



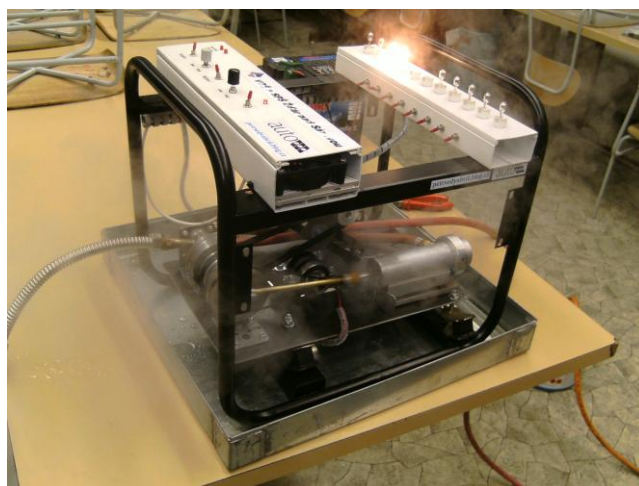
Středoškolská technika 2011

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

EKOLOGICKÁ PARNÍ ELEKTROCENTRÁLA

David Kolář (hlavní řešitel), Vít Maštalířský, Tomáš Hanák

VOŠ a SPŠ Žďár nad Sázavou
Studentská 1, Žďár nad Sázavou



Konzultant: ing. Milan Řehoř

Anotace

Práce pojednává o aplikaci nového parního motoru pro výrobu elektrické energie v domácnostech. Tento motor využívá princip kogenerace. To znamená, že motor je nejen schopen dodávat elektrickou energii, ale také ohřívat teplou vodu pro domácnost. Motor má v sobě zabudované nové revoluční technologie, které mnohonásobně zvyšují účinnost celého agregátu. V budoucnu by se tento motor mohl svou účinností vyrovnat motorům spalovacím.

Klíčová slova: parní motor, rezonátor

Poděkování

Děkujeme škole VOŠ a SPŠ Žďár nad Sázavou za plnou podporu a sponzorovi - firmě Auto..., s. r. o., Žďár nad Sázavou za sponzorské dary (autobaterie a alternátor).

Obsah

Obsah.....	3
Úvod.....	4
Parní motor (PM) není parní stroj!	4
Popis a princip PM	5
Proč je „náš“ PM ekologický? Know how pro ekologii!	6
Konstrukce PM.....	6
Proč se dal David Kolář na dráhu PM a nezůstal u Stirlingových?	8
Výkonová elektronika a konstrukce elektrocentrály	8
Davidova vize budoucnosti	9
Parní kotel, výroba páry	9
Speciální zařízení – rezonátor!	10
Dotazník	11
Závěr.....	13
Seznam použité literatury a webových stránek	14
Obrazová příloha:	15

Úvod

Jsme studenty VOŠ a SPŠ ve Žďáře nad Sázavou.

Naše myšlenka byla vytvořit samostatnou energetickou jednotku, která by zajišťovala zdroj elektrické energie pro domácnost. Myšlenka se nám zdála úžasná tím, že byla reálná a to jsme ještě netušili, k jakým dalším informacím se dostaneme! Při práci jsem zjistili, co všechno lze využít v oblasti fyziky a mechaniky a že budeme muset ještě hodně studovat nejen vědomosti, které budeme 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 zabýváme otázkou stále větší a větší závislosti lidí na energetických sítích, protože je to pro lidstvo současně i velmi nebezpečné. Postupně jsme zjistili, že není důležité, jakým zařízením se budeme zabývat, ale to, abychom se všichni spojili 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 uvádíme, 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 musíme zmínit, že tato práce se zabývá hlavně strojním a částečně tepelným řešením. Jsme studenti - kolegové z oborů Strojírenství (David Kolář – hlavní řešitel), Technická zařízení budov – TZB (Vít Maštaliřský - řeší výrobu páry pro toto zařízení) a Elektrotechnika (Tomáš Hanák - řeší elektronickou část a ovládání).

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 musíme 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. Náš parní motor je bezúdržbový. Nemusíme ho mazat olejem ani nijak obsluhovat. Je to 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 přídatnými zařízeními, o kterých se dále také zmíníme. Prozatím to ale nemáme ověřené a tyto zkoušky a výpočty nás čekají. Již s malým motorem (délka okolo 50 centimetrů) lze dosahovat slušného výkonu. Otáčky tohoto motoru jsou 1000 – 2000 ot/min (lze i více)! 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:

$$P = V_z \cdot n \cdot p_{is} \cdot \eta \quad [W]$$

kde:

P	[W]	... výkon 1 válce
V_z	$[m^3]$... zdvihový objem válce
n	$[s^{-1}]$... otáčky
p_{is}	[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 setrvačnickem. Aby motor vykonal celou jednu otáčku, musí půl otáčky vykonat setrvačná síla pomocí setrvačnicku. Tyto ztráty při použití jednoválcového PM lze eliminovat dvouválcem, kdy písty jsou vůči sobě pootočený o 180° a tak každý píst zabírá střídavě polovinu otáčky. Dvouválec má v úvratích tzv. dva mrtvé body během jedné otáčky, které překonáme pomocí setrvačnicku. 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.

KOMPRESSE: Po výfuku páry z válce rotační ventil uzavře výstup páry z válce a pohybem pístu k horní úvratí 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 „náš“ PM ekologický? Know how pro ekologii!

Následující informace budou možná pro někoho znít neuvěřitelně, ale je tomu skutečně tak! Musíme přiznat, že ani my jsme ze začátku nechtěli 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 jsme později zjistili, jak se také dále zmíníme, 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 (např. 3000 ot/min). 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, nemusíme 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 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

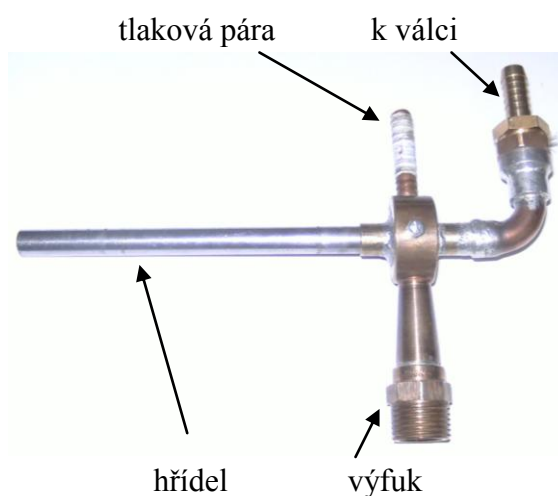
Samotnou konstrukci tvoří: základová deska (ocelový plech), na které jsou přišroubována ložisková tělesa a válec s pístem, dále je to setrvačnick, kliková hřídel, ojnice a rotační ventil. Konstrukci pístu a válce jsme již uvedli. Ještě dodáváme, že píst je vyráběn přesným litím do již vyrobeného a kalibrovaného válce. Asi nejzajímavější částí tohoto motoru po válci a pístu je rotační ventil, který bychom nazvali „srdcem motoru“. Je to ventil, který dávkuje nejen páru do válce, ale i současně řídí otevírání a zavírání výfuku páry. Proto má 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. Náš ventil rozvodu páry koná pohyb otáčivý. Což je samozřejmě výhodou, 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 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 pootočené 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!

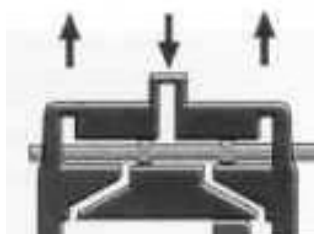


Konec hřídele rotačního ventilu

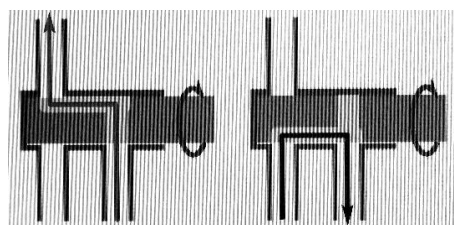


Sestava rotačního ventilu

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 pootočené 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 mohou být kluzná a vyrobena z mosazné kulatiny. U našeho motoru jsme u setrvačnicku navrhli jedno kuličkové samomazné ložisko řady 63. Všechny tyto části jsou potom přimontovány pomocí šroubů k základové desce.

Proč se dal David Kolář 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 10 kW 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 zajím více podrobněji. Začal jsem si shánět vysokoškolská skripta, začal hledat informace přes internet, nejvíce na blogu pana Petra Šedého. 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 jiné koncepce a je jakýmsi prototypem. Myslím si, že ho ještě nikdo nepostavil. Původní motor, o kterém je tato práce, je použit z dílny pana Petra Šedého. Když se poohlédnu zpátky, musím si říct, jak jsem mohl být tak hloupý, že jsem si mohl myslet, že PM jsou již přežitkem, 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 naší 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 indukují 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 setrvačnick parního motoru se nalepí magnety a na základovou konstrukční desku připevní cívky tak, aby byly aspoň milimetr od magnetů. Potom při otočení setrvačnicku dojde k průchodu magnetického pole cívkou a k indukovaní svorkového napětí.

Samozřejmě že nemusíme použít zrovna vyrobený generátor, ale také vhodným agregátem je automobilový alternátor, který byl na elektrocentrále původně namontován. Po zkouškách a konzultacích s panem Šedým je na elektrocentrále výhodnější moderní krokový motor. Dále je výkonová elektronika tvořena měničem napětí z 12V na 220V.

Davidova 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. Samozřejmě, že po nástupu těchto samostatných vesnic by nastal krach mocenských společností. Jelikož žiji na vesnici, mám vše z první ruky. Většinu obyvatelstva zde tvoří převážně starší lidé. Tito lidé mají jeden obrovský zlovyk. Všechno co vyhodí do odpadků, jde následně do uhelného kotle. Kdyby byla ve vesnici již zmiňovaná elektrárna a výroba tepla, tyto nepříznivé zlovyky starších lidí by vymizely, což by výrazně pomohlo zlepšit ovzduší v našem státě (myslím si, že i naší ekonomice). A co dělat při výpadku elektrického proudu? Pro mě to je jasná volba. Vyrobil bych zhruba 5 kW parní agregát, který by si každý mohl při výpadku proudu jednoduše spustit a tak se dívat na televizi i když ostatním elektrický 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 to včetně ceny! 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 mohl dobíjet sadu akumulátorů, které by pak poháněly elektromotor a ten následně nápravu automobilu.

Parní kotel, 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 poháníme parou z parního kotle. Je to vlastně tlaková propan - butanová nádoba, v níž je voda a jejíž dno se ohřívá plynovým hořákem. 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 desetakilovou 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 nepotřebujeme 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 doladuje na otáčkách motoru. A ptáte se, jak zvyšuje tedy výkon? Tento jev popsáný 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 jímát. 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. Důrazně upozorňujeme na nebezpečí, které s sebou výše popsaná rezonance nese! Poslední zkoušky ukazují, že je výhodné z těchto důvodů použít tzv. měkké rezonátory, 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 přidáváme názory nejenom studentů z VOŠ a SPŠ ve Žďáře nad Sázavou na parní motory (PM) a na obnovitelné zdroje energie (OZE). Jak David výše popsal i svůj prvotní názor na parní pohony, který nebyl pozitivní, velice ho zajímaly názory veřejnosti a vrstevníků na stejnou věc.

Na základě 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 my, 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 nejde na rozum! Mnoho lidí z dotazníku tuto problematiku zcela nechápe a někteří ani neví co to OZE jsou! Dotazník je tedy následující (nejdříve data o respondentech):

1)			74%	26%			
Vaše pohlaví:	1 – muž	2 – žena	1	2	471 mužů	166 žen	celkem 637 lidí
2)							
Váš věk:			19	let	- průměrný věk respondentů		
3) Třída nebo zaměstnání:							
	507 studentů SPŠ	83 studentů VOŠ	21 dálk. studentů	19 zaměstnanců	7 ostatní		

Vlastní dotazník:

Poznámka: odpovědi v modrém rámečku označují naše názory (ve srovnání s ostatními)

4)

Zajímalo by vás zařízení, které by umožňovalo nezávislost domácnosti na vnějších energetických sítích (elektřina, plyn, ...) a přitom by pro vás zajišťovalo teplo a elektrický proud?

1 - ano , to by mě velice zajímalo	1	2	3	4	5	
2 - ano , zajímalo by mě to, ale bude to asi drahé	221	177	147	50	42	lidí
3 - ano , ale jen jako informaci	35	28	23	8	7	%
4 - spíš nezajímalo	max.					
5 - ne , tohle nejspíš nebudu nikdy řešit						

5)

Jaké rozdíly vás napadnou mezi parním strojem a parním motorem?

1 - stroj je větší, výkonnější, vyšší otáčky než motor	1	2	3	4	5	
2 - motor je větší, výkonnější, vyšší otáčky než stroj	118	51	300	10	158	lidí
3 - motor je menší, výkonnější, vyšší otáč. než stroj	19	8	47	2	25	%
4 - stroj je menší, výkonnější, vyšší otáč. než motor	max.					
5 - nevidím žádné rozdíly						

6)

Myslíte si, že by mohl být parní pohon strojů a zařízení ekologický?

1 - ano , byl by ekologický	1	2	3	4		
2 - asi ano	146	321	128	42		lidí
3 - spíš ne	23	50	20	7		%
4 - ne , nebyl by ekologický	max.					

7)

Myslíte si, že by bylo možné použít parní motor pro pohon automobilu?

1 - ano , má velmi výhodné dynamické vlastnosti	1	2	3	4	5	
2 - ano , ale nebude to výhodné ano , ale jen pro dobíjení akumulátoru	61	162	80	114	220	lidí
3 - elektromobilu	10	25	13	18	35	%
4 - ne , zařízení by bylo těžké pro automobil	min.		max.			
5 - určitě ne , dnes jsou lepší pohony						

8)

Myslíte si, že mají parní motory budoucnost?

1 - ano , určitě mají velkou budoucnost	1	2	3	4	5	
2 - ano , ale nebudou nasazeny ve velkém měřítku	44	160	129	190	114	lidí
3 - budou využity jen na speciální použití	7	25	20	30	18	%
4 - spíš ne	min.		max.			
5 - ne , pára je již dávno historii						

9)

Myslíte si, že je možné provozovat parní motor bez mazání olejem? Mazání by zajišťovala pára.

1 - ano , možné to je a je to velmi jednoduché	1	2	3	4	5	
2 - ano , ale je to velmi drahé zařízení	60	23	219	216	119	lidí
3 - nevím , nedovedu posoudit	9	4	34	34	19	%
4 - myslím, že ne , o mazání parou jsem neslyšel(a)	max. max.					
5 - určitě ne , každý stroj je nutné mazat. Parní lokomotivy vyžadovaly mazání.						

10) - (doplňující otázka)

Co si myslíte o Obnovitelných Zdrojích Energie (OZE), parních pohonech (turbíny, stroje, motory, ...)?
(jakýkoli vlastní názor - kladný i záporný, či jiné doplnění):

Otázka číslo 10!

V této otázce jsme chtěli dát respondentům „volné pole působnosti“, aby se sami vyjádřili tak jak to cítí. Byli jsme docela překvapeni co si někteří myslí. Některé odpovědi zde uvádíme:

- Parní motor či stroj byl jistě velký vynález své doby, přinesl obrovský pokrok v technice a na jeho základě se vyvíjely motory až do dnešní podoby. Ovšem v dnešní době pára nemá šanci. Dnešní motory mají velice přísné emisní limity a stávají se čím dál víc ekologičtější. Vynalézt pohon pro automobil na páru tak, aby vytvoření páry z vody pro pohon takového rozměru bylo ekologičtější než dnešní motory by byl problém. Snad by se dalo hovořit o nějaké hybridní - kombinované formě parního motoru se současnými technologiemi. Nyní je připraveno mnoho konceptů pro ekologická auta - na vodík, na elektřinu, ale výrobci současných aut a ropní magnáti se budou všemožně bránit, aby udrželi provoz a výrobu, neboť z toho mají obrovské zisky.

- V době snižování zásob plynu, ropy, uhlí jsou OZE nezbytné.

- Nemám k tomu žádný vztah, nezajímá mě to!

- Výroba páry a její použití není ekonomické. Parní stroje nemají velkou účinnost. Nutnost zásoby vody a paliva ve srovnání s benzínovým motorem - ten potřebuje pouze palivo. Je potřeba delší doba na rozběhnutí parního zařízení.

- OZE jsou zlodějna.

- OZE by se měly více rozšiřovat.

- OZE je zřejmě jediným předpokladem trvale udržitelného života = budoucnost.

- OZE jsou potřeba už z principu rozvíjet, aby nezanikla planeta. Výzkum těchto OZE podporuji.

Závěr

Tato práce by měla být především inspirací pro další generace, ale zároveň bychom zde chtěli upozornit na to, že to jde i ekologicky, levně a s velkou účinností - vyrábět elektřinu. Zde bychom měli poděkovat žďárské firmě AUTO ..., s. r. o., která jako sponzorský dar věnovala autobaterii a automobilový alternátor jako generátor.

Na tomto místě také děkujeme Ing. Pavlu Judovi (energetický auditor, revizní technik tlakových nádob). 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 vědomí a je nutno zkoušky provádět velmi opatrně. Jeho doporučení, je použit 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 jsme se chtěli 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 jsme se chtěli zmínit o tom, že v Německu (konkrétně v Hamburku) se uvažuje o decentralizaci výroby elektrické energie a vytvoření tzv. virtuální elektrárny. Dále jsme se chtěli zmínit o firmě Cyclone Power, která vyvinula parní motor nejen pro automobilový průmysl, který je mazán jen párou. Nechceme však tuto práci dále rozšiřovat a věřím, že tato témata bude čtenář se námi diskutovat. Současně bychom rádi se zájemci diskutovali některé výpočty ohledně potřebného výkonu a výroby páry. Tato práce si klade za cíl seznámení široké veřejnosti s touto problematikou.

Věříme, že po přečtení výše uvedeného mnoha lidem budou připadat některé myšlenky a závěry jako nereálné. Všem čtenářům upřímně dáváme možnost setkání, abychom jim předvedli funkční energetický zdroj a mohli jsme o této problematice diskutovat. Velice rádi i v budoucnu sdělíme 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 sestrojít 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.

Seznam použité literatury a webových stránek

[1] *Mojmír Hofírek*: Termomechanika

Fragment, 1998

[2] *Jan Täubel*: Vodní pára ve vytápění

Společnost pro techniku prostředí, 2000

[3] Internetové zdroje

<http://petrsedyabcd.blog.cz/>

<http://cyclonepower.com/>

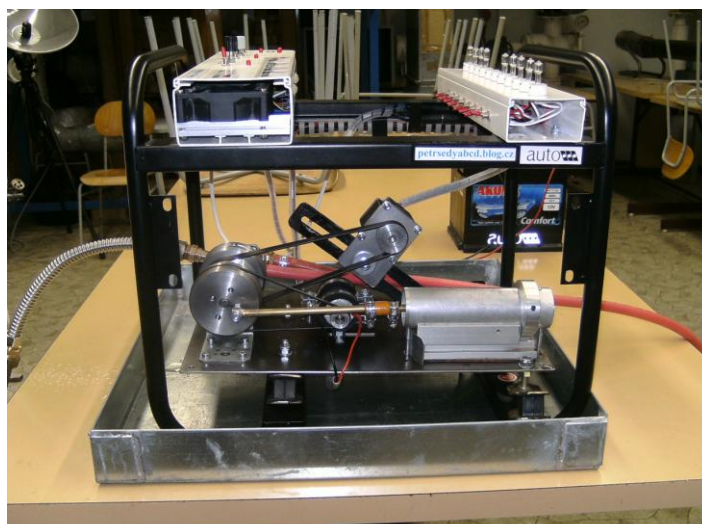
<http://www.enviweb.cz/>

[4] konzultace s Ing. Pavlem Judou – energetickým auditorem a revizním technikem tlakových nádob

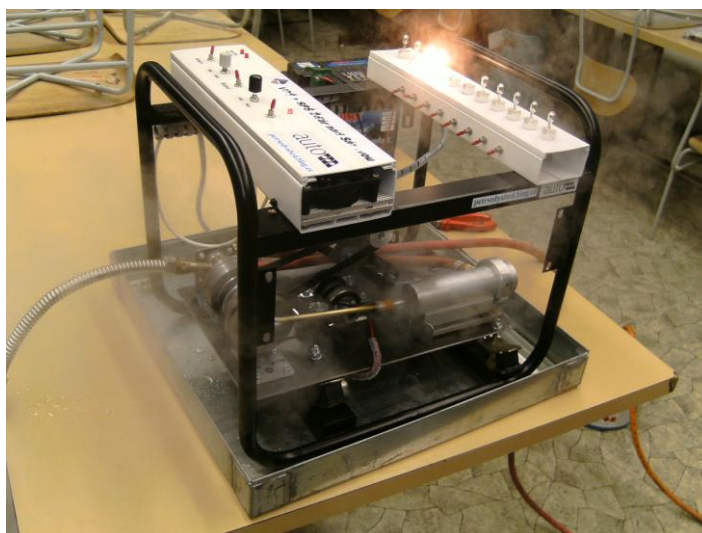
Obrazová příloha:



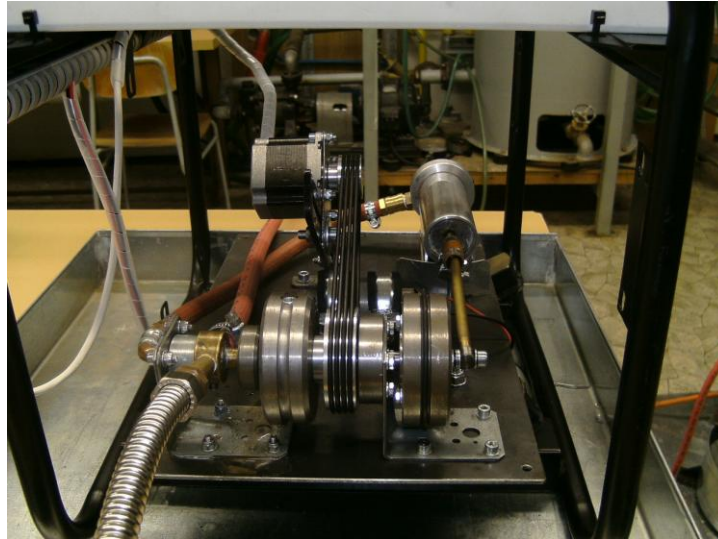
Původní benzinová elektrocentrála připravená pro demontáž



Elektrocentrála osazená parním motorem a generátorem



Elektrocentrála v chodu (demonstrace výroby elektrické energie)



Detail převodu z PM na generátor (dnes je již převod pomocí ozubených kol)



Jeden z možných zdrojů páry - parní kotel z PB lahve (včetně pojistného zařízení), kotel je třeba tepelně izolovat z důvodu zabránění úniku tepla



Starší typ PM při testování výroby páry pomocí sluneční energie na dvoře naší školy