

32. stretnutie katedier

Mechaniky tekutín a Termomechaniky



25. – 28. júna 2013

Vysoké Tatry – Tatranská Lomnica

Zborník príspevkov

1953 - 2013



ŽILINSKÁ UNIVERZITA
V ŽILINE

ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE

Recenzenti: prof. Ing. Jozef JANDAČKA, PhD.
prof. RNDr. Milan MALCHO, PhD.

Editori: Ing. Richard LENHARD, PhD.
Ing. Katarína KADUCHOVÁ

© Žilinská univerzita v Žiline - 2013

ISBN 978-80-554-0715-9

Organizačný gararant stretnutia

JANDAČKA Jozef, prof. Ing. PhD. ŽU v Žiline

Vedecký výbor

ČARNOGURSKÁ Mária, prof. Ing. CSc. TU v Košiciach

ČERNECKÝ Jozef, doc. Ing. CSc. TU vo Zvolene

DVOŘÁK Václav, doc. Ing. Ph.D. TU v Liberci

FRAŇA Karel, doc. Ing. Ph.D. TU v Liberci

HORBAJ Peter, prof. Ing. PhD. TU v Košiciach

JEDELSKÝ Ján, doc. Ing. Ph.D. VUT v Brne

JÍCHA Miroslav, prof. Ing. Ph.D. VUT v Brne

KAVIČKA František, prof. Ing. CSc. VUT v Brne

KOZUBKOVÁ Milada, prof. RNDr. CSc. VŠB-TU Ostrava

LINHART Jiří, prof. Ing. CSc. ZČU v Plzni

MALCHO Milan, prof. RNDr. PhD. ŽU v Žiline

NOŽIČKA Jiří, prof. Ing. CSc. ČVUT v Praze

POLANSKÝ Jiří, doc. Ing. Ph.D. ZČU v Plzni

PŘÍHODA Jaromír, prof. Ing. CSc. UT AVČR Praha

PŘÍHODA Miroslav, prof. Ing. CSc. VŠB-TU Ostrava

RIDZOŇ František, doc. Ing. PhD. STU v Bratislave

SOUKUP Josef, doc. Ing. CSc. UJEP v Ústí n.L

URBAN František, doc. Ing. PhD. STU v Bratislave

VARCHOLA Michal, prof. Ing. CSc. STU v Bratislave

VITÁZEK Ivan, doc. Ing. CSc. SPU v Nitre

Organizátori konferencie

Ing. Richard Lenhard, PhD. (richard.lenhard@fstroj.uniza.sk)

Ing. Slavka Jelušová (slavka.jelusova@fstroj.uniza.sk)

Ing. Katarína Kaduchová (katarina.kaduchova@fstroj.uniza.sk)



OBSAH

Development of temperature fluctuations in a 2D shear turbulent flow	1
Pavel Antoš	
Vývoj softvérovej podpory pre ANSYS CFX	5
Tomáš Brestovič , Natália Jasminská , Michal Kubík	
Vplyv konštrukcie chladiča na schopnosť odvádzania tepla z kondenzačnej časti tepelnej trubice.....	9
Alexander Čaja , Zuzana Kolková	
Letecké aplikácie na Ústavu mechaniky tekutín a termodynamiky, ČVUT v Praze.....	13
Jan Čížek , Vít Štorch , Jakub Filipický	
Modelování aerodynamického odporového součinitele	17
Josef Dobeš , Milada Kozubková	
Návrh výmenníka tepla pre Ericsson - Braytonov motor	21
Peter Ďurčanský , Jozef Jandačka , Andrej Kapjor , Štefan Papučík	
Determination of very low permeability of membranes to air	25
Václav Dvořák , Petr Novotný	
Experimentální metody pro výzkum chladících věží	29
Lukáš Dvořák	
Výpočet výhrevnosti dvojzložkového biopaliva – dendromasy z plantážnicky pestovaných porastov a kalorimetricky stanovených spalných tepiel	33
Ladislav Dzurenda	
Vliv výstupních okrajových podmínek na distribuci vzduchu do plicních laloků v modelu tracheobronchiálního stromu.....	39
Jakub Elcner , Michaela Chovancová , Miroslav Jícha	
Vliv rychlosti jízdy vozu na množství větracího vzduchu přiváděného do kabiny	43
Jan Fišer , Jan Pokorný	
Natural gas hydrates – challenge and opportunity	45
Viktor Foltin , Ján Rajzinger	
Analýza veľkosti a hustoty tuhých znečisťujúcich látok zo spalín produkovaných pri tavbe sekundárneho hliníka.....	49
Stanislav Gavlas , Jozef Matušov , Milan Malcho	

Výpočet základných rozmerov a hlavných parametrov cyklónového odlučovača zo spalín produkovaných pri tavbe sekundárneho hliníka	53
Stanislav Gavlas , Richard Lenhard , Milan Malcho	
Influence of slope bath of floor convector on his performance in natural convection.....	57
Greššák Tomáš , Kapjor Andrej , Smatanová Helena , Hužvár Jozef	
Možnosti stanovení součinitele přestupu tepla z experimentálních dat	61
Jiří Hejčík	
Cooling Combustion Engine and Extreme Intercooling.....	65
Hlavňa Vladimír	
Vplyv minerálnych aditív na správanie popola slamy pri vysokých teplotách	69
Michal Holubčík , Jozef Jandačka	
Určenie maximálneho tepelného výkon rúrkového vykurovacieho telesa HDR 12 pomocou CFD metódy	73
Helena Smatanová , Andrej Kapjor , Jozef Hužvár , Tomáš Greššák	
Computer Software for Counterflow Wet-Cooling Tower Fill Simulation	77
Tomáš Hyhlík	
Tlakový gradient v dýchacom trakte človeka.....	81
Michaela Chovancová , Jakub Elcner , Miroslav Jícha	
Transformácia tepla v tepelnom čerpadle s plynovým spaľovacím motorom systému voda – voda.....	85
Martina Janovcová , Jozef Jandačka , Milan Malcho , Andrej Kapjor , Roman Kiš	
Measurement of fluid motion and temperature changes in the real model of the heat exchanger using pLIF	89
Darina Jašíková , Michal Kotek , Václav Kopecky	
Vodíkové technológie na TUKE.....	91
Natália Jasminská , Tomáš Brestovič , Mária Čarnogurská	
Analýza procesu spaľovania v lokálnom zdroji tepla.....	95
Jana Jurkechová , Jozef Jandačka	
Ohrev vody v zásobníku teplej vody pomocou tepelnej trubice	99
Katarína Kaduchová , Richard Lenhard , Štefan Papučík , Jozef Jandačka	



Comparison of two approximate method to create criterial equations for some natural convection heat transfer.....	107
Andrej Kapjor , Branislav Ftorek , Pavol Oršanský	
Vplyv množstva CO₂ ako náplne tepelnej trubice, na dobu chladnutia simulátora na získavanie zemského tepla.....	113
Martin Kasanický, Martin Vantúch, Milan Malcho	
Prediction of cracks of continuously cast steel slab	117
Frantisek Kavicka , Bohumil Sekanina , Josef Stetina , Karel Stransky , Jana Dobrovska	
The effect of the pipeline bending on the natural gas pressure fields before the inlet to the orifice plate in the high-pressure pipelines	121
Roman Kiš , Martina Janovcová , Milan Malcho	
Study of Combustion Process of Gaseous Fuels with Increased Inert Components Content	125
Ján Kizek , Augustín Varga , Magdaléna Repášová	
GPGPU Computing in Engineering Applications.....	129
Lubomír Klimeš , Josef Štětina	
Metódy sledovania kavitačnej erózie vybraných materiálov	131
Branislav Knížat , Marek Mikvik , Róbert Olšiak	
Určení součinitele místní ztráty pro zúžení trubice	135
Jan Kolínský , Ludmila Nováková , Josef Adamec	
Vizualizácia pracovnej činnosti tepelných trubíc s pulzujúcou náplňou	139
Zuzana Kolková , Martin Smitka , Milan Malcho	
Analýza výkonových a teplotných parametrov tepelných trubíc s pulzujúcou náplňou....	143
Zuzana Kolková , Martin Smitka , Alexander Čaja , Milan Malcho	
Problematika časově závislého proudění oleje v nízkotlakých potrubích	147
Milada Kozubková , Lumír Hružík , Marian Bojko , D. Himr , Jana Jablonská	
Skúmanie prúdenia v ejektoroch pomocou CFD simulácie	151
Juraj Krajanec	
Thorax Measurement using Electrical Impedance Tomography	155
David Krčmařík, Anastasia Saitova, Michal Kotek ¹ , Darina Jašíková, Václav Kopecký	
Numerická simulácia výmenníka tepla spaliny-vzduch	159
Richard Lenhard , Katarína Kaduchová	

Calculation and testing of steam-water injector properties	165
Jiri Linhart	
Influence of moisture on the quality of wood gas	169
Ladislav Lukáč , Gustav Jablonský , Slávka Kočanová , Filip Furka	
Vyšetřování proudového pole v modelu rozvaděče	173
Lukáš Manoch , Jan Matěcha	
Výpočet návratnosti solárneho systému	177
Jozef Matušov , Stanislav Gavlas , Štefan Papučík	
Fuzzy regulační algoritmus pro řízení plynulého lití oceli	181
Tomáš Mauder	
Problematika spaľovania fyto­masy v malých zdrojoch tepla	185
Jozef Mičieta , Stanislav Gavlas , Jozef Jandačka	
Experimentálne zariadenie pre dlhodobé skúšky odolnosti kovových materiálov voči kavitačnému opotrebeniu	189
Marek Mlkvik , Róbert Olšiak , Branislav Knížat	
Klimatizačné zariadenia elektromobilov	193
Peter Mlynár , Michal Masaryk	
Ekonomické zhodnotenie vykurovania rodinného domu drevnými peletami a zemným plynom	197
Peter Muškát , František Urban , Ľubor Kučák	
Chladienie výkonových elektronických prvkov pomocou tepelnej trubice s uzavretou slučkou	201
Patrik Nemeč , Milan Malcho ,	
Meranie emisií pri spaľovaní fyto­masy v malých zdrojoch tepla	205
Radovan Nosek , Michal Holubčík , Katarína Sulovcová	
Lifelong learning according to requirements of companies in Liberec district	209
Petr Novotný	
Entropy Analysis of Theory of Normal Shock Waves in Saturated Steam	211
David Jícha , Adam Nový , Pavel Šafařík , Miroslav Hajšman	
Experimentálne zariadenie na výskum odtavovania elektródy metódou vizualizácie	215
Róbert Olšiak , Branislav Knížat , Marek Mlkvik	



Aplikácia palivových článkov v mikrokogenerácii	219
Marek Patsch , Jaroslav Čierny	
Problematika praskání jader při odlévání pístů do kokil	223
Alena Petrenko , Martin Novák , Josef Soukup	
Identification studies of the effective thermal conductivity coefficient of metal mesh wick in capillary heat pipe	227
Quang Loc Pham , René Pyszko	
Adsorber Design and Construction for Experimental Solar Adsorption Cooling Device..	231
Peter Pilát , Marek Patsch , Štefan Papučík	
Comparison of models of the bypass transition due to free-stream turbulence and wall roughness effects.....	235
Jaromír Příhoda	
Využití termické účinnosti pro hodnocení efektivity rekuperačních výměníků tepla	239
Miroslav Příhoda , Mária Čarnogurská	
Frequency spectrum of wall-jet generated by DBD actuator	243
Pavel Procházka , Václav Uruba , Pavel Antoš	
Dependence of isentropic exponent upon natural gas compositions of selected European gas mixtures	247
Ján Rajzinger , Viktor Foltin , Ján Kizek	
Energetický výnos získaný natáčením solárnych panelov.....	251
Miroslav Rimár , Štefan Kuna , Marcel Fedák	
Equations of State Suitable for Modeling Pressure Losses in the Suction Filter of Compressor with CO₂	255
Ruman Radovan , Šustek Jaroslav , Tomlein Peter	
Emission characteristics - Jatropha oil blends and rapeseed methyl esters blends with diesel fuel.....	259
Shalimba Veikko , Soukup Josef	
Úspora energie sklářských pecí.....	263
Skočilasová Blanka , Soukup Josef , Skuthan Petr	
Unconventional cooling method of transistor	267
Martin Smitka , Zuzana Kolková , Milan Malcho	

Processing of operational data during continuous casting of steel after change to the cooling nozzles.....	27
Josef Štětina , František Kavička , Miloš Masarik	
Numerical Solution of Oblique Shock with Wall Interaction Using Finite Difference Method.....	27
Jiří Stodůlka	
CFD simulation of pressure losses on discharge side of compressor using different turbulence models	27
Jaroslav Šustek , Radovan Ruman , Peter Tomlein.	
Možnosti zefektívnenia výroby elektriny a tepla v priemyselnej teplárni	28
František Urban , Lubor Kučák , Peter Muškát	
Dynamics of the Flow just behind Backward-Facing Step in Narrow Channel.....	28
Václav Uruba	
Nádrž pro výzkum vícefázového proudění v oblasti ČOV	29
Pavol Vitkovič , Václav Hodaň	
Experimentální zařízení pro návrh a optimalizaci elementů pro zpětnou kondenzaci	29
Rut Vitkovičová	
Tepelná bilancia otvorenej vodnej plochy	299
Lucia Záležáková , Peter Mlynár	



Aplikácia palivových článkov v mikrokogenerácii

Marek Patsch*, Jaroslav Čierny*

*University of Žilina, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Power Engineering, Univerzitná 1, 010 26 Žilina, Slovakia, {marek.patsch, jaroslav.cierny}@fstroj.uniza.sk

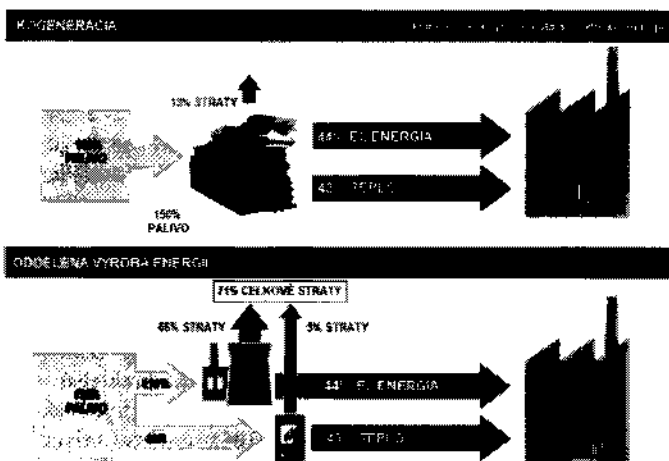
Abstrakt: Príspevok sa zaoberá mikrokogeneráciou pre rodinné domy, venuje sa perspektívnej a rýchlo sa rozvíjajúcej oblasti mikrokogenerácie o malých výkonoch, rádovo do 5 kilowattov elektrických. Vysoko sofistikovanou technológiou pre kombinovanú výrobu tepla a elektrickej energie je použitie palivového článku na zemný plyn. Kombinovaná výroba tepla a elektrickej energie je jedným z najlepších spôsobov ako využiť energiu, ktorá je viazaná v palive. Cieľom príspevku je verifikácia možnosti použitia mikrokogeneračných jednotiek s palivovými článkami v rodinných domoch. Verifikácia bola posúdená prostredníctvom celkovej ceny za palivo a rozdielom medzi celkovou cenou za palivo a cenou vyprodukovanej elektrickej energie.

Označenie

PČ palivový článok
PZ pomocný energetický zdroj

1. Úvod

Pojem kogenerácia znamená kombinovanú výrobu tepelnej a elektrickej energie, prípadne tepelnej energie a mechanickej energie, alebo tepelnej energie a kombináciu elektrickej a mechanickej energie. Kombinovaná výroba elektrickej a tepelnej energie je jedným z najlepších spôsobov využitia energie viazanej v palive. Princípom kogenerácie je využitie tepla, ktoré by pri výrobe elektrickej energie odišlo bez využitia ako tepelné straty. Toto teplo sa využíva na vykurovanie alebo ohrev teplej úžitkovej vody. Vďaka tejto technológii môžeme dosiahnuť vysokej efektivity využitia energetického obsahu paliva. Princíp kogenerácie je znázornený na obrázku 1. Pojem mikrokogenerácia sa vzťahuje na kogeneračné jednotky do výkonu 50 kWe.



Obr. 1 Princíp kogenerácie.

Doposiaľ všetky ponúkané zariadenia pre domácnosti poskytovali technológie pre oddelenú výrobu tepla (kondenzačné kotly, tepelné čerpadlá, solárne kolektory,...) alebo pre výrobu elektrickej energie (fotovoltaické panely, malé vodné a veterné elektrárne,...). V súčasnosti sú už na trhu dostupné mikrokogeneračné jednotky o malých výkonoch, ktoré môžu byť použité v rodinných domoch. Tieto jednotky pracujú na princípe spaľovacieho motora, Stirlingovho motora, parného stroja alebo na princípe palivového článku. Tieto malé jednotky dosahujú výkony do 20 kW tepelných a 1 kW až 5 kW elektrických.

Filozofia použitia týchto jednotiek je vo výrobe tepelnej energie pre vykurovanie domu a prípravu teplej úžitkovej vody a ako bonus získavame elektrickú energiu, väčšinou pre vlastnú spotrebu, nie pre predaj do distribučnej siete. Predaj do distribučnej elektrizačnej siete je spojený s množstvom povolení, administratívy a poplatkami, ktoré sa nevyplatia vzhľadom na nízky elektrický výkon jednotiek a z toho vyplývajúci malý predpoklad predaja elektrickej energie. Elektrická energia, ktorá by sa prípadne predala do siete je vykupovaná za nízku cenu ako elektrina na straty, jej cena je približne dvojnásobne nižšia ako cena, za akú domácnosť nakupuje elektrickú energiu. Elektrický výkon týchto mikrokogeneračných jednotiek je postačujúci na to, aby pokryl potrebu elektrickej energie v domácnosti, v prípade vyššej spotreby je elektrická energia dokúpená od distribútora. Problematické je zosúladenie potreby tepla a elektrickej energie. Tento problém je čiastočne minimalizovaný použitím akumuláčného zásobníka tepla. Mikrokogeneračná jednotka môže čiastočne pracovať aj v prípade, že v domácnosti je potreba elektrickej energie, ale potreba tepla v danej chvíli nie je. Ďalším problémom je letná prevádzka, kedy je potreba tepla len na prípravu teplej úžitkovej vody, ale spotreba elektrickej energie je prakticky počas celého roka konštantná. Toto obdobie znižuje počet prevádzkových hodín mikrokogeneračnej jednotky a tým predlžuje dobu návratnosti investície. Ideálny stav je nepretržitá prevádzka mikrokogeneračnej jednotky. Ďalším nedostatkom najmä technológií palivových článkov je nízka produkcia tepla, čo znamená, že je potrebné inštalovať ešte ďalší zdroj tepla, ktorý bude pokrývať špičky potreby tepla, najmä v zimnom období.

2. Palivový článok

Palivový článok je elektrochemické zariadenie, ktoré pomocou oxidačno-redukčnej reakcie premieňa chemickú energiu paliva priamo na elektrickú energiu. Princípom činnosti palivového článku používajúceho ako palivo čistý vodík a ako okysličovadlo kyslík zo vzduchu je v privádzaní kyslíka O_2 na katódu, ten sa na nej redukuje na kyslíkový anión O^{2-} . Atóm kyslíku O^{2-} následne postupuje elektrolytom k anóde, kde sa zlúči s vodíkom a zároveň uvoľní dva elektróny. Katóda a anóda sú spojené elektrickým vodičom, ktorým postupujú tieto dva voľné elektróny k anóde, kde ich kyslík opäť prijme. Týmto procesom vzniká elektrický prúd, na konci tejto reakcie vzniká voda a vedľajším produktom je teplo.

Typy palivových článkov sa líšia materiálom elektród, použitým elektrolytom, pracovnou teplotou a chemickými reakciami na elektródach. Rozdelenie palivových článkov podľa použitého elektrolytu je na šesť skupín, tieto sa delia podľa pracovnej teploty do troch základných kategórií:

- **Palivový článok s nízkou pracovnou teplotou** (od 60 do 120°C)
 - AFC – Alkalické palivové články (Alkaline Fuel Cell)
 - PEMFC – Polymérové palivové články (Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell)
 - DMFC – Metanolové palivové články (Direct Methanol Fuel Cell)
- **Palivový článok so strednou pracovnou teplotou** (od 160 do 200°C)
 - PAFC – Palivové články s kyselinou fosforečnou (Phosphoric Acid Fuel Cell)
- **Palivový článok s vysokou pracovnou teplotou** (od 600 do 1000°C)
 - MCFC – Palivové články s taveninou karbonátu (Molten Carbonate Fuel Cell)
 - SOFC – Keramické palivové články (Solid Oxide Fuel Cell)

Palivom pre palivový článok môže byť čistý vodík, alebo zemný plyn. Použitie zemného plynu je výhodnejšie pre používanie palivového článku ako zdroja energie v domácnosti. Zemný plyn musí byť bezsírny a musí prejsť procesom nazývaným reforming. Reforming zemného plynu je proces pre získavanie vodíku z molekúl zemného plynu CH_4 . Proces môže prebiehať buď ako parný vonkajší reforming alebo ako vnútorný reforming. Základom parného reformingu je reakcia metánu s vodou. Táto reakcia je endometrická a bilancia tepla sa vyrovnáva spaľovaním časti privedeného metánu. Vnútorný reforming môžeme rozdeliť na priamy a nepriamy. Pri nepriamom vnútornom reformingu prichádza metán na reformingový katalyzátor, ktorý je v kontakte so zväzkom palivových článkov, pri priamom vnútornom reformingu prebieha reformingová reakcia vo vnútri anódy palivového článku.

3. Mikrokogeneračné jednotky s palivovými článkami

Doposiaľ najčastejšie použitie palivových článkov bolo v telekomunikačnej, vojenskej a vesmírnej technike, prípadne ako jednotky záložných zdrojov s veľkými výkonmi. Použitie palivových článkov v mikrokogenerácii zatiaľ nie je rozšírené, väčšina výrobcov je zatiaľ len v štádiu testovania takýchto jednotiek. Nasledujúca tabuľka uvádza základné technické parametre vybraných mikrokogeneračných jednotiek na princípe palivového článku, ktoré sú alebo budú v blízkej budúcnosti dostupné na trhu.



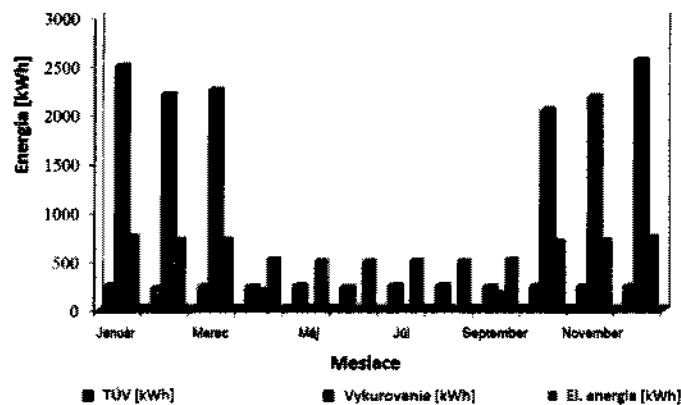
Náklady spojené s prevádzkou týchto jednotiek boli porovnávané s kondenzačným kotlom na zemný plyn.

Tab. 1 Technické parametre porovnávaných mikrokogeneračných jednotiek a kondenzačného kotla.

		BlueGen	ClearEdge5	GenSys E-60	EneFarm	Tropical RLN-1000	Kondenzačný kotol
Elektrický výkon	Nominálny [kW]	1,5	5,0	4,6	0,75	1,2	
	Rozsah [kW]	0,5 - 1,5	0,5 - 5,0	0,3 - 4,6	0,2 - 0,75	0,25 - 1,2	
	Účinnosť [%]	60	60	33	39	30	
Tepelný výkon	Maximálny [kW]	0,54	6,0	9,0	0,6	2,2	14,5
	Účinnosť [%]	25	25	55	56	50	98
Celková účinnosť [%]		85	85	88	95	80	98

4. Podklady pre výpočet

Pre posúdenie vhodnosti použitia mikrokogeneračných jednotiek na princípe palivového článku bol zvolený rodinný dom, ktorý je situovaný v blízkosti Žiliny. Tepelná strata objektu je 7,8 kW, jeho celková ročná spotreba tepla pre vykurovanie a prípravu teplej úžitkovej vody je 63,05 GJ/rok. Neuvažuje sa s predajom elektrickej energie do siete, celá produkcia elektrickej energie je spotrebovaná priamo v rodinnom dome, jej cena bola určená podľa cenníka SSE, a.s., pre tarifu D2, bez dotácie za mikrokogeneráciu. Cena spotrebovaného plynu bola určená podľa cenníka SPP, a.s., pre tarifu D2. Ako podklad pre výpočet boli pre zvolený rodinný dom urobené odberové diagramy tepla a elektrickej energie. Odberový diagram rozdelený po mesiacoch je ukázaný na obrázku 2. Obrázok ukazuje celoročný prehľad spotreby elektrickej energie v domácnosti, táto spotreba je prakticky počas celého roka konštantná, mierny pokles je v letnom období, čo je zapríčinené menšou potrebou svietenia, kvôli dlhšiemu dennému svetlu. Teplo potrebné na prípravu teplej úžitkovej vody je takisto počas roka konštantné. Najväčšie výkyvy sú v spotrebe tepla na vykurovanie. Pretože rodinný dom nemá bazén ani iný spôsob ako spotrebovať tepelnú energiu počas letného obdobia, dom spotrebovávala tepelnú energiu na vykurovanie len počas vykurovacej sezóny. Táto skutočnosť znižuje počet prevádzkových hodín práce mikrokogeneračnej jednotky, čím sa predlžuje doba návratnosti investície a elektrická energia sa v tomto období musí nakupovať.



Obr. 2 Odberový diagram pre zvolený rodinný dom.

5. Výsledky

Tabuľka 2 obsahuje výsledky výpočtu prevádzkových nákladov pre zvolené mikrokogeneračné jednotky s palivovým článkom pre zvolený rodinný dom. Mikrokogeneračné jednotky s nižším výkonom sú doplnené o pomocný energetický zdroj – kondenzačný kotol, ktorý pokrýva zvyšnú časť potreby tepelnej energie. Hlavným hodnoteným prevádzkovým nákladom bola cena paliva, nezohľadňovali sa náklady na údržbu a servis zariadení. Zisk bol zo spotrebovanej elektrickej energie, ktorá sa vyrobila a spotrebovala v domácnosti a nemusela sa nakupovať od distribútora elektrickej energie.

Tab. 2 Výsledky výpočtu (pozn.: PČ – palivový článok, PZ – pomocný energetický zdroj).

	BlueGen	ClearEdge5	GenSys E-60	EneFarm	Tropical RLN-1000	Kondenzačný kotol
Pokrytie potreby tepla [%]	7,00	77,00	100	7,70	28,21	100
Počet hodín práce jednotky [hod/rok]	2245,50	2245,50	1946,02	2245,50	2245,50	1207,90
Vyrobená elektrická energia [kWh/rok]	3368,10	11117,03	8951,70	1684,050	2694,50	–
Ročná spotreba paliva – PČ [m ³ /rok]	509,80	5664,30	3347,10	252,87	1038,50	–
Ročná spotreba paliva – PČ [kWh/rok]	5206,20	57846,34	34182,0	2582,50	10605,20	–
Cena paliva – PČ [€]	251,10	2788,20	1647,60	124,50	511,20	–
Cena za prístavenú kapacitu [€]	59,76	59,76	59,76	59,76	59,76	–
Celková cena za palivo – PČ [€]	310,86	2847,96	1707,20	184,46	570,96	–
Cena vyrobenej el. energie [€]	471,54	1571,78	1253,24	235,77	377,23	–
Teplo z iného zdroja [GJ/rok]	58,69	14,55	0,00	58,20	45,27	63,05
Ročná spotreba paliva – PZ [m ³ /rok]	1748,50	433,50	0,00	1734,00	1348,70	1878,50
Ročná spotreba paliva – PZ [kWh/rok]	17855,70	4427,10	0,00	17708,10	13773,00	19183,80
Cena za palivo [€]	860,64	213,38	0,00	853,53	663,86	924,66
Celková cena paliva – PČ+PZ [€]	1171,34	3061,34	1707,33	1037,76	1234,78	984,42
Rozdiel celkovej ceny paliva a ceny vyrobenej el. energie [€/rok]	699,80	1489,55	454,09	801,56	857,56	984,42

6. Záver

Výsledky výpočtu ukazujú, že zisk z produkcie vlastnej energie znižuje náklady na prevádzku v porovnaní s tradičným spôsobom vykurovania. Pri výpočte bolo uvažované, že mikrokogeneračná jednotka sleduje potrebu tepla v domácnosti, čo nezaručuje, že domácnosť dokáže v danej chvíli spotrebovať vyrobenú energiu. Jednotky môžu byť vybavené zariadením, ktoré v prípade, že by malo dôjsť k prelivu elektrickej energie do distribučnej siete vypnú mikrokogeneračnú jednotku a požadované teplo by muselo byť získané z pomocného energetického zdroja. Obstarávacia cena daných mikrokogeneračných jednotiek s palivovými článkami je omnoho vyššia ako obstarávacia cena technológie vykurovania s kondenzačným kotlom z čoho vyplýva aj dlhá doba návratnosti investície. Aj napriek tomu je technológia mikrokogeneračných jednotiek s palivovým článkom perspektívna ak jej expandovanie v budúcnosti zníži obstarávaciu cenu.

Pod'akovanie

Tento projekt je realizovaný vďaka podpore neinvestičného fondu EkoFond, ktorý je zriadený spoločnosťou SPP, a.s.. Projekt 567/PG04/2011 „Porovnanie efektívnosti využitia energie zemného plynu v mikrokogeneračných jednotkách na princípe palivového článku a Stirlingovho motora“.

Literatúra

- [1] Pehnt, M., et al. *Micro-cogeneration*, Springer, 2006.
- [2] Kolanowski, B., F. *Small-scale cogeneration handbook, third edition*, The Fairmont Press, 2008.
- [3] Brestovič, T., Jasminská, N., Horbaj, P., Schvarzbacherová, E. *Tepelno-energetická bilancia palivových článkov*, 3. Cassootherm, Košice, TU, SvF, 2011.
- [4] Pilát, P., Jandačka, J., Mikulík, M. *Analýza problémov pri spustení fermentačného procesu v reaktore so suchou fermentáciou*, 30. setkání kateder mechaniky tekutin a termomechaniky, Liberec, 2011.
- [5] Kučák, L., Urban, F. *Použitie palivových článkov v energetike*. Strojné inžinierstvo 2003 = Mechanical Engineering 2003. Bratislava, 2003.