

# АНАЛИЗА НА ПОТРОШУВАЧКА НА ЕНЕРГЕНСИ ВО РУДНИКОТ БУЧИМ

Марјан Николов

## Содржина

Во овој труд е анализирана потрошувачката на енергенси во рудникот Бучим за периодот 1996-1998 година користејќи месечни податоци. Еластичноста на потрошувачката е естимирана при два критериума: преработена руда и финално производство. За таа цел е користена параметарска методологија-ordinary least square. За статистички најзначајниот енергенс, а по двата наведени критериума, е извршена регресија на неговата специфичната потрошувачка.

## Abstract

This article is about energy consumption in the copper mine Bucim for the period 1996-1998 utilizing monthly data. The consumption elasticity is estimated by two criteria: manufactured ore and final production. I've used the parametric approach and the ordinary least square estimation. Regression of the specific energy consumption is estimated, by the two criteria mentioned above, for the statistically most significant energy source utilizing the E-Views econometric package.

## ВОВЕД

Голема благодарност до Македонската Стопанска Комора за доставените податоци без кои овој труд не можеше да се изработи.

Податоците се месечни и опфаќаат потрошувачка на енергенси, преработена руда и финално производство за периодот 1996-1998 година. Во анализата е земена во предвид потрошувачката по години на следниве енергенси како во Табела 1. Исто така во Табела 1 е илустрирано и преработената руда во 000 тони и производството во тони. Количеството на преработена руда во 1998 споредено со 1996 опаднало за 5.23 % но сепак вкупното производство се зголемило за 31. 20 %. Освен овие флукуации во последната колона на табелата се илустрирани и флукуациите на потрошувачката на енергенси. Она што е од посебен интерес во овој труд е:

1. Да се изврши естимирање на еластичностите на потрошувачката на енергенси при два технолошки критериума:
  - Преработена руда и
  - Финално производство;
2. Естимирање на статистички значајните енергенси за двата технолошките критериуми спомнати во 1;
3. Регресија на најзначајниот енергенс за секој од технолошките критериуми и регресија на специфична потрошувачка.

За ова ќе користиме ordinary least square естимирање на повеќе варијантни модели за секој критериум одвоено.

Табела 1.

ГОДИНА	1996	1997	1998	1998/1996 %
Електрична енергија, MWh	8808.139	8798.472	9800.119	11.26
Топлина, MWh	257.4	175.44	210.13	-18.36
Вкупно MWh	9065.539	8973.912	10010.25	10.42
Нафта, тони	3219	3640	3087	-4.10
Технолошка вода, метри кубни	430763	425324	433667	0.67
Воздух, метри кубни	693857	977315	847703	22.17
Останата потрошувачка на вода, метри кубни	22916	33568	58299	154.40
Преработена руда, во 000 тони	3911.4	4122.5	3707	-5.23
Производство, тони	2737	3121	3591	31.20

### ЕЛАСТИЧНОСТ НА ПОТРОШУВАЧКА ПРИ КРИТЕРИУМ ФИНАЛНО ПРОИЗВОДСТВО

На следнава Табела 2 се дадени резултатите од естимирањето на четири модели на Cobb-Douglas производна функција. При тоа податоците се логаритмирани па естимираните параметри имаат економско толкување на производни еластичности за соодветен енергенс. Исто така се дадени и податоците за коефициентот на детерминација  $R^2$  и Durbin-Vatson тестот при авто корелација на резидуалите од регресијата.

Моделите се следниве:

$$\text{Модел 1: } Y = \beta_1 el.en. + \beta_2 to. + \beta_3 na. + \beta_4 teh.vo. + \beta_5 vo.dr. + \beta_6 voz. + \beta_7 pre.ru.$$

$$\text{Модел 2: } Y = \beta_1 el.en. + \beta_2 voz. + \beta_3 pre.ru.$$

$$\text{Модел 3: } Y = \beta_1 el.en. + \beta_2 voz. + \beta_3 pre.ru. + \beta_4 T$$

$$\text{Модел 4: } Y = \beta_1 teh.vo. + \beta_2 vo.dr. + \beta_3 voz.$$

Табела 2.

	МОДЕЛ 1	МОДЕЛ 2	МОДЕЛ 3	МОДЕЛ 4
$\beta_1$ - електрична енергија	0.668 (7.418)	0.759 (9.708)	0.730 (10.173)	-
$\beta_2$ - топлина	-0.026 (-1.690)	-	-	-
$\beta_3$ - нафта	0.102 (0.536)	-	-	-
$\beta_4$ - вода технолошка	0.047 (1.842)	-	-	0.129 (3.511)
$\beta_5$ - вода останата	0.066 (1.723)	-	-	0.148 (2.504)
$\beta_6$ - воздух	0.260 (3.683)	0.269 (3.640)	0.166 (2.167)	0.274 (5.507)
$\beta_7$ - преработена руда	-0.573 (-2.534)	-0.428 (-2.902)	-0.221 (-1.449)	-
$\beta_8$ - технички развој	-	-	0.008 (2.834)	-
$R^2$	0.803	0.725	0.780	0.358
Durbin-Vatson	2.053	1.845	2.228	2.235

t-тестот во заграда.

Од резултатите за првиот модел можеме да видиме дека при 5 % статистичка значајност потрошувачката на топлина, технолошка вода, останата вода и нафта е статистички незначителна за финалното производство во рудникот Бучим. Најзначителен е енергенсот електрична енергија со т-тест од 7.418 и еластичност од 0.668. Ова значи дека при зголемена потрошувачка на електрична енергија од 1 %, финалното производство ќе се зголеми за 0.668 %. Индикативно е што преработената руда е статистички значајна но со негативен предзнак. Ова е знак дека постои таканаречена заситеност со употребата на овој инпут. Ова е разбирливо затоа што е потребно за овој период од 1996 до 1998 да се преработи во просек 1261 тон руда за еден тон финално производство. Потрошувачката на воздух е исто значителна и со еластичност од 0.260.

Бидејќи потрошувачката на топлина, технолошка вода, останата вода и нафта е статистички незначителна за финалното производство, го естимиравме моделот 2. Од резултатите можеме да заклучиме дека параметрите се статистички значајни пр 5 % статистичка значајност. Има одредено зголемување на еластичноста на електричната енергија и сосема мало зголемување на еластичноста на потрошувачката на воздухот. Сепак мора да се напомени дека коефициентот на детерминација  $R^2$  и Durbin-Vatson тестот покажуваат дека моделот 1 е погоден споредено со моделот 2.

Со моделот 3 сакаме да покажеме дали во тој период имало некој технолошки прогрес. Можеме да видиме дека техничкиот развој е прогресивен со 0.8 % на месечно ниво и е статистички значаен. Со воведувањето на оваа вариабла во моделот на производство се зголемува статистичката значајност на потрошувачката на електрична енергија, а се намалува на потрошувачката воздух и обработена руда. Ова е знак дека техничкиот развој е во подобрување на искористеноста на обработена руда и поефикасна искористеност на воздухот како енергенс. Коефициентот на детерминација  $R^2$  и Durbin-Vatson тестот покажуваат дека овој Модел 3 е погоден но не колку и моделот 1, но сепак погоден од моделот 2. И во овој Модел 3 статистички најзначаен енергенс во финалното производство е електричната енергија со еластичност од 0.730. и воздухот со еластичност од 0.166.

Моделот 4 го естимира финалното производство и потрошувачката на флуидни енергенси; вода и воздух кое би можело да послужи за натамошни еколошки анализи. Сите параметри се статистички значајни. Најзначајна е потрошувачката на воздух.

Еластичностите се илустрирани во Табела 1. Коефициентот на детерминација  $R^2$  покажува слаба погодност на моделот, додека Durbin-Vatson тестот е со задоволувачки резултати за овој Модел 4.

Значи најпогоден е Моделот 3.

### ЕЛАСТИЧНОСТ НА ПОТРОШУВАЧКА ПРИ КРИТЕРИУМ ПРЕРАБОТКА НА РУДА

На следнава Табела 3 се дадени резултатите од естимирањето на четири модели на Cobb-Douglas производна функција. При тоа податоците се логаритмирани па естимираните параметри имаат економско толкување на производни еластичности за соодветен енергенс. Исто така се дадени и податоците за коефициентот на детерминација  $R^2$  и Durbin-Vatson тестот при авто корелација на резидуалите од регресијата.

Моделите се следниве:

$$\text{Модел 1: } PR.RUDA = \beta_1 el.en. + \beta_2 to. + \beta_3 na. + \beta_4 teh.vo. + \beta_5 vo.dr. + \beta_6 voz.$$

$$\text{Модел 2: } PR.RUDA = \beta_1 to. + \beta_2 voz. + \beta_3 na.$$

$$\text{Модел 3: } PR.RUDA = \beta_1 to. + \beta_2 voz. + \beta_3 na. + \beta_4 T$$

$$\text{Модел 4: } PR.RUDA = \beta_1 teh.vo. + \beta_2 vo.dr. + \beta_3 voz.$$

Табела 3.

	МОДЕЛ 1	МОДЕЛ 2	МОДЕЛ 3	МОДЕЛ 4
$\beta_1$ - електрична енергија	-0.033 (-0.455)	-	-	-
$\beta_2$ - топлина	-0.022 (-1.944)	-0.022 (-2.182)	-0.050 (-1.955)	-
$\beta_3$ - нафта	0.674 (7.328)	0.665 (8.693)	0.657 (8.603)	-
$\beta_4$ - вода технолошка	0.009 (0.444)	-	-	0.051 (1.760)
$\beta_5$ - вода друго	-0.000 (-0.002)	-	-	0.007 (0.142)
$\beta_6$ - воздух	0.194 (4.346)	0.188 (4.903)	0.191 (5.006)	0.468 (11.901)
$\beta_7$ - технички развој	-	-	0.003 (1.173)	-
$R^2$	0.039	0.725	0.070	-1.905
Durbin-Vatson	1.797	1.845	1.861	0.897

t-тестот во заграда.

Од резултатите од Моделот 1 во Табела 3 можеме да видиме дека статистички најзначајни енергенси за обработка на руда во рудникот Бучим се воздухот, нафтата и на граница за да биде статистички значајна е топлината, а од нив најзначајна е нафтата. Еластичноста на воздухот е 0.194, а на нафтата е 0.674. Значи со зголемување на потрошувачката на нафта за 1 % ќе се преработува 0.674 % повеќе руда. Останатите енергенси не се статистички значајни за преработка на руда. Индикативно е што топлинската еластичност е со негативен предзнак што покажува заситување со употребата на овој инпут и потреба од негово поефикасно искористување. Коефициентот на детерминација  $R^2$  покажува слаба погодност на моделот, додека Durbin-Vatson покажува подобри резултати.

Моделот 2 ги зема во предвид само статистички значајните енергенси за преработка на руда од моделот 1. Сите тие во моделот 2 се статистички значајни. Од Табелата 3 може да се види дека нема некоја значајна промена во еластичностите, како и заситеноста со употребата на топлината. Коефициентот на детерминација  $R^2$  и Durbin-Vatson тестот покажуваат дека Моделот 2 е попогоден споредено со Моделот 1.

Моделот 3 сака да покаже дали има технички развој во периодот 1996-1998 во преработката на руда. Параметарот не е статистички значаен, значи во тој период нема некои подобрувања во искористувањето на енергенси при преработка на руда.

Моделот 4 е регресија на употребата на флуидните енергенси за преработката на руда. Статистички најзначаен е воздухот, но коефициентот на детерминација  $R^2$  и Durbin-Vatson тестот покажуваат слаба погодност на моделот и затоа не го анализираме понатаму.

Значи најпогоден е Моделот 2.

## РЕГРЕСИЈА НА НАЈЗНАЧАЈНИОТ ЕНЕРГЕНС И НЕГОВА СПЕЦИФИЧНА ПОТРОШУВАЧКА ПРИ КРИТЕРИУМ ВКУПНО ПРОИЗВОДСТВО

Беше покажано дека за финалното производство најзначаен енергенс е електричната енергија. Нејзината еластичност е 0.730. Сега на следниот График 1 е прикажана потрошувачката на електрична енергија и производството во тони.

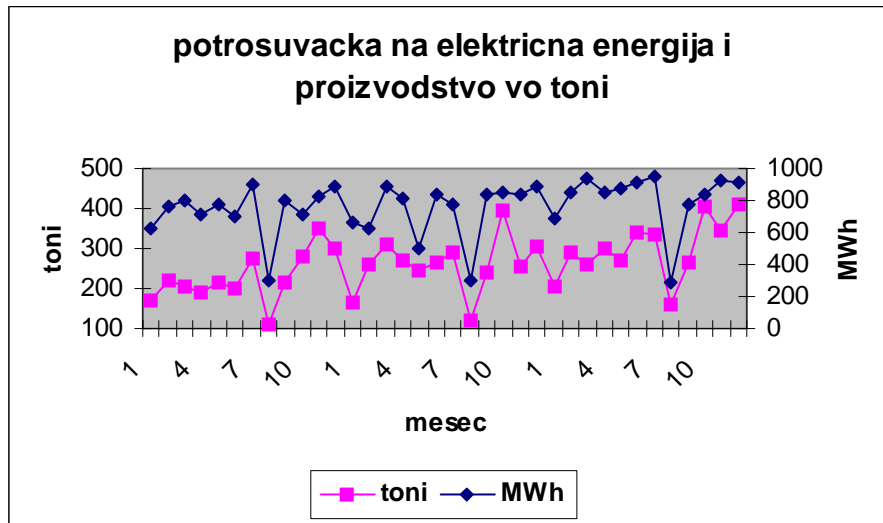


График 1

Она што е индикативно е: сезонскиот ефект на минимум активност во 9-тиот месец од секоја година, како и зголемена потрошувачка на електрична енергија за месец 3, 4, 5 во 1998 година при намалување на производството во истите месеци.

На следниот График 2 е прикажан дијаграмот на растурање на потрошувачката на електрична енергија и производството како и линеарната регресија. Резултатите од регресијата се прикажани на следната Релација 1.

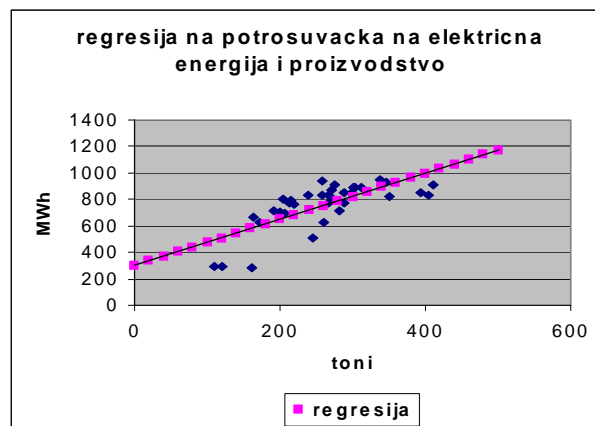


График 2

$$el.en = \underset{(4.038)}{303.478} + \underset{(6.320)}{1.744} \cdot Y, \quad R^2 = 0.540 \quad (1)^1$$

Од Релацијата 1 можеме да видиме дека непроизводната потрошувачка на електрична енергија е 303.478 MWh месечно. Естимираниот параметар 1.744 ни покажува за колку ќе се зголеми потрошувачката на електрична енергија ако се зголеми производството за еден тон.

Специфичната потрошувачка на електрична енергија е илустрирана на следниот График 3.

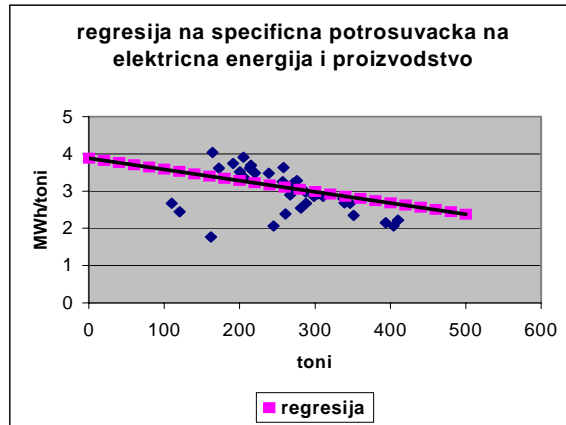


График 3

Резултатите од регресијата се дадени во следната Релација 2.

$$el.en / toni = \underset{(11.868)}{3.882} - \underset{(-2.893)}{0.003} \cdot Y, \quad R^2 = 0.198 \quad (2)^2$$

Од Релацијата 2 заклучуваме дека за секој дополнителен произведен тон, специфичната потрошувачка се намалува за 3 kWh/ton.

<sup>1</sup> Параметрите се статистички значајни.

<sup>2</sup> Параметрите се статистички значајни.

## РЕГРЕСИЈА НА НАЈЗНАЧАЈНИОТ ЕНЕРГЕНС И НЕГОВА СПЕЦИФИЧНА ПОТРОШУВАЧКА ПРИ КРИТЕРИУМ ПРЕРАБОТКА НА РУДА

При преработка на руда најзначаен енергенс е нафтата. Нејзината еластичност е 0.665. Сега на следниот График 4 е прикажана потрошувачката на нафта во тони и преработката на руда во тони.

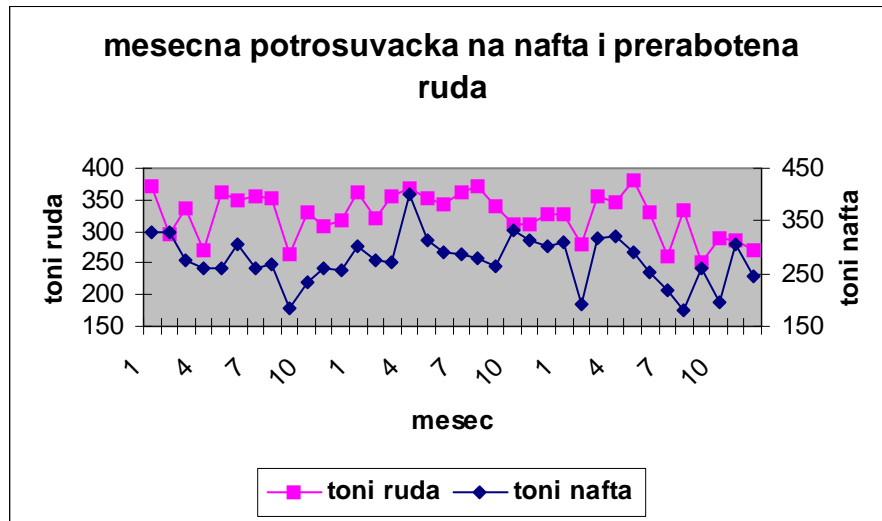


График 4

Индикативно е: намалената преработка во месец 10, 11 од 1996 година и се позачестената намалена преработка на руда во 1998 година и тоа во месеците 3, 9, 10, 11, 12, а особено што потрошувачката на нафта се зголемила за месец 9 и 11 во истата 1998 година.

На следниот График 5 е прикажан дијаграмот на растурање на потрошувачката на нафта и преработката на руда како и линеарната регресија. Резултатите од регресијата се прикажани на следната Релација 3.

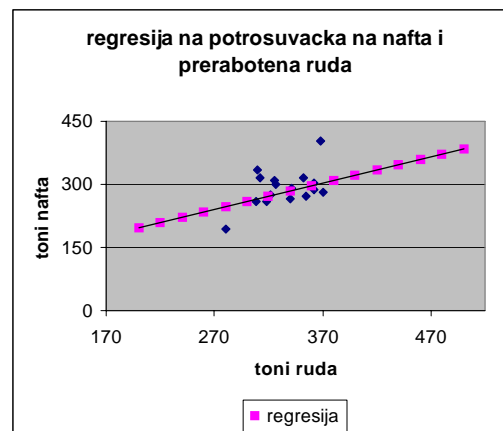


График 5

$$na. = \underset{(1.154)}{74.087} + 0.620 \cdot \underset{(3.167)}{PR.RUDA}, \quad R^2 = 0.042 \quad (3)$$

Од Релацијата 3 можеме да видиме дека непроизводната потрошувачка на нафта е 74.087 toni месечно, но е статистички незначајна за преработка на руда. Естимираниот параметар 0.620 ни покажува за колку ќе се зголеми потрошувачката на нафта ако се зголеми производството за еден тон.

Специфичната потрошувачка на нафта е илустрирана на следниот График 6.

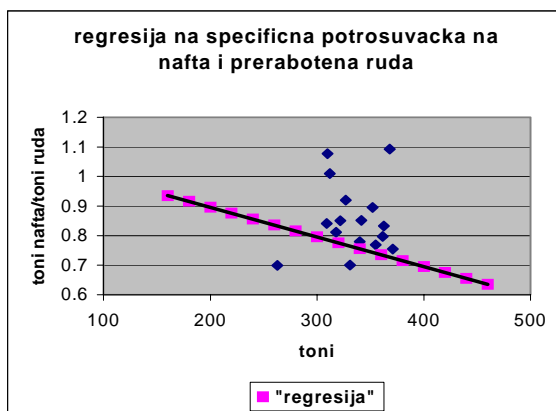


График 6

Резултатите од регресијата се дадени во следната Релација 4.

$$na./toni = 1.096 - 0.001 \cdot PR.RUDA, R^2 = 0.042 \quad (4)$$

(5.416) (-1.222)

Од Релацијата 4 заклучуваме дека за секој дополнителен тон преработена руда, специфичната потрошувачка се намалува за 1 kg nafta/ton PR.RUDA, но е статистички незначајна и затоа треба да се земе со резерва.

### ЗАКЛУЧОК

Најпогоден модел за финалното производство е Моделот 3. Заклучок е дека за финалното производство најзначителен енергенс е електричната енергија со еластичност од 0.730. Воздухот е со еластичност од 0.166, а технолошкиот прогрес е во подобрување на искористеноста на обработена руда и поефикасна искористеност на воздухот како енергенс за периодот 1996-1998, додека потрошувачката на електрична енергија бара поголема ефикасност. Во Модел 1 беше покажана негативна еластичност за преработена руда како инпут за финално производство. Покрај заситеноста, толкувањето може да биде и дека за финално производство се користи руда не толку богата со главната состојка.

Најпогоден модел за преработка на руда е Моделот 2. Заклучок е дека за преработка на руда во Бучим најзначителен енергенс е нафтата со еластичност од 0.665. Воздухот е со еластичност од 0.188, а топлината е со еластичност од -0.023. За периодот 1996-1998 нема некое подобрување во искористување на енергенсите додека потрошувачката на топлина бара поголема ефикасност. Заклучок е дека во менаџментот со енергетски ресурси има простор за зголемување на ефикасноста и продуктивноста на потрошувачката. Најслаба точка во финалното производство е ефикасноста на искористување на електричната енергија, додека во преработката на руда искористеноста на топлина бара поголема ефикасност.

Заклучуваме дека за секој дополнителен произведен тон, специфичната потрошувачка на електрична енергија ќе се намалува за 3 kWh/ton и е статистички значајна, а за секој дополнителен тон преработена руда, специфичната потрошувачка на нафта ќе се намалува за 1 kg nafta/ton PR.RUDA и треба да се земе со резерва бидејќи е статистички незначајна величина.