

Příkon vybraných školních a domácích spotřebičů

RADIM KUSÁK, JANA VOMÁČKOVÁ

*Dvořákovo gymnázium a Střední odborná škola ekonomická,
Kralupy nad Vltavou*

Abstrakt

V rámci projektu e-VIM (výuka interaktivní moderní), jsme na naší škole začali používat moderní sondy a měřicí zařízení. Jedním z měřicích přístrojů je také Wattmetr Watts Up Pro, umožňující nejen měřit aktuální příkon zařízení, ale také tento příkon zaznamenávat do počítače. V tomto příspěvku se podíváme na průběhy příkonu vybraných zařízení – rychlovarné konvice, pračky, počítače a několika dalších.

Motivace

Naší hlavní motivací bylo podívat se na průběh příkonu v čase pro různé spotřebiče doma a v naší škole. Tento náš zájem sdíleli také další kolegové vyučující fyziku. Tato naše měření jsou primárně ukázkou toho, jak jednotlivé závislosti příkonu na čase spotřebičů vypadají – některé z nich byly opravdu velmi zajímavé.

Příkonem spotřebičů se již v minulosti věnovali i další autoři – J. Jermář v článku o účinnosti rychlovarné konvice [1], J. Reichl v článku o určování měrné tepelné kapacity pomocí rychlovarné konvice [2] a hlouběji taktéž J. Degro v článku „Experimentujeme s meračem spotřeby energie“ [3].

Zkoumané spotřebiče

Při našich měřeních jsme se podívali na několik spotřebičů elektrické energie:

- Ručně skládaný počítač s monitorem Dell E772p ve sborovně naší školy
- Pračka Whirlpool AWE 7729 při zkráceném režimu praní na 15 min
- Lednička Whirlpool WBE34132 během noci
- Žehlička Tefal FV 3820
- Nabíjení notebooku MacBook Pro 2010 13’’
- Rychlovarná konvice Tefal BF 6120 Vitesse

Nezkoumali jsme samozřejmě všechny dostupné spotřebiče, které můžeme nalézt doma a ve škole. Chtěli jsme tím dát možnost i našim studentům, aby se také i oni podívali na spotřebu různých spotřebičů a případně zkoumali některé spotřebiče hlouběji v rámci studentských projektů. Zajímavým tématem takových projektů je např. příkon různých žárovek, případně zkoumání, jak se nabíjejí různé baterky notebooků.

Wattmetr

Při našich měřeních jsme využívali wattmetr – WattsUp Pro International Model, dostupný např. na stránkách [4]. Data z wattmetru jsme zaznamenávali pomocí programu LoggerPro. Wattmetr měří efektivní hodnoty proudu a napětí, vzorkovací frekvence wattmetru byla u všech měření 1 s.



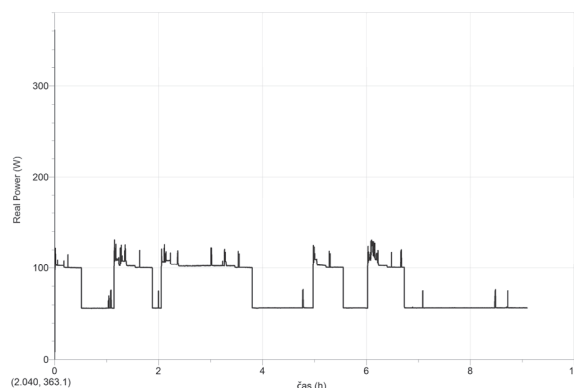
Obr. 1. Wattmetr - WattsUp Pro International Model.

Jednotlivá měření

Počítač ve sborovně

Nejprve se podívejme na měření příkonu počítače ve sborovně naší školy – měření probíhalo celý den, jen se učitelům nic neřeklo (naši snahou byl slepý experiment, ale notebook s wattmetrem byl kousek vidět pod stolem, což mohlo naše měření ovlivnit). Na grafu je vidět, že maximum příkonu bylo na počátku měření a odpovídalo hodnotě 361 W. Poté počítač i s monitorem snížil svou spotřebu na cca 100 W.

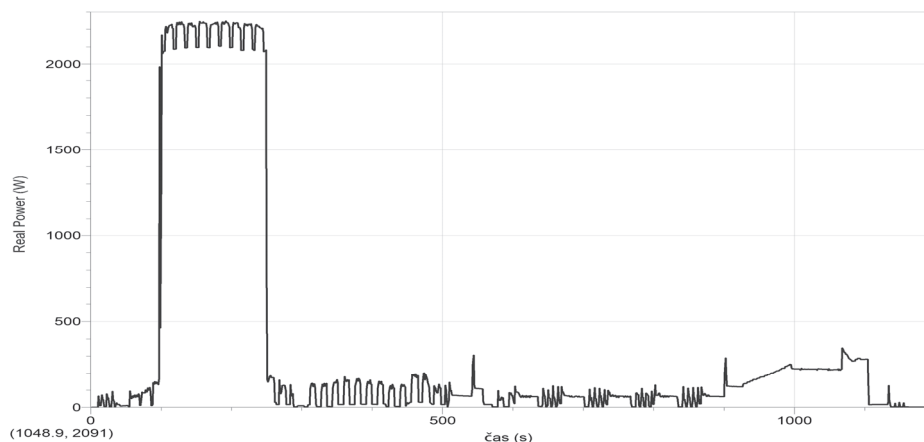
Při přepnutí monitoru do úsporného režimu se spotřeba snížila na 59,6 W. Samostatný příkon monitoru činí 48,6 W a počítače 58,4 W (měřeno při dalším měření). Toto měření není jen o demonstraci spotřeby počítače, ale z praktického hlediska dává škole informaci, kdy se na počítači pracuje a jak dlouho (s přihlédnutím doby, než monitor přejde do úsporného režimu). Celková spotřeba za 9 h provozu činila 0,714 kWh, průměrný příkon 79 W.



Pračka při zkráceném režimu praní

Jako dalšího zástupce elektrických spotřebičů jsme zvolili pračku Whirlpool AWE 7729. Podíváme-li se do příručky pračky (viz [5]), zjistíme, že spotřeba pro režim praní 15 min je 0,15 kWh. Tento režim je ideální na rychlé praní lehce špinavého prádla. Zajímavé na zaznamenaném grafu je, že největší spotřebu má pračka během

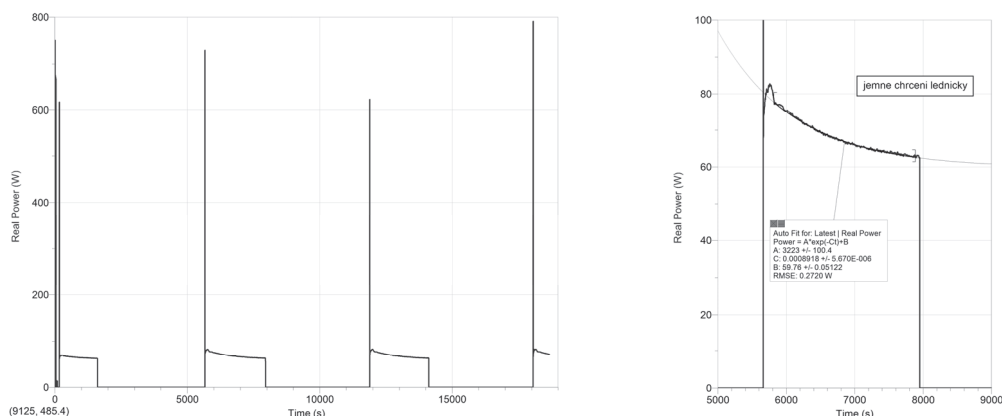
zahřívání vody pro praní. Pro řádovou představu, ohřev představuje příkon přibližně 2,2 kW, otáčení bubny 100 W, napouštění a vypouštění vody 50 W a odstředování 230 W. Námi zjištěná celková spotřeba 117 Wh.



Obr. 2. Průběh příkonu pračky.

Lednička během noci

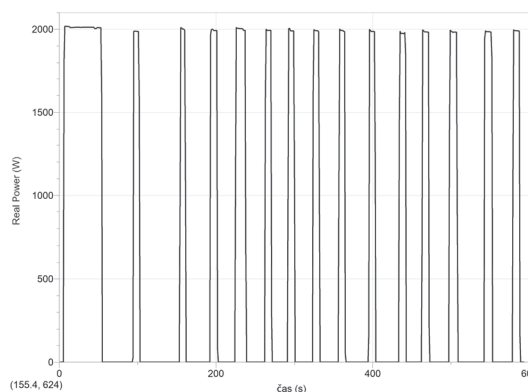
Dalším z elektrických spotřebičů, které jsme zkoumali, byla lednice (s mrazákem) typ Whirlpool WBE34132. Asi i z vlastní zkušenosti bychom očekávali, že se lednička bude v pravidelných intervalech zapínat. Z grafu je vidět několik zajímavých jevů. První je, že vždy na počátku spuštění kompresoru vzroste příkon na stovky wattů a následně klesne na hodnotu odpovídající přibližně 80 W, při kterém začne být slyšet jemné „chrčení“ ledničky. Další zajímavostí pro nás bylo podívat se na funkční závislost příkonu během „chrčení“. Naše hypotéza je, že se jedná o exponenciální pokles + konstanta (bude blíže ověřeno jedním ze studentských projektů). Jen pro srovnání při otevření ledničky stoupne příkon o 14,1 W – odpovídá rozsvícení žárovky v ledničce. Celková spotřeba za celou dobu měření (5 h a 11 min) činí 132 Wh, průměrný příkon odpovídá hodnotě 25,4 W. Převědeme-li naše údaje na denní spotřebu, dostáváme údaj 0,61kWh, který přesně odpovídá údajům výrobce na ledničce.



Obr. 3. Průběh příkonu lednice (s mrazákem) – vlevo delší časová škála, vpravo kratší časová škála s exponenciálním fitem.

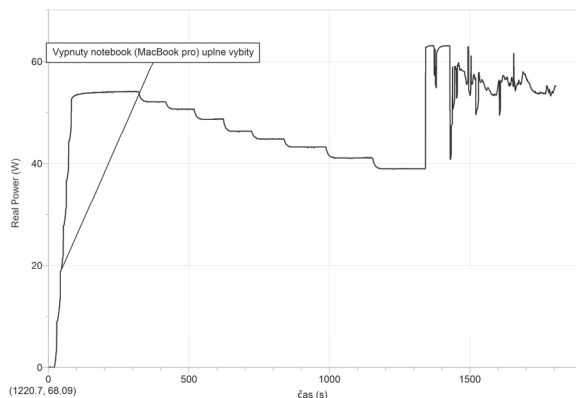
Žehlička

Spotřebičem s relativně jednoduchou závislostí je žehlička (v našem případě jsme použili parní žehličku Tefal FV 3820). Zde stojí za zmínku první „velký zub“, který odpovídá zahřátí žehličky na provozní teplotu, následně se „zuby“ přibližně pravidelně opakují – graf popisuje zapínání termostatu žehličky. Celková spotřeba za dobu měření (10 min) činí 94 Wh. Průměrný příkon odpovídá hodnotě 569 W.



Nabíjení notebooku

Velmi zajímavou závislostí je nabíjení notebooku. V našem případě jsme nabíjeli z úplného vybití MacBook Pro 2010. Rozhodně stojí za zmínku, že graf nabíjení se liší, pokud je notebook vypnutý – viz část grafu se „schody“ a nabíjení notebooku při práci na počítači ve zbývající části. Zvýšení příkonu v čase odpovídá zapnutí displeje notebooku. „Schody“ v grafu by podle naší hypotézy měly odpovídat softwarovému řešení způsobu nabíjení baterie a nabíjení jednotlivých částí baterie notebooku. Celková spotřeba „schodů“ odpovídá hodnotě 16,5 Wh, průměrný příkon 44,8 W.



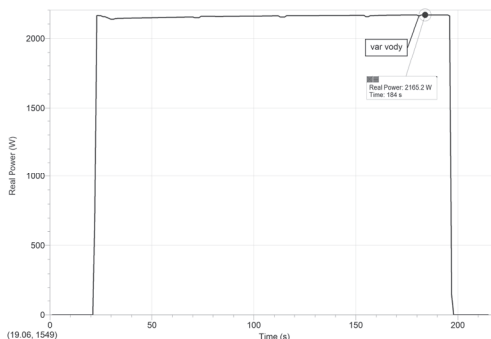
Obr. 4. Průběh příkonu při nabíjení notebooku MacBook Pro 2010.

Rychlovarná konvice

Posledním reprezentantem elektrických spotřebičů se pro nás stala rychlovarná konvice Tefal Vitesse. Jak je vidět z grafu, neděje se při ohřevu téměř nic zajímavého – příkon konvice téměř okamžitě skočí na údaj 2170 W a tato hodnota zůstává po dobu ohřevu vody téměř beze změn. Porovnáme-li tuto hodnotu s hodnotou na rychlovarné konvici, která udává 2000–2400 W, vidíme, že jsme ve shodě.

Tato hodnota může být ale užitečná, pokud máme k dispozici i časovou závislost teploty vody na čase a hmotnost vody – můžeme tento údaj využít k odhadu měrné tepelné kapacity vody a latentního tepla pomocí zákona zachování energie (a uvažujeme-li účinnost rychlovarné konvice 1, případně můžeme účinnost se stu-

denty odhadnout). Měření měrné tepelné kapacity tímto způsobem už dříve prováděl J. Reichl v [2], laboratorní práce i s postupem určení latentních tepel bude dostupná na stránkách našeho projektu [6]. Celková spotřeba po dobu našeho měření odpovídá hodnotě 0,10 kWh.



Obr. 5. Průběh příkonu při ohřevu vody v rychlovarné konvici.

Poznámky na závěr

Pro studenty mohou být tyto grafy příkonu užitečné k novému pohledu na funkční závislosti a fyzikální děje. Co se týká praktické stránky, je dobré zmínit, že plocha pod křivkou odpovídá spotřebě, kterou při využívání elektrických spotřebičů studenti zaplatí z rodinného rozpočtu. Pro názornost je také užitečné zmínit cenu elektřiny za rok 2012, která je přibližně 4,75 Kč za kWh (zdroj [7]).

Poděkování

Na tomto místě bychom chtěli poděkovat za možnost realizovat přírodovědný projekt e-VIM (výuka interaktivní moderní, CZ.1.07/1.1.06/03.0057), probíhající na Dvořákově gymnáziu a Střední odborné škole ekonomické, Kralupy nad Vltavou. Tento projekt je financován Evropským sociálním fondem a rozpočtem České republiky. Materiály z tohoto projektu jsou dostupné na stránkách [6].



Literatura

- [1] <http://fyzweb.cz/clanky/index.php?id=132>
- [2] http://jreichl.com/fyzika/vernier/teplota_c_vody.pdf
- [3] <http://vnuf.cz/sbornik/prispevky/13-04-Degro.html>
- [4] <http://www.vernier.cz/produkty/podrobne-informace/kod/WU-PRO-I>
- [5] http://www.whirlpool.cz/data/blob-rename/priloha-application_pdf-prirucka-AWE7729.pdf/
- [6] <http://evim.cfme.net/>
- [7] <http://www.cenyenergie.cz/ceny-elektřiny-2012-za-kwh-az-o-3-vice.aspx>