

ŠKOLSKÉ EXPERIMENTY S MERAČOM SPOTREBY ENERGIE

JÁN DEGRO

Prírodovedecká fakulta, Univerzita P. J. Šafaríka v Košiciach

Abstrakt: V príspevku je popísaný súbor námetov na jednoduché experimenty s meračom spotreby energie napr. Koľko energie spotrebujeme, Koľko platíme za elektrickú energiu, „Najhladnejší“ spotrebič, Šetríme alebo plytváme? Režim stand by, Energetická náročnosť domácnosti a pod. Úlohy sú vhodné pre žiakov stredných a druhého stupňa základných škôl

Kľúčové slová: experiment, environmentálne vzdelávanie

Úvod

Ak chceme ukázať súvislosť medzi fyzikou a každodenným životom v tematickom celku Elektrina, môžeme so žiakmi diskutovať nasledovné témy resp. otázky napr.: Viete, ktorý spotrebič u vás doma spotrebuje najviac energie za mesiac? Viete, koľko energie spotrebujú jednotlivé domáce spotrebiče počas jedného použitia? Viete, akú spotrebu energie majú spotrebiče, ktoré používate vo svojej detskej izbe? Viete, koľko elektrickej energie spotrebuje vaša rodina za mesiac, rok? Viete, koľko zaplatila vaša rodina za elektrinu v predošlom roku? Viete, koľko platíte mesačný predavok za elektrinu? Čo si myslíte: šetríte doma elektrickú energiu? Viete, kde sa nachádza vo vašom dome, resp. byte merač spotreby elektrickej energie? Odčítavali ste už niekedy spotrebu elektrickej energie? V akých jednotkách to bolo? Poznáte jednotkovú cenu za elektrickú energiu? Ako by ste zistili cenu elektrickej energie a domácu spotrebu? Realizácia uvedených námetov na diskusiu bude oveľa motivujúcejšia ak ju doplníme o environmentálne experimenty, ktoré umožnia samostatnú aktívnu prácu žiakov. Medzi takéto experimenty možno zaradiť experimenty s meračmi spotreby energie. Cieľom tohto príspevku je predstaviť brožúrku s názvom Školské experimenty s meračmi spotreby energie (Degro, 2006), ktorá obsahuje námety na aktívnu prácu žiaka.

Merače spotreby energie

Spotrebu energie v bytových jednotkách meriame prístrojom, ktorý sa volá elektromer. Jeden z druhov elektromerov, ktoré sa dnes nachádzajú v bytovkách a domoch, je na obr.1. Elektromer zaznamenáva spotrebu elektrického prúdu, a teda aj elektrickú prácu v kilowatthodinách (kWh). Stručne, ale nesprávne hovoríme o spotrebe elektrického prúdu v „kilowatt hodinách“ a elektromer nazývame „elektrické hodiny“. Spotreba elektrického prúdu (správne elektrickej práce, energie) za mesiac resp. rok sa vypočíta tak, že sa od hodnoty údajov elektromeru v určitom mesiaci odčíta údaj elektromeru z predošlého mesiaca resp. roka.



Obr.1 Elektromer

Základnou súčasťou elektromeru je malý „elektromotorček“, ktorého rýchlosť otáčania sa mení v závislosti na veľkosti prechádzajúceho prúdu. Čím väčší prúd prechádza elektromerom, tým rýchlejšie sa stáča elektromotorček a teda aj kotúč pod číselníkom elektromera (žiaci sa môžu o tom presvedčiť doma zapínaním rôznych spotrebičov). Počet otáčok zaznamenáva počítadlo elektromeru. Počítadlo je zostrojené z úzkych valčekov s vyznačenými číslami, ktoré v štyroch čiernych poliach udávajú jednotky, desiatky, stovky a tisícky spotrebovaných kilowatthodín a v jednom, niekedy dvoch červených poliach vpravo desatiny a stotiny kilowatthodiny. Posledný dielik je rozdelený na menšie dieliky, tie predstavujú spotrebu tisíciny kilowatthodiny alebo jednej watthodiny (pri dvoch červených poliach).

Pre meranie spotreby elektrickej energie v experimentoch, ktoré navrhujeme, by bolo použitie bytového elektromera trochu nepraktické (napr. nikto nesmie používať spotrebiče počas vašich experimentov, elektromer je na chodbe, v domoch je vonku v rozvodnej skrini). Preto navrhuje pre experimenty použiť prístroje Energy Check 3000 (obr.2) a Energy Logger 3500 (obr.3) (resp. iné dostupné. Vyhnite sa veľmi lacným prístrojom, sú poruchové a okrem toho nemerajú režim standby, často merajú až od 5 až 6W).



Obr.2 Energy Check 3000



Obr.3 Energy Logger 3500

Merací prístroj Energy Check 3000 (EC 3000) je určený pre meranie príkonu a spotreby elektrických spotrebičov (Conrad Electronic, 2006). Prístroj vypočíta aj cenu spotrebovanej energie, ak mu zadáte platnú tarifu. Zadať možno dve tarify I a II (tarifa – cena za jednu kilowatthodinu napr. 0,25 Euro/kWh). Všetky merané údaje sa zobrazujú na displeji. Merací rozsah EC 3000 je od 1,5 W do max. 3000W. EC 3000 je napájaný striedavým napätím 230V a pracuje bez batérii. Ukladanie údajov ja realizuje pomocou pamäte EPROM, preto údaje ostanú i pri výpadku napájania zachované. Manipulácia s prístrojom je jednoduchá, pomocou troch tlačidiel.

Merací prístroj Energy Logger 3500 (EL 3500) zobrazuje na prehľadnom displeji všetky dostupné údaje pre daný spotrebič: napätie (V), prúd (A), frekvenciu siete (Hz), typ spotrebiča (odporová resp. kapacitná záťaž), činný výkon (W), zdanlivý výkon (VA), činiteľ výkonu ($\cos \phi$), celkovú spotrebu energie (kWh), náklady (cena podľa zadanej tarify I alebo II - cost), dobu záznamu (REC-time), prevádzková doba (On-time), rozpočet nákladov na mesiac a na rok, zobrazenie času a dátumu a zobrazenie veľkosti pamäte (Conrad Electronic, 2007).

Merací prístroj má jednu internú pamäť pre uloženie dát s kapacitou až do 6 mesiacov. Na displeji sa zobrazuje údaj o voľnom mieste v %. Ak klesne táto hodnota na 2% začne zobrazenie MEM blikať. Vtedy je treba data vymazať, alebo preniesť na SD kartu (prístroj má bočný port pre CD kartu). Kapacita pamäti SD karty má byť najmenej 512 MB, max. 2GB, odporúča sa 1GB.

Pred prvým uvedením prístroja do prevádzky je potrebné vložiť do meracieho prístroja udržiavaciu batériu (je priložená pri zakúpení). Prístroj sa ovláda jednoducho, intuitívne pomocou štyroch tlačidiel.

K prístroju EL3500 sa dodáva aj software na CD. Program sa nazýva EnergyLogger Viewer, pomocou ktorého môžeme nielen prezerať namerané údaje na SD karte, ale aj zobrazovať časové závislosti merania spotreby pre jednotlivé spotrebiče a pod. Možno pohodlne meniť mierku grafov. Merané údaje a zobrazené grafy možno uložiť na disk počítača. Grafy možno v prípade potreby aj vytlačiť. Grafy zobrazené na monitore počítača resp. vytlačené možno použiť pri aktivite čítanie z grafov. Inštalácia programu je jednoduchá. Spustením príkazy setup.exe sa program nainštaluje a tiež vytvorí ikonu na ploche pomocou ktorej sa spúšťa program. Program možno spustiť aj z príslušného adresára príkazom EnergyLoggerViewer.exe.

Charakteristika brožúrky

Brožúrka obsahuje návody a námety na environmentálne experimenty s meračmi spotreby energie pre rozvoj aktívnej a samostatnej práce žiaka. Keďže obsah brožúrky presahuje rámec tejto publikácie, budeme brožúru iba stručne charakterizovať. Jednotlivé návody (celú brožúru) možno nájsť na URL adrese:

<http://exphys.science.upjs.sk/degro/pokus/pokusy.html>

Jednotlivé kapitoly brožúry sú na webe uvedené ako samostatné súbory sú vo formáte pdf (na požiadanie zašleme aj doc formát). Zaujemca si tak môže stiahnuť buď len vybrané úlohy o ktoré má záujem, alebo vytlačí si všetko a zviaže do brožúry.

Úlohy možno rozdeliť do troch hlavných skupín:

- Prvú skupinu tvoria úlohy, ktoré sa zaoberajú tým, koľko elektrickej energie spotrebujeme v domácnosti resp. koľko spotrebujú jednotlivé spotrebiče počas prevádzky alebo v režime standby.
- Druhú skupinu tvoria úlohy, ktoré sa zaoberajú tým, koľko zaplatíme za elektrickú energiu, teda nákladmi. Patria sem aj námety na prácu s faktúrou za elektrinu.
- Do tretej skupiny patria úlohy, ktoré sa zaoberajú energetickou účinnosťou domácnosti. Žiaci majú na základe vlastných meraní navrhnúť úsporné opatrenia. Žiaci v tejto časti musia, na základe vlastných meraní, zhodnotiť situáciu u nich doma a zaujať stanovisko, či šetria elektrickou energiou alebo nie.

Štruktúra každého pracovného listu je nasledovná: Motivácia, Teória, Pomôcky, Realizácia experimentu, Analýza výsledkov.

Motivácia ukazuje na súvislosť témy s bežným životom žiaka. Teória obsahuje iba nevyhnutné poznatky pre daný experiment. Počas aktivít nazvaných Realizácia experimentu a Analýza výsledkov žiak robí odhad, realizuje merania, porovnáva namerané hodnoty so svojím odhadom, analyzuje namerané údaje, hodnotí situáciu, navrhuje riešenia, diskutuje s okolím, prezentuje svoj názor. Tieto aktivity vedú k rozvoju kľúčových kompetencií žiaka potrebných pre jeho budúci život.

Ukážka analýzy výsledkov 1:

- Porovnajete váš odhad príkonu s experimentálnou hodnotou pre každý spotrebič.
- Na prázdne miesto napíšete spotrebiče s najväčšou a najmenšou spotrebou elektriny: Najviac elektriny spotrebuje.....
Najmenej elektriny spotrebuje.....
- Analyzujete situáciu v spotrebe elektrickej energie u vás doma a navrhnete úsporné opatrenia.
- Diskutujete situáciu nielen s učiteľom v škole, ale aj s členmi vašej rodiny.

Ukážka analýzy výsledkov 2:

- Analyzujte namerané a vypočítané hodnoty z hľadiska spotreby energie a ceny. Na základe analýzy vyslovte svoj názor na energetickú náročnosť vašej domácnosti.
- Na základe analýzy aktuálnych katalógov domácich spotrebičov (vypýtajte si ich v obchodoch) a vašich meraní, zhodnoťte vaše domáce spotrebiče z hľadiska úspornosti. Navrhnite harmonogram výmeny starých spotrebičov za nové úsporné.
- Výsledky analýzy meraní a harmonogram výmeny spotrebičov diskutujte v skupinách, s učiteľom a rodičmi.

Experimentálne výsledky

Na tomto mieste uvedieme iba vybrané experimentálne výsledky študentov. Ostatné budú prezentované postupne na URL adrese uvedenej vyššie.

Tab1. Skrytý „požierač“ energie: Pohotovostný režim - standby

Spotrebič	Príkion (W) standby	Spotreba energie (kWh/rok)	Výška nákladov (SK/rok)
Televízor Orava	7	61	256
Veža Panasonic	s hodinami 12 bez hodín 0,4	105 3,5	441 15
Scanner Cannon	1,25	11	46
Tlačiareň HP atramentová	4	35	147
PC + 14 palcový CRT Monitor	15	131	550
			1445,- SK

Tab.2 Príkion: PC zostava s CRT monitorom vs. Notebook

	Standby (W)	Zapnutý (W)	Úsporný režim (W)
PC zostava	8,7	120	60
Notebook HP	2,4	25	2,4
Notebook HP, externý LCD monitor	4,7	57	5,5

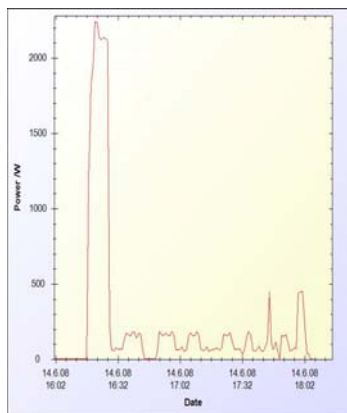
Tab.3 Jedno pranie

Spotreba energie	0,536 kWh
Náklady - Cena	2,3 SK
Doba prania	1,20 hod

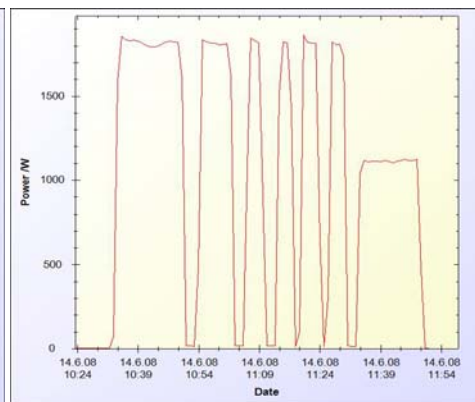
Tab.4 Pečenie dvoch koláčov

Spotreba energie	1,561 kWh
Náklady - Cena	6,5 SK
Doba pečenia	1,28 hod

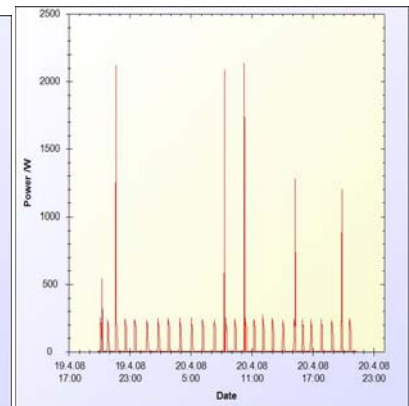
Na obrázkoch č. 4, 5, 6 sú zobrazené grafy závislosti príkonu od času, namerané počas prevádzky práčky (obr. 4), elektrického sporáku (obr. 5), chladničky a mikrovlnky (obr. 6). Grafy boli vytvorené v programe EnergyLogger Viewer.



Obr.4 Závislosť príkonu od času počas prania



Obr.5 Závislosť príkonu od času počas pečenia koláča



Obr.6 Závislosť príkonu od času pre chladničku a mikrovlnku.

Záver

Realizáciou uvedených experimentov ukážeme nielen na priamu spojitosť fyziky s praktickým životom, ale tiež posilníme environmentálne myslenie žiakov.

Grafické závislosti príkonu od času, z prístroja ECL3500, prispievajú k rozvoju medzi predmetových vzťahov matematika a fyzika a to pri aktivitách čítanie grafov, napr. určenie maximálneho príkonu spotrebiča, určenie spotreby energie wathhodinách, resp. kWh., určenie príkonu pri jednotlivých činnostiach spotrebiča.

Podakovanie

Príspevok bol vypracovaný v rámci projektu KEGA 3/5272/07.

Literatúra

- [1] Degro, Ján. 2008. Školské experimenty s meračmi spotreby energie. PF UPJŠ Košice, 2008.
- [2] Conrad Electronic. 2006. Energy Check 3000, Návod k obsluhu, Bratislava, 2006.
- [3] Conrad Electronic. 2007. Energy Logger 3500, Návod k obsluhu Bratislava, 2007.
- [4] <http://exphys.science.upjs.sk/degro/pokus/pokusy.html>

Adresa autora

doc. RNDr. Ján Degro, CSc.
 Ústav fyzikálnych vied
 Prírodovedecká fakulta
 UPJŠ Košice
 Park Angelinum 9
 041 54 Košice
 Email: jan.degro@upjs.sk