



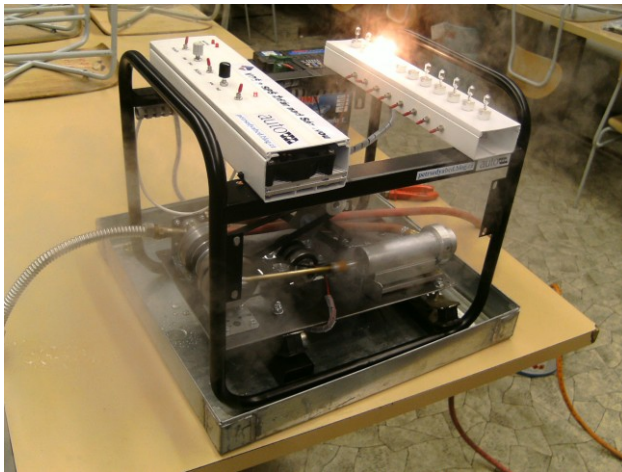
Středoškolská technika 2013

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

VÝKON ZDROJE ENERGIE PRO DOMÁCNOST?

Michal Brückner, Miloslav Smutka, Tomáš Hanák

VOŠ a SPŠ
Studentská 1, Žďár nad Sázavou



Výkon zdroje energie pro domácnost?

Úvod

Jsme studenty čtvrtého ročníku na VOŠ a SPŠ ve Žďáře nad Sázavou, oboru Elektrotechnika. V minulých letech jsme se dostali k projektu parní elektrocentrály [2] a jako elektrotechnici jsme mohli kreativně řešit její elektronickou část. Studovali jsme blog pana Petra Šedého [1], který je „otcem“ jednak parního motoru a jednak experimentuje s různými zařízeními, které by byly schopny dodávat elektřinu pro domácnost. Velmi nás zaujalo jeho tvrzení, že pro domácnost stačí zařízení, které je schopno dodávat velmi malý elektrický výkon (řádově stovky Watů). Pokud totiž budeme schopni toto zařízení provozovat většinu dne (třeba i 24 hodin denně) a přebytečnou elektrickou energii ukládat například do autobaterie, budeme schopni pokrýt nejen elektrickou energetickou potřebu domácnosti ale i potřebu tepelnou.

Tato práce tedy navazuje na projekt „Ekologická parní elektrocentrála“ (viz titulní obrázek této práce; lze vyhledat na internetu pomocí vyhledávače) a rozebírá problematiku dostatečného výkonu energetického zdroje pro domácnost.

Potřeba elektrické energie pro domácnost

Na začátku bylo třeba zjistit dostupné informace přímo z různých domácností, aby byly k dispozici skutečné podmínky. Nejjednodušší bylo nahlédnutí do celoročního vyúčtování za elektrickou energii a odečíst roční spotřebu. To se podařilo u několika domácností a pro představu zde uvádíme některé z nich (obr. 1 a 2). Dnes již můžeme tvrdit, že po prostudování vyúčtování různých domácností, se výše jejich roční spotřeby se pohybuje v rozmezí cca 1,2 až 10 MWh.



Příloha k faktuře za elektřinu

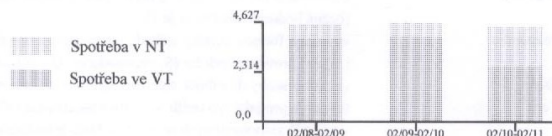
Odečtové období: 09.02.2010 - 04.02.2011

Zákazník

Místo spotřeby

Přehled historické a aktuální spotřeby v MWh

Období	Spotřeba ve VT	Spotřeba v NT
02/08-02/09	3,848	0,656
02/09-02/10	3,939	0,688
02/10-02/11	2,564	1,867



Výpočet platby za distribuci elektřiny (jednotky v Kč jsou uvedeny bez DPH)

Časový interval od	Časový interval do	Číslo elektroměru	Stav elektroměru počáteční	Stav elektroměru konečný	Náso-bítel	Poz-oznámka	Tarif	Spotřeba (MWh)	Cena za dis. mn. el. (Kč/MWh)	Platba za dis. mn. el. (Kč)	Jistič (A)	Měs. plat za příkon (Kč/měsíc)	Počet měsíců	Platba za příkon (Kč)
09.02.10	31.12.10	4595522	24324	26639	1,0	O D25d	VT	2,315	1 815,93	4 203,88	3x25	105,00	10,71	1 124,55
		4595522	9265	10950		D25d	NT	1,685	23,53	39,65				
01.01.11	04.02.11	4595522	26639	26888	1,0	D25d	VT	0,249	1 846,39	459,75	3x25	105,00	1,14	119,70
		4595522	10950	11132		D25d	NT	0,182	27,63	5,03				
Celkem										4 708,31				1 244,25
Celkem za distribuované množství elektřiny a měsíční plat za příkon														5 952,56

Výpočet platby za související služby (jednotky v Kč jsou uvedeny bez DPH)

Časový interval od	Časový interval do	Poznámka	Položka	Spotřeba** (MWh)	Cena (Kč/MWh)	Platba za související služby
09.02.10	31.12.10	O	Systémové služby	4,000	155,40	621,60
		O	Částka za služby OTE	4,000	4,75	19,00
		O	Částka za OZE, KVET a DZ	4,000	166,34	665,36
01.01.11	04.02.11		Systémové služby	0,431	155,40	66,98
			Částka za služby OTE	0,431	4,75	2,05
			Částka za OZE, KVET a DZ	0,431	370,00	159,47
Celkem za související služby						1 534,46

** uvedená spotřeba je součtem VT a NT za dané období

Výpočet platby za dodávku elektřiny (jednotky v Kč jsou uvedeny bez DPH)

Časový interval od	Časový interval do	Číslo elektroměru	Stav elektroměru počáteční	Stav elektroměru konečný	Náso-bítel	Poz-oznámka	Tarif	Spotřeba (MWh)	Cena za dodávku (Kč/MWh)	Platba za dodávku (Kč)	Stálý plat (Kč/měsíc)	Počet měsíců	Platba za stálé platy (Kč)	
Vyúčtování v produktu E.ON ElektřinaAku														
09.02.10	31.12.10	4595522	24324	26639	1,0	O	VT	2,315	2 074,00	4 801,31	48,00	10,71	514,08	
		4595522	9265	10950			NT	1,685	1 199,00	2 020,32				
Daň z elektřiny										4,000	28,30		113,20	
01.01.11	04.02.11	4595522	26639	26888	1,0		VT	0,249	1 842,00	458,66	48,00	1,14	54,72	
		4595522	10950	11132			NT	0,182	1 065,00	193,83				
Daň z elektřiny										0,431	28,30		12,20	
Celkem												7 599,52		568,80
Celkem za dodávku elektřiny (součet plateb za dodávku a plateb za stálé platy a daně z elektřiny)													8 168,32	
Celkem za sdružené služby dodávky elektřiny v Kč bez DPH (distribuce elektřiny, související služby a dodávka elektřiny)													15 655,34	

Celkem cca 4,431 MWh za rok

Obr. 1: příloha faktury za elektřinu - ukázka

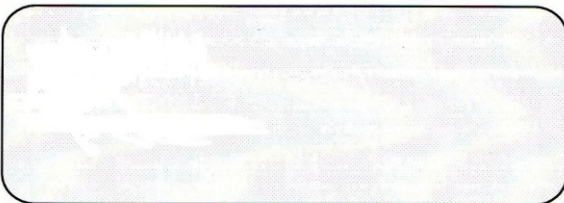


E.ON Energie, a.s., Lannova 205/ 16, 370 49 České Budějovice, IČ 26078201, DIČ CZ26078201, e.ú.: 2018191/0300
zapsaná v obchodním rejstříku vedeném u Krajského soudu v Českých Budějovicích, oddíl B, vložka 1390

FAKTURA ZA ELEKTRINU

Odběratel

Místo spotřeby



Číslo místa spotřeby

Zp. úhrady: Složenkou

Variabilní symbol: **6300506913**

Fakturační období: 07.01.2004 - 29.01.2005 Datum splatnosti: 17.03.2005 Datum vystavení faktury: 28.02.2005 Datum uskutečnění zdanitelného plnění: 28.02.2005

Časový interval od	do	Číslo elméru	Poč. stav	Kon. stav	Nás.	Pozn.	Sazba	Tarif	Jistič	Spotř. kWh	Celkem kWh	Cena Kč/kWh	Spotřeba Kč	St.plat Kč/měs.	Poč. měs.	St.plat Kč	Celkem Kč
07.01.04	30.04.04	04380659	7 489	7 610	1,0	Z	D45	VT	3x32 A	121	121	3,63	439,23	573,00	3,81	2 183,13	2 622,36
			75 647	78 461				NT		2 814	2 814	1,02	2 870,28				2 870,28
Změna ceny Změna sazby DPH																	
01.05.04	31.12.04	04380659	7 610	7 870	1,0	Z	D45	VT	3x32 A	260	260	3,54	920,40	559,00	8,00	4 472,00	5 392,40
			78 461	84 457				NT		5 996	5 996	1,00	5 996,00				5 996,00
Změna ceny																	
01.01.05	29.01.05	04380659	7 870	7 901	1,0	D45	VT	3x32 A		31	31	3,80	117,80	586,00	0,94	550,84	668,64
			84 457	85 167				NT		710	710	1,11	788,10				788,10
Fakturační odečet																	
CELKEM											9 932	11 131,81		7 205,97		18 337,78	

DAŇOVÝ DOKLAD číslo :	3180043515	Faktura celkem	18 337,78
DPH %	Cena bez DPH v Kč	Cena s DPH v Kč	
19,00	10 793,77	12 845,14	
22,00	4 502,32	5 492,64	
		Zaplacené zálohy	-18 960,00
		Přeplatek - zaokrouheno :	623,00

Poznámka : UPOZORNĚNÍ: z důvodu přechodu na nový informační systém došlo ke změně čísla variabilního symbolu a čísla místa spotřeby.

Vaše dotazy zodpovíme na zákaznické lince - tel. č. 840 111 333.
Další informace najdete na www.eon.cz

Historie spotřeb místa spotřeby (kWh) :		
Fakturační období	VT	NT
08.01.2002 - 18.01.2003	454	10 316
19.01.2003 - 06.01.2004	434	9 763

Celkem cca 9.932 kWh = 9,932 MWh za rok

Obr. 2: příloha faktury za elektřinu - ukázka

Nyní můžeme vypočítat průměrnou výši elektrického příkonu, který bychom odebírali rovnoměrně po celý rok, tedy 24 hodin denně 365 dní, což činí 8.760 hodin za rok. Stačí tedy vydělit spotřebovanou elektrickou energii za rok počtem hodin za rok a dostáváme průměrný odebíraný příkon elektrické energie pro domácnost.

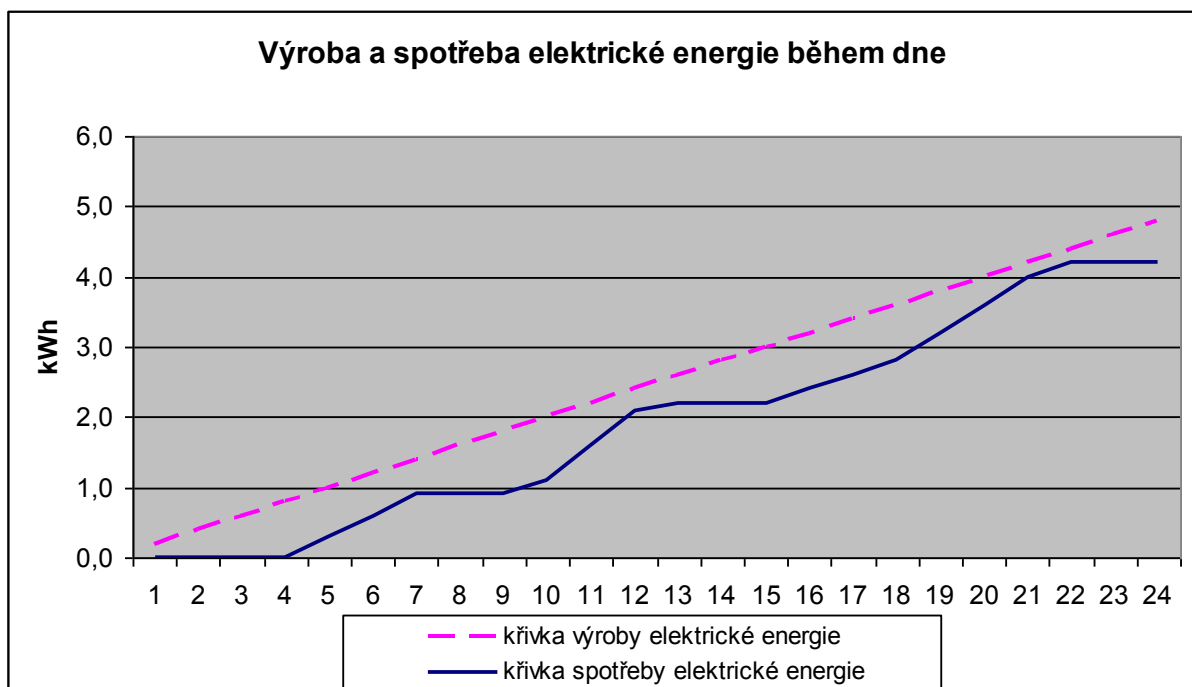
Minimální hodnoty budou $1,2 \text{ MWh} / 8.760 \text{ hod} * 10^6 \text{ W} = 137 \text{ W}$ (obvyklá menší domácnost, která je vytápěná jinak než elektricky, ale která například používá elektřinu na vaření).

Maximální hodnoty budou $9 \text{ MWh} / 8.760 \text{ hod} * 10^6 \text{ W} = 1.027 \text{ W}$. Tato domácnost je zase druhý extrém, kde je téměř vše poháněno elektřinou (domácí spotřebiče, vaření, vytápění, ohřev teplé vody). Z výše uvedených čísel tedy vyplývá, že běžná domácnost bude potřebovat průměrný elektrický příkon asi do 200 W. U domácnosti s maximálním odběrem elektřiny, je totiž třeba počítat, že pokud bychom dodávali elektřinu pomocí parního motoru, který bude pohánět generátor elektrické energie, odpadní teplo z parního motoru bude využito k vytápění objektu a k výrobě teplé vody, takže elektřina nebude použita pro tyto účely a její spotřeba tedy značně poklesne.

Technická řešení

Z těchto úvah a výpočtů vyplývá, že elektrické jističe, které jsou běžně v domácnostech instalovány, jsou z důvodu velkého odebíraného příkonu některých náročnějších spotřebičů silně předdimenzovány (což je ve stávajícím provedení nutnost) a kdyby byla možnost průběžného ukládání elektrické energie, v globálním měřítku by velmi klesly odběrové špičky v elektrorozvodné síti.

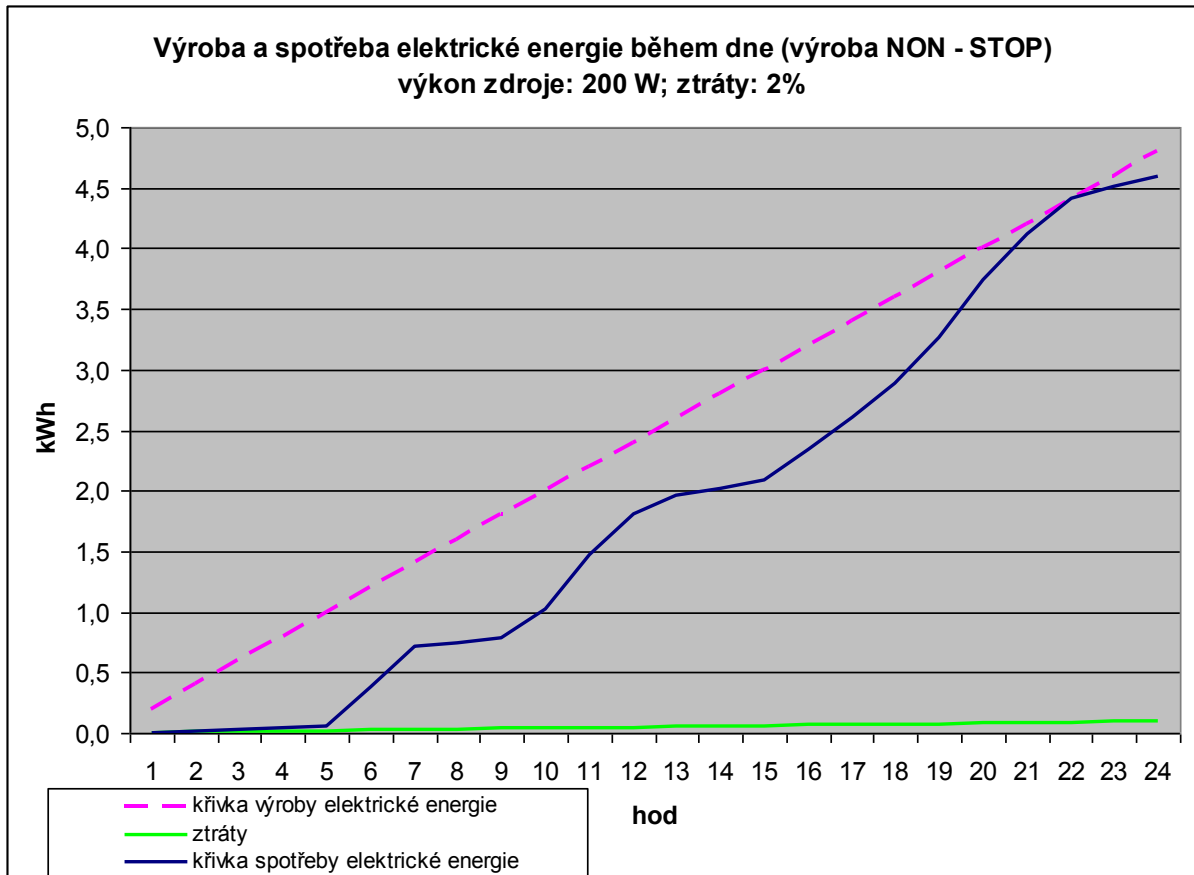
Dalším velmi důležitým faktorem pro takto provedenou elektrickou síť je také chování odběratele elektřiny, který bude respektovat možnosti, které má k dispozici. Pro takovou síť bude třeba vypracovat křivku dodávky a odběru elektřiny a vypočítat podle náročnosti odběratele velikost (kapacitu) baterií pro uložení energie pro jeho potřebu. Musí totiž platit, že spotřeba elektrické energie musí být pod křivkou dodávky a uložené energie (viz následující obrázek 3):



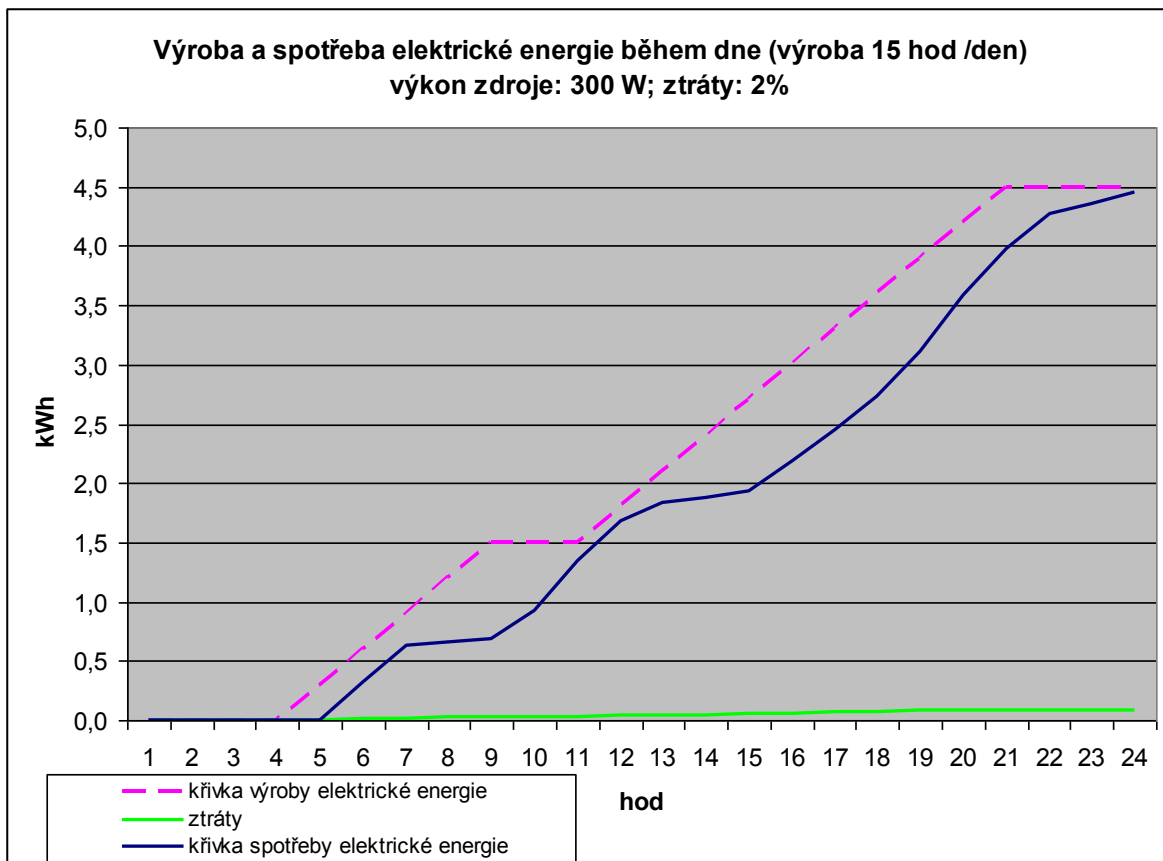
Obr. 3: křivky výroby a spotřeby

Čím bude spotřeba energie vyšší, tím je vyšší požadavek na výkon zdroje a potřebnou kapacitu baterií. Optimalizace těchto komponentů je však na další samostatnou práci.

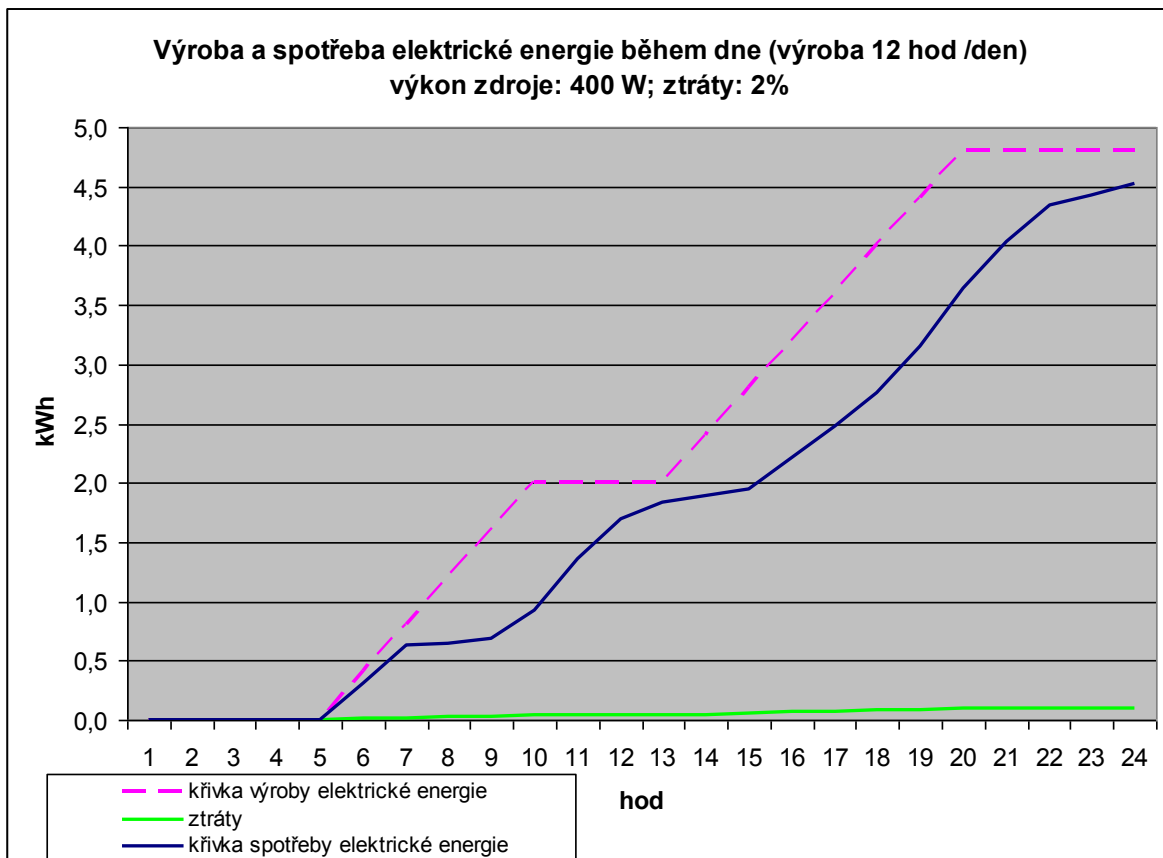
Následující obrázky – grafy č. 4 až 7 mají shodné křivky spotřeby elektrické energie (modré křivky), tedy spotřeba odběratele je pořád stejná. Je zde možné postupně pozorovat, že čím kratší dobu během dne bude zdroj provozován, tím roste požadavek na jeho výkon pro pokrytí dané spotřeby. Je třeba si uvědomit, že v těchto ukázkách nepočítáme s uloženou elektrickou energií v bateriích (proto je křivka výroby nad křivkou spotřeby), kterou bychom měli v praxi k dispozici a mohli bychom tak vykrýt případnou vyšší spotřebu či pokud by aktuálně nedostačoval výkon zdroje.



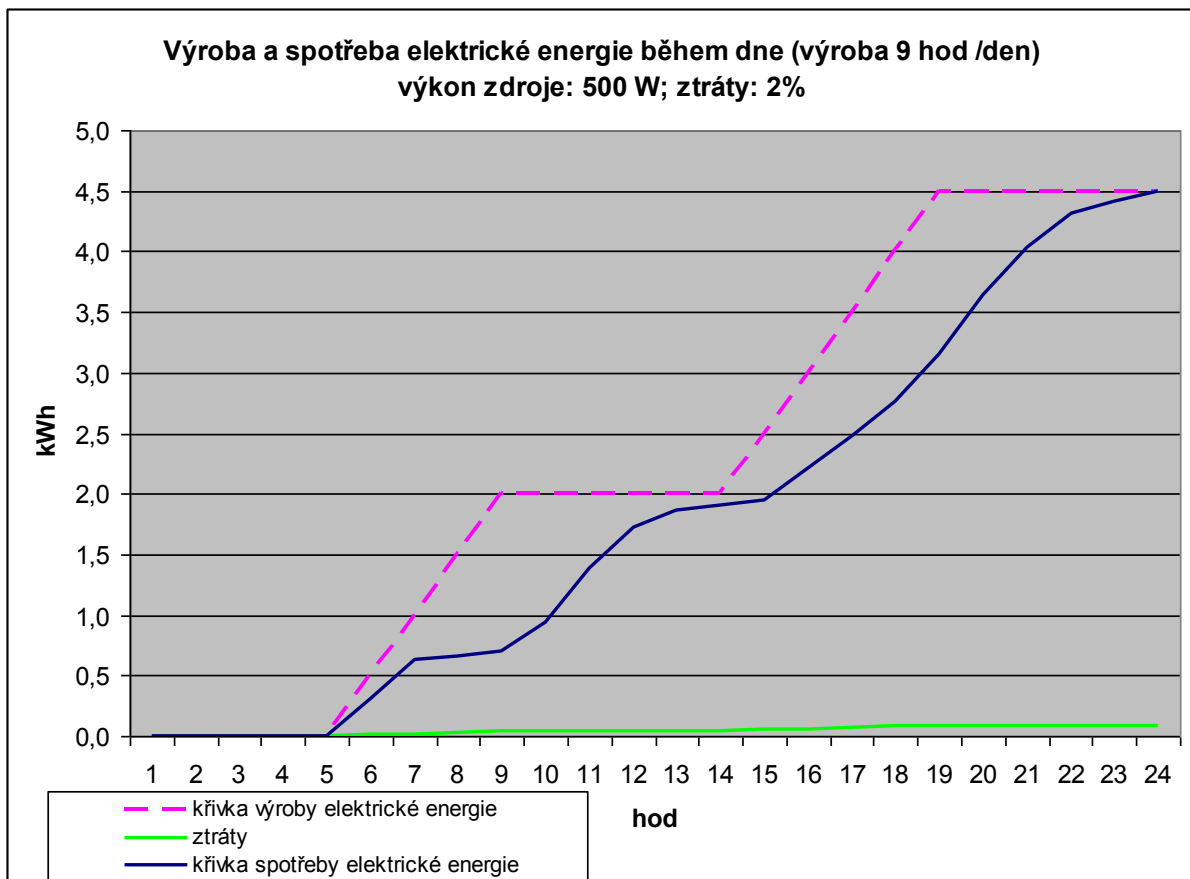
Obr. 4: křivky výroby a spotřeby – non-stop provoz, výkon zdroje 200W



Obr. 5: křivky výroby a spotřeby – provoz 15 hod. denně, výkon zdroje 300W



Obr. 6: křivky výroby a spotřeby – provoz 12 hod. denně, výkon zdroje 400W

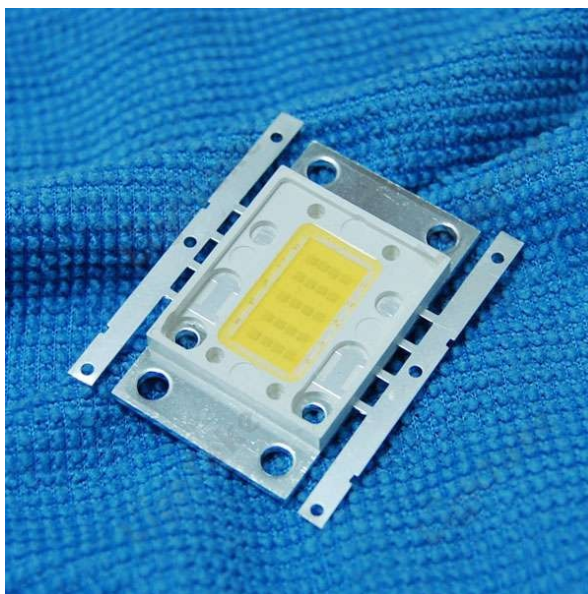


Obr. 7: křivky výroby a spotřeby – provoz 9 hod. denně, výkon zdroje 500W

Příklady nízkonapětového řešení plnohodnotného osvětlení domácnosti



Obr. 8: výkonná LED žárovka 12 V, teplá (studená) bílá, 145 až 160 lumenů (zdroj: www.ledeye.cz) – náhrada za 35 W klasické žárovky



Obr. 9: výkonová 20 W LED dioda 12V, teplá bílá, 1100 lumenů
(zdroj: www.hitechshop.cz) – nahradí cca klasickou 100 W wolframovou žárovku 230 V

Tabulka přepočtu snížení emisí fosilních paliv na životní prostředí

Níže uvedená tabulka představuje snížení emisí fosilních paliv na životní prostředí. Pro ilustraci je zde uveden předpokládaný výkon našeho zařízení 200 W, což při non - stop provozu činí za rok 1,752 MWh.

Zadané parametry:

výkon zařízení ... 200 W = 0,2 kW
počet hodin provozu za rok ... 8.760 hod (non - stop provoz)
vyrobené množství energie za rok ... 1.752 kWh = 1,752 MWh

	MWh
Spotřeba energie	1,752

Normové množství znečišťujících látek v kg/MWh						
typ znečišťující látky		kotel ZP	kotel dřevo	elektřina systémová	kotel HU pevný	kotel HU mostecké
tuhé látky	(kg/MWh)	0,002	3,34	0,093	2,54	2,01
SO ₂	(kg/MWh)	0,001	0,267	1,75	4,79	4,30
NO _x	(kg/MWh)	0,168	0,801	1,48	0,61	0,607
CO	(kg/MWh)	0,034	0,267	0,140	9,16	9,16
C _x H _y	(kg/MWh)	198,4	0,238	0,139	2,04	1,80
CO ₂	(kg/MWh)	198,4	0	1 161	357	357

Tabulka č.1 : normové množství znečišťujících látek

Množství znečišťujících látek v kg přepočtené na množství energie						
typ znečišťující látky		kotel ZP	kotel dřevo	elektřina systémová	kotel HU pevný	kotel HU mostecké
tuhé látky	kg	0,004	5,85	0,162	4,45	3,52
SO ₂	kg	0,002	0,468	3,06	8,40	7,54
NO _x	kg	0,294	1,404	2,60	1,07	1,064
CO	kg	0,059	0,468	0,246	16,04	16,04
C _x H _y	kg	347,6	0,417	0,244	3,57	3,16
CO ₂	kg	347,6	0	2 034	626	626

Tabulka č.2 : množství znečišťujících látek přepočtené na množství energie

Výše uvedená tabulka č.2 tedy uvádí množství znečišťujících látek, které nevypustíme do ovzduší díky tomu, že budeme elektrickou energii odebírat například z autobaterií, které nabíjíme pomocí parní elektrocentrály. Při konkrétní instalaci pak bude třeba vyhodnotit znečišťující látky, které vyprodukuje výroba páry pro parní motor. Tuto bilanci lze vylepšit například výrobou páry pomocí solární energie v letních měsících. Tato problematika je však na samostatnou práci.

Závěr

Doporučujeme, aby se každý zamyslel nad způsobem odběru elektrické energie. Pokud totiž naše spotřeba jen poroste, musí se to projevit v technických podmínkách, které se promítnou do ceny elektrické energie. Tato práce rozebírá jedno ze zajímavých řešení – výrobu elektrické energie pomocí parního motoru, kde lze odpadní teplo zpracovávat na ohřev teplé vody a vytápění. Jedná se vlastně o kombinovanou výrobu elektřiny a tepla, což je kogenerace, která je díky využití obou energií (tepelné a elektrické) mnohem účinnější než samotná výroba elektřiny. Tato práce měla ukázat, že není třeba k pokrytí potřeby běžné domácnosti velkých příkonů a tudíž velké zátěže elektrorozvodné sítě. Tato práce má ukázat, že stačí velmi malý zdroj elektrické energie, kterým je například naše parní elektrocentrála.

Také je třeba počítat s tím, že jsme v této práci použili parní elektrocentrálu jako jediný zdroj. Pro skutečnou domácnost bude mnohem výhodnější používat parní elektrocentrálu jako jeden ze zdrojů tzv. „energetického mixu“, který by byl tvořen například několika fotovoltaickými a fototermickými panely, elektrickým generátorem poháněným větrem a podobně. Domácnost nebo několik domácností by tak mohly pracovat v tzv. „ostrovním režimu“, tedy bez dodávky energií ze sítí nebo by tato jednotka mohla pracovat jako součást virtuální elektrárny nebo inteligentní sítě.

Seznam použitých zdrojů informací

[1] Internetové zdroje

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

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

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

[2] *David Kolář*: Ekologická parní elektrocentrála
Enersol 2011, StreTech 2011