



## ANALYZÁTOR MOŽNOSTÍ ÚSPOR ELEKTRICKEJ ENERGIE S POUŽITÍM PC

### ANALYZER OF THE ELECTRIC POWER SAVINGS POSSIBILITIES WITH PC

BYSTRIANSKY Pavol – MINÁRIK Ján

#### **Abstrakt**

Analýza spotreby elektrickej energie v podnikoch musí vychádzať z nameraných hodnôt štvrťhodinových výkonov počas dňa, t.j.z denného diagramu zaťaženia. Z týchto hodnôt sú pre reguláciu spotreby elektrickej energie dôležité hodnoty maximálnych dosiahnutých štvrťhodinových výkonov spolu s časovým údajom ich výskytu. Analýzou diagramu zaťaženia možno zistiť, v ktorých časových úsekoch hrozí prekročenie stanoveného maxima. Vhodným analyzátorom je možné ušetriť nezanedbateľné množstvo financií za elektrinu v podniku.

**Kľúčové slová:** elektrická energia, analýza spotreby elektrickej energie, infračervený snímač, denný diagram zaťaženia

#### **Úvod**

Primárne energetické zdroje, ktoré v súčasnosti využívame v dominantnej miere pri výrobe tepelnej energie, elektrickej energie a ako palivá pre motorové vozidlá, majú svoj pôvod prevažne vo fosílnych palivách. Uhlie, ropa a zemný plyn sú práve takýmito palivami. Fosílna palivá zaradujeme medzi vyčerpatel'né zdroje energie. Ich vyčerpatel'nosť spolu s negatívnymi dopadmi ich spaľovania na životné prostredie sú hlavnými faktormi neustáleho vzrastu ich cien, ktoré nútia podniky i domácnosti hľadať všetky možnosti úspor v spotrebe energie.

Paralelnou možnosťou je širšia aplikácia obnovitel'ných zdrojov energie v praxi. Obnovitel'né zdroje energie domáceho pôvodu sú perspektívne energetické zdroje, osobitne energia vody, solárna energia, biomasa a geotermálna energia, s minimálnym dopadom na životné prostredie. Ich väčšiemu využívaniu zatiaľ bránia vysoké investičné náklady a s tým súvisiaca dlhá návratnosť.

Predmetom príspevku je návrh technického a programového vybavenia na analýzu možností spotreby elektrickej energie v podnikoch kategórie A a B (kategorizácia odberateľov elektrickej energie podľa Úradu pre reguláciu sieťových odvetví a v zmysle cenníkov elektrickej energie).

#### **Materiál a metódy**

Mnohé podniky a firmy, medzi nimi aj poľnohospodárske a potravinárske, sa najmä v posledných rokoch čoraz viac zameriavajú na hodnotenie energetickej náročnosti svojej ekonomiky. Táto je často veľmi vysoká v porovnaní so zahraničnou konkurenciou. Pri takomto hodnotení vedúci pracovníci podniku často nepoznajú konkrétne objektívne údaje o spotrebe energie a energetickej náročnosti v ich podniku. Jedinou cestou k skutočnému obmedzovaniu energetickej náročnosti je poznanie reálneho stavu v každom subjekte.

---



Medzi energeticky najnáročnejšie úseky *rastlinnej výroby* patrí spracovanie pôdy. Významné postavenie v spotrebe energie majú tiež závlahy. Napriek značnej spotrebe elektrickej energie je pestovanie plodín pod závlahou vysoko efektívne, a to predovšetkým v spojitosti s priemyslovými hnojivami, čím sa výrazne zvýši prirodzená efektívnosť pôdy.

V *živočíšnej výrobe* pri zvyšovaní koncentrácie hospodárskych zvierat dochádza k zvyšovaniu spotreby palív a energie vplyvom zväčšovania prepravných vzdialeností, prevádzkovaním technologických zariadení, klimatizácie, osvetlenia, vykurovania priestorov a pod. Značné úspory energie je možné dosiahnuť pri zmene ustajnenia dojníc. Pri väznom ustajnení dojníc dochádza nielen k úsporám krmív, ale použitím potrubného dojacieho zariadenia sa zníži spotreba energie na dojenie.

Tabuľka 1: Štruktúra spotreby elektrickej energie v poľnohospodárstve

Typ výroby	Spotreba elektrickej energie (%)
živočíšna	45
rastlinná	35
doprava a sušenie	14
osvetlenie objektov	6

Poľnohospodárske podniky patria medzi odberateľov elektrickej energie kategórie B (X2), ktorí sú pripojení na sieť vysokého napätia od 1 kV do 52 kV. Spotrebitelia energie v tejto kategórii platia za *výkon* meraný v štvrt' hodinových časových intervaloch, za spotrebovanú *energiu*, za *prenos* energie a za *systemové služby*. Časový priebeh spotreby energie počas dňa môže byť ľubovoľný, ale jej celkové množstvo nesmie prekročiť rezervovanú hodnotu. Táto hodnota je zmluvne dohodnutá, rovnako ako technické maximum výkonu v cenníku tarifného produktu *AdaptPower* Západoslvenskej energetiky, a.s. (jeden z cenníkov platný v SR od 1.1.2005).

Regulácia spotreby elektrickej energie na strane odberateľa je problémom ekonomickým, organizačným a technickým (tarify, plánovanie, zmluvné hodnoty, prirážky a pokuty). Bez technických prostriedkov možno však spotrebu racionalizovať len do určitej miery. Najspoľahlivejšou a najúčinnějšíou cestou k rovnomernej spotrebe je inštalácia kvalitného regulátora spotreby. Proces spotreby elektrickej energie je natoľko zložitý a časovo premenlivý, že bez jeho detailnej znalosti nemožno zaistiť kvalifikované použitie regulátora spotreby a jeho optimálne nastavenie. Rozhodnutiu o výbere optimálneho regulátora a jeho inštalácii by mala predchádzať dôkladná *analýza spotreby*, opierajúca sa o výsledky dlhodobého merania (energetický audit) a o dlhodobé skúsenosti. (HRUBÝ – KRČULA, 1998). Na tento účel môže slúžiť navrhnutý analyzátor spotreby elektrickej energie.

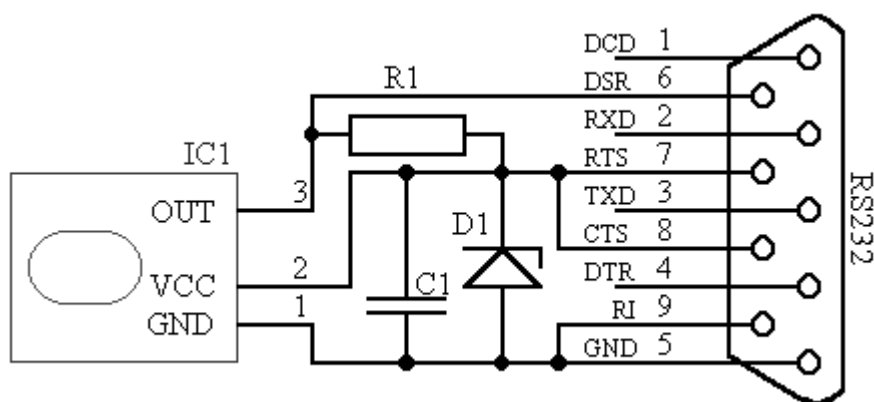
## Výsledky a diskusia

Pri analýze spotreby volíme nasledovný postup :

1. Zistíme informácie o fakturačnom elektromeri na predmetnom mieste spotreby.
2. Zostrojíme *infračervený (IR) snímač* impulzov generovaných elektromerom.
3. Inštalujeme snímač k elektromeru a odladíme program na záznam impulzov do PC.
4. Namerané údaje prenesieme do nadradeného počítača.
5. Vytvoríme program na vyhodnotenie údajov a vytvorenie grafu denného diagramu zaťaženia (DDZ) z nameraných údajov. Vypočítame hodnoty celkovej spotreby elektrickej

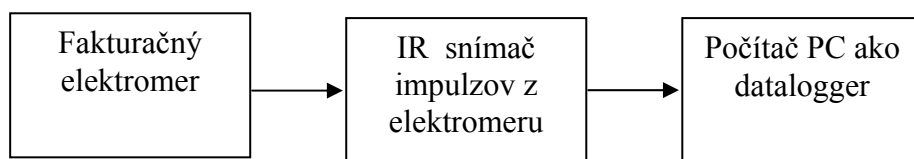
energie za deň, maximálneho štvrt hodinového výkonu počas dňa, stredného výkonu, doby využitia maxima a zaťažovateľa.

Počas realizácie merania a analýzy sledovaným miestom bol fakturačný elektromer Siemens 7ED62 43-3CA124BA1 pre polopriame zapojenie na jednom z odberných miest SPU v Nitre. Bol zostrojený a odladený snímač infračervených impulzov. Snímač bol navrhnutý a nastavený tak, aby nesnímal rušivé signály. Je to výhodnejšie riešenie oproti snímaču červených impulzov z hľadiska vyššej odolnosti voči rušivým svetelným impulzom z okolia. Ďalšou výhodou je bezkontaktné snímanie infračervených impulzov bez akéhokoľvek zasahovania do fakturačného elektromeru. Snímač sa skladá z integrovaného obvodu IC1, troch súčiastok D1, C1, R1 určených na tvarovanie elektrických impulzov a nastavenie citlivosti a z konektoru (obr. 1). Jeho výroba je jednoduchá a finančne nenáročná.



Obrázok 1 Schéma zapojenia IR snímača na snímanie a impulzov

Bloková schéma systému snímania a záznamu počtu impulzov v jednotlivých štvrt hodinách je na obr. 2.

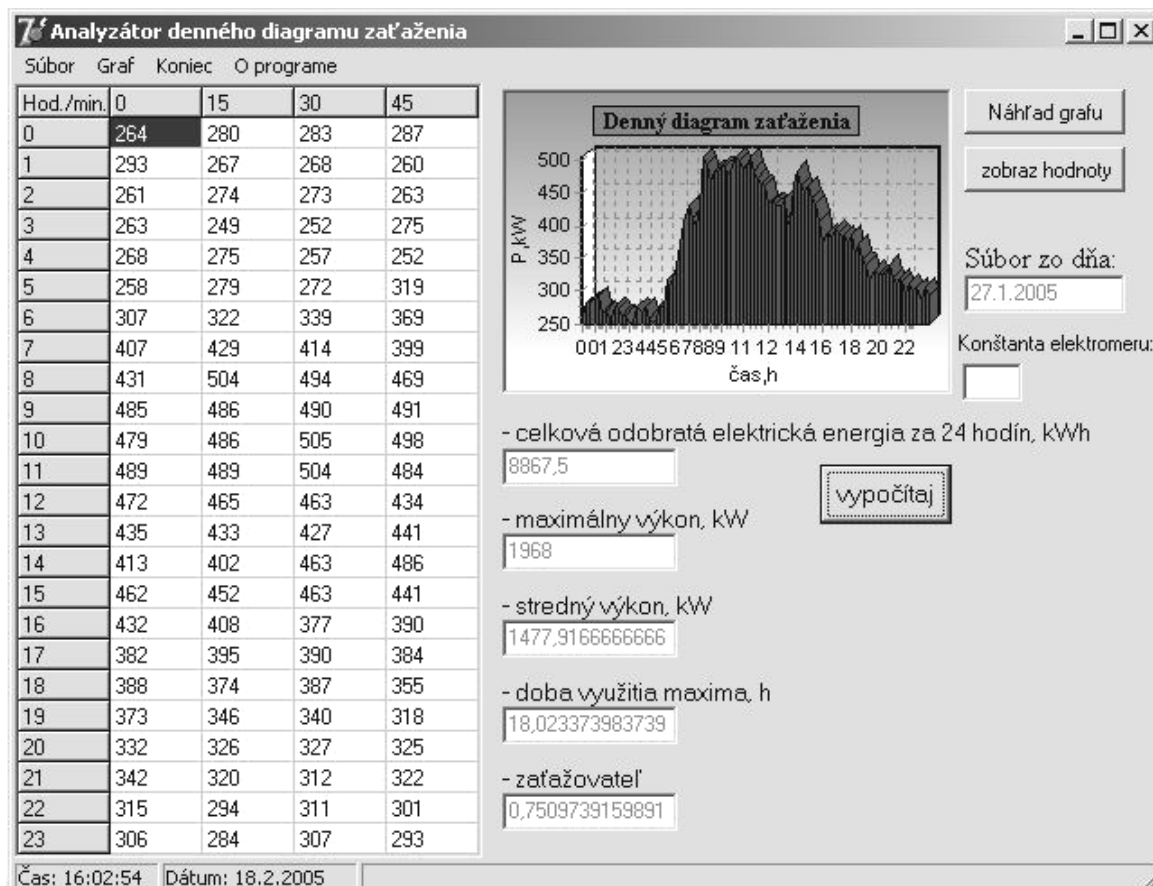


Obrázok 2 Blokovaná schéma snímania impulzov

Snímač bol nainštalovaný na elektromer bez zásahu do elektromeru a pripojený pomocou sériového portu k počítaču. Požiadavky na počítač sú minimálne. Dá sa použiť aj starší funkčný počítač s operačným systémom DOS. Počítač musí byť umiestnený pri meranom elektromere.

Program, vytvorený v programovacom jazyku Borland Pascal 7, bol skompilovaný do spustiteľného súboru. Tento program vytvára dátové súbory, do ktorých ukladá počty zaznamenaných impulzov po jednotlivých štvrt hodinách. Názvy súborov sú odvodené z dátumu dňa, v ktorom boli vytvorené. Ukončenie alebo prerušenie behu programu je možné kedykoľvek stlačením ľubovoľného klávesu. Súbory vytvorené z nameraných impulzov sú ukladané do vopred nastaveného adresára. Súbory z adresára možno nahráť na disketu. Po tomto zálohovaní môže program pokračovať v načítavaní impulzov.

Na spracovanie dátových súborov zo snímacieho počítača bol vytvorený program v programovacom jazyku Borland Delphi 7. Po skompilovaní je spustiteľný na všetkých počítačoch s operačným systémom Windows 98 a vyšším. Ukážka užívateľského prostredia programu je na obr. 3.



Obrázok 3 Užívateľské programové prostredie programu vytvoreného v jazyku Delphi

Po spustení programu sa v hornom roletovom menu Súbor vyberie položka Otvoriť. Po načítaní zvoleného súboru sa zobrazia v tabuľke namerané hodnoty prepočítané na výkon v kW pomocou konštanty elektromeru a na pravej strane sa zobrazí denný diagram zaťaženia. Zväčšenie grafu dosiahneme tlačidlom Náhľad grafu. Na grafe sa dajú zobrazit' maximálne hodnoty štvrťhodinových výkonov. Následný výpočet základných energetických ukazovateľov ako sú celková odobratá elektrická energia za deň, maximálny výkon, stredný výkon, doba využitia maxima a zaťažovateľ dosiahneme tlačidlom Vypočítaj. Z týchto hodnôt vie energetik posúdiť, kde sú možnosti úspor výkonového maxima a odberu elektrickej energie.

Pred načítaním údajov zo súboru sa musí nastaviť konštantu elektromeru, pomocou ktorej sa prepočítajú hodnoty z nameraných impulzov na výkon v kW.

Možnosť nastavenia konštanty elektromeru v užívateľskom prostredí poskytuje značnú pružnosť využitia analyzátoru v rôznych podnikoch s rôznymi značkami fakturačných elektromerov, resp. po výmene elektromeru v podniku zo strany dodávateľa elektrickej energie. Jedinou podmienkou je, aby predmetný elektromer poskytoval informáciu o spotrebe



aj vo forme infračervených impulzov. Toto je splnené takmer u všetkých moderných fakturačných elektromerov používaných v súčasnosti v praxi.

### **Záver**

Objektívnym kritériom energetickej náročnosti ekonomiky podniku je dosiahnutá cena jednej kilowatthodiny elektrickej energie. Táto výsledná cena je u každého odberateľa iná. Závisí nielen od množstva odobratej elektriny, ale aj od spôsobu a režimu odberu elektriny podľa platného cenníka. Nižšiu cenu dosiahne ten odberateľ, ktorý plánuje a riadi svoj odber odborne. Cena za elektrickú energiu závisí od *percentuálneho využitia maximálneho nameraného výkonu* a od *zvoleného intervalu tolerancie* pre spotrebu elektrickej energie. V mnohých prípadoch sa riadenie odberu bez nepriaznivých zásahov do výroby nedá robiť bez použitia technických prostriedkov. Na tento účel bol vyvinutý prezentovaný analyzátor možností úspor elektrickej energie v podnikoch.

Navrhnutý, realizovaný a overený analyzátor je vhodná technicky i finančne nenáročná pomôcka energetika v podniku, ktorý sa snaží o úspory vo výdavkoch za elektrinu. Umožňuje objektívne a systematické monitorovanie a analýzu pomerov v priebehu spotreby energie v podniku počas ľubovoľne dlhého časového intervalu, ktorý je k dispozícii (jednotlivé pracovné smeny, dni v týždni, týždne, mesiace).

### **Použitá literatúra**

MOTAJ, M. – HRUBÝ, D.,1997: Racionalizačné opatrenia úspor elektrickej energie v poľnohospodárstve. In: Horizonty prosperity Slovenskej republiky, Trenčianske Teplice 1997, s.47-50

HRUBÝ, D. – KRČULA, J.,1998: Využitie dataloggerov v poľnohospodárstve. In: Zemědělská technika, 44, 1998 (4), str.147-150

HRUBÝ, D. - PAP, M.: Zostava dataloggerov na dlhodobé merania v poľnohospodárskych prevádzkach = The configuration of data loggers for long-term measuring in the agricultural operations . In: Informační a řídicí technika v elektroenergetice : IRTE '04. Praha : Česká zemědělská univerzita, 2004. - ISBN 80-213-1167-3. - s. 44-48.

MOTAJ, M. - BYSTRIANSKY, P. - MINÁRIK, J.,2003: Meranie spotreby elektrickej energie na Slovenskej poľnohospodárskej univerzite v Nitre . In: Zborník z medzinárodnej konferencie Sekel 2003: Račkova dolina 10.-12.9.2003. SPU Nitra, 2003. [Elektronický zdroj] s. 65-69. ISBN 80-8069-225-4.

SIMONÍK, J. - PALKOVÁ, Z. - OKENKA, I.: Racionalizácia a modelovanie zavlažovania poľných plodín postrekom. V Nitre : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2004. - 169 s. : obr., tab. - ISBN 80-8069-380-3

CENNÍK produktov Západoslovenskej energetiky, a.s. platný od 1.1.2005.

### **Pod'akovanie**

Tento príspevok vznikol na základe riešenia projektu VEGA 1/1351/04 Slovenskej vedeckej grantovej agentúry MŠ SR a SAV.

### **Kontaktná adresa autora:**

Ing. Pavol Bystriansky, CSc  
MF SPU Nitra, Katedra elektrotechniky a automatizácie  
Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra  
Tel.: 037/6508 763  
e-mail: pavol.bystriansky@uniag.

---