. Při dodržení těchto zásad nevidím příčinu existenčního ohrožení naší firmy. Navíc- do budoucna ceny energií, získávaných z fosilních zdrojů budou značně narůstat a tím se opět využívání obnovitelných fotovoltaických zdrojů dostane více do popředí.

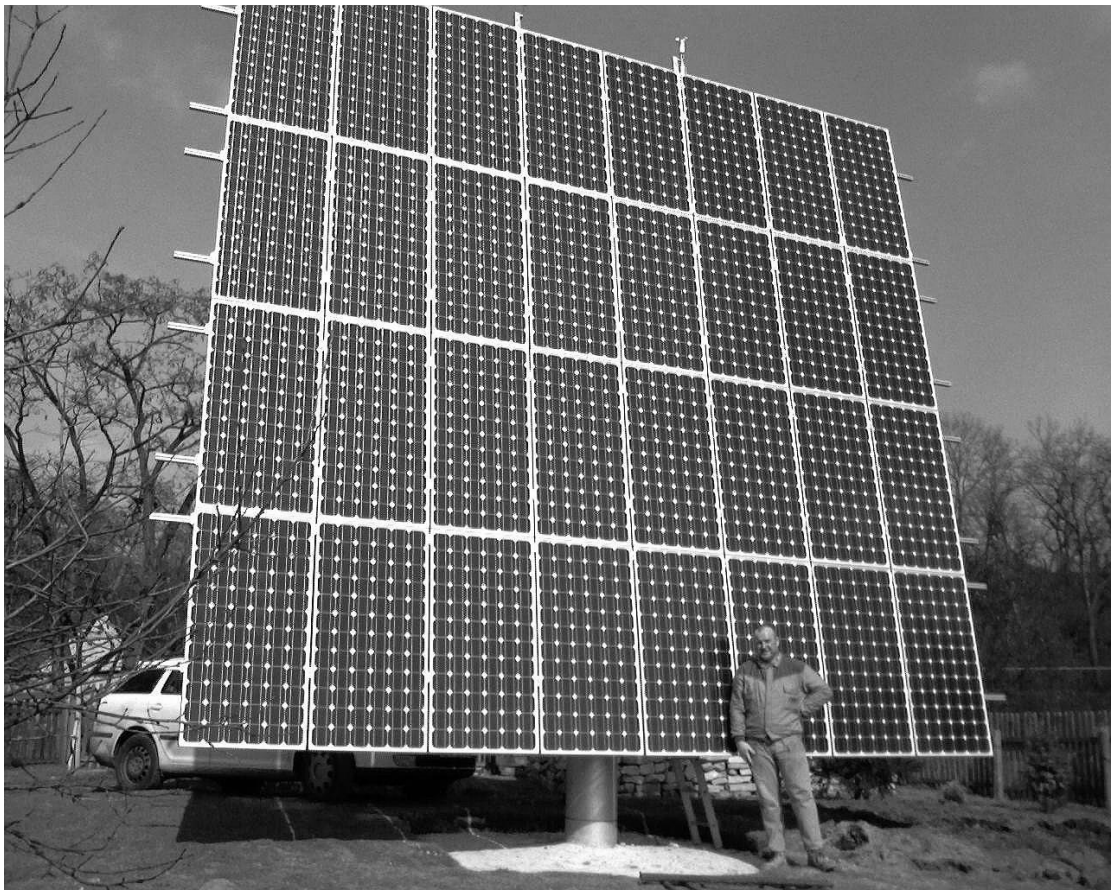
Závěr – aneb můj vlastní názor na fotovoltaiku „ ano, či ne ?“

Tak, jak jsem se postupně dozvídal nové a nové informace ve škole, na odborné přednášce a tyto poznatky jsem konfrontoval s výsledky průzkumu veřejného mínění v oblasti současných problémů fotovoltaiky u nás, měl jsem z toho všeho v hlavě čím dál, tím větší zmatek. Postupně však jsem si na tuto problematiku vytvořil svůj vlastní názor.

Především jsem si jist tím, že fotovoltaické zdroje elektrické energie mají v současnosti svoje oprávněné místo, přičemž jejich význam bude nadále narůstat. Přirozeně, že mají své výhody a nevýhody. Mezi hlavní nevýhody patří relativně nízká účinnost fotovoltaické přeměny zářivého toku Slunce na elektrickou energii a značná variabilita její výroby. Proto se musíme v rámci současných možností snažit řešit právě tyto problémy. Účinnost fotovoltaické přeměny je dána konstrukcí současných článků a panelů. Přesto však lze zvýšit celkovou účinnost procesu výroby a distribuce solární energie tak, jak již jsem naznačil. Část fotovoltaických zdrojů může sloužit k pokrytí alespoň části energetické spotřeby objektu, např.rodinného domku, čímž se prakticky nenaruší činnost rozvodné soustavy. Část FVE většího typu rovněž nemusí být součástí rozvodné soustavy, ale může být využita k výrobě kyslíku a vodíku, coby paliva slučovacích palivových článků. Takto zároveň zvýšíme účinnost tohoto produkčního řetězce, poněvadž vypustíme použití měničů a dalších regulačních obvodů, bez kterých se neobejdeme při dodávce energie do střídavé sítě. To může přinést podstatné navýšení celkové účinnosti v této variantě. Takovéto řešení, přijaté alespoň u některých z velkých FVE by navíc přispělo i ke snížení nahodilosti přenosu elektrické energie přenosovou soustavou. Nesmíme však zapomínat na to, že největší podíl právě na této nahodilosti přenosu elektrického výkonu má zajištění přenosu výkonu, produkovaného množstvím větrných elektráren v pobaltí přes naše území do Bavorska. Tuto skutečnost však nelze přenášet na FVE a to, že právě ony se výlučně podílejí na nárůstu cen elektrické energie u nás. Jsem přesvědčen o tom, že fotovoltaické zdroje, zrovna tak jako další obnovitelné zdroje sehrají v budoucnosti naší energetiky značnou roli. Přesto se domnívám, že právě v našich podmínkách bude značná část produkce elektrické energie pokryta energetikou jadernou, neboť pouze obnovitelné zdroje by u nás nemohly pokrýt objem její spotřeby. Proto, zároveň s tím, je nutno se zabývat snižováním energetické náročnosti, a to ve všech oblastech života.

Moje odpověď na úvodní otázku, která je mottem tohoto projektu, tedy zní ANO pro fotovoltaiku i další obnovitelné zdroje !

Obří FVE v Protivíně (loni největší v ČR)



Samostatná fotovoltaická jednotka „rodinného typu“

SNIŽOVÁNÍ EMISÍ

MICHALA KOLÁŘOVÁ, Vyšší odborná škola a Střední průmyslová škola dopravní

ÚVOD

Emise v dopravě

V době celosvětové polemiky o znečišťování životního prostředí jsem si jako studentka Střední průmyslové školy dopravní vybrala téma „snižování emisí v dopravě“. Toto téma mě velice zaujalo, protože se v tomto oboru pohybuji od raného dětství. Vhledem k dnešním technologiím je snižování emisí dost zajímavým problémem. Když si vezmeme, že před 30 lety tato problematika až tak nikoho nezajímala, stává se rázem atraktivnější. Ve školách se o tom děti neučily, noviny o tom nepsaly, nikdo neměl ani tušení, jak moc emise znečišťují životní prostředí. Teprve v posledních letech se daří odborníkům přes životní prostředí přesvědčit státníky i širší veřejnost, jakož i výrobce nákladních i ostatních vozidel o potřebě snížit emise na nejnižší možnou hodnotu. Ve všech velkých městských aglomeracích, k nimž se počítá i Praha, ve které já bydlím, se stává problém s emisemi vznikajícími stále hustší dopravou a zvýšením hluku rizikovým faktorem ohrožujícím naše zdraví. Mnoho měst na celém světě se tento problém snažilo vyřešit různými způsoby, ne vždy nejlepšími, například ubíráním jízdních pruhů, kde se následně tvoří kolony stojících a kouřících vozidel, nebo povolením jízdy pouze pro vozidla, jejichž registrační značky končí sudým nebo lichým číslem. Osobně si myslím, že žádné omezení dopravy, ať již omezením počtu jízdních pruhů nebo jiným způsobem, neřeší problematiku nákladní dopravy, která do center velkých měst dopravuje zboží, stavební materiál nebo zajišťuje odvoz odpadků. Výrobci nákladních automobilů, kteří jsou nuceni evropskými normami vyrábět stále ekologičtější motory, experimentují s výrobou motorů na zemní plyn, biolíh, etanol a jiné šetrnější pohony jako je například hybridní pohon.

Hybridní pohon

Jedním ze způsobů, jak snížit emise výfukových plynů, je použít hybridní pohon. Hybridních pohonů je více druhů. My se podíváme na jeden z testovaných v nákladní dopravě, systém HybriDrive. Firma BAE vyvinula pohonný systém HybriDrive zvyšující palivovou účinnost a snižující množství emisí u více než 3000 autobusů ve městech po celém světě včetně New Yorku a Londýna. Tento systém je zvláště vhodný pro jízdní režimy městské dopravy, které zahrnují nízké průměrné rychlosti a časté zastavování a rozjíždění.

HybriDrive

HybriDrive se zaměřuje na vývoj nového paralelního hybridního pohonného systému, který bude vyhovovat potřebám využití vyžadující i vyšší provozní rychlosti a méně časté zastávky, bude určen pro středně těžké a těžké nákladní automobily. Tento systém se skládá z dieselového motoru, generátoru, elektrického motoru a lithium-iontového akumulátoru, sloužícího k ukládání přebytečné energie. Celá tato soustava je počítačově řízena. Dieselový motor je napojen na generátor nezávisle na elektromotoru a umožňuje mu tak vyvinout téměř konstantní rychlost bez znatelného trhání. Navíc se elektromotor při brzdění chová jako generátor, který produkuje elektrickou energii, jež se pak ukládá do baterií pro pozdější využití. HybriDrive energie je zelená energie. Tento nový paralelní systém se zaměřuje na nezbytnost efektivnější a čistší nákladní přepravy zboží a lidí po celém světě," HybriDrive systém je v závěrečné fázi vývoje a první silniční testování se plánuje na druhé čtvrtletí roku 2011. Chystané zavedení systému se očekává v roce 2012.

Další využití HybriDrive

Další použití hybridního pohonu v centru Londýna je v městské dopravě. Červené patrové městské autobusy double-decker, se už od minulého jara přizpůsobují novým trendům v oblasti dopravy. Právě tehdy byla ohlášena plánovaná dodávka nových hybridních double deckerů. Nyní už první hybridní autobus po Londýně jezdí, v průběhu následujících měsíců bude dodáno dalších šestnáct testovacích kusů. Jedná se o autobusy vyrobené společností Alexander Dennis Limited (ADL) využívající hybridní pohon HybriDrive firmy BAE. Ten se skládá z dieselového motoru zhruba poloviční velikosti využívaného u běžných autobusů. Zde totiž slouží pouze jako generátor elektřiny pro elektromotor. Přebytečná energie se ukládá do lithium-iontových baterií, kde je k dispozici pro zrychlování, samozřejmostí je regenerativní brzdění. V současné době je více než 1500 těchto autobusů v provozu po mnoha městech USA a Kanady

Evropské emisní normy

Automobilové emise neboli emise výfukových plynů je to, co vozidlo vybavené spalovacím motorem vypouští při svém provozu do ovzduší. Tyto emise obsahují mimo jiné oxidy dusíku, uhlíku, uhlovodík a pevné částice. U starších vozů to byly rovněž olovnaté částice. Ty byly téměř odstraněny používáním bezolovnatého paliva. Evropská emisní norma určuje povolené složení výfukových plynů všech automobilů prodávaných v Evropské unii. Cílem této normy je snižování obsahu plynných a pevných částic ve výfukových plynech.

Emisní norma EURO

První emisní norma EURO 1 byla vyhlášená roku 1993. A vztahovala se na vozidla vyrobená a registrovaná po tomto datu. EURO 1 nebyla příliš přísná, povolovala limit oxidu uhelnatého okolo 3g/Km a ostatní složky se sčítaly. Pevné částice se týkaly pouze naftových motorů, benzínové musely přejít na bezolovnatý benzín.

EURO 2 už byla přísnější. Vyhlášení emisní normy EURO 2 proběhlo roku 1996. Povolovala již jenom 1g/Km oxidu uhelnatého.

EURO 3 byla vyhlášená roku 2000 a snižovala množství oxidu uhelnatého na 0,63g/Km. A obsah pevných částic o 50%.

Euro 4 byla vyhlášena 2005. Množství oxidu uhelnatého je 0,5g/Km.

Euro 5 byla vyhlášená 2009. Množství oxidu uhelnatého je 0,5g/Km. Ke splnění přísných limitů se využívá buď systém recirkulace výfukových plynů neboli EGR, nebo odbourávání škodlivin prostřednictvím selektivní katalytické reakce přidáváním složky AdBlue neboli močoviny. Systém EGR používá firma SCANIA, která se zabývá výrobou nákladních vozidel.

S těmito emisními normami se setkáme u každého nákladního vozu nebo autobusu. Zpoplatnění dálnic rovněž přihlíží k emisní normě vozidla. Čím novější auto, tím levnější mýto. S emisními normami se setkávám v podstatě denně, protože můj otec podniká v dopravě. Vzhledem k tomu, že světovým trendem je ochrana životního prostředí tak je zvýhodňována skupina EURO 5. I když ceny za přepravu tomu ve velkém procentu vůbec neodpovídají.

Využití hybridních pohonů ve městě

Každé ráno, když vstaneme, tak se nám naskytne pohled na ulice plné stojících a kouřících nákladních, osobních aut a autobusů městské hromadné dopravy. Nejenom, že tato auta znečišťují životní prostředí, ale hlavně nám znečišťují vzduch, který dýcháme. Hluk v ulicích je daleko větší než by bylo nezbytně nutné. Mnohá města tuto situaci řešila různým způsobem, jak jsem se již zmiňovala v úvodu, například omezováním jízdních pruhů. Protože se domnívali, že lidi naučí více využívat městskou hromadnou dopravou.

Já osobně si myslím, že tento způsob uvažování je velmi scestný, protože je mnoho lidí, kteří potřebují ke své práci nářadí a nástroje, jež převážet v městské hromadné dopravě by bylo velmi obtížné, ne-li nemožné. Dále je zde určitě nemalá skupina lidí, kteří potřebují osobní automobil ke služební cestě nebo dodávku na zásobování obchodů či obchodní cestující, kteří své osobní auto používají jako sklad zboží i kancelář. Neměli bychom

zapomínat na určitou skupinu lidí, kteří do práce nebo na nákupy do centra města pojedou vždy a za všech okolností autem.

Jistě by bylo lepší, kdyby všechna tato auta po příjezdu do města vypnula spalovací motor a dále pokračovala s elektromotorem. Rázem by vymizela všechna ta kouřící a páchnoucí vozidla, která nám tolik znečišťují náš vzduch. Vzhledem k tomu, že technologie hybridního pohonu je tak daleko že i městská hromadná doprava je schopna fungovat na jejím principu, eventuelně použít alternativní pohon, což jsou vodíkové články, LPG, CNG a další. Od stávajících způsobů pohonu je toto dražší řešení, ale tato investice by se navrátila ve zdraví obyvatel měst a zlepšení životního prostředí. Samozřejmě, že i dnešní zásobování by mohlo být tímto způsobem také vyřešeno, výrobci dodávkových automobilů také nezůstávají pozadu a předhánějí se v nabídce vozidel na alternativní nebo hybridní pohon.

Další využití těchto vozidel ve městech představuje jejich použití jako popelářské vozy nebo rovněž k běžné údržbě chodníků a zeleně v našem městě. Měli bychom si vzít příklad z velkých měst, jako je Londýn a New York, kde již používají autobusy městské hromadné dopravy na hybridní pohon.

Výhody a nevýhody hybridních pohonů

Jednoznačnou výhodou hybridních pohonů je šetrnost k životnímu prostředí, jakož i menší spotřeba pohonných hmot. Mezi velké plusy se počítá i tichý provoz, který v centrech velkých měst jistě nebude zanedbatelnou záležitostí.

Nevýhodou těchto pohonů je určitě vyšší pořizovací cena. Tuto nevýhodu vůči klasickým automobilům, které jsou levnější co se týče pořizovacích nákladů, se snaží legislativa eliminovat různými výhodami, jako jsou například dotace na pořízení tohoto automobilu. Vzhledem k tomu, že tato technologie je nová, není tak otestovaná, proto je také více poruchová.

Myslím si, že tyto nevýhody jsou zanedbatelné, protože naše zdraví je přece jenom na prvním místě. A když si někdo může kupovat biopotraviny, tak proč by si nemohl koupit auto s hybridním pohonem, které je šetrnější k životnímu prostředí.

Dopravci, kteří používají alternativní pohony nebo hybridní pohony jsou zvýhodňováni úlevami na různých poplatcích a daních. Je to určitě cesta správným směrem a naše budoucnost. Vzhledem k tomu úspora paliva je nezanedbatelná oproti klasickému spalovacímu motoru, který dosud na našich silnicích převládá. Tato investice se vrátí dopravcům nejenom v čistotě měst a ovzduší, ale i v nižších nákladech na provoz.

Zastánci klasických pohonů

Mnozí lidé jsou spíše konzervativního smýšlení a brání se novým myšlenkám a technologiím i přesto, že tyto technologie jsou šetrnější k životnímu prostředí. Mnoho dopravců zabývajících se zavážením malých obchodů v centru měst o tomto řešení nechce moc slyšet. Argumentují tím, že pořizovací náklady na toto vozidlo převyšují cenu klasického vozidla. Ale přitom se jim jejich investice vrátí v úspoře pohonných hmot. I přesto o tom nechtějí slyšet. Protože porovnávají jablka a hrušky, což v tomto případě znamená, že nemohou srovnávat cenu hlučného neekologického vozidla s vozidlem, které je šetrnější k životnímu prostředí. Myslím, že v tomto případě by velmi pomohla legislativa výrazným finančním zvýhodněním dopravců, kteří používají tato vozidla splňující mnohem přísnější emisní limity různými poplatky, ať už se jedná o silniční daň nebo o různé jiné poplatky vztahující se k provozu vozidla. Dle mého názoru je to jediná cesta, jak dopravce přesvědčit o tom, že je lepší používat ekologická vozidla.

Mé setkání s hybridním pohonem u autobusu

Než jsem začala psát tuto práci, tak jsem se s hybridním pohonem setkala na veletrhu v Brně. Jednalo se o autobus firmy VOLVO 7700, který na veletrhu byl předveden jako autobus pro městskou hromadnou dopravu. Tento autobus velice šetrný k životnímu prostředí se vyznačuje rovněž nízkou spotřebou a dlouhou životností. Věřím, že je jenom otázkou času, kdy se tato vozidla rozšíří, a to i přes vyšší cenu cca o 40%. Konkrétně toto VOLVO bylo testováno i v Praze, ale bez cestujících.

Společnost Veolia Transport Praha je pražský autobusový městský dopravce, který testuje hybridní vozidlo, městský autobus Solaris Urbino 12 Hybrid. Tento nízkopodlažní autobus jezdí na lince MHD číslo 223 (Černý Most – Ratibořická). Sama jsem touto linkou jela. Byla jsem mile překvapena z tichého a hladkého chodu motoru.

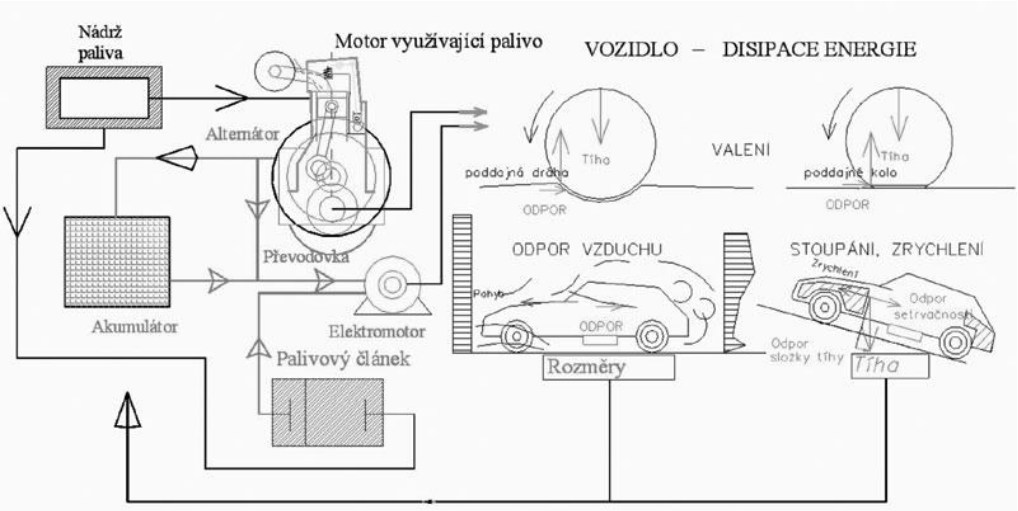
Hybridní pohon v nákladní dopravě

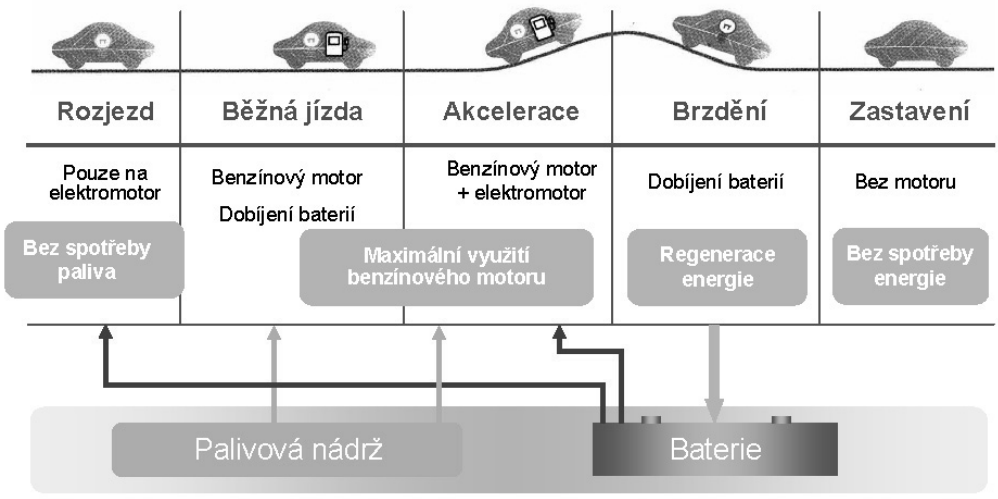
Mercedes-Benz Atego BlueTec Hybrid. Hybridní naklaďák je postaven na modelu Atego, který sám o sobě vyhovuje směrnici Euro 5. Kompaktní čtyřválcový diesel o objemu 4,8 l má výkon 160 kW. V hybridní verzi je doplněn ještě vodou chlazeným elektromotorem o výkonu 44 kW. Energii mu dodávají výkonné lithium-iontové baterie. Elektrický motor je umístěn za spalovacím agregátem a spojkou, ale před převodovkou. Díky této konfiguraci jde tedy o plný hybrid, takže naklaďák může jezdit čistě na elektřinu, čistě na naftu nebo na kombinaci obojího. Architektura paralelního hybridu umožňuje autu startovat čistě na elektřinu, využívat rekuperaci a optimalizovat chod dieselového motoru.

Ve výsledku to znamená snížení spotřeby až o 15% a nižší hlučnost auta. Motor se může pochlubit také funkcí Stop&Start. Atego Hybrid bude také jedním z prvních diesel-hybridů na trhu. Prvních 50 kusů hybridního nákladního auta Mercedes-Benz Atego BlueTec Hybrid bude zákazníkům v Německu dodáno začátkem roku 2011.

V současné době je v nákladní dopravě použití automobilů na hybridní pohon spíše ve fázi výzkumu a vývoje, ale pevně věřím, že se toto řešení prosadí a budu dělat všechno pro to, aby se vozidla s hybridním pohonem uplatnila v nákladní dopravě v co největší míře. O tomto tématu bychom rozhodně neměli mlčet, ba naopak podpořit zavádění těchto vozů do provozu. V budoucnu bych chtěla založit skupinu pro ekologická vozidla. Tato skupina by měla spolupracovat i se Sdružením automobilových dopravců ČESMAD BOHEMIA.

Tato práce mi změnila pohled na dopravu v našem městě. Tato problematika by neměla být řešena jen na úrovni států, ale i na úrovni jednotlivých dopravců.





BIOPLYNOVÉ STANICE

TOMÁŠ BATÍK, Střední průmyslová škola stavební, Praha 1, Dušní 17

ÚVOD

„Proč jsem si vybral uvedené téma“

S bioplynem jsem se do nedávna setkával pouze z různých informačních zdrojů. Jako televize, internet, a z různých tiskovin. Neměl jsem nikdy možnost nahlédnout do tohoto zdroje obrovské energie, která je získávána především ze zemské flóry (biomasy), ale to by nebylo ono. Dají se hlavně využívat jiné zdroje CH_4 – methanu a jiných hořlavých plynů. Jako například skládky, tlející hromady produkující svým rozkladem hořlavé plyny, hnůj od zvířat a dále.

Po návštěvě bioplynové stanice v obci Pochvalov mne toto odvětví velmi zaujalo. Bioplynová stanice se nachází ve Středočeském kraji v obci Pochvalov, cca 60 km severozápadně od Prahy a provozuje ji česká společnost CHMEL spol. s r.o. Vyrobená elektřina je dodávána do veřejné sítě, vyrobené teplo využito pro technologii fermentace. Využitá technologie je založena na mokré fermentaci. Stanice zpracovává biomasu, kterou představuje kukuřičná siláž, respektive travní a směskové senáže.

Mezi hlavní prvky technologického vybavení patří:

- 2 x primární fermentor (objem celkem 4558 m3),
- 2 x sekundární fermentor (objem celkem 4558 m3),
- koncový sklad otevřený (6430 m3),
- plynojem (800 m3),
- 1 x kogenerační jednotka Jenbacher J 416 GS,
- instalovaný výkon bioplynové stanice je 990 kW.

Stručná charakteristika projektu

Existuje zde mnoho objektů na samotnou výrobu a pozdější zpracování bioplynu. Také je možno vidět objekty, kde se plyn přeměňuje na elektrickou energii za pomoci motorů poháněných právě těmito plyny. V současné době se na českém trhu bioplyn zařadil na velmi vysokou pozici, kterou si nejspíše udrží. Usuzuji tak, jelikož boom s recyklováním,

šetrným zacházením s přírodou a dalšími EKO projekty, je hlavním tématem dneška. Každý chce vyrobit cokoliv ekologického. Ale na druhou stranu svůj výrobek také obratem prodat za vyšší cenu. Proč vyšší cena? Protože dnes již není v módě mít na sobě kabelku z rejnoka, ale nejlépe z konopí, anebo ještě lépe nemít kabelku žádnou, ale nakoupit si mnoho biokrémů a biopotravin.

Využití těchto metod pro získání energie se mi velice líbí a to nejen z finanční stránky ze strany dodavatele (mám na mysli mou osobu v roli dodavatele). Ale právě mě napadlo zamyšlení. Stojí to za stovky hektarů půdy posetých různými rostlinami? Nevyplatilo by se více všechny dotace, směřující do tohoto odvětví, například využít pro výzkumy spojené s vodíkem, sluneční energií, popřípadě jaderným programem?

Obsah projektu – Bioplynové stanice

Bioplyn vzniká biologickým rozkladem organických látek v anaerobních podmínkách a tento proces se nazývá methanová fermentace, anaerobní digesce, biometanizace nebo biogasifikace. Za bioplyn není nepovažován skládkový plyn, který může obsahovat širokou škálu škodlivých a jedovatých plynů a proto jej není možné vtláčet do veřejných plynárenských sítí. Výsledkem methanové fermentace je vždy směs plynů a fermentovaný zbytek organické hmoty. Plynná směs obsahuje především metan a oxid uhličitý a v menší míře také další minoritní složky organického nebo anorganického charakteru, např. sulfan, dusík, čpavek, vodu, siloxany a jiné. Poměrné zastoupení všech složek bioplynu závisí nejen na složení výchozího substrátu, ale také na způsobu výroby.

Samotný projekt zkusím rozdělit do dvou částí. A to na část, kde bych vám chtěl popsat, jak se bioplyn vyrábí, z jakých surovin se získává a jakým způsobem. Ve druhé části se zaměřím na veřejný průzkum, ve kterém jsem zjišťoval, jak lidé reagují na tyto zdroje energie.

Svůj projekt bych tedy odstartoval menší otázkou. Určitě jste si v poslední době začali všímat, že po cestě k babičce, na koncert, za rodinou, že můžeme u silnic vidět čím dál tím více kukuřičných polí a obecně osetých ploch různými plodinami. Jako malý jsem žil vždy v přesvědčení, že všechna ta kukuřice skončí v sáčcích naplněných olejem a solí, které stačí vložit na 2 minuty do mikrovlnky, a už si můžeme pochutnávat na popcornu. Mé dětské zdání ale klame. Znatelná část kukuřičné sklizně (celých rostlin) je dopravena v rozdrceném stavu do obrovských, často betonových, silážních jam. Zde čeká a začátek procesu. Poté je dávkována do fermentoru, což je srdce elektrárny. Probíhají zde biologické procesy. Tvoří se zde hořlavý plyn a většinou výstupní ,,odpad'' bývá jen voda, která osahuje stále mnoho kvalitních živin a může být dále využita jako hnojivo pro plodiny určené například jako

vstupní materiál do bioplynové stanice. Bioplyn je směs plynů, z nichž hlavní jsou metan CH_4 a oxid uhličitý CO_2. Vzniká mikrobiálním rozkladem organické hmoty za nepřístupu vzduchu (tzv. anaerobní fermentací nebo digescí). Energeticky využitelný bioplyn je vyráběn ve specializovaných technologických zařízeních tzv. bioplynových stanicích. Bioplyn také vzniká v tělesech komunálních skládek, kde bývá pro další využití jímán systémem sběrných studní a čerpacích stanic.

Hlavní výhřevnou složkou bioplynu je metan. V závislosti na původu bioplynu (= druh biomasy, ze které vznikl) může obsahovat některé nežádoucí sloučeniny. Tyto komponenty mají především vliv na životnost vybraných technologických celků. Z hlediska legislativy ochrany ovzduší je nutno především věnovat pozornost dodržení emisních limitů sirnatých sloučenin v bioplynu. Proto jsou některé bioplynové stanice osazeny i odsiřovacími systémy bioplynu.

BIOMASA

Biomasa = hmota živočišného nebo rostlinného původu, obsahující organické látky. Základní druhy biomasy, běžně využívané pro anaerobní výrobu bioplynu jsou:

- Exkrementy hospodářských zvířat (kejda, trus, hnůj, močůvka, podestýlka).
- Fytomasa - siláže, senáže, vybrané části rostlin, vybrané druhy energetických rostlin, ekonomicky neprodejné produkty (např. nezkrmené zbytky krmiv, apod.).
- Odpady ze zpracovatelského a potravinářského průmyslu (mlékáren, jatek, lihovarů, cukrovarů).
- Specifické a speciální odpady (např. bioodpady z chemické výroby, masokostní moučka).
- Tříděné domovní a komunální odpady (biofrakce).

Fyzikálně-chemické vlastnosti biomasy přímo ovlivňují technické řešení resp. potřebnou technologickou výbavu bioplynové stanice (výše investice, technologická spotřeba elektřiny a tepla) a mají vliv na průběh a stabilitu anaerobního procesu (obsah dusíku - inhibiční vlivy, pufrační kapacita, jiné vlivy – např. nadměrný obsah písku/hlíny, soli, saponátů, …). Podle druhu biomasy je tedy bioplynová stanice vybavena vhodně koncipovanými výrobně-skladovacími a příjmovými objekty biomasy:

- Silážní/senážní jámy/plata, uzavřené mezisklady s odvětráním přes biofiltry,
- Příjmové dávkovací zařízení na tuhou biomasu,

- Příjmové homogenizační jímky kapalnou biomasu,
- Drtiče (v tuhém/kapalném stavu, primární, sekundární, …),
- Hygienizační linky.

Bioplynová stanice osazena vhodným a dostatečně výkonným míchacím systémem (např. různé druhy mechanických míchadel), otopným systémem (ohřevy na reakční teplotu + krytí tepelných ztrát), odsiřovacím zařízením, apod.

Hlavní chemické vlastnosti jsou obsah síry a dusíku. Síra se v různých formách dostává do produkovaného bioplynu, kde následně ovlivňuje životnost plynových zařízení a spotřebičů (zvláště spalinové trakty kogeneračních jednotek, spalinovody a komíny) a má další negativní vlivy (např. urychluje degradaci oleje a opotřebení elektrod zapalovacích svíček spalovacích motorů, apod.). Obsah síry v bioplynu je legislativně limitován (Zákon o ochraně ovzduší) a musí se pravidelně sledovat (např. z důvodů platby poplatků za znečišťování ovzduší plynnými emisemi škodlivin).

FERMENTACE

S příjmem biomasy dochází ke vnosu dusíku – N do anaerobního procesu. Jeho nadměrný obsah může mít negativní vliv na stabilitu anaerobního procesu (inhibiční vliv). U procesů, kde se využívá recirkulace fugátu pro ředění substrátů se vnos N může cyklicky zvyšovat. Inhibiční vliv se může významně projevit už při koncentracích volné/amoniakální formy dusíku (N-NH4) ve fermentoru ≈ 3 g/l.

Dobrá znalost látkových poměrů ve fermentoru je velmi důležitá, zvláště u procesů, kde se uvažuje, se zpracováním substrátů s vysokým obsahem N. Inhibiční vlivy se projevily už i na některých nových bioplynových stanicích v ČR. Doporučujeme tedy věnovat této otázce velkou pozornost. Nejefektivnější je získat potřebné údaje už v přípravné etapě záměru výstavby bioplynové stanice, a to provedením příslušných zkoušek rozložitelnosti reprezentativního vzorku substrátu v poloprovozním testovacím zařízení. Kromě posouzení inhibičních vlivů získáme i poměrně přesnou informaci o reálné výtěžnosti a energetickém obsahu bioplynu a další důležité informace s přímým vlivem na technické řešení a vlastní provoz bioplynové stanice (např. potřebná rozloha zemědělské půdy pro splnění limitů aplikovaného dusíku ve zranitelných oblastech, apod.).

U technologií mokré fermentace má fermentační zbytek tekutou formu, sušina se běžně pohybuje mezi 6 až 10%. Je možno jej odstřeďovat, získat z něj kapalinu o obsahu cca 1% sušiny (fugát) a separovaný fermentační zbytek o sušině kolem 30% (tuhá frakce).

Základním využitím fermentačního zbytku je jeho aplikace na zemědělskou půdu, jako hnojiva, jak v tekuté, tak v separované formě. Přínosem takového nakládání s fermentačním zbytkem je (kromě vrácení organické hmoty půdě, a tím zvýšení obsahu dusíku a dalších minerálních látek) také velmi významná redukce choroboplodných zárodků a klíčivosti semen plevelů, zvýšení potenciálu zadržování vody a v neposlední řadě hnojivý účinek. Na dobře hnojené půdě dojde ke zvýšení výnosu pěstovaných plodin. Oproti hnojení umělými hnojivy znamená využití fermentačního zbytku i nemalý finanční přínos (až 1 500 Kč/ha).

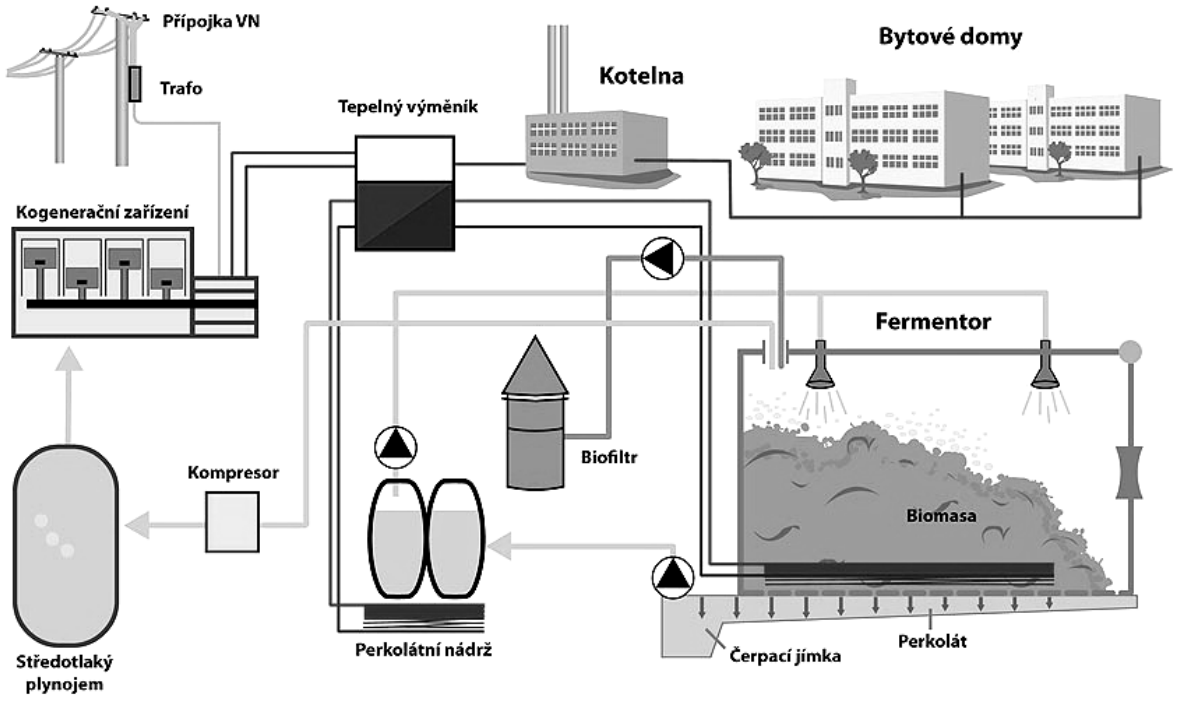
Dalšími možnými alternativami využití separovaného podílu jsou:

- dosoušení, případně peletkování, pytlování, prodej jako hnojiva,
- peletkování pro využití jako topiva,
- podestýlka pro chov hospodářských zvířat.

SUCHÁ FERMENTACE

Biomasa je navezena do fermentoru kolovým nakladačem. Po naplnění fermentoru jsou uzavřena plynotěsná vrata. Biomasa je vyhřívána podlahovým topením a postřikem perkolátu, který současně obnovuje mikrobiální kulturu na povrchu biomasy. Do tří dnů po navezení dojde k odstranění zbytkového kyslíku a stabilizaci celého anaerobního procesu. Vznikající bioplyn je odsáván do plynových vaků a dále odváděn do kogenerační jednotky. Zde je transformován na elektrickou energii při vzniku „odpadního“ tepla. Proces je diskontinuální, obvyklá délka cyklu je 28 dnů. Pro kontinuitu procesu se doporučuje pracovat minimálně se čtyřmi fermentory. Na konci cyklu je biomasy vyvezena a část vyfermentovaného substrátu je nahrazena novou biomasou v tzv. „směsném navýšení“ (poměr mezi starou, částečně vyfermentovanou biomasou a čerstvou biomasou). Proces je až na manipulaci s biomasou plně automatizován. Řídící systém firmy Siemens celý proces monitoruje a řídí. Případné poruchy jsou hlášeny ihned obsluze na mobilní telefon.

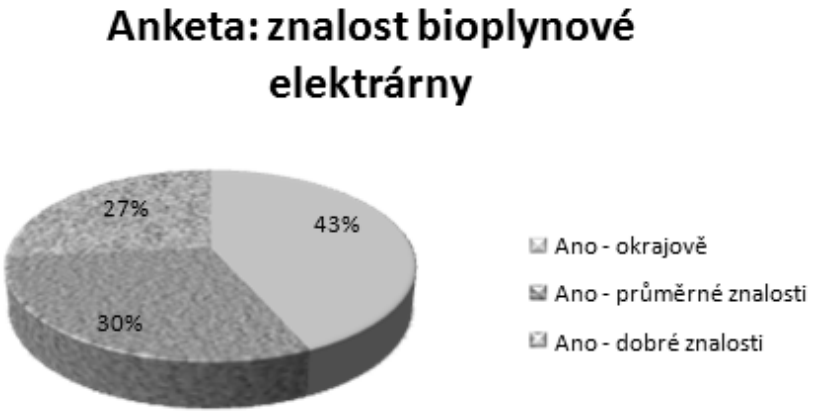
Zde je schéma „suché” fermentace



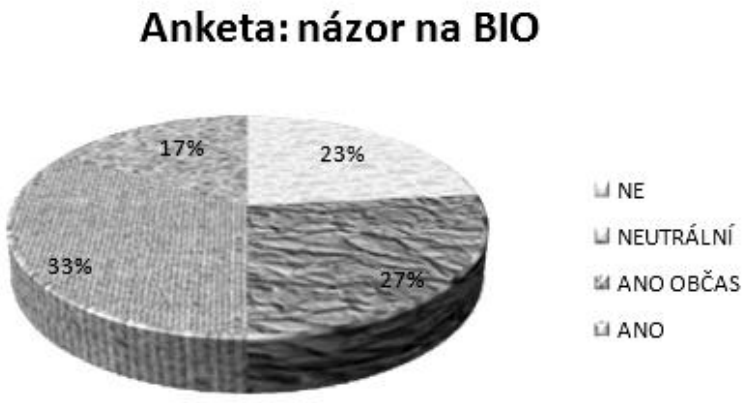
VEŘEJNÝ PRŮZKUM

Tázal jsem se třiceti občanů, které jsem náhodně oslovil před obchodním domem Palladium na Praze 1. Jako první otázku jsem volil dotaz, zda občané vědí co je to bioplynová stanice a znají její přibližný proces výroby. 13 dotázaných odpovědělo, že o tomto zařízení již slyšeli, ale představu o jeho tvaru a funkci nemají. 9 vyslýchaných odpovědělo poměrně stejně. O

bioplynu již slyšeli a dokázali nastínit, o co vlastně jde. Zbylých 8 občanů mi poskytli téměř jednoznačnou odpověď na mé otázky. Znali princip i funkci bioplynových elektráren.



Jako druhé téma jsem zvolil otázku poměrně více zaměřenou. Tázal jsem se, jestli lidé souhlasí s dnešní BIOpolitikou a vším co se točí okolo bioprodukce. Z třiceti jedinců se 7 lidí vyjádřilo ve smyslu, že jim BIO nic moc neříká, je to pro ně, jak jeden z tázaných řekl: „přefouklá bublina", která když teď slouží, za pár let bude o hodně více škodit. 8 zúčastěných odpovědělo, že BIO pro ně není problém, ale biovýrobky nevyhledávají. 10 dotázaných se vyjádřilo, že jim jsou výrobky poměrně blízké a občas si nějaký koupí. Ostatních 5 občanů reagovalo až překvapivě kladně, biovýrobky vyhledávají a zjišťují za jakých podmínek byla například zelenina vypěstována.



Závěr projektu

Využívání těchto zdrojů energie je bezesporu ekologické. Když si ale představíme, kolik tun biomasy potřebujeme pro napájení velkoměsta, a srovnáme si toto číslo s množstvím potřebného uranu, dojdeme k tomu, že uranu potřebujeme mnohem menší množství. To mi přijde již k zamyšlení. Samozřejmě, že radioaktivní odpad lidstvo zatím neumí

dekontaminovat. Kdyby se ovšem jednou toto povedlo, tak si myslím, že by mohl konkurovat jen vodík, slunce. Nemyslím si, že bioplynové stanice nevykonávají dobrou práci. Ba naopak, využívají obnovitelné zdroje, vyrábějí z nich elektrickou energii a recyklovatelný odpad. Tato technologie mě velice oslovila, avšak je pořád co zlepšovat. Spalování bioplynu motory je ztrátové. Účinnost tohoto motoru není moc oslnivá. Zajímavou myšlenkou je zabezpečit využití zbytkového tepla pomocí teplovzdušného motoru. V uvedených skutečnostech vidím přínosy pro životní prostředí.

V budoucnu bude třeba zvažovat i některé možné negativní dopady takových technologií. Na internetu jsem zjistil, že kvůli potřebě plodin pro bio-stanice, bude v republice omezeno pěstování brambor a přednost dostanou plodiny typu kukuřice. V tomhle vidím možný problém. Dnes již stojí brambory téměř 15 Kč/kg. Jsem zvědav, jestli budou ceny plodin příští rok stoupat. Vinou potřeby vypěstovat kilometry čtverečních kukuřice, kterou poté necháme zetlít. Čím více jsem toho o těchto technologiích zjišťoval, tím více vidím, jak složité je správně se orientovat v problematice posuzování dopadů nových technologií na životní prostředí a společnost. Rozhodně se chystám do budoucna sledovat vývoj a produkce bioplynových stanicí. Sám jsem zvědav, jestli se můj názor změní.

BIOETHANOL

ÚVOD

Tento projekt jsme si vybraly, jako pro zajímavé téma, které by mohl být v budoucnosti velice dobrým výhodným palivem. A jelikož o tom téměř nikdo nic neví, napadlo nás, Vás s tím více seznámit…

Obecné seznámení s bioethanolem:

Seznámíme Vás více s problematikou biopaliv – konkrétně bioetanolu E85. Ačkoliv se v České republice nejedná o zcela aktuální věc, situace se může rychle změnit – cena paliva raketově vzrůstá a podobně se může zvýšit i počet čerpacích stanic nabízejících bioetanol E85. Rozebereme si, co to vlastně etanol E85 je, jaké jsou jeho výhody a nevýhody, do

jakých vozidel a za jakých podmínek je možné jej čerpat a také uvedeme přibližné cifry, za které je možné pořídit přestavbu vozidla

Evropská unie přijala rozhodnutí dosáhnout do roku 2020 alespoň 20% snížení emisí skleníkových plynů ve srovnání s rokem 1990. Pro splnění tohoto úkolu navrhla EU do roku 2020 závazné cíle – další zlepšení energetické účinnosti o 20 %, dosažení 20% podílu obnovitelné energie a 10% podílu biopaliv na trhu s pohonnými hmotami v EU. Důvodem je mimo jiné zvýšení bezpečnosti dodávek energie prostřednictvím diverzifikace skladby pohonných hmot.

Pro zavádění biopaliv v České republice, kromě výše zmíněného poklesu produkce emisí skleníkových plynů, jsou rozhodující tři důvody:

*biopaliva jsou obnovitelným zdrojem energie

* používání biopaliv snižuje závislost na ropě, která pochází převážně z dovozu a její cena neustále kolísá – proto nelze předvídat její další cenový vývoj

* výroba biopaliv přináší další možnosti využití zemědělské půdy a je jednou z příležitostí pro vytvoření nových pracovních míst v rezortu zemědělství a lesnictví

Bioethanol je v současné době stále oblíbenějším typem paliva.

Základní fakta o bioetanolu:

Bioetanol není nic jiného než palivo vyrobené z biomasy (jde zpravidla o zbytky na škroby a cukry bohatých plodin – brambory, kukuřice, cukrová třtina či řepa). V automobilovém průmyslu je možné jej běžně spalovat jako pohonnou hmotu, přičemž dochází ke snižování emisí CO2. Jeho nespornou předností je i vyšší oktanové číslo (101 a více – většinou 104-5). U běžných nepřestavených vozidel se většinou používá v poměru 1:1 (tj. poměr běžného naturalu 95 a etanolu E85 je totožný), je však možné si nechat vozidlo přestavit tak, že bude schopné spalovat směs v jakémkoliv poměru (tzn. včetně čistého etanolu). Asi největší oblibě se etanol těší v Brazílii a ve Skandinávii, poměrně rozšířený je i v Německu. U nás v Čechách v tomto ohledu tak trochu zaostáváme.

Co je E85?

Je to směs ropného benzínu a až o 85% bio – etanolu, který je osvobozen od spotřební daně. Zatím co z běžného benzínu si stát bere 11,84 Kč/litr, u E85 se teď biosložka nezdaní - nedáváte státu nic – tedy 0,- Kč. Proto stojí nyní litr E85 Necelých 15 korun. Vedle úspor

finančních však šetříme i ekologii – emise CO_2 se s níží asi o 70%, vůz tedy bude odpovídat normě EURO4.

A mimo jiné – vozidla s ekologickým pohonem neplatí silniční daň!

Výroba bioetanolu:

Bioethanol se vyrábí z biomasy, nejčastěji z rostlin nebo zbytků obsahujících větší množství škrobu a sacharidů. Nejčastěji je to například kukuřice, obilí nebo brambory, dále také cukrová třtina a řepa. Bioethanol lze pak přímo používat ve spalovacích motorech jako pohonné hmoty. V praxi se však čistý etanol nepoužívá, častěji se přimíchává v menším množství do automobilového benzínu. Přibližně o 20-30% se pak zvýší spotřeba. Z ekonomického hlediska tedy nemá příliš smysl E85 tankovat (nižší cena je vykoupena vyšší spotřebou).

Hlavní přednosti etanolu:

Tankovat etanol se vyplatí zejména kvůli jeho ceně, která je zhruba o třetinu nižší než u běžného naturalu 95. To je dáno jeho osvobozením od spotřební daně. Mimo to jsou vozidla, jež mají v TP zapsán pohon na etanol E85, osvobozena taktéž od silniční daně (podobně jako je tomu např. u hybridů). To by se vyplatilo například firmám, které mají služební vozy.

U silnějších (ideálně avšak ne nutně turbodmychadlem vybavených) vozidel se začíná výrazně projevovat vyšší oktanové číslo a dochází ke zvýšení výkonu a zlepšení jeho průběhu.

Pokud si necháte vozidlo přestavit na pohon etanolem, není třeba jako u LPG provádět zápis do TP.

Slabé stránky etanolu E85:

Bohužel nic není dokonalý, a proto i v souvislosti s etanolem je třeba připravit se na určitě strasti. První z nich je tristní hustota čerpacích stanic. S výjimkou velkých měst bývá skutečně problém etanol E85 vůbec natankovat. Navíc jej u nás nabízí v podstatě výhradně společnosti prodávající tzv. levný benzín, což může (byť ve většině případů neoprávněně) vyvolávat nedůvěru.

- Za mrazivého počasí se na etanol hůře startuje a je nutné do směsi přimíchávat větší obsah klasického naturalu (platí zejména pro nepřestavěná vozidla).

- Ne všechna vozidla se dají na etanol přestavit.

- Další nevýhodou je individuálnost reakcí na etanol u jednotlivých vozidel. Zejména u starších vozidel (felicie, favority) se nedoporučuje etanol, jelikož dochází často naopak ke zhoršení výkonu, výraznějšímu nárůstu spotřeby apod.

- Ačkoliv firmy nabízející přestavbu na etanol E85 často upravují pouze řídicí jednotku, bývá nutné do motoru sáhnout i po mechanické stránce a provést např. změnu kompresního poměru, časování, předstihu atd. Z toho důvodu je nutné se s přestavbou obrátit pouze na renomované společnosti.

Na co byste se měli před případnou přestavbou ptát?

- Dojde ke zhoršení životnosti motoru? Nemělo by. Jelikož etanol hoří za nižších teplot než benzín, jsou všechny komponenty v motoru (ventily, válce, písty atd.) méně namáhány. Mimo to se při spalování E85 tvoří méně usazenin, čímž se motor naopak chrání.

- Dá se etanol tankovat do všech vozidel, aniž by byla provedena konverze? Z několika důvodů se to nedoporučuje. Za prvé, jak jsme již zmínili, zejména u starších nízkoobjemových vozidel hrozí zvýšení spotřeby, zhoršení či změna průběhu výkonu a točivého momentu. Mimo to na jiné palivo vozidla reagují rozdílně. Někdy se může dokonce rozsvítit kontrolka motoru. K tomu dojde, protože lambda sonda vyhodnotí výrazné snížení zplodin z důvodu spalovaní etanolu jako nebezpečné. Nejspíše pak pojedete do servisu, kde vám (v lepším případě) řeknou, že se jedná o přirozenou reakci na natankování etanolu E85 nebo (to v tom horším případě) vás zkasírují za diagnostiku, ačkoliv již dobře v podstatě ví, že je vše v pořádku. Ale pozor! V žádném případě tu nenabádáme k jakémukoliv ignorování kontrolky motoru. Pokud ji budete ignorovat a k problému skutečně dojde, hrozí vážné poškození motoru, jehož oprava vás může vyjít na desetitisíce.

- Má smysl provádět konverzi, když je etanol levnější jen asi o třetinu či čtvrtinu a při jeho používání roste spotřeba? Smysl to má. Narozdíl od LPG, které je výrazně levnější než natural 95 a u kterého též vzroste spotřeba o zhruba 10-20 %, není ekonomická úspora při tankování etanolu tak výrazná. Nicméně nesmíme zapomínat, že zatímco se u LPG pohybuje počáteční investice v desítkách tisíc Kč (typicky 30-40.000 Kč), u etanolu je to kolem 10.000. Jinými slovy, investice do etanolu je asi třetinová až čtvrtinová. Dále není nutná žádná byrokracie v souvislosti se zápisem pohonu do TP. Ačkoliv firmy zabývající se konverzí tvrdí, že ke zvýšení spotřeby (při odborně provedené konverzi) nedochází, většinou to není zcela pravda. Aby k ní nedocházelo, je nutné se s etanolem naučit jezdit (využívat lepší zátah od spodních otáček apod.). Při zachování jízdních návyků však spotřeba nejspíš lehce povyskočí. I tak se ale bude jednat o úsporu na palivu kolem 20-25%, a proto se každému, kdo jezdí hodně či průměrně investice vrátí za půl roku až 3 roky.

- Proč etanol E85? Co znamená toto číslo Číslovka 85 v názvu paliva neodkazuje na oktanové číslo, jak si čas od času někdo myslí, nýbrž na poměr čistého etanolu a klasického ropného benzínu (85 % etanolu a 15 % benzínu). Ačkoliv jsou po konverzi vozidla schopná jezdit na čistý etanol, v našich podmínkách je nutné natural přece jenom přidávat, a to kvůli lepším zimním startům.

Čerpací stanice:

V ČR má dosud etanol velmi malou či nulovou podporu. V Evropě se najčastěji ethanol využívá ve Švédsku, počítá se však s jeho dalším rozšířením. Nedávno čeští poslanci schválili přidávání několika procent etanolu do benzinu. Během posledního roku se počet čerpacích stanic na etanol E85 v USA zvýšil o 60%. Celkově teď řidiči v USA mohou využívat na 1200 čerpacích stanic s etanolem E85. V USA získává etanol stále více na oblibě s tím, jak se objevují nové modely flexi-fuel vozů (automobily, které dokáže využít benzinu i etanolu).

Využití E85:

U nás zatím bohužel etanol není uznán jako samostatné palivo, není zde jeho distribuce, není stanovený daňový odpočet atd. Jeden litr by tak stál až 50 Kč. Při výrobě ve velkém a nutném odpočtu spotřební daně by však mohl stát 22 - 23 Kč za litr, což by vzhledem ke spotřebě vycházelo přibližně jako u Naturalu, možná i o něco méně. V zemích, kde se E 85 používá, mají tato auta různé úlevy (daně, vjezd do centra, parkování). Výhody E 85 jsou známé - ekologie, podpora zemědělství, omezení závislosti na fosilních palivech z politicky nestabilních oblastí apod. A tak nezbývá než doufat, že legislativa i u nás dá v dohledné době zelenou tomuto novému pohonu motorových vozidel. Pokud byste jezdily benzínovým autem do západní Evropy, kde jsou čerpací stanice na bioethanol stále běžnější a chcete jednak přispět k ekologii a navíc ušetřit na každém litru paliva okolo 0.5 EUR, můžete již dnes!

Jízda s bioetanolem:

Český importér vozů Ford má vyzkoušení Ford C-Max FFV (Flexible Fuel Vehicle) modelový rok 2007 s 1,8 litrovým motorem, za který je oproti standardní verzi zapotřebí na německém trhu zaplatit asi 300 euro navíc. Ten dává při benzínovém pohonu výkon 92 kW, jeho spotřeba je podle normy 7,1 l/100 km a motor samozřejmě splňuje normu EU4. Startování, hlučnost, plynulost jízdy – to všechno je naprosto shodné jako u benzínové verze. Snad jediný pozorovatelný rozdíl je v rychlém poklesu ručičky stavu paliva v nádrži. Bohužel, bioetanol není úředně přiznané referenční palivo podle jednotného předpisu a všechny údaje o automobilu se vztahují na benzín kvality Super. V nádrži bylo palivo smíchané 50/50 a spotřebu odhadujeme asi tak na 9,0 l/100 km. Podle těžko ověřitelných informací se výkon motoru zvýšil zhruba o 5 kW. Vyzkoušená jízda do ovzduší vypustili asi o 60% méně CO2 než s motorem konzumujícím jenom benzín.

Jak si vede etanol v porovnání s benzínem?

Etanol má oktanové číslo 108, zatímco benzín Super Plus pouze 98 oktanů. Znamená to tedy, že je možné jít s kompresním poměrem nahoru, což zvyšuje tepelnou účinnost motoru. U Volkswagenu už asi před dvaceti léty dělali pokus se sériovým 1,5 litrovým motorem vozu Golf, u kterého pro spalování alkoholu využili možnost zvýšení kompresního poměru. Ze standardních 8,2:1 na 13,0:1. To se projevilo nárůstem výkonu o 38% na 72 kW. Dnes se chemicky upravená forma etanolu přidává do benzínu pro zvýšení jeho oktanového čísla zlepšující odolnost proti detonačnímu spalování – klepání motoru. Podle normy je možné do benzínu přimísit až pět procent etanolu aniž by bylo třeba dělat nějaká opatření na motoru. Méně potěšitelná je ale jeho až o 10% nižší výhřevnost. Znamená to, že pro dosažení

stejného výkonu je třeba dodat víc paliva. „Oproti benzínu má však bioetanol jednu výbornou vlastnost, která se týká ochrany našeho životního prostředí. Jeho spalováním se totiž teoreticky nezvyšuje množství CO2 v atmosféře, které způsobuje skleníkový efekt vedoucí k nárůstu teploty zemského povrchu. Je to způsobeno tím, že zhruba stejné množství CO2, které se během jízdy dostane z výfuku motoru spalujícího bioetanol do ovzduší, si rostliny, z nichž se bioetanol získává, odebraly během svého růstu z atmosféry," uvádějí vědci. Navíc škodlivé oxidy dusíku jsou ve spalinách motoru používajícího bioetanol obsaženy v menší míře nežli u motoru spalujícího benzín.

Společnost FORD:

Společnost Ford trvale usiluje o snižování dopadu svých výrobků na životní prostředí. Téměř 95 % vozidel značky Ford a jejich součástí je znovu použitelných pro jiné výrobní procesy nebo při výrobě nových vozů.

Ve vozech Flexifuel testujeme po celé Evropě palivo E85 a další alternativní paliva např. u S-Max Flexifuel nebo Galaxy Flexifuel.

S-MAX s vyspělým motorem 2.0 Duratec FFV, který spaluje bioetanol (E85), benzín nebo směs těchto paliv v libovolném poměru, pořídíte přibližně za 718 990 Kč. Model dosahuje výrazně nižších emisí CO2. Bioetanol je navíc obnovitelným zdrojem. Vyrábí se mimo jin é i z hospodářských plodin, které během růstu absorbují CO2 z atmosféry.

Galaxy s vyspělým motorem 2.0 Duratec FFV, který spaluje bioetanol (E85), benzín nebo směs těchto paliv v libovolném poměru, pořídíte přibližně za 779 390 Kč. Tento model také dosahuje výrazně nižších emisí CO2. Bioetanol je navíc obnovitelným zdrojem. Vyrábí se mimo jiné i z hospodářských plodin, které během růstu absorbují CO2 z atmosféry.

Naše názory:

Zjistili jsme, že práce na tomto projektu je zajímavá a především kolektivní. Poznali jsme nové lidi, společnosti, o kterých jsme ani nevěděli, jak fungují a jaký přínos mají pro společnost, jako takovou. Naučili jsme se jednat s lidmi a spolupracovat s nimi. Tímto bychom jim také poděkovali za jejich ochotu a poskytnutí informací, které jsme využili pro naši práci. Pokoušely jsme se sehnat a dojednat exkurzi ve fordu, ale bez úspěchu.

Poděkování:

Na tomto místě bychom rádi poděkovali všem, kteří nám pomáhali se zpracováním tohoto zajímavého tématu. Děkujeme…

VODNÍ ELEKTRÁRNY

PETR ŠMEJKAL, DANIEL SLABA, ISŠT Benešov, Černoleská 1997, 25601 Benešov

ÚVOD

Vodní elektrárny využívají stále se obnovující energii vody.Při výrobě nepotřebují žádné suroviny a nevyrábějí žádný odpad. Vodní elektrárny zmenšují potřebu výroby v tepelných elektráren a tím přispívají k zmenšení produkovaných popelovin (oxid, uhlík, dusík, a síra). Vodní el. zabraňují skleníkovému efektu. Slouží jako zdroj pro odběr průmyslové vody. Pro závlahu i pitnou vodu.

Vodní elektrárny mají řadu specifických vlastností. Jednou z nich je schopnost tzv. přečerpávacích vodních elektráren operativně řešit zvýšenou potřebu elektrické energie v období energetických špiček. Přečerpávací vodní elektrárna je v principu soustava dvou výškově rozdílně položených vodních nádrží spojených tlakovým potrubím, na nichž, je v dolní části, umístěna turbína s elektronickým generátorem. Ta vyrábí elektřinu pro

elektrizační soustavu v době energetické špičky: V době útlumu se voda z dolní nádrže přečerpává levnou elektřinou do nádrže horní, kde její potenciální energie čeká na své optimální využití v pravou chvíli. Na každou akumulovanou kWh, kterou z přečerpávací vodní elektrárny odebíráme, je nutné k načerpání vody do horní nádrže vynaložit asi 1,4 kWh. Zatímco jaderná energetika je relativně mladým oborem, energie vodních toků patří k nejstarším energetickým zdrojům, které se lidstvo ve své historii naučilo využívat.Vodní kola, zprvu horizontální a později vertikální, se pro nejrůznější účely používala již před tisíciletími.

Ve vodních elektrárnách voda pohání turbínu a tím vzniká energie.Turbína je spojena s elektrickým generátorem (dohromady tvoří tzv. turbogenerátor).Obdobný princip využívá i úhelný i jaderná elektrárna.

Historie turbín

Vodní energie se využívá již od starověku. Nejprve to bylo k dopravě (splavování lodí a vorů, či dřeva po proudu řek), později k pohonu mechanismů (mlýnů, hamrů, čerpadel – například vodního trkače – a pil).

K rozšíření jejího využívání v Evropě došlo v období středověku primárně zásluhou mnišských řádů (především benediktinů a cisterciátů), jejichž kláštery ji nejen hojně využívaly, ale též si mezi sebou relativně rychle předávaly vylepšení , která zvyšovala efektivitu využití. První vodní elektrárna byla postavena v Appletonu ve státě Wisconsin v USA v roce 1882. Výroba elektřiny je dnes nejčastějším způsobem využití vodní energie.

Velký podíl celkové produkce elektřiny vykazují vodní elektrárny např. v Norsku (99,5 %), Švýcarsku nebo v Kanadě. Důležité jsou dnes i přečerpávací vodní elektrárny, které akumulují energii a vyrovnávají rozdílnou spotřebu elektrické energie, hlavně z toho důvodu, že jaderné a tepelné elektrárny mění svůj výkon velmi obtížně. Mezi obnovitelnými zdroji energie v České republice dominují vodní elektrárny. Převážnou většinu obnovitelných zdrojů získává ČEZ nikoli díky solárním farmám, či polím osázeným větrnými elektrárnami (tzv. větrné parky), ale pomocí „klasických“ vodních elektráren. V současnosti vyrábí 21 vodních děl zhruba 83 % obnovitelné energie skupiny ČEZ (830 MWh elektrické energie)

Rozdělení vodních turbín

Vodní elektrárny dělíme na:

- vodní elektrárny
- malé vodní elektrárny (MVE) (do 10 MW včetně)

- přečerpávací vodní elektrárny
- přílivové elektrárny

Malá vodní elektrárna (MVE)

Je označení pro vodní elektrárny s instalovaným výkonem maximálně do 10 MW včetně. Evropská unie však považuje za MVE vodní elektrárny do výkonu 5 MW. Velká většina výkonu vodních elektráren (cca 90 %) je z elektráren o výkonu větším než 5 MW a zbylých cca 10 % je z MVE podle evropského řazení.

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 ekonomicky výhodná na pořízení.

Dělení MVE podle některých parametrů

- **Dle výkonu:**
    - průmyslové (od 1 MW)
    - minielektrárny (do 1 MW)
    - mikrozdroje (do 0,1 MW)
    - domácí (do 35 kW)
- **Podle spádu:**

- nízkotlaké (do 20 m)
- středotlaké (20 – 100 m)
- vysokotlaké (od 100 m)

- **Dle nakládání s vodou:**

- průtokové
- akumulační
- přečerpávací

Přečerpávací vodní elektrárna

Je speciální typ vodní elektrárny, která slouží ke skladování (akumulaci) elektrické energie prostřednictvím gravitační potenciální energie vody. Umožňuje řešit problém rozdílné spotřeby elektrické energie během pracovního dne, kdy ráno a v podvečer bývají v odběru elektrické energie ze sítě výkonové spotřební špičky, kdežto v noci je odběr elektrické energie malý. Podobné rozdíly existují i mezi pracovními dny a dny pracovního klidu a volna. Jedná se o doposud jediný technicky proveditelný způsob, pomocí něhož lze vyrobenou elektrickou energii ve velkém měřítku po delší dobu skladovat.

Princip provozu elektrárny

Přečerpávací vodní elektrárna má dvě vodní nádrže. Jedna z nich je umístěna na níže položeném místě (dolní nádrž), druhá pak na vyšším místě (horní nádrž). Obě dvě nádrže jsou spojeny spádovým potrubím o velkém průměru. V noci se využívá přebytečná energie z elektrorozvodné sítě a voda se přečerpává z dolní nádrže do horní (elektrárna se v tomto režimu chová jako velký spotřebič elektrické energie, vyrobené z jiných zdrojů energie). V horní nádrži se tak vytvoří velké zásoby vody. Ve chvíli, kdy vznikne v napájecí elektrorozvodné síti potřeba většího množství špičkové energie, je voda řízeně vypouštěna z horní nádrže do dolní nádrže přes turbínu vodní elektrárny a elektrická energie spotřebovaná na její noční přečerpání se tak během dne vrací zpět do elektrorozvodné sítě.

Přílivová elektrárna

Jedná se o vodní elektrárnu, která pro roztočení turbín využívá periodického opakování přílivu a odlivu moře a tím nepřímo kinetickou energii rotující Země.

První přílivová elektrárna byla postavena v roce 1913 v Anglii v hrabství Cheshire a nesla jméno Dee Hydro Station.

Stavba přílivových elektráren je možná pouze v některých vhodných oblastech, kde je vysoký rozdíl mezi přílivem a odlivem. Příkladem je funkční přehrada při ústí řeky Rance ve Francii. V současnosti se u jejich stavby poukazuje i na značné ekologické dopady na okolí, jelikož zabraňují přirozenému vodnímu proudění a transportu horninových částí, dále znemožňují migraci biosféry a mají i negativní estetické dopady na krajinu. V minulosti existoval ambiciózní projekt v Sovětském svazu na přehrazení úžiny mezi poloostrovem Kola a kontinentální Asií, kde měly být postaveny dvě přílivové elektrárny. Tento projekt však nebyl realizován.

Princip provozu elektrárny

Přílivová elektrárna je vodní elektrárna, která pro roztočení turbín využívá periodického opakování přílivu a odlivu moře a tím nepřímo kinetickou energii rotující Země. Turbíny mohou navíc po vyrovnání hladin přečerpávat další vodu a zvednout účinnou výšku zadržené vody až o další dva metry, či při odlivu odčerpat další vodu z přehrady. Tím se významně prodlouží doba, po níž jsou rozdíly výšek hladin dostatečné pro provoz turbín.

Výhody a nevýhody vodních elektráren

- Mezi výhody patří zejména to, že energie vodních toků se počítá k obnovitelným zdrojům - nelze ji vyčerpat. Zároveň její provoz minimálně znečišťuje okolí.
- Vodní elektrárny vyžadují minimální obsluhu i údržbu a lze je ovládat na dálku.
- Mohou startovat během několika sekund a dispečink je tak může používat jako špičkový zdroj k pokrytí okamžitých nároků na výrobu elektrické energie.
- Nevýhodou je vysoká cena, doba výstavby a nutnost zatopení velkého území vodou.
- Neopomenutelná je závislost na stabilním průtoku vody.
- Přehradní hráz dokáže zabránit i menším povodním, velké katastrofální povodně však ovlivňuje velmi málo
- Přehradní hráze a jezy brání běžnému lodnímu provozu na řece, je nutno vybudovat systém plavebních komor resp. zdymadel
- Přehradní jezera mohou sloužit i pro jiné další účely, zejména pro rekreační účely nebo jako zdroje pitné či užitkové vody čili pro vodohospodářské účely, často bývají vhodné i pro říční rybolov

Malá vodní elektrárna Ledeč nad Sázavou

Údaje o vodním díle

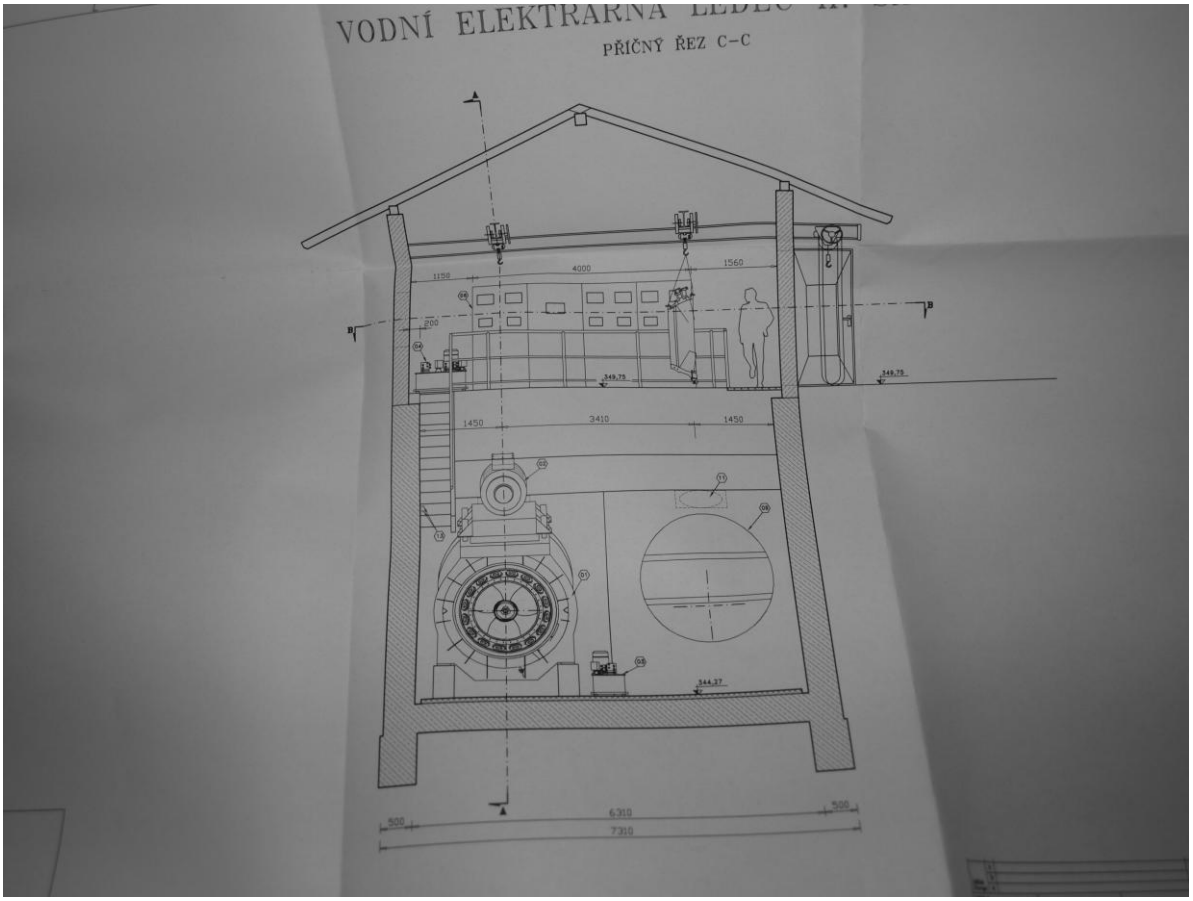
Horní provozní hladina	348,72 m. n. m
Minimální dolní provozní hladina	346,12 m. n. m
Kapacita výrobního zařízení	
Typ turbíny	KB1050K3
Max. hltnost turbíny	5,50 m3s-1

Min. hltnost turbíny	0,86 m3s-1
Otáčky generátoru	762 ot/min
Instalovaný výkon generátoru	132 kW
Jmenovitý výkon generátoru	116 kW

Náklady na výstavbu areálu a koupě turbín a příslušenství

Turbíny	12 mil..Kč
Přestavba areálu + její komponenty	cca 5 mil. Kč

Ledeč nad Sázavou



Přiložené fotografie **(MAVEL)**

Závěr:

Pří výběru nejvhodnějšího tématu pro projekt, který budeme zpracovávat, jsme se rozhodli pro malou vodní elektrárnu v Ledči nad Sázavou, kde jsme se dověděli mnoho užitečných informací o obnovitelných zdrojích elektrické energie. Největší výhodou obnovitelných zdrojů je, že při jejich provozu nevznikají žádné vedlejší odpady, ale je zda použita síla přírody, v tomto případě vody.

Poděkování za ochotu zejména společnosti MAVEL Benešov.

Poděkování za ochotu majiteli elektrárny v Ledči nad Sázavou panu Josefu Bobkovi.

MALÁ VODNÍ ELEKTRÁRNA

MILOSLAV POS, JAN SKLENIČKA, Střední odborná škola a Střední odborné učiliště Beroun – Hlinky, Okružní 1404, 266 73, Beroun - Hlinky

ÚVOD

Není tomu ani rok co v blízkosti naší školy začala výstavba malé vodní elektrárny na řece Berounce. Mě a mého kamaráda a spolužáka Jana Skleničku tato stavba velice zaujala, zároveň jsme se od vedení školy dozvěděli o soutěži ENERSOL. Řekli jsme si tedy, že této stavby využijeme a zúčastníme se zmíněné soutěže. Začali jsme stavbu pravidelně navštěvovat a to za každých okolností kvůli dokumentaci jednotlivých technologických postupu a dokonce jsme i zhotovili anketu. V rámci ankety jsme procházeli městem a ptali se kolemjdoucích lidí, jaký mají názor na výstavbu vodní elektrárny v Berouně. Zjistili jsme, že mnoho lidí ani neví o výstavbě vodní elektrárny. Ze 40 dotázaných mělo 34 osob kladný názor a pouhých 6 záporný. Anketa měla 3 otázky. 1. Jaký máte názor na výstavbu MVE?, 2. Jaký bude mít elektrárna vliv na životní Prostředí?, 3. Myslíte si, že elektrárnu využijí i příští generace?

Jedním z problémů výstavby byl zdejší výskyt perlorodky říční a velevruba malířského. Tito živočichové jsou na seznamu ohrožených druhů v České republice, a proto byli vysbíráni a přesunuti do spodního toku řeky Berounky pod přísným dohledem ochránců přírody.

Co je vodní elektrárna

Vodní elektrárna slouží k výrobě elektrické energie, jedná se o technologický celek, přeměňující potenciální energii vody na elektrickou energii. Jedná se také o vodní dílo ve smyslu platných právních předpisů. Obvyklý typ říční vodní elektrárny se skládá z přehradní hráze, nebo jezu, tj vodní stavby, která zadržuje vodu a strojovny, obsahující vodní turbíny a alternátory, turbíny s alternátory tvoří vždy soustrojí umístěné na společném hřídeli.

Princip výroby el. energie: Množství využitelné energie vodního toku závisí na výškovém rozdílu (resp. vzájemném převýšení) dvou různých vodních hladin a na množství protékající vody (průtoku vody). Pro energetické využití jakéhokoliv vodního toku bývá většinou nutné uměle vytvořit výškový rozdíl hladin. Toho dosahujeme tzv. vzdutím vody, což bývá zajištěno zřízením nižších jezů či vyšších přehrad. U přečerpávacích vodních elektráren bývá obvyklé

vzdutí navíc doplněno zvláštní výše položenou nádrží, tzv. (horní nádrž), která může být umístěna někde stranou od původního vodního toku.

Malá vodní elektrárna (MVE) je označení pro vodní elektrárny s instalovaným výkonem maximálně do 10 MW. Evropská unie však považuje za MVE elektrárny do výkonu 5 MW. Velká většina výkonu vodních elektráren (cca 90 %) je z elektráren o výkonu větším než 5 MW a zbylých cca 10 % je z MVE podle evropského řazení. 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 ekonomicky výhodná na pořízení.

Klady a zápory

KLADY:

- Mezi výhody patří zejména to, že energie vodních toků se počítá k obnovitelným zdrojům - nelze ji vyčerpat. Zároveň její provoz minimálně znečišťuje okolí.
- Vodní elektrárny vyžadují minimální obsluhu i údržbu a lze je ovládat na dálku.
- Mohou startovat během několika sekund a dispečink je tak může používat jako špičkový zdroj k pokrytí okamžitých nároků na výrobu elektrické energie.
- Přehradní hráz dokáže zabránit i menším povodním, velké katastrofální povodně však ovlivňuje velmi málo
- Přehradní hráze a jezy brání běžnému lodnímu provozu na řece, je nutno vybudovat systém plavebních komor resp. zdymadel
- Přehradní jezera mohou sloužit i pro jiné další účely, zejména pro rekreační účely nebo jako zdroje pitné či užitkové vody čili pro vodohospodářské účely, často bývají vhodné i pro říční rybolov

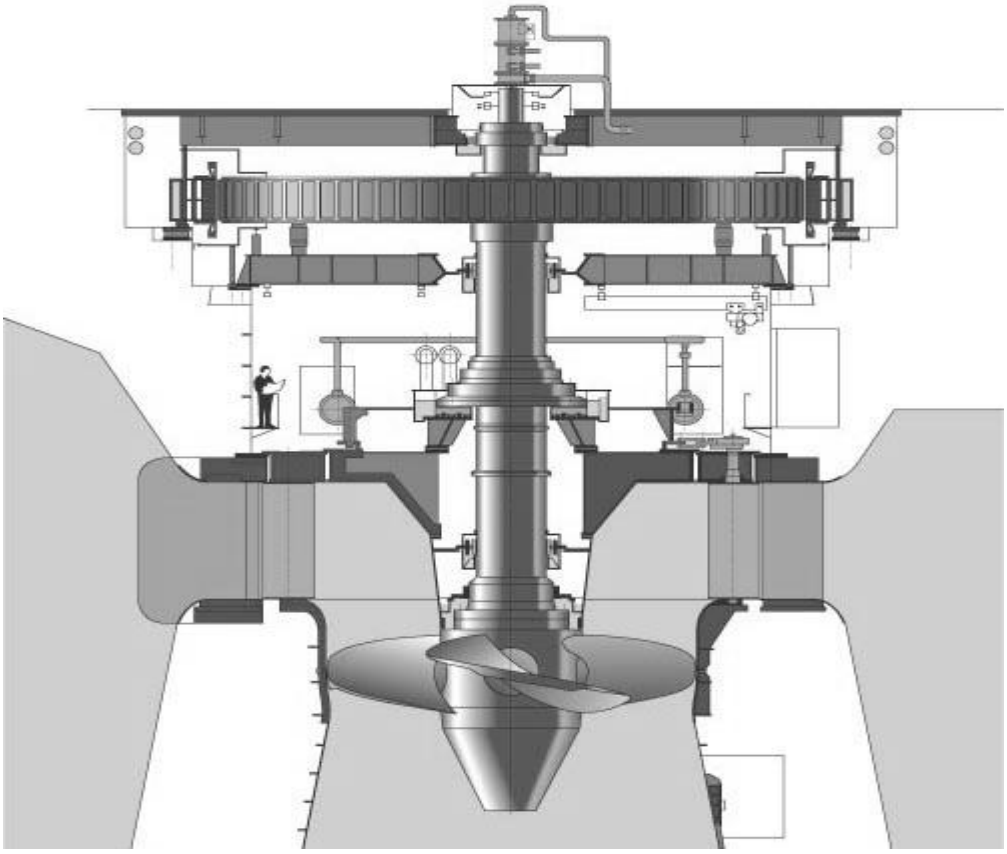
ZÁPORY:

- Nevýhodou je značná cena a čas výstavby a nutnost zatopení velkého území.
- Neopomenutelná je závislost na stabilním průtoku vody.

Technologické kroky při výstavbě

- *První krok:* Celé pracoviště bylo postupně obehnáno a zabezpečeno proti tekoucí vodě pomocí štětovnic a čerpadel. Štětovnice byly zhruba do hlouby 15m zaráženy beranidlem.
- *Druhý krok:* Srovnání terénu a odklonění toku do pravého ramene řeky.
- *Třetí krok:* Úprava pracoviště. Kvůli podmáčenému terénu zde byla navržena železobetonová základová deska.
- *Čtvrtý krok:* Provedení základové desky. Po vyarmování následovala betonáž desky.
- *Pátý krok:* Přestavba starého jezu na jez pohyblivý.
- *Šestý krok:* Osazení ocelových tubusů pro Kaplanovy turbíny.
- *Sedmý krok:* Vytvoření obvodových stěn elektrárny a následně vytvoření jednotlivých místností.
- *Osmý krok:* Vytvoření 1. nadzemního patra a osazení střechy.
- *Devátý krok:* Výstavba rybího přechodu.

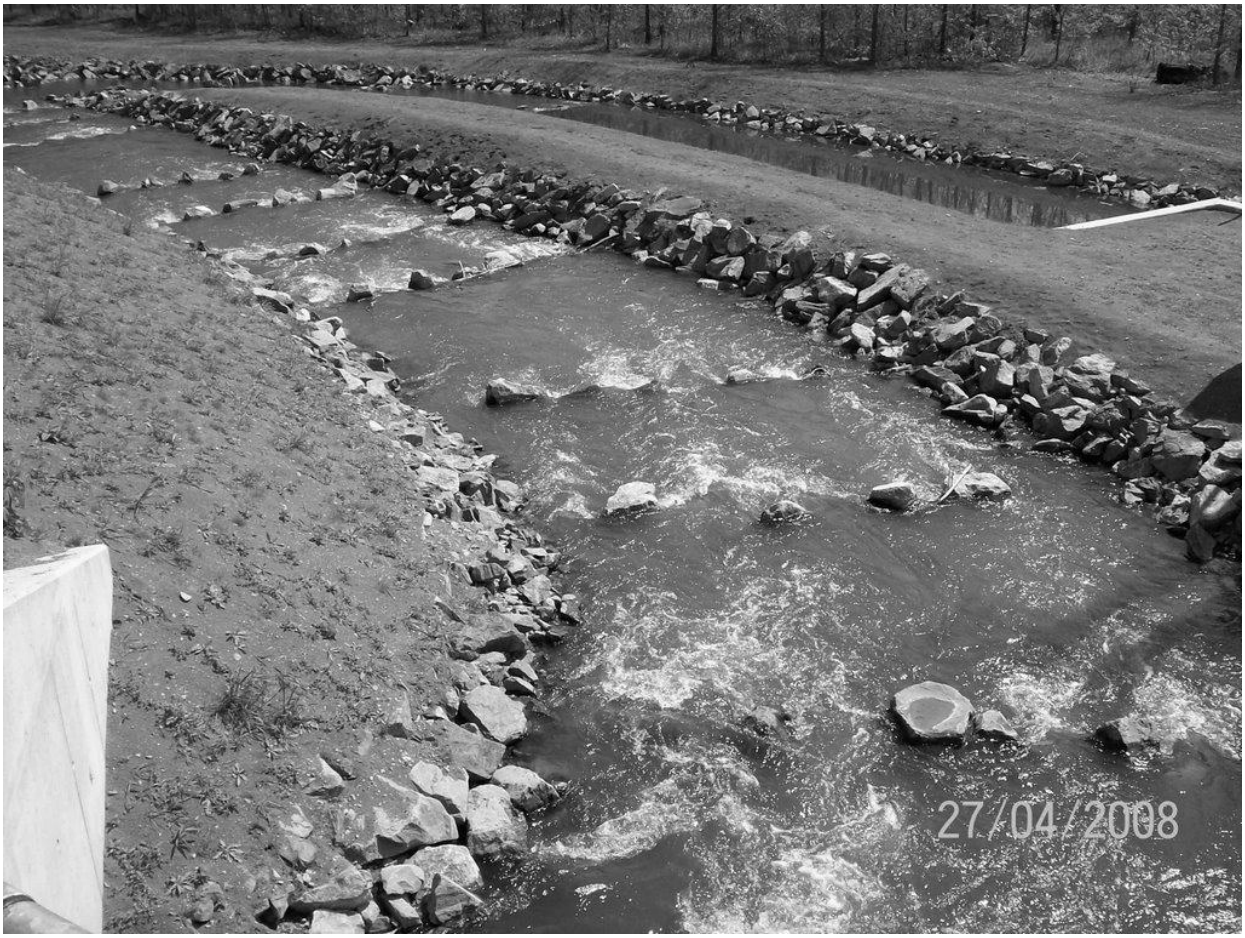
Kaplanova turbína



V berounské elektrárně byla použita přetlaková axiální Kaplanova turbína. Výhodou těchto turbín je dobrá možnost regulace, a proto je používána především v místech s nestálým průtokem nebo spádem. Regulace závisí na otočnosti lopatek turbíny podle průtoku. Používá se u spádů od 1 do 70,5m. V závislosti na rozdílu hladin může být instalována buď se svislou nebo s vodorovnou osou otáčení. Právě tato turbína je výhodná pro berounský jez ve vodorovné poloze do tvaru S, které budou napřímo pohánět asynchronní generátory.

Rybí přechod Beroun

V rámci realizace akce bude vystavěn rybí přechod typu Bypass na řece Berounce u stávajícího Velkého jezu v Berouně na 35. km (levý břeh). Rybí přechod bude přírodě blízké obtokové koryto s lichoběžníkovými svahy, balvanitými překážkami a tůněmi. Součástí projektu je také výsadba dřevin. Tento projekt je spolufinancován Evropskou únií- Evropským fondem pro regionální rozvoj a Státním fondem životního prostředí ČR v rámci Operačního programu Životního prostředí. Tento přechod bude zhotoven v poslední části realizace stavby.



Pohyblivý jez

Další součástí projektu je přestavba starého jezu na jez pohyblivý. Pohyblivý jez byl navržen jako protipovodňové opatření. Jez bude nově vybaven klapkami rozdělenými do třech jezových polí. Díky klapkovému systému bude možné nejen regulovat výšku vody nad jezem, ale i trhat ledové kry. Délka pohyblivého jezu je přibližně 85m. Celý jez je rozdělen do tří částí po 27 metrech.

Závěr

Naše hodnocení vodní elektrárny v Berouně je vesměs kladné, především z toho důvodu, že vodní elektrárny jsou šetrné k životnímu prostředí. Tato malá vodní díla jsou i velice užitečná, jelikož v naší zemi je drtivá většina energie vyráběna prostřednictvím tepelných elektráren, které silně znečišťují životní prostředí. Počátečním návrhem byl rybí přechod, který měl být vystavěn samotný u tzv. Velkého jezu. Elektrárna vznikla díky soukromému investorovi, který se nabídl na výstavbu rybího přechodu pod podmínkou, že si zde postaví malou vodní elektrárnu. Tento návrh město Beroun schválilo, a tak tato výstavba začala. Většina oslovených občanů v naší anketě hodnotila přínos této vodní elektrárny kladně, i přes to, že ovlivňuje vzhled řeky. Asi jediným záporem u této výstavby je, že není nijak mediálně

známá, v novinách se objevilo několik nekonkrétních článků, jinak o této akci není vůbec slyšet. Na závěr bychom chtěli poděkovat našemu koordinátorovi a učitelům.

Zleva: Ing. Patrik Tramba, Miloslav Pos, Jan Sklenička, Ing. Vratislav Kadlec,Ing. Josef Matějka

VLIV IZOLAČNÍCH MATERIÁLŮ NA TEPELNÉ ZTRÁTY

ALEŠ SOUKUP, PETR JÍLEK, Střední odborná škola a Střední odborné učiliště Beroun – Hlinky, Okružní 1404, 266 73, Beroun

ÚVOD

Díky akci ,,Zelená úsporám‘‘ je velký rozmach zateplování domů a paneláků. Cestou do školy nebo do práce vidíme mnoho takových akcí. U každého domu je dost stavebních dělníků a lešení.

Napadlo nás – kdyby bylo něco jednoduššího a levnějšího, mohli by si zateplit byt i lidé, kteří nemají tolik peněz. Nápad přišel z hodin fyziky. Ve výzkumu NASA pro tepelné štíty existují tekuté tepelné izolace.

Dnes je akce ,,Zelená úsporám‘‘ pozastavena a proto si myslíme, že právě díky této tekuté tepelné izolaci mohou i ti, co se nestihli do akce ,,Zelená úsporám‘‘ zapojit, výrazně ušetřit své peníze. Dále jsme zjistili, že tato izolace nemusí mít využití jen u zateplení domů.

Teorie

V každé učebnici a technické literatuře je popsána teorie o šíření tepla, rosném bodu a odpařování vody. To platí i při průchodu tepla zdí. V zimě je venku -15°C a v bytě +20°C. Ve zdi musí tedy existovat místo, kde je rosný bod.

Bohužel nikdo přesně neví, kde rosný bod leží. Pravdou je, že tam rosný bod určitě je. Při teplotě rosného bodu kondenzují vodní páry – tak vzniká vlhkost ve zdivu. Ta se do zdi dostává z venku a také z bytu. Vodním parám v bytě lidé nevěnují pozornost, naivně a nevědomky zateplují byty plastovými okny se suprovou tepelnou izolací.

Má to dvě nevýhody:

1) Porušují tím přirozené větrání místnosti vlivem netěsností starých oken. Větrání mikroventilací u nových oken je podle nás nedostačující. Protože studený vzduch ,,vytéká‘‘ ventilací jen na jednom místě, ochlazuje tam zeď a je pravděpodobnost kondenzace vody a vzniku plísně. Při nedostatečném odvětrání pára vniká do zdi, pak se odpařuje a tím podchlazuje zeď. Musíme tedy více topit a dodávat více energie.

2) Při vzniklém požáru hořením plastů vznikají jedovaté plyny a je nutno evakuovat lidi ze širšího okolí. To je daň za zateplení bytů pomocí plastových oken. Snaha při úspoře energie je tedy dostat rosný bod před zeď. To se provádí volbou tloušťky polystyrenu. Slabá izolace

jsou vyhozené peníze – zůstává jen dobrý pocit ze zateplení, ale rosný bod zůstává ve zdi. V současné době je trend volit tloušťku větší (10cm – 14cm). Rosný bod se dostane do polystyrenu, který má minimální navlhavost.

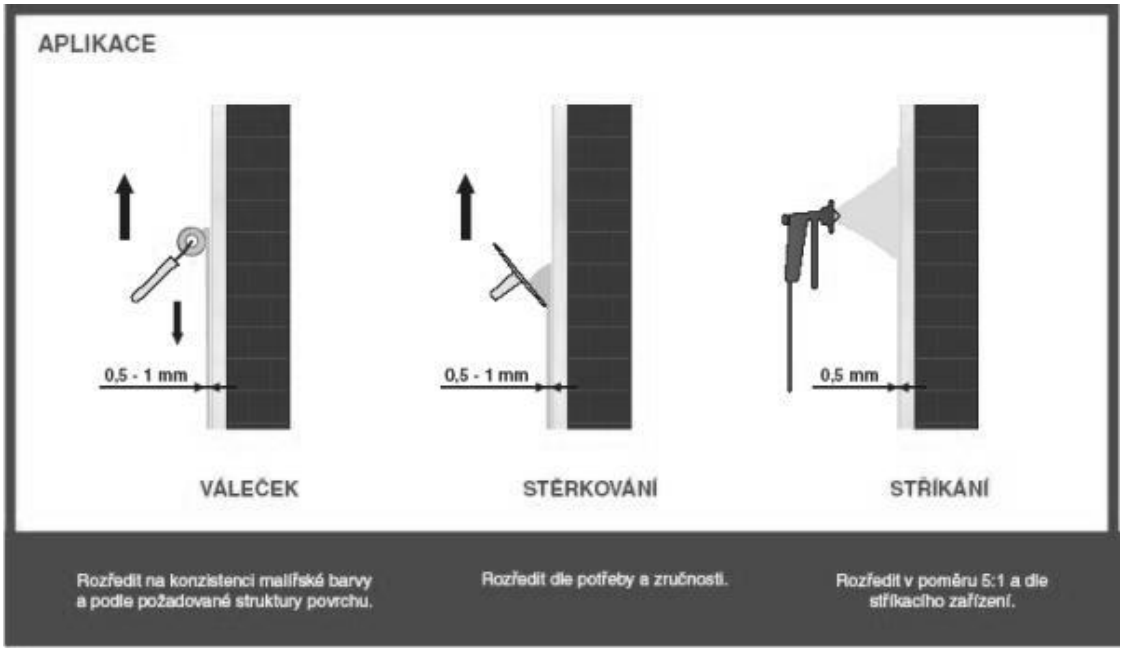
Struktura barvy

Tepelně izolační barva je původem z výzkumu tepelného štítu z programu NASA. Barva se skládá z pojiva keramických kuliček se vzduchem. Je ředitelná vodou, nezávadná a ekologicky odbouratelná. Její vlastnosti jsou stabilní v rozsahu teplot -40°C až +150°C. Nátěr barvou je paropropustný. Odráží zpět až 85% tepelné energie. Podle informací z internetu může být až 30% úspor na vytápění.

Zateplení izolační barvou

Není moc rozšířena, ale myslíme, že má budoucnost a odstraňuje nevýhody současného zateplování. Reklama na barvu se objevuje již na internetu, má různé obchodní pojmenování, ale ve skutečnosti jde o stejný základ.

Podklad se natře penetrací – tím se odstraní prašnost a barva lépe přilne. Musí se dobře promíchat, aby keramické kuličky nezůstaly u dna. Aplikuje se stěrkováním, stříkáním a válečkováním.



Podle počtu nátěrů získáme požadovanou tloušťku izolace. Nátěr odráží teplo zpět do místnosti. Stěny nejsou ochlazovány, nekondenzuje na nich pára – netvoří se plíseň. Odráží

se zpět až 85% tepla, takže se místnost rychleji ohřeje. Pro obyvatele velice příjemný pocit tepla. Při nátěru budovy z venku je efekt stejný a v létě je v místnosti chladněji.

Nový materiál je velmi vhodný i jako vnitřní tepelná izolace do průmyslových temperovaných hal a jako izolace horkých nebo studených potrubí. Lze ho s výhodou použít pro tepelnou izolaci místnosti, které jsou vytápěny přerušovaně a krátkodobě jako jsou chalupy, chaty, buňky, garáže a jiné prostory, ve kterých chceme zvýšit teplotu velmi rychle a přitom zabránit pocitu studených orosených stěn.

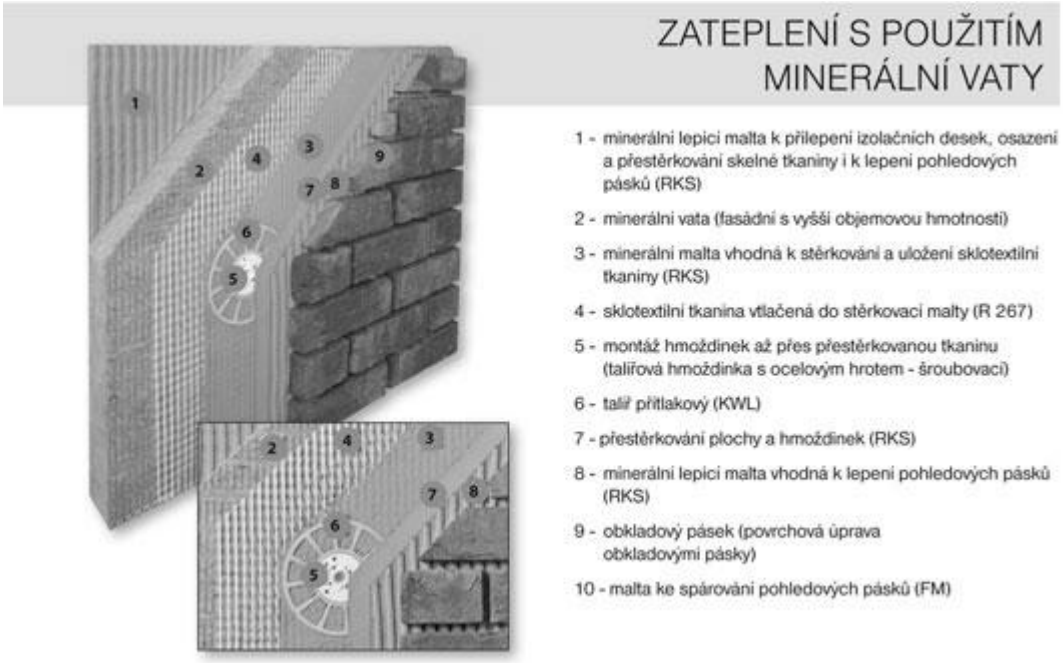
Pro odpařování páry z povrchu zdi je potřeba tepelná energie – což jsou ztráty na teple a financích.

Nátěr má ještě jednu velkou výhodu. Můžeme dodatečně a velmi jednoduše doizolovat ztráty způsobené tepelnými mosty vícenásobným nátěrem. (Tepelný most znamená nesourodý materiál ve zdi a úniky tepla).

Zateplení polystyrenem

Izolační vrstvu tvoří polystyren. Na zeď je přilepen lepidlem a zakotven pomocí hmoždinek. Povrch je zpevněn skelnou rohoží (perlinkou), opět flexibilním lepidlem a nanesena fasádní hmota. Pokud je izolace slabá, může pod polystyrenem kondenzovat vlhkost a tvořit plíseň (vlhkost se přes polystyren nedostane). To je nevýhoda. Nejvýhodnější by bylo odvětrat prostor mezi zdí a polystyrenem. Nikdo to ale zatím nedělá.

Zateplení kolmými vlákny minerální vaty



Postup je stejný, jen místo polystyrenu se používá minerální vata. Vlákna jsou směrována kolmo ke zdi, což umožňuje provětrávání zdiva. Pokud vata navlhne, snižuje se její izolační vlastnost. Po vyschnutí má původní vlastnosti. Plíseň se pod ní netvoří.

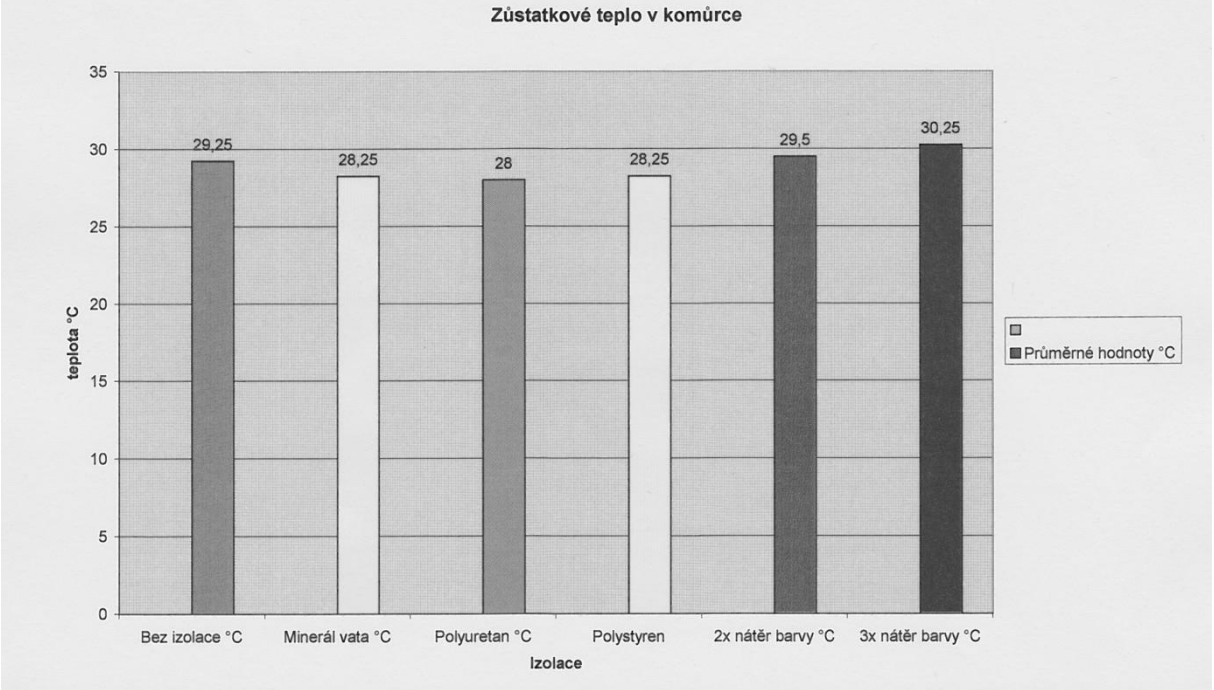
Ověření naší teorie

Navrhli jsme a vyrobili model pro ověření naší teorie. Je vyrobený ze slabého pozinkovaného plechu. Model tvoří dutý šestiboký hranol. V jeho středu je přiletován dutý válec a k němu jsou naletovány přepážky z vrcholů šestiúhelníku. Vnitřní válec představuje radiátor (zdroj tepla tvoří 100W žárovka ovládaná termo spínačem) s konstantní teplotou. Každá komůrka představuje místnost s různou tepelnou izolací. Polystyren, polyuretanová pěna, minerální vata, nátěr tekutou tepelnou izolací a pro porovnání jedna komůrka bez izolace. K této komůrce jsou porovnávána měření. Těleso je zaklopeno víky. Spodní víko je přinýtováno a horní víko je odnímatelné. Styčné plochy jsme opatřili těsněním. V horním víku nad každou komůrkou je malý otvor pro zasunutí digitálního teploměru.

Měření

Zapnuli jsme topení a po ustálení teploty termostatem jsme postupně měřili teplotu v každé komůrce. Teploměr jsme zasouvali do poloviny výšky komůrky a do 1/3 pod horní víko. Hloubkou zasunutí teploměru jsme volili výšku postavy v místnosti. Naměřené hodnoty jsou v tabulce a graf je z průměrovaných hodnot.

Měření	Bez izolace °C	Minerál vata °C	Polyuretan °C	Polystyren °C	2x nátěr barvy °C	3x nátěr barvy °C
1	29	28	27	28	28	30
2	29	28	28	28	29	29
3	29	28	28	28	31	31
4	30	29	29	29	30	31
Průměrné hodnoty °C	29.25	28.25	28	28.25	29.5	30.25



Závěr

Na základě měření a grafického vyhodnocení se potvrzuje naše teorie. Polystyren a minerální vata izolačně vychází stejně, pokles teploty v komůrkách je způsoben špatnou tepelnou vodivostí obou izolujících materiálů. Nejnižší pokles byl v komůrkách s polyuretanovou pěnou – obsahuje hodně vzduchu. V komůrkách natřených izolační barvou byla teplota nejvyšší, což bylo způsobeno akumulací tepla, vlivem reflexních vlastností barvy.

Odražené teplo od stěn zůstávalo v komůrce a při dalším měření ovlivnilo naměřenou hodnotu. To vysvětluje vyšší hodnotu. Tím je způsoben příjemný pocit v místnosti.

Domníváme se, že pro vytápění a úsporu je lepší tekutá izolace, protože ji lze aplikovat ven i dovnitř. Každý si může zateplení snadno udělat sám. V mnoha případech se nemusí stavět lešení a platit odbornou firmu a lešenáře. Dalším zpříjemněním pobytu v místnosti v letních měsících je využití moderních textilních rolet, které dokáží reflexně odrazit až 90% tepelného slunečního záření a část energie pohltí. Další její výhodou je průhlednost a vizuální kontakt s venkovním prostředím.

Na závěr bychom chtěli podotknout, že izolační barva je mezi prvními výrobky na světě, které umožňují zpříjemnit životní prostředí v domácnostech, rekreačních chatách a všude tam, kde se nevytápí souvisle. To ale není vše, kde by se tento materiál dal použít. Je pouze otázka času, kdy se tento izolační materiál rozšíří i v běžně používaných věcech denní potřeby. Je mnoho možností využití. Například vložky do letních nebo zimních bot, kde by se nám v létě nepotily nohy a v zimě by nám bylo teplo. Také u automobilů může mít vysoké využití tam kde je problém s teplotou, například ochrana karoserie nad výfukem.in, kapota u motoru a střecha auta kvůli rozdílné teplotě venku a uvnitř. Jako u každé novinky i zde nějaký čas potrvá, než se naplno zapojí do našeho života. Myslíme si, že tento tekutý nebo pevný izolační aerogel má velkou budoucnost, protože je to zcela nový způsob zateplování a izolování, který je už několik let úspěšně používán společností NASA na tepelné štíty raketoplánů. Cena tohoto materiálu je samozřejmě zatím poměrně vysoká pro příchod do běžného života, ale každá novinka po čase zestárne a ze své ceny upustí. Při zateplování domů jsme porovnali cenu zateplování polystyrenem a zateplování izolační barvou. U polystyrenu je třeba počítat s cenou lešení, lepidel, zakotvení desek, maltových směsí, omítky, polystyrenu a také s prací řemeslníků. Izolační barva se pouze natře a nepotřebujeme k tomu žádné další více náklady nebo drahou firmu, protože nanesení barvy zvládne každý sám. U zateplování izolační barvou platíte pouze barvu, a cena zateplení celého domu je téměř o třetinu levnější než u polystyrenu. Velkou výhodou jsou úspory energie až 30%, dlouhá životnost nátěru a čas při zateplování je o víc než polovinu kratší než při zateplování jiným materiálem. Materiál je zcela přírodně odbouratelný a nevykazuje žádné škodlivé látky nebo alergeny. Co se týče zateplení domů, doporučujeme ho hlavně tam, kde je problém s tvorbou plísní, vlhké zdivo a také tam, kde vytopení místnosti není příliš jednoduché. Proto si myslíme, že tento materiál, který má tak mnoho výhod, využití a velkou budoucnost, můžeme všem doporučit.

Poděkování

Rádi bychom tímto poděkovali panu Ing. Jindřichu Cedlovi, učiteli fyziky, panu Ing. Josefu Matějkovi, učiteli odborných předmětů, kteří nás seznámili s touto tematikou a dávali podnětné rady a informace.

Také bychom rádi poděkovali vedení školy SOŠ a SOU Hlinky v Berouně a učitelům odborného výcviku, že nám umožnili vyrobit a dokončit model na ověření naší teorie.

VLIV VLHKOSTI NA TEPELNĚ – IZOLAČNÍ VLASTNOSTI ZDIVA

MICHAL HABRCETL, LUKÁŠ DASTYCH, Střední průmyslová škola a Vyšší odborná škola Jana Palacha 1840, 272 01 Kladno

ÚVOD

Tato studie se zabývá účinky vlhkosti, jdoucí od sklepa do obytných částí domů. Jak ovlivňují vlhké zdi prostup tepla – náklady na vytápění. Možnosti, způsoby jakými chránit objekt proti vniku vlhkosti nebo zbavení se jí.

S nadměrnou vlhkostí staveb lidé bojují již dlouho. Ideální vlhkost se pohybuje mezi 45 a 60 % u vzduchu, okolo 3-5 % u zdí. Toho však ve většině případů nelze dosáhnout ve sklepních prostorách. Ze země se voda dostává do zástavby vlivem kapilárních sil a tím rozrušuje její strukturu a snižuje její tepelné izolační schopnosti. Vlhkost také škodí zdraví a na zdech s vysokou vlhkostí se mohou tvořit plísně, ty jsou špatně odstranitelné a je velmi pravděpodobné, že se po určité době znovu objeví. Našim cílem je tuto problematiku vyřešit a nejen vlhkost odstranit, ale využít jí ve prospěch domácnosti.

Metody

Začali jsme kontaktováním firem (Hydropol, Aquapol, Wigopol), jejichž produkty se zabývají odvlhčováním staveb metodou kataforézy. Kataforéza je metoda, která pomocí

elektromagnetických vln naladěných na nízkou frekvenci „zatlačuje“ vodu zpátky do země a ruší kapilární síly. U této metody ale není stoprocentně zaručeno, zda li opravdu funguje a tak jsme ji chtěli vyzkoušet sami. Také proto jsme kontaktovali tyto firmy, abychom se dozvěděli údaje, které by nám pomohly k výrobě funkčního modelu na vysoušení zdí. Od firmy Wigopol jsme nedostali odpověď ani na jeden ze 3 e-mailů a firma Aquapol nás jen odkázala na své internetové stránky kde nalezneme všechny dostupné informace. Tím jsme s těmito firmami skončili, protože informace na jejich internetových stránkách byly pro tuto studii nedostačující. Tyto firmy ani s tím, že uveřejnění jejich technologie v projektu Enersol by pro ně byla vlastně reklama zadarmo, nechtěly uvolnit princip, na kterém jejich produkty fungují. Na naši otázku jak toto zařízení vlastně funguje, neodpověděl nikdo do takových detailů, aby se díky tomu dal postavit jednoduchý model. Jediný kdo s námi komunikoval, byl Ing. Ivan Slovenčík z firmy Hydropol. Princip funkčnosti systému Hydropol nám také pro účely naší studie neuvolnil, ale alespoň s námi komunikoval a zaslal všechny dokumenty, které nám mohl dát k dispozici (např. články publikované v odborných časopisech). Nakonec pro nedostatek materiálů jsme se těmito způsoby odvlhčování staveb rozhodli vůbec nezabývat. Pokračovali jsme hledáním informací o vlhkosti jako takové a jakými způsoby ovlivňuje stavby, proto abychom se dostali co nejvíce do problematiky naší studie. Dále jsme hledali ostatní způsoby odvlhčování staveb, kterými jsme se i částečně následně inspirovali pro náš způsob. Těchto způsobů je na našem trhu i po „domácku“ udělatelných velice mnoho. S některými se musí počítat už při projektování a následné realizaci novostavby, ale jiné se dají využít nebo zkonstruovat na skoro kterémkoli domě. Pohybují se v různých cenových relacích (od několika tisíc až po sta tisíce). Jsou to například tyto: sanační omítky, elektroosmóza, elektroforéza nebo také kataforéza (způsob, na kterém jsou založeny systémy Hydropol, Aquapol, Wigopol), metody na systému vzduchových kanálků, injektáž, izolace, podřezávání zdiva, odvětrávání - systém větracích dutin (komůrkové zdivo). My jsme se inspirovali především tímto způsobem: snížení hladiny spodní vody (depresní kužel - oblast, ve které se projevuje snížení hladiny vlivem odběru (odčerpávání) podzemní vody).

Vymysleli jsme vlastní metodu, která je založena na principu depresního kužele. Snažili jsme se zabývat odvlhčením staveb a přitom vlhkost využít pro ještě větší snížení nákladů na vytápění než když se jen sníží tepelná propustnost zdí vlivem snížení vlhkosti. Toho jsme chtěli docílit použitím tepelného čerpadla typu voda-voda. Tepelné čerpadlo potřebuje ale 2 studny, protože vracením vody zpět do stejné studny by voda při použití tepelného čerpadla zamrzla. U tohoto nápadu se nám ale moc nepodařilo dořešit problém 2. studny (tzv. vsakovací), proto jsme od nápadu odstoupili. Naší metodou je vyhloubení studny ve sklepě co nejblíže ke středu stavby a u nepodsklepených staveb například na zahradě zase co nejblíže ke středu a nejlépe na delší straně stavby cca 2,5 m od obvodní zdi (blíže není

dovoleno kvůli statice domu a vyhláškám). Princip je takový: podzemní voda se stahuje do nejhlubšího volného prostoru (tam kde má voda co nejmenší odpor průtoku – v naší studii je to vykopaná studna). Když se udržuje určená hladina vody ve studni odčerpáváním, může se do tohoto nejnižšího místa stahovat další okolní podzemní voda, od které navlhá stavba. Pravidelným odčerpáváním se zbavujete nežádoucí podzemní vody a vzniká tzv. depresní kužel. Studna ve sklepě by měla být dosti hluboká (3 - 4 metry) a ta která je mimo stavbu dokonce 2 x tak hluboká aby snížení hladiny ve tvaru kužele obsáhlo celou stavbu – viz. obrázek (Snižování podzemní vody). Po spočítání minimální hloubky studny (tj. maximální hladina vody) je zapotřebí přičíst cca 2 m (tj. hloubka studny). Po vyhloubení studny je zapotřebí udržovat vypočítanou maximální hodnotu hladiny vody ve studni nebo raději nižší odčerpáváním vody. Nejdříve budete odčerpávat v kratších intervalech, ale postupně jak se bude snižovat hladina spodní vody se vám budou prodlužovat intervaly odčerpávání. Pokud je voda alespoň trochu vyhovující hygienickým předpisům můžete ji odčerpávat domácí vodárnou (při vyšších hloubkách studny nutno přidat ještě čerpadlo s vyšší dopravní výškou přímo do studny) a poté používat na splachování toalet. Pokud je voda vyhovující pro využití v domácnosti můžete ji rozvést do koupelen – na umývání, koupání, ale hlavně na praní protože tato voda většinou bývá měkčí než dodávaná z vodovodního řádu (jen v kuchyni bychom doporučovali nechat vodu z vodovodního řádu). Při větším průtoku ve studni a větší spotřebě (velmi vhodné na zalévání) doporučujeme vodu odčerpávat do objemné v zemi zakopané nádrže na užitkovou vodu. Toto všechno platí ale jen u vlhkých staveb, které do sebe „nasály“ vlhkost vlivem kapilárních sil. Pod takovými stavbami je velká pravděpodobnost (až 80 %, zjištěno od lidí, kteří mají trvale vlhký rodinný dům na Kladně), že spodní voda bude mít hladinu někde metr a půl pod úrovní země. Měli jsme možnost vidět podsklepený rodinný dům právě procházející rekonstrukcí, který má ve sklepě studnu. Nikdo se ale vodu nepokoušel odčerpávat, a tak voda vytékala ze studny a zaplavila sklep (5 cm vody na zemi). Vlhkost zdí nadzemních částí domu byla 13 %. Po spuštění čerpadla do studny a uvedení do provozu se voda vsákla do země asi za tři dny. Další měsíc trvalo, než se začala stahovat voda ze zdí (ovšem jen ve sklepě, v nadzemních částech to trvalo déle). Po dvou měsících odstupuje i vzdušná vlhkost a ze země se práší! Vlhkost nadzemních zdí klesla o 5 %. To vše jen díky sklepní studně, dva a půl metru hluboké. Studna byla po celou dobu měření odčerpávána jen do poloviny kvůli snížení výdajů za elektřinu. Obecně platí, že čím více snížíme hladinu vody, tím rychleji se bude studna naplňovat, ale budou také vyšší náklady na elektřinu. Naopak se ale více sníží celková vlhkost domu (Správnou hladinu si ale každý musí najít sám, v závislosti na rychlosti přitékání vody a požadované vlhkosti domu). První dny trvalo čerpání déle, odstupem času se prodlevy mezi čerpáním stále zvětšovaly a doba čerpání se zkracovala (4 x až 5 x denně 6 minut čerpání 220W čerpadlem, výtlak je 2 metry). Tím se ustálily i nemalé výdaje za elektřinu, které lze ještě více snížit vhodným

(například nočním) tarifem u energetické společnosti a čerpat vodu v době kdy je elektřina levnější. Všechna voda se odčerpávala do kanalizace. Je ale nutné říci že pod domem se nachází slabý pramen (asi 0,3 l/s) díky kterému je čerpání častější než by bylo v případě bez pramenu.

Vlivem snížení vlhkosti zdí se snižuje jejich tepelná propustnost, která je na vlhkosti přímo závislá. Tepelná propustnost zdí je dnes hodně diskutovaným tématem, a naší metodou v kombinaci s kvalitním zateplením lze dosáhnout velmi dobrých hodnot celkové tepelné ztráty. Dále jsme se zabývali spočtením ztrát domu a tepelnou propustností zdí při různých vlhkostech

Výsledky

Pro všechny výpočty byl použit úsek zdi o tloušťce 425 mm z cihel (objemová hmotnost ρ = 1900 kg/m3, součinitel tepelné vodivosti λ = 0,81 W/(m*K)). Dále byly použity tři vlhkoměry. První (vlasový) byl použit na měření vlhkosti vzduchu ve sklepě se studnou, druhý (také vlasový) měřil také vzdušnou vlhkost ale ve sklepě bez odvlhčování a třetí byl použit na měření vlhkosti na úseku cihlové zdi.

Pro přepočet mezi vlhkostí objemovou a hmotnostní byl použit vztah:

$$w_v = w_m \cdot \frac{\rho_s}{1000}$$

wv … objemová vlhkost [%]

wm … hmotnostní vlhkost [%]

ρs … objemová hmotnost suchého materiálu [kg.m-3]

Závislost součinitele tepelné vodivosti na vlhkosti je spíše experimentální. Z takto získané závislosti se určí zvýšení tepelné vodivosti na 1 % hmotnostní nebo objemové vlhkosti (dlm, dlv). Součinitel tepelné vodivosti pro určitou vlhkost se potom stanoví podle:

$$\lambda = \lambda_s \cdot \left(1 + \frac{dl_v \cdot w_v}{100} \right)$$

λ součinitel tepelné vodivosti v závislosti na vlhkosti [W.m-1.K-1]

λs součinitel tepelné vodivosti materiálu v suchém stavu [W.m-1.K-1]

dlv přírůstek součinitele tepelné vodivosti [%]

wm hmotnostní vlhkost [%]

Přírůstek součinitele tepelné vodivosti dlv na 1 % objemové vlhkosti wv (%) u cihel (Cammererovy přirážky)

wv (%)	dlv (%)
5	15,1
7	12,5
9	11,2
11	10,4
13	8,9
15	8,5

Zvyšováním vlhkosti materiálu se mění objemová hmotnost. Pro přepočet byl použit následující vztah:

$$\rho = \frac{\rho_s \cdot (100 + w_m)}{100}$$

ρ objemová hmotnost [kg.m-3]

ρs objemová hmotnost v suchém stavu [kg.m-3]

wm hmotnostní vlhkost [%]

Voda má nejvyšší měrnou tepelnou kapacitu a proto při zvýšení vlhkosti materiálu se zvýší i měrná tepelná kapacita a to dle rovnice:

$$c_u = \frac{(2{,}2 \cdot 10^{-4} \cdot c_d \cdot \rho_s - 1) \cdot (c_d + 35 \cdot w_m)}{2{,}2 \cdot 10^{-6} \cdot c_d \cdot \rho_s \cdot (100 + w_m)}$$

cu měrná tepelná kapacita [J.kg-1.K-1]

cd měrná tepelná kapacita suchého materiálu [J.kg-1.K-1]

wm hmotnostní vlhkost [%]

- Výsledky naší studie jsou docela překvapivé. Snížením vlhkosti zdiva o 15 % se sníží hodnota součinitele prostupu tepla o 70 %. Je to ale jen vypočtená hodnota. Odvlhčit zdi na 0 % vlhkosti nelze (a ani to není vhodné), ovšem optimální hodnoty se touto metodou dají dosáhnout.

Diskuse

„Osobně si myslím, že tato metoda není nejdražší a za cenu okolo 15 – 20 000 by se dala realizovat. Cena elektřiny, kterou spotřebuje čerpadlo, bude několikrát menší než navrácené peníze díky nižším výdajům za vytápění. Jsou zde ale i nevýhody jako například možnost použití této metody jen ve velmi úzké skupině domů. Tuto metodu bych nedoporučoval do zateplených domů (tam se ztráty liší jen minimálně).“

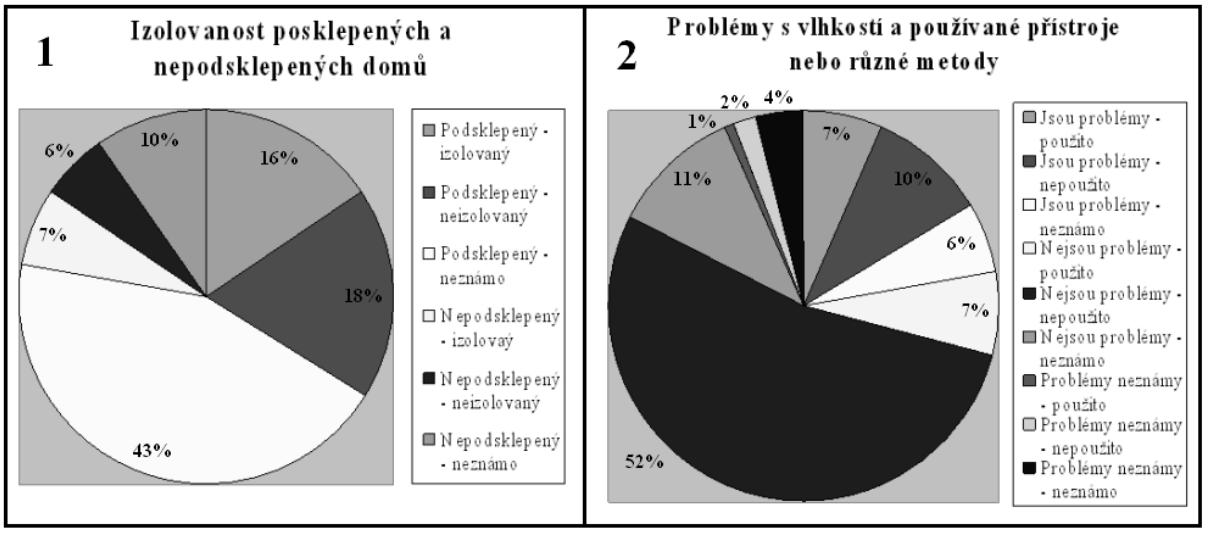
Michal Habrcetl

„V České republice je mnoho domů, které jsou podsklepeny (i nepodsklepeny) a mají velice navlhlé zdi. Jsou to většinou starší domy, které mají porušenou anebo nemají hydroizolaci vůbec. Já si myslím, že lidé bydlící ve vlhkém domě by určitě raději bydleli v suchém domě, ale dnes je všechno otázka peněz. Naše metoda nepatří určitě k nejdražším, spíše naopak, jak už zmínil spoluautor (viz. výše). Když lidem řekneme, že se mohou zbavit vlhkých zdí a ještě odstraněnou vlhkost dlouhodoběji využívat, tak si myslím, že by to mohlo zaujmout mnoho lidí.“

Lukáš Dastych

Udělali jsme také anketu, která nám měla dát orientační údaje, o tom v jakých a jak starých domech lidé bydlí, jestli jsou to spíše domy podsklepené nebo ne a jestli mají hydroizolaci. Ptali jsme se také na to, jestli mají lidé v domech problémy s vlhkostí a jakými metodami (způsoby) nebo přístroji se ji snaží eliminovat. Poslední otázkou jsme se zeptali, jak moc si lidé myslí, že vlhkost ovlivňuje tepelnou prostupnost zdí. Na tuto otázku odpovědělo správně 51,4 % dotázaných, 40,8 % dotázaných si myslí, že vlhkost má na tepelnou prostupnost menší vliv a 7,8 % dotázaných si myslí, že má vlhkost dokonce větší vliv na tepelnou prostupnost zdí. Nejvíce dotazovaných lidí bydlí v rodinném domě starém 16 až 50 let. Výsledky otázek jestli je dům podsklepen a má hydroizolaci jsou zpracovány do grafu 1. Výsledky otázek jestli mají lidé problémy s vlhkostí, a jaké metody nebo přístroje na eliminaci

vlhkosti používají, jsou zpracovány do grafu 2. Anketa nám potvrdila, že lidé bydlící v panelových domech s vlhkostí problémy nemají, ale naopak lidé bydlící v rodinných domech s vlhkostí problémy většinou mají a moc to nezávisí na tom, jestli je dům podsklepen nebo ne. Nejvíce nás překvapila poslední otázka (závislost vlhkosti na tepelné prostupnosti zdí) kde více než polovina dotazovaných lidí odpověděla správně, ale to mohla být jen náhoda.



Naše zařízení

Vytvořili jsme také demonstrační zařízení, které bychom rádi předvedly v této soutěži. Jedná se o demonstraci prostupu tepla stavebním materiálem (ytong). Jednu stranu materiálu necháme při pokojové teplotě kolem 20 °C a druhý konec budeme ochlazovat Peltierovým článkem (které díky PN přechodům a velkým elektrickým proudům na jedné straně topí a na druhé straně chladí) a simulovat tak venkovní teplotu. Kvůli malé účinnosti Peltierových článků je teplo odváděno pomocí chladičů ponořených do proudící chladicí kapaliny. Chladící směs je tvořena slanou vodou zchlazenou na -22 °C. Celý systém je zaizolován kvůli únikům chladu. V jednotlivých částech cihel jsou zalepena teplotní čidla, která zaznamenávají teplotu. Teploty na stejných částech cihel můžete vidět na displejích, což znázorňuje rychlost prostupu tepla stavebním materiálem. Bohužel náš systém je zatím ve fázi vývoje. Rychlost prostupu tepla je rozdílná u vlhkého materiálu a u suchého materiálu.

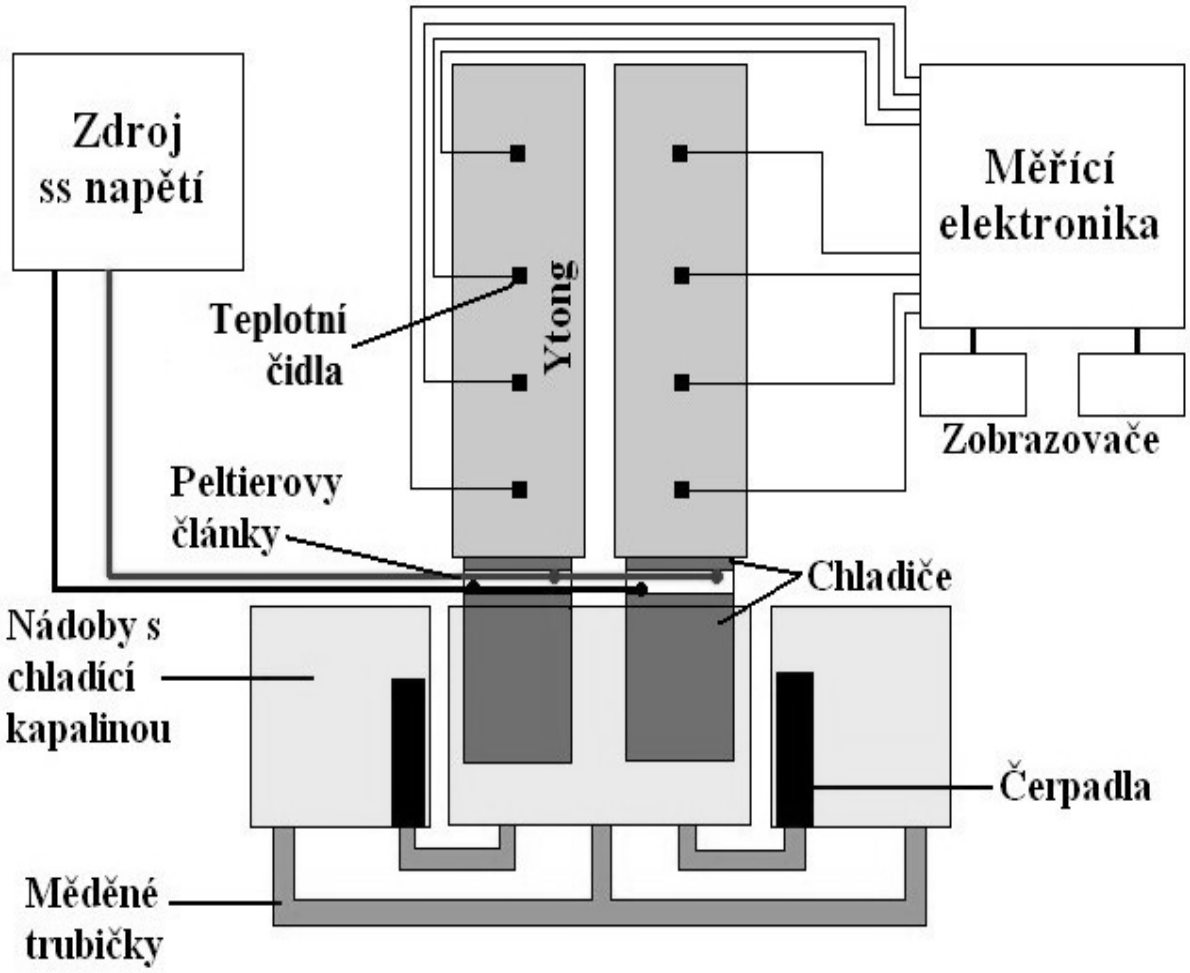


Schéma demonstrační aparatury pro měření prostupu tepla suchým a mokrým zdivem

Závěr

Vlhké zdivo není hygienické z hlediska tvoření plísní, solných skvrn a velmi snadno propouští teplo ven z domu. Naše studie dokazuje, že i relativně levnou metodou lze celkem dobře odvlhčit dům. Voda ze studně se dá velmi dobře ve většině případů použít například ke splachování toalety, praní prádla nebo zalévání zahrady.

Minulý rok jsme se s tímto projektem zúčastnili v soutěži Amavet a letos už na 7. Středoškolské konferenci konané Klubem ekologické výchovy.

Poděkování

Děkujeme panu Jánu Hýblovi, Ing. Jaroslavu Mlejnkovi a Ing. Ivě Bednaříkové za technické rady, pomoc při sestavování dokumentu a prezentace, stavbě demonstračního zařízení a zapůjčení vlasového vlhkoměru.

MOBILNÍ INFORMAČNÍ CENTRUM

STANISLAV KŘEČEK, MICHAL URBAN, KAREL VORÁLEK, Střední škola obchodu a služeb Jihlava, Karoliny Světlé 2, Jihlava 586 01

ÚVOD

Na základě naší první účasti v soutěží Enersol jsme se začali o něco více zajímat o obnovitelné zdroje energie. Náš zájem nás zavedl až do Hradce Králové, do informačního centra firmy ČEZ, věnujícího se obnovitelným zdrojům energie. Zde jsme se pomocí názorných modelů mohli sami přesvědčit, jak fungují zařízení, která využívají obnovitelné zdroje energie. Informační centrum nás nadchlo natolik, že jsme začali uvažovat, jak bychom mohli podobnou zkušenost přiblížit i žákům z našeho kraje – Vysočiny. To byl první impuls k vytvoření mobilního informačního centra o obnovitelných zdrojích.

Obnovitelné zdroje energie

Definice podle zákona č. 180/2005 sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů): „Obnovitelnými zdroji se rozumí obnovitelné nefosilní přírodní zdroje energie, jimiž jsou energie větru, energie slunečního záření, geotermální energie, energie vody, energie půdy, energie vzduchu, energie biomasy, energie skládkového plynu, energie kalového plynu a energie bioplynu.“

Naše informační centrum se orientuje především na pět u nás nejpoužívanějších druhů obnovitelných zdrojů energie a to sice: energii větru, energii slunečního záření, energii biomasy, energii bioplynu a energii vody.

Vývoj projektu

Na začátku stála nejasná idea mobilního informačního centra pomocí kterého by se žáci dozvídali a učili o obnovitelných zdrojích zábavnou formou.

Kam ale takový projekt umístit, aby ho navštívilo co nejvíce žáků? Uvažovali jsme o různých veřejných prostorech a základních školách.

Projekt začal získávat reálné obrysy po schůzce s panem Ing. Martinem Křížem, vedoucím o.p.s. Chaloupky. Chaloupky jsou školící středisko poblíž Kněžic, soustředící se především na environmentální výchovu. Chaloupky naplňují své poslání prostřednictvím terénních programů pro děti a mládež, publikační činností a školícími a vzdělávacími aktivitami.

Ing. Křížovi jsme vyložili, jak bychom si celou věc představovali a on nám ukázal prostory v areálu školícího střediska, kde by bylo možné realizovat námi zamýšlený projekt. Návrh ho zaujal natolik, že projekt zahrnul do programu dětí, které jezdí do Chaloupek na týdenní vzdělávací program Historie dnešního dne. Zároveň nám přislíbil i sponzorskou účast. Dohodli jsme se tedy na časovém programu a na termínu zahájení. To nás nadchlo ještě víc. Neměli jsme ale zatím žádné pomůcky, modely, ukázky, ani jiné materiály potřebné pro realizaci našeho plánu. Naštěstí však do premiéry zbývalo dost času. Protože informační centrum mělo být určeno především pro žáky základních škol, bylo nám jasné, že hlavní bude je zaujmout a přilákat jejich pozornost. Plán byl tedy jasný, vyrobit co nejvíce názorné modely, na kterých by se dalo dětem vysvětlit, jak některá zařízení fungují. Byli jsme si vědomi, že nebudeme mít k dispozici tolik finančních prostředků, kolik investoval do informačního centra ČEZ. Oslovili jsme tedy paní Ing. Marii Dufkovou z firmy ČEZ, zda by nebylo možné si nějaký model zapůjčit, ale neúspěšně. Nevadí, řekli jsme si, zvládneme to sami. Ředitel naší školy nám přislíbil financování materiálů pro výrobu modelů, které budeme moci používat v budoucnu i pro naše studenty při výuce. Částečné financování přislíbily i Chaloupky. Dále jsme oslovili i různé firmy z kraje Vysočina. Byla to například firma Solarnet, která nám zainvestovala fotovoltaický minipanel na střechu modelu domu a pro účely našich přednášek zapůjčila dokonce modely solárních panelů ve velikosti 1:1. Firma Novatop nám poskytla pelety a brikety z různých typů dřevin a obilovin, firma Tripet věnovala papírové pelety. Od firmy Leaf Log (která ovšem není z kraje Vysočina) jsme jako zajímavost získali pelety z listí.

Vyrobili jsme:

1. Model domu se solárními panely

Na střechu domu jsme nainstalovali model termického solárního panelu pro ohřev vody. K výrobě termického panelu jsme použili plastovou krabici, rozvod teplé vody jsme simulovali pomocí samolepícího LED diodového pásku s intenzitou 120lm/m. Pásek je široký 8 mm a vysoký 2,2 mm, vzdálenost mezi jednotlivými LED diodami činí 1.67cm. Počet LED diod je 60ks/1m. Spotřeba se pohybuje mezi 340 až 400mA/1m. Příkon je 4,8W/m. LED diody jsou napájeny pomocí 12V DC transformátoru. Tři LED diody mají vždy společný rezistor.

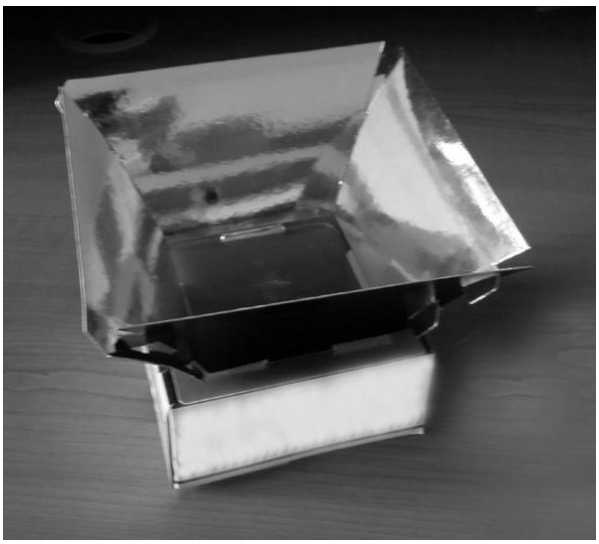
Vedle termického panelu jsme na náš domeček nainstalovali také solární fotovoltaický panel s drátovými vývody o provozním napětí 2V a maximálním proudu 200mA, rozměry panelu 66x95x6mm. Panel je vyroben z Polycrystalu a napájí další LED diody, které jsou rozmístěny v různých částech domečku a znázorňují osvětlení domu . Rozměry domu: (800 x 600 x 350 mm)

2. Solární pícku

Na internetu jsme vyhledali návod na sestrojení solární pícky. Výroba je velmi jednoduchá.

Použitý materiál: průhledná folie, tvrdý karton, samolepící zrcadlová tapeta

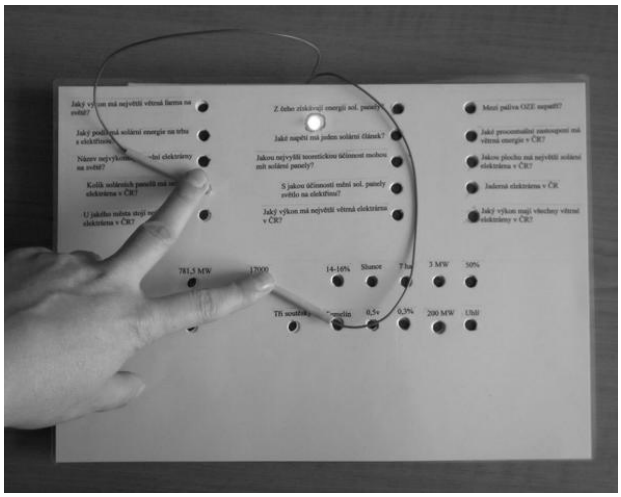
Na ukázku- i parabolický tvar zrcadla.



.

3. Elektronickou hru

Hra funguje na jednoduchém principu spojování obvodů. Žáci si tak sami vyhledávají informace a potvrzují své odhady.



4. Ze stavebnic a od firem

Model větrné elektrárny (věnovala ČSVE), přidali jsme figurky, které slouží k odhadu poměru větrná elektrárna / člověk.

Solární minipanely a příslušenství, autíčko na solární pohon.

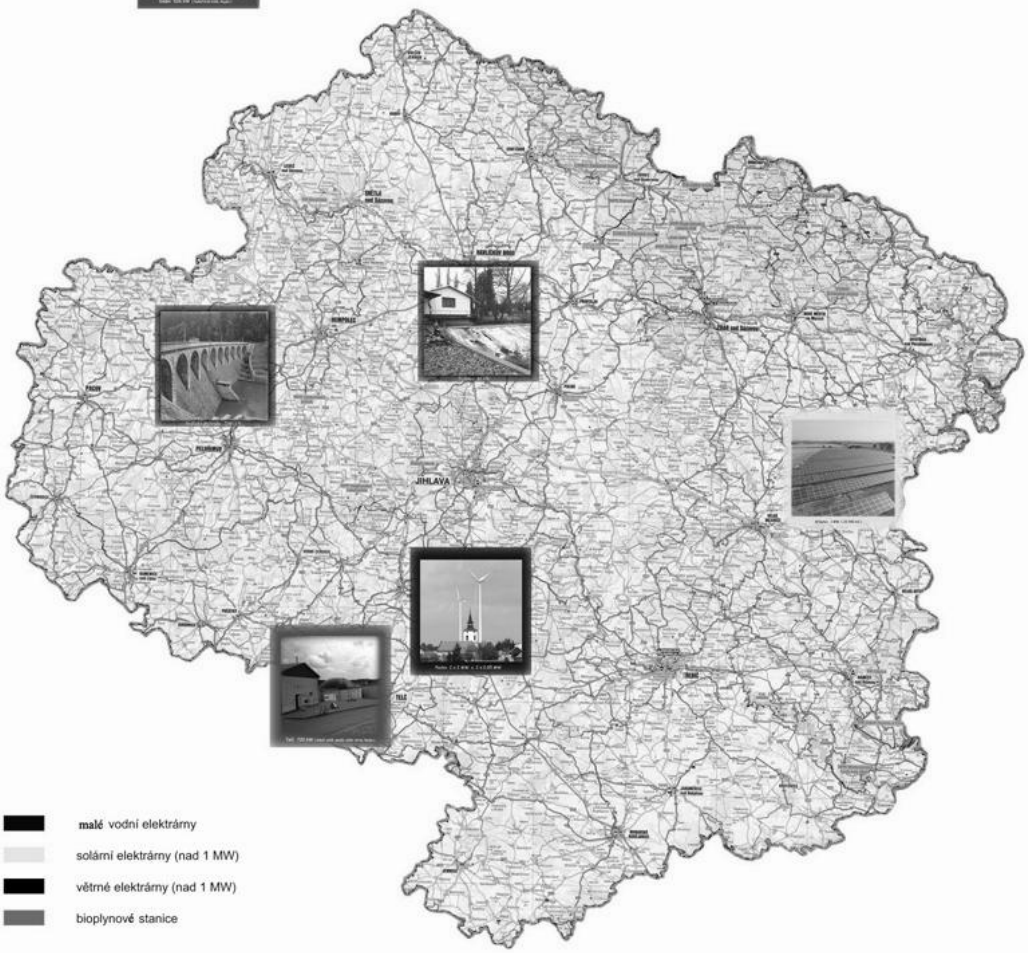
Model větrné elektrárny, která rozsvítí LED diodu.

Pelety a brikety.

5. Magnetickou mapu obnovitelných zdrojů

Napadlo nás, že nejvíce si děti všímají svého okolí. To nás vedlo k vytvoření mapy obnovitelných zdrojů kraje Vysočina. Jak ale zajistit stálou aktuálnost, když rozvoj zvláště solárních elektráren a bioplynových stanic je v poslední době tak rapidní? To byl problém. I při hledání na internetu sehnat mapu s opravdu přesným a aktuálním rozmístěním obnovitelných zdrojů, nebylo vůbec lehké. Za pomoci pana Zdeňka Ryšavého, radního kraje Vysočina pro oblast informatiky, územního plánování a životního prostředí, se nám podařilo zjistit umístění většiny obnovitelných zdrojů v kraji. Chtěli jsme ale vyrobit takovou mapu, která by se dala snadno aktualizovat. Mapu jsme podlepili magnetickou folií. Fotografie s informacemi z jednotlivých míst jsme zalaminovali a nalepili na ně neodymové magnety. Jednotlivé kartičky lze tedy kdykoliv přidat (případně ubrat), děti mohou navíc magnety samy přikládat a tím si daná místa lépe zapamatují. Formát mapy: A0

OBNOVITELNÉ ZDROJE V KRAJI VYSOČINA



6. Plakát „Větrná energie na Vysočině“

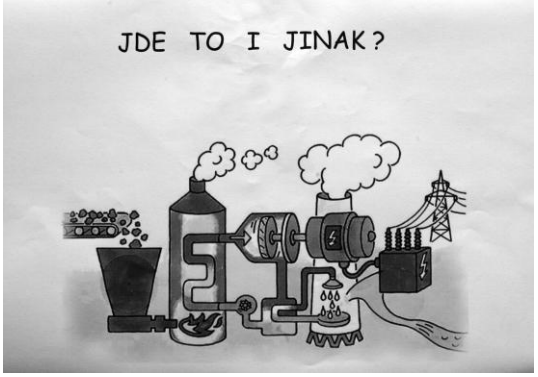
Z autorských fotografií jsme vyrobili plakát, který jsme nazvali „Větrná energie na Vysočině. Plakát doplňuje náš koutek o pohledy do krajiny s větrnými elektrárnami. Použity fotografie z míst: Pavlov, Věžnice. Formát plakátu - A1

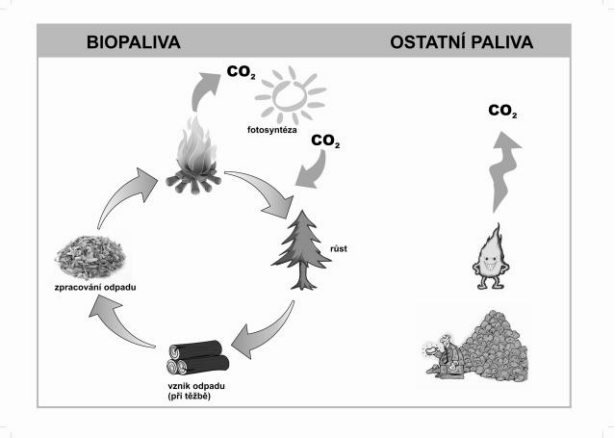
7. Plakát „Solární energie na Vysočině“

Další plakát, který jsme vyrobili taktéž z autorských fotografií. Použity fotografie z míst: Křižanov,

Sehnali jsme také několik plakátů a informačních letáků s všeobecnými informacemi o OZE. Ne všechny jsme však využili. Protože nám šlo hlavně o to, aby si děti udělaly vlastní názor, vyřadili jsme některé plakáty, které až moc agitovaly ve prospěch obnovitelných zdrojů a byly podle nás neobjektivní. Nakonec se však ukázalo, že je to pro nás příležitost, kdy můžeme vyrobit i některé vlastní plakáty. A tak se i stalo.

Vytvořili jsme plakáty:





Úprava prostoru

Nakonec zbývalo připravit prostor, který jsme dostali k dispozici. Vytapetovali jsme zeď a na ni jsme umístili naše plakáty, vyrobili jsme police pro vzorky peletek a briket. Do prostoru mezi jednotlivými křídly oken jsme umístili modely a vytvořili tak vitrínky, do kterých můžeme modely ukládat. Vše bylo připraveno a tak nezbývalo než pár dní počkat na první zkoušku ohněm.

Průběh hraní s OZE

„ Jedna zkušenost je více než 1000 slov.“ Tohoto motta jsme se snažili držet i při našich prezentacích.

Vytvořili jsme čtyři stanoviště: Stanoviště o solární energii, stanoviště větrné energie, stanoviště biopaliv a poslední stanoviště s mapou Vysočiny a interaktivní tabulkou, na které děti přiřazují k otázkám o energii správné odpovědi. A jak hraní s obnovitelnými zdroji vlastně probíhá?

Nejdříve předvedeme solární pícku, a pak děti (většinou 20 až 30) rozdělíme do čtyř skupin. Každé ze čtyř skupin dáme krátký test o obnovitelných zdrojích energie a necháme je, aby si ho zkusily vyplnit podle svých aktuálních znalostí. Po vyplnění testu se děti ve skupinkách přesunou k jednotlivým stanovištím. Během 1 – 1,5 hod se jednotlivé skupinky postupně vystřídají u všech stanovišť, doplní a opraví si testy. Na závěr dáme každé skupince šablonu pro výrobu solární pícky a pokud zbývá čas, děti si pícku sestaví samy přímo na místě. V opačném případě si šablony odnesou s sebou domů. Naši

interaktivní výuku o obnovitelných zdrojích navštívilo zatím 150 dětí, což považujeme za úspěch. Ročně se ve školícím centru Chaloupky na denních pobytových programech vystřídá na 2000 dětí a to nám poskytuje široké obecenstvo pro naše ukázky.

Závěr

Projekt nám poskytl jak obrovský prostor pro realizaci našich nápadů, tak i nespočet zkušeností. Vyzkoušeli jsme si, že vše naplánovat, sestavit rozpočet a sehnat finance není vůbec lehké. Získat pozornost dětí je mnohdy ještě těžší. Zjistili jsme, že v kraji Vysočina je dost firem, které se věnují obnovitelným zdrojům a rády pomohou při jejich popularizaci. Děti a jejich všetečné dotazy nás ani na vteřinu neponechaly klidnými, že bychom snad věděli všechno, ba naopak, neustále nás jen utvrzují v tom, že člověk se má celý život co učit. Abychom jim poskytli co nejobjektivnější informace, podnikli jsme exkurzi do větrné elektrárny Pavlov, navštívili jsme malou vodní elektrárnu Hradec Králové a několik solárních elektráren. Vždy jsme vyzpovídali nejen odborníky, ale i obyvatele v okolí.

Rádi bychom, aby náš projekt pokračoval i „po nás“. Zapojili jsme tedy i studenty nižších ročníků, kteří po nás projekt převezmou a povedou. V budoucnu bychom také chtěli rozvíjet naší spolupráci se základními školami – přemístit do jejich prostor naše informační centrum, případně jim nabídnout některé námi vytvořené učební pomůcky pro zpestření environmentální výchovy. Jsme také připraveni vybavení našeho informačního centra postupně rozšiřovat o další modely.

V žádném případě jsme nechtěli kopírovat informačních centrum firmy ČEZ. Věříme, že vzniklo informační centrum s opravdu osobním přístupem, které klade důraz na vlastní názor a zkušenost každého jednotlivce. A to bylo vlastně i naším hlavním cílem, realizovat osvětu o obnovitelných zdrojích nestranně a objektivně se všemi jejich klady a zápory.

Poděkování:

Závěrem bychom chtěli poděkovat Mgr. Evě Lemberkové, která byla koordinátorkou našeho projektu a projevovala velkou ochotu pro naši věc. Dále pak Mgr. Františku Číhalovi, který všechny naše snahy zastřešil a podpořil veškerou naši aktivitu.

Děkujeme také:
- školícímu středisku Chaloupky
- firmě Solar Net
- firmě Novatop
- firmě Tripet
- firmě Leaf Log
- Mgr. Ivě Babincové z Gymnázia Pelhřimov za poskytnuté fotografie

ÚSPORA ENERGIE V NAŠÍ ŠKOLE

FILIP DEMEL, Střední škola stavební Třebíč, Kubišova 1214, Třebíč

ÚVOD

Vzhledem k nadměrně rostoucím nákladům na vytápění se lidé na celém světě zabývají úsporami energie. K tomuto tématu se váže spousta otázek, jak snížit již zmiňované náklady, jak co nejúčinněji vytápět, jak zajistit teplenou pohodu při nízkých teplotních spádech. A tak

se začaly rozvíjet různé projekty podporující šetření nákladů na vytápění. Nejznámějším a nejrozšířenějším projektem v České republice je ZELENÁ ÚSPORÁM. Cílem programu Zelená úsporám je zajistit realizaci opatření vedoucích k úsporám energie a využití obnovitelných zdrojů energie v rodinných a bytových domech. Jednou z možných a často používaných variant jak šetřit, je zateplení obvodových stěn izolačními materiály nebo výměna starých oken za nová. Jako izolační materiály se používají pěnový polystyren nebo minerální vlákna. Ze všech možných druhů mě nejvíce oslovila úspora zateplováním a výměnou oken. Proto jsem přivítal, že se mohu zúčastnit tohoto vzdělávacího projektu a zpracovat práci na téma:

ÚSPORA ENERGIE V NAŠÍ ŠKOLE

HISTORIE STŘEDNÍ ŠKOLY STAVEBNÍ:

V roce 2004 došlo k přestěhování naší školy do prostor bývalé základní školy. Před stěhováním došlo k rozsáhlé rekonstrukci této budovy.

Zateplení stávající budovy:

Vzhledem k nevyhovujícím tepelně izolačním materiálům, které byly použity k výstavbě budovy se přistoupilo k zateplení obvodového pláště. První etapou v roce 2004 bylo zateplení obvodových stěn hlavní budovy pěnovým polystyrenem a výměnou starých oken za nová plastová. Druhou etapou v roce 2010 byla výměna hliníkových oken za plastová s izolačním trojsklem v prostoru jídelnyDalší plánovanou etapou bude zateplení obvodových stěn tělocvičny a jídelny. Do budoucna je potřeba izolovat spojovací chodby a školní kuchyni.

Proč zateplovat jídelnu?

- naše škola byla postavena roku 1972. V této době se používaly dnes zastaralé a nevyhovující materiály. Použité stavební prvky nejsou v dnešní době dostačující a nevyhovují požadavkům českých státních norem.

- dalším obrovským problémem byly veliké teplené ztráty způsobené velkými hodnotami prostupu tepla použitých materiálů

- i přes správné nadimenzování otopných těles, nebyla docílená požadovaná teplota a tepelná pohoda

- vzhledem k tomu, že veškeré prostory školy jsou vytápěny pomocí dálkového vytápění, bylo potřeba docílit nižšího odběru tepla a tím snížit náklady na vytápění školní jídelny.

Porovnání konstrukcí školní jídelny

- nosným prvkem obvodové stěny jsou keramické tvárnice. Součinitel prostupu tepla stávající konstrukce je 1,188 W/m2K. Doporučovaná hodnota pro obvodovou stěnu činí 0,250 W/m2K. Proto tato konstrukce byla nevyhovující. Stará hliníková okna mají součinitel prostupu tepla U = 4 W/m2K a normou doporučená hodnota je U=1,1 W/m2K. Z uvedených číselných hodnot vyplývá, že konstrukce nesplňuje podmínky ČSN 73 0540-2:2002.

- současný stav konstrukce zůstal nezměněn a nadále ji tvoří keramické tvárnice. Stará hliníková okna se součinitelem prostupu tepla U = 4 W/m2K byla vyměněna za okna plastová s izolačním trojsklem s hodnotou součinitele prostupu tepla U = 0,97 W/m2K. To znamená, že součinitel prostupu oknem je 4x menší. Tím se docílilo snížení celkové tepelné ztráty školní jídelny.

- stávající konstrukci z keramických tvárnic opatříme tepelnou izolací z pěnového polystyrenu tloušťky 100mm. Dostaneme součinitel prostupu tepla stěnou z hodnoty

U = 1,118 W/m2K na hodnotu součinitele prostupu tepla U = 0,335 W/m2K. To je 3,5x nižší hodnota než v původním stavu.

Vyhodnocení oken pomocí výpočtu

Školní termokamerou jsem vyfotil stará a nová okna. Pomocí hodnot s vyhodnocovacího programu termokamery a čísel, které jsem naměřil, jsem vypočítal tepelnou ztrátu oknem starým a novým.

Stará okna

Tepelná ztráta jedním oknem

Q=S*U*(ti-te)/l

Q=8,47*4*(15-(1,6))/0,082

Q=5536,48 W

Celková tepelná ztráta 12 starými okny: 66,437 kW

Nová okna

Tepelná ztráta:

Q=S*U*(ti-te)/l

Q=8,47*0,97*(22-(-1,6))/0,074

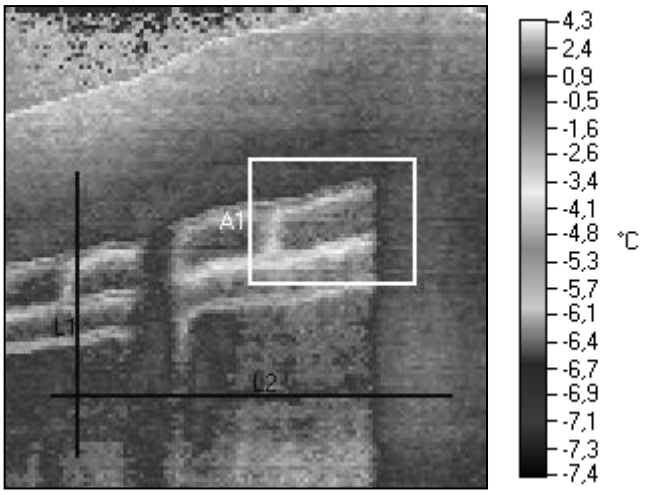
Q= 2264,92 W

Celková tepelná ztráta 12 novými okny: 26,20 kW

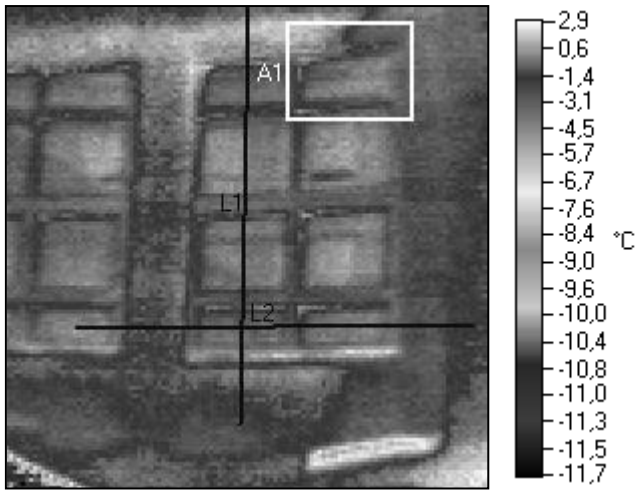
Vyhodnocení oken pomocí snímků termokamery

Školní termokamerou, jsem vyfotil stará a nová okna. Pomocí hodnot s vyhodnocovacího programu termokamery jsem porovnal hodnoty povrchové teploty na stejných místech. Tím jsem zjistil, jaký je rozdíl úniku tepla starých a nových oken.

Původní okna



Vyměněná okna



Z těchto snímků vyplývá, že ve stejné oblasti na starých a nových oknech jsou rozdílné povrchové teploty. To je dáno součinitelem prostupu tepla U a teplotou interiéru. Stará okna mají vyšší prostup tepla a tak povrchová teplota v oblasti označené A1 starých oken je minimálně -1,1°C a maximálně 4,3°C. V oblasti označené A1 u nových oken je minimální povrchová teplota okna -5°C a maximální 1,7. Ze snímku je vidět, že největší únik tepla u nových oken tvoří nadokenní překlad.

Pomocí těchto vyhodnocení jsem zjistil, že výměnou oken se tepelná ztráta snížila o 34,57 %. A ztráta jedním oknem až 4x k původnímu stavu.

A jaká je tedy úspora?

Pomocí programu Protech – tepelný výkon, který ve škole používáme při výuce, jsem vypočítal potřebu tepla na vytápění počítaného objektu – školní jídelny. Využívat tento program je výhodné, protože pro jednotlivé konstrukce můžu zadat dvě varianty hodnot součinitele prostupu tepla (před zateplením a po zateplení). Program mi vypočítá potřebu tepla na vytápění před úsporným opatřením a po něm a také vyčíslí úsporu tepla v procentech. Výsledky mých rozsáhlých výpočtů jsem shromáždil do přehledné tabulky.

Návratnost výměnou oken

Úspora financí po výměně oken: 39 600 Kč

Pořizovací cena oken byla: 250 000 Kč

Prostá návratnost je: 6,3 roků

Návratnost výměnou oken a zateplením

Úspora financí před výměnou oken a zateplením činila: 41 643Kč

Pořizovací cena oken a zateplení: 350 000 Kč

Prostá návratnost je: 8,4 roků

Závěr

Díky výměně oken, která proběhla v naší škole v loňském roce jsme schopni ušetřit ročně 39 600,- Kč z provozních nákladů. V případě, že by náš zřizovatel Kraj Vysočina investoval peníze do zateplení, byla by úspora provozních nákladů na vytápění ještě vyšší a to

41 643,- Kč ročně. Návratnost investice je v tomto případě 8,4 roků. Při výpočtu návratnosti jsem nepočítal se zvyšujícími se cenami za teplo, které všichni odborníci do budoucna předpokládají. V tomto případě, by se návratnost ještě snížila. Výše rozpracovaná opatření jsou pro našeho zřizovatele a tím i pro naši školu ekonomicky výhodná.

Můj vlastní názor

Každý z nás potřebuje pro svou pohodu teplo a zároveň chceme co nejvíce ušetřit. Z výsledků této práce vyplývá, že zateplením objektu a výměnou starých oken za nová, dojde k razantnímu snížení potřeby tepla na vytápění. Tím klesnou i provozní náklady na teplo. Překvapilo mě, o kolik se potřeba tepla snížila pouhou výměnou oken.

Čím méně tepla spotřebujeme, tím méně ho bude potřeba vyrábět. Nejlevnější je ta energie, kterou nemusíme vůbec vyrobit. Proto jsou úspory tepla nejlevnější způsob, jak ušetřit energii. Při zpracovávání této práce jsem získal praktické zkušenosti. Mám dobrý pocit z toho, že teoretické informace nabyté v hodinách odborných předmětů jsem uměl použít i v praxi.

VYUŽITÍ LNIČKOVÉHO OLEJE PRO VÝROBU BIONAFTY V EKO - ZEMĚDĚLSTVÍ

FRANTIŠEK DOLSKÝ, SŠOS Jihlava

ÚVOD

Pro svou práci do soutěžního projektu „Enersol 2011“ jsem si zvolil téma „Využití lničkového oleje pro výrobu bionafty v eko-zemědělství“. Toto téma jsem si vybral hned z několika důvodů. Tím prvním impulsem, který mě k této práci přivedl, byla současná špatná situace v zemědělství. Jelikož pocházím z vysočiny, která je proslulá svou zemědělskou tradicí, s výtkami zemědělců se setkávám velmi často. Ti si neustále stěžují na nízké výkupní ceny nejen plodin, ale i produktů živočišné výroby. Dalším předmětem oprávněné stížnosti zemědělců jsou nízké dotace od státu, které jsou nesrovnatelně nižší v porovnání s dotacemi, které dostávají zemědělci ve Francii, v Německu či Polsku. Z tohoto důvodu pak tedy naši zemědělci nejsou konkurenceschopní sousedním státům. Problém je ale také v hospodaření našich zemědělců. Ti se vesměs sice snaží o finanční úspory, většinou je to ale bohužel na úkor kvality. Ve své práci popisuji možnost, která může zemědělcům výrazně ušetřit náklady na bionaftu, která je poté potřebná na provoz veškerých zemědělských strojů. Tím spíše je potřeba využít této možnosti dnes, kdy je ekologie v dopravě velmi diskutovaným tématem. Hlavním předmětem této práce je tedy ekonomická analýza výroby bionafty ze směsi oleje lničky seté a běžně dostupné bionafty s obsahem 6% metylesteru řepkového oleje (dále jen MEŘO).

Stručná charakteristika

Tato část práce obsahuje teoretické informace o potřebné technologii a vstupních surovinách, které jsou k výrobě bionafty potřeba. Dále upozorňuje na maximální únosné a neškodné množství biosložky, která je možná přimíchat k naftě tak, aby nevznikaly problémy související se zanášením trysek a další.

2. 1. Lnička setá

2. 1. 1. Vlastnosti lničky seté

Internetový server Fytomasa.cz uvádí, že lnička setá (Camelina sativa) (dále jen lnička) (obr. č. 1) je jednoletá brukvovitá olejnatá rostlina vysoká až 1,2 m, která u nás není příliš hojně pěstovaná. Její nenáročnost zaručuje možnost pěstování téměř na všech stanovištích (v nížinách i podhůřích). Problematickými místy jsou pouze těžká, kyselá, zamokřená a

zaplevelená stanoviště. Dobře snáší nízké teploty a odolává chorobám a škůdcům. Lnička má velmi krátkou vegetační dobu, asi 3,5 měsíce.

2. 1. 2. Využití lničky

Lnička setá není příliš vhodnou plodinou pro potravinářský průmysl. Podle internetových stránek www.lh-shop.cz je to proto, že semena lničky obsahují vysoké množství kyseliny α-linolenové (až 40%), kvůli které snadno podléhá oxidaci. Navíc prý výrazně zapáchá, proto se musí poměrně složitě rafinovat. Server Fytomasa.cz(3) zmiňuje, že častější způsob využití oleje je ve zpracovatelském průmyslu a v kosmetice a to díky vysokému obsahu oleje v semenu (33-44%). Lničkový olej tedy slouží k výrobě barev, fermeží, laků, olejů, mazadel a mýdel. Sláma se potom nejčastěji lisuje a využívá se ke spalování, přičemž výhřevnost této slámy je přibližně 18,84 MJ/kg. Sláma se ale dá využít také k výrobě kartáčů, košťat či buničiny.

2. 1. 3. Technologie pěstování lničky

Portál Fytomasa.cz upozorňuje na to, jak pěstovat lničku pro co nejvyšší výnosy. Jako předplodiny lničky je možno tedy použít téměř všechny druhy předplodin vyjíma rostlin brukvovitých. Jelikož je lnička velice nenáročnou plodinou, postačí pro její hnojení i menší množství organických hnojiv. Hnojení je vhodné provádět, vzhledem ke krátké vegetační době, ještě před setím. Proto, abychom dosáhli kýženého výnosu, je třeba provádět setí co nejdříve. Lnička se seje do běžných obilních řádků, v případě setí do širokých řádků je později ji později možné plečkovat. Norma výsevu se pohybuje mezi 8 – 12 kg / ha, což odpovídá přibližně 400 rostlinám / m2. Seje se do hloubky 1 – 2 cm. Minimální prostorová izolace certifikovaného osiva lničky je 200 m. Časový odstup mezi pěstováním lničky by měl pro jednotlivé pozemky činit 4 roky. Při intenzivním typu zemědělství se používá běžná ochrana proti jednoletým dvouděložním a trávovitým plevelům, jež se používá i pro řepku. Používá se tedy nejčastěji přípravek Devrinol 45 F, jehož účinnou látkou je napropamid. Jelikož je ale tato účinná látka velmi citlivá na UV záření, musí se do 4 hodin od zasetí zapravit do půdy vláčením. Jedinný problém po použití tohoto přípravku je to, že působí velmi slabě na svízel přítulnou, té se dá jednoduše zbavit vytvořením směsi se Syfloranem 48 EC v poměru: 1,5 – 2 l Devrinolu 45 F a 1,5 l Syfloranu 48 EC. Nejčastějšími chorobami, které lničku postihují, jsou například tyto: plísně zelná, šedá, bělostná. Mezi nejčastější škůdce pak patří třeba dřepčík olejkový, blýskáček řepkový či krytonosec lničkový. Ranně zasetá lnička se sklízí ještě před ozimou řepkou v plné zralosti žacími mlátičkami. Sklizeň lničky nevyžaduje žádnou adaptaci ani přidatná zařízení ke kombajnu. Pokud jsou semena vlhká, je třeba je dosoušet.

3) Praktická část

Praktická část práce už znázorňuje jeden konkrétní projekt, který právě probíhá na biofarmě na jihlavském Sasově. Jedná se o biofarmu, na které její majitel, pan Josef Sklenář, využívá vlastnosti lničky k výrobě vlastního biopaliva, které je díky obohacení o rostlinné oleje nejen šetrnější k přírodě, ale vede také k výraznému snížení emisí jak oxidu uhličitého, tak i emisí dalších skleníkových plynů. Především je ale tento projekt ekonomicky výhodnější. Tato práce se bude zabývat zejména ekonomickou a ekologickou stránkou věci. Uvedené údaje platí k roku 2010.

3. 1. Průběh výroby lničkového oleje

Výroba lničkového oleje je rozdělena do několika kroků od vlastního zasetí až po lisování oleje z lničkových semen za studena.

3. 1. 1. Pěstování a sklizeň lničky

Na biofarmě Sasov byla letos lnička zaseta na 10 hektarech. Setí probíhalo v květnu. Výsev byl roven 9 kg semene na hektar, přičemž celková cena osevu na 10 hektarů činila 8 000 Kč. Na počátku září se sklidilo 12 000 kg semene a zbylých 28 tun slámy bylo zaoráno do pole. Do budoucna se však zvažuje výhodnější využití této slámy. Buď jako spalovací materiál nebo k výrobě stavebních eko-panelů. V následující tabulce jsou vyčísleny některé další zajímavé informace ohledně pěstování a sklizně lničky.

3. 1. 2. Zpracování slámy

Na biofarmě Sasov se sláma doposud zaorávala kvůli relativně malému množství této slámy. Do budoucna se však plánuje její skladování a následná výroba stavebních eko-panelů, díky níž by se mohla zefektivnit výroba lničkového oleje jako takového. Druhou možností využití slámy je její spalování, to však není příliš vhodné z toho důvodu, že se v blízkosti nenachází žádná teplárna, která by tento materiál spalovala.

3. 1. 3. Zpracování olejnatých semen

Hlavní význam má pro biofarmu Sasov lisování olejnatých semen, která mají přibližný obsah oleje 40%. Díky zásobám přibližně 2 000 litrů lničkového oleje z loňského roku se tento rok lisovalo pouze 12 000 kg semen tuzemským lisem Farmet 10. Jeho pořizovací cena byla 120 000 Kč.

3. 1. 3. 1. Lisování zastudena

Jedná se o jednostupňové lisování, což znamená, že pokrutiny, které při lisování vznikají jako sekundární produkt, se již dále nevyužívají k dolisování, ale ke krmným účelům.

Popis postupu při lisování zastudena

Zařízení FARMER 10 je tvořeno lisem olejnin Farmet UNO, nad nímž je osazena násypka, do které se sypou olejnatá semena. Semena jsou tedy lisována a pod lisem jsou umístěny sedimentační nadrže. Jedna z těchto nádrží je pak osazena čerpadlem. Toto čerpadlo pak přepravuje olej ze sedimentačních nádrží přes vinné síto, které zachytí nejhrubější nečistoty a poté ještě přes svíčkový filtr, který nepropustí částečky větší než 1 mikron. Olej, který se dostane přes síto a filtr, nakonec skapává do nádrže na přefiltrovaný olej. Z této nádrže již je možné olej stáčet a dále ho přimíchávat do nafty Pokud by FARMER 10 neobsahoval svíčkový filtr, mohlo by dojít k ucpání vstřikovacího zařízení traktoru.

3. 1. 3. 2. Zpracování sekundárního produktu při lisování – pokrutin

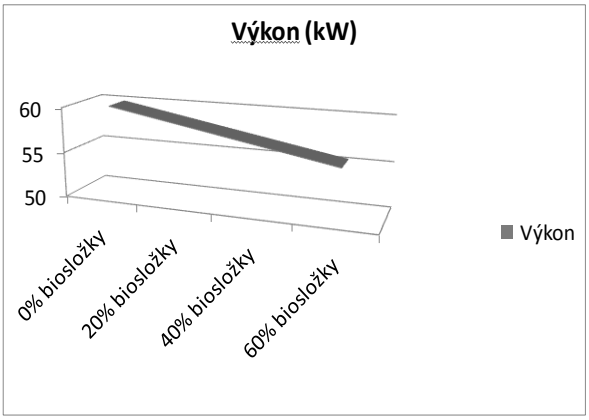
Lničkové pokrutiny obsahují velmi výživné a vhodné látky pro dobytek či prasata. Obsahují například metionin, cystein, threoin a mnoho dalších. Tyto pokrutiny se pak přimíchávají do běžných krmných směsí dobytka a prasat.

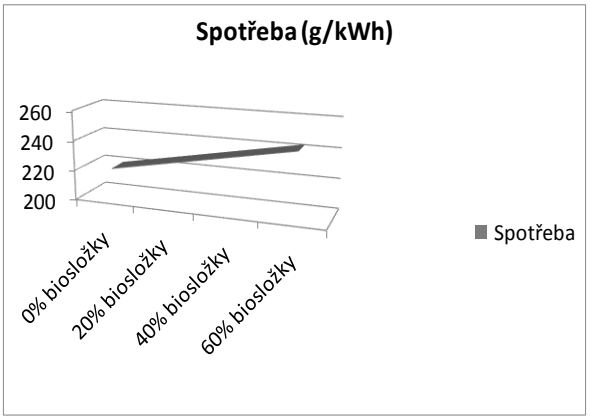
3.2. Parametry motoru

Díky tomu, že chod celé biofarmy zajišťuje téměř po celou sezonu jediný traktor, na jednu sezonu provozu vystačí přibližně 12 osetých hektarů, tedy cca 5 760 litrů lničkového oleje. Jedná se o traktor Zetor Proxima Plus 8541 (obr. č. 2) o výkonu 60 kW a spotřebě 220 g/kWh. Emise splňují normy TIER III, tudíž se ony emise pohybují v hodnotě do 3,5 u uhlíkatých sloučenin a do 4,0 u HC a NOx dohromady. Údaje jsou uvedeny v jednotkách g / kWh.

3. 2. 1. Ovlivnění výkonu a spotřeby motoru při přimíchání lničkového oleje

Celoroční průměrný obsah lničkového oleje v naftě (40%) ovlivňuje jen minimálně vlastní výkon (snížení o cca 5%) a motoru (zvýšení o cca 7%).





3. 3. Přimíchání oleje do nafty

Způsob přimíchání lničkového oleje do běžné nafty je snadnější, než by se mohlo zdát. Jednoduše se do tanku na naftu přečerpá takové množství lničkového oleje, aby jeho podíl činil určitě množství. V létě obsahuje tato bionafta 50% lničkového oleje, v zimě pak 30%. Samozřejmě by bylo možné olej ještě esterifikovat, případně jen zahřívat pro snížení viskozity oleje. U paliva určeného pro traktory je to ale poměrně zbytečný krok. Vstřikovací zařízení motoru traktoru totiž není tolik náchylné na ucpání jako vstřikovací zařízení motorů různých automobilů.

3. 4. Porovnání cen klasické motorové nafty a nafty s 40% obsahem lničkového oleje.

Pro názornost finančních úspor nám poslouží následující jednoduchá tabulka. (Tabulka č. 3)

Tabulka č. 3

Palivo	Finanční náklady na 100 litrů paliva
Motorová nafta (6% MEŘO)	2 720 Kč
Bionafta (40% lničkový olej, 60 % motorová nafta)	2 027,5 Kč
Celková finanční úspora na bionaftě	692,5 Kč (25%)

Ano, možná se vám zdá, že se jedná o zanedbatelnou úsporu, zde je však důležité zmínit to, že všechny odpadní látky, vzniklé při lisování (tj. pokrutiny), jsou zpracovány ve formě krmení pro prasata a dobytek. Toto krmení má navíc obrovskou výživovou hodnotu a je v tomto ohledu téměř nepřekonatelné.

3. 5. Porovnání emisí při provozu na běžnou motorovou naftu a při provozu na bionaftu s 40% obsahem lničkového oleje

Kromě finančních úspor se nám v tomto projektu jedná samozřejmě také o úspory emisní. Pro názornost opět poslouží jednoduchá tabulka. (Tabulka č. 4)

Tabulka č. 4

Palivo	Emise skleníkových plynů / 1 motohodinu (cca 1300 ot/min) provozu traktoru
Motorová nafta (6% MEŘO)	432 g
Bionafta (40% lničkový olej, 60 % motorová nafta)	390 g
Celková úspora emisí díky bionaftě	42 g (10%)

Celková úspora emisí skleníkových plynů za 1 motohodinu provozu traktoru je rovna 42 gramům. Je důležité však zmínit, že v tabulce jsou uvedeny pouze úspory emisí CO, NOx a pevných částic (polétavý prach). Je logické, že emise CO2 se snižují úměrně v závislosti na podílu lničkového oleje. Bilance emisí oxidu uhličitého je totiž nulová díky tomu, že oxid uhličitý, který vzniká při spalování lničkového oleje, je pohlcen právě rostlinami lničky seté. Dostáváme se tedy v tomto konkrétním případě na hodnotu 40% ušetření emisí CO2. Když vezmeme v potaz celkový počet najezděných motohodin, dostáváme se již na velmi příjemné úspory emisí ostatních skleníkových plynů. Jistě by nebylo v tomhto ohledu od věci, kdyby stát, konkrétně ministerstvo životního prostředí, začalo výrazněji podporovat takto zaměřené projekty, které šetří náš stát od emisí.

4. Průzkum veřejného mínění

Důležité pro mne bylo také to, jaký názor má na výrobu vlastního biopaliva široká veřejnost. Proto jsem zpracoval tento krátký dotazník, který jsem předložil náhodně vybraným 20ti lidem. Tito byli zastoupeni v poměru 75% muži a 25% ženy, přičemž 60% dotázaných byli lidé ve věku od 15ti do 25ti let. Po 20% se jednalo o lidi od 25ti do 40ti let a o lidi starší 40ti let. Pouze 10% z dotázaných byli zemědělci.

5. Závěr

Závěrem bych chtěl podotknout, že lničkový olej si pan Sklenář nemůže vynachválit. Díky finanční i emisní úspoře je spokojen jak on, tak i životní prostředí. Předně bych tento projekt doporučil ekozemědělcům, kteří by díky tomuto mohli snížit svou uhlíkovou stopu. Třeba se někdy dočkáme toho, že stát začne podporovat zemědělství podle toho, jak vysokou uhlíkovou stopu budou jednotliví zemědělci mít, což by mohlo pomoci k většímu rozšíření využití lničkového oleje v praxi. Nic ale nebrání tomu, aby si biopaliva s obsahem lničkového

oleje vyráběli i intenzivní zemědělci. Hlavní výhoda lničky ale přeci jen spočívá ve své nenáročnosti, což nahrává spíše ekologickým zemědělcům.

5. 1. Cíl tohoto projektu

Má práce má za cíl informovat a hlavně motivovat zemědělce k tomu, aby začali relativně snadno a bez vysokých vstupních investic šetřit na pohonných hmotách, jež tvoří nemalé procento jejich celkových nákladů. Zároveň poukazuje na výrazné snížení vypouštěných emisí skleníkových plynů.

5. 2. Budoucnost, vývoj a propagace tohoto projektu

K tomu, aby tento projekt měl nějaký smysl a neupadl pouze v zapomění v „archivech projektu Enersol“, je naprostou nutností jej propagovat mezi zemědělci, zejména mezi těmi ekologickými. Již jsem si vypracoval plán, kterým bych mohl přivést řadu ekologických zemědělců k angažování se v tomto zajímavém, dá-li se to tak nazvat, ekologickém businessu. Propagace projektu je rozdělena do dvou základních složek:

I. Webové stránky

Jaká bude struktura těchto stránek? Samozřejmě zde nebudou chybět základní informaci o technologii, legislativní normy, informace o již zavedených funkčních projektech, které fungují na totožné bázy tohoto projektu. Již teď navíc vytvářím algoritmus, který by byl součástí webových stránek, díky němuž by si byli schopni zemědělci vypočítat náklady na pěstování a celkově i rentabilitu projektu v daných podmínkách po zadání určitých dat.

II. Propagace na zemědělských veletrzích

Další příležitostí propagace projektu, do budoucna velmi perspektivní, se jeví možnost jeho prezentace na různých zemědělských, zejména těch eko-zemědělských veletrzích. To je ale organizačně poměrně složitá záležitost, proto je toto spíše „hudbou budoucnosti“.

6. Obrazová příloha

VÝROBA PÁRY PRO ENERGETICKOU NEZÁVISLOST

VÍT MAŠTALÍŘSKÝ, KAREL SÝKORA, PAVEL POUL, Vyšší odborná škola a Střední průmyslová škola Žďár nad Sázavou, Studentská 1, 591 01 Žďár nad Sázavou

ÚVOD

Jsme studenti druhého ročníku VOŠ a SPŠ ve Žďáře nad Sázavou, oboru Technická zařízení budov (TZB). K tomuto vzdělávacímu projektu jsme se dostali díky našemu panu učiteli M. Řehořovi, který nám vysvětlil princip zařízení, na kterém pracuje náš kolega – student třetího ročníku z oboru Strojírenství David Kolář. Protože nás již delší dobu zajímá energetika, přihlásili jsme se do týmu lidí, kteří spolupracují na zařízení, které by bylo schopno zajistit elektrickou a tepelnou energii pro domácnosti. Tak bychom se chtěli zapojit do práce, která umožní nezávislost na energetických sítích, což bude jistě zajímat mnoho lidí. Poslední měsíc se přidali k našemu týmu další studenti z oboru Elektrotechnika, kteří řeší elektronickou část a ovládání celého zařízení. Naše škola podává v letošním roce Enersol 2011 dvě práce, které spolu úzce souvisí – tento náš projekt (Výroba páry pro energetickou nezávislost) a projekt Davida Koláře (Ekologická parní elektrocentrála).

Protože zařízení, na kterém David Kolář pracuje řeší více technických problémů, přenechal nám David výrobu zařízení pro jeho parní motor (PM), který pohání elektrocentrálu a řešíme tak nejen výrobu páry, ale i její další využití po výstupu z PM, protože její parametry umožňují zvýšit nejen účinnost samotného PM, ale lze její zbývající energetický potenciál využít i dále. Pro informaci ještě zmiňujeme, že jsme se také účastnili vzdělávacího energetického kurzu, kterou pořádala firma pana Šejvla ENERGIS 24 – Putování po zdrojích energie, kde jsme se dověděli plno zajímavých informací o energetice.

Přípravy pro vlastní výrobu zařízení

Nejdříve jsme si jako jednotliví členové týmu museli ujasnit společný cíl a přesně si rozdělit jednotlivé úkoly. Od Davida Koláře – konstruktéra elektrocentrály zazněly jasné požadavky, které bychom měli splnit, aby celé zařízení fungovalo bez problémů. Nejzákladnějším požadavkem je pochopitelně dodávka páry o parametrech přetlaku minimálně 1 bar a maximálně 5 barů. Předpokládáme, že v tomto intervalu přetlaku se nejčastěji budeme pohybovat rozmezí tlaků 2 až 3 bary.

Dalším požadavkem bylo podle možností vytvořit páru o výše uvedených parametrech co možná v nejkratším čase, kde výchozí surovinou bude studená voda z vodovodního řadu. Tento požadavek je klíčový, protože David bude provádět velké množství zkoušek na parním

motoru (PM) a nesplnění tohoto požadavku by nejen velmi prodlužovalo další vývoj celého zařízení, ale nebyli bychom schopni ani prosadit jeho praktické použití. S tímto požadavkem jde „ruku v ruce“ požadavek na minimalizaci tepelných ztrát při výrobě páry a během její dodávky do elektrocentrály.

Tlaková nádoba – parní kotel

Jako základ pro parní kotel se jeví velmi dostupné propan – butanové (PB) tlakové lahve, které jsou zkoušeny zkušebním přetlakem 2,6 MPa, což je v přepočtu 26 barů. V úvahu připadá i řešení parního kotle pomocí tlakového hrnce – tzv. Papinova hrnce nebo chcete-li „papiňáku“. Tento tlakový hrnec má pracovní tlak nastavený pojistným ventilem na přetlak asi 1 bar (100 kPa). Pokud by byl tento přetlak dostačující, bylo by to zřejmě nejlepší řešení. Požadavek na tlak pro zkoušky parní elektrocentrály jsou však vyšší, proto aktuálně volíme nádobu, která dovolí zvýšení přetlaku nad 1 bar a proto volíme dvoukilovou PB lahev, která má vnitřní objem 5 litrů. Předpokládáme, že parní elektrocentrálu budeme předvádět často i mimo školu a tak se tato dvoukilová PB lahev jeví pro naše použití jako ideální řešení. Pokud by podobné zařízení mělo být provozováno dlouhodobě například na chatě nebo v domácnosti, výhodnější by jistě byla desetikilová PB lahev, kde bychom mohli uložit větší množství energie. Ještě dodejme, že z prázdné dvoukilové lahve musíme demontovat zpětný ventil (kuličku s pružinkou).

Dvoukilová PB lahev opatřená tlakoměrem s vymontovaným zpětným ventilem (kulička s pružinou)

Samozřejmě, že se vzrůstající teplotou se bude životnost tlakové PB lahve a také nejvyšší bezpečný tlak snižovat. Přesto máme i tak velikou rezervu, protože nepotřebujeme tak velký tlak. Pro dlouhodobější zkoušky budeme řešit i průběžné doplňování vody do kotle během provozu bez nutnosti odstávky celého zařízení. O návrhu tohoto řešení se zmíníme dále.

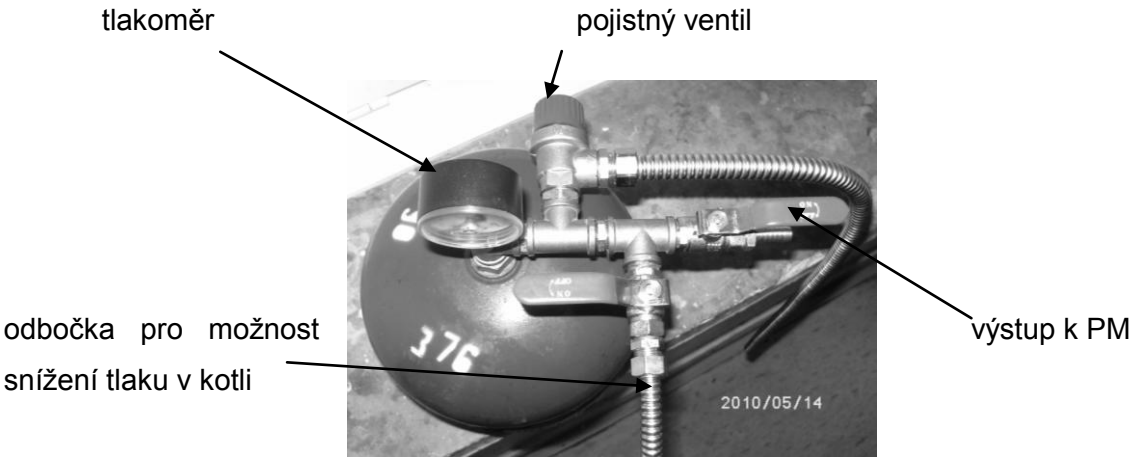
Zdroj tepla

Po výše uvedených úvahách jsme dospěli k jednoznačnému závěru, že alespoň pro zkoušky a předvádění budeme potřebovat poměrně výkonný zdroj tepla, který by byl schopen rychle vyrobit dostatečné množství páry ze studené vody. Jako první byl vyzkoušen elektrický vařič o výkonu 1,5 kW, který sice páru vyrobil, ale za dlouhou dobu. Hledali jsme tedy výkonnější zdroj tepla a dospěli jsme k názoru, že bude nejlepší zakoupit 7,5 kW PB vařič. Tento výkonný zdroj tepla nám umožní start elektrocentrály ve velmi krátkém čase i po napuštění studené vody do kotle.

Vařič na propan – butan (PB) 7,5 kW

Pojistné zařízení parního kotle

Vlastnosti vody a páry za vyšších tlaků v nás budí oprávněný respekt a nechceme podcenit jakékoli nebezpečí úrazu. Proto i volíme menší provozní tlak parního kotle (1 až 5 bar). Tlaková nádoba je testována výrobcem zkušebním přetlakem 2,6 MPa, tedy 26 bar za normální teploty okolí. V našem případě budeme nádobu namáhat nejen tlakem, ale i vyšší teplotou a musíme si být vědomi skutečnosti, kterou se učíme i v předmětu technologie, že se vzrůstající teplotou, klesá i dovolený pracovní přetlak. Volíme tedy montáž pojistného ventilu s otevíracím přetlakem 8 bar. Tak, jak se učíme v předmětu vytápění, mezi pojistným prostorem a pojistným ventilem (tzv. pojistný úsek) nesmí být uzavírací armatura. Za pojistným ventilem tedy montujeme jako uzavírací armaturu kulový kohout, který bude uzavírat trasu k PM. Na pojistném úseku ještě montujeme odbočku s kulovým kohoutem, abychom měli možnost kdykoli snížit tlak – odvést přebytečnou páru i v případě, že PM nebude v chodu. Na tento výstup i na výstup z pojistného ventilu montujeme trubku, která směřuje směrem k zemi, aby případná pára, která by unikala neohrozila obsluhu.



Parní kotel vybavený tlakoměrem, pojistným ventilem a uzavíracími armaturami

Vzhledem k tomu, že pracujeme s párou, zajímá nás tlak a ne teplota. Ne, že by teplota nebyla důležitá! Díky této práci jsme se dověděli něco z termomechaniky již předem, o čem se budeme učit až v příštím roce, tedy ve třetím ročníku. Skutečnost je taková, že pokud známe tlak v nádobě (máme osazen tlakoměr – manometr), známe tudíž i teplotu, protože danému tlaku odpovídá i přesná teplota tzv. syté vody. Pro znázornění zde uvádíme tabulku páry a syté vody. Jinak informace z této tabulky jsou velmi důležité jednak pro konstrukci zařízení a jednak pro výpočty, které provádíme.

Tabulka syté vodní páry a vody při teplotě varu

1 bar = 100 kPa

teplota vody	přetlak syté páry	přetlak syté páry	abs. tlak syté páry	entalpie vody	entalpie syté páry	výparné teplo
				i'	i"	l2,3
°C	bar	kPa	kPa	kJ.kg-1	kJ.kg-1	kJ.kg-1
0,01	-1,01	-100,7	0,61	0,0	2 501	2 501
10	-1,00	-100,1	1,23	42,04	2 519	2 477
20	-0,99	-99,0	2,34	83,90	2 537	2 454
30	-0,97	-97,1	4,24	125,71	2 556	2 430
40	-0,94	-93,9	7,38	167,50	2 574	2 406

50	-0,89	-89,0	12,34	209,3	2 592	2 383
60	-0,81	-81,4	19,92	251,1	2 609	2 368
70	-0,70	-70,1	31,2	293,0	2 626	2 333
80	-0,54	-53,9	47,4	334,9	2 643	2 308
90	-0,31	-31,2	70,1	377,0	2 659	2 282
100	0	0,0	101,3	419,1	2 676	2 257
110	0,42	42,0	143,3	461,3	2 691	2 230
120	0,97	97,2	198,5	503,7	2 706	2 202
130	1,69	168,8	270,1	546,3	2 721	2 174
140	2,60	260,1	361,4	589,0	2 734	2 145
150	3,75	374,7	476,0	632,2	2 746	2 114
160	5,17	516,7	618,0	675,5	2 758	2 082
170	6,91	690,7	792,0	719,2	2 769	2 050
180	9,01	901,4	1 002,7	763,1	2 778	2 015
190	11,54	1 154,0	1 255,3	807,5	2 786	1 979
200	14,54	1 453,8	1 555,1	852,4	2 793	1 941
210	18,07	1 806,7	1 908,0	897,7	2 798	1 900
220	22,19	2 218,8	2 320,1	943,7	2 802	1 858
230	26,97	2 696,6	2 797,9	990,4	2 803	1 813
240	32,47	3 246,7	3 348,0	1 037,5	2 803	1 766
250	38,76	3 876,4	3 977,7	1 085,7	2 801	1 715
260	45,93	4 592,7	4 694	1 135,1	2 796	1 661
270	54,04	5 403,7	5 505	1 185,3	2 790	1 605

280	63,18	6 317,7	6 419	1 236,9	2 780	1 543
290	73,44	7 343,7	7 445	1 290,0	2 766	1 476
300	84,91	8 490,7	8 592	1 344,9	2 749	1 404
320	111,89	11 188,7	11 290	1 462,1	2 700	1 238
340	145,07	14 506,7	14 608	1 594,7	2 622	1 027
360	185,73	18 572,7	18 674	1 762,0	2 481	719
Kritické hodnoty:						
374,15	220,277	22 027,7	22 129,0	2 100,0	2 100	0

V tabulce je silně orámovaná část, která nás nejvíce zajímá pro naše řešení.

Tepelná účinnost výroby páry

Jedno z nejdůležitějších kriterií celkové účinnosti celého zařízení je, kolik spotřebujeme paliva na jednotku vyrobeného tepla a vyrobené elektrické energie. Bohužel, jednotlivé účinnosti všech článků celého zařízení se násobí do výpočtu celkové účinnosti. Z těchto důvodů je třeba, aby všichni členové týmu, kteří pracují na celé parní elektrocentrále, udělali maximum pro dosažení co nejvyšší celkové účinnosti. V našem případě je to úkol minimalizace tepelných ztrát při výrobě páry.

Již od prvních tepelných zkoušek jsme viděli veliký rozdíl, pokud jsme tlakovou nádobu (parní kotel) alespoň částečně izolovali tepelnou izolací se skleněnými vlákny. Jednak se tak velmi zkracoval čas pro výrobu páry a jednak po odstavení zdroje tepla se v parním kotli udržoval dlouho poměrně vysoký přetlak. Ani jsme nemuseli počítat rozdíl tepelných ztrát při izolovaném a neizolovaném kotli. Pouhým pohledem do tabulek jsme zjistili veliký rozdíl součinitelů vedení tepla pro ocel a pro izolaci se skleněnými vlákny:

$\lambda_{ocel} =$ 58 W.m-1.K-1

$\lambda_{izol} =$ 0,04 W.m-1.K-1

Z tohoto porovnání plyne, že tepelné ztráty izolovaného parního kotle budou řádově tisíckrát menší než neizolovaného kotle.

Při testování výkonného hořáku na PB jsme zjistili, že značná část tepla uniká kolem kotle, zvlášť ve venkovním prostředí, kde stačí i malý závan větru, aby odklonil směr tepelného

toku od hořáku. Z těchto důvodů jsme byli nuceni navrhnout dva kryty: jeden kolem kotle ve tvaru pláště komolého kužele, který jsme nazvali usměrňovač tepla a pracovní název byl pro nás „sukénka“. Další kryt je vlastně ochrana kolem celého hořáku, aby závan větru ve venkovním prostředí nemohl odklonit směr tepelného toku od hořáku.

Parní kotel s usměrňovačem tepla (pracovní název „sukénka“).

V plechu jsou vystřižena vybrání pro nohy podstavy hořáku.

V obrazové příloze je pak fotografie konečného provedení obou krytů, kde je patrná celá sestava hořáku a parního kotle, kdy kotel ještě není opatřen tepelnou izolací.

Parní motor (PM)

Tak jak se David Kolář zmiňuje ve své práci, je nutno zavést pro novou pohonnou jednotku termín parní motor (PM) a neuvádět termín parní stroj, protože tato zařízení nelze srovnávat a je třeba je historicky od sebe odlišovat. Nehodláme zde rozebírat technickou stránku PM, protože tím se detailně zabývá Davidova práce.

Musíme zde však zmínit jednu velmi podstatnou skutečnost, která umožňuje přímo úžasné možnosti řešení tepelného hospodářství celého zařízení. POZOR! PM osazený v elektrocentrále nepotřebuje ke své činnosti žádný olej, vše obstarává pára! Ano, PM není třeba mazat klasickými mazacími prostředky! Skutečně, důležité části PM, které po sobě kloužou a jsou ve styku s párou, jsou touto párou i mazány. Tento fakt umožňuje nejen bezproblémové zpracování tepelného potenciálu páry po výstupu z motoru, ale umožňuje celý okruh uzavřít jako například v elektrárně s kondenzační turbínou.

Konkrétně – po výstupu páry z motoru můžeme ještě využít kondenzační teplo (například pro ohřev teplé vody nebo vytápění objektu) a kondenzát, který takto z páry vznikne, můžeme vracet zpět do kotle (např. pomocí čerpadla). To je úplně něco jiného než historické parní stroje, které známe například z parních lokomotiv, kdy se olejem znečištěná pára vypouštěla do vzduchu. PM, který David používá v elektrocentrále je tedy plně ekologický. Do okruhu

PM, tedy teoreticky nemusíme po naplnění dodávat žádnou vodu, protože voda, kterou přeměníme na páru, se změní opět na vodu a tu doplňujeme zpět do kotle. Prakticky to znamená, že do tohoto okruhu stačí dodávat pouze vodu, která se ztratí netěsnostmi. Tímto však již vstupujeme do dalšího oboru a to je kogenerace, čili kombinovaná výroba elektrické energie a tepla, popřípadě trigenerace, kdy bychom přebytečné teplo ještě využili pro výrobu chladu (absorpční chlazení).

Kogenerace s PM

Výše jsme popsali, že náš PM je ekologický tím, že je mazán párou, kterou můžeme nechat zkondenzovat a kondenzačním teplem ohřívat teplou vodu nebo vytápět objekt (domácnost). Samozřejmě, že pokud chceme zvýšit tepelnou účinnost, kondenzačním teplem bychom měli předehřívat vodu, kterou vracíme zpět do kotle. I tak budeme mít dostatek tepla například pro ohřev vody.

V této kapitole bychom chtěli jen srovnat tradiční kogenerační jednotky se spalovacím motorem s naším kogeneračním zařízením. Dejme tomu, že výchozím palivem pro obě zařízení bude zemní plyn (ZP) – jedno z nejběžnějších paliv kogeneračních jednotek. Po spálení ZP ve spalovacím motoru nám spaliny odcházejí výfukovým potrubím, na kterém je namontován výměník a teplo ze spalin tak zpracováváme pro ohřev teplé vody a vytápění. Dále potřebujeme chladit motor jako v automobilu vodou a tak namontujeme další výměník, který udržuje správnou teplotu motoru, a toto teplo opět zpracováváme. Dále je třeba spalovací motor mazat olejem a provádět servis podobně, jako je tomu u automobilu. Představme si, že pokud bychom spalovací motor vyměnili za PM, měli bychom jedno tepelné hospodářství – výrobu páry, která by prošla PM a dále by se použila podle potřeby na předehřev vody do kotle, ohřev vody a vytápění. PM však není nutno mazat oleji a je velmi jednoduchý, takže by byl i velmi jednoduchý servis. Pokud bychom měli k dispozici ZP jako palivo, pára by se podle potřeby dala vyrábět v plynovém vyvíječi páry a vyrobená pára bude primárně pohánět PM. Nespornou výhodou by však byla ta skutečnost, že pro výrobu páry lze použít i jiná alternativní paliva včetně využití solární energie (podle slunečního svitu) a nemuseli bychom být odkázáni jen na ZP jako při kogeneraci se spalovacím motorem. Mohli bychom tak volit aktuálně nejvýhodnější palivo.

Výroba páry pomocí solární energie

Výroba páry pomocí energie ze slunce v době jeho svitu dává našemu zařízení další nový rozměr a je to skutečný krok směrem k ekologii. Na konci minulého školního roku jsme za slunečních dnů testovali reálné využití slunce k výrobě páry a její následné použití pro chod PM. Výše uvedený parní kotel – dvoukilovou lahev na PB jsme naplnili vodou a instalovali do

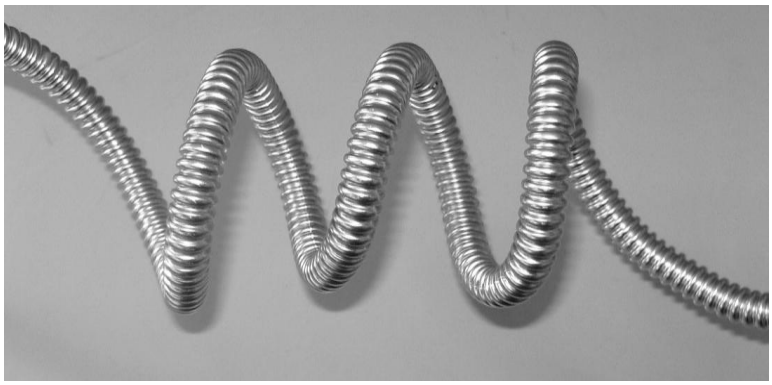
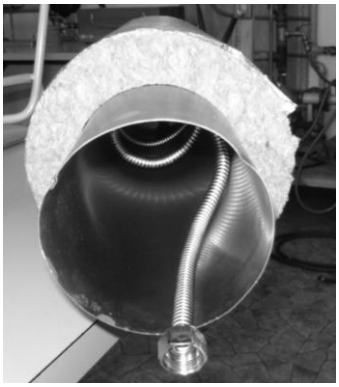
ohniska školního solárního vařiče. Po nějaké době tlakoměr ukazoval přetlak kolem 5 bar. Po otevření kohoutu k PM přetlak klesl asi na 3 bary a byly provedeny zkoušky PM za použití páry vyrobené slunečním svitem. Z těchto zkoušek máme nejen fotografie uvedené na konci této práce v obrazové příloze, ale máme i působivá videa, která můžeme zájemcům poslat.

Výše uvedené zkoušky nás přivedly na další nápady, jak efektivně využít solární energii pro výrobu páry a následně i elektřiny například v době, kdy slunce zajde, tedy třeba večer. V současné době se zabýváme zkouškami a výpočty, abychom si mohli udělat představu, kolik jsme schopni takto získat energie s dostupnými zařízeními. Tedy zabýváme se například i tím, že bychom mohli páru do jisté míry i „skladovat do zásoby“ například ohřevem vody v tlakových nádržích na vyšší teploty (třeba až 200°C). V této kapitole bychom měli i zmínit možnost ohřívat vodu v ohnisku paraboly ve stočené trubce (nerezová vlnovcová trubka). Tato trubka umožní mnohem větší teplosměnnou plochu a vytvoříme tak jakýsi parní vyvíječ. Páru pak můžeme skladovat v tepelně izolované tlakové nádobě mimo ohnisko ohřevu a tak by tlaková nádoba byla mnohem méně tepelně namáhána.

Výroba páry v každém spalovacím zařízení – jednoduché!

Myšlenka se stočenou nerezovou trubkou, kterou jsme uvedli v posledním odstavci minulé kapitoly, nás přivedla na velmi jednoduché řešení, které lze využít téměř všude, kde máme k dispozici oheň, tedy kde topíme plamenem. Můžeme uvést například kotel na tuhá paliva nebo krb nebo jakákoli kamna.

Představme si domácnost, kde se tak jako tak topí kotlem na tuhá paliva nebo v krbu nebo v kamnech. Do každého takového zařízení lze do spalovacího prostoru umístit nerezovou vlnovcovou trubku, která se dá koupit v instalatérských a topenářských obchodech. Tato trubka bude tvořit smyčku, která bude na obou koncích opatřená zpětnými ventily a jeden konec (vstup vody do potrubí) bude ponořený u dna této nádoby a druhý konec (výstup páry) bude ústit do parního prostoru tlakové nádoby. Tlaková nádoba může být i několik metrů od zdroje tepla, tedy třeba i v jiné místnosti. V trubce bude neustále voda a jakmile se zatopí, velmi rychle se začne v trubce vařit voda a přes zpětný ventil odejde pára do parního prostoru nádoby. Do uvolněného prostoru v trubce se nasaje ze dna nádoby další voda k ohřevu. Trubka tak bude pořád zavodněná a nedojde k její poruše propálením. Takto vyrobená pára se může použít na pohon PM a tak lze vyrobit elektrickou energii v podstatě jako „vedlejší“ produkt při vytápění.

Stočená nerezová vlnovcová trubka a příklad její instalace v kouřovodu

Elektronika při výrobě páry

Při výrobě páry bude elektronika nezbytná pro bezpečnost provozu a bezobslužnost. Nabízí se zde řešení těchto problémů: dodávka vody do kotle, dávkování páry podle zatížení elektrocentrály, hlídání minimálního a maximálního tlaku a s tím spojené havarijní funkce, automatický start po dosažení potřebných parametrů a požadavků , … . To je jen výčet funkcí, které by mohla řešit elektronika. Vzhledem k tomu, že náš tým se rozrostl i o studenty z oboru Elektrotechnika, je řešení výše uvedených problémů reálné.

Jeden z úkolů elektroniky, který má velmi elegantní řešení, můžeme zmínit již teď. Jedná se o automatické doplňování vody do kotle. Jednoduché řešení, které nabízíme je, že budeme hlídat tíhu parního kotle v nějakém předem změřeném rozmezí. Takže po úbytku tíhy kotle sepne spínač čerpadlo a přes zpětný ventil načerpá (doplní) vodu do kotle. Náš nápad spočívá v použití vodního čerpadla do kávovaru, které je schopno vyvinout přetlak 15 bar. Je napájeno síťovým napětím 230 V a příkon má 60 W, jak jsme zjistili z internetu. Je dostupné jako náhradní díl. Po poradě s kolegy elektrotechniky je možné toto čerpadlo napájet v ostrovním režimu (bez vnější elektrické sítě) z autobaterie přes měnič napětí. Měniče napětí máme dva (jeden o výkonu 150 W a jeden 300 W). To tedy jen na ukázku jedno z mnoha řešení.

Dotazník

Samotná problematika energetické nezávislosti je velmi zajímavá a nás tedy zajímalo, co si o této záležitosti myslí nejen naši kolegové – studenti, ale i ostatní zaměstnanci školy a veřejnost. Sestavili jsme spolu s Davidem dotazník. Pro obě práce jsme do dotazníku vymysleli otázky, které se týkají obou projektů (zvlášť otázky na názory lidí na výrobu páry a zvlášť otázky pro vlastní výrobu elektřiny). Výsledky naší části dotazníku jsou uvedeny dále. Z dotazníku jsme zjistili hodně zajímavých poznatků a názorů osob co si představují pod pojmem pára, parní stroj, parní motor atd.

Závěr

Musíme přiznat, že na začátku práce na projektu jsme netušili, co všechno budeme řešit, co se všechno naučíme a co nás ještě čeká i po skončení letošního ročníku Enersol 2011, pokud budeme chtít zařízení výroby páry uvést do praxe. V žádném případě nemůžeme tvrdit, že jsme celý problém vyřešili, ale spíš to, že jsme si vyzkoušeli velmi malou část z možností, které se nabízejí. Minimálně je velmi zajímavé řešit kompletně celé tepelné hospodářství, které ekologická parní elektrocentrála nabízí.

Děkujeme tímto panu Ing. Pavlu Judovi (energetický auditor, revizní technik tlakových nádob), kterého uvádíme jako partnerskou firmu. Konzultace s ním o našem společném zařízení byla pro nás velmi poučná. Nechceme se vyhýbat problémům a tak musíme zde uvést, že jako revizní technik tlakových nádob má výhrady k použité PB lahvi, kterou namáháme tlakem za vyšší teploty, čehož jsme si vědomi. Jeho doporučení, je použít tlakový hrnec (tzv. Papinův), který je na tlakové zatížení při vyšší teplotě dostatečně vybaven pojistným zařízením. Je nutno podotknout, že tlakový hrnec umožňuje pracovní přetlak do 1 baru. Sami si dáváme závazek, že budeme dotazovat přímo výrobce PB lahví nebo zkoušet jiné možnosti, abychom mohli v budoucnu prohlásit, že vše je z hlediska bezpečnosti vyhovující. Chtěli bychom se zde zmínit o tom, že již nyní řešíme s dalšími kolegy – studenty z oboru Elektrotechnika ovládání nejen samotné elektrocentrály, ale i zabezpečení výroby páry, což byl náš úkol. Zmiňme se alespoň o tom, že v nejbližší době by mělo být vyřešeno za pomoci elektrotechniků automatické doplňování vody do parního kotle. To jen na ukázku. Cílem je, aby celé zařízení, které bude zásobovat objekty energiemi, by mělo pracovat zcela automaticky bez zásahu člověka, takže je to práce určitě na několik let.

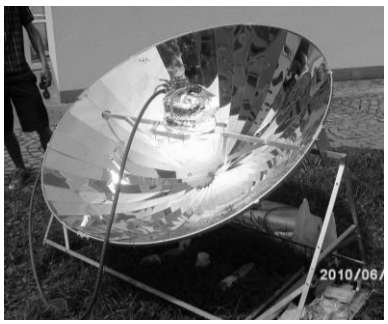
Ještě bychom zde chtěli položit jednu otázku: „Umíte vyrobit elektrickou energii přímo ze dřeva?“ Myslíme si, že můžeme odpovědět „ANO“! A dokonce umíme i dřevo určené k likvidaci (třeba různý dřevěný odpad, lesní polomy, …) zpracovat ekologicky, kdy odpadem je kvalitní popel využitelný ke hnojení a ještě při tom vyrobíme elektrickou energii!

Jsme rádi, že jsme si mohli vyzkoušet práci v týmu, kdy skutečně na každém záleží, jak se k danému problému postaví, což má veliký vliv na konečný výsledek. Myslíme, že si všichni můžeme blahopřát, protože se nám podařilo spolu s Davidem Kolářem postavit zařízení, které ukazuje dostupnou možnost, jak lze provozovat domácnost nebo nějaký samostatný celek (třeba i obec) bez nutnosti být připojený na energetické sítě. Myslíme si, že podobná zařízení řeší mnoho problémů, zvlášť, pokud by nastal z různých důvodů delší výpadek energetických sítí. Vždyť vzpomeňme, jak před několika lety při výpadku zdroje tepla v Opatovicích zůstali v zimním období lidé celých městských čtvrtí bez dodávky energií po dobu několika týdnů!

Máme pocit, že jsme se pustili do velmi choulostivého tématu, kterým je energetická nezávislost. Může to znamenat i velmi silné dopady na různé stránky života. I kdybychom využívali dále energetické sítě, minimálně máme zařízení, jak těmto sítím odlehčit v období jejich největšího zatížení. Velmi nás příjemně překvapila síla solární energie, která umožnila výrobu páry pro elektrocentrálu, kdy nemusíme pro výrobu elektrické energie použít jenom solární fotovoltaické panely. Otázka jejich výroby a likvidace není totiž mezi odborníky po stránce ekonomiky a ekologie dodnes vyjasněna.

Dáváme tedy možnost zájemcům, abychom se spojili v myšlence úspor energií a rozvíjejme dále společně technologie, které umožní naší „planetě dýchat“.

Pavel Poul, Vít Maštalířský a Karel Sýkora při návrhu usměrňovače tepla na parní kotel



Tepelně izolovaný parní kotel v ohnisku solární paraboly – ekologická výroba páry.

EKOLOGICKÁ PARNÍ ELEKTROCENTRÁLA

DAVID KOLÁŘ, Vyšší odborná škola a Střední průmyslová škola Žďár nad Sázavou, Studentská 1, 591 01 Žďár nad Sázavou

ÚVOD

Jsem studentem třetího ročníku VOŠ a SPŠ ve Žďáře nad Sázavou, oboru Strojírenství. Již značnou dobu se zabývám tím jak udělat tu naši modrou planetu o něco čistší a hezčí. Protože lidstvem vypouštěných škodlivých plynů do ovzduší rok od roku stoupá, rozhodl jsem se s tím něco udělat. V minulosti jsem se zabýval a postavil několik Stirlingových motorů. Moje myšlenka byla vytvořit samostatnou energetickou jednotku, která by zajišťovala zdroj elektrické energie pro domácnost. Během průběhu loňského ročníku Enersol 2010 jsem se dostal k informacím, které mi umožnili tuto myšlenku uskutečnit a ještě před koncem loňských mezinárodních konferencí jsem věděl, čím se budu dále zabývat a co předložím jako projekt v letošním ročníku Enersol 2011! Myšlenka se mi zdála úžasná tím, že byla reálná a to jsem ještě netušil, k jakým dalším informacím se dostanu! Při práci jsem zjistil, co všechno lze využít v oblasti fyziky a mechaniky a že budu muset ještě hodně studovat nejen vědomosti, které budu potřebovat u maturity. Předmětem této práce je nejen ekologická parní elektrocentrála, která je skutečně schopna zajistit a pokrýt spotřebu energií v domácnostech. V této práci se také zabývám otázkou stále větší a větší závislosti lidí na energetických sítích, protože je to pro lidstvo současně i velmi nebezpečné. Postupně jsem zjistil, že není důležité, jakým zařízením se budu zabývat, ale to, abychom se všichni spojili (nejen účastníci Enersol) a věděli o sobě a bylo nás tak co možná nejvíce. Jen tak se dají tyto myšlenky uskutečnit a nelze jejich realizaci zastavit, aby na obchodování s energiemi profitovala jen hrstka „vyvolených“.

Jak výše uvádím, bylo a je nutno se zabývat mnoha obory a tak jsme na naší škole vytvořili tým lidí, kteří na elektrocentrále pracují podle oboru, které naše škola nabízí ke studiu. Proto zde musím zmínit, že tato práce se zabývá hlavně strojním a částečně tepelným řešením. Moji kolegové – studenti z oboru technická zařízení budov (TZB) řeší výrobu páry pro toto zařízení. Poslední měsíc se přidali další studenti z oboru elektrotechnika, kteří řeší elektronickou část a ovládání. Takže naše škola podává v letošním roce Enersol 2011 dvě práce, které spolu úzce souvisí – tuto mojí (Ekologická parní elektrocentrála) a kolegové z oboru TZB (Vít Maštalířský, Karel Sýkora a Pavel Poul) práci Výroba páry pro energetickou nezávislost. Předmětem této práce je tzv. parní elektrocentrála, která se skládá z parního motoru, elektrického generátoru a výkonové elektroniky.

Parní motor (PM) není parní stroj!

Nejprve musím uvést na pravou míru, co je to vlastně parní motor a parní stroj. O parním stroji jistě každý z nás již slyšel. Parní stroj byl vynalezen roku 1765 panem Jamesem Wattem. Dosahoval účinnosti 5 - 15% a maximálních otáček 200 - 500 ot/min. Tento stroj měl tři obrovské nevýhody. Byl příliš velký a těžký, takže se s ním nedalo jednoduše pohybovat, pro větší výkony bylo zapotřebí většího tlaku páry a větších rozměrů a musel se mazat olejem! Rozměry těchto parních strojů, které by měly větší výkony, se pohybovaly okolo 2 - 4 metrů. Parní motor je nástupcem parního stroje. Jak víme, v teplárnách využívají zbytkovou páru na výrobu elektrické energie pomocí pístových parních motorů. Jenomže také se musí mazat olejem. Můj parní motor je bezúdržbový. Nemusím ho mazat olejem ani nijak obsluhovat. Prostě ho namontuji a mám samostatný pohonný agregát, který vypouští kondenzát jako vodu, která neobsahuje ani kapku oleje! Účinnost tohoto motoru by se mohla pohybovat někde kolem 40 - 50% s určitými přídavnými zařízeními, o kterých se dále také zmíním. Prozatím to ale nemám ověřené a tyto zkoušky a výpočty mě čekají. Již s malým motorem (délka okolo 50 centimetrů) lze dosahovat slušného výkonu. Otáčky tohoto motoru jsou 3000 – 4000 ot/min! Uvědomme si, že otáčky parního motoru jsou oproti historickému parnímu stroji navýšeny minimálně o jeden řád (pro představu minimálně 10krát až 20krát)! Z toho plyne, že stejného výkonu jsme schopni dosáhnout velmi malým zařízením, protože výkon je přímo úměrný otáčkám motoru:

$P = Vz \cdot n \cdot pis \cdot \eta$ [W]

kde:

P	[W]	... výkon 1 válce
Vz	[m3]	… zdvihový objem válce
n	[s-1]	… otáčky
pis	[Pa]	… střední indikovaný tlak páry ve válci
η	[-]	… účinnost motoru

Z výše uvedeného vzorce pro výkon motoru plyne, že výkon lze ovládat i jednoduše změnou tlaku páry a to bude mít vliv i na otáčky motoru. Jak se bude uvedeno dále (na základě dotazníku), je nutno zavést pro nové zařízení termín parní motor (PM) a neuvádět termín parní stroj, protože tato zařízení nelze srovnávat a je třeba je historicky od sebe odlišovat.

Popis a princip PM

Do prostoru nad pístem je přiváděna pára, která je dávkována pomocí rotačního ventilu a tlačí na píst, který koná přímočarý vratný pohyb. Pístní tyč je spojena s ojnicí a ta následně se setrvačníkem. Aby motor vykonal celou jednu otáčku, musí půl otáčky vykonat setrvačná síla pomocí setrvačníku. Tyto ztráty při použití jednoválcového PM lze eliminovat dvouválcem, kdy písty jsou vůči sobě pootočeny o 180° a tak každý píst zabírá střídavě polovinu otáčky. Dvouválec má v úvratích tzv. dva mrtvé body během jedné otáčky, které překonáme pomocí setrvačníku. Pokud bychom chtěli odstranit tyto mrtvé body, nabízí se konstrukce tříválcového motoru, který by měl jednotlivé písty posunuty vůči sobě po 120°. Takový motor by nepotřeboval ani startér, protože by se dal do pohybu pouhým přidáním tlaku páry!

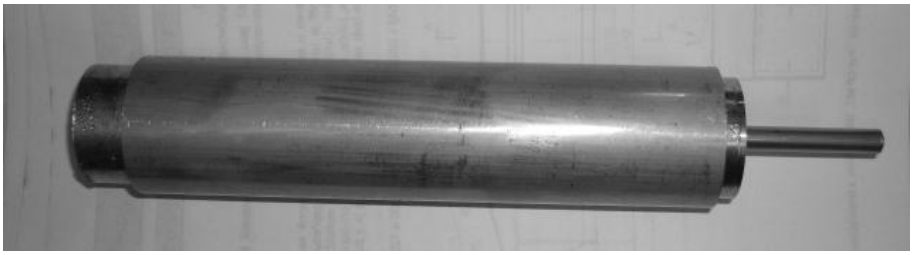
Jeden pracovní cyklus PM lze rozdělit na čtyři doby:

- PLNĚNÍ: Rozvod páry pouští do válce páru (vstupní - admisní pára) o určitém tlaku. Vstup páry do válce je otevřen, výstup páry z rozvodu je uzavřen.
- EXPANZE: Rozvod páry (rotační ventil) uzavře přívod páry do válce, ve kterém pára dále expanduje (snižuje se tlak páry a zvyšuje její objem). Vstup páry do válce je uzavřen.
- VÝFUK: Rozvod páry (rotační ventil) otevře výstup páry z válce. Vstup páry do rozvodu je uzavřen.
- KOMPRESE: Po výfuku páry z válce rotační ventil uzavře výstup páry z válce a pohybem pístu k horní úvrati dochází ke kompresi zbylého objemu páry ve válci. Výstup i vstup páry z válce je uzavřen. A tyto doby se opakují stále dokola, otáčku za otáčkou.

Proč je „můj“ PM ekologický? Know how pro ekologii!

Následující informace budou možná pro někoho znít neuvěřitelně, ale je tomu skutečně tak! Musím přiznat, že ani já jsem ze začátku nechtěl věřit, že je to možné. Všechno začíná výrobou válce a pístu. Píst je vyroben ze slitiny cínu, olova, stříbra a zinku. Válec je vyroben z leštěného duralu (mohou se použít běžně na trhu dostupné duralové kalibrované trubky nebo dokonce tažené hliníkové čtyřhranné profily). Kombinace těchto materiálů zaručuje antikorozivní prostředí, což znamená, že válec ani píst nekorodují. Motor je mazán párou nebo chcete-li – vodou, která kondenzuje na stěnách válce! Ano, zní to neuvěřitelně, že tohle

stačí pro bezproblémový provoz PM! Dokonce jsem později zjistil, jak se také dále zmíním, že nejsme sami jen v ČR, kde se tato technologie mazání PM používá! Ale o tom později.



Válec PM s osazeným pístem a pístní tyčí. Na koncích válce jsou ucpávky před zalisováním.

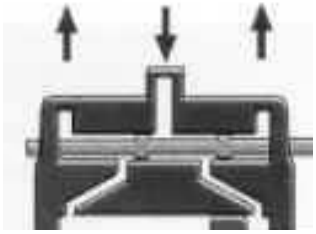
Aby byla zaručena dokonalá kluznost pístu ve válci při mazání párou, je výhodné, aby motor pracoval za vyšších otáček (cca 3000 ot/min), což můj motor zvládá bez problémů. Pak nastane zřejmě něco, co většina řidičů silničních motorových vozidel zná pod pojmem aquaplaning a součástky najednou po sobě kloužou lépe než po oleji. Z toho vyplývá, že motor v oblasti kde se činné části motoru setkávají s párou, nemusím vůbec mazat olejem a z motoru tudíž vychází čistá pára bez příměsí. Další převratnou věcí je potom vysoká životnost měkkého pístu, který se nejenom neopotřebovává, nebo jenom neznatelně, ale hlavně se stále zdokonaluje při provozu. Po mnoha tisících hodinách je píst mnohem lepšího tvaru, než byl vyroben! To samozřejmě platí i o válci. Zatímco u běžných spalovacích motorů, které jsou mazány olejem, se zvyšujícími otáčkami dochází k většímu opotřebení pístů a zde je tomu právě naopak. Podstata mých pístů spočívá v tom, že čím větší otáčky, tím menší odpor pístu a vyšší kluznost pístu a samozřejmě vyšší těsnost. To je naprosto převrácená logika, která umožňuje našim parním motorům netušené možnosti!

Konstrukce PM

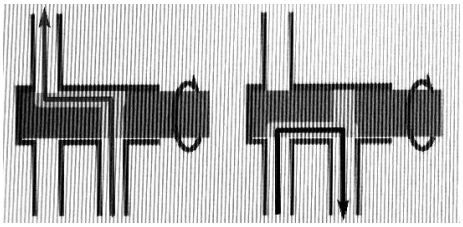
Samotnou konstrukci tvoří: základová deska (ocelový plech), na které jsou přišroubována ložisková tělesa a válec s pístem, dále je to setrvačník, kliková hřídel, ojnice a rotační ventil. Konstrukci pístu a válce jsem uvedl v předešlé kapitole. Snad bych ještě dodal, že píst je vyráběn přesným litím do již vyrobeného a kalibrovaného válce. Asi nejzajímavější částí tohoto motoru po válci a pístu je rotační ventil, který bych nazval „srdcem motoru“. Je to ventil, který dávkuje nejen páru do válce, ale i současně řídí otevírání a zavírání výfuku páry. Proto má můj PM jen jedno potrubí, které vede k válci (může být i vysokotlaká hadice). Rotační ventil je vyrobený z mosazné kulatiny, ve které je provrtaná a vystružená díra. V ní se potom otáčí hřídel (např. ocelová hlazená ocel, běžně dostupná na trhu). U parních strojů rozvodový ventil páry (šoupátko) konal pohyb přímočarý vratný. Můj ventil na rozvod páry koná pohyb otáčivý. Což je samozřejmě výhoda, protože se dá rotační ventil připojit přímo na klikovou hřídel a odpadnou tudíž další součástky, které by motor jenom zpomalovaly. Jeho

funkce je jednoduchá. Již existuje více modifikací řešení rotačního ventilu. V mém současném provedení je část hřídele, která je uložena v rotačním ventilu, osově provrtána a tento otvor je propojen s prostorem válce (část hřídele je vytvořena jako trubka). V této části hřídele je ve stěně vyvrtán a vyfrézován otvor, který při otáčení hřídele postupně otevírá a uzavírá přívod tlakové páry a výfuk. Otvory ve statorové části rotačního ventilu jsou proti sobě pootočeny o 180°. Když je průchod páry otevřen, pára proudí do válce a posune píst. Zároveň se také pootočí hřídel rotačního ventilu. Až se píst dostane do spodní úvratě (hřídel se otočila o 180°), přívod páry se uzavře a nastává výfuk páry z válce. Řešení rozvodu je tedy velmi jednoduché a rotační ventil je opět mazán párou jako válec s pístem!

Další modifikaci rotačního ventilu lze vyrobit následovně: v hřídeli bude jedna drážka a jeden průchozí otvor. Otvory ve statorové části rotačního ventilu jsou proti sobě pootočeny o 180°.



Rozvodový ventil běžného parního stroje



Další modifikace rotačního ventilu PM

Další části jako například ojnice, nebo pístní tyč jsou vyrobeny z mosazné trubky. Ložiska u tohoto motoru jsou kluzná a jsou taktéž vyrobena z mosazné kulatiny. Všechny tyto části jsou potom přimontovány pomocí šroubů k základové desce.

Proč jsem se dal na dráhu PM a nezůstal u Stirlingových?

Asi předchozí tři roky jsem se zabýval konstrukcí Stirlingových motorů které mají jedno společné s parními motory (PM) a parními stroji - jsou to motory s vnějším spalováním. U Stirlingových motorů se používá jako pracovní médium buď vzduch, helium nebo vodík. Tyto motory jsou velmi náročné na výrobu. Aby se u Stirlingových motorů dosáhlo většího výkonu, musí mít minimální třecí ztráty a písty těchto motorů musí být velmi lehké a z teplotně velmi odolných materiálů. Teplota na válci se pohybuje okolo 600°C i výš. Proto se tyto motory využívají velmi zřídka. Mě fascinuje jejich jednoduchost ale zároveň jejich složitost. Asi před půl rokem jsem uvažoval o výrobě 10kW Stirlingova motoru, který by poháněl elektrický generátor. Začal jsem počítat a navrhovat samotný motor a dospěl jsem k závěru, že za rok bych se prakticky ve vývoji skoro nepohnul, kvůli jeho složitosti a náročnosti. Jednou, když jsem s ing. Milanem Řehořem probíral své myšlenky o Stirlingových motorech řekl mi, že existují i jiná ekologická zařízení jako je například parní motor. Parní motor? Tento pojem

jsem již dříve slyšel, ale nějak podrobněji jsem se o tyto motory nezajímal. Moje první myšlenka byla, že parní motor je naprosto zastaralá věc a že nechápu, jak se tím může v této době ještě někdo zabývat. Asi za čtrnáct dní se my myšlenka na parní motor rozležela v hlavě. Začal jsem se o tento typ motoru zajímat více dopodrobna. Začal jsem si shánět vysokoškolská skripta, začal hledat informace přes internet. Postupem času, jak jsem věděl o parním motoru víc, začal jsem ho porovnávat se Stirlingovým motorem, a že by bylo výhodnější postavit parní motor. Před Stirlingovým motorem má tyto výhody: jeho konstrukce je jednodušší, jak na materiál, tak na samotnou výrobu, jeho rozměry jsou menší, můžeme pracovat s jakýmkoli tlakem a je cenově dostupnější. Začaly se mi v hlavě rodit další myšlenky. Tyto myšlenky jsem začal konzultovat s ing. Milanem Řehořem a začal je pomalu dostávat z hlavy na papír. Takto pomalu vznikl můj nynější parní motor. Tento motor, o kterém je vytvořená tato práce, je jakýmsi prototypem. Na motoru jsou použity některé myšlenky konzultované s panem Petrem Šedým. V současné době pracuji na vývoji mnohem výkonnějšího parního motoru, který, podle mého názoru, prorazí i do automobilového průmyslu. Ale o tom zase někdy jindy. Nechci prozrazovat více podrobností, protože tento motor ještě nikdo na světě nepostavil. Když se poohlédnu zpátky tak si musím klepat na čelo jak jsem mohl být tak hloupý, že jsem si mohl myslet, že PM jsou již přežitek, a že se jimi v této době nikdo nezabývá. Přitom nám PM přinášejí netušené možnosti, jaké si neumíme ani představit! Jednotlivá témata, které PM nové koncepce přinášejí, by byla na samostatnou práci!

Výkonová elektronika a konstrukce elektrocentrály

Asi nejdůležitější součástí mé elektrocentrály, hned po parním motoru je elektrický generátor. Generátor je zařízení sloužící k přeměně pohybové energie (rotace hřídele) na energii elektrickou. Z fyziky víme, že když magnet projde cívkou tak na svorkách cívky se indukuje svorkové napětí a elektrický proud. Tohoto jevu využívá i generátor. Generátor má dvě hlavní části, jimž jsou rotor a stator. Na statoru bývají většinou navinuty cívky a na rotoru jsou nalepeny magnety. Takže když pootočíme hřídelem generátoru, tak se v cívce začne indukovat proud. Možnosti konstrukce generátoru jsou různé. Můžeme například jako generátor použít třífázový asynchronní elektromotor. Generátor můžeme samozřejmě i vyrobit. Není to nic složitého, ale výsledky jsou o něco horší, než když generátor koupíme. Taková nejjednodušší konstrukce generátoru, který se dá bez problémů vyrobit je následující. Skládá se z malých cívek a z neodymových magnetů. Na setrvačník parního motoru se nalepí magnety a na základovou konstrukční desku připevní cívky tak, aby byly aspoň milimetr od magnetů. Potom při otočení setrvačníku dojde k průchodu magnetického pole cívkou a k indukování svorkového napětí.

Samozřejmě že nemusíme použít zrovna generátor, ale také vhodným agregátem je automobilový alternátor. Dále je výkonová elektronika tvořena měničem napětí z 12V na 220V.

Vize budoucnosti

V budoucnosti bych chtěl stavět PM na zakázku. Protože mě velmi zajímá problematika obnovitelných zdrojů energie, chci přispět k tomu aby se zlepšil přístup k naší planetě. Představte si takovou menší elektrárnu s výkonným PM a generátorem, která by stála u každé větší vesnice. Snížilo by se tak vypouštění škodlivin do ovzduší. Tato vesnice by byla zcela nezávislá na okolním světě a měla by svoji elektřinu a navíc i teplo (tím myslím teplo pro vytápění bytů a samozřejmě také teplou užitkovou vodu). Myslím si, že nad touto otázkou se zamyslelo již hodně lidí. Jelikož ale žijeme v demokratickém státě, kde je každý běžný občan rád za každou korunu navíc, tak všechny tyto nápady skupují velké energetické společnosti. A proč? Samozřejmě, že po nástupu těchto samostatných vesnic by nastal krach těchto mocenských společností. Jelikož žiji na vesnici, mám vše z první ruky. Většinu obyvatelstva zde tvoří převážně starší lidé. Tito lidé mají jeden obrovský zlozvyk. Všechno co vyhodí do odpadků, jde následně do uhelného kotle. Kdyby byla ve vesnici již zmiňovaná elektrárna a výrobna tepla, tyto nepříznivé zlozvyky starších lidí by vymizeli, což by výrazně pomohlo zlepšit ovzduší v našem státě (myslím si, že i naší ekonomice). Jednou si jdu tak po ulici a najednou mě obklopil oblak valícího se dýmu spáleného plastu. Říkám si, že je to opravdu hrozné a že nechápu, jak to může někdo dělat. Inu lidé jsou různí a neuvědomují si to, čím my se zabýváme. A co dělat při výpadku elektrického proudu. Pro mě to je jasná volba. Vyrobil bych zhruba 5kW parní agregát, který by si každý mohl při výpadku proudu jednoduše spustit a tak se dívat na televizi i když ostatním proud nepůjde. To neplatí jenom pro moji vysněnou vesnici, ale i pro všeobecné použití v dnešní době. Tento parní agregát by byl dostupný široké veřejnosti a byl by i cenově dostupný. Další mou vizí budoucnosti jsou ekologické automobily. Neříkám, že se chci vrátit do století páry, ale parní motor by se dal využít pouze jako vedlejší zdroj pro výrobu elektřiny. Parní motor by dobíjel sadu akumulátorů, které by pak poháněly elektromotor a ten následně nápravu automobilu.

Parní vyvíječ, výroba páry

Samozřejmě aby můj parní motor fungoval, potřebuje páru. O výrobu páry se stará parní vyvíječ nebo parní kotel. Je složité vybrat ten správný typ parního vyvíječe. Prozatím motor poháním parou z parního kotle. Je to vlastně tlaková propan - butanová nádoba, v níž je voda a jejíž dno se ohřívá plynovým hořákem. Můj plynový hořák má vysoký výkon a tak může motor pracovat s celkem vysokým tlakem. Když se podíváme na naši potřebu (stačí nám zhruba 2 - 7 barů tlaku páry při stalém průtoku), tak zjistíme, že při domácí malé

energetice nepotřebujeme veliký zdroj tepelné energie a naopak potřebujeme energii ve vodě akumulovat. Jako kotel je v našem případě ideální použít například již zmiňovanou dvoukilovou nebo desetikilovou propan - butanovou lahev naplněnou vodou. Potom nám stačí velmi malý zdroj tepla, například malý oheň. Voda se ohřeje a naakumuluje v sobě poměrně velké množství ,,akční energie“, která se dá velice rychle uvolňovat podle potřeby. Motor běží na volnoběh a nabíjí akumulátor a v případě většího zatížení se uvolní naakumulovaná energie z vody. Tlakové nádoby od plynu jsou nejenom velice kvalitní a to i ty použité, ale jsou velmi snadno dostupné. Jejich parametry jsou díky propan - butanu velmi předimenzované a tak máme velikou rezervu. Tyto nádoby jsou testovány zkušebním přetlakem 26 barů (2,6 MPa) za normální teploty. Samozřejmě, že se vzrůstající teplotou se bude životnost a také nejvyšší bezpečný tlak snižovat, ale přesto máme i tak velikou rezervu, protože nepotřebuji tak velký tlak. Musím zde uvést, že problematikou výroby páry pro PM se zabývá práce - projekt „Výroba páry pro energetickou nezávislost“ kolegů – studentů z oboru TZB. Mimo jiné – páru lze vyrábět i pomocí solární energie.

Speciální zařízení – rezonátor!

Na podzim loňského roku zveřejnil americký vědec Timothy S. Lucas na 134. zasedání Americké akustické společnosti v San Diegu svůj objev, který nazval rezonanční makrosonická syntéza (RMS). Tento objev znamená doslova převrat ve využití zvukových vln v nejrůznějších oborech lidského konání. Svým přínosem je někdy přirovnáván k objevu laseru či polovodičů. Princip RMS spočívá v akumulaci energie v uzavřených dutinách ve formě akustických stojatých vln. Stojaté vlny se v rezonátorech budí pomocí vibračního stolku, ke kterému je uzavřená rezonanční dutina pevně připojena. Rezonátor, který je připojený k motoru, je vlastně dlouhá duralová trubka s otevřeným koncem. Tato součástka může výrazně zvýšit výkon parního motoru! Jde o to, že uzavřený konec rezonátoru je připojený k výfuku páry z rotačního ventilu. Asi 50 milimetrů od uzavřeného konce je napojená na rezonátor zadní část pracovního válce. Když motor dosáhne určitých otáček a určitého tlaku páry na výstupu, pára v rezonátoru začne kmitat na určité frekvenci. Rozkmitané částice způsobují tlakové vlny v rezonátoru, jejichž část odejde otevřeným koncem do atmosféry a část se odrazí a putuje do prostoru pod pístem. Takže když se píst ve válci přesouvá do spodní úvratě je ,,nasáván“ podtlakem vytvořeným v rezonátoru. Naopak když se píst ve válci přesouvá do horní úvratě, je vytlačen přetlakem vytvořeným v rezonátoru. Toto všechno se odehrává za velmi krátký čas. Samozřejmě píst musí být naladěn na stejnou frekvenci jako rezonátor. To se dolaďuje na otáčkách motoru. A ptáte se, jak zvyšuje tedy výkon? Tento jev popsaný výše nastane při určitém tlaku páry asi 5 barů. My budeme mít tlak páry 1 bar nebo i méně. Násilně roztočíme parní motor elektromotorem na rezonanční kmitočet rezonátoru. Samozřejmě že motor při tlaku 1 bar nedosáhne

takových otáček, aby rozkmital rezonátor, takže si pomáháme elektromotorem. Když jsme roztočili PM elektromotorem na určité otáčky, vzrostl i tlak páry vycházející z motoru a částice v rezonátoru se rozkmitají na danou frekvenci. Když teď odstavíme elektromotor, otáčky motoru zůstanou konstantní a poklesnou jen minimálně. Těchto otáček (kolem 3000ot/min) bychom dosáhli při tlaku páry nějakých 5 barů bez rezonátoru. S rezonátorem těchto otáček dosáhneme při tlaku páry pouhý 1 bar! V tomto já osobně vidím budoucnost. Budoucnost je také v tom řídit se plány pana Nikola Tesly, který vynalezl tzv. ,,samočinný motor“. Jeho princip je jednoduchý a možná popírá některé fyzikální zákony. Přišel například na to, že v atmosféře je naakumulované obrovské množství energie, která by se dala jímat. Jeho motor v konečné fázi vydává větší množství mechanické energie, než mu dodáváme, právě díky jímání tepla z atmosféry (takže žádné perpetuum mobile). K podobnému jevu dochází i u rezonátoru. Při zkouškách se po nějaké době na konci rezonátoru začala tvořit jinovatka. Takže na začátku rezonátoru je nějakých 100°C a na konci pouhých 0°C ale někdy i méně. To se zase dostáváme do oblasti fyziky, která se nazývá termoakustika. Jenom si představte, že pokud jsme schopni původně páru, která opouští PM nechat ještě dále pracovat a zvýšit tak výkon PM, kdy na výstupu z rezonátoru je kondenzát, znamená to, že jsme využili téměř veškerou energii, kterou jsme do páry uložili a ta je obrovská ve formě kondenzačního tepla, které se velmi rychle uvolňuje. Pára se stává jen „nosičem energie“ a současně zajišťuje mazání PM. Zde se jedná řádově o výkon v kW! Pozor, navíc tato oblast rezonance je i velmi nebezpečná, ale to je již oblast nad rámec této práce!

Zní to neuvěřitelně, co všechno PM nové koncepce umožňuje! Pozorný a přemýšlivý čtenář jistě zaznamenal, že se na tomto místě vůbec nezmiňuji o účinnosti výše popsaného zařízení. Ano, je to tak – museli bychom hovořit o účinnostech, které fyzika ve škole vůbec neučí!

Dotazník

Na závěr přidávám názory nejenom studentů z VOŠ a SPŠ ve Žďáře nad Sázavou na parní motory (PM) a na obnovitelné zdroje energie (OZE). Jak jsem výše popsal i svůj prvotní názor na parní pohony, který nebyl pozitivní, velice mě zajímaly názory veřejnosti a mých vrstevníků na stejnou věc.

Na základě mých zkušeností s lidmi a jejich znalostí ohledně páry, PM a OZE vůbec, jsme se rozhodli vytvořit dotazník pro studenty a zaměstnance naší školy. V tomto dotazníku se ptáme na klíčové otázky ohledně PM a výroby páry, abychom zjistili, co si vlastně lidé o této problematice myslí, jestli jsou obeznámeni s jejich jednoduchostí a jestli se i já mám do budoucna tímto zabývat. Řekněme si na rovinu občané České republiky nejsou v oblasti OZE moc vzdělaní a proto nemusejí být jejich názory zase tak klíčové. Ale pro nás je tento

dotazník velice klíčový, protože nám napoví, jakým směrem se ubírat abychom se svou prací zaujali širokou veřejnost a aby se o naší práci dozvědělo co nejvíce lidí. A nejenom zaujali, ale vysvětlili jim, že mají na výběr, a že se nemusí poutat k velkým korporacím.

Z dotazníku vyplynulo, že většinu lidí by zajímalo zařízení, které by jim umožnilo nezávislost na energetických sítích. Dále většina lidí je názoru, že termín „parní motor“ (PM) znamená něco jiného než termín „parní stroj“! Zajímavé je, že mnoho lidí je toho názoru, že PM nemají velkou budoucnost. To je docela zarážející, protože většina elektráren využívá právě páru pro pohon točivých strojů.

Průzkumu se zúčastnilo celkem 637 lidí v průměrném věku 19 let. Tato generace, do níž patřím i já je ta, která by se měla právě směrem OZE vydat a ne přemýšlet nad tím, jak tu naši planetu ještě více ,,zaneřádit“. To je to, co mi nejde na rozum! Mnoho lidí z dotazníku tuto problematiku zcela nechápe a někteří ani neví co to OZE jsou!

Závěr

Tato práce by měla být především inspirací pro další generace, ale zároveň bych zde chtěl upozornit na to, že to jde i ekologicky, levně a s velkou účinností - vyrábět elektřinu. Zde bych měl poděkovat žďárské firmě AUTO …, s. r. o., která jako sponzorský dar věnovala autobaterii a automobilový alternátor jako generátor.

Na tomto místě také děkuji Ing. Pavlu Judovi (energetický auditor, revizní technik tlakových nádob), kterého uvádím jako partnerskou firmu. Konzultace s ním o našem společném zařízení byla velmi přínosná a velmi ho zajímají (jako nás všechny) výsledky měření při zkouškách. Jako revizní technik tlakových nádob má výhrady k použité PB lahvi, kterou namáháme tlakem za vyšší teploty, čehož jsme si vědomi a je nutno zkoušky provádět velmi opatrně. Jeho doporučení, je použít tlakový hrnec (tzv. Papinův), který je na tlakové zatížení při vyšší teplotě dostatečně vybaven pojistným zařízením. Je nutno podotknout, že tlakový hrnec umožňuje pracovní přetlak do 1 baru. Původně jsem se chtěl v této práci ještě zmínit o tom, že pára se používá na letadlových lodích ke katapultu letadel při startu, což dokazuje skvělé dynamické vlastnosti páry. Dále jsem se chtěl zmínit o tom, že v Německu (konkrétně v Hamburku) se uvažuje o decentralizaci výroby elektrické energie a vytvoření tzv. virtuální elektrárny. Dále jsem se původně chtěl zmínit o firmě Cyclone Power, která vyvinula parní motor nejen pro automobilový průmysl, který je mazán jen párou. Nechci však tuto práci dále rozšiřovat a věřím, že tato témata bude čtenář se mnou diskutovat. Současně bych rád se zájemci diskutoval některé výpočty ohledně potřebného výkonu a výroby páry. Tato práce si klade za cíl seznámení široké veřejnosti s touto problematikou.

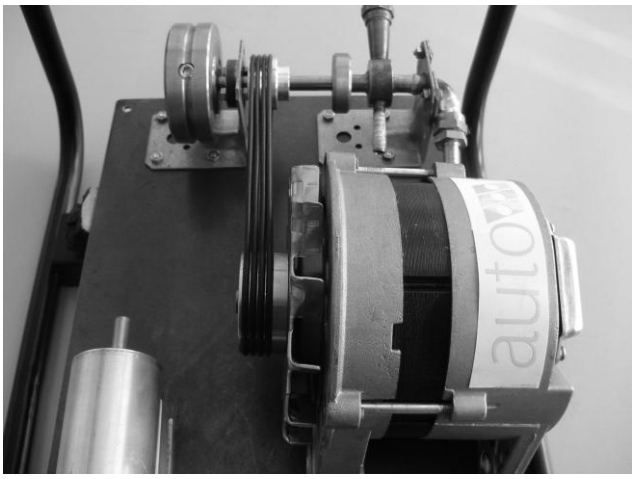
Věřím, že po přečtení výše uvedeného mnoha lidem budou připadat některé myšlenky a závěry jako nereálné. Všem čtenářům upřímně dávám možnost setkání, abych jim předvedl funkční energetický zdroj a mohli jsme o této problematice diskutovat. Velmi rád i v budoucnu sdělím výsledky našich společných měření. Na tomto zařízení pracuje několik studentů z různých studijních oborů naší školy. Jak bylo uvedeno na několika místech této práce, řešíme úkoly z několika oborů zároveň. Skutečně se nám ve spolupráci podařilo sestrojit ostrovní energetické zařízení, které ukazuje reálnou možnost nezávislosti na energetických sítích nejen při jejich výpadcích. Tato skutečnost však zasahuje i do dalších oblastí života a sociální sféry.

Jsem rád, že díky Enersolu mám možnost seznámit s touto problematikou širší okruh zájemců a těším se na možnou spolupráci – rozvíjet myšlenku energetické svobody a ekologie.

Obrazová příloha:

Původní benzinová elektrocentrála připravená pro demontáž

Elektrocentrála při montáži jednotlivých komponent do rámu (vepředu válec, vzadu alternátor)



Detail převodu z PM na alternátor (v budoucnu bude převod nejspíš ozubenými koly)

Jeden z možných zdrojů páry - parní kotel z PB lahve (včetně pojistného zařízení), kotel je třeba ještě tepelně izolovat z důvodu zabránění úniku tepla