



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
<http://ageconsearch.umn.edu>
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

 ////////////////////////////////////TUDOMÁNYOS CIKK////////////////////////////////////

A fenntartható gazdálkodás és a méretgazdaságosság kölcsönhatásai

TAKÁCSNÉ GYÖRGY KATALIN

Kulcsszavak: méret és hatékonyság, történeti fejlődés, precíziós gazdálkodás,
fenntartható gazdaság
JEL-kód: D2, L2, Q01

ÖSSZEFOGLALÓ MEGÁLLAPÍTÁSOK, KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A fenntarthatóság hármas pillére a környezeti, a gazdasági és a társadalmi fenntarthatóság. Ez a hármas különös aktualitást kap a mezőgazdaság esetében. Termelői szinten vizsgálva a gazdasági oldalt alaptétel, hogy az üzemeknek egyedi szinten is biztosítaniuk kell legalább az egyszerű újratermeléshez szükséges jövedelmet. A méretgazdaságosság kérdésének vizsgálata igen hamar megjelent az üzemtani tanokban.

A cikk a méretgazdaságosság ökonómiai alapelve mentén vizsgálja az ágazati és az üzemi méretre ható faktorokat, valamint a fenntarthatósággal összefüggésben az egyre nagyobb teret kapó precíziós mezőgazdaság terjedését gátló és támogató tényezőket. A méretgazdaságosság helyét és az üzemtani tudomány fejlődését taglaló részben a tanulmány – a teljesség igénye nélkül – kísérletet tesz a nemzetközi és hazai szakirodalom összegzésére.

A termelés intenzitásának növekedése, a mezőgazdaság elmúlt évtizedekben bekövetkezett műszaki fejlődése, a ráfordítások hatékonyságnövekedése a termékpiac szereplői számára megválaszolandó kérdésként teszi fel, hogy adott körülmények között milyen „méretben”, milyen együttműködések mentén lehet versenyképes termelést folytatni minden szempontból fenntartható módon. A precíziós gazdálkodás már bizonyította létjogosultságát, meghatározott feltételek mellett a versenyképesség egyik technológiai megoldása. Nem önmagában a termelés mérete a meghatározó: tulajdonviszonyoktól, szervezeti formától függetlenül mind a nagyüzemek, mind a kis- és középüzemek technológiája lehet. Ez utóbbi esetben fontos feltárni mindazokat a horizontális és vertikális kapcsolatokat, amelyekkel gazdaságszinten át lehet hidalni a fennálló méretgazdaságosság korlátokat.

A fenntartható fejlődésben a precíziós gazdálkodás szerepe nem vitatható. A mezőgazdaság „intelligens gazdaság” (Smart Farm) irányába történő elmozdulása elengedhetetlen feladata az ágazat minden szereplőjének. A klímaváltozáshoz történő alkalmazkodás (Climate-Smart Agriculture, CSA) hangsúlyozza a rugalmas, rendszerszemléletű megoldások/technológiák alkalmazásának szükségességét, innovatív szakpolitikai és finanszírozási intézkedésekkel támogatva.

BEVEZETÉS

A fenntartható gazdálkodás az utóbbi évtizedekben egyre gyakrabban elhangzó és egyre nagyobb hangsúlyt kapó kifejezés. Tartalmában, értelmezésében minden esetben megjelenik a fenntarthatóság mindhárom pillére: a környezeti, társadalmi és gazdasági fenntarthatóság. A „fenntartható fejlődés” kifejezés eleve magában foglalja a pillanatnyi és a hosszú távon fenntartható termelés, valamint a következő generációk megfelelő életminőségét is szavatoló környezetgazdálkodás és a környezetben való gazdálkodás feloldandó ellentmondásait. Számos nehezen kivédhető vagy inkább csak tolerálható konfliktussal néz szembe a társadalom, kezdve a növekvő népesség megbízható minőségű és tápértékű étellel történő ellátásától az élettér és élhető környezet biztosításán keresztül a klímaváltozás generálta kérdésekre adandó válaszokig. Jelen tanulmánynak nem célja ezen kérdések taglalása, azonban utalni kell arra, hogy ebben a kérdéskörben a termőföld mint a mezőgazdasági termelés alapvető erőforrása térbeli elhelyezkedésével, tulajdonságaival, a kapcsolódó közgazdasági feltételekkel együtt döntően meghatározza a termelés lehetőségeit – választ adva a mit, milyen hozammal, milyen technológiával kérdésekre – és a jövedelmező gazdálkodás folytatásának kereteit. A fenntarthatóság alapjait lefektető Brundtland-jelentés helyezte előtérbe – ismételtelen – a világ és a gazdaság rendszerszemléletű értelmezését, a zajló folyamatok összetettségét, keresve benne az ember helyét (*Gro Harlem Brundtland* – aki az ENSZ Környezetvédelmi és Fejlődési Világbizottságának elnöke volt – vezetésével dolgozták ki alapvetéseiket). Ez a paradigma vált alapjává az 1990-es évek és az utána következő évtizedek fenntartható agrárgazdaságának (*Brundtland jelentés, 1987*).

Számos tanulmány foglalkozik a fenntarthatóság mindhárom aspektusával,

kiemelve a mezőgazdaság szerepét az étel-miszer-ellátásban, illetve mind az ételmezésbiztonság, mind az étel-miszer-biztonság megteremtésében.

A fenntartható fejlődés egyidejűleg gazdasági értelemben is meg kell, hogy alapozza a társadalmi és szociális kohéziót is. A termelésben, a gazdaságban olyan fejlesztések, innovációs irányok szükségesek, amelyek hozzájárulnak az étel-miszerbiztonságos előállítás mellett az étel-miszer-biztonság megteremtéséhez, nem csak nemzetállami szinten. Számítlan egyéni, társadalmi, regionális, térségi, nemzeti, szociális (s így természetesen politikai) érdek, pillanatnyi, rövid távú és távlati elképzelések ütközése, gyakran konfrontálódása nehezíti a tisztánlátást. Ebben a megközelítésben szükséges keresni a mezőgazdasági termelés jövőjét, a lehetséges utakat. Ha csak a környezeti fenntarthatóság az elsődleges cél, számos olyan technológia, gazdálkodási stratégia jöhet számba, amelyek tiltják a mesterséges kemikáliák használatát, a fajta-előállítás során minden olyan mód alkalmazását, amely mesterségesen avatkozik be a genetikai kérdésekbe stb., mint az organikus gazdálkodás válfajai: biodinamikus gazdálkodás, ökológiai gazdálkodás, permakultúra, Masanobu Fukuoka „Ne tégy semmit” mozgalma stb. (*Lampkin – Padel, 1994; Willers, 1994; MacRae, 1990; Padel, 2001; Rigby – Caceres, 2001; Reganold – Wachter, 2016*). Ezekben az esetekben persze kérdésként merül fel, hogy alkalmaznak-e kőolajszármazékokra alapozott gépesítést, mivel szárítják, tartósítják a termékeket és milyen hatékonyságú a termőföld használata. Ezek az irányzatok feltételezik, hogy az így előállított termékek értékesítése biztosított a piacon olyan áron, amely fedezi a másfajta technológia magasabb – sok szempontból más összetételű – költségeit (*Takács, 2006*). Másik véglet a szuperintenzív, de korlátok nélküli termelés, amelynek során kizárólagos cél

a hatékonyság növelése (lásd a maximális hozamok elérésére való törekvés).

Az iparszerű növénytermelés magas fokon gépesített technológiák kialakítását eredményezte, amelyekben – a műszaki fejlesztés egyik fontos pilléréként – a kemizálás, a mesterséges tápanyagok, a szintetikus növényvédő szerek használata hozzájárult a növénynevelés révén megnövelt biológiai potenciál kihasználásához, de egyben nem kontrollált környezetterheléssel is együtt járt.

Ugyanakkor létezik számos technológia, amikor is a növénytermelés során úgy történik a ráfordítások optimális felhasználása, hogy egyidejűleg törekszik a gazdálkodó a termőhelyi adottságoknak megfelelő rendszer kialakítására és hatékonysága növelésére a biodiverzitás megőrzése mellett. Az integrált növénytermesztési rendszerek már közelebb vannak az okszerű gazdálkodáshoz, alapelv a termelés folyamatos monitoringja, cél a növényállományban a tervezés során meghatározott hozam megközelítése, a növényi kártétel keletkezésének meggátlása, korlátozása úgy, hogy egyidejűleg teljesüljenek az ökonómiai, ökológiai elvárások, a környezet minél kisebb mértékű terhelésével. Ezen szempontokat veszi figyelembe a növényvédelmi döntések meghozatalakor a kárküszöbvel gyakorlati alkalmazása (Polgár, 1999; Takács-György, 2004).

A fenntarthatóság tágabb értelmezése mentén a mezőgazdasági kutatás és fejlesztés új paradigmája három tényező kölcsönhatására épül: az ökológiai fenntarthatóságra, a gazdasági hatékonysággal párosult esélyegyenlőségre, valamint a kormányzati és nem kormányzati szektorok kölcsönös segítőkészségére abban, hogy javítsák a gazdálkodórendszerek teljesítményét és jövedelmezőségét (Bongiovanni – Lowenberg-DeBoer, 2004; Láng, 2003; Várallyay, 2007).

A mezőgazdaságban a precíziós technológia szélesebb körű alkalmazása attól

a felismeréstől várható, hogy a dinamikus fenntartható gazdálkodás és egyben élhető világ a jövőnk záloga (Neményi, 2018). Maga a precíziós mezőgazdaság olyan vállalatirányítást jelent, ahol a műszaki, informatikai és termeléstecnológiai alkalmazások együttese lehetővé teszi a heterogén, változó körülményeknek megfelelő termelést. A termelési céltól függően vagy az inputfelhasználás csökkentése révén (felesleg elkerülése, erőforrás-hatékonyság növelése) teszi hatékonyabbá a termelést, vagy a kezelési zónákban, állategyedre vetítve optimalizálja az inputfelhasználást (EIP-AGRI Focus Group, 2014).

A precíziós növénytermelés gyakorlati megjelenésével kezdetben főként az érzékelési technikák alkalmazását jelentette mint a vezetési döntéseket támogató menedzsmenteszköz. Jelenleg a precíziós mezőgazdaság nagy, részletes adattömeggel foglalkozik, figyelembe véve a környezetet, az agroökoszisztéma (főleg a talaj vagy a gazdálkodási övezetek) összefüggéseit, amelyben a termelő irányítási döntéseket hoz, melyeknek a gazdasági hatásait is meg kell ismerni. A precíziós mezőgazdaság a jövőben az előállított üzemi és más forrásokból származó környezeti adatbázisokból nyer majd ki olyan hasznos információkat a mesterséges intelligencia segítségével, amelyekkel megismerhetővé és bizonyos értelemben szabályozhatóvá válik a biológiai szervezetek, a környezet és a gazdálkodás közötti összetett kölcsönhatás (Tremblay, 2018).

Az új megoldások keresése, az innováció hajtóereje korábban elsősorban az egyre nagyobb átlaghozamokra való törekvés volt, míg napjainkra az erőforrás-használat hatékonyságának növelése mellett a környezeti fenntarthatóság kerül előtérbe. A precíziós gazdálkodás olyan technológia, amely megtartva az iparszerű növénytermelés bizonyított előnyeit (programozott hatékony termelés) egyidejűleg hozzájárul a szükséges élelmiszer és ipari alap-

anyagok megtermeléséhez, ugyanakkor a helyspecifikus műveletek okán a „felesleges” vegyszerhasználat, műveletek csökkenthetők. Kérdés, hogy mindez hogyan hat üzemi szinten a termelés jövedelmezőségére és egyes termékek, termelők ágazati szintű versenyképességére.

Szükséges annak hangsúlyozása, hogy a társadalom szempontjából – lásd társadalmi fenntarthatóság – kiemelt szerep jut annak a már 2000-ben (újra) megfogalmazott gondolatnak, miszerint az ételmisszer útja „a gazdaságtól a villáig” (*From farm to fork*) vezet, amit a megfelelő információáramlás is kell, hogy kísérjen, mind az előnyökről/hátrányokról, a folyamat jellemzőiről, és az ételmisszerlánc minden szereplőjének tisztában kell lennie a gazdaságosság követelményeivel. Ez az út vezet el az úgynevezett *Climate Smart Farming* koncepcióhoz (Scherr et al., 2012; FAO, 2013; Lipper et al., 2014; Maciejczak, 2017; Nagy – Nagy, 2018; Popp et al., 2018; Lytras – Visvizi, 2018; Maciejczak et al., 2018; FAO, 2019). Lényege olyan (mező)gazdálkodás megvalósítása, amelyben alkalmazásra kerül az okos farm minden olyan eszköze, technológiai eleme, amely segít megfelelő válaszokat adni a megváltozó klimatikus körülmények generálta kihívásokra, biztosítva az ételmisszer-termelést és egyben a gazdasági fenntarthatóságot üzemi szinten is.

A tanulmány célja, hogy a méretgazdaságosság ökonómiai alapelve mentén feltárja a mezőgazdasági üzemek (gazdaságok) méretére ható tényezőket, továbbá a precíziós mezőgazdaság példáján keresztül olyan kritikus elemeket tárjon fel, amelyek hatással bírnak a technológia terjedésére.

AZ ÜZEMI MÉRETET BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐKKEL FOGLALKOZÓ SZAKIRODALOM

A méretgazdaságosság a termelés intenzitásának növekedésével, a mezőgazdaság elmúlt évtizedekben bekövetkezett műszaki fejlődése, a felhasznált ráfordítások haté-

konyságnövekedése okán újfent abban a megközelítésben került az (agrár)közgazdászok vizsgálatának fókuszába, hogy választ kapjanak a következő kérdésekre:

- lehetséges-e a polarizált üzemekre vonatkoztatva jellemző méreteket, kategóriákat azonosítani, felvetve azt a kérdést is, hogy mi lehet a méretmeghatározás alapja, mértékegysége: hektár, számosállat, élőmunka-felhasználás, tőkelekötés, értékesítés árbevétele, fedezeti hozzájárulás, termelési érték stb.;

- mennyire lehet figyelembe venni az eltérő környezeti adottságokat, (köz)gazdasági feltételeket;

- milyen tényezők hatnak az üzemi és az ágazati méretre;

- meg lehet-e határozni a kritikus és optimális méreteket és ezáltal a kockázatviselő képességet;

- az egyedi gazdaságméret és a termékpálya szereplői a tranzakciós költségeket is figyelembe véve milyen termékpálya mentén működnek (vagy lenne célszerű működniük);

- milyen a sokszereplős ágazat/piac szereplői közötti együttműködési hajlandóság a méretoptimum nyújtotta előny realizálása érdekében a játékelméletek mentén vizsgálva stb.

Itt szükséges megjegyezni, hogy az üzemi méret mellett sokszor különös jelentőséggel bír az ágazati méret vizsgálata is, de előfordulhatnak olyan esetek, amikor az ágazati méretezés túlmutat egy-egy konkrét üzem határain, mint a virtuális üzemnél (Takács, 2000; Takács – Baranyai, 2013).

A mezőgazdasági üzem fogalmának kialakulása, méretmeghatározásának nehézségei, az értelmezés változásának folyamata jól követhető a nemzetközi és a hazai szakirodalomban.

A polgári üzemtan alapjait *Albrecht Daniel Thaer* (1751–1828) teremtette meg a 19. század elején. Thaer és tanítványa, *Jo hann Heinrich Thünen* (1783–1850) mun-

kassága váltotta ki a legnagyobb hatást a magyarországi üzemtan megteremtésében is. Thaer megfogalmazta a „racionális mezőgazdálkodás” elméletét, amelyben nem a termelés volumenének növelése volt a cél, hanem eredmény elérése, azaz hogy a költségek fedezése után minél nagyobb tiszta nyereségre tegyenek szert a gazdálkodók. Thünen arra a kérdésre kereste a választ, hogy a távolság növekedésével milyen irányú termelés és üzemforma biztosítja a legnagyobb földjáradékot, figyelembe véve a szállítási költségek hatásait is (Szekely, 2000; Székely – Takácsné, 2008). Thünen a távolság gazdálkodásra gyakorolt hatását vizsgálta. A piactól való távolság és a szállítási költségek befolyása a térhasználatra örök érvényű alapelv a térgazdaságtanban, annak ellenére, hogy az azóta bekövetkezett gazdasági, társadalmi, technikai fejlődés bonyolultabbá teszi az összefüggésrendszert. A mezőgazdasági térhasználat elméletének ezen megfogalmazása máig ható érvényességgel bír, kiemelve, hogy adott, rögzített piaci ár mellett a termékenyebb föld az intenzívebb hétéves vetésforgós műveléssel, a terméketlenebb föld a kevésbé intenzív háromnyomásos ugaroló műveléssel eredményez nagyobb földjáradékot (Dusek, 2013). Mindez nem közvetlenül hat az üzemi méretre, de jelzi a méretgazdaságosság kérdésének szempontjából a termelési szerkezet és a termelés intenzitásának fontosságát (az üzemi szintű eredmény és a földjáradék közötti párhuzamot).

Az üzemnagyság, a gazdálkodás lehetséges méretének meghatározásával kapcsolatban Busse von Colbe (1964) kifejtette, hogy nem lehet a nagyság fogalmának egy általánosan használható tartalmat adni, mert nem lehet az összes üzemnagyságot jellemző, teljesítményt meghatározó termelési tényező összességét egységes, kvantitatív mérőszámmal jellemezni. Ebből következően a klasszikus közgazdasági alapelv, a fedezeti méret meghatározása és a költségfüggvényen alapuló vizsgálatok ered-

ményei csak holisztikus megközelítéssel, minél több peremfeltétel lefektetése mellett értelmezhetőek (Steinhauser et al., 1984; Samuelson – Nordhaus, 1985). Az életképes méret a klasszikus költségfüggvény mentén határozható meg, fontos eleme az üzemi fajlagos állandó költség alakulása (termelési méret, színvonal, szerkezet és a fent felsorolt tényezők együttesének, változásának függvényében). Mint ismert, minél nagyobb az üzem lekötött tőkéjének nagysága, annál nagyobb hányadot képvisel a fajlagos összköltségen belül az állandó költség, ami a nagyobb méretű gazdálkodás irányába hat. Ez a későbbiekben kifejtésre kerülő precíziós gazdálkodás szempontjából különösen fontos elv. Az 1970-es években az agrárközgazdászok számos tanulmányban a fedezeti összefüggésekre, fedezeti méretre helyezték a hangsúlyt, a fedezeti pont elemzése „üzeneteinek” értelmezésére és fontosságára hívva fel a figyelmet (Russel, 1972; Soltani, 1976).

Bishop és Toussaint (1969) kiemeli, hogy az üzem méretére ható tényezők között megtalálható a termelési színvonal, a ráfordítás-hozam kapcsolatok, a ráfordítások helyettesíthetősége, kombinációja, a termelés szerkezete, összetétele és ezzel összefüggésben hatásuk a jövedelemre. A termelés szerkezete mellett annak biztonságával, illetve kockázatával is foglalkoznak a szerzők. A mezőgazdasági termelés kockázatának csökkentése lehetséges útként megemlíti a biztosítást, az ágazattársítást és a szerződéses termelést.

Egy 1986-os világbanki tanulmány – gazdaságstatisztikai adatok elemzésével – megállapította, hogy a gazdaságok méretének növekedését 1930 és 1970 között a munkabér és a földbérleti díjak emelkedése idézte elő (a megnövekedett költségeket csak nagyobb méretű gazdaságok magasabb árbevétellel tudták fedezni). A nagyobb fedezeti méretet valójában endogén módon a munkaerő és a tőke relatív költsége idézte elő, nem a klasszikus mé-

retgazdaságosság vagy a műszaki fejlődés önmagában (Kislev – Peterson, 1986).

Kay (1994) a mezőgazdasági üzemek (farmok) méretezésével kapcsolatban a földbérlet és a földtulajdon ökonómiai kérdéseivel foglalkozott, mint a már létező üzem további fejlesztésének kulcskérdéseivel. A termelési méret meghatározásának alapja a termőföld mint termelési tényező nagysága egy elvárt jövedelemtömeg megtermeléséhez, természetesen a termelési szerkezet, intenzitás, piaci kapcsolatok függvényében vizsgálva a kérdést. A költségek alakulása a megnövekedett állandó költség – a saját tulajdonú földterület elvárt jövedelemigényét meghaladó bérleti díj okán – az üzemi méret-növekedés irányába mutat. Más szerzők, többek között Duffly (2009) felhívják a figyelmet arra, hogy a mezőgazdaság egyik sajátossága, hogy „L” alakú átlaggörbével írható le, azaz a kezdeti csökkenő átlagköltség egy méret (idő) után ellaposodik, a méret, a kibocsátás növelésével további előny nem realizálható. Az élelmiszer-biztonság kérdései (elvárások a termelővel szemben, nyomonkövethetőség kritériumai), a környezeti hatások (biodiverzitás megőrzése, a természet társadalmi funkciója, környezetterhelés csökkentése) számos esetben egymással ellentétesen hatnak az adott agrárpolitika és társadalom által elfogadott üzemméretre, gazdálkodási stratégiákra.

A XX. század második felében jelent meg az, hogy az agrárközgazdászok – követve az új intézményi közgazdasági irányzatokat – a méretgazdaságossági vizsgálataik során figyelembe vették a fenntarthatósági kérdéseket, viselkedés-közgazdaságtani aspektusból is elemezték a kérdést, továbbá vizsgálták a vezetés (menedzsmentképeségek) szerepét is. Számos szerző hangsúlyozta, hogy a nagyobb üzemméret, az összetettebb termelési szerkezet, a piaci kapcsolatok felértékelik a szaktudást és az általános értelemben vett gazdasági tudást, a sikeresség egyik záloga a kihívásokra adott jó válasz. (A teljesség igénye nélkül:

Reichenbach, 1930; Erdei, 1961; Tóth, 1968; Lee et al., 1980; Kárpáti – Nábrádi, 1990; Székely, 1992a; Kay, 1994; Lencsés, 2016.) Nagyváthy már 1821-ben megfogalmazta a „termesztőnek tulajdonságait”, mint a jó gazda jellemzőit. Ezek az értelem, a serénység, a jó rend, a takarékoság („nints az a kitsinység, a’minek a’ Gazda valamikor hasznát ne vegye” és „akar miből lehet a Gazdának jövedelme, az mind jó”) és a megkímélés („A’ mit ma el lehetne költeni: holnapra elteteti a’ Gazdával.”) (N. Nagyváthy, 1821, reprint kiadás, 1984: 12.) Belegondolva ezek a tulajdonságok ismereteket, előrelátást (tervezés), gondosságot, szervezést stb. jelentenek, ami alapja az eredményes gazdálkodásnak. Igaz, hogy munkájában közvetlenül nem tér ki mérettel kapcsolatos okfejtésekre, de amikor a vetésforgó megtervezését taglalja, utal a kis- és nagybirtokok eltérő lehetőségeire. Dawson és Hubbard (2008) a tejtermelő angliai és walesi gazdaságok adatait felhasználva, érdekes megközelítéssel megállapította, hogy a hosszú távú átlagköltséggörbe követi a klasszikus U alakot, azonban a méretnövekedéssel a felszálkó ág kisebb emelkedésű, jelezve a nagyobb méret nagyobb hatékonyságát. Ugyanakkor kimutatták, hogy a magasabb színvonalú menedzsment, a jobb vezetés alacsonyabb költséggel párosult, függetlenül a gazdaság-mérettől. Lowenberg-DeBoer (2015) azt is hangsúlyozta, hogy a precíziós gazdálkodás forradalma egyben „jobbá” formálja a gazdákat is. Bögel (2015) a Big Data, az információfeldolgozás által megkövetelt vezetői tudást, készséget hangsúlyozza mint annak eszközt, hogy a növénytermelést a modern csúcstechnológia segítségével hatékonyabbá és fenntarthatóbbá lehessen tenni.

Más megközelítésben vizsgálva az üzemméret és a befolyásoló tényezők összefüggését felmerül, hogy a mezőgazdaság műszaki fejlődésével együtt járó magas (abb) eszközkötlés, a kapacitásnövekedés, technikai fejlődés által indukált nagyobb fede-

zeti méret és a sokszor limitált termőföld, tőke (szaktudás) közötti ütközés milyen megoldásokkal oldható fel. Itt fontos megemlíteni, hogy azokban az országokban, ahol szintén jellemző a birtokstruktúra polarizáltsága vagy elaprózódása, a termelői együttműködéseknek számos válfaja segíti a virtuális nagyüzemek (Takács – Baranyai, 2013) kialakítását, lehetőséget biztosítva a gazdálkodók számára, hogy élhessenek a fejlődés előnyeivel. A szövetkezéstől a gépkörökön át a gépi szolgáltatókig és integrátorokig széles a skála, csak azt kell megtalálni, hogy adott gazdaság számára melyik megoldással lehet a géphasználton, beszerzési, értékesítési korlátokon átlépve folytatni az üzemi szintű hatékony gazdálkodást (Takács, 2000; Szabó G., 2013; Biró et al., 2015). Az együttműködés létrejötté, a forma megválasztása alapvetően nem jogi kérdés, a termelők együttműködési hajlandósága a bizalom függvénye (Imreh, 2008; Szabó G., 2010; Baranyai et al., 2012; Takács, 2012).

Az üzemi méret meghatározásának kérdéseivel foglalkozó szakirodalmak jól körülhatárolhatóan négy időszakra különíthetők el. A továbbiakban a teljesség igénye nélkül emelek ki példákat.

1. szakasz: Az uradalmi birtoktól az 1945-ös földosztásig. Sporzon (1882) a mezőgazdasági üzemtanal kapcsolatos ismeretek, elvek összegzése során a vizsgált tényezők között említi a telkesítés, a szerkezet fontosságát, és ezen belül kitér a gazdasági mellékiparágak jövedelem-előállításban betöltött fontosságára a munkaerő és annak szakismerete jelentősége mellett.

A méretet befolyásoló kérdéseket vizsgáló egyik első korai magyar szerző *Hensch (1901)* volt, aki sok szempontból megelőzve korát, a gazdálkodás fő céljának, vezérelvének a működés során elérhető tiszta jövedelmet tekintette. Célja azon mezőgazdasági tényezők, illetve azok összetételének meghatározása volt, amelyekkel az adott természeti erőforrások – termelési

tényezők –, a környezeti és közgazdasági, társadalmi adottságok között a legnagyobb „tiszta jövedelmet” lehet elérni. A természeti viszonyok (éghajlati, klimatikus viszonyok, talaj, a földbirtok természetes fekvése); a földbirtok alkotó részei (telkek, művelési ágak, telkesítés vagy állandó talajjavítás, az épületek mint vagyonalakó részek, a földbirtok jogi kapcsolatai); a földbirtok alaki állapota, nagysága; a földbirtok közgazdasági helyzete mellett a földbirtok jogi állapota (azaz a birtokforgalom, tehát piacképesség szempontjából kötött vagy szabad forgalmú-e, nagysága, mérete változtatható-e) volt az általa azonosított, az üzem jövedelmét alakító feltétel. Meg kell jegyezni, hogy az általa megfogalmazott gazdálkodási elvet, az okszerű, jövedelemorientált gazdaságot valójában csak azokon az uradalmi nagybirtokokon tudták esetleg megvalósítani, ahol képzett számtartók, intézők irányították a termelést, és ahol viszonylag szabad kezlet kaptak a tulajdonostól a gazdálkodás terén.

Reichenbach (1930, 1932) tovább folytatva elődjei gondolatát, a (nagy) földbirtokok jószágértékesítői és a középparaszti birtokosok számára is példákkal szemléltetve hangsúlyozta a tiszta jövedelemtermelő képesség adott gazdaságra vonatkozó, meghatározó tényezőinek megismerésének, megértésének, a munkafolyamatok megszervezésének fontosságát. Azaz felhívta a figyelmet a rendszerkörnyezet és összefüggései alapján történő alkalmazkodásra (adaptáció). A nagybirtok előnye jobb beszerzési, értékesítési lehetőségek mellett az alkalmazott képzett munkaerő, a munkaszervezés, a nagyobb méret miatti jobb alkalmazkodóképesség volt, míg a kisbirtoknál előnyként emelte ki a közvetlen (tulajdonosi) érdeket, az elhivatottságot.

Reichenbach és Kulín (1947) A kisgazdaságok üzemtana című művükben még a nagyüzem (hogy ez milyen lesz, mennyiben fog eltérni a korábbi földbirtoktól, nem volt ismert) és a parasztgazdaságok közötti

szerkezeti különbség okán levezették, hogy a mezőgazdasági munkások foglalkoztatása, a munkatan lesz a gazdasági javak, a gépek, eszközök mellett a legfontosabb eleme a jövedelem képződésének. Valójában ezzel a technológiai fejlődés, valamint a munkaerő és munkaszervezés fontosságát jelezték előre.

Hensch (1901) gondolatai – hosszú kitérő után – csak az 1960-as évektől jelentek meg alkalmazott elvként újra a magyar üzemtan oktatásában és a gyakorlatban (*Dobos et al., 1959; Gönczi et al., 1967; Gönczi, 1982, 1983*).

2. szakasz: A mezőgazdaság szocialista átszervezése – 1960-as évek első fele. A II. világháborút követő változások (először a földosztás és később az erőltetett kollektivizálás, szövetkezetesítés) átformálták a mezőgazdaság minden területét (*Fazekas, 1967; Gunst – Lőkös, 1982*). A korábbi birtoktípusokat felszámolva politikai döntésként létrejöttek a nagyjuzemileg szervezett gazdaságok, amelyek azonban valós piacgazdaság hiányában, a tervutasítás okán, központilag előírt termékszerkezettel folytatták tevékenységüket, érdemi üzemméretezési kérdések fel sem merültek, illetve ágazati szinten a termelésirányítás során a vetésváltási kritériumoknak megfelelően kellett méretre vonatkozó döntéseket hozni az irányítóknak (*Hajas – Rázsó, 1955*). Az üzemtant átfogó első mű, *Dobos és szerzőtársai Mezőgazdasági üzemtana 1959-ben* született meg, a legutolsó kiadás (1968) a változásokra már reagált, nagyobb hangsúlyt fektetve az üzemi hatékonyság, a jövedelmezőség és a szervezés kérdéseire.

3. szakasz: Az új gazdasági mechanizmustól a rendszerváltásig. Az 1968-ban meghirdetett és néhány elemében bevezetett új gazdasági mechanizmus változásokot hozott. Annak ellenére, hogy rövid idő múlva megkezdődött a visszarendeződés, a reformok néhány eleme megmaradt. Ennek következtében a mezőgazdaságban a korábbi központi irányítás dominanciáját

felváltotta a gazdasági önállóság fokozatos terjedése. A nagyobb döntési önállóság – és az ezzel végül is többé-kevésbé együtt mozgó felelősség – áttértékelte a gazdaságok, szövetkezetek vezetőinek szerepét, megnövelve és összetettebbé téve munkájukat. Az ország élelmiszer-önellátóvá válása, majd a keletkező exportárualapok értékesítésének szükségessége új feladatokat jelentett, szükségessé vált az új ismeretek, az új technológiák és technikák, irányítási rendszerek, döntési modellek alkalmazása. Megjelentek a szervezéssel, vezetéssel foglalkozó diszciplínák, operációkutatási módszerek az agrároktatásban is. A termelési függvények elemzése, a tervezés új módszerei (hálótervezés, munkatáblázatos és lineáris programozás, a modellezések stb.) a jövedelem nagyság tervezésével, ágazati és üzemi mérettel foglalkozó kérdések megválaszolásában jelentettek segítséget (*Dobos – Tóth, 1977; Sváb, 1979; Csáki – Mészáros, 1981; Gönci, 1982*). Itt kell említést tenni a géprendszertervezési modellekről, melyek makrogazdasági szinten a MÉM Műszaki Intézetben (korábban Mezőgazdasági Gép-kísérleti Intézet) készültek (*Hajdú et al., 1985; Hajdú – Takács, 1988*).

Ebben az időszakban az üzemi szintű gépesítést, géprendszertervezést az erő- és munkagépek összhangjának megteremtésével alapozták meg (*Eötvös – Gockler, 1962; Dimény, 1975*), továbbá a szakmának nagy segítséget jelentett az intézet évente megjelenő Mezőgazdasági gépi munkák költsége és a Mezőgazdasági gépek ára és üzemeltetési költsége című két kiadványsorozat is.

A mezőgazdaság szerepe (és megítélése) – köszönhetően az egyre hatékonyabb termelésnek, a termelési szerkezet diverzifikálódásának (lásd melléküzemágak), a háztáji gazdálkodás engedésének – a termelés egy részének exportja, a mezőgazdaság gépesítésének új lehetőségei okán jelentős változásokon ment keresztül. Az új technológiák alkalmazása, az erő- és munkagépek

kapacitásnövelése, az iparszerű termelési rendszerek mint integrátorok elterjedése előtérbe helyezte a méretgazdaságossági vizsgálatok szükségességét.

4. szakasz: Rendszerváltás után. A piacgazdaságra való áttérés, a földtulajdoni kérdések kárpótlás útján történő kezelése a birtokstruktúra – még ma is zajló – változását eredményezte. Kérdésként felmerült egyrészt, hogy az igen elaprózódott tulajdonszerkezet egyben jó birtokszerkezetet jelent-e (földbérlet és szabályozás), biztosítja-e az életképes gazdálkodás feltételeit, másrészt a termelés eszközeinek hatékony alkalmazását. További kérdés, hogy van-e elegendő kapacitás minden üzemben a szükséges munkák elvégzésére; milyen magas költséggel tudnak termelni azok az egységek, amelyek „túlkapacitáltak” az új körülmények között, lényegében a korábbi üzemszerkezetre létrejött eszközparkkal; mi lehet és kell, hogy legyen a horizontális és vertikális integráció jövője stb. A méretet befolyásoló tényezők, a méretgazdaságosság, az életképes gazdasági méret meghatározására több szerző folytatott kutatásokat (Szakál, 1985; Takács et al., 1992; Székely, 1992b; Tanka, 1993; Heinrich, 1993; Takácsné, 1994a, b). Alapmű volt a Debreceni Agrártudományi Egyetem kollektívja által, Nemessályi Zsolt szerkesztésével lefordított mű, *Castle és szerzőtársai (1992): Farm business management* című könyve (Farmgazdálkodás). Az agrár-felsőoktatásban ekkor jelentek meg sorra tananyagok, melyek többféle megközelítésben foglalkoztak a méretgazdaságossággal kapcsolatos kérdésekkel (Pfaú – Széles, 2001; Széles, 2003; Pfaú – Nábrádi, 2004; Nábrádi, 2005; Pupos et al., 2008a, 2008b; Balogh et al., 2013; Apáti et al., 2018).

Az ÁKFN-struktúra vagy a hosszú távú átlagköltségfüggvény elemzése (vizsgálva az egységnyi hozam előállításának átlagos költségét) is alkalmazott módszer. Az alapösszefüggés a költségek százalékos

változásának és a hozamérték százalékos változásának hányadosa, annak alakulása. A méretgazdaságosságot a hosszú távú átlagköltséggörbe adott tartományon belüli csökkenése mutatja meg, fennáll a méret növekvő hozadéka. Az átlagköltséggörbe emelkedése, a növekvő jelleg már mutatja a folyamat kedvezőtlené válását (Kay, 1994; Szűcs, 2003).

Az üzemgazdasági kutatásokon alapuló magyar szakirodalomban a rendszerváltástól eltelt 30 évben elsődlegesen egy tevékenység vagy ágazat kapcsán foglalkoztak a méretezés, méretgazdaságosság kérdéseivel. Közvetve a méretgazdaságosság megjelent a kis- és a nagygazdaságokról szóló tanulmányokban is. Ez utóbbi kérdéssről számos szerző értekezett és tanulmányaikban közvetetten megjelent a méretgazdaságosság is (Szakál, 1993; Takácsné, 1994a, b; Laczka et al., 1994; Csáki – Forgács, 2008; Forgács, 2008; Bakucs – Fertő, 2009; Harangi et al., 2013; Kapronczai et al., 2014; Forgács, 2017).

Az üzem fogalmának értelmezése nem képezi jelen tanulmány elsődleges tárgyát, így a méretezés – üzemi kategóriák – technológiák (másként gazdálkodási stratégiák) – versenyképesség szoros összefüggését taglaló forrásokat nem dolgoztam fel.

Az állattenyésztés jellegének megváltozása, a nagyobb méretű (zárt telepek) gazdaságok súlyának növekedése ismét előtérbe helyezte a méretgazdaságossággal kapcsolatos vizsgálatokat. *Szöllősi (2018), illetve Szöllősi és szerzőtársai (2019)* a brojlercsirke- és a tojtyúktartás hatékonysági kérdéseit vizsgálták eltérő tartástechnológiák mentén. Megállapításra került, hogy a magyarországi brojlertelepek közel felének mérete nem éri el a versenyképes üzemi méretet és szükségesnek tartják, hogy mind ágazati, mind egy üzem szintjén kerüljenek feltárára a hatékonyságot javító, méretgazdaságosságot befolyásoló tényezők. Megállapították, hogy a tojástermelés jövedelmezősége és az üzemi méret között van

kapcsolat, a nagyobb méret és a termelés koncentrációja nagyobb valószínűséggel mutat pozitív kapcsolatot, ugyanakkor a kisebb méret megfelelő technológia és értékesítési forma mellett lehet életképes. *Szűcs és Szöllősi (2014)* a halágazat kérdéskörét vizsgálták. *Lencsés és Mészáros (2017)* a tejtermelő üzemek technikai hatékonyságát vizsgálta a méret összefüggésében. A növénytermeléssel kapcsolatos vizsgálatokra a tanulmány későbbi részében térek ki.

A méretgazdaságossági vizsgálatokkal kapcsolatban meg kell említeni a *Szűcs (2003)* által vezetett, a magyar mezőgazdaság nemzetközi versenyképességéről folytatott konzorciális kutatást, amelynek egyik iránya a birtokviszonyok és a mérethatékonyság közötti összefüggésekre irányult. Az üzemi méret és a tőkehatékonyság közötti kapcsolatot, lehetséges irányokat vizsgálva *Takácsné és Takács (2003)* méretgazdaságosságra alapozott modellszámításokkal a versenyképesség kulcsának a tőkehatékonyság növelését és különféle géphasznosítási megoldások elterjesztését látta szükségesnek. Későbbiekben *Takács (2008)* a műszaki fejlesztési támogatások közgazdasági hatékonyságának kérdését vizsgálta.

Több szerzői műhely foglalkozott szekunder adatok alapján, illetve primer adatgyűjtéssel alátámasztva az üzemi méret – jövedelmezőség, illetve a versenyképesség – méretgazdaságosság összefüggéseinek kérdéseivel. Terjedelmi korlátok miatt ezek részletes ismertetésére nem térek ki (lásd *Laczkó, 2001; Fogarasi – Tóth, 2004; Hegyi et al., 2008; Csonka – Borbély, 2008; Kacz et al., 2008*). Más megközelítést jelentett a tesztüzemi gazdaságok adatai alapján elvégzett számos kutatás, ahol a méretkategóriák mentén került vizsgálatra a költség-jövedelem szerkezet (*Kemény – Rácz, 2017*), megállapítva, hogy a termelői döntések szintjén a gazdálkodók a fejlesztésekkel kapcsolatban egyre tudatosabban veszik figyelembe a méretgazdaságosságot.

A mérethatékonyság kérdése és az ágazati jövedelmezőség gazdálkodási forma és méret függvényében történő elemzésének alapja a (jelenleg) NAIK Agrárgazdasági Kutatóintézetben működő Tesztüzemi Információs Rendszer, illetve az annak eredményeit, a kapcsolódó elemzéseket évente közreadó kiadványsorozat.

MÉRETET BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK ÉS KRITIKUS MÉRETEK

A következőkben rendszerszemléletű megközelítésben kerülnek ismertetésre az üzemi méretre ható tényezők, részben a korábban is említett szakirodalom, részben a szerző saját korábbi publikációi alapján.

Az 1990-es években a méretgazdaságosság vizsgálata a gazdaság szerkezet átalakulása okán elsődlegesen a kisméretű (lényegében családi szerveződésen alapuló) termelés kérdéseit köré összpontosul, a középüzemekkel foglalkozó tanulmányok később jelentek meg. A versenyképességre fókuszáló szakirodalom már a nagyüzemi méretezés, méretgazdaságosság körét is lefedte. Kiindulópont volt, hogy a jövedelmező árutermelés a különböző feltételrendszerek között működő mezőgazdasági üzemektől mint vállalkozásoktól meghatározott minimális üzemi méret elérését feltételezi (*Székely, 1992b; Szakál, 1993; Takácsné, 1994a, b; Széles, 1995*).

A gazdálkodás lehetséges méretének kialakulására ható főbb tényezők a következők:

- *agroökológiai, termőhelyi tényezők*, amelyek behatárolják a folytatható tevékenységi köröket, bizonyos korlátok között megszabják a termelési színvonalat; a termőhelynek nem megfelelően megválasztott termelési szerkezet magas költséggel tartható fenn, ami a gazdasági rendszer jövedelmezőségét ronthatja, esetleg azt eredményezve, hogy adott feltételek mellett a gazdaság nem képes biztosítani sem rövid távú, sem hosszabb távú fennmaradását;

– *társadalmi, gazdasági tényezők*, amelyek közül az előbbi az 1990-es évek első felében lezajlott társadalmi változások következtében Magyarországon a kis méret irányába hatott (lásd megváltozott birtokstruktúra, mialatt Nyugat-Európában és az USA-ban már ezzel ellentétes irányú tendencia volt tapasztalható), az eltelt 30 év alatt a „kis gazdaságok” száma jelentősen csökkent, (ismételten) megindult a birtokkoncentráció folyamata;

– *a tudományos-technikai környezet*, a mezőgazdaság műszaki fejlesztése folyamatos innovációt igényel a technológia minden elemének területén, amely egyrészt változtatási kényszert jelent, másrészt – hosszabb távon – alkalmazkodási kényszer is a termelők számára;

– *a megművelhető földterület korlátozott nagysága*, ami a kialakulatlan földvásárlási lehetőségek, valamint a földbérlet hiánya (termőföld immobilitása) miatt a gazdálkodási méretek rugalmassága ellen hat;

– *piaci tényezők* (a piacra jutási feltételek, a vevői igények közül a tömegtermékek piacán a megfelelő tétel nagyság elérése stb.);

– *a specializáció igénye* (nagyobb tömegű, egyöntetű minőség), mint a méret korlátlan növelése ellen ható tényező;

– *a termelés kockázatának csökkentése* miatti többtermékes gazdálkodás igénye;

– *a termelői szaktudás, az irányítás, a menedzsment színvonala* egyre nagyobb jelentőséget kap a méretnövekedéssel, a fejlett termelési színvonallal rendelkező nyugat-európai családi gazdaságokban a családtagok közül legalább egy fő közép- vagy felsőszintű mezőgazdasági végzettségvel rendelkezik, illetve kell rendelkeznie (a méretnövekedés egy határon túl annyi idegen élő munka alkalmazását követeli meg, ami megfelelő képzettségű, a vállalkozó személyétől elkülönülő szakmai irányítást igényel, ezzel megnövelve a gazdálkodás költségét [tranzakciós költség], ám ez a

problémakör már nem a meghatározásunk szerinti családi gazdasághoz, hanem az ennél nagyobb mérethez kapcsolódik);

– *a tulajdonviszonyok megváltozása*, ami napjainkban a gazdálkodási méret csökkenésének irányába hat, ami igaz a volt nagyüzemek átlagos méretének csökkenésére is az átalakulások, kiválások következtében; megjegyezve azt, hogy a földtulajdon és a földhasználat jelentős mértékben eltér egymástól;

– *a munkaerő-ellátottság és a munkanélküliség*, amely egyrészt az átlagos gazdálkodási méret csökkenése irányában hat; ha párosul hozzá földtulajdon, akkor a munkanélküli kényszervállalkozóvá válhat, annak ellenére, hogy nem rendelkezik sem a megfelelő szaktudással, szakismerettel, sem eszközökkel a gazdálkodói tevékenység folytatásához; de másik irány is létezik, miszerint az önfoglalkoztatás igénye teremtheti meg a vállalkozói méretű családi gazdasággá válást, egy idő után a család munkaerejét meghaladó méretnél bér-munkát alkalmazva vagy ritkán intenzív gépesítést kíváltva;

– *rendelkezésre álló gépek, eszközök* mennyisége, munkavégző képessége egyrészt megszabja a termelési szerkezetbe illeszthető tevékenységek egyedi és együttes méretét (az igény és a kapacitás együttes összhangjának megteremtésével); másrészt az eszközökben megtestesülő lekötött tőke megszabja a gazdaság azon legkisebb méretét (a gazdálkodás folyó költségei mellett), amelytől kezdve jövedelmet képes előállítani és így megteremti a hosszabb távú fennmaradást, stabilitást;

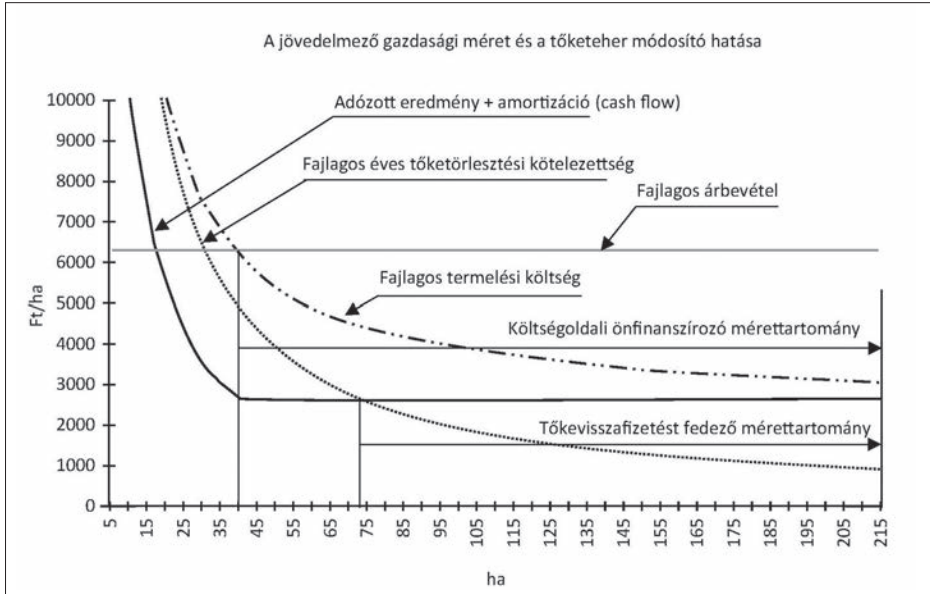
– *a termelési szerkezet*, amely egyrészt kialakul a fenti tényezők hatására, megszabják a rendelkezésre álló erőforrások, a termőhely, a vetésváltási követelmények és a közgazdasági, piaci hatások; ez determinálja a rendszer által elérhető jövedelmet, ami a rendszer méretéből adódik és egyben visszahat rá (Takácsné, 1994a, 1994b);

– *az együttműködési, szerveződési*

I. ábra

A fejlesztések finanszírozása és a gazdaságméret összefüggése; belépő éves tőketheher módosító hatása a gazdasági méretre 120 kW-os erőgép kategóriánál, magas termelési színvonalon

(Relationship between development financing and farm size; modifying effect of the annual capital burden on the economic size of the 120 kW power plant category, at a high production standard)



Forrás: Takácsné, 1994b, 58. o.

formák elfogadottsága, a termelői hajlandóság; ennek hiányában a piacon való megjelenéshez nagyméretű vállalkozások keretében nyílik lehetőség vagy korlátozott keretek között új formákat kell találni (termelői piacok, közösségek) (Szabó G., 2013; Takács – Baranyai, 2013; Kiss, 2018; Kacz, 2019).

Életképesség alatt azt kell érteni, hogy a gazdálkodás a benne résztvevők társadalmilag elfogadott életminőségét, átlagosnak tekinthető jövedelemszintjét, valamint a befektetett tőke megtérülését is, az élő és holt munka legalább egyszerű újratermelésének feltételeit biztosítani képes. Fontos kérdésként jelenik meg a finanszírozás és az életképesség közötti kapcsolat. A fedezeti vizsgálatok során a tőkeköltséget is figyelembe vevő, hosszabb időtávú vizsgálatok

segítségével meghatározható, hogy az üzem mekkora mérettől képes a felhasznált idegen forrás visszafizetésére, a tőketerhek kigazdálkodására. A tőketheher visszafizetésére a gazdálkodás éves adózott eredménye és a képzett amortizáció együttes összege kell, hogy fedezetet nyújtson. A termőterület egységére vetített kötelezettséget és a kiegyenlítésére rendelkezésre álló cash flow-t vizsgálva meghatározható az a gazdálkodási mérettartomány, amely a fent említett követelményeket kielégíti (I. ábra). A termelési színvonal és a termelés jövedelmezősége nem csak a kritikus fedezeti méret(ek)re hat, de nagymértékben befolyásolja mindezek után a tényleges méret mentén az üzem rugalmasságát, kockázatosságát, azt, hogy mekkora a „reagálási tartománya” a korábban felsorolt tényezők kedvezőtlen változása esetén. A rugalmas-

ság kérdése az ezredforduló után bekövetkező klimatikus és az általuk is generált gazdasági-társadalmi változásokra adandó új válaszok megfogalmazásának szükségességét is felvetette. Erre lehet válasz a mezőgazdaságban a helyspecifikus gazdálkodás szélesebb térnyerése, a *Climate-Smart Agriculture* (nincs igazán jól bejáratott magyar elnevezés: „klímaintelligens mezőgazdaság”) vagy bizonyos környezeti feltételek megléte esetén az organikus gazdálkodás.

A méretgazdaságosság – fenti tényezők mellett – valójában attól függ, hogy a vezetés mennyire képes jó döntéseket hozni, meg tudja-e ismerni az üzemi adottságokat és magát a környezetet, az input-output kapcsolatokat, a termékpálya összefüggéseit.

A PRECÍZIÓS TECHNOLÓGIÁRA VALÓ ÁTTÉRÉS MÉRETGAZDASÁGOSSÁGI KÉRDÉSEI

A továbbiakban összegzem a helyspecifikus növénytermesztés és kertészeti termelés szempontjából a technológia helyét, elterjedtségét és szerepét a fenntartható gazdálkodásban, különös tekintettel a méretgazdaságosság aspektusaira. A „*site specific crop management*” (termőhelyspecifikus növénykezelési rendszer) olyan információ- és technológiai alapú mezőgazdasági termelési rendszer, amelynek célja meghatározni, analizálni és „kezelni” a mezőgazdasági táblán belül előforduló talaj-, tér- és időbeli variabilitást az optimális jövedelmezőségért, a mezőgazdasági termelés fenntarthatóságáért, valamint a környezet megővéseért.

Az elmúlt három évtized gyakorlati tapasztalatai alapján bizonyítást nyert, hogy önmagában a helyspecifikus vegyszerhasználat – az adott alternatív technológiákkal összehasonlítva – akkor eredményez valós megtakarítást, helyesebben szólva alacsonyabb (fajlagos) vegyszerfelhasználást, ha a

technológia alkalmazása során a kijuttatás a terület heterogenitásának figyelembevételével történik. A megtakarítás mértéke növényvédő szerekből (elsődlegesen gyomirtó) 15-50% közötti is lehet, a nem kezelt zónák miatt. Mindemellett kimutatható, hogy a csökkentett mennyiségben kijuttatott hatóanyag azt is jelenti, hogy javul az inputfelhasználás hatékonysága. Az egyre pontosabb kijuttatás következtében csökkenthető a feleslegesen a környezetbe elszórt vegyszer, ami a környezetszennyezés elmaradása révén hozzájárul a környezeti fenntarthatósághoz, egyben részben választ is adva a természeti erőforrások korlátozottságából, a klimatikus változásokból eredő kihívásokra (Auernhammer, 2001; Ørum et al., 2002; EIP-AGRI Focus Group, 2014; Takácsné, 2014; Schiffer – Dillon, 2014; Kemény et al., 2017). A környezeti adottságoknak megfelelően, optimalizált termelés magasabb átlaghozamot eredményez(het), de ez nem törvényszerűen jár együtt a termelői eredményesség növekedésével, azaz hosszabb időtáv átlagában szükséges a kérdést vizsgálni. Hozzá kell azonban tenni a kérdéshez, hogy a precíziós technológia megjelenésével párhuzamosan további műszaki fejlesztések is zajlottak és zajlanak a mezőgazdaságban, ami egyrészt eredményezi az egységnyi hatóanyag szükséges mennyiségének csökkenését, másrészt a gépesítés új műszaki megoldásai lehetővé teszik a mikroszemcsék kijuttatását, ezzel is csökkentve a kemikáliamennyiséget. Ennek következtében már nem lehet arról a technológiai előnyről értekezni, hogy mekkora is a precíziósan kijuttatott vegyszermegtakarítás, ami a nem precíziós alkalmazásokhoz képest realizálható.

Az üzemi méret, méretgazdaságosság, jövedelmezőség, technológiához kötődő beruházások megtérüléseinek kérdéseivel számos tanulmány foglalkozott. Ezek mindegyikében – közvetve vagy közvetlenül – megjelent a fedezetvizsgálat és a jövedelmezőség (helyesebben a technoló-

giával realizálható többletjövedelem) mint üzemgazdasági kérdés.

Egyik korai, az Egyesült Államokban 1998-ban készült becslés a farmméret függvényében vélelmezte a különböző agrotechnikák lehetséges alkalmazásának elterjedését (*Fernandez-Cornejo et al., 1998*). A felhasznált gazdaságok adatforrása az USDA volt. A becsléshez alkalmazott Tobit-modell számos változója között szerepelt a gazdaságvezető végzettsége, a szakmai tapasztalat, a hitelképesség mértéke, a gazdaságon kívüli tevékenységből származó jövedelem, a gazdaság mérete (betakarított GOFR), a kockázattartó mértéke, továbbá módosító tényező volt annak ténye, hogy milyen régióban van a gazdaság (marginális terület), az erőforrás-felhasználási korlátozottság (nitrátérzékenység), termeltesési és/vagy értékesítési szerződés megléte az olajos növényekre, a magas kukoricamoly-ferőtözöttség. A vizsgált négy technológia közül a számunkra releváns precíziós technológiával kapcsolatos eredményeket ismertetem részletesebben. A precíziós technológia szántóterülettől függő, potenciális alkalmazását megvizsgálták mind lineáris, mind másodfokú közelítéssel, és eredményül azt kapták, hogy meghatározható egy olyan méretküszöb, mely felett a precíziós technológia alkalmazásának valószínűsége nem növekszik a gazdaság méretnövelésével. A modellezett szántóföldi gazdaságok esetében ez a határ 650 hektár (az adatbázisban szereplő legnagyobb gazdasági méret 2830 hektár). A gazdaságméret függvényében a precíziós technológiára történő várható átállással (alkalmazással) kapcsolatban megállapították a szerzők, hogy fentebb jelzethetnél nagyobb méret fölött a soft tényezők nem bírnak hatással az alkalmazásra, nagyobb hatással bír(hat) az átlagköltségek (elsődlegesen az átlagos állandó költség) csökkentésének lehetősége a kapacitáskihasználtság növelésével. Megállapításaik az akkori környezetben, a jellemző erő- és munkagépekre és költségeikre voltak érvé-

nyesek. Meg kell jegyezni, hogy a potenciális elterjedést befolyásoló tényezők között kimutatták továbbá, hogy minél nagyobb a szántóterületben mért gazdaságméret, annál nagyobb hatással bírnak az áttérési hajlandóságra az adottságok, valamint a további gépesítés, gépbeszerzés lehetősége (hitelképesség).

Az, hogy a gyakorlat mennyire igazolta a 20 évvel korábbi elterjedéssel kapcsolatos feltételezéseket, vitatott. A teljesség igénye nélkül említem meg *Miller és szerzőtársai (2019)* által az egyesült államokbeli kansasi gazdálkodók körében (Farm Management Association adatai alapján) folytatott vizsgálatokat. Egyes precíziós elemek elterjedtségét vizsgálták, továbbá az alkalmazott elemek egymásra épülését, azok alkalmazásának további szándékát. Eredményeik szerint azok a gazdaságok, amelyek széles körben alkalmazzák a precíziós elemeket (az információigényes hozzámérést, helyspecifikus kijuttatást, precíziós talajmintavételt), elérve a technológia optimális kombinációjából adódó üzemgazdasági előnyöket, elkötelezettebbek és szándékukban áll tovább folytatni a precíziós termelést, mint azon gazdaságok, ahol csak egy vagy két elemet használnak. Ennek okaként a kimutatott, realizált jövedelemtöbbletet jelölték meg (*Miller et al., 2019*), hasonlóan *Griffin és Yeager (2018)* megállapításaihoz. *Schimmelpfennig (2016)* üzemgazdasági adatokon történő modellezéssel kimutatta, hogy a precíziós technológia alkalmazása – a magasabb beruházási és művelési költségek okán – csak kismértékben javította a tőkemegtérülést és a gazdálkodás eredményét, a magasabb munkaerőköltség-hányad, a helyspecifikus technológiai elem alkalmazása miatt. Azokban az esetekben, amikor a technológia bevezetése együtt járt új beruházással, nagyobb üzemi eredmény volt elérhető. A gazdasági méret, illetve a méretnöveléssel összefüggésben meg kell jegyezni, hogy a különböző méretkategóriájú gazdaságok esetében a precíziós

technológiát alkalmazó és nem alkalmazó gazdaságok eredményadatait nem lehet egy az egyben összehasonlítani. A gazdaság mérete (a nagyobb méretű gazdaságok fajlagos jövedelemértékei általában kedvezőbbek) már eleve hatással bír az alkalmazás/átterés tényére, és arra is, hogy mely elemek kerülnek bele a technológiába. Ezt még az is befolyásolja, hogy mennyire könnyen illeszthetők be és alkalmazhatók a gyakorlatban az elemek. Megállapításra került, hogy a valós, érzékelhető költségelony segíti a technológia terjedését, azonban a következő időszakban a várható hozamtöbblet és a környezeti előnyök jelenthetnek hajtóerőt.

Gyakorlati tapasztalat, hogy a precíziós technológia alkalmazásának mértéke (és az alkalmazott elemek száma) a gazdaságméret növekedésével együttl nő. A gazdaságok mérete általában növekszik az egész világon. Az Egyesült Államokban a legalább 800 hektáros gazdaságokban termesztett szántóföldi növények aránya az 1987-es 15%-ról 2018-ra 36%-ra nőtt az USDA 2018. évi gazdasági kutatószolgálat (ERS) jelentése szerint. A gazdaságméret-növekedés részben a precíziós technológiának is köszönhető. A talajtérképezés, a hozammonitoring, a helyspecifikus anyagkijuttatás mind ösztönzi az üzemi méret növelését (bérlettel, földvásárlással) egyrészt a nagy(obb) kapacitású gépekkel megművelhető területméret okán, másrészt azzal, hogy a termelő törekszik a nagyobb értékű eszközök létéből adódó költségeit optimalizálni (lásd kapacitáskihasználás és állandó költségek, fajlagos költségek összefüggései) (Trimble, 2019).

Ez a növekedés a gazdaságok méretében, a technológia alkalmazásának gyakoriságában megköveteli a gazdaságok szorosabb együttműködését és integrációját, jobban, mint valaha. Mind az embereknek, mind a gépeknek képesnek kell lenniük a hatékony kommunikációra egymással, az információ – és a technológia egyes műveleteinek, a gépkapacitásoknak – lehető legszélesebb

körben történő megosztásához. Természetesen a megfelelő kapacitással bíró, megbízható szolgáltató is feltétele a további terjedésnek.

Ha megvizsgáljuk a hazai szakirodalmat, több szerzői műhely vizsgálta, modellezte a precíziós növénytermesztés méretgazdaságossági, jövedelmezőségi kérdéseit, a lehetséges alkalmazói kört és viselkedésüket. A teljesség igénye nélkül – hiszen a kérdéskörrel több, a Gazdálkodásban is megjelent tanulmány foglalkozott – meg kell említeni a mosonmagyaróvári, a gödöllői, a debreceni műhelyek mellett az Agrárgazdasági Kutató Intézetben (jelenleg NAIK Agrárgazdasági Kutatóintézet) az üzemi szintű adatok elemzésével az elmúlt években folyó munkákat.

A jövedelmezőségvizsgálatok abból indulnak ki, hogy maga a precíziós gazdálkodás egyszerre jelenti azt, hogy a termelő magas technikai színvonalat képviselő eszközöket, fajtát, technológiát alkalmaz, megfelelő információval rendelkezik környezetéről – él a mezőgazdaság műszaki fejlesztésének minden elemével –, másrészt azt, hogy mindez kihat a termelés jövedelmére, a felhasznált erőforrások jövedelmezőségére is. A jövedelmezőségi kérdések vizsgálatakor első az ágazati szintű vizsgálat, amikor is a méretgazdaságosságot a fedezeti hozam meghatározása mellett a precíziós technológia többletjövedelmének kalkulálása jelenti. Nehézséget jelent egy adott gazdaság évjáratái közötti összehasonlíthatóság megteremtése (évjáráthatóság, vetésváltás, táblaforgók, művelésbeli eltérések, kártételi helyzet, input-output árak változása, azok eltérő mértéke [agrárrolló] stb.), továbbá annak mérése, hogy mind ágazati, mind üzemi szinten a precíziós technológiára történő áttérés hatásait a jövedelem szempontjából (fedezeti hozzájárulás) hogyan lehet számszerűsíteni (Takácsné, 2011; Lencsés, 2013a; Takácsné, 2015; Kemény et al., 2017; Kemény – Rác, 2017).

A precíziós technológia elterjedésének kezdeti szakaszában általános volt az a vélekedés, hogy korlátozó tényező a beruházási (többlet)igény. A precíziós technológia alkalmazásához szükséges (többlet)beruházással kapcsolatosan – főként az ezredforduló után – modellszámítások segítségével történtek vizsgálatok magyarországi körülményekre, különböző üzemkategóriákat kiszolgáló géprendszerre (Takácsné, 2004; Smuk et al., 2009; Kalmár, 2010; Lencsés, 2013a; Lencsés, 2013b; Szolnoki – Nábrádi, 2014; Kemény et al., 2017; Kemény – Rácz, 2017). A szerzők felhívták a figyelmet, hogy akár meglévő géprendszer fejlesztésével, akár az új eszközök beruházásával történik az átállás a precíziós technológia alkalmazására, a megtérülésvizsgálatok során nehézséget jelent a termelési szerkezettől, technológiai színvonalától, a céltől (hozamoptimalizálás történék-e) függően a technológiából fakadó többletjövedelem megállapítása. Ugyanakkor bizonyított, hogy az innováció elterjedését, annak görbét alapvetően határozza meg a korábbi, felváltandó technológiával szembeni relatív gazdasági előny, ami az üzemgazdasági adatok, elemzések hiányában nehezen volt a kezdeti szakaszban ekként igazolható (Rogers, 1995). Napjainkban ez a kérdés nem kizárólagosan a (többlet)jövedelemmel mérhető, ugyanakkor üzemi szinten nincs kialakult módszertana és gyakorlata az externális tényezőkkel kapcsolatos kérdések internalizálásának.

Az Európai Bizottság támogatásával 2014 novemberében kialakított Precíziós gazdálkodás Európán belüli helyzetét elemző fókuszcsoporthoz (EIP-AGRI Focus Group on Precision Farming, PF) – a teljesség igénye nélkül – a következő összegző megállapításokat és feladatokat fogalmazta meg:

– Szükség van a precíziós gazdálkodás hozzáadott értékének, az értékláncban betöltött szerepének hangsúlyosabb közvetítésére mind a termelők, mind az ágazat szereplői felé.

– „Hogyan érzük el a gazdákat és hogyan támogassuk a (szak)tanácsadókat?” – kérdés megválaszolása során négy kulcsterületet emeltek ki:

- „gazdák úttörői”, akik a korai alkalmazók, látnokok csoportjába tartoznak, akik meggyőzőek a többiek számára;

- tanácsadók, akik összegyűjtik és megválaszolják a gazdák kérdéseit, illetve összekötők és az információcsere biztosítói a gyártók, fejlesztők, szolgáltatók felé;

- a termékek gyártói, a kutatók/fejlesztők és szolgáltatók, akik elkötelezettek, hogy a gazdák szükségleteinek megfelelő megoldásokat szolgáltatassanak;

- a gazdák – a „pragmatikus, korai alkalmazók többsége”, a „késői, konzervatív alkalmazók többsége” és a „késői szkeptikusok” –, tehát a késői követők sokasága, melynek meggyőzés a cél a szükségletre-remtő stratégia mentén.

– A kis- és közepes, döntően családi tulajdonban lévő gazdaságokkal kapcsolatban kiemelik a regionális oktatás és a tudatosság, a precíziós gazdálkodás iránti elkötelezettség erősítésének szükségességét, a precíziós gazdálkodás eszközrendszerének közös használatát (*sharing PF machinery*), a közös gondolkodást és cselekvést a méretgazdaságosság elérésére. Nagyobb megbízható tanácsadói támogatás szükséges, könnyen használható, (beruházás szempontjából) elérhető eszközök, melyeket használat közben meg lehet ismerni, tanulni.

– Nyílt, megosztott adatok: a gazdák alapvetően vonakodnak megosztani adataikat: ahhoz, hogy ez a gát feloldható legyen, új üzleti modellre van szükség. Meg kell győzni a gazdákat arról, hogyha jobban menedzselik adataikat, akkor többet tudnak teljesíteni eszközeikkel, növelve az eszközhatékonyságot, a bevételeiket (részben élni tudnak a méretgazdaságossági előnyökkel a költségeik csökkentése révén), továbbá csökkenthetik a környezetterhelésüket (EIP-AGRI Focus Group, 2014).

Az egyéb, méretet befolyásoló kérdések (specializáció igénye, kockázatvállalás mértéke, beruházási tőkeszükséglet megléte stb.) részletezésére nem tértek ki, azonban a precíziós technológia elterjedtségét és terjedésének módját elemző szakirodalmakban, gazdálkodói felmérésekben megjelenítésre kerülnek mint azt befolyásoló tényezők.

A modellezések által a termelési méretre kapott konkrét eredmények az idő teltével, a technológia fejlődésével érvényüket veszítik, de a méretgazdaságossági elemzések, levezetések nem veszítenek aktualitásukból.

KÖVETKEZTETÉSEK

A fenntartható fejlődés a jelen és a jövő kihívása. A mezőgazdaság és a gazdálkodók szerepe az élelmiszer- és az élelmiszer-biztonság megteremtésében maga után vonja annak a kérdésnek a helyes megválaszolását, hogy milyen gazdálkodói modellekre van szükség a kihívásokra adandó válaszainkhoz. A fenntarthatóság hármasszögében kell értelmezni minden innovatív megoldást. A precíziós gazdálkodás bizonyítottan támogatja a környezeti fenntarthatóságot, hozzájárul a biztonságos (nyomon követhető) élelmiszer előállításához és meghatározható azon gazdálkodói kör és feltételrendszer, amely mellett biztosítható az üzemi szintű, gazdasági fenntarthatóság.

Amennyiben elfogadjuk, hogy az életképesség a gazdálkodó számára azt jelenti, hogy adott (köz)gazdasági rendszerben legalább képes biztosítani az egyszerű újratermelést (a költségek között természetesen meg kell jeleníteni a munkaerő költségét) és az elvárt jövedelemszintet, akkor a méretgazdaságosság alapján meghatározhatók azok a helyzetek, azon gazdálkodói kör, amely számára a precíziós gazdálkodásra való áttérés a környezeti és társadalmi fenntarthatóság irányába mutathat. Mind a mezőgazdasági műszaki, mind a kapcsolódó területeken zajló fejlesztések, innovációk nyújtotta lehetőségek ebbe az irányba kell, hogy mutassanak.

A kérdés ezek után nem az, hogy mi legyen a kizárólagos mód, hanem csak az, hogy mikor, milyen feltételek mellett mi adja meg egy gazdálkodó számára a legjobb megoldást. A fenntartható mezőgazdaság alapvető feladatai közé tartozik, hogy adott ökológiai és társadalmi feltételek mellett megtalálja és alkalmazza azokat a technológiákat, eljárásokat, amelyekkel egyidejűleg válik megvalósíthatóvá a környezet fenntartása és a gazdaságos termelés. Az elkövetkező évtizedben a termelők világpiacra jutásakor azon szereplők, akik nem alkalmazzák ezt a technológiát, veszítenek versenyképességükből, kiszorulhatnak a piacról. A precíziós technológia alapját jelentő dokumentálás egyidejűleg megteremti azt a termék-nyomonkövetést, amely szintén elvárás a mezőgazdasági és élelmiszeripari termékek fogyasztóhoz történő eljuttatásakor is. Ezt szolgálja az infokommunikációs technológia elterjedése a mezőgazdaságban is. Hangsúlyozni szükséges, hogy a technológia számos eleme igénybe vehető szolgáltatásként, lehet építeni az eszközrendszer közös használatán alapuló megoldásokra, amelyek értelem szerűen kitágítják a kis(ebb) méret irányába az alkalmazhatóság tartományát. (Méretgazdaságossági kérdésként kezelve ez azt jelenti, hogy a fajlagos állandó költségek csökkentésével kisebb méret mellett is elérhető az életképességet jelentő fedezeti méret.)

A kérdésekre adandó válaszok között egyre fontosabb lesz a mezőgazdaság „intelligens gazdaság” (*Smart Farm*) irányába történő elmozdulása, különösen a klímaváltozáshoz történő alkalmazkodás tükrében, amit a *Climate-Smart Agriculture* (CSA) koncepció fejez ki leginkább. A CSA négy fő cselekvési területen keresztül mozdítja elő a gazdálkodók, a kutatók, a vállalati szektor, a civil társadalom és a politikai döntéshozók összehangolt fellépését az éghajlatváltozás kihívására adandó helyes válasz megtalálásához: (1) az adatok, bizonyítékok ösz-

szegyűjtése, nyomon követése; (2) a helyi intézményi hatékonyság növelése (lokalizáció); (3) az éghajlatváltozási kihívások és az agrárpolitikák közötti koherencia előmozdítása; és (4) az éghajlatváltozás és a mezőgazdasági finanszírozás összekapcsolása. A CSA abban különbözik a „szokásos üzleti” megközelítésektől, hogy rendszerszemlélettel közelíti meg a kérdést, hangsúlyozza a rugalmas, kontextusspecifikus megoldások végrehajtásának szükségességét, innovatív

szakpolitikai és finanszírozási intézkedések által támogatva.

Véleményem szerint a precíziós gazdálkodás egy lehetséges válasz a címben szereplő fenntartható gazdálkodásra, azonban meg kell találni azokat a működési modelleket, gazdálkodói stratégiákat, melyekkel úgy valósulhat meg üzemi szinten a termelés, hogy a fedezeti méretet meghaladó gazdálkodás legyen megvalósítható.

FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

- (1) Apáti F. – Nábrádi A. – Szöllösi L. – Szűcs I. (2018): *Üzemtan*. Debrecen: Debreceni Egyetem – (2) Auernhammer, H. (2001): Precision farming – the environmental challenge. *Computer and Electronics in Agriculture*, 30(1–3), 31–43. – (3) Bakucs L. Z. – Fertő I. (2009): The growth of family farms in Hungary. *Agricultural Economics*, 40(6), 789–795. – (4) Balogh P. – Felföldi J. – Herdon M. – Kemény G. – Nagy L. – Nábrádi A. – Szöllösi L. – Szűcs I. (2013): *Döntéstámogató módszerek és rendszerek*. Elméleti jegyzet. Debrecen: Debreceni Egyetem, AGTC. Digitális tankönyvtár: https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011-0029_de_dontestamogato_modszerek_es_rendszerek_elmelet/cho4s02.html – (5) Baranyai Zs. – Kránitz L. – Vásáry M. – Takács I. (2012): A bizalom szerepe a gazdálkodói együttműködésben – Elmélet és gyakorlat a magyar mezőgazdaságban. *Gazdasági és Társadalomtudományi Közlemények*, 4(1), 157–166. – (6) Biró Sz. (szerk.) – Rácz K. (szerk.) – Csőrnyei Z. – Hamza E. – Varga E. – Bene E. – Miskó K. (2015): *Agrár-és vidékfejlesztési együttműködések Magyarországon*. Budapest: Agrárgazdasági Kutató Intézet – (7) Bishop, E. C. – Toussaint, W. D. (1969): *Bevezetés a mezőgazdasági üzemek elemzésébe*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó – (8) Bongiovanni, R. – Lowenberg-DeBoer, J. (2004): Precision agriculture and sustainability. *Precision Agriculture*, 5(4), 359–387. – (9) Bógel Gy. (2015): *A Big Data ökoszisztémája*. Typotex Kiadó – (10) Bruntland jelentés (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: "Our Common Future"* From A/42/427. *Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development* – (11) Busse von Colbe, W. (1964): *Die Planung der Betriebsgröße*. E-book. Springer Fachmedien Wiesbaden – (12) Castle, N. E. – Becker, E. C. – Nelson, J. (1992): *Farmgazdálkodás. Farm business management*. Budapest: Mezőgazda Kiadó – (13) Csáki Cs. – Forgács Cs. (2008): Smallholders and changing markets: Observations on regional level. *Society and Economy*, 30(1), 5–28. – (14) Csáki Cs. – Mészáros S. (1981): *Operáció kutatási módszerek alkalmazása a mezőgazdaságban*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó – (15) Csonka A. – Borbély Cs. (2008): Beszerzés, integráció és versenyképesség a vágósertések piacán. In Kemény G. (szerk.): *Versenyképesség – Változó Menedzsment: Marketing Konferencia* (pp. 1–6.). Kodolányi János Főiskola (KJF) – (16) Dawson, P. – Hubbard, L. (2008): Management and Size Economies in the England and Wales Dairy Sector. *Journal of Agricultural Economics*, 38(1), 27–38. <https://doi.org/10.1111/j.1477-9552.1987.tb01022.x> – (17) Dimény I. (1975): *A gépesítés fejlesztés ökonómiaja a mezőgazdaságban*. Budapest: Akadémiai Kiadó – (18) Dobos K. – Jankó J. – Tóth M. – Vágsellyei I. (1959): *Mezőgazdasági üzemtan*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó – (19) Dobos K. – Tóth M. (1977): *A vállalati termelés szervezése és ökonómiaja*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó – (20) Duffy, M. (2009): Economies of Size in Production Agriculture. *Journal of Hunger and Environmental Nutrition*, 4(3–4), 375–392. <https://doi.org/10.1080/19320240903321292> – (21) Dusek T. (2013): Thünen Elszigetelt állama: az eredeti munka. *Tér és Társadalom*, 27(3), 28–56. – (22) EIP-AGRI Focus Group (2014): Precision Farming 2nd meeting, 25–26th November, Lisbon. Minutes. <https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/content/eip-agri-focus-group-precision-farming-2nd-meeting>. [2015.01.07.] – (23) Eötvös L. – Gockler L. (1962.): *Mezőgazdasági gépi*

munkák költségelemzése. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó – (24) Erdei F. (1961): *Üzemszervezési kérdések a szocialista mezőgazdasági nagyüzemben*. Budapest: Akadémiai Kiadó – (25) FAO (2013): *Climate-Smart Agriculture Sourcebook*. <http://www.fao.org/3/a-i3325e.pdf> – (26) FAO (2019): *FAO describes new vision to support GACSA at the third Annual Forum in Bonn*. 19/06/2019. /<http://www.fao.org/climate-smart-agriculture/news/detail/en/c/1198686/> – (27) Fazekas B. (1967): *Mezőgazdaságunk a felszabadulás után*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó – (28) Fernandez-Cornejo, J. – Daberkow, S. – McBride, D. W. (1998): Decomposing the Size Effect on the Adoption of Innovations: Agrobiotechnology and Precision Agriculture. *AgBioForum*, 4(2), 124–136. <http://www.agbioforum.org/v4n2/v4n2a07-cornejo.htm> – (29) Fogarasi J. – Tóth J. (2004): A magyar gabonatermelő gazdaságok működési versenyképessége. *Gazdálkodás*, 48(6), 11–20. – (30) Forgács Cs. (2008): Csak azért mert kicsi, még hasznos a társadalomnak: A mezőgazdasági kistermelők versenyképességéről. *A Falu*, 23(1), 17–39. – (31) Forgács Cs. (2017): Growth and Productivity Advantages of Specialized Farms in Central and Eastern European Countries in 2005–2013. *Acta Scientiarum Polonorum – Oeconomia*, 16(1) 13–23. – (32) Gönczi I. (1983): A mezőgazdasági vállalatok mérete és szervezete. *Közgazdasági Szemle*, 30(12), 1460–1472. – (33) Gönczi I. (szerk.) (1982): *Gyakorlati kalkulációk a mezőgazdaságban*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó – (34) Gönczi I. – Kádár B. – Vadász L. (1967): *Mezőgazdasági vállalatok és üzemek gazdaságtana*. Budapest: Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó – (35) Griffin, T. – Yeager, E. A. (2018): *Adoption of Precision Agriculture Technology: A Duration Analysis*. A paper from the Proceedings of the 14th International Conference on Precision Agriculture June 24 – June 27, 2018 Montreal, Quebec, Canada. www.ispag.org – (36) Gunst P. – Lőkös L. (szerk.) (1982): *A mezőgazdaság története*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó – (37) Hajas J. – Rázsó I. (1955): *Mezőgazdaság számokban*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó – (38) Hajdú J. – Hammang J. – Lennert L. – Takács I. – Soósé Szűts J. (1985): *A magyar mezőgazdaság VII. ötéves tervi géprendszer*. MÉM Műszaki Intézet – (39) Hajdú J. – Takács I. (1988): *Mezőgazdasági géprendszerek tervezési módszereinek fejlesztése*. MÉM Műszaki Intézet – (40) Harangi-Rákos M. – Szabó G. – Popp J. (2013): Az egyéni és társas gazdaságok gazdasági szerepének főbb jellemzői a magyar mezőgazdaságban. *Gazdálkodás*, 57(6), 532–543. – (41) Hegyi J. – Kacz K. – Kettinger A. (2008): Különböző ökonómiai méretű gazdasági szervezetek működésének jellemzői a Nyugat-Dunántúlon. *Acta Agronomica Óváriensis*, 50(2), 79–90. – (42) Heinrich I. (1993): Mekkora az optimális üzemméret? *Magyar Mezőgazdaság*, 48(11), 4–5. – (43) Hensch Á. (1901): *Mezőgazdasági üzemtan*. 1. kötet. Magyar-Óvár: Czéh Sándor-féle Könyvnyomda – (44) Imreh Sz. (2008): Elterő motivációk a kis- és középvállalkozások hálózati együttműködésében. *Vezetéstudomány*, XXXIX(3), 20–30. – (45) Kacz K. (2019): Local products within short supply chains in Hungary. *Annals of the Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists*, XXI(4), 172–181. – (46) Kacz K. – Koltai J. P. – Salamon I. (2008): A földbirtok- és üzemszerkezetet befolyásoló tényezők hatásvizsgálata Nyugat-Dunántúl gazdaságainak körében. *Acta Agronomica Óváriensis*, 50(2), 91–99. – (47) Kalmár S. (2010): Farm business relations of precision plant production. *Acta Agronomica Óváriensis*, 52(2), 67. – (48) Kapronczai I. – Keszthelyi Sz. – Takács I. (2014): Gazdaságok jövedelmezőségének és hatékonyságának változása. *Gazdálkodás*, 58(3), 222–236. – (49) Kárpáti L. – Nábrádi A. (1990): Ki vagy mi a menedzser? *Gazdálkodás*, 34(6), 6. – (50) Kay, D. R. (1994): *Farm management*. New York: McGraw-Hill Inc. – (51) Kemény G. (szerk.) – Lámfalusi I. – Molnár A. (szerk.) (2017): *A precíziós szántóföldi növénytermesztés összehasonlító vizsgálata*. Budapest: Agrárgazdasági Kutató Intézet – (52) Kemény G. (szerk.) – Rác K. (szerk.) (2017): *A mezőgazdasági kisüzemek jellemzői és fejlesztési lehetőségei*. Budapest: Agrárgazdasági Kutató Intézet – (53) Kislew, Y. – Peterson, W. (1986): *Economies of scale in agriculture: a survey of the evidence*. Development Research Department discussion paper; no. DRD 203. Washington DC: World Bank. <http://documents.worldbank.org/curated/en/741921468157179935/Economies-of-scale-in-agriculture-a-survey-of-the-evidence> [2020.04.10.] – (54) Kiss K. (2018): Hagyományos piacok összehasonlító vizsgálata különböző funkciójú településeken. *Gazdálkodás*, 62(1), 62–75. – (55) Laczka É. (2001): A „gazdaság” fogalma a statisztikában. *Gazdálkodás*, 45(6), 67–68. – (56) Laczka S.-né – Oros I. – Schindele M. (1994): A vállalkozó jellegű magángazdaságok. *Statisztikai Szemle*, 72(11), 851–875. – (57) Lampkin, N. – Padel, S. (1994): Organic farming – sustainable agriculture in practice. In *The economics of organic farming: an international perspective*. Wallingford: CAB International – (58) Láng I. (2003): *Agrártermelés és globális környezetvédelem*. Budapest: Mezőgazda Kiadó – (59) Lee, W. F. – Boehlje, M. D. – Nelson, A. G. – Murray, W. G. (1980): *Agricultural Finance*

- (7th ed.). Ames: The Iowa State University Press. 59–80. – (60) Lencsés E. (2013a): *A precíziós (helyspecifikus) növénytermelés gazdasági értékelése*. PhD-értekezés (SZIE Gazdálkodás és Szervezéstudományok Doktori Iskola). – (61) Lencsés E. (2013b): Precision farming technology and motivation factors of adaptation. *Annals of the Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists*, XV(5), 185–189. – (62) Lencsés E. (2016): Agricultural innovation and site specific farming. In Bylok, F. – Tangl, A. (eds): *The role of management functions in successful enterprise performance* (pp. 61–70.). Budapest: Agroinform Kiadó – (63) Lencsés E. – Mészáros K. (2017): Technology efficiency of voluntary milking system. *Annals of the Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists*, IXX(4), 130–134. – (64) Lipper, L. et al. (2014): Climate-smart agriculture for food security. *Nature Clim Change*, 4, 1068–1072. <https://doi.org/10.1038/nclimate2437> – (65) Lowenberg-DeBoer, J. (2015): The Precision Agriculture Revolution: Making the Modern Farmer. *Foreign affairs*, May/June 2015. 105–112. [2016.08.12.] – (66) Lytras, M. D. – Visvizi, A. (eds) (2018): *Sustainable Smart Cities and Smart Villages Research*. MDPI. Basel. Sustainability. Special Issue. <https://www.mdpi.com/books/pdfview/book/813> – (67) Maciejczak, M. (2017): Bioeconomy as a complex adaptive system of sustainable development. *Journal of International Business Research and Marketing*, 2(2) 7–10. – (68) Maciejczak, M. – Takács, I. – Takács-György, K. (2018): Use of smart innovations for development of climate smart agriculture. *Annals of the Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists*, XX(2), 117–124. – (69) MacRae, R. – Hill, S. – Mehys, G. – Hennig, J. (1990): Farm-scale agronomic and economic conversion from conventional to sustainable agriculture. *Advances in Agronomy*, 43, 155–198. – (70) Miller, N. J. – Griffin, T. – Ciampitti, I. – Sharda, A. (2019): Farm adoption of embodied knowledge and information intensive precision agriculture technology bundles. *Precision Agriculture*, 20, 348–361. <https://doi.org/10.1007/s11119-018-9611-4> – (71) N. Nagyváthy J. (1821): *Practikus tenyésztető. Trattner János Tamás betűivel*. Pest. 1822. Reprint kiadás. Állami Könyvtérjesztő Vállalat. 1984. – (72) Nábrádi A. (2005): A gazdasági hatékonyság értelmezése napjaink mezőgazdaságában. In Jávor A. (szerk.): *A mezőgazdaság tökeszükséglete és hatékonysága* (pp. 23–34.). Debrecen: Debreceni Egyetem ATC AVK – (73) Nagy J. – Nagy O. (2018): Fenntartható agrárgazdálkodás a klímaváltozás tükrében. *Magyar Tudomány*, 179(9), 1327–1335. <https://doi.org/10.1556/2065.179.2018.9.6> – (74) Neményi M. (2018): Research activity in PA in the last decade in terms of sustainability (Thoughts about the future). *PREGA SCIENCE Scientific Conference on Precision Agriculture and Agro-Informatics* (pp. 14–18.). (Ed. Milics G.) AgroInform Média Kft. – (75) Ørum, J. E. – Jørgensen, L. N. – Jensen, P. K. (2002): *Farm economic consequences of a reduced use of pesticides in Danish agriculture*. In 13th International Farm Management Congress, Wageningen (p. 12.). <http://www.ifma.nl/files/papersandposters/PDF/Papers/Orum.pdf> – (76) Padel, S. (2001): Conversion to organic farming: A typical example of the diffusion of an innovation. *Sociologia Ruralis*, 41(1) 40–61. – (77) Pfauf E. – Nábrádi A. (2004): *A mezőgazdasági vállalkozások termelési tényezői, erőforrásai*. Egyetemi jegyzet. Debrecen: Debreceni Egyetem, Agrártudományi Centrum, Agrárgazdasági és Vidékfejlesztési Kar – (78) Pfauf E. – Széles Gy. (2001): *Mezőgazdasági üzemtan II*. Budapest: Szaktudás Kiadó Ház – (79) Polgár A. L. (1999): A biológiai növényvédelem környezete. In Polgár A. L. (szerk.): *A biológiai növényvédelem és helyzete Magyarországon*. Budapest: MTA Növényvédelmi Kutató Intézete, <https://mek.oszk.hu/09900/09969/html/index.htm> – (80) Popp J. – Erdei E. – Oláh J. (2018): A precíziós gazdálkodás kilátásai Magyarországon. *International Journal of Engineering and Management Sciences/Műszaki és Menedzsment Tudományi Közlemények*, 3(1), 133–147. – (81) Pupos T. – Takácsné György K. – Nábrádi A. (2008a): *Üzemtan I*. Budapest: Szaktudás Kiadó Ház – (82) Pupos T. – Takácsné György K. – Nábrádi A. (2008b): *Üzemtan II*. Budapest: Szaktudás Kiadó Ház – (83) Reganold, P. J. – Wachter, M. J. (2016): Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature Plants*, 2, 15221, 1–8. <https://doi.org/10.1038/nplants.2015.221> – (84) Reichenbach (Nagypataky) B. (1930): *A mezőgazdasági üzem berendezése és szervezése. Első kötet: A mezőgazdasági termelés alkellékei és ezek üzemszervezési vonatkozásai*. Budapest: „Pátria” irodalmi vállalat és nyomdai részvénytársaság – (85) Reichenbach (Nagypataky) B. (1932): *Mezőgazdasági Üzemtan*. Budapest: Pátria – (86) Reichenbach (Nagypataky) B. – Kulin S. (1947): *Kisgazdaságok üzemtana*. Budapest–Keszthely: Egyetemi Nyomda – (87) Righby, D. – Caceres, D. (2001): Organic farming and the sustainability of agricultural systems. *Agricultural Systems*, 68(1), 21–40. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(00\)00060-3](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(00)00060-3) – (88) Rogers, M. E. (1995): *Diffusion of innovation* (4th ed.). New York: The Free Press – (89) Russell, L. B. (1972): Break-Even Analysis: A Practical Tool in Farm Management. *Ameri-*

can Journal of Agricultural Economics, 54(1), 121–125. <https://doi.org/10.2307/1237743>. – (90) Samuelson, P. A. – Nordhaus, W. D. (1985): *Economics* (12th ed.). New York: McGraw-Hill Inc. – (91) Scherr, S. J. – Shames, S. – Friedman, R. (2012): From climate-smart agriculture to climate-smartlandscapes. *Agriculture & Food Security*, 2012(1), 12. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1186/2048-7010-1-12.pdf> – (92) Schiffer, J. – Dillon, C. (2014): The economic and environmental impacts of precision agriculture and interactions with agro-environmental policy. *Precision Agriculture*, 16, 46–61. – (93) Schimmelpennig, D. (2016): *Farm Profits and Adoption of Precision Agriculture*. Economic Research Report Number 217. U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service, October 2016. <https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/80326/err-217.pdf?v=0> – (94) Smuk N. – Milics G. – Salamon L. – Neményi M. (2009): A precíziós gazdálkodás beruházásainak megtérülése. *Gazdálkodás*, 53(3), 246–253. – (95) Soltani, R. G. (1976): Cost-Size Relationships and Traditional Farmers' Economic Behavior. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 8(2), 151–156. <https://doi.org/10.1017/S0081305200013388> – (96) Sporzon P. (1882): *Mezőgazdasági üzemtan*. Pozsony – (97) Steinhauser, H. – Lanböhn, C. – Peters, U. (1984): *Bevezetés a mezőgazdasági üzemgazdaságtanba*. Szerk. Gönczi Iván. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó – (98) Sváb J. (1979): *Többváltozós módszerek a biometriában*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó – (99) Szabó G. G. (2010): The importance and role of trust in agricultural marketing co-operatives. *Studies in Agricultural Economics*, 112, 5–22. – (100) Szabó G. G. (2013): Gondolatok az élelmiszer-gazdasági szövetkezés gazdasági lényegéről és integrációs jelentőségéről. *Gazdálkodás*, 57(3), 203–223. – (101) Szakál F. (1985): *A mezőgazdasági rendszerek rugalmassága*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó – (102) Szakál F. (1993): A családi gazdaságok szerepe a mezőgazdaság szerkezetében. *Gazdálkodás*, 37(7), 1–9. – (103) Székely Cs. (1992a): Menedzsereket a mezőgazdaságba? *Gazdálkodás*, 34(7), 66–71. – (104) Székely Cs. (1992b): Az üzemi forma és méret megválasztása az átalakuló mezőgazdaságban. *Gazdálkodás*, 36(2), 13–21. – (105) Székely Cs. (2000): 1.1. A mezőgazdasági üzemtan feladatai, kapcsolódásai. 1.2. Az üzemtudomány kialakulása, fejlődése. In Buzás Gy. – Nemessályi Zs. – Székely Cs. (2000): *Mezőgazdasági Üzemtan I.* (pp. 13–19). Budapest: Szaktudás Kiadó Ház – (106) Székely Cs. – Takácsné György K. (2008): A mezőgazdasági üzem fogalmának változása. *Gazdálkodás*, 52(2), 181–185. – (107) Széles Gy. (1995): A termelési alapok helyzete és fejlesztése az állati eredetű termékek előállításában. *Gazdálkodás*, 39(3), 1–14. – (108) Széles Gy. (2003): Az állattenyésztés jelentősége, az állatállomány méretei és termelése. In Pfau E. – Széles Gy. (szerk.): *Mezőgazdasági üzemtan II.* (pp. 301–319). Budapest: Szaktudás Kiadó Ház – (109) Szolnoki Á. – Nábrádi A. (2014): Economic, Practical Impacts of Precision Farming – with Especial Regard to Harvesting. *APSTRACT*, 8(2–3), 141–146. – (110) Szöllősi L. (2018): A versenyképesség meghatározó tényezői III. A hatékony és jövedelmező termelés feltételei. *Baromfiágazat*, 18(1), 4–12. – (111) Szöllősi L. – Szűcs I. – Huzsvai L. – Molnár Sz. (2019): Economic issues of Hungarian table egg production in different housing systems, farm sizes and production levels. *Journal of Central European Agriculture*, 20(3), 995–1008. – (112) Szűcs I. (szerk.) (2003): *Birtokviszonyok és a mérrethatékonyság: a magyar mezőgazdaság nemzetközi versenyképessége*. Budapest: Agroinform Kiadó – (113) Szűcs I. – Szöllősi L. (2014): Potential of vertical and horizontal integration in the Hungarian fish product chain. *APSTRACT*, 8(2–3), 5–15. – (114) Takács I. – Baranyai Zs. (2013): A géphasználati együttműködések, avagy a „virtuális üzemek” elmélete és gyakorlata a magyar mezőgazdaságban. *Gazdálkodás*, 57(3), 270–282. – (115) Takács I. – Takácsné György K. – Konnerth D. (1992): *A birtoknagyság és az alkalmazott géprendszer összefüggésének vizsgálata*. Kutatási jelentés. Gödöllő: FM Műszaki Intézet – (116) Takács I. (2000): Gépkör – jó alternatíva? *Gazdálkodás*, 44(4), 44–55. – (117) Takács I. (2006): Az organikus termelés növekedésének modellezése a kereslet-kínálat és jövedelmesség változás függvényében. In Takácsné György K. (szerk.): *Növényvédő szerhasználat csökkentés gazdasági hatásai* (pp. 135–148.). Gödöllő: Szent István Egyetemi Kiadó – (118) Takács I. (2012): Games of farmers – to cooperate or not? *Annals of the Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists*, XIV(6), 260–266. – (119) Takács I. (szerk.) (2008): *Műszaki fejlesztési támogatások közgazdasági hatékonyságának mérése*. OTKA K63231 kutatás. Gödöllő: Szent István Egyetemi Kiadó – (120) Takács-György K. (2004): Effects of Pesticide Use Reduction on Farm Level in Rural Areas. *Annals of the Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists*, VI(6), 74–78. – (121) Takácsné György K. – Takács I. (2003): Az üzemméret és a tőkehatékonyság összefüggései, a hatékonyságnövelés néhány alternatívája. In Szűcs I. (szerk.): *Birtokviszonyok és a mérrethatékonyság: a magyar mezőgazdaság nemzetközi versenyképessége* (pp. 99–

169.). Budapest: Agroinform Kiadó – (122) Takácsné György K. (1994a): A családi gazdálkodás méretére ható tényezők modellvizsgálata I. *Gazdálkodás*, 38(4), 65–69. – (123) Takácsné György K. (1994b): A családi gazdálkodás méretére ható tényezők modellvizsgálata II. *Gazdálkodás*, 38(5), 54–60. – (124) Takácsné György K. (2011): *A precíziós növénytermelés közgazdasági összefüggései*. Budapest: Szaktudás Kiadó Ház – (125) Takácsné György K. (2014): Mezőgazdasági innovációs irányok és a „zöldítés” (greening). *Tér-Gazdaság-Ember*, 2(1), 107–120. – (126) Takácsné György K. (2015): Agrárinnováció a gyakorlatban – avagy miért ilyen lassú a helyspecifikus növénytermelés terjedése? *Gazdálkodás*, 59(6), 517–526. – (127) Tanka E. (1993): *A földbirtokpolitika alapkérdései az átalakuló magyar mezőgazdaságban*. Kutatási előtanulmány. Budapest: Agrárgazdasági Kutató és Informatikai Intézet – (128) Tóth M. (1968): A vezetés. In Dobos K. – Jankó J. – Tóth M. – Vágsellyei I. (szerk.): *Mezőgazdasági üzemtan* (4. kiadás, pp. 447–478.). Budapest: Mezőgazdasági Kiadó – (129) Tremblay, N. (2018): Precision Agriculture: Past, Present and Future. *PREGA SCIENCE Scientific Conference on Precision Agriculture and Agro-Informatics*. (Ed. Milics G.) AgroInform Média Kft. – (130) Trimble (2019): *State of the Industry: Adoption of Precision Ag Grows as Farm Sizes Growth*. 14 March, 2019. <https://agriculture.trimble.com/blog/state-of-the-industry-adoption-of-precision-ag-grows-as-farm-sizes-grow/> – (131) Várallyay Gy. (2007): Láng István, Csete László és Jolánkai Márton (szerk.): *A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok (VAHAVA Jelentés)*. *Agrokémia és Talajtan*, 56(1), 199–202. – (132) Willers, B. (1994): Sustainable development: A new world deception. *Conservation Biology*, 8(4), 1146–1148.

Summary

INTERACTIONS BETWEEN SUSTAINABLE MANAGEMENT AND ECONOMIES OF SCALE

By: Takácsné György, Katalin

Keywords: size and efficiency, historical development, precision farming, sustainable economy

JEL: D2; L2; Q01

The three pillars of sustainability are environmental, economic and social sustainability. These three are especially relevant for agriculture. Examining the economic side at the producer level, it is a basic premise that farms must also provide at least the income needed for simple reproduction at the individual level. The examination of the issue of economies of scale appeared very early on in the operational doctrines.

The article examines the factors influencing sectoral and farm size along the economic principle of economies of scale, as well as the factors hindering and supporting the spread of precision agriculture, which is gaining more and more ground in the context of sustainability. In the section on the place of economies of scale and the development of operational science, the study attempts to summarize the international and domestic literature, without claiming to be exhaustive.

The increase in the intensity of production, the technical development of agriculture in recent decades, and the increase in the efficiency of expenditures all pose the question of the “size” and form of cooperation is needed of all round sustainable production. Precision farming has already proved its worth, under certain conditions, it is one of the technological solutions of competitiveness. The size of production alone is not the determining factor, regardless of the ownership conditions and organizational form, it can be the suitable technology of both large enterprises and small and medium-sized enterprises. In the latter case, it is important to explore all the horizontal and vertical relationships that can be used to bridge the existing economies of scale at the economic level.

The role of precision farming in sustainable development is undeniable. The shift of agriculture towards a ‘smart farm’ is an essential task for all actors in the sector. Climate-Smart Agriculture (CSA) emphasizes the need for flexible, systems-based solutions/technologies, supported by innovative policy and funding measures.