

**Szent István Egyetem
Gazdálkodás és Szervezéstudományi Doktori Iskola**

Doktori (PhD) értekezés tézisei

**A PRECÍZIÓS (HELYSPECIFIKUS) NÖVÉNYTERMELÉS GAZDASÁGI
ÉRTÉKELÉSE**

Készítette: Lencsés Enikő

**Témavezető:
Dr. Takácsné dr. habil György Katalin**

**Gödöllő
2013**

A doktori iskola

megnevezése: Gazdálkodás és Szervezéstudományi Doktori Iskola

tudományága: gazdálkodás- és szervezéstudományok

vezetője: Prof. Dr. Szűcs István
tanszékvezető, egyetemi tanár, MTA doktora
SZIE Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar,
Közgazdaságtudományi és Módszertani Intézet

témavezető: Dr. Takácsné dr. habil György Katalin
egyetemi docens, CSc
Károly Róbert Főiskola
Közgazdasági, Módszertani és Informatikai Intézet

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS	4
1.1. A téma jelentősége.....	4
1.2. Probléma felvetés.....	4
1.3. Az értekezés célkitűzései és a kutatás hipotézisei	5
1.4. A kutatómunka elméleti háttere	6
2. ANYAG ÉS MÓDSZER	9
3. EREDMÉNYEK.....	13
3.1. Strukturált interjú, feltáró jellegű felmérés eredményei.....	13
3.1.1.A precíziós növénytermelés alkalmazása a vizsgált mintában	13
3.1.2.A precíziós növénytermelési elemek alkalmazási gyakorisága a vizsgált mintában	15
3.1.3.A precíziós növénytermelés alkalmazásával járó előnyök és hátrányok megítélése	16
3.2. A beruházási modell eredményei.....	18
3.2.1.A leggazdaságosabb precíziós növénytermelési technológiai változatok kiválasztása	18
3.2.2.Az off-line és on-line precíziós növénytermelési teljes technológiai változat fedezeti méretének vizsgálata.....	19
3.3. Új és újszerű tudományos eredmények	20
4. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK.....	21
4.1. Kutatási hipotézisek igazolása, illetve cáfolata	21
4.2. További megállítások, javaslatok.....	24
4.3. A beruházási modellhez kapcsolódó további megállítások, javaslatok	25
5. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉHEZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK.....	27

1. BEVEZETÉS

1.1. A téma jelentősége

Modern mezőgazdaságunkkal szembeni egyre jelentősebb kihívás, hogy az egyre növekvő népesség élelmiszer szükségletét egyre kisebb területen kell előállítani. A világ élelmiszer szükségletének biztosítása nem oldható meg a kemikáliák teljes mértékű elhagyásával. A kemizálás káros hatásainak hozamkiesés vagy hozamazonosság melletti kiküszöbölésére számos új, illetve újszerű vagy újonnan felfedezett technológiával, termesztési eljárással álltak elő a kutatók és a gazdálkodók (ökológiai gazdálkodás, középutas gazdálkodás, precíziós növénytermelés).

A precíziós növénytermelés filozófiájának alapja, hogy a táblákat kisebb kezelési egységekre bontva, táblafoltonként külön-külön, de mégis összefüggő folyamatban történjen meg az inputok kijuttatása. Ezeket a legkisebb kezelési egységeket nevezi a szakirodalom „menedzsment zónának”. A precíziós növénytermelés során, a konvencionális gyakorlattal szemben, nem a tábla átlagtulajdonságai alapján határozzuk meg a kijuttatandó inputok mennyiségét, hanem az egyes menedzsment zónákra külön-külön racionalizáljuk a kijuttatott inputok mennyiségét. Ez által csökkentve az agrártermelés környezetterhelő hatást és növelve a termelés jövedelmezőségét.

A precíziós növénytermelési technológia elemeiről (hozammérés, precíziós vetés, precíziós tápanyagpótlás, precíziós növényvédelem), az 1990-es évekbeli megszületése óta, számos tanulmány jelent meg mind a nemzetközi, mind pedig a hazai szakirodalomban. Bár a technológia már több mint 20 éves múlttal rendelkezik, azonban még mindig folyamatosan fejlődik és bővül az alkalmazási területe, illetve a munkavégzés pontossága. A gazdálkodók többsége ismeri, vagy legalábbis már hallotta, a precíziós növénytermelés alkalmazásával járó előnyöket és hátrányokat, de a megvalósításhoz szükséges beruházás magas tőkeigénye – sokszor csak vélt – miatt sokan úgy gondolják, hogy nem engedhetik meg maguknak a technológia bevezetését. A precíziós növénytermelési technológia terjedésének további gátja, hogy az alkalmazásától elvárható elméleti előnyök gyakorlati megvalósulása nagymértékben függ a rendelkezésre álló földterület heterogenitásától, valamint a technológiát működtető személyzet képzettségétől, tudásától és hozzáállásától.

1.2. Probléma felvetés

A precíziós növénytermeléssel kapcsolatos legaktuálisabb kutatási probléma a helyspecifikusságot és a pontosságot javító műszaki fejlesztéseken túlmenően, a

technológia további terjedését előmozdító tényezők feltárása. A másik vizsgálati kérdéskör azon gazdaságilag életképes precíziós növénytermelési technológiai változatok megtalálása, amelyek javítják a növénytermelés jövedelemtermelő képességét és csökkentik a termelés környezetterhelő hatását.

A precíziós növénytermelési technológia lassú terjedésének sajátosságainak megértéséhez elsőként a precíziós növénytermelést alkalmazó gazdálkodók körében kell feltárni azokat a tényezőket, amelyek befolyásol(hat)ták őket a technológia bevezetésében. Ehhez kapcsolódóan érdemes megvizsgálni azt is, hogy milyen további fejlesztéseket terveznek ezek a gazdálkodók, ha terveznek ilyet. Valamint, hogy a technológiát nem alkalmazók a közeljövőben be kívánják-e vezetni a precíziós növénytermelés valamely elemét/elemeit.

A szakirodalom alapján a precíziós növénytermelési technológia terjedését leginkább gátló tényezők a beruházással járó magas tőkeszükséglet (vélt vagy valós), továbbá a gazdálkodók ismeret/tudás hiánya és az informatikai eszközök használatával szembeni ellenállása.

A magas tőkeszükséglet ellen szól, hogy a precíziós növénytermelést nem kell azonnal minden elemével együtt, teljes egészében, bevezetni, hanem lehetőség van az elemenkénti, úgynevezett lépcsőzetes bevezetésre is. A lépcsőzetes bevezetés lehetősége abból adódik, hogy a technológia elemei jól kombinálhatók egy meglévő, konvencionális növénytermelésre alkalmas gépparkkal (feltéve, ha az az eszközpark nem túl elavult). Ennek köszönhetően már 3-5 millió forintos beruházással is „élvezhetők” a precíziós növénytermelés nyújtotta előnyök. A kérdés az, hogy egy adott gazdaság számára mely precíziós növénytermelési elemeket célszerű kombinálni a konvencionális elemekkel.

A precíziós növénytermelési technológia sikeres működtetéséhez nem elégséges csupán a szükséges beruházás pénzügyi fedezetének biztosítása, szükség van a gazdálkodó, illetőleg a munkafolyamatokban résztvevő teljes személyzet aktív részvételére és pozitív hozzáállására.

1.3. Az értekezés célkitűzései és a kutatás hipotézisei

A doktori értekezésemhez kapcsolódó kutatásaim során a következő **célokat** fogalmaztam meg a precíziós növénytermeléssel kapcsolatban:

- a precíziós növénytermelési technológia magyarországi ismertségének feltárása (strukturált interjúk segítségével);
- a precíziós növénytermelési technológia alkalmazási sajátosságainak feltárása (Magyarországon és Dániában);

- beruházási modell felállítása, amely segíti a magyar gazdálkodókat a számukra legjövödelmezőbb precíziós növénytermelési technológiai változat meghatározását (bővítő jellegű beruházás keretében).

A precíziós növénytermeléshez kapcsolódó szakirodalom feldolgozása és a korábbi vizsgálatim alapján, a célkitűzésekhez kapcsolódóan, az alábbi kutatási **hipotéziseket** fogalmaztam meg:

Hipotézis (H1): A precíziós növénytermelés alkalmazása a magyar mezőgazdasági gyakorlatban alacsonyabb szintű, mint Dániában, ahol az elsők között kezdték el alkalmazni a technológiát.

H1/a: A precíziós növénytermelést folytató gazdaságok részaránya, az összes mezőgazdasági vállalkozásokon belül Dániában magasabb, mint Magyarországon.

H1/b: Dániában a precíziós növénytermelési elemek szélesebb körét alkalmazzák, mint Magyarországon.

Hipotézis (H2): A precíziós növénytermelés alkalmazását egyidejűleg befolyásolják gazdasági, illetve személyi tényezők.

H2/a: A precíziós növénytermelés elemeit főleg a nagyobb fölterülettel rendelkező gazdaságokban alkalmazzák.

H2/b: A precíziós növénytermelést a nagyobb ökonómiai üzemméretben gazdálkodók alkalmazzák.

H3/c: A precíziós növénytermelési technológia alkalmazása nagymértékben függ a gazdálkodó korától.

Hipotézis (H3): A precíziós növénytermelés alkalmazásával járó előnyöket, illetve hátrányokat a technológiát használók, illetve a nem alkalmazók eltérően ítélik meg.

Hipotézis (H4): Minden ökonómiai üzemméret esetében létezik olyan precíziós növénytermelési technológiai változat, amelynek megtérülési ideje rövidebb, mint a tervezett használati idő.

Hipotézis (H5): A teljes precíziós növénytermelési technológiára történő beruházás csak nagyobb ökonómiai üzemméret mellett valószínűsíthető meg gazdaságosan.

1.4. A kutatómunka elméleti háttéré

A modern növénytermelési rendszereknek számos kihívásnak kell megfelelniük. Ilyen kihívás például a növekvő élelmiszer igény kielégítése a környezetterhelő hatás mérséklésével ugyanakkor pedig minőségi terméket előállítani és jövedelmet termelni. A modern világ mezőgazdaságának közös kihívása, hogy az egyre növekvő népesség élelmiszer szükségletét egyre kisebb mezőgazdasági területen kell előállítania.

Véleményem szerint a mezőgazdasági termelés jövője az, ha az inputok (legyen az mesterséges vagy természetes) felhasználását ésszerű szinten tartjuk, és csak annyit juttatunk ki, amennyire a termesztett növénynek szüksége van, figyelembe véve a szántóterület heterogén adottságait.

A precíziós növénytermelés, mint fenntartható mezőgazdálkodási stratégia, középpontjában az az elgondolás áll, hogy a táblákat minél kisebb egységekre bontva, menedzsment-zónánként külön-külön racionalizáljuk a kijutott inputok mennyiségét. Ennek a gyakorlatban történő megvalósulásához azonban számos technikai feltételt kellett megalkotni. A legfontosabb a menedzsment-zónák helyének pontos meghatározása, amelyhez egyre precízebb GPS eszközök érhetőek el. A legkisebb kezelési egységek meghatározásának alapja a helyi viszonyok (talaj fizikai és kémiai tulajdonságai, talaj termelékenység, gyomok és kártevők előfordulása) ismerete.

Véleményem szerint nem szabad a precíziós növénytermelési technológiát csak egy újabb növénytermelési módszerként vagy csak egy újabb menedzsment eszközként kezelni. Véleményem szerint attól a ponttól beszélhetünk precíziós növénytermelésről, ahonnan az elektronika és az informatika eredményei a táblafoltok szintjén differenciálható mértékű input kijuttatásban nyilvánulnak meg. Ugyanakkor ennek végrehajtásához szükségünk van úgynevezett kijuttatási térképekre, amik megszerkesztéséhez szükség van a DGPS-szel kombinált talajvizsgálatra és a hozamtérképekre is, valamint a pontosabb munkavégzést elősegítő sorvezetőre, illetve automatikus kormányzásra, amellyel csökkenthető az átfedések okozta többlet input kijuttatás. Ezen eszközök a precíziós technológia alkalmazásának alappillérei, de önmagukban alkalmazva nem tekintem őket precíziós növénytermelési tevékenységnek.

A precíziós növénytermelés elterjedtségét nehéz pontosan elhelyezni a Rogers-féle technológia terjedési életgörbében, mivel a szakirodalmi források egy része csak egy-egy precíziós növénytermelési elem alkalmazását vizsgálja, más szerzők pedig kísérletet tesznek a teljes precíziós növénytermelési rendszer vizsgálatára. A technológia elterjedtségének megítélését nehezíti, hogy egyértelműen nem lehet meghatározni azokat a gazdaságokat, amelyek alkalmazzák ezt az új technológiát, mivel a különböző technológiai elemek helyspecifikus alkalmazása növénykultúra, talaj, gyomborítottság és – menedzsment – függő.

A precíziós növénytermeléssel kapcsolatosan a legnagyobb problémát abban látom, hogy az alkalmazása során számszerűsíthető előnyök mértéke nagyban függ a működtetését végzők szakmai felkészültségétől és hozzáállásától. Éppen ezért sok esetben a gazdálkodó úgy érezheti, hogy a precíziós növénytermelésbe

való beruházás nem váltotta be a hozzá fűzött reményeket, így egyrészt a precíziós technológiára alkalmas gépet a jövőben konvencionális módon alkalmazza, másrészt nem bővíti további precíziós elemekkel a gazdaságát.

SWINTON és LOWENBERG-DEBOER (2001) a precíziós növénytermelés terjedésének kulctényezőjét az input felhasználás hatékonyságának növelésében látja, vagyis minél hatékonyabbá válik a technológia ezen része, annál gyorsabban fog terjedni. Ezzel szemben a precíziós növénytermelési technológia elterjedését leginkább befolyásoló tényezőket DABERKOW és MCBRIDE (2003) a következőkben határozta meg:

- a gazdaság rendelkezésére álló terület és annak elhelyezkedése;
- a humán erőforrás mennyisége és minősége;
- a döntéshozó kockázat érzékenysége.

A precíziós növénytermelési technológia ökonómiai életképességi vizsgálataira vonatkozó szakirodalmi eredmények széles intervallumban mozognak. Egyes kutatók véleménye szerint 250 hektár felett már megéri a teljes precíziós növénytermelési technológia alkalmazása, mások szerint csak a precíziós növényvédelem, illetve a precíziós tápanyagpótláshoz önmagában szükség van 1500 hektárra. Ezen eltérések okát abban látom, hogy a precíziós növénytermelési technológia életképességi küszöbe nagymértékben függ a technológia által elérhető megtakarítások és többlet költségek egymáshoz való viszonyától, ami pedig főleg a talaj tulajdonságainak heterogenitásából adódóan változik. Minél nagyobb területen tudja kihasználni a gazdaság a precíziós növénytermelés nyújtotta lehetőségeket, annál nagyobb mértékben tapasztalja annak előnyeit.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

Doktori kutatásom során szekunder és primer adatforrásokat is felhasználtam. Az értekezés megírása során felhasznált szekunder adatok a magyar és a dán Központi Statisztikai Hivatal, az Eurostat, az Európai Unió teszüzemi (FADN) és a FAO adatbázisából származnak.

A precíziós növénytermelés magyarországi elterjedtségi és ismertségi kérdéseinek vizsgálatára a szántóföldi növénytermeléssel foglalkozó mezőgazdasági termelők között saját adatgyűjtést végeztem (2010 ősze és 2011 tavasza között). Ezen adatok elemzéséből származó eredményeket a FutureFarm projekt keretében 2010 decemberében LAWSON és munkatársai (2010), valamint KIRKETERP-SCAVENIUS és PEDERSEN (2010) által publikált dániai reprezentatív vizsgálat eredményeivel hasonlítottam össze.

Az adatgyűjtés eredményeként összesen 72 gazdálkodó véleményét ismertem meg a precíziós növénytermeléssel kapcsolatosan. A strukturált interjúk alanyainak kiválasztása véletlenszerűen történt, a válaszadásra hajlandóságot mutató gazdálkodók körében, különböző gazdanapokon. Az interjúim alanyai között voltak olyan gazdálkodók, akik már évek óta használják a technológiát, olyanok, akik a közeljövőben szeretnék bevezetni, illetve olyanok is, akik már ugyan hallottak róla, de nem tervezik annak alkalmazását.

Az adatgyűjtés során keletkező információk pontos és hatékony feldolgozása során többféle statisztikai módszert használtam fel. A nem metrikus változók közötti kapcsolat feltárására keresztábra elemzést alkalmaztam. A keresztábra elemzés során a Khi-négyszet (χ^2), a Cramer's V értéke valamint az ezekhez tartozó szignifikancia szinteket vizsgáltam. A nem metrikus független változók hatását a metrikus függő változókra varianciaelemzéssel vizsgáltam.

A keresztábra és a variancia elemzés során alkalmazott modellek, eljárások érvényességi kritériumaként, vagyis a statisztikai döntés tévedési- valószínűségeként (α), a társadalomtudományokban elfogadott 5%-os szignifikancia szintet határoztam meg. [SZÚCS, 2002] Mindkét összefüggés vizsgálat esetében a nullhipotézis a két változó közötti összefüggés hiánya volt.

A precíziós növénytermelési technológia megvalósításához kapcsolódó beruházási modell elkészítése során 5 növénytermelési technológiai elemet vettem alapul (talajmintavétel, tápanyagpótlás, vetés, növényvédelem, betakarítás), amelyek mindegyike megvalósítható, mind precíziós (a tápanyagpótlás és a növényvédelem területén az on-line és az off-line változat is szóba jöhetett), mind pedig konvencionális eszközökkel. A precíziós

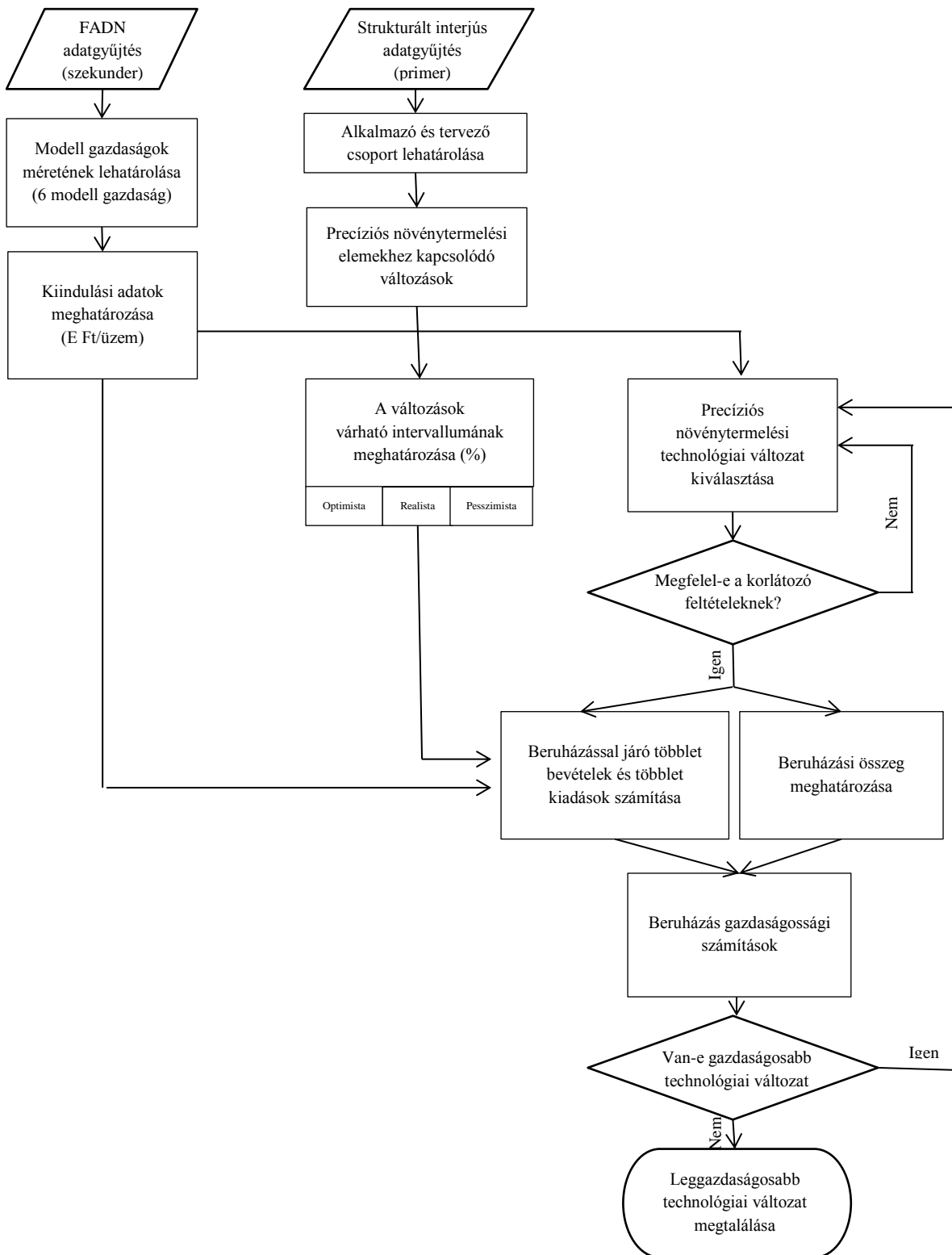
növénytermelési elemek jól kombinálhatók a konvencionális technológia elemeivel.

Az adott körülmények között a legjövedelmezőbb technológiai-kombináció kiválasztása a tervezett használati idő végén elérhető nettó jövedelem és a dinamikus megtérülési idő alapján történt. A nettó jövedelem számítás alapjául csak a beruházással járó többletköltségek, illetve többlet megtakarítások kerültek figyelembe vételre. A precíziós növénytermelési technológia hatására bekövetkező változások mértékét a modellben az általam elvégzett strukturált interjúk adataira alapoztam.

A strukturált interjúk felmérés alapján a gazdálkodók a precíziós növénytermelés alkalmazásától a következő tényezőkben számítottak változásra: bruttó termelési érték, vetőmag-költség, műtrágya-költség, növényvédő-szer költség, hajtó- és kenőanyag költség, személyi jellegű ráfordítások. Ezen tényezők kiindulási értékei a modellben különböző ökonómiai méretkategóriáknak kerültek meghatározásra, az FADN üzemszerkezetéhez igazodva. Ezt figyelembe véve 6 eltérő üzemi ökonómiai méretkategóriát vizsgáltam.

Az egyes ökonómiai méretkategóriák esetében a bruttó termelési érték mellett a termelési költségek közül csak azokat vettem figyelembe, amelyek esetében, a strukturált interjúk felmérés alapján, változásokat vártak a gazdálkodók (például: vetőmag-költség, műtrágya-költség, növényvédő-szer költség, hajtó- és kenőanyag költség, személyi jellegű ráfordítások).

A precíziós növénytermelési technológiai kombinációk vizsgálatához alkalmazott beruházási modellem kialakításának legfontosabb lépéseit az 1. ábra szemlélteti.



Forrás: saját szerkesztés

1. ábra: A beruházási modell logikai felépítése

Mind a 6 különböző ökonómiai méretű modell-gazdaság esetében kerestem a teljes off-line, illetve on-line precíziós növénytermelési technológiai változat fedezeti méretét a technológiát alkalmazók valamint a bevezetést tervezők optimista, realista és pesszimista véleményére alapozva.

Az off-line precíziós növénytermelési teljes technológiai változat összetétele a következő: hozam térképezés, hálószerű talajmintavétel, off-line precíziós tápanyagpótlás, precíziós vetés, off-line precíziós növényvédelem és precíziós alapeszközök. Ennek az off-line precíziós növénytermelési technológiai változatnak a beruházási összege meghaladja a 46 millió forintot, ha minden gépből csak egyet szükséges vásárolni.

Az on-line precíziós növénytermelési teljes technológiai változat összetétele a következő: hozam térképezés, on-line precíziós tápanyagpótlás, precíziós vetés, on-line precíziós növényvédelem és precíziós alapeszközök. Ennek az on-line precíziós növénytermelési technológiai változatnak a beruházási összege majdnem eléri az 50 millió forintot, ha minden gépből csak egyet szükséges vásárolni.

A fedezeti méret meghatározása során a beruházási modellben a „Solver Evolution Methods” segítségével kerestem azt a mezőgazdasági terület nagyságot, amelynél a használati idő alatti átlag jövedelem nulla vagy ahhoz közelít. További korlátozó feltétel volt, hogy a 7. évi nettó jövedelem értéke legyen pozitív.

3. EREDMÉNYEK

Doktori értekezésemhez kapcsolódó kutatómunkám eredményeit két alfejezetben mutatom be. Az első alfejezetben a strukturált interjúk felmérésből származó feltáró jellegű eredményeimet ismertetem, a második alfejezetben pedig az ezekre épülő beruházási modell eredményeit. Eredményeimet a legfontosabb nemzetközi szakirodalmakkal is összevettem.

3.1. Strukturált interjúk, feltáró jellegű felmérés eredményei

A strukturált interjúk felmérést elvégezve egy 72 db gazdaságból álló minta állt rendelkezésemre vizsgálataim elvégzéséhez. A felmérésben szereplő gazdaságok mindegyike foglalkozott szántóföldi növénytermeléssel. A strukturált interjúk személyes lefolytatásának következtében, hiányzó válasz miatt, a vizsgálatból egyetlen gazdaságot sem kellett kizárni. Az így keletkezett teljes mintát további három részmintára bontottam az alkalmazott növénytermelési gyakorlat alapján:

1. Nem precíziós növénytermelést folytat ($n_1=48$)¹
2. Precíziós növénytermelést folytat ($n_2=8$)²
3. Precíziós növénytermelés bevezetését tervezi ($n_3=16$)

3.1.1. A precíziós növénytermelés alkalmazása a vizsgált mintában

A precíziós növénytermelés elemeinek alkalmazásához kapcsolódóan sem a Központi Statisztikai Hivatal, sem pedig az Agrárgazdasági Kutató Intézet adatbázisai nem tartalmazzak adatokat. A strukturált interjúk felmérésem elsődleges célja azon tényezőknek a feltárása a mintában, amelyek befolyásolhatták a gazdálkodókat a precíziós növénytermelési technológiára történő átállásban.

A strukturált interjúk során megkérdezett gazdák 11%-a alkalmazta a precíziós növénytermelés valamely elemét a gazdaságában, a precíziós technológiát nem alkalmazó gazdaságok aránya 89% (ezeknek 7%-a folytatott biogazdálkodást). A konvencionális gazdaságok közé soroltam azokat, ahol bár van sorkövetés (12%), vagy hálószerű talajmintavétel (7%), de ezt nem kapcsolták össze, semmiféle precíziós növénytermelési művelettel. A felméréskor konvencionális

¹ Ide soroltam azokat is, akik bár alkalmazzák a hálószerű talajmintavételt vagy a sorkövetést/automata-kormányzást, de a kezelések nem igazodnak a menedzsment zónákhoz.

² Precíziós növénytermelést folytatónak azokat tekintettem, akik a következő elemek közül legalább egyet alkalmaztak: precíziós tápanyagpótlás, precíziós növényvédelem, precíziós talajművelés, precíziós gyomirtás, precíziós vetés, szenzoros érzékelők.

gazdálkodást folytatók 25%-a tervezi a precíziós növénytermelés jövőbeni bevezetését. Az alkalmazott növénytermelési technológiák részarányát torzíthatta, hogy a strukturált interjúk készítésére elsősorban szakmai bemutatón került sor, amelyeken inkább az újdonságokra nyitottabb gazdálkodók vettek részt többségében.

Dániában a FutureFarm projekt keretében végzett felmérés szerint a gazdák 14%-a (azaz 24 gazdaság) alkalmaz valamilyenfajta precíziós növénytermelési eljárást. [LAWSON et al., 2010] A precíziós növénytermelési technológia Dániában történő szélesebb körű alkalmazása egyrészt köszönhető annak, hogy a dániai gazdálkodók már az 1990-es évek első felében találkoztak először a technológiával. [PEDERSEN et al., 2004] A magyarországi gazdák számára csak az 1990-es évek legvégétől, de inkább a 2000-es évektől vált elérhetővé a precíziós növénytermelés.

Az elvégzett keresztábra-elemzések alapján a precíziós növénytermelés alkalmazását szignifikáns csak a művelt terület szerinti méretkategória és a gazdálkodó korcsoportja befolyásolta. (1. táblázat)

1. táblázat: A precíziós növénytermelés alkalmazása és a gazdaságok néhány jellemző változója közötti kapcsolatok vizsgálata

Független változó megnevezése	Pearson-féle χ^2		Bizonytalansági együttható		Cramer's V		Kapcsolat erőssége
	értéke	α	értéke	α	értéke	α	
EUME szerinti méretkategória	11,16	0,35	0,103	0,25	0,28	0,35	nincs
Művelt terület szerinti méretkategória	13,99	0,01	0,135	0,003	0,314	0,01	közepes*
Talajminőség heterogenitása	0,55	0,8	0,005	0,754	0,08	0,8	nincs
Technológiák jövedelem szerinti rangsorolása	5,15	0,27	0,05	0,191	0,19	0,27	nincs
Gazdálkodó korcsoportja	8,90	0,46	0,09	0,02	0,25	0,46	közepes*
Gazdálkodó iskolai végzettség	8,14	0,61	0,08	0,48	0,24	0,61	nincs

Megjegyzés: * a szignifikancia szint alacsonyabb, mint 5%

Forrás: strukturált interjúk felmérés alapján, saját szerkesztés

3.1.2. A precíziós növénytermelési elemek alkalmazási gyakorisága a vizsgált mintában

A precíziós növénytermelési elemek alkalmazásának gyakoriságát vizsgálva megállapítható, hogy a precíziós növénytermelést folytató gazdálkodók körében a legelső helyen a precíziós tápanyagpótlás állt, ezt követte a precíziós növényvédelem. A precíziós növénytermelést folytató gazdák körében alkalmazott elemek gyakorisága szerint a sorkövetés és a hálószerű talajmintavétel nem tartozik a legnépszerűbb elemek közé. A konvencionális gazdálkodók között alkalmazott sorkövetőket is beleszámítva azonban megállapítható, hogy széles körben alkalmazott technológiai elemről van szó. A sorkövetés nagyszámú alkalmazásának oka, hogy alkalmazása nem igényel többletmunkát ugyanakkor az eredményei látványosak és azonnal érzékeltetik hatásukat. (2. táblázat)

2. táblázat: A precíziós növénytermelési elemek alkalmazási gyakorisága

Precíziós növénytermelési elem megnevezése	Az elemek alkalmazási gyakorisága a precíziós növénytermelést folytató MAGYAR gazdák körében		Az elemek alkalmazási gyakorisága a precíziós növénytermelést folytató DÁN gazdák körében	
	% (n=8)	db	% (n=24)	db
Sorkövetés	12,5	1 (+5*)	n.a.	n.a.
Hálószerű talajmintavétel	25	2 (+3*)	41,7	10
Precíziós tápanyagpótlás	75	6	29,6	7
Precíziós növényvédelem	62,5	5	20,9	5
Precíziós talajművelés	37,5	3	n.a.	n.a.
Precíziós gyomirtás	12,5	1	n.a.	n.a.
Precíziós vetés	12,5	1	n.a.	n.a.
Légi felvételkedészítés	-	- (+1*)	8,3	2
Hozamtérképezés	-	- (+1*)	20,9	5
Szenzoros érzékelők	-	-	-	-
Gyomtérképezés	-	-	-	-

Megjegyzés: * a konvencionális gazdaságok száma, amelyben használták az adott elemet
 Forrás: strukturált interjúk felmérés és LAWSON et al. (2010) alapján,
 saját szerkesztés

A precíziós növénytermelést folytató gazdaságok két harmada alkalmazott egynél több precíziós növénytermelési elemet. Ezen gazdaságok többsége elsőként a hálószerű talajmintavételt vezette be. A három vagy négy különböző precíziós növénytermelési elemet alkalmazó gazdaságok mindegyike egy időben vezette be gazdaságába a többféle elemet.

3.1.3. A precíziós növénytermelés alkalmazásával járó előnyök és hátrányok megítélése

A precíziós növénytermelés alkalmazása során kedvező és kedvezőtlen hatásokkal is számolni kell. A precíziós növénytermelés alkalmazásával járó kedvező hatások lehetnek például: hozamnövekedés, termés minőség javulás, jövedelemnövekedés, környezetterhelés csökkenés, kemikália felhasználás csökkenés. A precíziós növénytermelés alkalmazásával járó kedvezőtlen hatások ugyanakkor például: munkaidő szükséglet növekedése, működési költségek növekedése.

A precíziós növénytermelés alkalmazásával kapcsolatos előnyök és hátrányok megítélésének feltárásához egy 11 állításból álló tényezőlistát állítottam össze, ahol a válaszadók egy Stapel-skálán³ osztályozták a tényezők változását a precíziós technológia hatására. A gazdálkodók válaszaira vonatkozó vizsgálatom eredményét a 3. táblázatban foglaltam össze.

Az ANOVA-tesztel vizsgálva a három gazdálkodói csoport válaszait a precíziós növénytermelési technológia alkalmazásával járó változásokra vonatkozóan a csoportok átlagértékei nem különböznek szignifikánsan egymástól, ugyanakkor ezen tényezőket az átlagértékek (abszolút értékben kifejezve) alapján sorba rendezve jelentős eltéréseket tapasztaltam. A csoportok közötti szignifikáns eltérés csak a jövedelemváltozás és a munkaerő szükséglet változás megítélésében tapasztalható.

A precíziós növénytermelési technológiát alkalmazók a tényezők rangsorolása alapján a legjelentősebb változást a hozamok, illetve a munkák szervezhetőségének területén tapasztalták. Ugyanakkor a szervezhetőség javulása a másik két gazdálkodói csoport esetében csak a hatodik/hetedik helyre került, a hozamváltozás pedig csak a negyedik helyre. Mindez arra utal, hogy a precíziós növénytermelés gyakorlati alkalmazása során a realizálható

³ Stapel-skála: -5-től +5-ig terjedő skála. A nulla a konvencionálissal megegyező állapotot jelenti, a negatív számok pedig ehhez képest csökkenést, a pozitívak pedig növekedést. [SAJTOS és MITEV, 2008]

hozamtöbblet, illetve költség megtakarítás mellett a munkaszervezési előnyöket is jól érzékelik a termelők.

A növénytermelés környezetterhelésének változása, amely a szakirodalom alapján a technológiai egyik legnagyobb előnye közé tartozik, a nem precíziós növénytermelők körében az első helyen, a tervezők körében a második helyen végzett. A precíziós növénytermelést a gyakorlatban alkalmazó gazdák véleménye szerint ez csak a nyolcadik helyre került. Hasonló eltérést tapasztaltam a környezetterheléshez szorosan kapcsolódó kemikália felhasználás változás területén is (az alkalmazók ezt csak a kilencedik helyre sorolták).

3. táblázat: A precíziós növénytermelési technológia alkalmazásakor fellépő változások mértékének megítélése az egyes részminták esetében

A precíziós növénytermelés alkalmazásának legfontosabb tényezői	Precíziós növénytermelő gazdálkodók		Tervezett precíziós növénytermelő gazdálkodók		Nem precíziós növénytermelő gazdaságok	
	átlag érték (n=8)	sor-rend	átlag érték (n=16)	sor-rend	átlag érték (n=48)	sor-rend
hozamváltozása	2,75	1.	2,81	4.	2,26	4.
jövedelemváltozása*	2,12	6.	4,44	1.	2,45	2.
kemikália felhasználás változása	-0,63	9.	-2,87	5.	-2,36	3.
környezetterhelés változása	-1,38	8.	-4,19	2.	-2,70	1.
munkaerő változása*	2,37	3.	0,62	9.	0,7	9.
munkaidő változása	2,25	4.	0,44	10.	0,57	10.
működési költségváltozása	0,37	10.	2,50	6.	2,02	5.
szervezhetőség változása	2,75	1.	2,44	7.	1,74	6.
termés minőség változása	2,25	4.	2,13	8.	1,66	7.
tervezhetőség változása	2,00	7.	2,88	3.	1,57	8.

Megjegyzés: nagymértékű növekedés: +5; nagymértékű csökkenés: -5; konvencionálissal megegyező: 0;

* szignifikánsan eltérő a részminták eredménye az ANOVA teszt alapján

Forrás: strukturált interjúk felmérés alapján saját szerkesztés

A precíziós növénytermelés alkalmazásától elvárható változások megítélésének vizsgálata arra mutat rá, hogy a technológiát alkalmazó gazdák kisebb mértékűnek ítélik meg a gyakorlatban elérhető változásokat, mint azok, akik

még csak elméletből ismerik a technológiát. Ez véleményem szerint arra utal, hogy a precíziós növénytermelésről szóló információk (szaklapokban, gazdanapokon stb.) jobban hangsúlyozzák a kedvező hatások mértékét.

3.1.3.1. A precíziós növénytermelés változó költségeinek megítélése

A felmérés során vizsgáltam, hogy a gazdák véleménye szerint, százalékban kifejezve, hogyan változott/változik a gépköltségek, növényvédő-szer költségek, tápanyagpótló-szerek és az élómunka költségek értéke a precíziós növénytermelés alkalmazásakor, a konvencionális gazdálkodáshoz képest. A költségváltozások feltárásához a box-plot elemzést alkalmaztam.

Egyértelmű szignifikáns különbség nem volt kimutatható a költségek nagyságának megítélése és a precíziós növénytermelés alkalmazása, illetve, nem alkalmazása között a korreláció számítás alapján. Összességében elmondható, hogy legnagyobb mértékű költségmegtakarításról a műtrágyaköltségek és a növényvédő-szer költségek területén számoltak be a precíziós növénytermelést alkalmazó gazdák. Az élómunka költség és a gépköltség esetében, a precíziós növénytermelők többsége, növekedésről számolt be.

3.2. A beruházási modell eredményei

A beruházási modell összeállításának célja a magyar gazdálkodók számára egy olyan döntéstámogató eszköz megalkotása, amelynek segítségével kiválasztható a legjövedelmezőbb precíziós növénytermelési technológiai változat. A precíziós növénytermelési technológia megvalósítása egy konvencionális növénytermelési technológiához kapcsolódó bővítő jellegű beruházásként kerül megvalósításra a modellvizsgálat során.

3.2.1. A leggazdaságosabb precíziós növénytermelési technológiai változatok kiválasztása

Modellezés segítségével megállapítottam, hogy a pesszimista várakozásokat alapul véve az egyéni gazdaságok esetében egyik ökonómiai méret esetében sem létezik olyan precíziós növénytermelési technológiai változat, amelynek a 7 éves használati idő végén várható nettó jövedelme pozitív lenne. A realista várakozás alapján már a közepes és a nagyméretű egyéni gazdaságok esetében a leggazdaságosabb beruházási változat csak az off-line precíziós növényvédelemét tartalmazta, melynek megtérülési ideje 4, illetve 2 év a modellszámítások alapján.

A társas gazdaságokra összeállított modell alapján, a pesszimista várakozások esetén sem található olyan precíziós növénytermelési technológiai elemkombináció, amelynek megtérülési ideje rövidebb lenne, mint a várható használati időként meghatározott 7 év. Optimista várakozások mellett a közepes és a nagyméretű társas vállalkozások esetén, a modellszámítások alapján a legjövedelmezőbb precíziós növénytermelési technológia-változat többfajta precíziós növénytermelési elemet is magába foglal. A társas vállalkozások esetében, a nagyobb területnek és a nagyobb jövedelemnek köszönhetően, a leggazdaságosabb technológiai változatba bekerültek az on-line módszerek.

3.2.2. Az off-line és on-line precíziós növénytermelési teljes technológiai változat fedezeti méretének vizsgálata

A fedezeti méret meghatározása során a beruházási modellben a „Solver Evolution Methods” segítségével kerestem azt a mezőgazdasági terület nagyságot, amelynél a használati idő alatti átlag jövedelem nulla vagy ahhoz közelít. További korlátozó feltétel volt, hogy a 7. évi nettó jövedelem értéke legyen pozitív.

Az off-line precíziós növénytermelési teljes technológiai változatra⁴ vonatkozó modell-számítások eredményeinek közös vonása, hogy csak az optimista várakozások esetén találtam megoldást. Továbbá a precíziós növénytermelést alkalmazók, illetve a bevezetést tervezők véleménye alapján is csak a közepes- valamint a nagyméretű társas vállalkozásoknál haladja meg a modell-számítások során kapott fedezeti méret a rendelkezésre álló átlagos területnagyságot.

Az on-line precíziós növénytermelési teljes technológiai változatra⁵ vonatkozó modell-számítások eredményeinek közös vonása, hogy csak az optimista várakozások mellett volt gazdaságos a beruházás. Továbbá a precíziós növénytermelést alkalmazók, illetve a bevezetést tervezők véleménye alapján is csak a közepes- illetve nagyméretű társas vállalkozásoknál haladja meg a modell-számítások során kapott fedezeti méret a rendelkezésre álló átlagos területnagyságot.

⁴ Off-line teljes technológiai változat összetétele a következő: hozam térképezés, hálószerű talajmintavétel, off-line precíziós tápanyagpótlás, precíziós vetés, off-line precíziós növényvédelem és precíziós alapeszközök

⁵ On-line teljes technológiai változat összetétele: hozam térképezés, on-line precíziós tápanyagpótlás, precíziós vetés, on-line precíziós növényvédelem és precíziós alapeszközök

3.3. Új és újszerű tudományos eredmények

1. A feltáró jellegű vizsgálatok segítségével kimutattam, hogy a precíziós növénytermelési elemek népszerűségi sorrendje a szántóföldi növénytermelést folytató magyar és dán gazdák körében azonos (1. precíziós tápanyagpótlás (off-line), 2. precíziós növényvédelem (off-line), 3. hálószerű talajmintavétel).
2. A művelt terület nagysága valamint a gazdálkodó életkora szignifikánsan befolyásolja a precíziós növénytermelés alkalmazását. A precíziós növénytermelést a nagyobb földterülettel rendelkező, fiatal gazdák alkalmazzák elsősorban. A technológiát még nem alkalmazók közül a precíziós növénytermelési technológia 2-5 éven belüli bevezetését főleg a középkorú, nagyobb földterülettel rendelkező gazdák tervezik. Ugyanakkor a következő 5 éven belül a precíziós növénytermelő gazdák többsége nem tervezi a technológia további bővítését.
3. A gazdálkodók felé kommunikált változások a precíziós növénytermelés alkalmazásakor valóban elérhetők. Ezen változások mértékét azonban a precíziós növénytermelők jóval alacsonyabbnak és eltérő hangsúlyúnak ítélték meg, a feltáró strukturális interjúk során, mint a bevezetését tervezők, illetve a nem alkalmazó gazdálkodók. A precíziós növénytermelők a technológia gyakorlati alkalmazása során a realizálható hozamtöbblet, valamint jövedelem-növekedés mellett a munkaszervezési előnyöket is elérhetik.
4. Modellszámításokkal igazoltam, hogy a kisméretű egyéni gazdaságok esetében a precíziós növénytermelés elemei nem valósíthatók meg gazdaságosan. Ezen gazdaságok csak különböző együttműködési géphasználati formákban vagy idegen szolgáltatás igénybevételével képesek kihasználni a technológia előnyeit.
5. A közepes, illetve nagyméretű egyéni gazdaságok esetében a konvencionális gazdálkodás off-line precíziós növényvédelemmel történő kiegészítése a legcélravezetőbb beruházási változat. Ugyanakkor a társas gazdaságok számára már az on-line precíziós növényvédelem önálló elemként való megvalósítása is indokolt ökonómiailag. További modellszámítások segítségével igazoltam, hogy a teljes precíziós on-line, illetve off-line növénytermelési technológiára történő beruházás csak a közepes, illetve a nagyméretű társas gazdaságok esetében gazdaságos, mivel csak ezek rendelkeznek a szükséges fedezeti méretet meghaladó terület nagysággal.

4. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

4.1. Kutatási hipotézisek igazolása, illetve cáfolata

A szakirodalom áttanulmányozása során felállított hipotéziseim közül, az alkalmazott statisztikai és matematikai módszerekkel, négyet sikerült igazolni, hármat azonban el kellett vetnem, egy esetében pedig további vizsgálatot tartok szükségesnek. (4. táblázat)

A feltáró jellegű strukturált interjú felmérésem alapján a megkérdezett gazdák 11%-át (azaz 8 gazdaságot) tekintetem precíziós növénytermelést folytatónak, ez az arány 14% volt a dániai gazdálkodók körében végzett felmérésben (azaz 24 gazdaság). Ez arra utal, hogy a precíziós növénytermelés Dániában szélesebb körű elterjedtségére vonatkozó H1 hipotézisemet igazoltnak tekinthetném. Ugyanakkor mivel sajnos az általam vizsgált minta nem tekinthető reprezentatívnak a magyar növénytermelő vállalkozásokra vonatkozóan, ezért a H1 hipotézisem igazolására további, országos szintű, felmérés elvégzését tartom indokoltnak.

Az egyes precíziós növénytermelési elemek alkalmazási gyakoriságát vizsgálva megállapítottam, hogy ugyanazokat az elemeket alkalmazták mind a saját, feltáró mintában mind pedig a dán mintában. Ugyanakkor az egyes elemek mintán belüli alkalmazási gyakoriságát vizsgálva megállapítottam, hogy kétszer annyi dán gazdálkodó használta a hálószerű talajmintavételt, mint az általam vizsgált mintában. A precíziós tápanyagpótlás, illetve növényvédelem területén az általam vizsgált gazdák esetében tapasztalt alkalmazási gyakorisági részarány öt-tíz százalékponttal volt magasabb a dán gazdák esetében. Összességében megállapítottam, hogy a Dániában alkalmazott precíziós növénytermelési elemek mindegyikét alkalmazták Magyarországon is. Ugyanakkor az egyes precíziós növénytermelési elemek alkalmazási gyakoriságát (százalékban kifejezve) tekintve a saját mintában szélesebb körben elterjedtek a precíziós növénytermelési elemek. Tehát ezek alapján a H1/a és H1/b hipotéziseimet cáfoltnak tekintem ugyanakkor itt is célszerű további feltáró vizsgálatok elvégzése.

A precíziós növénytermelés alkalmazására vonatkozóan a keresztábra elemzések során megállapítottam, hogy a vizsgált tényezők közül csak a művelt terület nagysága és a gazdálkodó korcsoportja az, ami szignifikáns befolyást gyakorolt a precíziós növénytermelés megvalósítására. Ez alapján igazoltnak tekintem az H2/a és H2/c hipotéziseimet. A gazdaság EUME szerinti méretkategóriába tartozása és a precíziós növénytermelés alkalmazása között nem tártam fel szignifikáns kapcsolatot. Vagyis attól, hogy egy gazdaság a nagyobb

EUME kategóriába tartozott még nem feltétlenül alkalmazta a precíziós növénytermelést. Ez alapján cáfoltnak tekintem a H2/b hipotézisemet. Összességében megállapítható, hogy a precíziós növénytermelést a feltáró jellegű strukturált interjú felmérésem alapján főként a 40 évnél fiatalabb és 300 hektárnál nagyobb területen gazdálkodók alkalmazzák.

A precíziós növénytermelés alkalmazásával járó változások megítélése során a technológiát alkalmazó gazdák alacsonyabb mértékűnek ítélik meg a gyakorlatban elérhető változásokat, mint azok, akik még csak elméletből ismerik a technológiát. Ez véleményem szerint arra utal, hogy a precíziós növénytermelésről szóló információk (szaklapokban, gazdanapokon stb.) optimistábban ítélik meg a technológia bevezetésének hatását, mint ahogy az az általános gyakorlatban megvalósulhat. A költségváltozások számszerűsítésének vizsgálata alapján a precíziós növénytermelést nem alkalmazó, illetve a bevezetést tervező gazdaságok véleménye hasonlít, ugyanakkor a nem precíziós növénytermelők véleménye nagyobb szóródást mutatott. Ezek alapján a H3 hipotézisemet igazoltnak tekintem.

A modellszámítások eredményei szerint megcáfoltam, a H4 hipotézisemet, mely szerint minden gazdasági méret esetében létezik a precíziós növénytermelésnek egy olyan technológiai elemkombinációja, amelynek a megtérülési ideje rövidebb, mint 7 év. Modellszámításaim alapján a kis méretű egyéni gazdaságok esetében nem létezik olyan beruházási változat, amellyel, saját eszközökkel megvalósítható lenne a precíziós növénytermelés bevezetése a gazdaságba.

Modellszámítások segítségével, igazoltam, hogy a teljes precíziós növénytermelési technológia, legyen az akár on-line, akár off-line módszerrel megvalósított, csak a közepes, illetve a nagyméretű társas vállalkozások esetében gazdaságos. Csak ezeknél a gazdaságoknál áll rendelkezésre a szükséges fedezeti méretet meghaladó mezőgazdasági terület. Tehát a H5 hipotézisemet igazoltnak tekintem.

4. táblázat: Kutatási hipotézisek igazolása, illetve elvetése

Hipotézis száma	Hipotézis tartalma	Igazolva vagy elvetve
H1	A precíziós növénytermelés alkalmazása a magyar mezőgazdasági gyakorlatban alacsonyabb szintű, mint Dániában, ahol az elsők között kezdték el alkalmazni a technológiát.	további vizsgálat szükséges
H1/a	A precíziós növénytermelést folytató gazdaságok részaránya, az összes mezőgazdasági vállalkozásokon belül Dániában magasabb, mint Magyarországon.	további vizsgálat szükséges
H1/b	Dániában a precíziós növénytermelési elemek szélesebb körét alkalmazzák, mint Magyarországon.	elvetve
H2	A precíziós növénytermelés alkalmazását egyidejűleg befolyásolják gazdasági, illetve személyi tényezők.	igazolva
H2/a	A precíziós növénytermelés elemeit főleg a nagyobb fölterülettel rendelkező gazdaságokban alkalmazzák.	igazolva
H2/b	A precíziós növénytermelést a nagyobb ökonómiai üzemméretben gazdálkodók alkalmazzák.	elvetve
H2/c	A precíziós növénytermelési technológia alkalmazása nagymértékben függ a gazdálkodó korától.	igazolva
H3	A precíziós növénytermelés alkalmazásával járó előnyöket illetve hátrányokat a technológiát használók, illetve a nem alkalmazók eltérően ítélik meg.	igazolva
H4	Minden ökonómiai üzemméret esetében létezik a precíziós növénytermelési technológiának olyan összetétele, amelynek a megtérülési ideje rövidebb, mint a tervezett használati idő.	elvetve
H5	A teljes precíziós növénytermelési technológiára történő beruházás csak nagyobb ökonómiai üzemméret mellett valósítható meg gazdaságosan.	igazolva

Forrás: saját vizsgálat

4.2. További megállítások, javaslatok

A precíziós növénytermelés gazdák felé kommunikált pozitív hatásai valóban elérhetők a gyakorlatban. Erre utal, hogy nem volt kimutatható, szignifikáns különbség a precíziós növénytermelést alkalmazók, illetve az azt nem alkalmazók között. A gazdák többsége ismeri a precíziós növénytermelés alkalmazásával járó előnyöket és hátrányokat, de a megvalósításhoz szükséges beruházás magas tőkeigénye miatt sokan úgy gondolják, hogy nem engedhetik meg maguknak, illetve hiányzik belőlük a precíziós növénytermelési technológia sikeres működtetéséhez elengedhetetlenül szükséges elkötelezettség a menedzsment részéről. Hiába kötelezi el magát azonban a menedzsment a precíziós növénytermelés alkalmazása mellett, hogyha a munkát végző személyzet nem fordít kellő figyelmet a gépek beállítására, karbantartására.

Megállapítottam, hogy a precíziós növénytermelést alkalmazó vagy annak bevezetését tervező, illetve nem alkalmazó gazdálkodók teljesen eltérően rangsorolják a technológia alkalmazásával járó változásokat. A precíziós növénytermelést alkalmazók számára a legfontosabb elérhető előny a szervezhetőség javulása, a hozamnövekedés (mennyiségben és minőségben), és jövedelemnövekedés volt. A legjelentősebb gyakorlati hátrány pedig a munkaerő és munkaidő növekedés.

Strukturált interjúm felmérésem legfontosabb eredményének azt tartom, hogy sikerült feltárnom a precíziós növénytermelés alkalmazását befolyásoló fontosabb tényezőket. Vizsgálataim alapján a precíziós növénytermelés alkalmazását szignifikánsan befolyásolta a művelt terület nagysága és a gazdálkodó kora. A precíziós növénytermelési elemek alkalmazását befolyásoló tényezők definiálása alapján a technológia terjedésének előmozdításakor főleg a nagyobb területtel rendelkező, fiatalabb gazdák hamarabb fognak a technológia megvalósítása mellett dönteni. Ugyanakkor mivel a magyar mezőgazdaságban sok a kis területtel rendelkező gazdaság, célszerű lenne egy, a kisebb gazdaságok számára is alkalmas eszközpark kifejlesztése. A technológia terjedésének másik mozgató rugója lehetne még egy olyan közös géphasználati forma, amely előmozdítja a gazdák együttműködési hajlandóságának, mivel a precíziós növénytermelési eszközök ára, illetve terület kapacitása számos esetben indokolja a nagyobb kapacitás kihasználást.

A precíziós növénytermelést folytató gazdák válaszai alapján a legtöbbet alkalmazott elem a sorkövetés (a konvencionális gazdaságokkal együtt összesen 6 gazdaságban alkalmazták). A precíziós növénytermelési elemek fajtáját vizsgálva hasonló gyakorisággal alkalmazták a hálószerű talajmintavételt és a

hozzá kapcsolódó precíziós tápanyagpótlást (off-line), továbbá a precíziós növényvédelmet (off-line). Véleményem szerint az on-line technológiák megjelenésének hiánya abból adódik, hogy ezek beruházási költsége többszöröse az off-line technológiáknak, a velük elérhető megtakarítások azonban hasonló mértékűek.

A precíziós növénytermelés egy, illetve két elemét használó gazdaságok többsége az elkövetkező 2-5 éven belül a precíziós tápanyagpótlás, illetve a precíziós gyomirtás bevezetését tervezi. Azok a gazdaságok ahol három, illetve négy precíziós növénytermelési elemet is alkalmaztak, a technológiai elemek bevezetését egyszerre valósították meg és nem terveznek további technológiabővítést a következő 5 évben.

4.3. A beruházási modellhez kapcsolódó további megállítások, javaslatok

A strukturált interjú során feltárt előnyöket és hátrányokat figyelembe véve, az ezekre alapozott beruházási modell-számítások segítségével meghatároztam az egyes ökonómia üzemméretek esetében a leggazdaságosabb precíziós és konvencionális technológiai változat kombinációkat magyarországi viszonyok között.

Modell-számításaim is igazolták, hogy a precíziós és a konvencionális növénytermelési elemek kombinálásával érhető el a legnagyobb jövedelem. Ugyanakkor nem szabad elfeledkezni arról, hogy a precíziós növénytermelési technológia jövedelmezősége leginkább attól függ, hogy mennyire heterogének az adott gazdaság esetében a hozamra ható tényezők. Minél heterogénebb tulajdonságokkal rendelkezik a gazdaság, annál inkább ki tudja használni a precíziós növénytermelési technológia nyújtotta előnyöket.

A korlátozó feltételek teljesülése mellett, a vizsgált ökonómiai üzemméret mindegyikére külön-külön meghatározva a legjövedelmezőbb precíziós növénytermelési technológiai változatot, megállapítottam, hogy nem minden üzemméret esetében létezik olyan beruházási változat, amellyel megvalósítható a precíziós növénytermelés valamilyen fokú alkalmazása.

A modell számítások alapján az egyéni modell-gazdaságok esetében csak a nagyméretű gazdaságoknál képzelhető el, hogy egynél több precíziós növénytermelési elem megvalósítása gazdaságos legyen. A technológia bevezetését tervezők véleményére alapozva, a nagy-méretű modell-gazdaság az egyetlen, ahol a leggazdaságosabb precíziós növénytermelési technológiai változat tartalmazza az on-line precíziós tápanyagpótlást és az off-line precíziós növényvédelmet.

A társas modell-gazdaságokon végzett beruházás-gazdaságossági vizsgálatok eredményei sokkal szerteágzóbbak az előforduló technológiai-elemek sokféleségét tekintve, mint az egyéni modell-gazdaságok. A vizsgált társas modell-gazdaságok felénél a leggazdaságosabb precíziós növénytermelési változatban már megjelennek az on-line elemek is.

Az átlagos adottságokkal rendelkező társas gazdaságok esetében, a realista becslések alapján, a precíziós növényvédelem on-line, illetve off-line eszközökkel történő megvalósítása bizonyult a legcélravezetőbb beruházásnak. A társas modell-gazdaságok esetében a precíziós növénytermelés megvalósítása már az alkalmazás első évében, illetve egyes esetekben akár már a beruházás évében megtérülhet.

Megvizsgálva a precíziós növénytermelés teljes megvalósításához (on-line, illetve off-line formában) kapcsolódó beruházás fedezeti méreteit az egyes ökonómiai üzemméretek esetében, megállapítottam, hogy csak a közepes-, illetve nagyméretű társas gazdaságok rendelkeznek akkora területtel, amely képes fedezni a technológia beruházási és működtetési költségeit. Ugyanakkor a realista várakozásokra alapozva még ezen gazdaságok esetében sem képzelhető el, hogy a beruházás 7 évnél rövidebb idő alatt megtérüljön. Ez az időtartam pedig még a nagyméretű gazdaságok számára sem vállalható. A teljes precíziós növénytermelés megvalósulását a gyakorlatban csak akkor tartom elképzelhetőnek, ha a saját eszközök és az idegenszolgáltatás igénybevételének kombinációjaként valósul meg, vagy ha közös géphasználati formákba tömörülés révén növekszik az eszközök kapacitás kihasználtsága.

5. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉHEZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK

Könyvrészletek magyar nyelven

1. Takácsné György K., Széll E., **Lencsés E.** (2008): Kukorica gyomirtási technológiák gazdasági értékelése; In: Takácsné György K (szerk.): Gazdaságilag optimális környezetkímélő herbicid alkalmazást célzó folyamatszervezési, -irányítási és alkalmazási programok kifejlesztése; Gödöllő: Szent István Egyetemi Kiadó, 2008. pp.71-88. (ISBN:978 963 269 018 6)

Tudományos folyóiratban megjelent cikkek magyar nyelven

2. **Lencsés E.** (2009): A tápanyagpótlás és gyomirtás értékelése a helyspecifikus növénytermesztési technológiában; In: *Gazdálkodás* 53:(6) pp. 614-617. (ISSN: 0046-5518)
3. **Lencsés E.** (2008): A precíziós gazdálkodás ökonómiai értékelése; In: *Bulletin of the Szent István University - Gödöllő: (Special Issue Part I.)* pp. 261-271. (ISSN: 1586-4502)

Tudományos folyóiratban megjelent cikkek idegen nyelven

4. Takács-György K., **Lencsés E.**, Takács I. (2013): Economic benefits of precision weed control and why its uptake is so slow; In: *Studies in Agricultural Economics* 2013: (1) pp.40-46. (ISSN: 1418-2106)
5. **Lencsés E.** (2011): Measuring external effects of agriculture special regard to nutrition use; In: *Annals of the Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists* 13: (6) pp. 116-121. (ISSN: 1508-3535)
6. **Lencsés E.**, Béres D. (2010): Comparison analysis of different degrees of implementation of precision farming technology in Hungary and Denmark; In: *Annals of the Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists* 12: (6) pp. 116-121. (ISSN: 1508-3535)
7. **Lencsés E.** (2009): Advantages and disadvantages of precision farming technology from economic aspect; In: *Annals of the Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists* 11: (6) pp. 83-87. (ISSN: 1508-3535)
8. **Lencsés E.**, Takács-György K. (2009): Changes in costs of precision nutrition depending on crop rotation; In: *APSTRACT - Applied Studies in Agribusiness and Commerce* 3: (3-4) pp. 59-64.(ISSN: 1789-221X)

9. **Lencsés E.** (2008): Role of precision farming in the competitive agriculture; In: *Annals of the Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists* 10: (5) pp. 110-113. (ISSN: 1508-3535)
10. **Lencsés E., Takács-György K.** (2008): Economic aspects of different weed management systems in corn production; In: *Cereal Research Communications* 36: Supp. 1. pp. 707-710. (ISSN: 0133-3720)

Magyar nyelvű, tudományos konferenciákon elhangzott előadások konferencia kiadványban megjelentetve

11. **Lencsés E.** (2012): A precíziós növénytermelés, mint a környezettudatos agrártermelés eszköze; In: Takács M. (szerk.): III. Szakkör Konferencia Előadásainak összefoglalói. Gödöllő, p.20. (ISBN:978-963-269-321-7)
12. **Lencsés E.** (2012): A precíziós növénytermelés lehetséges formáinak értékelése a hozamváltozás tükrében; In: A gazdasági fejlődés fő hajtóerői (munkahelyteremtés – hatékonyság- innováció): Programfüzet és előadás-kivonatok. Sopron, p.135. (ISBN:978-963-9883-99-4)
13. **Lencsés E.** (2012): a precíziós növénytermelés előnyeinek és hátrányainak megítélése a magyar gazdálkodók körében; In: XXXIV. óvári tudományos nap: a magyar mezőgazdaság - lehetőségek, források, új gondolatok; Mosonmagyaróvár: nyugat-magyarországi egyetem, 2012. Paper 3. (ISBN:978-963-9883-93-2)
14. **Lencsés E.** (2012): A precíziós növénytermelés alkalmazása Magyarországon; In: Tóth Gergely (szerk.): LIV. Georgikon Napok, Keszthely: Pannon Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, 2012. Paper 37. (ISBN:978-963-9639-47-8.)
15. Takácsné György K., Sinka A., **Lencsés E.** (2011): A sávpermetezés gazdasági összefüggései – üzemi tapasztalatok alapján; In: Lukács Gábor (szerk.): Fenntarthatóság és versenyképesség?; 53. Georgikon Napok. Kivonat-kötet. Keszthely: PE Georgikon Kar, pp. 717-731. (ISBN:978-963-9639-43-0)
16. **Lencsés E., Takácsné György K.** (2010): A precíziós növénytermelés, mint a mezőgazdasági innováció formája; In: Andrassy Adél (szerk.): Hitel, Világ, Stádium: Nemzetközi Konferencia a Magyar Tudomány Ünnepe Alkalmából tanulmánykötete. Sopron: Nyugat-magyarországi Egyetem Közgazdaságtudományi Kar, pp. 1-14.(ISBN:978-963-9883-73-4)

17. **Lencsés E.**, Takácsné György K. (2010): A precíziós gazdálkodás lehetőségei Magyarországon és Dániában; In: Varga L. (szerk.): XXXIII. Óvári Tudományos Nap: A magyar élelmiszergazdaság jövője a KAP reform tükrében. Mosonmagyaróvár, Nyugat-magyarországi Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, pp. 1-5. (ISBN:978-963-9883-55-0)
18. **Lencsés E.**, Takácsné György K. (2009): Helyspecifikus növénytermesztés ökonómiai értékelése; In: Andrásy Adél (szerk.) Gazdaság és Társadalom: Tudomány és innovatív környezet: Nemzetközi konferencia a Magyar Tudomány Ünnepe alkalmából. Sopron: NYME Közgazdaságtudományi Kar, pp. 1-8. (ISBN:978-963-9871-30-4)
19. **Lencsés E.**, Takácsné György K. (2009): A precíziós tápanyag-utánpótlás gazdaságossága (hígtrágya vs. műtrágya); In: Németh Á. Cs. (szerk.) 51. Georgikon Napok: Lokalizáció - megoldás a fenntarthatóságra?. Keszthely: Pannon Agrártudományi Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, pp. 583-591. (ISBN:978 963 9639 34 8)
20. **Lencsés E.**, Takács-György K. (2009): A precíziós növénytermesztési technológia jövedelmének változása különböző műtrágya adagok esetén; In: ifj. Kacz K, Kalmárné Hollósi E, Teschner G (szerk.): Mezőgazdaság és a vidék jövőképe. Tudományos konferencia. Az EU ismeretek oktatásának 10 éves jubileuma a karon. Mosonmagyaróvár: NYME Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, pp. 247-257. (ISBN:978-963-9883-27-7)
21. Takácsné György K., **Lencsés E.** (2008): A precíziós növénytermesztés megítélése gazdaságossági szempontból; In: XXXII. Óvári Tudományos Napok: Élelmiszergazdaságunk kérdőjelei napjainkban – Dr. Iváncsics János (1938-2002) születésének 70. évfordulója tiszteletére. pp. 1-5. (ISBN:978-963-9883-05-5)
22. **Lencsés E.**, Takácsné György K. (2008): A precíziós tápanyagellátás jövedelemre gyakorolt hatása; In: Palkovics Miklós, Kondorosné Varga Erika, Pintér Gábor, Weiss Miklós (szerk.): 50. Jubileumi Georgikon Napok. Keszthely: Pannon Egyetem, pp. 1-6. (ISBN:978-963-9639-31-7)

Idegen nyelvű, tudományos konferenciákon elhangzott előadások konferencia kiadványban megjelentetve

23. **Lencsés E.** (2013): Investment analysis of the precision farming technology in Hungary; In: Elena Horská; Iveta Ubrezióva (szerk.): Business Management - Practice and Theory in the 21st century - Proceedings. Nitra: Slovak Agricultural University in Nitra, 2013. pp. 700-704. (ISBN: 978-80-552-1026-1)
24. **Lencsés E.** (2013): Investment analysis of the precision farming technology in Hungary; In: Elena Horská; Iveta Ubrezióva (szerk.): Business Management - Practice and theory in the 21st century: Book of Abstracts. Nitra: Slovak Agricultural University in Nitra, 2013. p. 106. (ISBN: 978-80-552-1024-7)
25. Sinka A., **Lencsés E.** (2011): Introduction of the management factors of spreading of precision plant production; In: 2011 EAAE PhD Workshop; Nyitra, Szlovákia, Konferencia CD. pp. 1-5. (ISBN:978-80-552-0571-7)
26. **Lencsés E.**, Béres D. (2009): Simulation model on optimizing the sowing structure of precision plant production; In: Kovács P., Szép K., Katona T. (szerk.): Challenges for Analysis of the Economy, the Businesses, and Social Progress: Társadalmi és Gazdasági Folyamatok elemzésének módszertani kérdései International Scientific Conference. Abstract Book. Szeged: Universitas Szeged Kiadó, pp. 393-404. (ISBN:978-963-88468-3-9)
27. **Lencsés E.**, Takács-György K. (2009): Changes in costs of precision nutrition depending on crop rotation; In: Nábrádi A, Nagy SZ A, Dékán T-né Orbán I, Fenyves V, Lazányi J, Várallyai L (szerk.): 4th Aspects and Visions of Applied Economics and Informatics. Debrecen: pp. 217-224. (ISBN:978-963-9732-83-4)
28. **Lencsés E.** (2008): Examination of the precision weed management in corn production considering level of weed coverage; In: Lukovics M., Deák I. (szerk.): Problems of Representing Research and Development in Financial Accounting. 5th International Conference for Young Researchers. Konferencia CD pp. 1-8. (ISBN:978-963-269-071-1)

Nem tudományos folyóiratban megjelent cikkek magyar nyelven

29. **Lencsés E.**, Takácsné György K., Sinka A. (2011): Megéri-e a precíziós technológia?; In: Agrárium 21: (6-7) pp. 10-11. (ISSN:1215-8380)
30. Takácsné György K., Széll E., **Lencsés E.** (2009): Kukorica gyomirtási technológiák gazdasági értékelése; Agrofórum Extra 27: (1) pp. 72-75 (ISSN:1788-7380)

31. Takácsné György K., Széll E., **Lencsés E.** (2008): Kukorica gyomirtási technológiák gazdasági értékelése; Agrofórum - a növénytermesztők és növényvédők havilapja 19: (4) pp. 34-35. (ISSN: 1788-5884)