



## MODEL PROGNÓZY PREDAJA KUSOVÉHO UHLIA NA PRINCÍPE KONŠTANTNEJ SPOTREBY ENERGIE PRE VYKUROVANIE DOMÁCNOSTÍ

### THE COAL SALES FORECASTING MODEL BASED ON THE CONSTANT HEATING-ENERGY CONSUMPTION PRINCIPLE

Dušan Malindžák <sup>1</sup>, Milan Svoboda <sup>2</sup>, Dušan Malindžák <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Katedra logistiky a výrobných systémov, TU v Košiciach, Park Komenského 14,  
040 01 Košice, tel.: 055/602 3125, e-mail: dusan.malindzak@tuke.sk

<sup>2</sup>Palivá a stavebniny, a.s. Košice, Floriánska 16, 040 01 Košice, e-mail: pas@euroweb.sk

<sup>3</sup>University of Coventry

**Abstrakt:** Článok popisuje metódu „konštantnej spotreby energie“, pre prognózovanie predaja kusového uhlia domácnostiam. Je založený na myšlienke nájdenia závislosti medzi plynofikáciou obcí, t.j. zvýšením spotreby zem. plynu pre vykurovanie, a znížením spotreby uhlia, t.j. asociatívnou metódou prognózy.

**Kľúčové slová:** internet, prognózovanie, model plynofikácie obce, asociatívna metóda prognózovania, model konštantnej spotreby.

**Abstract:** The article described the method „constant heating-energy consumption“ for the households. The model is based on the idea to find the relation between energy from coal and gas e.a. between village pipelines installation and gas consumption and decreasing sales of coal.

**Key words:** forecasting, model village gas pipelines installation, associative forecasting method, constant heating-energy model.

## 1 ÚVOD

Výdavky slovenskej domácnosti na vykurovanie sa pohybujú v rozmedzí 20 – 40 tis. Sk a tvoria jednu z najväčších nákladových položiek.

Energia pre vykurovanie domácností sa získava z plynu, uhlia, elektrickej energie, dreva a iných zdrojov.

## 1 INTRODUCTION

The heating costs in Slovakian households vary in a range between 20. – 40.000 thousands and represents one of the biggest expenditures.

The heating energy for the households can be acquired using gas, coal, electricity, wood or other sources.

$$E_V = E_P + E_U + E_D + E_E + E_I \quad (1)$$

EV – energia na vykurovanie  
 EP – energia z plynu  
 EU – energia z uhlia  
 EE – elektrická energia  
 ED – energia z dreva  
 EI – energia z iných zdrojov

$E_V$  – total heating energy  
 $E_P$  – energy from heating gas  
 $E_U$  – energy from brown coal  
 $E_E$  – energy from electricity  
 $E_D$  – energy from wood  
 $E_I$  – energy from other sources

Energie z plynu a uhlia tvoria okolo 95% všetkej energie. Preto závislosť energie z plynu a uhlia je evidentná, resp. plynofikácia a zvyšovanie spotreby zemného plynu má priamy vplyv na pokles spotreby kusového uhlia. Zjednodušene je možné napísať:

The heating energy acquired from gas and coal represent nearly 95% of the total heating energy. Since the correlation between gas and coal is evident, thus the expanding heating gas network and increasing gas consumption is directly affecting the decreasing coal consumption. This can be formulated as follows:

$$E_V = E_P + E_N \quad (2)$$

Spotreba kusového uhlia je najmä v týchto oblastiach:

- vykurovanie domácností,
- vykurovanie priemyselných podnikov,
- štátna správa a školstvo,
- vojsko.

Tento článok popisuje prognózu spotreby kusového uhlia pre domácnosti a vplyv individuálneho zvýšenia cien plynu v r. 2003 (44%) a 2004 (40 %), t.j. takmer o 100 % oproti cene pred rokom 2002.

The coal consumption is most significant in the following sectors:

- Domestic Households
- Industrial complexes and buildings
- Government buildings, service sector and schools.
- Military.

This article describes a sorted coal sales forecast applied for households and identifies the impacts of the gas price rise in the year 2003 (by 44%) and in the year 2004 (by 40%) nearly doubling the overall heating gas prices (in comparison against the prices in year 2002).

## 2 PROGNOZA SPOTREBY KUSOVÉHO UHLIA

Pozn.: Model bol aplikovaný na firme Palivá a stavebniny, a.s. Košice a konkrétne čísla sú úmyselne vynechané.

## 2 SORTED COAL CONSUMPTION FORECAST

Note: This model was successfully implemented in the Fuels and Building Materials Inc.

Pri spracovaní prognózy bola aplikovaná asociatívna metóda. Asociatívna metóda je postup, kedy veličinu  $x$ , ktorú prognózujeme, určíme tak, že vypočítame – prognózujeme veličinu  $y$ , ktorú vieme jednoduchšie prognózovať. Nájdem závislosť  $x = f(y)$ . Z prognózy  $y$  vypočítame veličinu  $x$ .

Zo vzťahu (1), (2) vyplýva, že je priama závislosť spotreby zemného plynu na spotrebe uhlia a energie z nich získaných. Preto ak dokážeme prognózovať spotrebu plynu na vykurovanie a vypočítať z neho energiu, vieme tiež vypočítať adekvátne množstvo, o ktoré poklesne spotreba uhlia.

### 3 PROGNOZOVANIE SPOTREBY ZEMNÉHO PLYNU

Nárast spotreby zemného plynu vypočítame z plánov plynofikácie obcí SPP, a.s. a Krajského úradu, ktorý je spracovaný na desať rokov.

Tabuľka 1  
Table 1

Obec	Rok plynofikácie	Počet domácností
Obec č. 1 $O_1$	$r_1$	$D_1$
Obec č. 2 $O_2$	$r_2$	$D_2$
Obec č. 3 $O_3$		
.		
.		
.		
Obec č. n $O_n$	$r_n$	$D_n$

Aby sme vedeli spočítať počet plynofikovaných domácností v uvedených 10-tich rokoch, potrebujeme poznať model ako prebehla plynofikácia domácností, v obciach po ich plynofikácii. Na základe

(the real sales values were deliberately omitted)

For the forecast calculation the so called association method was applied. Using this method the sought value  $x$  is determined by calculating the value  $y$ , that can be forecasted easily. Next the relation  $x = f(y)$  must be found. From the forecasted value  $y$  then the  $x$  value can be calculated.

The formulas (1), (2) indicate that there is a direct relationship between the gas - coal consumptions and the heating energy that is released in the burning process. There fore if the heating gas consumption can be forecasted, it is possible to calculate the heating energy consumption, from which the actual coal consumption decrease can be successfully derived.

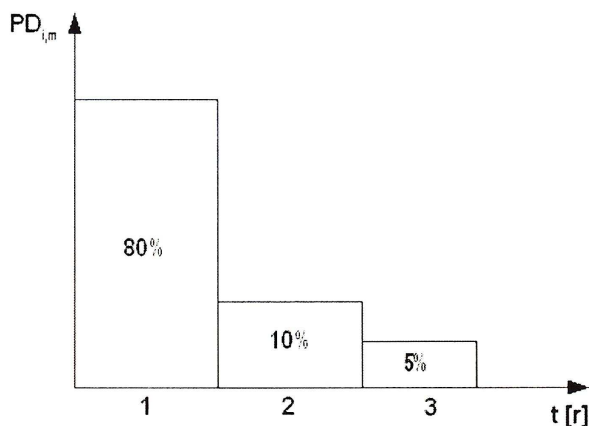
### 3 THE GAS CONSUMPTION FORECAST

The increase of the heating gas consumption can be calculated using the gas networks expansion plans in villages created by the SPP Inc. [Slovak Gas Industry] and Regional magistracy. These plans are designed for 10 years period.

To calculate the number of villages connected to gas networks within a 10 years planning period, it is necessary first of all to create the model of the gas installations progress within a village as

analýzy viacerých obcí sme definovali „model plynofikácie obce“.

the basic unit of gas installation development. After analyzing several villages a “Gas Installations Model at Village Level” has been created.



Obr. 1. Model plynofikácie domácností v obci  
Fig.1. Gas Installations Model at Village Level

Po ukončení plynofikácie obce (jej hlavných rozvodov) sa domácnosti postupne napájajú a to tak, že do roka sa plynofikuje cca 80 %, ďalší rok 10 % a nasledujúci cca 3 – 5%. Približne 5 % domácností sa v obci neplynofikuje (starší občania, nesolventnosť, bezpečnosť, ekológia, atď.).

Z modelu plynofikácie domácností a z tab. 1, plánu plynofikácie obcí v regióne (napr. Košický samosprávny kraj) vypočítame tabuľku č. 1.

$PD_i$  – počet plynofikovaných domácností v  $r_i$ .

Once the main village pipelines are installed, approximately 80% of households get connected within a year, another 10% next year and roughly 3 – 5% the following year. Approximately 5% of households decline the offer to install the gas heating (older or insolvent citizens; ecology or safety reasons, etc.)

Combining the Gas Installation Model at Village Level (Table. 1) and the Gas installations plans for a specific region (such as the Kosice region) the following table can be derived: ( $PD_i$  – number of households connected in a year  $r_i$ )

Tabuľka 2  
Table 2

Obec (j) \ rok	$r_1$	$r_2$	$r_3$	$r_4$	...	$r_m$
Obec č. 1	$PD_{1,1}$	$PD_{1,2}$	$PD_{1,3}$	$PD_{1,4}$	...	$PD_{1,m}$
Obec č. 2	$PD_{2,1}$	$PD_{2,2}$	$PD_{2,3}$	$PD_{2,4}$	...	$PD_{2,m}$
Obec č. 3	$PD_{3,1}$	$PD_{3,2}$	$PD_{3,3}$	$PD_{3,4}$		$PD_{3,m}$
⋮						
⋮						
Obec č. n	$PD_{n,1}$	$PD_{n,2}$	$PD_{n,3}$	$PD_{n,4}$		$PD_{n,m}$
$PD_i = \sum_{j=1}^n PD_{j,i}$	$PD_i$	$PD_2$	$PD_3$	$PD_4$	...	$PD_m$

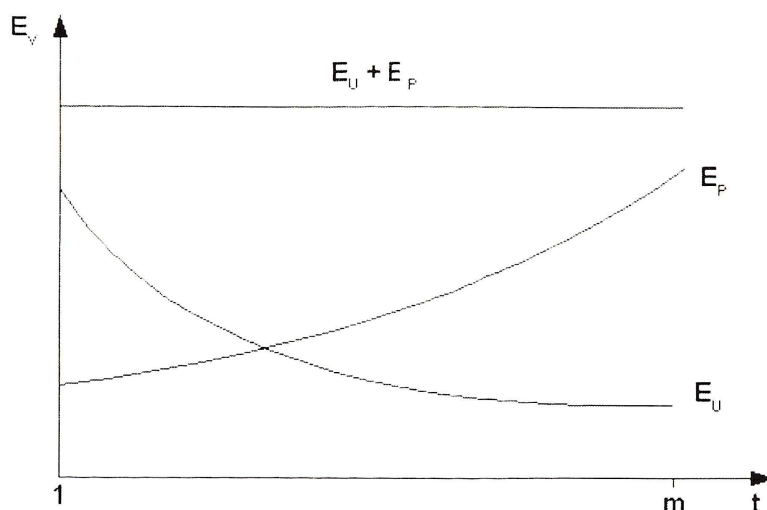
Z matice – tabuľky č. 2 plynofikácie domácností v regióne vypočítame  $PD_i$  – počet plynofikovaných domácností v regióne v jednotlivých rokoch. Štatistická spotreba zemného plynu na rok a domácnosť je cca  $4000 \text{ m}^3$  (SSD). Z toho vypočítame nárast spotreby plynu vyplývajúci z plynofikácie obcí a domácností.

Nárast spotreby plynu pre vykurovanie domácností sa vypočíta:

$$NS_i = PD_i \times SSD \times V_p \quad (3)$$

$NS_i$  – nárast spotreby plynu v roku  $i$   
 $VP$  – výhrevnosť  $[\text{GJm}^{-3}]$

$NS_i$  – The increase of the heating gas consumption in the year  $i$   
 $V_p$  – The caloric value  $[\text{GJm}^{-3}]$



*Obr. č. 2 Model konštantnej spotreby energie na vykurovanie domácností*  
*Fig. 2. Model of the constant heating energy consumption for households*

Na základe modelu konštantnej spotreby energie na vykurovanie domácností vypočítame energiu získanú z uhlia na nasledujúce roky:

From this model of the constant heating energy consumption for households, the relationship for the energy acquired from the brown coal can be formulated as:

$$E_U = E_v - E_p [\text{GJ}] \quad (4)$$

Z výhrevnosti uhlia a z  $E_n$  vypočítame množstvo uhlia, o ktoré v jednotlivých rokoch poklesne spotreba a predaj uhlia na vykurovanie domácností.

From the caloric value the amount of the coal consumption and sales drop can be calculated.

$$M_U = E_U / V_U \text{ [t]} \tag{5}$$

$V_U$  – výhrevnosť uhlia [GJ]

$V_U$  – The caloric value of coal[GJ]

Prognóza má jednu vlastnosť, že je vždy nepresná. Znížiť neurčitosť, nepresnosť prognózy možno aplikáciou viacerých metód. V danom prípade sme aplikovali dve ďalšie metódy:

However a common problem with forecast is, that it is always inaccurate. In order to reduce the uncertainty it is possible to apply several methods. In this particular case study we have applied two different techniques:

- kvantitatívnu metódu – regresnú analýzu,
- kvalitatívnu metódu – metódu predajcov.

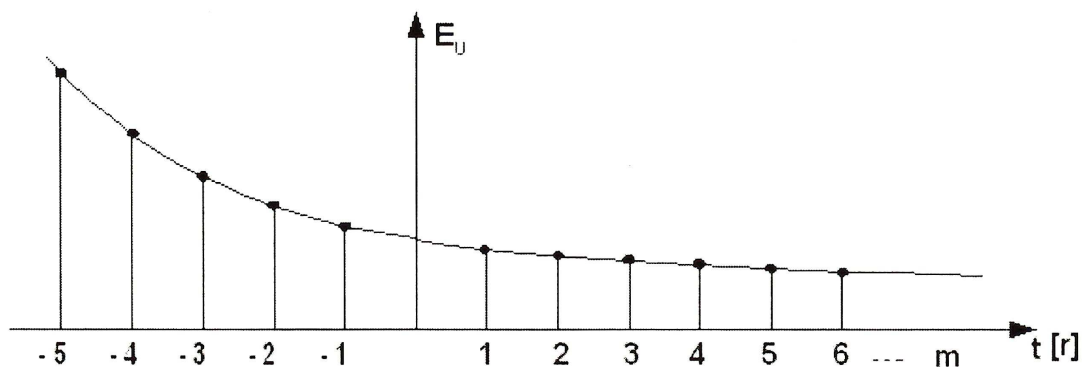
- Salesmen method (qualitative method)
- Regression analysis (quantitative method)

Metódu predaja sme aplikovali na všetky predajné miesta analyzovanej firmy. Najlepšie trh a jeho zmeny v okolí, kde predajné miesto pôsobí, poznajú obchodníci – predajcovia. Poznajú zmeny vo svojom sortimente trhu, čo sa plynofikovalo, čo zaniklo, aké firmy vznikli atď. Predajcovia odhadnú, na základe súčasného predaja a zmien v sektore predaja, predaj v budúcich rokoch.

The salesmen method has been applied in every sales centre, as salesmen located in a specific market region know best the current situation on the market (changes in the product range demand, current progress of the gas installations, the occurrences of new firms on the market etc.) Based on the current situation and on the changes occurring on the market, the salesmen can accurately estimate the coal sales forecast for the future periods.

Na základe historických dát predaja kusového uhlia firmám, pre vykurovanie domácností, tieto môžeme považovať za štatistický rad dát a na tento štatistický rad môžeme aplikovať regresnú analýzu.

The regression analysis has been also used for coal sales forecasting, where the past sales values have been used as data for the regression analysis.



Obr. č. 3 Prognóza predaja uhlia regresnou analýzou  
 Fig. 3 Coal sales forecasting using Regression analysis

#### 4 VÝSLEDKY PROGNOZY

Na základe všetkých troch aplikovaných metód prognózy bude objem predaja uhlia klesať cca o 8 – 10 % ročne. Prognóza sa spracovala v r. 2000 a predchádzajúce štyri roky potvrdzujú správnosť a presnosť prognózy. Pre skúmanú firmu, resp. firmy pôsobiace na danom trhu, to znamená hľadať iné oblasti podnikania, prispôsobiť firmu podľa vyššie vypočítanej prognózy.

#### 5 VPLYV RADIKÁLNEHO ZVÝŠENIA CIEN PLYNU NA PREDAJ KUSOVÉHO UHLIA

Problémom, prečo sme sa vrátili k tejto téme je situácia po radikálnom zvýšení cien zemného plynu, t.j. od 1. 1. 2003 o 44 % a od 1.1. 2004 o 40 %, t.j. zvýšenie cien oproti r. 2003 takmer o 100%.

V diskusiách, v odborných kruhoch baníkov, energetikov, predajcov, vedeckých pracovníkov, boli rôzne očakávania, ako bude reagovať trh – domácnosti na zmeny v cenách plynu.

Výsledkom doterajšej adaptácie trhu bolo iba cca 8%-né zvýšenie predaja kusového uhlia. Faktory, ktoré to ovplyvňujú sú:

Investície - domácnosti väčšinou pri plynofikácii zlikvidovali pece na pevné palivo a je potrebné znovu investovať (pec, komín, rekonštrukcia a napojenie rozvodov).

Zvýšili sa ceny uhlia cca na 2500 – 3000 Sk /t a ceny koksu až na 5500 Sk/t.

Predpisy EÚ budú vyžadovať úpravu komínov a namontovanie odsírovacieho zariadenia.

Regulovateľnosť a dodržiavanie denného režimu pri vykurovaní uhlím je problematické.

Solventnosť (v negatívnom zmysle), že ľudia na to nemajú, resp. tí, čo majú, ostanú pri vykurovaní plynom.

#### 4 FORECAST RESULTS

Combining the results of all three forecasting methods it can be stated that the coal sales amounts will drop by approximately 8 – 10 % a year. The forecast calculation has been done in the year 2000, where the coal sales for the past four years confirm this forecast. As the consequence, all the concerned companies must seek alternative business conducts in order to adjust to new situation on the market.

#### 5 EFFECT OF RADICAL PRICE INCREASE ON RUBBLY COAL SALE

The reason for this article is the situation after the gas price rise, on the 1. 1. 2003 by 44% and on the 1.1. 2004 by 40%, which represents increase by nearly 100% in comparison against the prices in the year 2002. In the recent expert discussions among coal salesmen, mining and energy sector specialists, there were high expectations of how the market will react to such a significant gas price growth.

However at the moment the current market adaptation caused merely a sorted coal sales increase by about 8 %. The following list names main factors affecting this situation:

Additional expenditures – due to gas heating installations a vast majority of households discarded the old coal heating systems. To install it again would represent additional investments (furnace, chimney, pipelines and reconstructions).

Increased coal prices (about 2500 – 3000 Sk /t) and of coke (up to 5500 Sk/t).

The EU policies that require the chimneys amendments and installations of desulphurisation facilities.

It is problematic to maintain control and regulation of a daily routine for a coal heating.

Krátky čas od zvýšenia cien, zotrvačnosť sociálneho systému. Domácnosti, najmä v horských a podhorských oblastiach, prešli na vykurovanie drevom.

Konformnosť, čistota režimu spaľovania plynu.

Domácnosti investujú skôr do tepelných izolácií.

Všetky tieto faktory poukazujú a potvrdzujú malé zvýšenie objemov predaja kusového uhlia pre domácnosti.

Financial costs (in a negative sense), the financial cost are too high, so people using gas for heating will keep on using it.

Too short time passed since the gas price increase, so the social system did not adjust yet. The household in the highlands started using wood for heating.

Comfort and cleanness of gas heating.

The household prefer to invest in more efficient thermal isolation.

All these factors indicate and confirm the relatively small increase of coal sales amounts for the households.

## 6 ZÁVER

Slovensko patrí medzi prvé tri krajiny v úrovni plynofikácií domácností. Využitie kusového uhlia pre vykurovanie domácností bude zákonite strácať na význame. Prognóza spotreby kusového uhlia pre ostatné subjekty, železnice, štátnu správu, zdravotníctvo má postupne klesajúci charakter.

## 6 CONCLUSION

Slovak republic belongs among countries with the most developed gas installations network in Europe. Consequently the coal usage for heating purposes will continually lose its significance. The sorted coal consumption forecast for other market segments such as service sector, railways, hospitals shows also declining character.

### Literatúra / References

- [1] Lackovič I.: Diplomová práca, r. 2003
- [2] Kačmary P.: Prognózovanie predaja triedeného hnedého uhlia pre domácnosti v závislosti od plynofikácie, AM S, Ročník 6, mimoriadne číslo 73 - 76
- [3] Interné materiály firmy Palivá a stavebniny, a.s. Košice
- [4] Spišák J.: Komerčná logistika, ELFA s.r.o. Košice, 2001, ISBN 80-88964-85-7
- [5] Spišák J., Kuffnerová A.: Keizen versus reengineering, Proceedings of LOADO 2001, Vysoké Tatry, Podbanské, 2001
- [6] Leššo I., Košťial I.: Návrh riadiaceho systému zapaľovacej hlavy spekacieho pásu na stabilizovanej úrovni, AMS, ISSN 1335-1788/1996, str. 175-181
- [7] Leššo I.: Získavanie procesných dát pre účely monitorovania procesu výpeku v tunelovej peci s využitím PC, AT&GP Journal, 4/1996, str. 18-22
- [8] Vodzinský V., Fischer G., Vítko D.: Problémy modelovania energetickej palety SR po vstupe do EÚ, Zborník z medzinárodnej konferencie Management výr. systémov, Prešov, október 2004.

*Reviewal / Recenzia:* Ing. Martin STRAKA