

A MEZŐGAZDASÁGI VÁLLALATOK HATÉKONYSÁGÁNAK ÖSSZEHASONLÍTÓ ELEMZÉSE MAGYARORSZÁGON ÉS ROMÁNIÁBAN

COMPARATIVE EFFICIENCY ANALYSIS OF THE AGRICULTURAL ENTERPRISES IN HUNGARY AND ROMANIA

Ieremiás Éva¹, Tarnóczy Tibor²

^{1,2} Számviteli és Pénzügyi Intézet, Gazdaságtudományi Kar, Debreceni Egyetem, Magyarország

Kulcsszavak:

teljesítménymérés, mezőgazdaság, hatékonyság, Data Envelopment Analysis, Magyarország és Románia

Keywords:

performance measurement, agriculture, efficiency, Data Envelopment Analysis, Hungary and Romania

Összefoglalás

A teljesítménymérés alapvető fontosságú a nemzetgazdaság minden szektorában. Mégis különösen igaz ez a mezőgazdaságra, mert ebben a szektorban is egyre fontosabbá válik a hatékonyabb gazdálkodás, hogy a lakosságot megfelelő élelmiszerrel lássák el. A tanulmány a romániai és a magyar mezőgazdasági cégek teljesítményét vizsgálja. Összesen 5390 cég került kiválasztásra az elemzési adatbázisba, amelyek közül 3789 román, 1601 pedig magyar cég volt. A teljesítményelemzésben a vállalatok hatékonysága 2018 és 2020 között időszakban került megvizsgálásra a Data Envelopment Analysis módszerrel. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a román mezőgazdasági cégek statisztikailag szignifikánsan alacsonyabb hatékonysággal működnek, mint a magyarok. Az is megállapítható azonban, hogy a vállalkozások átlagos hatékonysága mindkét országot tekintve igen alacsony. Alacsony a teljesítmény az alágazati hatékonysági együtthatók átlagait figyelembe véve is. Nincs olyan év, amikor az átlagos hatékonysági együttható bármelyik ágazatban meghaladja az 50%-ot. Az Olajosmagvak és Gabonatermesztés alágazati elemzése viszont azt mutatja, hogy különösen Romániában igen magas az 50% alatti hatékonysági együtthatóval rendelkező cégek aránya. Hasonló megállapítások tehetők a baromfi- és tojástermelés alágazat esetében is. További kutatások szükségesek a mezőgazdasági vállalatok alacsony hatékonysági okainak pontosabb feltárásához.

Abstract

Performance measurement is of fundamental importance in all sectors of the national economy. However, this is especially true for agriculture because more efficient management is becoming increasingly important in this sector as well as well to supply the population with adequate food. The study examines the performance of Romanian and Hungarian agricultural companies. A total of 5,390 companies were selected for the analysis database, of which 3,789 were Romanian and 1,601 were Hungarian. In the performance analysis, the companies' efficiency was examined between 2018 and 2020 using the Data Envelopment Analysis method. Based on the results, it can be concluded that the Romanian agricultural companies operate with statistically significantly lower efficiency than the Hungarian ones. However, it can also be concluded that the average efficiency of enterprises is very low in both countries. The performance is low, even considering the

¹ Tarnóczy Tibor. Tel.: +36 30 436 8853
E-mail cím: tarnoczy.tibor@econ.unideb.hu

averages of the sub-sector efficiency coefficients. There is no year when the average efficiency ratio in any sector exceeds 50%. On the other hand, the sub-sector analysis of Oilseeds and Cereals shows that, especially in Romania, the proportion of companies with an efficiency coefficient below 50% is very high. Similar conclusions can be made regarding the poultry and egg production subsector. Further research is needed to reveal the reasons more precisely for the low efficiency of agricultural companies.

1. Bevezetés

A piacok globalizációja és a szabadkereskedelmi megállapodások miatt a gazdasági szereplők közötti verseny felerősödött. Ennek eredményeként a hangsúly a lehető leghatékonyabb termelés elérésén van. A számviteli nyilvántartások jelentősége is ennek megfelelően változott az évek során. Emiatt egyre nagyobb igény mutatkozott a cégek részéről a vezetői döntéshozatalt támogató információk iránt, amelyeket kellő mennyiségben és kiemelkedő minőségben kell biztosítani.

A kötelező éves beszámolóknak nagyon sok adatot lehet találni. Ennek ellenére nem mindig tartalmazznak a döntéshozók számára értékes információkat. Például olyanokat, amelyekből következtetni lehet a cégek jelenlegi pénzügyi helyzetére, versenytársaikhoz viszonyított teljesítményére, vagy mi könnyítené meg a mikrokörnyezeti akciótervek kidolgozását. A számviteli jelentések adatai azonban kiváló alapot jelenthetnek a vállalkozások alaposabb pénzügyi elemzéséhez, ha azokat feldolgozzák. A legmegfelelőbb feldolgozási módszer az egyes tételek arányának kiszámítása, vagyis különböző pénzügyi mutatók kialakítása. Az így előállított mutatók időbeli változását is vizsgálva juthatunk a leghasznosabb információkhoz.

A vállalkozás sikerének kulcsa a teljesítmény folyamatos ellenőrzése és a vezetőknek adott szisztematikus visszajelzés, amihez elengedhetetlen a pénzügyi elemzés. Ebből következően a tanulmány az egyik legelterjedtebb módszerrel, a Data Envelopment Analysis (DEA) alkalmazásával méri és hasonlítja össze romániai és magyar mezőgazdasági vállalkozások hatékonyságát.

2. Teljesítményelemzés

2.1. A teljesítményelemzés fontossága a mezőgazdaságban

A pénzügyi mutatók egyik legnagyobb problémája az egy dimenziós értékelés, mivel nem adnak megfelelő és komplex képet a menedzsment és a részvényesek számára a vállalati teljesítményről [1]. Ezért szükségessé vált egy megfelelő módszer kidolgozása a hatékonyság és eredményesség komplex mérésére. A globalizáció és az egyre gyorsuló piaci verseny minden szervezetre nyomást gyakorol, nagyobb rugalmasságot és nagyobb teljesítménytudatosságot követel meg, ami alapvetően megköveteli a hiányosságok feltárását. A teljesítményértékelés célja a vállalati működés hatékonyságának, gazdaságosságának folyamatos nyomon követése, valamint a vállalati döntésekhez való információszolgáltatás [7].

A mezőgazdaság és a szántóföldi gazdálkodás manapság egyre inkább gépesítetté válik, és a termelési ciklus bizonyos szakaszaiban jelentős energiaráfordítást igényel az optimális hozam eléréséhez. Ezért elengedhetetlen lenne tudni, hogy mely minimális inputok adják a különböző teljesítmény- és hatékonyságmérceket által meghatározott legmagasabb eredményeket [12]. A határelemzés (DEA) módszer ezt a tevékenységet támogatja, és a hatékonyságot elfogadhatóan és komplexen tudja mérni. Ez a módszer lehetőséget ad mind mennyiségi, mind minőségi jellemzők alkalmazására. Ezenkívül relatív hatékonysági pontszámokat generál, több bemenetet és kimenetet egyszerre történő figyelembevételével.

A mezőgazdasági tevékenységek, különösen a talajművelés, jelentősen befolyásolták a légköri CO₂ és az üvegházhatású gázok növekedését az elmúlt néhány évtizedben [9, 16]. Ebből a szempontból a gépesítés és a termelés intenzitása alapvető szerepet játszik az energiafelhasználásban [8]. Például a hagyományos szántásos talajművelési rendszerekben a teljes üzemanyag-fogyasztás több mint 50%-a általában csak talaj-előkészítéshez és vetéshez szükséges [11]. Egy másik példa, hogy Pittelkow et al. [13] 5463 megfigyelést végeztek 610 tanulmány felhasználásával, amelyek 48 kultúrnövény és 63 ország esetében hasonlították össze a nem talajműveléses és hagyományos talajműveléses gyakorlatokat. Kimutatták, hogy a nem talajműveléses módszer csökkenti a termés hozamot a hagyományos talajművelési rendszerekhez képest nedves éghajlaton. Ezzel

szemben a száraz éghajlatú régiókban a nem talajműveléses módszer hozama a hagyományos talajműveléses rendszerekkel megegyező vagy magasabb lehet. Ezek az eredmények arra utalnak, hogy a közvetlen talajművelés fontos stratégiává válhat az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodásban a világ szárazabb vidékein.

A nem hatékony termelés azonban olyan problémákhoz is vezetett, mint például a termőföldek elhagyása. Ennek megfelelően Terres et al. [15] az EU-27 szintjén Portugáliában, Spanyolországban, Olaszországban, Görögországban, Romániában, Szlovéniában, a három balti államban, Finnországban, Svédországban és Írországban azonosították azokat a területeket, amelyeknél nagyobb az elhagyás kockázata az EU-27 szintjén. A tagállami szintű összetett mutató jelentős különbségeket mutat a mezőgazdasági területek elhagyásának kockázatában az országon belüli régiók között. Ezekben a régiókban a leggyakrabban veszélyeztetett gazdaságtípusok a legeltetéses állattartás, a speciális szántóföldi növények és a speciális állandó növénykultúrák. Mindhárom típus nagy földterületet használ, és alapvetően extenzív módon. Az ilyen területeken a megfelelő gazdálkodás hiánya negatívan befolyásolhatja a táj és a biodiverzitás fenntartását.

Ezek a vizsgálatok és eredményeik kritikus információkkal szolgálnak a vállalatok vezetése számára a hatékonyabb termelés vonatkozásában. Az előzőek is megerősítik, hogy a vállalati hatékonyság szempontjából elengedhetetlen az input erőforrások és az outputok közötti kapcsolatok vizsgálata.

2.2. Data Envelopment Analysis

A Data Envelopment Analysis (DEA) széles körben használt módszer a mezőgazdaság teljesítményének elemzésére, különböző inputok és outputok felhasználásával. A DEA modellt Charnes és szerzőtársai, Farell [6] korábbi munkája alapján, fejlesztették ki 1978-ban [2]. A DEA kifejlesztésének elsődleges célja több bemeneti és kimeneti adaton alapuló mérőszám kialakítása volt. A DEA módszer nem igényel speciális függvényszerű kapcsolatokat a bemeneti és kimeneti adatok között, és a hatékonyságot 0 (teljesen hatástalan) és 1 (teljesen hatékony) közötti értékekkel méri. A DEA a megfigyelt egységek (döntéshozatali egységek – Decision Making Unit - DMU) bemeneti és kimeneti adatai alapján egy határvonalat hoz létre. A vizsgált adatkészlet minden egyenértékű egysége a hatékony határvonalhoz viszonyítva kerül elhelyezésre, ami alapot ad a relatív teljesítménypontszám meghatározásához [3]. A DEA nem paraméteres modell, ezért szükségtelen bármilyen függvényt meghatározni a kiszámításához. A DEA modellek lehetnek input-orientáltak (cél: a bemenetek minimalizálása a kimenetek azonos szintjének megőrzése mellett) vagy output-orientáltak (cél: a kimenetek növelése azonos szintű bemenettel) [10].

A DEA 1978-as születése óta nagy múltra tekint vissza a nemzetközi irodalomban. Tavares [14] több mint 3000 DEA-val kapcsolatos publikációt gyűjtött össze 1978 és 2001 között. Emrouznejad et al. [5] a DEA 30 éves történetéről szóló cikkükben több mint 4000 publikációról írtak. A DEA-val kapcsolatos publikációk száma évről évre nő.

Az inputok kiválasztása kulcsfontosságú, mivel a kimenetek (termelési érték, munka-termelékenység stb.) ezektől az inputfelhasználásoktól függenek. Ezért, ha egy terület alacsonyabb ráfordítással elér egy adott eredmény szintet, akkor feltételezhető, hogy a vizsgált terület fenntartható fejlődése megvalósul [4].

Toma et al. [17] a romániai mezőgazdaság hatékonyságát vizsgálta a DEA modell segítségével. Eredményeik megerősítették a DEA modellek alkalmazásának hasznosságát a hasonló földrajzi mintázatú mezőgazdasági területek megítélésében. Elemzésük kimutatta, hogy mindössze 14 megye (5 síkvidéki, 5 dombos és 4 hegyvidéki) érte el a teljes DEA hatékonyságot és működött optimális méretben. A többi megyének meg kell változtatnia az inputmixét a nagyobb hatékonyság elérése érdekében, vagy növelnie kell a kibocsátási szintet az befektetett tőke jobb felhasználása és a magasabb megtérülés révén.

3. Az elemzés adatbázisa és módszertana

3.1. Az elemzés adatbázisa

Az elemzéshez felhasznált adatok az EMIS adatbázisrendszerből kerültek letöltésre. Az adatbázis a romániai és magyar mezőgazdasági vállalkozások három évre (2018-2020) vonatkozó pénzügyi kimutatásaiból áll. Csak azok a cégek kerültek be az adatbázisba, amelyek mindhárom évre

vonatkozó pénzügyi beszámolóval rendelkeztek, és összes bevételük meghaladta az 50 000 eurót. Az adatok szűrése után 3789 román és 1601 magyar, összesen 5390 cég maradt az adatbázisban (1. táblázat). Az adatbázisban szereplő vállalatok alágazatonkénti megoszlását az 1. táblázat mutatja be. A tanulmány a NAICS amerikai tevékenységi osztályozási rendszert alkalmazta a két ország vállalatainak alszektor szerinti csoportosítására. Az 1. táblázat azt mutatja, hogy a román oldalon kétszer annyi cég szerepel az adatbázisban, mint a magyar oldalon. A két ország között jelentős különbségek vannak az egyes alágazatok esetében, a cégek számában.

1. táblázat: A vizsgált mezőgazdasági társaságok megoszlása alágazatonként és országonként

Szektor kódok	Szektorok megnevezése	Magyarország	Románia
1111	Olajosmag- és gabona termesztése	834	2462
1112	Zöldség és dinnye termesztés	47	71
1113	Gyümölcsstermesztés	42	106
1114	Üvegház, faiskola és virágtermesztés	21	18
1119	Egyéb növények termesztése	73	277
1121	Szarvasmarha-tenyésztés	141	141
1122	Sertéstenyésztés	105	160
1123	Baromfitartás és tojástermelés	163	186
1124	Juh- és kecsketenyésztés	4	29
1125	Akvakultúra	7	60
1129	Egyéb állatok tartása	11	14
1151	Növénytermesztést támogató tevékenységek	144	253
1152	Állattenyésztést támogató tevékenységek	9	12
Összesen		1601	3789

Forrás: saját szerkesztés

3.2. Módszertan

Az elemzések az R statisztikai rendszerrel kerültek elvégzésre. Az R statisztikai rendszer azért került kiválasztásra, mint elemzési eszköz, mert széles körben használt rendszer, és közel húsz éve segíti az elemzőket. Ezenkívül az R rendszer nyílt forráskódú rendszer, amely ingyenesen használható és fejleszhető.

Az elemzésben a DEA döntéshozatali egységeit az adatbázisban szereplő 5390 mezőgazdasági vállalat képezte, amelyek hatékonysága került összehasonlításra. Fontos hangsúlyozni, hogy a hatékonysági pontszámok csak a vizsgált cégekre érvényesek.

A DEA alapú teljesítményértékeléshez a következő változók kerültek kiválasztásra az adatbázisban szereplő mezőgazdasági vállalatok hatékonyságának értékeléséhez:

- Bemeneti változók:
 - Anyagköltségek
 - Munkavállalói költségek
 - Egyéb költségek
 - Befektetett eszközök
- Kimeneti változók:
 - Összes bevétel

– Üzemi eredmény

Az elemzéshez a DEA input-orientációs modellje került alkalmazásra, ami arra keresi a választ, hogyan lehetséges a bemenetek arányos csökkentése a kimenetek mennyiségének megtartása mellett. Matematikai formában az inputok és az outputok hányadosaként fejezhető ki. Az üzemi eredményt került felhasználásra az egyik output-változóként, mivel két országot hasonlítanak össze, és a különböző kamatlábak és adók befolyásolhatják az adózott nyereséget.

4. Eredmények és azok értékelése

A DEA módszert minden évben, az adatbázisban szereplő összes cégnél alkalmazásra került. Ez az összetett összemérés lehetővé teszi a két ország vállalatainak összehasonlíthatóságát.

A 2. táblázat azt mutatja, hogy a mezőgazdasági vállalkozások hatékonysága mindkét országban nagyon alacsony. A 0,7 feletti hatékonysági együtthatóval rendelkező döntéshozatali egységek általában elfogadható hatásfoknak minősülnek. A magyar cégek 7,37%-a, 6,25%-a és 5,12%-a tartozik ebbe a kategóriába évente, míg a román cégek esetében ezek a számok 3,4%, 3,43%, illetve 2,53%. A táblázatból az is látható, hogy a magyar cégek aránya a kategóriában közel kétszerese a románokénak. A t-teszt alkalmazása segítségével az is megállapítható, hogy a magyar cégek lényegesen jobban teljesítenek, mint a románok, még ezen az alacsony szinten is. Ugyanakkor, a magyar cégek hatékonysága 2018-ról 2020-ra közel 30 százalékkal csökkent, ami a román cégeknél 26,5 százalékos volt.

2. táblázat: A mezőgazdasági vállalkozások hatékonysági pontszámainak megoszlása országok szerint 2018 és 2020 között

Hatékonysági pontszám intervallumok		Magyarország			Románia		
		2018	2019	2020	2018	2019	2020
	=1.0	48	39	35	48	57	43
>= 0.9	< 1.0	22	20	10	18	21	11
>= 0.8	< 0.9	17	16	12	24	21	14
>= 0.7	< 0.8	31	25	25	39	31	28
>= 0.6	< 0.7	49	38	27	56	61	39
>= 0.5	< 0.6	84	68	53	88	94	49
>= 0.4	< 0.5	154	88	95	130	122	63
>= 0.3	< 0.4	269	142	138	283	214	127
>= 0.2	< 0.3	400	283	230	640	430	219
>= 0.1	< 0.2	416	557	415	1496	1284	597
>= 0.0	< 0.1	111	325	561	967	1454	2599
Átlagos hatékonysági pontszám		0.3213	0.2590	0.2253	0.2099	0.1905	0.1282

Forrás: saját szerkesztés

A mezőgazdasági vállalkozások teljesítményéről alkotott pontosabb kép érdekében a vállalkozások hatékonysága a nagyobb méretű alágazatok esetében külön is megvizsgálásra került (3. táblázat). A 3. táblázatban látható, hogy Magyarországon a Növénytermesztést segítő tevékenységek alágazatban, Romániában pedig a Baromfitenyésztés és tojástermelés alágazatban a legmagasabb az átlagos hatékonysággal rendelkező cégek száma minden évben. Ezzel szemben a Gyümölcsstermesztés alágazatban található a legalacsonyabb átlagos hatékonysági pontszámok minden évben, Magyarországon és Romániában is. Ennek valószínűleg az az oka, hogy a gyümölcsstermesztés természetes kitétsége mindkét országban viszonylag magas lehet.

3. táblázat: A nagyobb alágazatok átlagos hatékonyságának megoszlása évenként és országonként

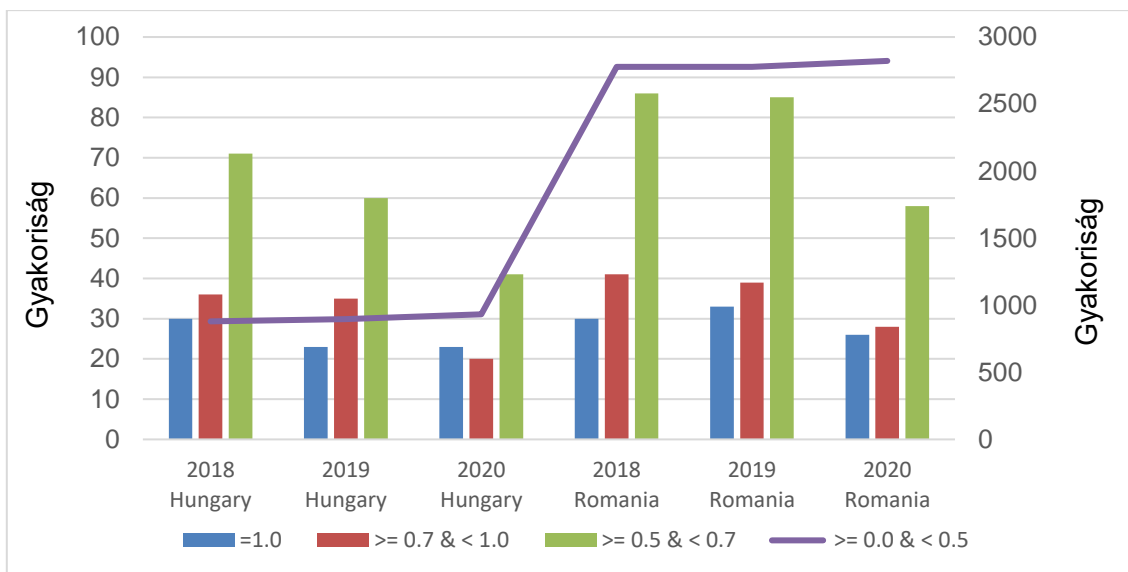
Szektor-kódok	Szektorok	Magyarország			Románia		
		2018	2019	2020	2018	2019	2020
11	Mezőgazdaság	0.3213	0.2590	0.2253	0.2099	0.1905	0.1282
111	Növénytermesztés	0.3121	0.2448	0.2124	0.1940	0.1698	0.1112
1111	Olajosmag- és gabonatermesztés	0.3143	0.2419	0.2090	0.1918	0.1661	0.1075
1112	Zöldség- és dinnyetermesztés	0.3614	0.2998	0.2682	0.2774	0.2450	0.1569
1113	Gyümölcsstermesztés	0.2012	0.1334	0.0912	0.1703	0.1436	0.1057
112	Állattenyésztés	0.3024	0.2580	0.2201	0.2742	0.2589	0.1945
1121	Szarvasmarha-tenyésztés	0.2328	0.2055	0.1931	0.2103	0.1908	0.1319
1122	Baromfitartás és tojástermelés	0.2557	0.2583	0.2424	0.2451	0.2583	0.1887
1123	Juh- és kecsketenyésztés	0.4008	0.3138	0.2419	0.3213	0.2923	0.2390
115	Támogató tevékenységek	0.4355	0.3555	0.3250	0.2431	0.2672	0.1695
1151	Növénytermesztést támogató tevékenységek	0.4376	0.3559	0.3292	0.2359	0.2594	0.1624

Forrás: saját szerkesztés

A területi korlátok miatt csak két alágazat részletesebb bemutatására kerül sor. Ez azt jelenti, hogy bemutatásra kerül a vizsgált adatbázisban a legtöbb céggel rendelkező két alágazat. Az első bemutatott alágazat az Olajosmag- és gabonatermesztés, amelybe a legtöbb magyar (834) és román (2 462) cég tartozik.

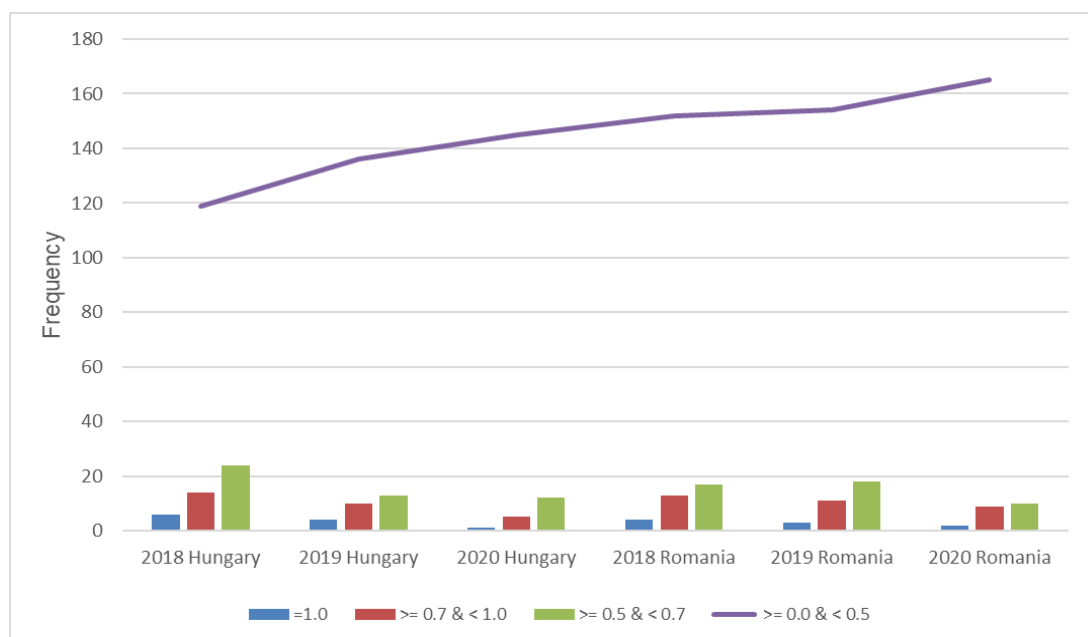
Az 1. ábrán az oszlopok a bal oldali, a vonal pedig a jobb oldali frekvenciaértékekre vonatkoznak. Az ábra nem mutat szignifikáns eltérést a gyakorisági értékekben az első három kategóriában. Az alágazatban azonban Magyarországon 834, Romániában pedig közel háromszor ennyi (2 462) cég működik. A legalacsonyabb kategóriában azonban nagyok a különbségek, ami jól mutatja a két ország közötti hatékonyságbeli különbséget is. A román hatékonysági értékek a magyar értékek 50-60%-a körül mozognak. Az alágazat átlagos hatékonysági együtthatói minden évben alacsonyabbak, mint az egész szektoré, Magyarországon 3-6%, Romániában 8-13% a különbség. Ebben az alágazatban a magyar cégek statisztikailag szignifikánsan jobbak a románoknál.

A második, részletesebben vizsgált alágazat a Baromfitenyésztés- és tojástermelés alágazat volt, amelynek főbb jellemzői a 2. ábrán láthatók. Ebben az alágazatban a vállalkozások száma jóval alacsonyabb, mint az Olajosmag- és gabonatermesztés alágazatban. Ugyanakkor az állattenyésztési alágazatok esetében a vállalatok többsége ebben az alágazatban található (Magyarországon 163, Romániában 186). Az ábrán látható, hogy az 50% feletti hatékonysági pontszámmal rendelkező cégek száma alacsony. A román átlagértékek ebben az alágazatban is rosszabbak, mint a magyarok, bár ez az alágazat rendelkezik a legmagasabb hatékonysági együtthatókkal Romániában.



1. ábra: A hatékonysági pontszámok megoszlása az Olajosmag- és gabonatermesztés alágazat esetében

Forrás: saját szerkesztés



2. ábra: A hatékonysági pontszámok megoszlása a Baromfi- és tojástermelés alágazat esetében

Forrás: saját szerkesztés

5. Következtetések

A Data Envelopment Analysis segítségével végzett elemzés egyértelműen kimutatta, hogy Magyarországon és Romániában is nagyon alacsony a mezőgazdasági vállalkozások hatékonysága. Az alágazatokra bontott elemzés sem mutatott jobb eredményt, de megállapítható, hogy egyes alágazatok esetében jelentős eltérések mutatkoznak. A kutatás folytatásaként célszerű lenne megvizsgálni a DEA-modell duális megoldását annak meghatározására, hogy mely bemeneti változóknál jelentkeznek a problémák.

Mivel sok cég szerepel a vizsgálati adatbázisban, célszerű a hatékonyságot sztochasztikus határelemzés (SFA) segítségével is elemezni. Célszerű lenne olyan határelemzési modellt használni, amely figyelembe tud venni olyan minőségi tényezőket is, mint a cégméret, megye stb. A DEA

csoportokra vonatkozó számításai, az SFA esetében, ha az úgynevezett z-változós modell kerülne alkalmazásra, akkor a hatékonysági mutatók egy modellen belül is meghatározhatóak lennének.

Többféle módszer alkalmazása is lehetővé tenné a mezőgazdasági vállalkozások hatékonyságát befolyásoló tényezők pontosabb azonosítását és a hatékonysági hiány okainak a feltárását.

Irodalomjegyzék

- [1] Abdoli, M. - Garkaz, M. - Golami, Y. - Pourkazemi, A. (2011): The comparative study of ranking company's efficiency based on data envelopment analysis (DEA) and traditional methods (Du Point's method). International Conference on Economics and Finance Research, IPEDR vol.4, IACSIT Press, Singapore. 34.
- [2] Charnes A. - Cooper W. - Rhodes E. (1978): Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444, Elsevier Science Publishers B.V. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- [3] Charnes, A. - Cooper, W. - Lewin, A. Y. - Seiford, L.M. (1995): *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Application*. Kluwer Academic Publishers, Boston, Dordrecht and London. <https://doi.org/10.1007/978-94-011-0637-5>
- [4] Dalgaard, T. - Halberg, N. - Porter, J.R. (2011): A model for fossil energy use in Danish agriculture used to compare organic and conventional farming. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 87(1), 51-65. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(00\)00297-8](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(00)00297-8)
- [5] Emrouznejad, A. - Parker, B.R. - Tavares, G. (2008): Evaluation of research in efficiency and productivity: A survey and analysis of the first 30 years of scholarly literature in DEA. *Journal of Socio-Economic Planning Sciences*, 42(3), 151-157. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2007.07.002>
- [6] Farrell M. (1957): The measurement of productive efficiency. *Journal of Royal Statistical Society, Series A*, 120(3), 253-281. <https://doi.org/10.2307/2343100>
- [7] Fenyves V.- Tarnóczy T. - Zsidó K. (2015): Financial Performance Evaluation of agricultural enterprises with DEA Method. *Procedia Economics and Finance* 32, 423-431. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)01413-6](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)01413-6)
- [8] Hernanz J.L. - Giron V.S. - Cerisola C. (1995): Long-term energy use and economic evaluation of three tillage systems for cereal and legume production in central Spain. *Soil and Tillage Research*, 35(4), 183-198. [https://doi.org/10.1016/0167-1987\(95\)00490-4](https://doi.org/10.1016/0167-1987(95)00490-4)
- [9] Lal, R. (1997): Residue management, conservation tillage and soil restoration for mitigating greenhouse effect by CO₂-enrichment. *Soil and Tillage Research*, 43(1-2), 81-107. [https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(97\)00036-6](https://doi.org/10.1016/S0167-1987(97)00036-6)
- [10] Malana N.M. and Malano, H.M. (2006). Benchmarking Productive Efficiency of Selected Wheat Areas in Pakistan and India Using Data Envelopment Analysis. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 55(4), 383-394.
- [11] Moitzi, G. - Thünauer, G. - Robier J. - Gronauer A. (2015): Energieeinsatz und Energieeffizienz in der Körnemaissproduktion bei unterschiedlicher Stickstoffdüngung in der Südsteiermark (Energy use and energy efficiency in grain maize production in different nitrogen fertilization in South Styria (Austria)), *Die Bodenkultur: Journal of Land Management, Food and Environment*, 66(1-2), 25-37. eISSN: 2719-5430
- [12] Moitzi G. - Neugschwandtner R.W. - Kaul H.-P. - Wagentristl H. (2019): Energy efficiency of winter wheat in a long-term tillage experiment under Pannonian climate conditions. *European Journal of Agronomy* 103(2019), 24-31. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2018.11.002>
- [13] Pittelkow, C.M. - Liang, X. - Linnquist, B.A. - Van Groenigen, K.J. - Lee, J. - Lundy, M.E. - Van Gestelm, N. - Six, J. - Venterea, R.T. - Van Kessel, C. (2015): Productivity limits and potentials of the principles of conservation agriculture. *Nature* 517, 365-368. <https://doi.org/10.1038/nature13809>
- [14] Tavares, G. (2002): *A Bibliography of Data Envelopment Analysis (1978-2001)*. RUTCOR Research Report, Rutgers Center for Operations Research Rutgers University, RRR 01-02
- [15] Terres, J.M. - Scacchiafichi, L.N. - Wania, A. - Ambar, M. - Anguiano, E. - Buckwell A. - Coppola, A. - Gocht, A. - Källström, H.N. - Pointereau, P. - Strijker, D. - Visek, L. - Vranken, L. - Zobena A. (2015): Farmland abandonment in Europe: Identification of drivers and indicators, and development of a composite indicator of risk. *Land Use Policy*, 49(2015), 20-34. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.06.009>
- [16] Tilman, D. - Cassman, K.G. - Matson, P.A. - Naylor, R. - Polasky, S. (2002): Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 418, 671-677. <https://doi.org/10.1038/nature01014>
- [17] Toma, E. - Dobre, C. - Dona, I. - Cofas E. (2015): DEA applicability in assessment of agriculture efficiency on areas with similar geographically patterns. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 6(2015), 704-711. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.08.127>