

## ANALÝZA PRODUKTIVITY PŠENICE ANALYSIS OF WHEAT PRODUCTIVITY

COVACI Stefan, (SR)

---

### ABSTRACT

The article deals with the comparison of wheat productivity estimates as a result of the stochastic parametric approach – SFA, and deterministic nonparametric approach – DEA. Productivity evolutions has been analyzed on panel data of wheat producers from 2000-2004. The Malmquist TFP index for wheat production indicates an overall improvement in productivity in average by 16.8 percent (SFA) and 10.3 percent (DEA) over the analyzed period 2000-2004. Nonetheless, this should be viewed with caution since the significant decline or improvement in the TFP index was very likely caused by weather condition. These weather conditions have negative impact on wheat production in 2002, 2003 and positive impact in 2001 and 2004.

### KEY WORDS

productivity, Malmquist TFP index

---

### ÚVOD

Pojmy produktivita a efektívnosť bývajú často používané v médiách a taktiež často tieto pojmy bývajú zamieňané medzi sebou, čím sa autori dopúšťajú chýb, lebo tieto dva pojmy neznamenaajú to isté. Produkčná hranica predstavuje maximálny výstup dosiahnuteľný pri každej úrovni vstupu. Vyjadruje aktuálnu úroveň technológie v danom výrobnom odvetví. Podniky daného odvetvia buď vyrábajú na danej produkčnej hranici a dosahujú technickú efektívnosť, alebo sú pod hranicou a nedosahujú technickú efektívnosť. Produktivita predstavuje pomer výstup/vstup. Pri hodnotení produktivity z časového hľadiska je dodatočným zdrojom zmeny produktivity tzv. technická zmena, ktorá vyjadruje pokrok v technológii. Ak pri porovnaní dvoch časových období podnik zvýši svoju produktivitu, zlepšenie nemusí byť iba dôsledkom zvýšenia efektívnosti, ale môže to byť dôsledkom technickej zmeny, alebo využitia ekonómie z rozsahu, alebo kombináciou všetkých uvedených zmien.

### MATERIÁL A METÓDY

Odhad technickej efektívnosti, ako aj následný výpočet produktivity na úrovni odvetvia bol realizovaný na paneli dát 24 podnikov hospodáriacich v kukuričnej výrobnnej oblasti zaoberajúcich sa pestovaním pšenice v období rokov 2000-2004. Zdrojom údajov bol Výskumný ústav ekonomiky poľnohospodárstva a potravinárstva v Bratislave.

Príspevok nadväzuje na publikáciu: Hodnotenie technickej efektívnosti pomocou translog modelu, odkiaľ boli čerpané úrovne technickej efektívnosti jednotlivých producentov pšenice za sledované obdobie rokov 2000-2004 odhadnuté pomocou jednoetapovej špecifikácie modelu Battese a Coelli 1995.

Cieľom príspevku je výpočet miery produktivity parametrickým stochastickým prístupom a následná komparácia s výsledkami získanými pomocou deterministického neparametrického prístupu. Ako premenné vstupov boli zvolené: osivá vlastné a nakúpené, hnojivá vlastné a nakúpené, chemické a ochranné prostriedky a výmera poľnohospodárskej pôdy na ktorej sa pestuje pšenica. Premenná výstupu bola zvolená celková produkcia pšenice.

Na skúmanie zmien celkovej produktivity faktorov sa najčastejšie používa Malmquistov TFP<sup>1</sup> index, pomocou ktorého sme vyhodnotili vývoj produktivity za analyzované časové obdobie rokov 2000-2004. Malmquistov TFP index je zložený z dvoch častí, a to zložka zmeny efektívnosti a zložka technickej zmeny. Zložku zmeny technickej efektívnosti Malmquistovho TFP indexu  $EC_{i(t+1)/t}$ , pre obdobie  $t+1$  a  $t$ , môžeme vypočítať podľa nasledovného vzťahu:

$$EC_{i(t+1)/t} = \frac{TE_{i(t+1)}}{TE_{it}} \quad (1.1)$$

Ide vlastne o pomer individuálnych úrovní technickej efektívnosti v čase  $t$  a  $t+1$ .

Index technickej zmeny,  $TCH_{i(t+1)/t}$  predstavuje druhú zložku Malmquistovho TFP indexu, ktorý môžeme vypočítať pomocou parciálnych derivácií produkčnej hranice pri rešpektovaní časovej premennej. V prípade, že technická zmena je non-neutrálna, index technickej zmeny sa môže meniť pri rozdielnych vstupných vektoroch.

Coelli, Rao a Battese (1998) navrhli použiť pre výpočet indexu technickej zmeny geometrický priemer parciálnych derivácií pre dve susediace obdobia:

$$TCH_{i(t+1)/t} = \left\{ \left[ 1 + \frac{\partial f(x_{i(t+1)}, (t+1), b)}{\partial (t+1)} \right] * \left[ 1 + \frac{\partial f(x_{it}, t, b)}{\partial t} \right] \right\}^{0.5} \quad (1.2)$$

Súčinom týchto dvoch indexov dostávame Malmquistov TFP index:

$$TFP_{i(t+1)/t} = EC_{i(t+1)/t} * TCH_{i(t+1)/t} \quad (1.3)$$

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

V súlade s pravidlami tak stochastického parametrického ako aj neparametrického deterministického prístupu boli definované premenné vstupov a výstupov. V tabuľke 1 sú uvedené základné popisné štatistiky premenných vstupov ako aj premennej výstupu za cele sledované obdobie rokov 2000-2004.

Tendencie vývoja produktivity je obtiažne získať z vývoja úrovne technickej efektívnosti v čase bez simultánneho vyhodnotenia technických zmien. Vývoj produktivity je možné sledovať pomocou Malmquistovho TFP indexu, ktorý predstavuje zmeny úhrnného faktoru produktivity.

Vypočítané indexy technickej zmeny a zmeny efektívnosti spolu s Malmquistovým TFP indexom pre susediace obdobia ako aj pre celkové obdobie 2000-2004 sú uvedené v tabuľke 2.

Malmquistove indexy, respektíve ich komponenty interpretujeme tak, že index menší ako jedna predstavuje zhoršenie výkonnosti podniku, index väčší ako jedna vyjadruje zlepšenie výkonnosti podniku a index rovný jednej znamená, že vo výkonnosti podniku nedochádza k žiadnej zmene.

Komponenty rastu produktivity môžeme interpretovať nasledovne:

- komponent zmeny produktivity vyjadrujúci zlepšenie sa považuje za dôkaz zlepšenia technickej efektívnosti podniku
- komponent technickej zmeny vyjadrujúci zlepšenie je dôkazom inovácie.

<sup>1</sup> TFP - Total Factor Productivity

Dekompozícia Malmquistovho TFP indexu poskytuje alternatívny spôsob zisťovania konvergencie rastu produktivity, pričom súčasne umožňuje identifikovať inováciu, čo u tradičných mier produktivity nie je možné.

**Tabuľka 1** Deskriptívna štatistika premenných vstupov a úrody za jednotlivé roky

rok	stats	produkci a	osi va	hnoj i va	chop	poda
2000	mean	2551.167	1771.445	1635.303	1177.956	682.7917
	sd	1791.221	696.2728	1059.411	598.0215	362.3904
	mi n	323	756.4417	244.5976	361.9331	222
	max	7560	3427.67	4611.792	2419.137	1502
	cv	.7021184	.3930535	.647838	.5076772	.5307481
2001	mean	3846.542	2099.622	2969.683	1579.969	806.6667
	sd	2644.224	485.4675	1116.515	967.7416	640.223
	mi n	753	1098.841	1152.828	404.819	215
	max	11406	3006.425	4914.764	3487.05	3280
	cv	.687429	.2312166	.3759713	.6125068	.7936649
2002	mean	2864.458	1876.297	2774.664	1608.619	698.1667
	sd	1788.97	511.643	1194.392	868.627	437.1842
	mi n	925	674.0247	1034.71	427.5708	236
	max	6949	2459.297	5288.259	3632.833	1706
	cv	.6245404	.2726877	.4304637	.5399829	.6261889
2003	mean	2241.083	1873.067	2589.302	1608.749	655.7917
	sd	1805.702	723.9177	1088.57	1078.669	443.5021
	mi n	615	224.7005	638.4753	303.0587	152
	max	6397	3532.68	4797.262	4682	1679
	cv	.8057272	.3864879	.4204104	.670502	.676285
2004	mean	3747.958	2026.076	2492.582	1725.337	677.9167
	sd	2790.538	429.7283	1034.502	708.8178	541.6312
	mi n	710	1427.954	590.19	538.6843	161
	max	10019	2803.354	4988.031	3184.688	2444
	cv	.7445489	.2120988	.4150322	.4108287	.7989643

Zdroj: Vlastné výpočty

Malmquistov TFP index naznačuje celkový nárast produktivity v priemere o 16.8 percent za cele sledované obdobie 2000-2004 podľa SFA. V prípade DEA to bolo 10.3 percent. Tento výsledok musíme brať s rezervou, lebo signifikantný pokles a taktiež aj nárast v indexe zmeny efektívnosti je vo veľkej miere spôsobený meteorologickými podmienkami. Tieto podmienky mali negatívny vplyv na produkciu pšenice v roku 2002 i 2003 a pozitívny v roku 2001 a 2004. Podľa TFP indexu v roku 2001 bol zaznamenaný nárast produktivity o 34.9 percent podľa SFA a o 39.9 percent podľa výpočtov získaných DEA prístupom. Bolo to spôsobené priaznivými meteorologickými podmienkami a taktiež reakciou producentov pšenice na požiadavky trhu, ktorí sa snažili kompenzovať nedostatok pšenice z minulého roka.

**Tabuľka 2** Priemerné technické zmeny, zmeny efektívnosti a produktivity pri produkcii pšenice v období rokov 2000-2004

obdobie	TCH SFA <sup>2</sup>	TCH DEA	EC SFA	EC DEA <sup>3</sup>	TFP SFA	TFP DEA
2000	1.000	1.000	1.000	1.000	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>
2001	1.065	1.199	1.267	1.167	<b>1.349</b>	<b>1.399</b>
2002	1.009	0.777	0.855	1.063	<b>0.863</b>	<b>0.825</b>
2003	1.175	0.956	0.802	0.835	<b>0.942</b>	<b>0.798</b>
2004	1.148	1.467	1.478	1.093	<b>1.697</b>	<b>1.604</b>
2004/2000	1.097	1.069	1.064	1.032	<b>1.168</b>	<b>1.103</b>

<sup>2</sup> Technical change - Stochastic Frontier analysis – technická zmena - analýza stochastických hraníc

<sup>3</sup> Efficiency change - Data Envelopment Analysis – zmena efektívnosti - analýza dátových obalov

Zdroj: Vlastné výpočty

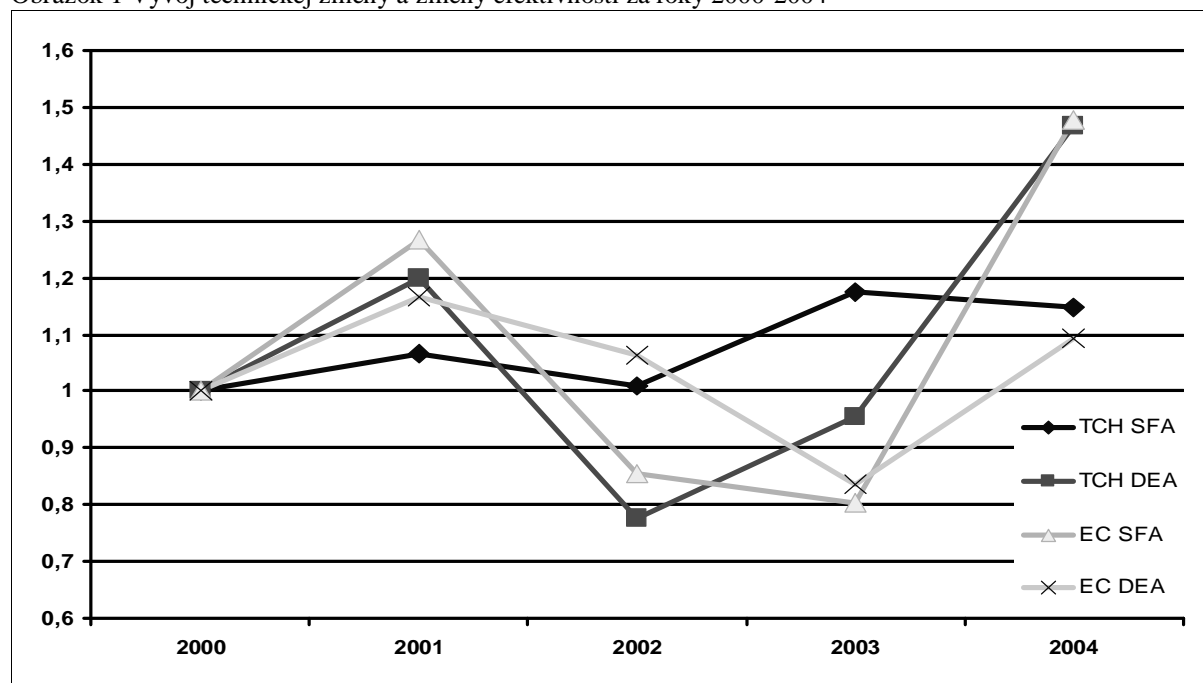
V roku 2002 bol zaznamenaný pokles produktivity pšenice v sledovanej vzorke producentov o 13.7 percent v porovnaní s rokom 2001. Podľa DEA regres produktivity pšenice v roku 2002 bol na úrovni 17.5 percent v porovnaní s predošlým rokom.

Podnetom tohto poklesu bola v určitej miere reakcia producentov na prebytky pšenice z minulého obdobia. Výskyt vírusového ochorenia, ktorý mal za následok zníženie hektárových úrod a pokles dynamiky medziročného vývoja zberových plôch mali taktiež za následok pokles produktivity pšenice v tomto roku. V roku 2002 komponent technickej zmeny zaznamenal mierne zlepšenie výkonnosti podniku a zhoršenie výkonnosti podniku v komponente zmeny technickej efektívnosti podľa SFA. V prípade DEA prístupu to bolo opačné, výrazné zhoršenie výkonnosti podnikov – komponent technickej zmeny a dôkaz zlepšenia technickej efektívnosti podnikov – komponent zmeny technickej efektívnosti. Vývoj komponentov, tak technickej zmeny, ako aj zmeny efektívnosti sú uvedené na obrázku 1 pre obidva analyzované prístupy.

Aj keď v roku 2003 bol zaznamenaný pokles dynamiky medziročného vývoja zberových plôch a nedostatok zrážok v priebehu vegetácie bol zaznamenaný pokles produktivity pšenice o 5.8 percent podľa SFA oproti roku 2002. Podľa DEA bol zaznamenaný výraznejší pokles produktivity pšenice o 11.2 percent oproti roku 2002. Najväčší nárast produktivity pšenice bol zaznamenaný v roku 2004 oproti roku 2003, keď sa v priemere produktivita pšenice zvýšila o 69.7 percent podľa stochastického parametrického prístupu a 60.4 percent podľa analýzy dátových obalov. Bolo to spôsobené priaznivými poveternostnými podmienkami, čo sa odzrkadlilo vo vysokej úrode (priemerná úroda pšenice analyzovanej vzorky producentov v roku 2004 bola 5.67 t a v roku 2003 3.42 t) a taktiež aj nárastom výmery zberových plôch v tomto roku.

Z obrázku 2 je zrejmé, že komponent technickej zmeny vypočítaný podľa SFA má pomerne nízku variabilitu (6.93 percent) v porovnaní s komponentom vypočítaným podľa DEA (27.26 percent). Na druhej strane komponent zmeny efektívnosti má vyššiu variabilitu (29.66 percent) v porovnaní s komponentom vypočítaným podľa DEA (13.77 percent).

Obrázok 1 Vývoj technickej zmeny a zmeny efektívnosti za roky 2000-2004



Zdroj: Vlastné výpočty

## ANOTÁCIA

V príspevku sú porovnané výsledky odhadnutej produktivity pšenice pomocou stochastického parametrického prístupu – SFA, ako aj výsledky získané pomocou deterministického neparametrického prístupu – DEA. Analýza vývoja produktivity bola realizovaná na paneli dát producentov pšenice v období rokov 2000-2004. Malmquistov TFP index naznačuje celkový nárast produktivity pšenice v priemere o 16.8 percent podľa SFA a 10.3 percent podľa DEA za cele sledované obdobie 2000-2004. Tento výsledok musíme brať s rezervou, lebo významný pokles a taktiež aj nárast v TFP indexe je vo veľkej miere spôsobený meteorologickými podmienkami. Tieto meteorologické podmienky mali negatívny vplyv na produkciu pšenice v roku 2002 i 2003 a pozitívny v roku 2001 a 2004.

## KLÚČOVÉ SLOVÁ

produktivita, Malmquistov TFP index

## LITERATÚRA

1. COELLI, T.J. 1994: A Guide to FRONTIER Version 4, A computer Program For Stochastic Frontier Production and Cost Function Estimation, Centre for Efficiency and Productivity Analysis, University of New England, Australia, 1994
2. Web: <http://www.une.edu.au/econometrics/cepa.htm>, 23.10.2002
3. COELLI, T.J. 1996: A Guide to DEAP Version 2.1, A Data Envelopment Analysis (Computer) Program, 1996
4. Web: <http://www.une.edu.au/econometrics/cepa.htm>, 23.10.2002
5. COELLI, T. J. et. al. 1998: An introduction to efficiency and productivity analysis, Kluwer Academic Publishers, Boston 1998, ISBN 0-7923-8062-2, 275 s.
6. COVACI, S. 2005: Hodnotenie technickej efektívnosti pomocou translog modelu. In: Zborník príspevkov z konferencie Mladá veda 2005. Nitra: SPU, 2005.
7. CURTISS, J.: Efficiency and Structural Changes in Transition. A Stochastic Frontier Analysis of Czech Crop Production. Institutional Change in Agriculture and Natural Resources. Shaker Verlag, Aachen 2002, ISBN 3-8322-0365-6
8. KUMBHAKAR, S.C. – LOVELL K.C.A.: Stochastic Frontier Analysis. United Kingdom: Cambridge University Press, 2000, s 15 – 65. ISBN 0-521-48184-8

## KONTAKTNÁ ADRESA

Ing. Stefan Covaci

Katedra štatistiky a operačného výskumu. Fakulta ekonomiky a manažmentu. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra.

e-mail: [Stefan.Covaci@fem.uniag.sk](mailto:Stefan.Covaci@fem.uniag.sk)

**Recenzent:** prof. Ing. Zlata Sojková, CSc.