

DEBRECENI EGYETEM



AGRÁRTUDOMÁNYI
KÖZLEMÉNYEK **40.**

ACTA AGRARIA DEBRECENIENSIS



2010

TARTALOM		CONTENTS	
	Oldal		Page
Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola	5	Doctoral School of Animal Husbandry	5
<i>Barta Tamás – Majzinger István: Az őzbakok (Capreolus capreolus L.) táplálék-összetételének és fontosabb paramétereinek vizsgálata tavasszal és nyáron két alföldi vadászterületen</i>	<i>7</i>	<i>Tamás Barta – István Majzinger: Analysis of the main parameters of spring and summer food compound of roe deer (Capreolus capreolus L.) on the two hunting grounds of the Alföld plain</i>	<i>7</i>
<i>Benk Ákos – Vidács Lajos: A magyar kendermagos tyúk és a kendermagos erdélyi kopasznyakú tyúk tojástermelése</i>	<i>11</i>	<i>Ákos Benk – Lajos Vidács: The egg production of hungarian speckled hen and speckled transylvanian naked neck hen</i>	<i>11</i>
<i>Gál Tímea – Grasselli Gábor – Komlói István: Szarvasmarhatelepek hatékonyságának elemzése Data Envelopment Analysis (DEA) segítségével</i>	<i>17</i>	<i>Tímea Gál – Gábor Grasselli – István Komlói: Analyzing the Efficiency of Dairy Farms by Using the Method of Data Envelopment Analysis (DEA)</i>	<i>17</i>
<i>Gyimóthy Gergely – Harangi Sándor – Kovács András: Barbados BlackbellyxDorper F₁ jerek petefészek működése kondíciójuk tükrében</i>	<i>23</i>	<i>Gergely Gyimóthy – Sándor Harangi – András Kovács: Ovarian performance of Barbados Blackbelly and Dorper crossbred ewes in the mirror of body conditions</i>	<i>23</i>
<i>Hódi Katalin – Szendrei Zoltán – Kovács Béla – Holcvart Mária – Béri Béla: Különböző genotípusú szarvasmarhák tejének makroelem-tartalma</i>	<i>27</i>	<i>Katalin Hódi – Zoltán Szendrei – Béla Kovács – Mária Holcvart – Béla Béri: Macro element contents of different genotype cows' milk</i>	<i>27</i>
<i>Kármayczki Zsuzsanna – Béri Béla – Fenyvessy József – Csanádi József: Funkcionális tejtermékek kifejlesztésének lehetőségei</i>	<i>33</i>	<i>Zsuzsanna Kármayczki – Béla Béri – József Fenyvessy – József Csanádi: The possibilities of the development of functional dairy products</i>	<i>33</i>
<i>Kovács Péter – Lazányi János – Nagy Géza: A zöld pántlikafű (Phalaroides arundinacea) tavaszi beltartalmának változása</i>	<i>37</i>	<i>Péter Kovács – János Lazányi – Géza Nagy: Changes of chemical composition and nutritive values of Reed Canary Grass (Phalaroides arundinacea) in first growth</i>	<i>37</i>
<i>Mihályfi Sándor – Németh Attila – Németh Szabina: A termékenyítési eredmények alakulása ivarzás-szinkronizálást követő cerviko-uterinális inszeminálás alkalmazása során kecskéknél</i>	<i>43</i>	<i>Sándor Mihályfi – Attila Németh – Szabina Németh: Changing of yeaning rates using estrus synchronization and cervico-uterinal artificial insemination in goats</i>	<i>43</i>
<i>Mikó Józsefné Jónás Edit – Mucsi Imre – Komlói István: Holstein-fríz tehének ellés utáni kondícióváltozásának és reprodukciós mutatóinak kapcsolata</i>	<i>49</i>	<i>Edit M. J. Jónás – Imre Mucsi – István Komlói: Correlation between body condition change and reproduction parameters of Holstein-Frisian cows after calving</i>	<i>49</i>
<i>Németh Attila – Mihályfi Sándor – Szabados Tamás: Kiskérődzők termékenyítőanyagának vizsgálata a hűtve és mélyhűtve tárolás, illetve az ivarorientációs eljárás végrehajtása során</i>	<i>53</i>	<i>Attila Németh – Sándor Mihályfi – Tamás Szabados: Analysis of small ruminants' semen under the cooling, deep-freezing and sex-orientation method</i>	<i>53</i>
<i>Oláh János – Vass Nóra – Kusza Szilvia – Posta János – Pécsi Anna – Radácsi Andrea – Harcsa Attila – Gyimóthy Gergely – Kovács András – Jávora András: Tenyészkosok ugrási sorrendjének vizsgálata</i>	<i>59</i>	<i>János Oláh – Nóra Vass – Szilvia Kusza – János Posta – Anna Pécsi – Andrea Radácsi – Attila Harcsa – Gergely Gyimóthy – András Kovács – András Jávora: Study of the rams' jumping order</i>	<i>59</i>
<i>Pluhár Dóra – Juhász Lajos: A nyírfajd újrakonstitúciójának kezdeti lépései</i>	<i>63</i>	<i>Dóra Pluhár – Lajos Juhász: The initial steps of the black grouse repatriation</i>	<i>63</i>
<i>Sütő Berta Vanda – Béri Béla: Tejelő szarvasmarhák antioxidánsokkal történő takarmány kiegészítésének hatása a tej e-vitamin és likopintalmára</i>	<i>69</i>	<i>Berta Vanda Sütő – Béla Béri: Effect of using antioxidants as feed additives in the diet of dairy cows on the vitamin E and lycopene content of milk</i>	<i>69</i>

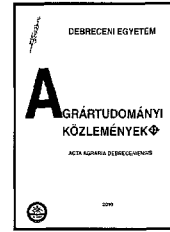
Szarvasmarhatelepek hatékonyságának elemzése Data Envelopment Analysis (DEA) segítségével

Gál Tímea¹ – Grasselli Gábor¹ – Komlósi István²

Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma

¹Logisztikai Koordinációs Központ

²Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Állattenyésztéstudományi Intézet, Debrecen
galtimea@agr.unideb.hu



ÖSSZEFOGLALÁS

Magyarországon a szarvasmarha ágazat hosszantartó válságos időszakban van, a szarvasmarha állomány folyamatosan csökken. A hazai tej és tejtermékek fogyasztása a világon megfigyelhető tendenciával szemben alig nő, és lényegesen kisebb az 1990-es évek szintjénél. 2006-ban az egy főre jutó tejfogyasztás több mint 75 literrel elmaradt az EU-15 átlagától.

A szarvasmarhatartás nagyon kockázatos tevékenység, míg input oldalról elsősorban a takarmányárak és az állategészségügyi termékek, addig output oldalról a végtermék árának ingadozása befolyásolja az ágazat jövedelmezőségét. Ilyen körülmények között létfontosságú a szarvasmarha tenyésztők számára, hogy a tenyésztésben jellelhető rejtett tartalékokat a lehető leghatékonyabban legyenek képesek kihasználni.

Kutatásunkban egy mezőgazdasági vállalkozás három tejtermelő tehenészeti telepének több szempontú hatékonyságelemzését végeztük el. Az elemzéshez kiválasztott módszer a Data Envelopment Analysis (adatsomagolás elemzés, a továbbiakban DEA) volt. A módszer kiválasztását indokolja, hogy nem áll rendelkezésre olyan megbízható adatbázis a termelési függvények definiálásához, illetve a DEA lehetővé teszi több input és output, azaz összetett döntési problémák egyidejű kezelését. A DEA segítségével a nem hatékonyan működő telepeken a kiesést okozó források beazonosíthatók, elemezhetők és számszerűsíthetők, tehát segíthető a vállalati döntéstámogatás.

A modellben inputként szerepelnek az egy liter tejjre jutó költségadatok – takarmány-, gyógyszerfelhasználással, logisztikával kapcsolatos költségek –, illetve a tartással, tenyésztéssel összefüggő meghatározó paraméterek. Outputként szerepel a tejtermelés, a tejszűrés és egyéb kibocsátással összefüggő mutatószám.

A modellt MS Excelben készítettük el, a lineáris programozási modellsorozat VB segítségével programoztuk. A modell megoldása után az árnyékarak ismeretében megválaszolható, hogy miért nem hatékony valamelyik telep.

Kulcsszavak: DEA analízis, hatékonyság, szarvasmarha ágazat

SUMMARY

In Hungary the dairy sector is in a long-term critical period, the stock has been in constant decline. The consumption of milk and dairy products in Hungary is slightly rising compared to the world tendency, and it is fallen behind the level in 1990. The milk consumption per capita in 2006 was with 75 liters less than the EU-15 average.

Dairy enterprise is a very risky activity: the profitability of the enterprise is affected by the fluctuation of feed and animal health products prices from the side of inputs, and by the fluctuation of

end-product prices. Under these circumstances it is vital for the cattle breeders, in order to survive, to harness the reserves in the breeding as effectively as possible.

In our research we made a multi-faceted efficiency analysis of an agricultural holding's three dairy farms. The chosen method for the analysis was Data Envelopment Analysis (DEA). The selection of the method is justified by the fact that there is not such a reliable database by which we could define production functions, and that DEA makes possible to manage several inputs and outputs, i.e. multiple decision problems, simultaneously. By using DEA the sources that causes shortfalls can be identified, analyzed and quantified on farms that does not operate efficiently, thus it can help the corporate decision support successfully.

In the model inputs are the cost data per one liter milk – feed, medicinal product use, logistic costs –, and the main parameters concerning the keeping and rearing. Outputs are indicators concerning milk production, milk quality and others.

We prepared the model in MS Excel, the linear programming model series were programmed by Visual Basic. After solving the model, in light of the shadow prices we can determine why either of the farms is not efficient.

Keywords: DEA analysis, efficiency, bovine sector

A DEA MODELLRŐL ÁLTALÁBAN

A Data Envelopment Analysis (adatsomagolás elemzés, a továbbiakban DEA) módszer ötlete Farrel-től (1957) származik, aki egy jobb termelékenység mérésére alkalmas módszert akart kifejleszteni. Azonban 1978-ban Charnes et al. formálta újjá ezt a módszert matematikai programozási problémaként. Ez a módszer egy viszonylag új „adat-orientált” eljárás, amely döntéshozatali egységek (a továbbiakban DE) teljesítménymérésére alkalmazható, amelyek több inputból többféle outputot állítanak elő (Cooper et al., 2004). Az utóbbi években a DEA módszert sokféle területen használták már teljesítménymérésre. Alkalmazták már belső szolgáltatásminőség hatékonyságának mérésére (Soteriou és Stavrinides, 2000; Becser, 2008), bankok hatékonyságmérésére (Sherman és Ladino, 1995; Tóth, 1999), oktatási (Tibenszky, 2007) egyéb közintézmények, valamint ipari parkok (Fülöp és Temesi, 2000) hatékonyságának mérésére, valamint regionális versenyképesség méréséhez is (Kopasz, 2007). Azonban a mezőgazdasági gyakorlatban való alkalmazása eddig nem volt számottevő. Az állattenyésztési telepek és a mezőgazdasági termelési folyamatok hatékonyság elemzése szimulációs

módszerekkel is elvégezhető (Szöke et al., 2009; Kovács és Nagy, 2009), azonban a rendelkezésre álló adatbázis minősége nem mindig teszi lehetővé a technológiai folyamatok teljes körű leképezését. Ilyen esetekben a DEA hatékonyabb eszköz.

A DEA eljárásnak kétfajta megközelítését ismerjük: inputorientáltat (költségorientált) és outputorientáltat (eredményorientált). Az inputorientált szemlélet esetén azt vizsgáljuk, hogy mennyit és milyen arányban használunk fel az inputokból, hogy azonos kibocsátási szint mellett minimális legyen a költség. Az outputorientált szemléletű megközelítésben azt határozzuk meg, hogy mennyivel lehet a kibocsátások mennyiségét részlegesen növelni anélkül, hogy az inputok mennyiségét változtatnánk (Farrel, 1957; Charnes et al., 1978).

Ezt még tovább bonyolítja az is, hogy a hatékonyság mérésénél azt is figyelembe kell vennünk, hogy nem minden input hasznosul azonos módon: ha az erőforrások azonos beépülésével számolunk, akkor konstans rátájú megtérüléssel (CRS – Constans Return to Scale), ha nem, akkor változó rátájú (VRS – Variable Return to Scale) megtérüléssel kell számolnunk (Cooper et al., 2004).

A DEA MODELL LEÍRÁSA

A gazdaságban gyakran felmerülő kérdés, a vállalat működése során, annak különböző egységei milyen hatékonysággal működnek. A befektetési elemzőket az érdekli, hogy az egy iparágban belül versenyző résztvevők hatékonysága milyen. A DEA egy lineáris programozási alkalmazás, melynek segítségével a fenti problémák megoldhatók. A DEA elemzés során arra kapunk választ, hogy egy gazdasági egység milyen hatékonysággal alakítja át az inputként bevitt ráfordításokat outputokká, vagyis alkalmas arra, hogy megtaláljuk azt az egységet (üzemet, egyetemet, éttermet, stb.), amely a „legjobb gyakorlattal” rendelkezik (Albright és Winston, 2007). A DEA eljárást a hatékonyan termelő egységek alapján a határhatékonyság meghatározására alkalmazzuk (Tofallis, 2001; Bunkóczi és Pitlik, 1999).

A hatékonyságot eredmény/ráfordítás mutatókkal mérhetjük, ennek alapján:

$$E_i = \frac{\sum_{j=1}^{n_o} O_{ij} \cdot w_j}{\sum_{j=1}^{n_i} I_{ij} \cdot v_j} \quad (1.1.)$$

ahol
 E_i az i-edik egység hatékonysága
 O_{ij} az i-edik egység j-edik output tényezőjének értéke
 n_o az outputok száma
 w_j a j-edik output egy egységének az értékelése
 I_{ij} az i-edik egység j-edik input tényezőjének értéke
 n_i az inputok száma
 v_j a j-edik input egy egységének az értékelése

A modell célfüggvénye:

$$\sum_{j=1}^{n_o} O_{ij} \cdot w_j \Rightarrow MAX! \quad (1.2.)$$

Minden egyes vizsgált egységre egy különálló LP feladatot oldunk meg, amelyeknél a célfüggvény gazdasági tartalma ugyanaz, azaz célunk, hogy maximalizáljuk az egységek súlyozott outputjainak az értékét. Miután az összes LP feladatot megoldottuk, megoldásként a legjobb értékelést (input és output súlyokat) kapjuk meg (Ragsdale, 2007).

Mérlegfeltételek:

1. Egyetlen vizsgált egység hatékonysága sem lehet nagyobb, mint 100%.

$$\sum_{j=1}^{n_o} O_{kj} \cdot w_j \leq \sum_{j=1}^{n_i} I_{kj} \cdot v_j \quad (k=1,2 \dots \text{vizsgálatba vont egységek száma}) \quad (1.3.)$$

$$\sum_{j=1}^{n_o} O_{kj} \cdot w_j - \sum_{j=1}^{n_i} I_{kj} \cdot v_j \leq 0 \quad (1.4.)$$

2. A számítások egyszerűsítése érdekében az input árakat úgy skálázzuk, hogy az i-edik gazdasági egység input költsége 1 legyen (Ragsdale, 2007).

$$\sum_{j=1}^{n_i} I_{ij} \cdot v_j = 1 \quad (1.5.)$$

A nem hatékony telepek kiszűrése után egyenként számszerűsíthetjük, hogy mely paramétereken mennyit kellene változtatni, hogy az optimális, 100%-os hatékonyságú „kevert” telep értékeit kapjuk meg. Erre az árnyékarakat alkalmazhatjuk. A modell megoldása során a 100%-os hatékonyságú telepeken a súlyozott output és input különbsége 0, tehát korláton áll, azaz árnyékára van. Az árnyékarak és az egyes paraméterek értékeit tartalmazó vektorok skaláris szorzataként kapjuk meg az adott telep optimálisnak tartott értékét.

SZARVASMARHA TELEPI ESETTANULMÁNY

A DEA modellben három szarvasmarhatartó telep hatékonyságát vizsgáltuk meg. A telepek egy mezőgazdasági vállalkozáshoz tartoznak Hajdú-Bihar megyében. A modell felépítéséhez és megoldásához a gazdaság 2008. évi termelési és számviteli adatait használtuk fel. Input tényezőként vettük figyelembe a változó költségeket és az átlagos tehénlétszámot, output tényezőként a 305 napos laktációra korrigált tejtermelést, a tejminősítési adatok közül az átlagos tejszír- és tejfehérje-tartalmat, a gazdasági adatok közül a telepi árbevételeket. Az elemzés célja a vállalkozáson belül a három telep versenyképességének a vizsgálata, illetve a nem hatékonyan működő szarvasmarha telepek esetén a

kritikus tényezők feltárása, az esetleges további elemzések irányának meghatározása volt.

Az elemzés első lépéseként először a három telep bevételeinek és költségeinek elemzését végeztük el. Az árbevétel és a változó költségek különbségeként adható meg a fedezeti hozzájárulás. Az 1. telep esetében a fedezeti hozzájárulás értéke 54 millió Ft, ami egy tehénre vetítve 51.428 Ft-ot jelent. A 2. telep fedezeti hozzájárulása 38 millió Ft, az egy tehénre jutó érték pedig 72.380 Ft.

A 3. telep egy tehénre jutó fedezeti hozzájárulás értéke 16.129 Ft, ami az egész telepre vetítve 10 millió Ft-ot jelent. Ha összehasonlítjuk az egy tehénre jutó FH értékeket, akkor azt láthatjuk, hogy a legmagasabb fedezeti hozzájárulást a 2. telep érte el, az 1. telep közel 20 ezer Ft-tal maradt el a 2. telep értékétől. A legalacsonyabb egy tehénre jutó fedezeti hozzájárulása a 3. telepnek volt. Tehát jövedelmezőség szempontjából a 3. telep tekinthető a leggyengébbnek. A modellben szerepeltetett input és

output változók DEA modellben történő szerepeltetésével meghatározhatóak azok a hatékonyságot csökkentő faktorok, amelyekkel a 3. telep is versenyképessé tehető.

A könnyebb áttekinthetőség érdekében a lineáris programozási modellben pontokkal jelöltük a korlátozó feltételeket, csíkokkal a változókat és szűrőkkel a célfüggvényt. Az LP modell megoldása során kapott maximális output értékek a DEA hatékonyság oszlopban találhatóak (1. ábra). Ennek alapján megállapítható, hogy a megadott input és output feltételeket figyelembe véve az első és a második telep hatékonyan működik, míg a harmadik nem (a DEA hatékonysági érték kisebb, mint 1).

A harmadik telepre vonatkozó LP modell árnyékárai az alábbiak szerint alakulnak (1. táblázat). Az összetett telep paramétereinek meghatározásában az első és a második telep árnyékárai fognak szerepelni, mint súlyok.

1. ábra: A szarvasmarha telepek hatékonysági vizsgálatára alkalmas DEA modell

Telep-kód(1)	Outputok(2)				Inputok(7)			Súlyozott output(10)	Súlyozott input(11)	Különbség(12)	DEA hatékonyság(13)
	Tej 305 nap, l(3)	Tejfehérje, %(4)	Tejszír, %(5)	Tehénészet árbevétele, M Ft(6)	Változó költségek, M Ft(8)	Tehénlétszám, db(9)					
1	8900	3,2	3,4	719	665	1050	1,6935	1,6935	0,0000	1,0000	
2	8480	3,1	3,41	352	314	525	0,8468	0,8468	0,0000	1,0000	
3	8630	3,25	3,39	389	379	620	0,9341	1,0000	-0,0659	0,9163	
Súlyok(14)	0,0000	0,01198	0,0000	0,00230	0,0000	0,00161					
Output(15)	0,9341										
Input(16)	1,0000										

Forrás: Saját modell üzemi adatok felhasználásával(18)

Figure 1: The DEA model that is suitable for doing efficiency analysis on dairy farms
 Farm code(1), Outputs(2), Milk for 305 days (litre)(3), Milk protein (%)(4), Milk fat (%)(5), Turnover (million Ft)(6), Inputs(7), Variable costs (million Ft)(8), Number of dairy cows (heads)(9), Weighted output(10), Weighted input(11), Difference(12), DEA efficiency(13), Weights(14), Output(15), Input(16), Objective function(17), Source: Own model by using farm data(18)

1. táblázat

Az árnyékarak alakulása a harmadik telep LP modelljének megoldása után

Cella(1)	Név(2)	Végérték(3)	Shadow árnyékár(4)
\$D\$16	Input l(5)	1,0000	0,9341
\$L\$7	1. telep különbség(6)	0,0000	0,0565
\$L\$8	2. telep különbség(7)	0,0000	0,9900
\$L\$9	3. telep különbség(8)	-0,0659	0,0000

Forrás: Saját számítás(9)

Table 1: Shadow prices after solving the LP model of Farm 3
 Cell(1), Name(2), End value(3), Shadow price(4), Input Farm 3(5), Farm 1 Difference(6), Farm 2 Difference(7), Farm 3 Difference(8), Source: own calculation(9)

A DEA szerint hatékony 1. és 2. telep árnyékárait súlyként használva „létrehozhatunk” egy olyan input

és output átlagvektort, mely egy összetett, hipotetikus telepre vonatkozik. Ennek a telepnek az input és output jellemzői összehasonlíthatók a harmadik telep jelenlegi adataival, így feltárhatóak a hiányosságok, ill. a hatékonyságot rontó tényezők (2. táblázat).

A hipotetikus telepen a fedezeti hozzájárulás értéke egy tehénre vetítve 69.084 Ft, ami összehasonlítva a többi teleppel, nagyságrendileg a 2. telep fedezeti hozzájárulásával egyezik meg (72.380 Ft).

Az input tényezőknél a tehénlétszám és a változó költségeknél is egyensúlyhiány figyelhető meg a hipotetikus telep és a harmadik telep között. A tehénlétszámot és a változó költségeket egyaránt csökkenteni kell. Megfigyelhető, hogy mindezt az árbevétel csökkenése nélkül kell végrehajtani, ami feltételezi a tejtermelés és a minőségi paraméterek közül a tejszír mennyiségének javulását is (2. ábra).

2. táblázat

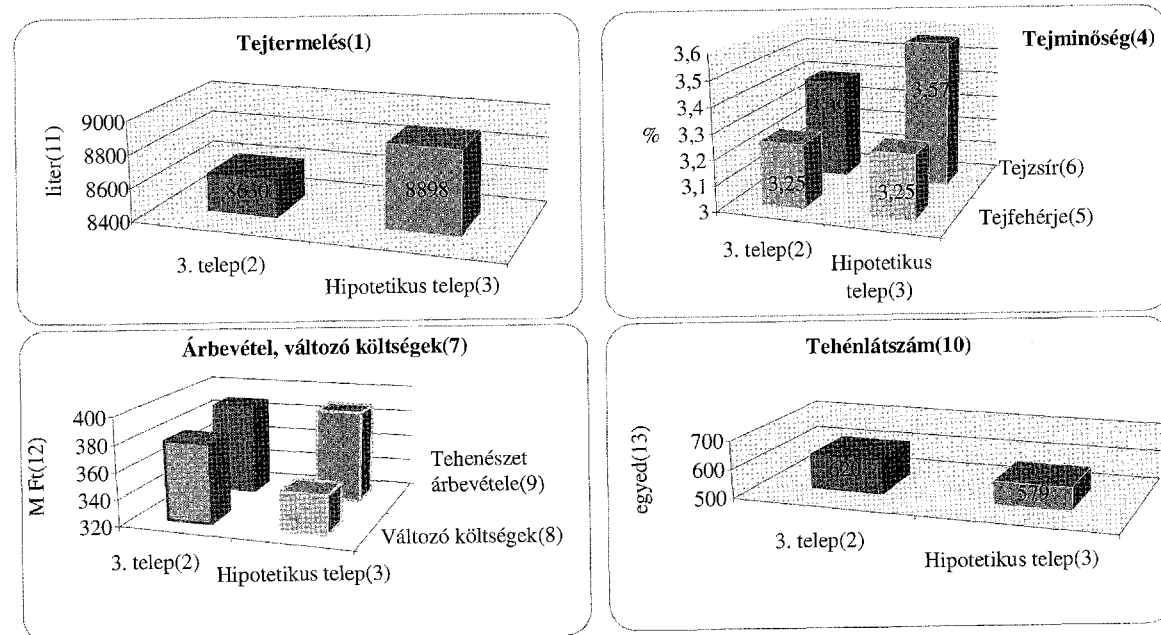
Az árnyékarak, mint súlyok segítségével „létrehozott” összetett telep jellemzői

Telepkód(1)	Outputok(2)				Inputok(7)		Súlyok, %(10)
	Tej 305 nap, l(3)	Tejfehérje, %(4)	Tejzsír, %(5)	Tehenészet árbevétele, M Ft(6)	Változó költségek, M Ft(8)	Tehénlétszám, db(9)	
1	8900	3,20	3,40	719	665	1050	5,65
2	8480	3,10	3,41	352	314	525	99,00
3	8630	3,25	3,39	389	379	620	0,00
A hipotetikus telep jellemzői(11)	8899	3,25	3,57	389	349	579	

Forrás: Saját számítás(12)

Table 2: The characteristics of the composite farm 'made' by using shadow prices as weights
Farm code(1), Outputs(2), Milk for 305 days (litre)(3), Milk fat (%)(4), Milk protein (%)(5), Turnover (million Ft)(6), Inputs(7), Variable costs (million Ft)(8), Number of dairy cows (heads)(9), Weights(10), Characteristics of the composite farm(11), Source: Own calculation(12)

2. ábra: Az input és output tényezők alakulása a nem hatékony 3. telepen és a hipotetikus telepen



Forrás: Saját számítás(14)

Figure 2: Input and output factors on the non-efficient Farm 3 and on the composite farm
Milk production(1), Farm 3(2), Composite farm(3), Milk quality(4), Milk protein(5), Milk fat(6), Turnover and variable costs(7), Variable costs(8), Turnover(9), Number of dairy cows(10), Litre(11), Million Ft(12), Heads(13), Source: own calculation(14)

A fenti adatok arra engednek következtetni, hogy a harmadik telepen jelentősebb technológiai, menedzsment, vagy állategészségügyi hiányosságok vannak, mivel az egy tehénre jutó fajlagos árbevétel itt a legalacsonyabb, 627 ezer Ft/év (az 1. telepen 687 ezer Ft, a 2. telepen 667 ezer Ft). Változatlan szintű árbevételnél költségcsökkentést,

hozamnövekedést és minőségjavulást is el kell érniük.

Az elemzés eredményei további vizsgálatok szükségességét is felvetik. A termelési eredmények és a minőség javítása érdekében az inputoknál az állategészségügyi és technológiai tényezők figyelembevételével a megoldási javaslat tovább finomítható, árnyalható.

IRODALOM

Albright, S. C.-Winston, W. L. (2007): Management Science Modeling, Revised Third Edition. Thomson, 184-192.
Becser N. (2008): Szolgáltatásminőség modellek, BCE Vállalatgazdaságtani Intézet, 89. sz. Műhelytanulmányok, 2008. január 19.

Bunkóczi L.-Pitlik L. (1999): A DEA (Data Envelopment Analysis) módszer alkalmazási lehetőségei üzemhatékonyságok mérésére, IA'99, Debrecen, 1999. augusztus 26. <http://miau.gau.hu/miau/08/dea.doc> Letöltve: 2009. szeptember 5.
Charnes, A.-Cooper, W.-Rhodes, E. (1978): Measuring the efficiency of decision-making units. European Journal of Operational Research vol. 2, 429-444.
Cooper, W. W.-Seiford, L. M.-Zhu, J. (2004): Data Envelopment Analysis, International Series in Operations Research & Management Science. vol. 71. Chapter 1. 1-39.
Farrell, M. J. (1957): The Measurement of Productive Efficiency. Journal of the Royal Statistical Society vol. 120, 253-281.
Fülöp J.-Temesi J. (2000): A Data Envelopment Analysis (DEA) alkalmazása ipari parkok hatékonyságának vizsgálatára, Szigma 32. 3-4. 85-110.
Kopasz M. (2007): Útban a versenyképesség felé, AVA3 konferencia, Debrecen, 2007. március 20-21. www.avacongress.net/ava2007/Program_Booklet.pdf, Letöltve: 2009.09.5.
Kovács, S.-Nagy, L. (2009): An application of Markov chain Monte Carlo simulation. Internal Congress on the aspects and visions of applied economics and informatics (AVA4), Debrecen p. 1333-1338. pendrive enclosure ISBN 978-963-502-897
Ragsdale, C. T. (2007): Spreadsheet Modeling & Decision Analysis: A Practical Introduction to Management Science, Fifth Edition. Thomson, 102-113.
Sherman, H. D.-Ladino, G. (1995): Managing Bank Productivity Using Data Envelopment Analysis (DEA). Interfaces 25, no. 2, 60-80.
Soteriou, A. C.-Stavrinos, Y. (2000): An internal customer service quality data envelope analysis model for bank branches, International Journal of Bank Marketing, 18.5: 246-252
Szőke, Sz.-Nagy, L.-Kovács, S.-Balogh, P. (2009): Examination of pig farm technology by computer simulation. Internal Congress on the aspects and visions of applied economics and informatics (AVA4), Debrecen p. 1317-1325. pendrive enclosure ISBN 978-963-502-897
Tibenszkyné F. K. (2007): Az oktatás hatékonyságának mérése a ZMNE 2006-ban végzett hallgatóin Data Envelopment Analysis (DEA) módszer használatával. Doktori Ph.D. értekezés, ZMNE, 149-165. http://193.224.76.4/download/.../phd/.../tibenszkyné_forika_krisztina.pdf Letöltve: 2009. 09. 5.
Tofallis, C. (2001): Combining two approaches to efficiency assessment. Journal of the Operational Research Society 52 (11), 1225-1231.
Tóth Á. (1999): Kísérlet a hatékonyság empirikus elemzésére. MNB füzetek 1999/2, 11-33.