

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

Doktori (PhD) értekezés

**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	9
1.1. TÉMA JELENTŐSÉGE	9
1.2. PROBLÉMAFELVETÉS	10
1.3. AZ ÉRTEKEZÉS CÉLKITŰZÉSEI ÉS A KUTATÁS HIPOTÉZISEI	11
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	13
2.1. FENNTARTHATÓ MEZŐGAZDASÁG.....	13
2.2. A MODERN NÖVÉNYTERMELÉSI RENDSZEREK KIHÍVÁSAI	15
2.3. MŰSZAKI FEJLESZTÉS A MEZŐGAZDASÁGBAN	20
2.4. PRECÍZIÓS NÖVÉNYTERMELÉSI TECHNOLÓGIA	23
2.4.1. A precíziós növénytermelés elemeinek bemutatása.....	26
2.4.2. A precíziós növénytermelés alkalmazásának hatásai.....	33
2.4.3. A precíziós növénytermelési technológia elterjedése	34
2.4.4. A precíziós növénytermelési technológia elterjedését befolyásoló tényezők	37
2.4.5. Precíziós növénytermelési technológia alkalmazhatóságának vizsgálati lehetőségei.....	40
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	43
3.1. A VIZSGÁLATOK SORÁN FELHASZNÁLT ADATFORRÁSOK LEHATÁROLÁSA	43
3.1.1. Szekunder adatforrások.....	43
3.1.2. Primer adatforrások.....	44
3.2. STATISZTIKAI MÓDSZEREK A STRUKTURÁLT INTERJÚS FELMÉRÉS KIÉRTÉKELÉSÉBEN	46
3.3. A BERUHÁZÁSI MODELL A PRECÍZIÓS NÖVÉNYTERMELÉSI TECHNOLÓGIAI VÁLTOZATOK ÉRTÉKELÉSÉRE	48
3.3.1. A beruházási modellhez szükséges adatok és azok forrása.....	50
3.3.2. A beruházási modell kialakításának lépései.....	51
3.3.3. A teljes precíziós növénytermelési technológia fedezeti méretének meghatározása.....	56

4. EREDMÉNYEK.....	59
4.1. A STRUKTURÁLT INTERJÚS, FELTÁRÓ JELLEGŰ FELMÉRÉS	
EREDMÉNYEI.....	59
4.1.1. A minta gazdálkodóinak jellemzői	60
4.1.2. A vizsgált gazdaságok fontosabb jellemzői	62
4.1.3. A precíziós növénytermelés alkalmazása a vizsgált mintában.....	71
4.1.4. A precíziós növénytermelési elemek alkalmazási gyakorisága a vizsgált mintában	77
4.1.5. A precíziós növénytermelés igénybevételi formái	80
4.1.6. A precíziós növénytermelésre vonatkozó ismeretek	81
4.1.7. A precíziós növénytermelésre vonatkozó jövőbeli tervek	98
4.2. A BERUHÁZÁSI MODELL EREDMÉNYEI	101
4.2.1. A leggazdaságosabb precíziós növénytermelési technológiai változatok kiválasztása.....	101
4.2.2. Az off-line precíziós növénytermelési teljes technológiai változat fedezeti méretének vizsgálata	106
4.2.3. Az on-line precíziós növénytermelési teljes technológiai változat fedezeti méretének vizsgálata	108
4.3. ÚJ ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK	111
5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK.....	113
5.1. KUTATÁSI HIPOTÉZISEK IGAZOLÁSA, ILLETVE CÁFOLATA	113
5.2. TOVÁBBI MEGÁLLAPÍTÁSOK, JAVASLATOK	116
5.3. A BERUHÁZÁSI MODELLHEZ KAPCSOLÓDÓ TOVÁBBI MEGÁLLAPÍTÁSOK, JAVASLATOK	119
ÖSSZEFOGLALÁS.....	123
SUMMARY	127
MELLÉKLETEK	129
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	173

ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra: A műtrágya felhasználás alakulása Magyarországon 2000-2012 között.....	17
2. ábra: A precíziós növénytermelés eszközei és az információáramlás folyamata	27
3. ábra: A technológia-terjedésének életgörbéje	34
4. ábra: A növényvédő-szer költségek változásának optimista, realista és pesszimista becslési intervallumai.....	53
5. ábra: A legmagasabb iskolai végzettség megoszlása korcsoportonként (n=72)	62
6. ábra: A vizsgált gazdaságok megoszlása a különböző méretképzési ismérvek alapján (n=72).....	65
7. ábra: A vegyes gazdaságok jövedelem-forrásának megoszlása (a művelt terület szerinti méret kategóriánként).....	68
8. ábra: A különböző növényfajták termelése a vetésterület arányában	69
9. ábra: A talajminőség megoszlása a gazdaság területének mérete alapján	71
10. ábra: A válaszadó gazdaságok régiók szerinti megoszlása az egyes részminták vonatkozásában	73
11. ábra: A válaszadó gazdaságok EUME méretkategóriák szerinti megoszlása az egyes részminták vonatkozásában	73
12. ábra: A gazdaságok földterület szerinti méretkategóriáinak megoszlása az egyes részminták vonatkozásában	75
13. ábra: A gazdák korosztály szerinti megoszlása az egyes részminták vonatkozásában.....	76
14. ábra: A precíziós növénytermelés jövedelemtermelő képesség szerinti rangsorolása (n=72).....	83
15. ábra: A költségek százalékos változásának megítélése az egyes részminták esetében.....	88
16. ábra: A precíziós növénytermelés alkalmazásának hatására bekövetkező környezetterhelés változásának és a tápanyagköltségek változásának megítélése közötti kapcsolat	91
17. ábra: A hozamváltozás mértékének megítélése az egyes részminták esetében	93
18. ábra: A precíziós növénytermelés alkalmazása során keletkező jövedelemváltozás mértékének megítélése az egyes részminták esetében.....	95

19. ábra: A precíziós növénytermelésre való teljes átállás beruházási összegének megítélése a különböző területnagyságú gazdaságok esetében.....	97
20. ábra: A precíziós növénytermelés elemeinek tervezett bevezetése	99
21. ábra: A precíziós növénytermelés elemeinek tervezett száma.....	99
22. ábra: A gazdák növénytermelésre vonatkozó jövőbeli terveinek megoszlása.....	100

TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat: A precíziós növénytermelés és az innováció.....	22
2. táblázat: A precíziós növénytermeléshez kapcsolódó ökonómiai életképességi küszöbök megítélése.....	42
3. táblázat: A vizsgált modellgazdaságok méretkategóriának alakulása	52
4. táblázat: A precíziós növénytermelési eszközök ára.....	54
5. táblázat: A gazdaságok megoszlása méretkategóriánként a gazdaság területe és a jövedelem alapján (db gazdaság).....	66
6. táblázat: A gazdaságban alkalmazott precíziós növénytermelési elemek száma és az EUME szerinti méretkategóriák közötti kapcsolat (n=72)	74
7. táblázat: A precíziós növénytermelés alkalmazása és a gazdaságok néhány jellemző változója közötti kapcsolatok vizsgálata	77
8. táblázat: A precíziós növénytermelési elemek alkalmazási gyakorisága.....	79
9. táblázat: A precíziós növénytermelésről szerzett információk forrása	82
10. táblázat: A precíziós növénytermelési technológia alkalmazásakor fellépő változások mértékének megítélése az egyes részminták esetében.....	85
11. táblázat: A precíziós növénytermelés alkalmazása során bekövetkező tényező-változások értéke és a termeléshez kapcsolódó költségváltozások mértékének kapcsolata	90
12. táblázat: Az off-line precíziós növénytermelési teljes technológia fedezeti méretének alakulása az alkalmazó gazdák optimista várakozása esetén.....	107
13. táblázat: Az off-line precíziós növénytermelési teljes technológia fedezeti méretének alakulása a bevezetést tervező gazdák optimista várakozása esetén.....	108
14. táblázat: Az on-line precíziós növénytermelési teljes technológia fedezeti méretének alakulása a bevezetést tervező gazdák optimista várakozása esetén.....	109
15. táblázat: Az on-line precíziós növénytermelési teljes technológia fedezeti méretének alakulása a bevezetést tervező gazdák optimista várakozása esetén.....	110
16. táblázat: Kutatási hipotézisek igazolása, illetve elvetése.....	115

„Fontold meg jól, mit kezdesz; válaszd meg az eszközöket okosságod szerint; munkálj fáradhatatlanul; s ha mindent, amit erőd s körülményed enged, megtettél: nem vádolhatod magadat, bár a kimenetel óhajtásodnak meg nem felel is.”

(Kölcsey Ferenc)

1. BEVEZETÉS

A precíziós növénytermelési rendszerekkel 2004-ben kezdtem el foglalkozni, a koppenhágai Királyi Állatorvos- és Mezőgazdaság-tudományi Egyetemen töltött szemeszterem alatt. Már akkor felmerült bennem a kérdés, hogy egy olyan modern és drága technológia, mint a precíziós növénytermelés megéri-e egy átlagos magyar gazdálkodóknak, illetve, hogy a magyar gazdák mennyire ismerik ezt a technológiát. A témával kapcsolatos doktori kutatásaim kibontakozása során 2010-ben, egy újabb szemesztert töltve a Koppenhágai Egyetem Társadalomtudományi Karán, lehetőségem volt bepillantást nyerni egy, a dán gazdálkodók körében végzett felmérésbe a precíziós növénytermeléshez kapcsolódóan. Ez indított arra, hogy amellet, hogy ökonómiai szempontból megvizsgáljam a precíziós növénytermelést (magyarországi körülmények között), összehasonlítsam a magyar és a dán mezőgazdasági gyakorlatot a precíziós növénytermelés szempontjából.

1.1. TÉMA JELENTŐSÉGE

A XXI. század mezőgazdaságával szemben egyre fontosabb elvárás, hogy a folyamatosan növekvő élelmiszerigényt a mezőgazdasági termelés a környezet további károsítása nélkül valósítsa meg. Napjainkban sokan és sokat foglalkoztak a környezetvédelemmel, a környezettudatos termesztéssel, a fenntartható mezőgazdasági fejlődéssel. Ezek a kutatások indítottak arra, hogy foglalkozni kezdjek egy, a fenntartható agrártermelést elősegítő technológiával, a precíziós növénytermeléssel, különös tekintettel az ehhez kapcsolódó ökonómiai vizsgálatokkal.

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 hatását 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 miatt – amely sokszor csak vélt – 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. PROBLÉMAFELVETÉS

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. Nem szabad azonban arról sem megfeledkeznünk, hogy minél homogénebb a gazdaság rendelkezésére álló terület annál kevésbé tud érvényesülni a helyspecifikus kezelések pozitív hatása.

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 értékezésemhez kapcsolódó kutatásaim során a következő **célok**at fogalmaztam meg a precíziós növénytermesztéssel kapcsolatban:

- a precíziós növénytermelési technológia magyarországi ismertségének feltárása (strukturált interjúk segítségével);
- a precíziós növénytermelési technológia alkalmazási sajátosságaink 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 **hipotézisek**et 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 valósítható meg gazdaságosan.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A precíziós növénytermelési technológia a fenntartható mezőgazdaság gyakorlati megvalósításának eszköze. Az irodalmi áttekintés során röviden kitérek a fenntartható mezőgazdaság fogalmára, a modern növénytermelési rendszerek kihívásaira, a precíziós növénytermelés fogalmának és eszközrendszerének bemutatására, valamint a technológia elterjedtségére és a terjedést befolyásoló tényezőkre.

2.1. FENNTARTHATÓ MEZŐGAZDASÁG

A XXI. században már szinte mindenki számára ismerősen cseng a fenntartható gazdálkodás fogalma, de érdemes megvizsgálni, hogy mit is jelent ez pontosan?

MEADOWS és munkatársai 1972-ben az elsők között vetették fel, hogy vajon a termelés ugrásszerű növekedése nem haladja-e meg a rendelkezésre álló erőforrásokat, illetve azok regenerálódó képességét. Ez értelmezhető mind az ipari termelés, mint pedig az agrártermelés vonatkozásában.

A fenntartható agrártermelés fogalmával kapcsolatban talán a legtöbbet idézett megfogalmazása az ENSZ Környezet és Fejlődés Világbizottsága – ismertebb nevén Brundtland Bizottság – nevéhez fűződő „Közös Jövők” címmel megjelent jelentésében található. E szerint a fenntartható agrárfejlődés megőrzi a talaj, az élővizek, a növény- és állatvilág genetikai erőforrásait, megakadályozza az emberi környezet lerombolását, és technológiai szempontból megfelelő, gazdaságilag hatékony, társadalmi szempontból pedig elfogadható fejlődést eredményez. [ENSZ, 1987] A fenntartható mezőgazdaság az erőforrásokkal való olyan tartós gazdálkodást igényel, amely a jövő fejlődéséhez is hagy a szükséges erőforrásokból. [PEARCE és ATKINSON, 1995] A fenntarthatósággal foglalkozó szakirodalmak alapján létezik ökológiai¹, ökonómiai², illetve társadalmi értelemben vett fenntarthatóság³. Mindhárom megközelítés értelmezhető önmagában is. A fenntartható agrártermelésnek azonban csak akkor van létjogosultsága, ha mindhárom szempont egyszerre érvényesül. A fenntartható fejlődés egy olyan növekedési,

¹Ökológiai fenntarthatóság: az emberi tevékenységek milyen terhelést gyakorolnak a környezetre/természetre, illetve, hogy az milyen válaszokkal reagál.

²Ökonómiai fenntarthatóság: a rendelkezésre álló tőke mellett azt a lehetséges legnagyobb hasznot kell előállítani, amely nem veszélyezteti a jövőbeni hasznok elérését sem. Végző soron választani kell a jelenlegi és a jövőbeni fogyasztás között. [SOLOW, 1987]

³Szociális fenntarthatóság: folyamatos szociális jólét elérése az ökológiai eltartó-képességet meghaladó növekedés nélkül. [DALY, 1994] Egy másik nézőpont szerint a szociális jólét megvalósulása az alapvető szükségletek kielégítése, az erőforrások igazságos elosztása, az egyenlő lehetőségek megteremtése, az ágazatok közötti integráció, az erőforrások eltartó-képesség szerinti használata és a környezetminőség szavatolása mellett. [FORGO, 2006]

illetve fejlődési folyamat, amely lehetővé teszi a jelen generáció igényeinek kielégítését úgy, hogy az ne veszélyeztesse a jövő generáció szükségleteinek kielégítését. A fenntartható fejlődés akkor válik megvalósíthatóvá, ha a gazdasági rendszer magas adaptációs képességgel rendelkezik, illetve ha ezzel egy időben a kitettség a külső hatásoknak alacsony. [FARKASNÉ, 2009]

Az elmúlt években a fenntarthatóság központi kérdéssé vált, egyre több kutatás, tanulmány foglalkozik vele, vagy érinti a fenntarthatóság kérdését. Ezen publikációkból úgy tűnhet, hogy a kedvező környezet megőrzése, fenntartása, folyamatos megújítása állandó törekvés. Ugyanakkor a valóság az, hogy környezetünket a végsőkig terheljük. A környezetet szennyezi az ipari termelés, az energiatermelés, a közlekedés, a hulladék- és szennyvízképződés és nem utolsósorban az agrártermelés is. [MARSELEK, 2006] Az iparszerű mezőgazdálkodás káros, környezetszennyező tendenciákat indított el. A környezetkárosítását főleg a túlzott műtrágya és növényvédőszer felhasználás eredményezte. A káros hatások mérséklése, kiküszöbölése érdekében korlátozni szükséges az agrártermelés során kijuttatandó inputok mennyiségét. A mezőgazdaság fenntartható fejlődése olyan tudatos gazdasági fejlesztés, amely harmonizál a természeti erőforrások regenerálódásával és számol a terhelt (trágyával, kémiai anyagokkal stb.) környezet asszimilációs képességével. [BARÓTFI, 2000; ÁNGYÁN, 2001; LÁNG, 2003; CSETE, 2005; SZÚCS és RAUSZ, 2007; NÉMETH et.al, s.a.]

Fenntartható mezőgazdaságról csak akkor van értelme beszélni, ha a mezőgazdaság alatt nem az iparszerű, intenzív mezőgazdaságot, hanem a multifunkcionális és integrált mezőgazdaságot értjük. A fenntartható mezőgazdaság nem egyszerűen valamilyen környezetbarát ökológiai, vagy biogazdálkodást jelent, hanem ezeknél lényegesen többet, mást, miközben ezek az alternatív módszerek, mint eszközök szerepelnek a megvalósításban. Az Európai Unió fenntartható gazdálkodási alapelveiben a természeti erőforrások megőrzése mellett szerepel a kevésbé károsító területgazdálkodás elvárása, amelyet támogatásokkal kíván kompenzálni. [CSETE, 2003] A különböző termőhelyek adottságaihoz igazodó, fenntartható mezőgazdasági földhasználatot az agrár-környezetgazdálkodási támogatásokkal „jutalmazzák”.

A fenntartható fejlődés gyakorlati megvalósítása számtalan kérdést vet fel, mint például hogyan csökkenthető a környezet terhelése úgy, hogy közben a mezőgazdasági-üzem képes legyen hatékonyan gazdálkodni. A környezettudatos mezőgazdasági gazdálkodás azt jelenti, hogy a tervezés során már figyelembe vesszük a természet környezetére gyakorolt hatását. A fenntartható mezőgazdaság az adott ökológiai és társadalmi feltételek mellett olyan technológiákat, eljárásokat alkalmaz, amelyekkel egyszerre megvalósítható a környezet fenntartása és a gazdaságos termelés.

[TAKÁCSNÉ, 2003; KIS, 2007] A fenntartható fejlődés alapvető feltételei a következőkben foglalhatók össze [KÉSMÁRKI-GALLY, 2006]:

- a környezetterhelés minimalizálása;
- a termelés energiafelhasználásának minimalizálása;
- a termékbe fektetett emberi munka és energia hatékonyságának maximalizálása.

A fenntarthatóság csak akkor valósítható meg, hogyha betartunk bizonyos korlátokat. Ezek a korlátok azonban nagymértékben függenek az elfogadható életminőség szubjektív és objektív fogalmától. A dolgozat terjedelmi korlátai miatt ezzel a kérdéskörrel nem foglalkoztam részletesebben.

2.2. A MODERN NÖVÉNYTERMELÉSI RENDSZEREK KIHÍVÁSAI

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.

2.2.1.1. Növekvő élelmiszer-igény – csökkenő mezőgazdasági terület

A modern világ mezőgazdaságának közös kihívása, hogy az egyre növekvő népesség élelmiszerszükségletét egyre kisebb mezőgazdasági területen kell előállítania.

Az elmúlt évszázadban a Föld népessége ugrásszerűen megnőtt. Míg 1950-ben a Föld népesség 2,5 milliárd fő volt, addig 1985-re megduplázódott, majd 2000-ben már meghaladta a 6 milliárdot. Az U.S. CENSUS BUREAU (2012) becslései alapján a Föld népessége 2026-ra pedig elérheti a 8 milliárd főt. A Föld népességének 7,26%-a, azaz 0,5 milliárd fő 2010-ben az Európai Unió területén élt. A népesség növekedése az elmúlt 10 évben az EU-27-ben évente átlagosan 0,36% volt. [EUROSTAT, 2012/a]

A népesség növekedésével párhuzamosan növekszik az élelmiszerszükséglet. Ugyanakkor az ehhez szükséges alapanyag előállítására képes mezőgazdasági terület folyamatosan csökken. Magyarországon például 10 év alatt több mint, 10%-kal csökkent (a 2010-es Általános Mezőgazdasági Összeírás alapján 5.783.400 hektár volt a mezőgazdasági terület). Ugyanezen időszak alatt a művelés alól kivett területek több mint 40%-kal nőttek, bár 2006 óta ez a növekedési ütem fokozatosan csökkent. [KSH, 2012/b]

A mezőgazdasági terület nagyságának csökkenése számos okra vezethető vissza. Az egyik legjelentősebb ilyen ok, a város- és infrastruktúrafejlesztésre, illetve ipari célokra történő „területfoglalás”. A terület csökkenéséhez hozzájárult a

birtokstruktúra változása, a nagyüzemek megszűnése. Ezt a tendenciát erősíti tovább az úgynevezett zöldmezős beruházások támogatása is.

A csökkenő mezőgazdasági területeken egyre hatékonyabb gabonatermelés válik szükségessé a növekvő élelmiszer igények kielégítésére. A világ gabonatermelésének hozama az elmúlt 50 év alatt megduplázódott. Az 1960-as évek elején a gabona hozam még nem érte el a hektáronkénti 1,5 tonnát, 2008-ban pedig már meghaladta a 3,5 t/ha-t is. Egy időjárási szempontból kedvezőbb év során a termelés meghaladhatja a hektáronkénti 5 tonnát is. [KSH, 2012/b] Ennek legkézenfekvőbb oka a mezőgazdasági rendszerbe kerülő inputok mennyiségének erőteljes növekedése. NAGY 2005-ben tartamkísérletekkel bizonyította, hogy kukoricában 25-32%-os hozamnövekedés is elérhető a műtrágyázás hatására. Azonban ha a növény számára szükségesnél nagyobb mértékben juttatjuk ki a tápanyagokat a talajba (főleg ha ezek mesterséges forrásból származnak), akkor ezzel jelentős mértékben terheljük saját, illetve a következő generációk környezetét, és veszélyeztetjük a termelés folytonosságát.

Igaz ugyan, hogy a kemizálás segítségével javítható a genetikai termőpotenciál, ezen túlmenően számos negatív hatással is számolni kell, mint például, hogy a növények által fel nem használt mikro- és makro elemek felhalmozódnak a talajban, károsítva annak tápanyag és vízellátó képességét (nitrát lemosódás, eutrofizáció stb.) és veszélyeztetik a mezőgazdálkodás fenntarthatóságát. Továbbá problémák merülhetnek fel a termés minőségében és a károsítókkal szembeni ellenálló képessége is csökkenhet. [LÁNG és CSETE, 1992] A világ élelmiszer szükségletének biztosítása nem oldható meg a műtrágyák teljes mértékű elhagyásával. Nem szabad elfelejteni, hogy az élelmiszer növények előállítására komoly terhelést jelent a környezetre. A legkomolyabb károkat a nitrogén és foszfor szakszerűtlen felhasználásából származhatnak. [CSATHÓ és RADIMSZKY, 2007]

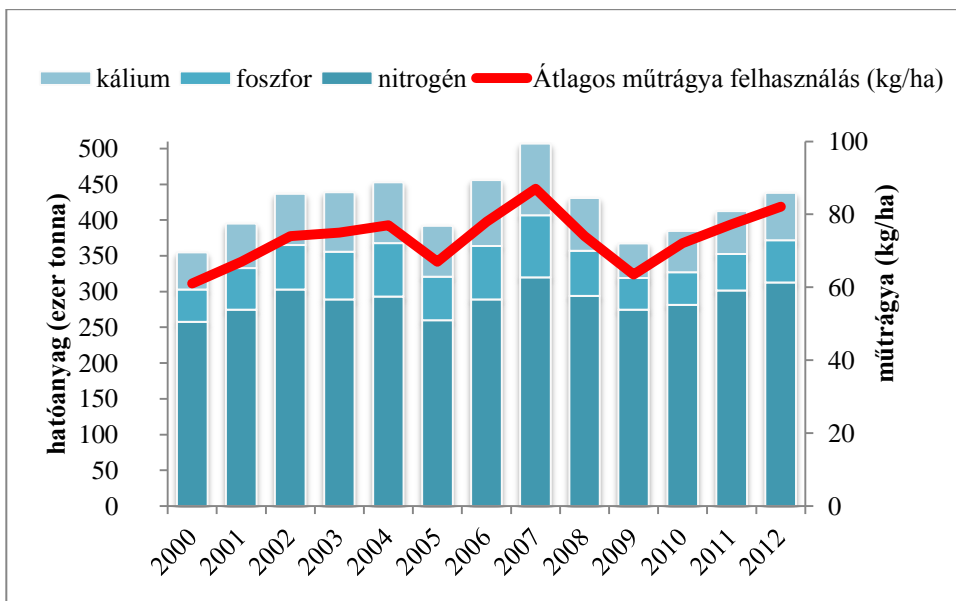
2.2.1.2. Irracionális műtrágya felhasználás

A nitrogén, foszfor és kálium hatóanyagot tartalmazó műtrágyák felhasználása a világon megtízszereződött 1950 és 1990 között. [CSATHÓ és RADIMSZKY, 2007] Majd ezt követően a világ és ezen belül az EU-27 műtrágya felhasználása az elmúlt évtizedekben lassú csökkenést mutatott. Ez alól kivételt csak a kijutott nitrogén hatóanyag jelentett, amely 2005 és 2007 között kis mértékben növekedett, majd újra csökkenésnek indult. [FAO, 2012] Megjegyzendő, hogy 2005. évi időjárás jelentős aszálykárokat okozott a mezőgazdasági termelésben.

Magyarországon 1940 és 1985 között rohamosan nőtt a kijuttatott műtrágya mennyisége, amelynek hatására a termésátlagok megháromszorozódtak, amiben közre játszott a gépesítés és az integrált növényvédelem egyre szélesebb körű elterjedése is. Sajnálatos módon ezen termésátlagok ugrásszerű növekedése ahhoz a téves gyakorlathoz vezetett, hogy gyakran pazarolóvá vált az input felhasználás és nem, hogy jobb termésátlagokat érték volna el, hanem romlott a termékek minősége, károsodott a talaj. [LÁNG és CSETE, 1992]

Jelentős csökkenés (80%-os visszaesés) következett be az 1990-es években a műtrágya-használat területén, melynek okát CSATHÓ és RADIMSZKY (2007) a KGST összeomlásában és a nyugat-európai környezetvédelmi előírások szigorodásában látták. Ugyanakkor az 1990-es években megjelentek az alacsony anyag- és energiafelhasználást célzó technológiák is, és egyre inkább előtérbe került a termelés környezetterhelő hatásának csökkentése. [LÁNG és CSETE, 1992]

A magyarországi műtrágya felhasználást vizsgálva az utóbbi évtizedben összességében enyhe növekedés tapasztalható. Még 2000-ben az összes felhasznált műtrágya hektáronkénti mennyisége 61 kg volt. Magyarországon 2012-ben a kijuttatott műtrágya mennyisége már 82 kg/ha. Megfigyelhető, hogy egy-egy a hozamok szempontjából kedvezőtlen év (például 2004, 2007) hatására csökkenés következik be a műtrágyák mennyiségében. (1. ábra)



Forrás: KSH, 2012/a

1. ábra: A műtrágya felhasználás alakulása Magyarországon 2000-2012 között

A műtrágya-felhasználás csökkenése két fő okra vezethető vissza. A csökkenés legfontosabb ökonómiai oka a műtrágya árak rohamos növekedése (2007 és 2008 között Magyarországon a műtrágyák ára megduplázódott), amelyet nem követ az agrároutputok árának emelkedése. Ezáltal a gazdák kénytelenek voltak csökkenteni a kijuttatott műtrágya mennyiségét. Másrészt az Európai Unió tagországai közül egyre több helyen jelennek meg a kijuttatott hatóanyagok mennyiségére vonatkozó kvóták, előírások.

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.

A növénynemesítők folyamatosan fejlesztenek ki bizonyos fertőzésekre, kártevőkre rezisztens növényfajtákat. Mások úgy gondolják, hogy a keresztezések segítségével létrehozott fajtáknál, illetve hibrideknél magasabb hozamot lehet elérni, ha a géntechnológia eredményeit alkalmazva genetikailag módosított fajtákat termesztünk. Azonban a természetbe történő ilyen drasztikus beavatkozásnak az emberi szervezetre gyakorolt hatásai még nem bizonyítottak teljes mértékben.

Az iparszerű, nagyüzemi mezőgazdálkodás legfontosabb kihívásainak leküzdése érdekében a XX. században számos alternatív mezőgazdálkodási stratégia jelent meg [GYŐRFFY, 2002]:

- ökológiai gazdálkodás;
- középutas gazdálkodás;
- ipari mezőgazdaság;
- precíziós növénytermelés.

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.

2.1.1.3. Környezetvédelmi előírások szigorodása

Az Európai Unió agrártermelésre vonatkozó környezetvédelmi előírásait a Közös Agrárpolitika tartalmazza. A Közös Agrárpolitika az 1960-as években még a növekvő termelékenységre koncentrált, amelynek következménye az 1980-as évek végi túltermelés lett. Ennek hatására az 1992-es reform során megfogalmazták a feleslegek csökkentésének koncepcióját és megjelentek az agrár-környezetvédeleméhez kapcsolódó elemek. Az Agenda 2000-ben pedig már megfogalmazták egy fenntartható agrármodell stratégiáját is. [TÖRŐNÉ, 2012] A Közös Agrárpolitika 2013-2020 alapján a mezőgazdasági

földhasználatnak fontos feladata a változatos élőhelyek megtartása, fejlesztése. A következő környezetkárosító tényezőkre kell különös figyelmet fordítaniuk a gazdáknak [EUROPEAN COMMISSION, 2012]:

- talaj-, víz- és a levegőszennyezés;
- természetes élőhelyek felaprózódása;
- vadvilág elvesztése.

Az Európai Unió Közös Agrárpolitikája szerint elő kell mozdítani a környezeti szempontból fenntartható mezőgazdasági gyakorlat alkalmazását. Ez a nem megfelelő gazdálkodási gyakorlat szankcionálásával, illetve a támogatások csökkentésének segítségével valósul meg. Elsődleges célja, hogy elősegítse a mezőgazdasági termelők részéről a környezetvédelemre, a közegészségügyre, az állat- és növényegészségügyre, az állatjólétre és a munkahelyi biztonságra vonatkozó követelményeket támaztó előírások betartását, a gyorsabb végrehajtást. [EUROPEAN COMMISSION, 2012]

A mezőgazdasági termelés, környezetterhelő hatásával kapcsolatosan kiemelném az Agrár-környezetgazdálkodási Programot (AKG), amelyben az integrált szántóföldi növénytermesztést folytató résztvevő gazdák, a termelt növény fajtájától függően hektáronként 155-220 euró összegű támogatásban részesülnek. Magyarországon integrált szántóföldi növénytermesztés címén az AKG keretében 2010-ben 569 ezer hektár került támogatásra, a támogatás teljes összege pedig 88.350.000 Ft volt. [MVH, 2010]

Az AKG támogatásokhoz kapcsolódó előírások gyakorlatban történő megvalósítását nagymértékben elősegítheti a sokszínű precíziós növénytermelési eljárások, elemek alkalmazása a gazdálkodásban. Az integrált szántóföldi növénytermesztési célprogram során a következő előírásoknak kell megfelelni a támogatási időszak (5 év) teljes ideje alatt 61/2009., illetve az ezt módosító 77/2009. FVM rendelet alapján:

- egy tábla területe 0,3 és 75 hektár közötti: a precíziós növénytermelés lényege, hogy a kezelési egységeket nem táblákban, hanem menedzsmet zónákban határozzuk meg (ezek mérete a gépek pontosságától, illetve a gazdálkodó pénzügyi helyzetétől függ);
- bővített talajvizsgálat⁴ végzése: a precíziós növénytermelés megvalósításához szükséges menedzsmet-zónák lehatárolásának fontos kiindulópontja a DGPS⁵-vel végzett bővített talajvizsgálat eredményei;

⁴ Bővített talajvizsgálat: a talaj pH, KA, vízben oldható sók, humusz, CaCO₃, P₂O₅, K₂O, NO₂+NO₃, Na, Mg, SO₄, Mn, Zn, Cu paraméterekre történő vizsgálata [61/2009. (V. 14.) FVM rendelet]

⁵ DGPS (Differential Global Positioning System – Differenciált Globális Helymeghatározó Rendszer): a GPS műholdakról érkező információk kiegészülnek egy a földfelszínen elhelyezett referencia jellel és ez alapján kerül meghatározásra a pontos koordináta.

- évente földhasználati és tápanyag-gazdálkodási terv készítése és végrehajtása: ehhez dokumentációs alapot nyújtanak a precíziós növénytermeléshez szükséges kijuttatási tervek/térképek;
- a növényvédelmet dokumentált növényvédelmi megfigyelések, előrejelzések alapján kell végezni: a precíziós növénytermeléshez szükséges kijuttatási tervek ehhez dokumentációs alapot nyújtanak.

Az egyre szigorodó környezetvédelmi előírásoknak megfelelően például a nitrát-érzékeny területeken (amibe beletartozik Magyarország területének 48%-a) meghatározzák a maximálisan kijuttatható nitrogén hatóanyag mennyiségét, ami jelenleg hektáronként 170 kg. [NYÁRS, 2009]. A kijuttatott nitrogén hatóanyag mérséklésére Dániában szigorúbb határértéket vezettek be 1994-ben, egy hektárra maximum 134 kg nitrogén hatóanyagot lehet kijuttatni (beleértve a szerves- és a műtrágyát is). A kvóta mértéke talajtípustól és a termesztett növény fajtájától függően változhat. [ECONOMIC INSTRUMENTS, 2008] A mezőgazdasági termelésre vonatkozó környezetvédelmi előírások további szigorodásának (illetve a műtrágya árak további nagymértékű növekedésének) hatására megnőhet az olyan agrár-műszaki fejlesztések fontossága, amelyek segítségével a gyakorlatban is megvalósítható a versenyképes, de ugyanakkor a környezetet kevésbé terhelő agrártermelés. [HEIJMAN és LAZÁNYI, 2007; TAKÁCS-GYÖRGY et al., 2002] Például a precíziós tápanyagpótlási rendszerek segítségével az egy hektár átlagára számított hatóanyag mennyisége alatta marad a kvótákban meghatározottaknak. Ugyanakkor a precíziós kezelés révén, egyes táblafoltokon megtakarítható az a hatóanyag mennyiség, amelyet egy jobb hozampotenciállal rendelkező táblafolton többletként kijuttathatunk [LENCSES és TAKÁCS-GYÖRGY, 2009].

2.3. MŰSZAKI FEJLESZTÉS A MEZŐGAZDASÁGBAN

A műszaki fejlesztés soha sem lehet öncélú, mindig a gazdasági fejlődésre és a kitűzött termelési célok elérésére kell irányulnia, elsődleges feladata a kutatási eredmények gyakorlati keretek közötti megvalósítása. A műszaki fejlesztések végső soron a jövedelemtermelő képesség fokozását eredményezik és végső céljuk a gazdasági növekedés. [KAPRONCZAI, 2011] A műszaki fejlesztés lehetőséget teremt a termelés hatékonyságának növelésére, annak köszönhetően, hogy magába foglalja a technikai, technológiai, biológiai és kémiai alapok fejlesztését és a humán erőforrás képzését. A műszaki fejlesztés gerince minden esetben a gépesítés, amely során a termelési tényezők tudatos és tervszerű összhangját kell elérni. [DIMÉNY, 1975] A műszaki fejlesztés feladata, hogy a kutatások eredményeiből, az arra érdemeseket, a felhasználókhöz eljuttassa. [HUSTI, 2008] A műszaki fejlesztések során is érvényes a Liebig-féle minimum törvény, ugyanis a termelési eredményt az

annak eléréséhez szükséges tényezők közül éppen az befolyásolja leginkább, amelyik a legkisebb mértékben van jelen. [DIMÉNY, 2002] Ez alapján elmondható, hogy hiába rendelkezünk a legmodernebb növénytermelési eszközökkel (hardver és szoftver oldalon egyaránt), hogyha a rendelkezésre álló humán erőforrás szakértelme hiányos ezen a területen. Ugyanakkor a magas fokú szakértelem sem képes ellensúlyozni a megfelelő anyagi és gazdasági feltételek hiányát.

Magyarországon a műszaki fejlesztések ugrásszerű növekedése az 1970-es évekre tehető, ami a tudományosan megalapozott műszaki fejlesztéseknek is köszönhető. Az 1990-es évek gazdasági-társadalmi változásainak következtében visszaesett az agrártermelés (mind mennyiségileg, mind pedig minőségileg). Az 1970-es években még körülbelül 80 féle termelési rendszer működött, megoldást keresve a mezőgazdaság gyakorlati problémáira. Ezek közül az innovációs központok közül mára csak néhány maradt meg. [DIMÉNY, 2002] Ez a néhány megmaradt vállalkozás azonban még ma is élen jár a technológiai újítások fejlesztésében, illetve azok gyakorlati elterjesztésében.

A technikai, technológiai fejlesztés az erőforrásokat jellemző szűkösség viszonyai között meghatározó tényezője a potenciális kibocsátás növelésének, és jelentős szerepet tölt be a reálkibocsátás szintjének meghatározásában. A magyar mezőgazdasági technika műszaki színvonala messze elmarad a fejlettebb európai országokétól.

A magyar mezőgazdaság 1987-ben érte el a legmagasabb beruházási értéket (akkori áron 37,5 milliárd Ft), ez az érték 30%-kal esett vissza 1990-re. A mezőgazdasági jellegű beruházásoknak a visszaesése azonban nem állt meg itt. Az 1991-re már a felére esett vissza. A visszaesés 1995-re pedig elérte 60%-ot. [LEHOTA, 2003; KAPRONCZAI, 2011] Nem csak a mezőgazdasági beruházások összes értékei estek vissza, hanem jelentősen változott a beruházások pénzügyi forrásainak összetétele is. Az 1980-as években gyakori volt a 80% feletti saját forrás arány, 1992-től kezdve azonban nem érte el az 50%-ot sem. Sajnálatos tény az is, hogy egy 2005-ben végzett felmérés szerint a mezőgazdasági beruházásoknak 43%-a nem volt kellően megalapozott. A kedvező támogatási lehetőségeknek köszönhetően az erőgépek területén túlfejlesztett sok gazdaság, azonban a munkagépekre alig költöttek. A rendszerben való fejlesztés koncepcióját felváltotta az ad hoc jellegű beruházási döntés. [HUSTI et al., 2006]

Sajnálatos módon nem csak a létesítő beruházások maradtak el, hanem sok esetben nem fordítottak pénzt a pótlást célzó beruházásokra sem. A műszaki fejlesztések elmaradásának következtében az agrárágazat alkalmazkodó

képessége gyengült, romlott a termelés hatékonysága, csökkent a jövedelemtermelő képesség, ami további fontos beruházások elmaradásához vezetett. [HUSTI et al., 2006]. A magyar mezőgazdaság jelenlegi műszaki színvonala elmarad az európai országokétól. A hatékony, minőségi ártermelés azonban csak korszerű technikával valósítható meg. [KÉSMÁRKY-GALLY, 2006]

A műszaki fejlesztés eredményei a gyakorlatban leginkább a termelési technológiákban valósultak meg. Az agárműszaki fejlesztések területén egyre sürgetőbbé válnak a technikai-technológia innovációk. Az Oslo kézikönyv szerint innovációs tevékenységnek tekintendő: „mindazon tudományos, technológiai, szervezési, pénzügyi és kereskedelmi lépés, amely az innováció megvalósítását ténylegesen szolgálja vagy irányítja.” [OSLO MANUAL, 2006]

DIMÉNY (1975) megfogalmazásában a műszaki fejlesztés a gazdasági fejlődésre és a kitűzött célok elérésére irányított műszaki-gazdasági tevékenységek összefüggő rendszere. A mezőgazdasági műszaki fejlesztés egyik sokat vizsgált területe napjainkban a precíziós növénytermelés. A precíziós növénytermelés egyszerre képes javítani a munka termelékenységét, a termelési színvonalat, a munka technikai feltételeit és növelni a terméshozamokat, javítani a minőséget és figyelembe venni a fenntartható fejlődés igényét. Mivel ezek a tényezők képezik a műszaki fejlesztés célrendszerét [KÉSMÁRKY-GALLY, 2006] ezért megállapítható, hogy a precíziós növénytermelés alkalmazása teljes mértékben megfelel a műszaki fejlesztés fogalmának. Továbbá a precíziós növénytermelési technológia több szempontból kimeríti az innováció fogalmát is. (1. táblázat)

1. táblázat: A precíziós növénytermelés és az innováció

Innováció megjelenési formája	Hogyan felel meg ennek a szempontnak a precíziós növénytermelés?
termék innováció	megvalósításához szükséges eszközök a gyártók szempontjából jelentenek termék innovációt
műszaki innováció	új termelési módszer, mivel a korábbi táblaszintre optimalizált termelési elgondolás helyett a mikro-termőhelyi adottságokra alapozva történik az inputok tervezése, kijuttatása, és nyomon követése
környezeti innováció	precíziós növénytermelés elsődleges szempontja a környezet minél kisebb mértékű károsítása, az inputok talajban való káros felhalmozódásának kiküszöbölése
szervezeti innováció	változások szükségesek a tervezésben és a munkaszervezésben

Forrás: LENCSES és TAKÁCSNÉ, 2010 alapján

2.4. PRECÍZIÓS NÖVÉNYTERMELÉSI TECHNOLÓGIA

A precíziós növénytermelés számos különböző néven ismert a hazai és a nemzetközi szakirodalomban, ezek közül a legtöbbet használták a következők: precíziós gazdálkodás, helyazonos, illetve helyspecifikus növénytermelés, differenciált mennyiségű input kijuttatás.

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 kijuttatott 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.

NEMÉNYI és munkatársai (2001) definiálták a különbséget a precíziós és a helyspecifikus technológia között. A helyspecifikusság adott helyre alapozott kezelést jelenti (kezelések helye 1-2 méteres pontossággal kerül rögzítésre), míg a precíziós technológia azt jelenti, hogy adott helyen az előírt mennyiségben kerülnek kijuttatásra az inputok.

Álláspontom szerint a precíziós növénytermelési technológia ennek a két megfogalmazásnak az egységét kell, hogy jelentse. Vagyis szükséges az információk és adatok GPS-szel történő rögzítése, és az adott helyről származó információk alapján meghozott döntések eredményeként meghatározott inputok mennyiségének pontosan a megadott helyre történő kijuttatása. A termőhelyi adottságokhoz alkalmazkodó, a táblán belül változó technológiát alkalmazó termelési módot, amely kihasználja a távérzékelés, a térinformatika, a geostatistika vívmányait precíziós növénytermelésnek nevezzük. [GYÖRFFY, 1999]

A precíziós növénytermelés elsődleges céljai a jövedelmezőség növelése, a fenntarthatóság megvalósítása, a termés minőségének javítása, hatékony növényvédelem és az erőforrások (víz, talaj stb.) színvonalának fenntartása. [PECHMANN és TAMÁS, 2002; GRISSO et al., 2009]

A precíziós (helyazonos) növénytermelési technológia képes optimalizálni az inputokat (műtrágya, növényvédő-szer stb.) a táblafoltok szintjén. Továbbá ennek a technológiának az alkalmazása növeli a hozamok nagyságát, csökkenti a növénytermelés környezetterhelő hatását, a helyazonos kijuttatásnak köszönhetően, ami a talajadottságoknak megfelelően optimalizálja az inputok

nagyságát. [SWINTON, 1997; BATTE, 1999; SZÉKELY et al., 2000; ØRUM et al., 2001; KIS és TAKÁCSNÉ, 2004; PECZE, 2008; CSIBA et al., 2009/b; TAKÁCSNÉ, 2011;] A precíziós technológiával irányított agronómiai kezelések annál hatékonyabbak minél inkább lokálisan illeszkednek a környezeti tényezőkhöz. [REISINGER et al., 2007]

A precíziós növénytermelés megvalósításának három fő sarokpontja az információ (növénytulajdonságok, talajadottság, várható időjárás, károsító- és kártevő-populáció, betakarított hozam, piaci előrejelzés stb.), a technológia (valós idejű szenzorok, gépek vezérlése – differenciált kijuttatás, számítógép alapú rendszerek – GIS térképek, GPS) és a menedzsment színvonala (a hagyományos menedzsment képességeket az input és a hozam kapcsolatát feltáró adatbázisra építve alkalmazza táblafoltonként). [GRISSE et al., 2009]

A precíziós növénytermelés a térben változó, heterogén eloszlású, a termelést befolyásoló tényezők (talaj, kórokozók, kártevők, gyomnövények) helyspecifikus kezelését célozza meg. JOLÁNKAI és NÉMETH (2007) ezt a megfogalmazást kiegészíti azzal, hogy a precíziós növénytermelés lényegi eleme a termőhelyi viszonyokhoz való minél pontosabb termesztéstechnológiai adaptációra való törekvés. Bármennyire is pontos egy növénytermelési technológia, ha nem veszi figyelembe az eltérő körülményeket, és nem ez alapján határozza meg, illetve változtatja a kezeléseket nem tekinthető precíziós növénytermelésnek. [BENEDEK, 2011]

SWINTON és LOWENBERG-DeBOER (2001) azokat a rendszereket tekintik precíziós növénytermelési rendszernek, amelyek alkalmazzák a GPS, GIS⁶ és VRT⁷ technológiákat. Ezen technológiák együttes alkalmazása csökkenti a mezőgazdasági termelés kockázatát. A több és pontosabb információk révén növekszik a növénytermesztési folyamat kontrolálhatósága és a termelés inputfelhasználásának hatékonysága. A precíziós termesztés a helyi, táblán belüli viszonyokhoz és igényekhez igazodó termesztést jelenti. Ennek szerves része a szabatos mérés és ahhoz kapcsolódóan a pontosan szabályozott beavatkozás. [LOWENBERG-DeBOER, 1999; FEKETE, 2000] Vagyis a precíziós növénytermelés egy elektronikus megfigyelő rendszeren alapuló technológia, amely ellenőrzi az inputok helyspecifikus alkalmazását, ütemezi a műveleteket és megfigyeli a termelést és a dolgozókat. [LOWENBERG-DeBOER és BOEHLJE, 1997] Más szerzők ezt kiegészítik azzal, hogy beépül a termelésbe az elektronika és például a munkagépekre szerelhető elektronikus levélanalizátor – amely segítségével menetközben következtetni lehet a növények tápanyag ellátottságára. [AUERNHAMMER, 2001; NEMÉNYI et

⁶ GIS: Geographic Information Systems – Földrajzi Információs Rendszer

⁷ VRT: Variable Rate Technologies – Differenciált Kijuttatási Rendszer

al., 2001; CSETE, 2005]. Ez a rendszer képes a heterogén, változó termőhelyi körülmények azonítására, elemzésére és a műveletek irányítására (akár időbeli késleltetéssel – off-line⁸, akár időbeli késleltetés nélkül – on-line⁹). [FEKETE, 2000; PEDERSEN et al., 2004]

A szakirodalomban a precíziós növénytermelés fogalmát meghatározó leírások közös vonása, hogy a növénytermelési rendszert akkor tekinti precíziósnak, ha a folyamatba valamilyen szinten beépül az informatika és az automatizálás. A gondot viszont az jelenti, hogy még egy teljesen leegyszerűsített növénytermesztési folyamat is minimum négy különböző tevékenységből áll (tápanyagpótlás, vetés, növényvédelem, betakarítás), melyek mindegyike végezhető konvencionális, illetve precíziós módszerekkel is.

Ahhoz, hogy a későbbiek során vizsgálni lehessen a precíziós növénytermelési technológia terjedését szükséges annak meghatározása, hogy mikor nevezhető egy gazdaság precíziós növénytermelést folytatónak. A kérdés az, hogy vajon csak akkor nevezünk egy mezőgazdasági vállalkozást precíziós növénytermelést folytatónak, ha minden növénytermesztési munkaművelet során alkalmazza az elektronika és informatika nyújtotta lehetőséget. Esetleg már akkor is, ha például automatikus kormányzást használ, de nem változtatja menedzsment-zónánként a kijuttatandó inputok mennyiségét.

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, amelyek megszerkesztéséhez szükség van a DGPS-szel kombinált talajvizsgálatra és 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.

Egy másik nézőpont szerint a precíziós növénytermelés nem egyszerűen egy újabb növénytermelési módszer, mivel egyik fő célja a növénytermelési tevékenység döntési folyamata során a bizonytalansági változók súlyának csökkentése, a jobb és pontosabb információk révén, valamint a nem befolyásolható tényezőkre történő magasabb szintű reagálás segítségével. [BLACKMORE, 1994; WHELAN és McBRATENY, 2000; PEDERSEN,

⁸ Off-line (utó-feldolgozás): a mintavételezés, az adatfeldolgozás és a kezelés időben és térben elválnak egymástól.

⁹ On-line (valós idejű): kamerák, szenzorok adatait a traktor fedélzeti számítógépe feldolgozza és ennek megfelelően azonnal megtörténik a precíziós kezelés.

2003; DOBERMANN et al., 2004] A precíziós növénytermelési technológia menedzsment eszköz-voltának forrása, hogy segítségével a döntések az egyes táblafoltok igényei alapján külön-külön hozhatók meg. Így menedzsment-zónánként lehetőség van az inputok optimalizálására és ez által a jövedelem maximalizálására. Az így meghozott döntések pedig a precíziós növénytermelési elemek segítségével megvalósíthatóak a gyakorlatban. [GRISSE et al., 2009] A precíziós növénytermelés lényegét NÉMETH és munkatársai (s.a.) abban látták, hogy a rendszer képes azonosítani, elemezni és irányítani a műveleteket, a változó termőhelyi adottságoknak megfelelően. Az inputok optimalizálását tartva szem előtt, ugyanakkor figyelve a termőföld védelmére is. Tehát a precíziós növénytermelést, mint egy, az informatikára és a technológiára épülő farmmenedzsment rendszert határozzák meg.

A termelés munka- és tőkeigényét növeli a precíziós növénytermelési technológia alkalmazása, ugyanakkor magában rejti a hozamnövekedés lehetőségét is. Makrogazdasági szinten csökkenti a peszticid felhasználást, javítja a biodiverzitást, növeli a mezőgazdasági jövedelmet és növeli az agrárszektor termelékenységét is. [JACOBSEN et al., 2011] Véleményem szerint nem szabad a precíziós növénytermelési technológiát csak egy újabb növénytermelési módszerként vagy csak egy újabb menedzsment eszközként kezelni. A precíziós növénytermelést egyszerre kell növénytermesztési módszerként és menedzsment eszközként felfogni és alkalmazni. Tehát a technológia értékelése során figyelembe kell venni egyrészt azt, hogy alkalmazása milyen hatással van az előállított outputok mennyiségére és minőségére, mindehhez milyen mértékű és összetételű input felhasználásra van szükség. Másrészt meg kell vizsgálni azt is, hogy milyen mértékben befolyásolja a menedzsment munkavégzését, a munkaszervezést és a döntéshozatali eljárásokat.

2.4.1. A precíziós növénytermelés elemeinek bemutatása

NÉMETH és munkatársai 2000-ben célul tűzték ki egy termőhely-specifikus rendszer kidolgozását és széleskörű elterjesztését Magyarországon, ez alapján a rendszer alappillérei a következők:

- a műholdas navigációval támogatott talajmintavétel, talajvizsgálatra;
- differenciált kijuttatási rendszer:
 - a tápanyag-visszapótlás, tápanyag-ellátottsági térkép (off-line) vagy N-szenzor segítségével (on-line);
 - precíziós vetés (a tőszám beállítás menedzsment-zónánként);
 - a növényvédelem, gyomborítottsági térkép (off-line) alapján vagy szenzorok (pl. infra-kamera, levél-analizátor stb.) segítségével;
- hozamtérképek készítése (kultúrnövényre ható valamennyi tényező együttes hatását mutatja).

A teljes precíziós növénytermelés sikeres megvalósításához a következő lépéseket kell megtenni [GRISSO et al., 2009] (2. ábra):

1. Aktuális információk áttekintése: talajvizsgálati térképek, károsító és kártevő térképek, csapadék-adatok áttekintése, korábbi növénytermelési információk.
2. Hozam adatok gyűjtése: hozamváltozékonyságok meghatározása.
3. Eredmények vizsgálata.
4. Adatok kiértékelése: döntés alapjául szolgáló térképek elkészítése.
5. Stratégia kidolgozása, kezelési tervek kidolgozása.

A termőhely ismerete elengedhetetlen a helyes mezőgazdasági beavatkozások megvalósításához. Minél jobban tudjuk irányítani, szabályozni a táblafoltok szintjén a szántóföldi műveleteket annál jobban növekszik a precíziós növénytermelés jövedelmezősége. Ehhez azonban ismernünk kell a rendelkezésünkre álló információk megbízhatóságát, tudni kell, hogy mire használhatók ezek az információk, mennyi pénzbe és időbe kerül az információk előállítása és a döntéshozatal.

A precíziós növénytermelés műszaki feltételrendszere a korszerű mezőgazdasági gépek kiegészítésével, illetve továbbfejlesztésével jön létre. A korszerű erő- és munkagépek szinte mindegyike alkalmas az ilyen jellegű továbbfejlesztésre. Az első feladat tehát az, hogy a gépeket alkalmassá tegyük:

- egyrészt a megfelelő információk rögzítésére, továbbítására;
- másrészt az információk alapján született döntések automatikus megvalósítására.



Forrás: GRISSO et al., 2009

2. ábra: A precíziós növénytermelés eszközei és az információáramlás folyamata

2.4.1.1. Precíziós tápanyagpótlás

A növénytermelés során kiemelt helyet érdemel, a hozambiztonság szempontjából, a megfelelően átgondolt, jól megtervezett és táblafoltokra racionalizált tápanyagpótlás. A korábbi, és még ma is elterjedt, táblaszintű, homogén tápanyag kijuttatási gyakorlat egyrészt magasabb ráfordítás nagyságot, és így magasabb költséget jelent, másrészt pedig a növény által fel nem vett, többlettápanyag növeli a gabonatermelés környezetterhelő, környezetkárosító hatását, kockáztatva ezzel a hosszútávon fenntartható agrártermelést.

A nagyobb táblákra általában heterogén talaj tulajdonságok jellemzők. Magyarországon már az 1950-es években foglalkoztak talajtérképek készítésével [GYÖRFFY, 2002], a talajviszonyok és a termés kapcsolatának vizsgálatára. A talaj tulajdonságainak heterogenitása kedvezőtlenül hat a tápanyag-gazdálkodás és a betakarítás tervezése és a megvalósítása során. [VÍG et al., 2007] A termelési tényezők változatossága szükségessé teszi a termőhelyi adottságok és a termesztett növények termőhelyi igényeinek összeegyeztetését, a kezelési egységek méretének csökkentését és a jól körülhatárolt technológiák alkalmazását. [LÁNG és CSETE, 1992]

A precíziós tápanyagpótlás tervezése során a cél a haladás közben változó, de menedzsment-zónánként azonos mennyiségek kijuttatása. A konvencionális gépek könnyen alkalmassá tehetők a precíziós tápanyagpótlásra egy DGPS antennavevő együttes, egy ellenőrző fedélzeti számítógép és egy elektronikus szabályozó automatika segítségével. [MESTERHÁZI et al., 2001; TAMÁS, 2001]

A precíziós talaj-mintavételi módszer lehetőséget teremt a táblán belüli heterogenitások vizsgálatára, rögzítésére. A területi változékonyságnak megfelelően készülnek a tápanyag-visszapótlási tervek. [SZÉKELY et al., 2000] Az ebből származó információk pedig alapul szolgálnak a terméslehetőségek maximális kihasználásához.

A precíziós tápanyagpótlás gyakorlati megvalósításának alapja a terméseredmények, a talaj tápanyagtartalmának táblafolt szintű ismerete. Ezen információk megszerzéséhez szisztematikusan megtervezett talajminta vételezésre (DGPS-vel kiegészítve) van szükség. Ennek előnye, hogy a későbbiek során ugyanazon a ponton végezhető el az új mintavétel (így nyomon követhetők a változások), illetve a kezelések ezekhez a pontokhoz igazíthatók. Ma már elérhetők úgynevezett „on-the-go” talaj szenzorok (elektromos talajjellenállás mérő, optikai szenzor stb.), amelyek segítségével ez a munka

még pontosabbá tehető. Ezáltal lehetőség van például a talaj kötöttségének, pH értékének azonnali meghatározásra. [ADAMCHUK et al., 2004] Az így kapott pontos információk alapján készülnek el a tápanyag-kijuttatási tervek, amelyek a menedzsment-zónánként optimalizált hatóanyag mennyiségeket tartalmazzák.

Ha a tervezhető termést jól határozzuk meg, a növény igényének megfelelő tápanyag-mennyiség megállapítása már egyszerű. Nagy hibalehetőség van azonban a tervezhető termés megállapításában. Minél nagyobb a precíziós tápanyag-gazdálkodás adatbázisa, annál pontosabb lesz a termés-talajvizsgálati adatok-tápanyagmérleg együttes értékelésével megállapított tervezhető termés.

Mivel előfordulhat, hogy a műtrágyázásra fordítható pénzösszeg nem elegendő a talajellátottság növeléséhez (sokszor még a jelenlegi szint fenntartásához sem), ezért a tápanyag-gazdálkodásra rendelkezésre álló pénznek a lehető leghatékonyabb felhasználása alapvető szempont. A differenciált tápanyagpótláson belül, a megfelelő szoftverrel, lehetőség van arra is, hogy a kijuttatás szükségességéről kapjunk információkat.

Az elkészült műtrágya-kijuttatás tervek, egy SD-kártya segítségével betáplálhatók a kijuttatást végző erőgép/munkagép fedélzeti számítógépébe. Ez alapján a terv szerint oda és annyi műtrágya/szerves trágya kerül kijuttatásra, amennyi szakmailag indokolt. A rendszer munka közben rögzíti a ténylegesen kijuttatott mennyiségeket is, így arról is térképet lehet készíteni. Lehetőség van folyékony és szilárd műtrágya precíziós kijuttatására egyaránt.

A precíziós növénytermelés alkalmazásával a racionális, a talaj tulajdonságait kisebb foltokban (menedzsment zónákban) figyelembe vevő, táblafolt szintű kijuttatással optimalizálható a felhasznált műtrágya, illetve szerves trágya mennyisége, ezáltal összességében csökkenthető a kijuttatott inputok mennyisége, illetve a talajban való felhalmozódás. [SMUK és MILICS, 2012] Amennyiben az eltérő talajtulajdonságú parcellák szintjén kerül optimalizálásra a tápanyag felhasználás, érdemi költségmegtakarítás nem érhető el, viszont a táblaszintű jövedelem nő. [LENCSES és TAKÁCSNÉ, 2008] Kukoricában végzett szántóföldi kísérletek alapján a precíziós tápanyagpótlás hatására a kultúrnövény állomány sokkal homogénebb képet mutat, mint az előző évi konvencionális művelés során. [PECZE et al., 2001] A precíziós tápanyagpótlás során ugyan egyes táblarészekben az átlagosnál több, míg más táblarészekben az átlagosnál kevesebb tápanyag kerül kijuttatásra, ugyanakkor a hozam táblánkénti eloszlása egyenletesebbé válik, és akár 15-20%-os termésmenyevedés is tapasztalható. [BENEDEK, 2011] A precíziós tápanyagpótlás hatására már az alkalmazás első évében emelkedik a magasabb hozammal bíró menedzsment-zónák részaránya a táblában, ugyanakkor a kezelések magasabb működési költségének hatására a konvencionálishoz képest nagyobb mértékű veszteség

alakul ki. A nagymértékű veszteség oka, hogy a tápanyagokat mono műtrágyák formájában juttatták ki, több menetben. [SMUK et al., 2010; SINKA, 2009] Egy tápanyagban jól ellátott és relatíve homogén tábla esetében nem érhető el anyagköltség megtakarítás a precíziós tápanyagpótlás alkalmazásával a konvencionális trágyázáshoz képest. [SULYOK et al., 2011; REISINGER és SCHMIDT, 2012] Azonban egy relatív heterogén és ugyanakkor jó tápanyag-ellátottságú tábla esetében átlagosan 20-30%-os anyagköltség megtakarítás is elérhető. [LENCSEÉS és TAKÁCSNÉ, 2009] Az egy menetben történő precíziós növényvédelmi kezelésekkel kapcsolatban folyamatosan folynak a műszaki fejlesztések.

2.4.1.2. Precíziós vetés

A precíziós vetés alkalmazása során a traktorban elhelyezett fedélzeti számítógép rögzíti a már bevetett sorokat, és amikor a vetőgép újra azokba a cellákba ér, ahol már korábban vetett, letiltja a vetőelem működését. A precíziós vetés révén az átfedésmentesség mellett megvalósítható a menedzsment-zónánkénti tőszámszabályozás. A tőszámszabályozásnak köszönhetően a gyengébb tápanyagellátottságú területekre kevesebb vetőmag kerül kijuttatásra. [REISINGER és SCHMIDT, 2012] A precíziós vetéssel a kijuttatott vetőmag mennyisége 3-5%-kal csökkenthető a konvencionális vetéshez képest. [SINKA, 2009; JACOBSEN et al., 2011]

2.4.1.3. Precíziós növényvédelem

A precíziós növényvédelmi eszközök alkalmazásának azokon a területeken van létjogosultsága, ahol a táblán belüli gyomborítottsági foltok előfordulása jelentősen eltér egymástól, illetve számos folt a kárküszöb szint alatti gyomborítottságú [GERHARDS et al., 2002] A precíziós növénytermeléshez kapcsolódóan infravörös technikával lehatárolhatók bizonyos vírus tünetek és kártevők jelenléte, illetve a kártétel mértéke. [KUROLI et al., 2007]

A precíziós növényvédelmi módszerek fejlődésének köszönhetően lehetséges a herbicid dózisok menedzsment-zónánkénti változtatása a megfelelő szoftver és hardver háttér mellett. REISINGER és munkatársai (2007) vizsgálták, hogy a 3 hektárnál kisebb menedzsment-zónák kialakítása, hogyan hat a növényvédelem költségeinek alakulására. Megállapították, hogy a fél hektáros mintasűrűség nem adott többletinformációt a 3 hektár pontossággal vett mintához képest. A fél hektáros mintavétel pótlólagos ráfordítás, amely hektáronként 8000 Ft-tal növelte a munkaerő költséget és a laborvizsgálat költsége is hektáronként 2600 Ft-ra növeli a növényvédelem költségét. A konvencionális herbicid kijuttatáshoz képest a precíziós növényvédelemmel hektáronként több mint

1000 Ft herbicid költség megtakarítás érhető el. Hasonló vizsgálatokat végezve napraforgóban hektáronként 16,3 € (azaz kb. 4700 Ft) többletjövedelem realizálódik a 18%-os peszticid megtakarítás következtében. [REISINGER et al., 2008]

A herbicid megtakarítás igen széles intervallumban változhat a precíziós növényvédelemnek köszönhetően, meghaladhatja az 50%-ot és akár elérheti a 75%-ot is. [TIMMERMANN et al, 2001; HEISEL et al., 1996] Az off-line precíziós növényvédelmi kezelések során az előzetes gyomfelvételezés alapján gyommentesnek minősített táblafoltokon a gyomirtás elhagyásával őszi búzában akár 50%-os herbicid megtakarítás is elérhető. [NORDMEYER, 2006; REISINGER és CSUTORÁS, 2008] Szintén őszi búzában végzett vizsgálatok alapján a kétszikű gyomok elleni védekezés esetében 43%-os herbicid megtakarítás is elérhető, míg az egyszikű gyomok elleni védekezés során ez a megtakarítás akár a 76%-os is elérheti. [REISINGER, 2011] A precíziós növényvédelem alkalmazásával kukoricában akár a herbicidek 17-40%-a is megtakarítható a gyomfoltok előfordulási gyakoriságának függvényében. [SÁNDOR, 2010]. A kézi gyomfelvételezéssel összekötött precíziós növényvédelemnek köszönhetően akár 40-60%-kal csökken a herbicid felhasználás. [GERHARDS és OEBEL, 2006; SINKA, 2009]

PEDERSEN és munkatársa 2004-ben az on-line, detektoros precíziós gyomirtási rendszereket 5-10 éven belül már minden gazdálkodó számára elérhetőnek becsülték Európa szerte. Bár a magyarországi gyakorlatban is elérhetők a precíziós növényvédelem on-line eszközei, mégis Magyarországon az adatbázisra épülő off-line módszerek alkalmazása az elterjedtebb. [REISINGER és CSUTORÁS, 2008] Véleményem szerint, amíg az off-line eszközökkel hasonló herbicid megtakarítás érhető el, mint az on-line eszközökkel, addig a gazdák inkább az off-line eszközöket fogják választani, ha az on-line érzékelők ára nem válik alacsonyabbá.

A gyomflórára vonatkozó műholdas adatok hatékony felhasználását nehezíti a nem elégséges térbeli felbontás, az adatok nagy visszatérési ideje, a felhőviszonyok és a spektrumok lefedettsége. Ezek kiküszöbölhetők a közeli távérzékelős terepi kamerák alkalmazásával. [TAMÁS és REISINGER, 2004] Őszi búzában szántóföldi kísérletek alapján az on-line gyomfelvételezés átlagos gyomfelismerési aránya 80%-os. [REISINGER, 2011] Ez a gyomfelvételezési arány a precíziós növénytermelés műszaki fejlesztésének köszönhetően egyre javul.

2.4.1.4. Precíziós betakarítás

A precíziós növénytermelés megvalósításának egyik legfontosabb eleme a terméstérképezés. A hozamtérképezés során a betakarítást végző kombájn folyamatosan rögzíti a betakarított termés mennyiségét, nedvesség tartalmát, és a tábla domborzati viszonyaira vonatkozó adatokat. [BLACKMORE és MORE, 1999] A hozamtérképek alapján megismerhetők a táblán belüli hozamingadozások, melyek kiindulópontot adnak a talaj termőképességéről, a termesztési technológia vagy a korábbi trágyázási gyakorlat színvonaláról is. A DGPS vevő a magassági adatokat is rögzíti, így a tábla domborzati viszonyairól is információhoz juthatunk. A betakarítás során gyűjtött precíziós szemnedvességi adatok a talaj vízgazdálkodására és a talaj tápanyag-szolgáltató képességére engednek következtetni abban az esetben, ha nincsenek súlyos technológiai hiányosságok. [SZÉKELY, 2000]

A hozamtérképek elkészítéséhez az aratást végző betakarító gépet fel kell szerelni kiegészítő berendezésekkel, melyek [TAMÁS, 2001]:

- pontosan rögzítik a kombájn helyzetét az adott táblarészen;
- mérik az adott pillanatban a magfelhordón szállított termény mennyiségét;
- dombos területen rögzítik a kombájn vízszintestől való helyzeteltérését;
- mérik a betakarított termény nedvességtartalmát;
- az adatokat számítógép segítségével összegezve megjelenítik a fedélzeti számítógép monitorján.

2001 és 2005 között a szolgáltatásként végzett precíziós betakarítás rohamosan megnőtt. Míg a kezdetekkor, 2001-ben csak 890 ha-on végezték, addigra az első 5 év alatt 75%-kal növekedett a szolgáltatásként precíziósan betakarított terület nagysága. [PECZE, 2007]

Egy, az észak-amerikai gazdálkodók körében végzett vizsgálat megállapította, hogy 1997-ben 17 000 db hozamfigyelésre alkalmas kombájn volt, melynek valamivel több, mint a fele volt DGPS-szel felszerelve. Ugyanez a vizsgálat rámutatott arra is, hogy öt évvel korábban még csak összesen 50 db hozamfigyelésre is használható kombájn volt. [MANGOLD, 1997] A hozamfigyelésre alkalmas helyspecifikus eszközök kezdeti gyors fejlődése után, mára inkább már a helyspecifikus input kijuttatás gyakorlati megvalósításának eszközeit keresik a gazdák.

A hozamtérképekhez kapcsolódón a begyűjtött adatokból lehetőség van úgynevezett jövedelem térképek elkészítésére is, amelyek a gazdálkodó számára még jobban szemléltetik a precíziós kezelések eredményét és segítik a döntés hozatalt. [SMUK et al., 2010]

2.4.1.5. Automatakormányzás, sorvezetés

Az automatakormányzást, illetve a sorvezetést leginkább olyan táblákon célszerű alkalmazni, ahol a kiindulási és a végpont optikailag nem vagy rosszul látható. A térinformatika fejlesztések során ez az első alapvető, viszonylag könnyen üzemeltethető beruházás. [REISINGER és SCHMIDT, 2012] Az automata kormányzásnak köszönhetően az üzemanyagköltségnek akár 25-27%-a, a gépköltségnek, illetve a munkaerő költségeknek 5-7% is megtakarítható a konvencionális növénytermelési technológiához képest az átfedésmentes kezeléseknek¹⁰ köszönhetően. Ezzel együtt 5-10% közötti hozamnövekedés is elvárható. A tőkeszükséglet ugyanakkor 10%-kal növekszik [JACOBSEN et al., 2011] Folytattak kísérleteket arra vonatkozóan is, hogy a sorvezetőt nem egy szántóföldi traktorra, hanem egy permetező helikopterre szerelték fel. A sorvezető még 100-130 km/h repülési sebességnél is alkalmas volt a helikopter navigálására. [CSIBA et al., 2009] Az automata kormányzás segítségével a munkagépek terület-teljesítménye akár 30%-kal is megnövekedhet a fogások ± 2 cm pontosságú illeszkedésének köszönhetően. [KELEMEN, 2013] A sorvezetővel, illetve az automatakormányzással nem csak az átfedések szüntethető meg, hanem az elvégzett feladatok dokumentálása, naplózása is leegyszerűsödik.

2.4.2. A precíziós növénytermelés alkalmazásának hatásai

A nemzetközi szakirodalom alapján a precíziós növénytermelési technológia legfontosabb előnyei a következők [SZÉKELY et al., 2000; ØRUM et al, 2001; GYÖRFFY, 2002; PECZE, 2008; AMBURS et al., 2009; SINKA, 2009; SMUK et al., 2010]:

- hozamnövekedés (mennyiségben és minőségben egyaránt);
- pontosabb és költséghatékonyabb vetés;
- csökkentett kemikália- és víz-felhasználás (a menedzsment-zónánként történő input optimalizálás és az átfedésmentes-kezelések révén), melynek következtében csökken a növénytermelés környezetterhelése;
- csökkentett vetőmag felhasználás (az átfedésmentes-kezelések, illetve a tőszámszabályozás hatására)
- jövedelmezőség javulása;
- az elvégzett munka minőségének javulása;
- javul a termelés nyomon követhetősége.

Azonban ahhoz, hogy ezek az előnyök megvalósuljanak, a gazdálkodóknak rendelkezniük kell a szükséges technikai, műszaki és technológiai eszközökkel

¹⁰ A csatlakozó sorba való visszatérés pontossága 2 cm [REISINGER és SCHMIDT, 2012]

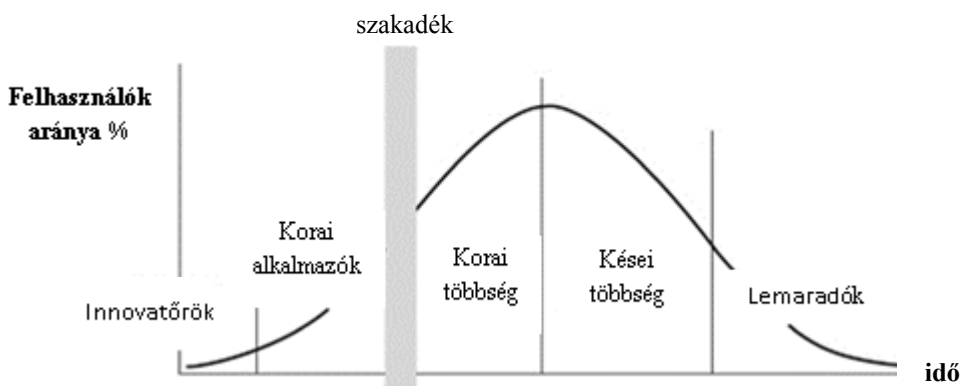
és ismeretekkel. Ahhoz, hogy a növénytermelés során a megfelelő döntéseket hozzuk meg a következő táblafolt-szintű információkra van szükség:

- talajtulajdonság (pl: humusztartalom, kötöttség, mikro- és makroelemek);
- tápanyagszükséglet;
- termesztett növény igényei;
- gyom és kártevő populáció;
- szükséges agrotechnikai beavatkozások;
- betakarított termés mennyisége, minősége;
- meteorológiai adatok.

A műszaki és térinformatikai háttér fejlődése (műholdas hely-meghatározás, korszerű automatikai rendszerek) lehetővé teszi a precíziós növénytermelési technológia gyakorlati alkalmazását. [FEKETE és TAKÁTSY, 2006] Az adatfelvételezés és a munkavégzés pontosságát még tovább kell fejleszteni, ugyanakkor meg kell oldani a különböző gyártók rendszerei közötti átjárhatóságot is. [NEMÉNYI et al., 2001; MESTERHÁZI, 2002]

2.4.3. A precíziós növénytermelési technológia elterjedése

Az adaptáció az innováció diffúzióját, terjedését jelenti. Az egyes technológiák elterjedését a Rogers féle technológia életgörbével szokták vizsgálni. Ez a görbe az alkalmazók és a teljes sokaság egymáshoz viszonyított aránya alapján öt szakaszra osztja a terjedést: innovatőrök, korai alkalmazók, korai többség, kései többség, lemaradók. (3. ábra)



Forrás: [Rogers, 1962]

3. ábra: A technológia-terjedésének életgörbéje

A precíziós növénytermelés elterjedtségét nehéz pontosan elhelyezni a Rogers-féle technológia-terjedési életgörbén, mivel a szakirodalmi források egy része csak egy-egy precíziós növénytermelési elem alkalmazását vizsgálja, mások 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 menedzsmentfüggő.

A nemzetközi szakirodalomban azonban szerencsére vannak próbálkozások a precíziós növénytermelési technológia, illetve azok részelemeinek elterjedésének vizsgálatára. A következőkben a nemzetközi szakirodalom alapján a precíziós növénytermelési technológia elterjedését kívánom bemutatni az 1980-es évekbeli megjelenésétől napjainkig. A technológia terjedésére vonatkozó magyarországi források nem álltak rendelkezésemre.

A precíziós növénytermelés alapfilozófiájának, vagyis a térbeli változásokhoz alkalmazkodó termelés megvalósítását a szatellitekre alapozott GPS technológiák tették lehetővé. A precíziós növénytermelés koncepciójának gyakorlati fejlesztése az 1970-es években vette kezdetét, amikor az USA védelmi minisztériuma pályára állította a GPS helymeghatározáshoz szüksége NAVSTAR-t¹¹. [STAFFORD, 2000] A GPS technológia fejlődésének köszönhetően ma már elérhető a centiméteres pontosságú ingyenesen hozzáférhető alkalmazások is.

Az „egyedileg meghatározott” növénytermelés elképzelését 1983-ban fogalmazták meg JOHNSON és munkatársai, és már ekkor előrevetítették a valós idejű, szenzoros rendszerek és az információ technológia vívmányainak mezőgazdasági alkalmazását.

Az első precíziós növénytermelési alkalmazást 1988-ban fejlesztette ki a SoilTeq az Egyesült Államokban. Ennek az alkalmazásnak a lényege abban mutatkozott meg, hogy a talajmintából generált térkép és a légifelvétel segítségével végeztek „on-the-go” módszerű műtrágya kijuttatást (bár ekkor még a civilek számára elérhető GPS alkalmazások még nem voltak elég pontosak). [STAFFORD, 2000] Az igazi áttörést azonban az 1990-es évek jelentették, amikor a civil GPS-ek megbízhatóbbá váltak, azóta a technológia sokat fejlődött tovább és egyre pontosabbá vált, azonban terjedése még mindig meglehetősen lassú. [ZHANG et al., 2002] A precíziós növénytermelési technológia fejlesztésének központi kérdése az inputok minél kisebb méretű lokális szintű optimalizálásának elérése.

1998-ban az amerikai gazdáknak csak alig 5%-a használt valamilyen precíziós technológiához tartozó eszközt. [McBRIDE és DABERKOW, 2003] Dániában 2004-ben körülbelül a gazdálkodók 9%-a volt sorolható a precíziós

¹¹ NAVSTAR: amerikai globális helymeghatározó műholdrendszer, amely 24 műholdból áll

gazdálkodók közé (általában több mint 200 hektáros területtel), de mindösszesen 10 volt az, aki több precíziós elemet is használt. Ezen gazdálkodók közel 80%-a 200 hektárnál nagyobb területen gazdálkodott. [PEDERSEN et al., 2004] A precíziós növénytermelést folytatók aránya 2010-re 14%-ra növekedett. [LAWSON et al, 2010]

Az Amerikai Egyesült Államok délkeleti részén a gyapottermelők körében 2005-ben végzett vizsgálat alapján (a gazdák 7%-ának válaszai alapján) a válaszadók mindegyike alkalmazta a precíziós növénytermelés legalább 1 elemét. [PAXTON et al., 2011] Az amerikai mezőgazdasági termelők (8500 gazdaság) körében végzett 1998-as kutatás szerint a gazdák alig 4%-a használta a precíziós növénytermelés egy vagy több elemét. [ZHANG et al., 2002] Az ausztrál, a brazil, a dán, az angol és a német gazdálkodóknak mindösszesen csak 1-5%-a alkalmazta a precíziós növénytermelési technológiát 2001-ben. [SWINTON és LOWNBERG-DeBOER, 2001] PEDERSEN és munkatársai 2004-es vizsgálati alapján a svéd gazdálkodók közül körülbelül 300-an, a német gazdák közül pedig körülbelül 200-an alkalmazták a precíziós növénytermesztést. KUTTER és munkatársai (2011) által a német mezőgazdasági vállalkozások körében végzett felmérése alapján, a gazdák 10%-a alkalmazta a precíziós növénytermelés valamely elemét 2009-ben. Ezek a gazdaságok általában 200 és 1000 hektár közöttiek voltak (általában külön embert foglalkoztattak a technológia működtetésére), a döntéshozók pedig egyetemi végzettséggel rendelkező, 30-50 év közötti gazdálkodók voltak.

A precíziós növénytermelési technológia terjedése nagymértékben függött (és még ma is függ) más technológiák fejlettségétől és elterjedésétől. [PAXTON et al., 2011] A legfontosabb kapcsolódó technológiák a következők:

- GPS – globális helymeghatározás;
- távérzékelés és távvezérlés;
- automatikus irányítás (pl: automata kormányzás);
- számítógépes technológiák;
- telekommunikáció.

A precíziós növénytermelési technológia bevezetését a korai alkalmazók általában a hozamtérképezéssel kezdték, ezt követte a precíziós tápanyagpótlás. [PEDERSEN et al., 2004] A kutatások során a leginkább vizsgált területe a precíziós növénytermelésnek a térképekre alapozott módszere, mivel a valós idejű, szenzor-alapú eljárások túlzottan drágák. [ZHANG et al., 2002]

A precíziós növénytermelési technológia bölcsőjének, kiindulási pontjának az Amerikai Egyesült Államokat tekintik, ahol a 1990-es években óriási média figyelmet kaptak az ezzel kapcsolatos kutatási eredmények, fejlesztések. A kezdet kezdetén a GPS-szel kombinált hozamtérképezési módszerek, eszközök

jelentek meg. Az amerikai gazdálkodók 3% használta a hozamtérképezést 1992-ben, Angliában ez az arány nem érte el az 1%-ot sem (200 hozammérő működött) 1997-re már 8%-ra emelkedett. [BALCKMORE és MOORE, 1999; LOWENBERG-DeBOER, 1999] Ugyanakkor 2000-re Angliában elérte a 25%-os részarányt, a GPS-sel kiegészített hozamtérképezés. [GRIFFEN, 2000] Az Egyesült Államokban 2004-ben mezőgazdasági a terület 12%-án alkalmazták a hozamtérképezést. [PEDERSEN et al., 2004]

A precíziós talajminta-vételi eljárások és változómértékű műtrágya kijuttatási rendszerek gyorsan terjedtek a gazdálkodók körében. A GPS alapú talajminta-vételi módszert 1996-ban 29%-ban, 1997-ben 33%-ban, 1999-ben 43%-ban alkalmazták az amerikai gazdák. [MANGOLD, 1997; AKRIDGE és WHIPKER, 1998] Míg a precíziós műtrágya kijuttatás sorvezetővel történő kombinálása 1996-ban a gazdáknak csak 13%-nál fordult elő, addig 1999-re ezt 37%-ra becsülik. [AKRIDGE és WHIPKER, 1998]

A precíziós növénytermelési technológiára vonatkozó kutatásokat számos növényfajta esetében végeztek világszerte, mint például gabonafélék, napraforgó, rizs, burgonya, gyapot, banán. De még zöldségek, gyümölcsök és erdőgazdaságok esetében is alkalmazható. [ZHANG et al., 2002; LUNELLI és ROSSETI, 2010]

2.4.4. A precíziós növénytermelési technológia elterjedését befolyásoló tényezők

A precíziós növénytermelési technológia alkalmazási mintázata teljes mértékben különbözik más mezőgazdasági technológiai innovációk terjedésétől. A különbség legfőbb oka az, hogy más korábbi mezőgazdasági innovációkkal ellentétben a precíziós növénytermelési technológia részegységei önállóan és egymással összekapcsolva is alkalmazhatók. [PAXTON et al., 2011] Ugyanakkor egyes konvencionális növénytermelési gépek kisebb változtatásokkal alkalmassá tehetők a precíziós növénytermelés megvalósítására. Például, nem feltétlenül szükséges egy új kombájn megvásárolni ahhoz, hogy hozamtérképeket készíthessünk, a kombájn korától függően elegendő lehet egy hozammérő és egy fedélzeti számítógép beszerzése is, ami jelentősen csökkenti az átálláshoz szükséges beruházási összeg nagyságát. Ez alapján már egy 5-10 millió forintos beruházással is megvalósítható a precíziós növénytermelés. A saját beruházáson felül azonban lehetőség van a precíziós növénytermelési technológiai idegenszolgáltatásként való igénybevételére is Magyarországon. [MESTERHÁZI et al., 2001]

A technológia terjedésében a kezdetekkor a megfelelő tőke megléte mellett kiemelendő a tömegkommunikációs csatornák jelentősége, illetve a

mezőgazdasági innovációval kapcsolatban a bemutatók, szakmai napok. A potenciális alkalmazók elsősorban ezeken a csatornákon keresztül értesülnek az újítás létezéséről és az alapvető információkról. A kezdeti szakasz után azonban megnövekedik az interperszonális (pl. szakemberek közötti véleménycsere) kommunikációs csatornák jelentősége. A szakmai társakkal – és nem versenytársakkal – szembeni bizalom is meghatározó. [STAFFORD, 2000; KUTTER et al., 2011]

A precíziós növénytermelés széleskörű terjedésének gátját STAFFORD (2000) a következő három kérdéskörben látta:

- a megfelelő színvonalon történő működtetéshez hatalmas mennyiségű adat kezelése szükséges (talaj, hozam, időjárás, piac stb). Ráadásul ezek az információk különböző forrásokból származnak és ezeket össze kell hangolni;
- a szükséges adatok, információk előállítása, egy munka- és költségigényes folyamat eredménye;
- egészében még tudományosan nem bizonyítottak a precíziós növénytermelés előnyei;

Néhány évvel később a precíziós növénytermelés lassú terjedésének okait ZHANG és munkatársai (2002) a következőkben foglalták össze:

- beruházási költség nagysága;
- alkalmazásból származó előnyök ismeretének hiánya;
- korai alkalmazók vonakodása;
- technológiai tudás átadásának hiánya.

Magyarországon a precíziós növénytermelés legnagyobb gátjának a beruházási költségek mértékét tartják, mivel sok esetben nemhogy a fejlesztésre nincsen pénz, de még a termelés alapműveletire sem. [GYÓRFFY, 2002] Ugyanakkor nagymértékben akadályozza a precíziós növénytermelési technológia széles körben történő alkalmazását a kezdeti betanulási nehézség, a kezdeti beruházásokból eredő esetleges veszteségek, és a tudáshiány. [REISINGER és SCHMIDT, 2012; KALMÁR, 2009] Az oktatási programokkal csökkenthetők a technológiai ismeretének hiányosságai [KALMÁR, 2010] Az oktatási programokban (mind a felsőoktatásban mind pedig a szakoktatásban) azért is fontos szerepet kell, hogy kapjon a precíziós növénytermelés, mivel a technológia sikeres működtetéséhez sokrétű szakértelemre van szükség, mint például informatika, műszaki tudományok, agronómia és növényvédelem. [PECZE et al., 2001]

A fent említett okok mindegyike komoly gátja lehetett a precíziós növénytermelési technológia eddigi lassú terjedésének és a jövőben is gátja lehet, ha nem avatkozunk be. Véleményem szerint a technológia lassú

terjedésének elsődleges oka nem a tőke hiányban keresendő, hiszen ez mérsékelhető lenne megfelelő támogatási formákkal, illetve a gazdák közötti együttműködésekkel pl: gépkörök, virtuális (nagy)üzem¹². Az ehhez hasonló stratégiai összefogásoknak az előnye a beruházási és működtetési költségek szétosztásán túlmenően az, hogy az információk megosztásán keresztül javul a közösen kitűzött célok (hatékonyság, minőség, versenyképesség) elérése. [HORVÁTH, 2010; SZABÓ G., 2011]

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.

DABERKOW és McBRIDE (2003) véleményével egybecsengően REISINGER és SCHMIDT (2012) szerint Magyarországon a jövőben az 500 és az 1000 hektár közötti gazdaságokban fogják elsősorban alkalmazni a precíziós növénytermelést.

A nem pénzügyi tényezők közül egy új technológia alkalmazására ösztönző tényező a döntéshozó személyisége, a fejlesztésekhez való hozzáállás és a gazdaság szerkezete. [EDWARDS-JONES, 2006] A precíziós növénytermelést általában fiatal, iskolázott, számítógép-használó, nagy földterülettel rendelkező gazdák alkalmazzák. [POPP és GRIFFIN, 2000]

Véleményem szerint a precíziós növénytermelési technológia alkalmazását az esetek többségében elsősorban nem a szükséges tőke nagysága, hanem inkább a nem pénzügyi tényezők (például kockázat-érzékenység, információs

¹² Virtuális (nagy)üzem: nem ölt tényleges üzemi formát, lényege, hogy kiközvetíti a tagok kapacitásfeleslegét más tagoknak. Segítségével csökken a fajlagos tőkeszükséglet és a beruházási kockázat, valamint nő a kapacitás kihasználás. [TAKÁCS, 2008]

technológiával szembeni bizalom, többletmunka hatékonysága stb.) befolyásolják.

PAXTON és munkatársai (2011) kérdőíves felmérés segítségével keresték a választ arra, hogy mely tényezők befolyásolják leginkább az alkalmazott precíziós növénytermelési elemek számát. Arra a következtetésre jutottak, hogy az alkalmazott precíziós növénytermelési elemek számát pozitívan befolyásolja a döntéshozó iskolai végzettségének és termelési tapasztalatainak növekedése, valamint a szántóföld térbeli változékonyságának növekedése. Ugyanakkor a döntéshozó életkora és az alkalmazott precíziós növénytermelési elemek száma között negatív kapcsolat áll fent. A rendelkezésre álló terület növelése és a precíziós növénytermelési technológia jövőbeni kibővítése azonban nem állt szignifikáns kapcsolatban a vizsgálat idején alkalmazott precíziós növénytermelési elemek számával.

A precíziós növénytermelési technológia további terjedését elősegítik a szigorodó környezetvédelmi előírások, a társadalmi igény a kemikáliák használatának csökkentésére. A gazdálkodókat üzemi szinten motiválhatja a mezőgazdasági menedzsment hatékonyságának növekedése, amely a mezőgazdaság input felhasználás csökkenésével jár együtt. A táblafoltonként történő input optimalizálás révén például megakadályozható a túlzott vegyszerhasználatból eredő környezetterhelés, mint például a N talajvízbe mosódása. A gazdaságok szintjén pedig a mozgató rugó a termelési, a költség csökkentése és a hatékonyság növelése. [STAFFORD, 2000; PECZE et al., 2001; ZHANG et al., 2002]

A precíziós növénytermelési technológia munkaidő többletének, illetve a költséges adatgyűjtésnek a mérséklése javíthatja a technológia terjedését, ehhez azonban a szenzor alapú, on-line módszerek fejlesztése szükséges. [ZHANG et al., 2002]

2.4.5. Precíziós növénytermelési technológia alkalmazhatóságának vizsgálati lehetőségei

A precíziós növénytermelés számos eleme jól ismert a mezőgazdasági gyakorlatban (a legismertebbek a hozammérés és az automata kormányzás), de ezen technológia elemek kombinációjának megvalósítása még mindig komoly beruházásnak számít a mezőgazdaságban. A következőkben a precíziós növénytermelési technológia alkalmazhatóságának nemzetközi és hazai vizsgálati eredményeinek összegyűjtésére tettem kísérletet.

Többen és többféle szempontból foglalkoznak a szakirodalomban a precíziós növénytermelés ökonómiai vizsgálatával. PECZE (2008) arra a megállapításra

jutott, hogy három hektárnál kisebb táblafoltok figyelembevételének jelentős költségnövekedése nem jár akkora jövedelem-növekedéssel, ami indokolná a három hektárnál kisebb egységben történő talajmintavételt a tápanyagpótlás során. SWINTON és LOWENBERG-DeBOER 1998-as tanulmánya szerint a műtrágyázás költsége csökkenthető (hektáronként 660 Ft-tal) a precíziós tápanyagpótlás alkalmazásával. Azonban a precíziós tápanyag ellátásban mutatkozó különbségek nem minden esetben jelentősek. Amennyiben a terület tápanyag ellátottsága alapvetően jó, nem érhető el hatóanyag megtakarítás a precíziós tápanyagpótlási technológiával a konvencionális technológiához képest. Más szerzők a jövedelemalakulást vizsgálták. SCHNITKEY és munkatársai (1996) a precíziós műtrágyázás gazdasági elemzése során megállapították, hogy a táblafolt talajvizsgálati eredmények alapján történő hozamtervezés és tápanyagellátás 17%-os jövedelemtöbbletet eredményezett a konvencionális kijuttatáshoz képest, köszönhetően a táblaátlagban is kimutatott hozamtöbblet, valamint hatóanyag megtakarítás együttes hatásaként.

Egy 3 millió Ft értékű precíziós növénytermelési technológiára történő átállás beruházásának megtérüléséhez szükséges terület nagyságát KALMÁR 2009-ben 946 hektárban állapította meg, feltéve, hogy a megtérülési idő 3 év és a felhasznált inputok esetében 5% megtakarítás várható. A precíziós növénytermelés ökonómiai életképességére vonatkozó fedezeti méret a szakirodalom alapján széles intervallumban mozog. Az egyes vizsgálatok eredményei közötti eltérések egyrészt abból adódnak, hogy a vizsgált országokban más-más gazdasági háttérrel számoltak a kutatók, ugyanakkor egyes esetekben teljes precíziós növénytermelési megoldásokat vizsgáltak, míg más esetekben csak egy-egy önálló elem életképességi küszöbét keresték. Ugyanakkor nem derült ki, hogy a mezőgazdaságban jelenlévő változékonyságokat, hogyan tudták kezelni ezen ökonómiai vizsgálatok során.

Jól látható, hogy a precíziós növénytermelési technológia ökonómiai életképességi vizsgálataira vonatkozó eredmények meglehetősen 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. (2. táblázat) 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. táblázat: A precíziós növénytermeléshez kapcsolódó ökonómiai életképességi küszöbök megítélése

Alkalmazott technológiai elem	Életképességi küszöb (ha)	Ország
Precíziós növénytermelés	250	Anglia
Precíziós növénytermelés	800	Anglia
Hozamtérképezés, talajminta vételezés, változtatható tápanyag kijuttatás	2018 430 589	USA
Precíziós növénytermelés	250	Magyarország
Helyspecifikus gyomirtás, képanalizálás	1500	Németország
Herbicidek kijuttatás	500-200	USA, Kanada
Precíziós növénytermelés	1000	Magyarország
Precíziós növénytermelés	300	Görögország, Dánia
Precíziós növénytermelés	500	Dánia
Műtrágya kijuttatás	1500	Magyarország
Növényvédelem	250	Magyarország
Precíziós növénytermelés	250	Németország

Forrás: [Kalmár, 2010, pp.34.]

A precíziós növénytermelési technológiához kapcsolódó beruházásokhoz szükséges fedezeti méret, illetve megtérülési idejének alakulásával kapcsolatosan szintén széles intervallumban mozognak a hazai szakirodalom modell számításainak eredményei. KALMÁR (2009) vizsgálata alapján a teljes precíziós növénytermelési technológia megtérülési idejét 3 évben meghatározva a szükséges fedezeti méret 1000 hektár felett alakul. Hasonló vizsgálatokat végeztek 2009-ben SMUK és munkatársai, amely alapján, 5 éves megtérülési idő mellett a szükséges fedezeti méret már csak 79 hektár. A precíziós növénytermelési technológiára történő átállás beruházásának megtérülési ideje, egy 250 hektáros modell gazdaság esetében, az elérhető költség változások függvényében meghaladhatja a 20 évet is. Bizonyos esetekben azonban már az első évben megtérülhet a beruházás a jelentős költségmegtakarításoknak köszönhetően. [TAKÁCSNÉ és LENCSE, 2008] A precíziós növénytermelési technológia alkalmazásával elérhető változások mértéke a termelési tényezők táblán belüli heterogenitásától függ. Minél heterogénebb adottságú a tábla annál nagyobb mértékű változások (elsősorban költség megtakarítás) következnek be a konvencionális növénytermelési technológiához viszonyítva.

Továbbá jelentős hatást gyakorol a precíziós növénytermelés beruházásának megtérülésére a kiszámíthatatlan időjárásból adódó hozamkiesés. A termés hozamoknak csupán 5%-os változásának hatására, adott megtérülési idő mellett, 14%-kal növekszik a szükséges fedezeti méret. [SMUK et al., 2009]

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

A precíziós növénytermeléssel kapcsolatos doktori kutatásaim célja kettős. Egyrészt vizsgálom a növénytermelést folytató gazdálkodók körében a precíziós növénytermelés alkalmazása során tapasztalt, illetve várható előnyöket és hátrányokat és az ezek megítélését befolyásoló tényezőket. Ezzel szorosan összekapcsolódva kérdőíves felmérés, illetve strukturált interjú módszerével vizsgálom, hogy a precíziós növénytermelés mennyire ismert és elterjedt a magyar gazdálkodók körében, mennyire vannak tisztában az előnyökkel, hátrányokkal és a várható megtérüléssel. Ezen eredményeimet összehasonlítottam egy, a FutureFarm Projekt keretében, Dániában végzett hasonló felmérés publikált eredményeivel. Másrészt, egy beruházási modell segítségével kerestem a gazdasági szempontból legjobbnak tekinthető precíziós növénytermelési technológiai-elem kombinációt, a különböző ökonómiai méretű gazdaságok esetében. Ezzel is segítve a gazdálkodókat abban, hogy megtalálhassák a precíziós növénytermelés alkalmazásának számukra legmegfelelőbb alternatíváját.

3.1. A VIZSGÁLATOK SORÁN FELHASZNÁLT ADATFORRÁSOK LEHATÁROLÁSA

Doktori kutatásom során szekunder és primer adatforrásokat is felhasználtam. Az alábbiakban röviden ismertetem ezen adatbázisok forrásait és felhasználásuk főbb indokait.

3.1.1. Szekunder adatforrások

Az értekezés megírása során felhasznált szekunder adatok a magyar és a dán Központi Statisztikai Hivatal, az Eurostat, az Európai Unió tesztüzemi (FADN) és a FAO adatbázisából származnak.

A magyar mezőgazdasági vállalkozások (egyéni és társas gazdaságok egyaránt) legfontosabb gazdasági jellemzőinek bemutatásához a KSH által végzett általános mezőgazdasági összeírásokból származó makroszintű adatokat használtam, beleértve a 2010-ben végzett Általános Mezőgazdasági Összeírásból származó adatokat is. A dán mezőgazdasági vállalkozások helyzetének bemutatása, illetve jellemzése során a DST (Danmarks Statistik) hasonló jellegű adatbázisait vettem alapul. Ezt egészítettem ki az Európai Statisztikai Hivatal által kezelt FADN adatbázisokból, valamint a FAO Statistics adatbázisaiból származó adatokkal.

3.1.2. Primer adatforrások

A precíziós növénytermelés szakirodalmának tanulmányozása után a téma kutatásának első fázisában szekunder adatokra támaszkodva tártam fel a technológia elterjedtségét, ismertségét. A kutatás során azonban szembesülnöm kellett azzal, hogy sem a hazai, sem pedig a nemzetközi adatbázisok nem tartalmaznak a növénytermelési technológiára vonatkozó adatokat (kivéve az ökológiai gazdálkodást). Ebből következően a precíziós növénytermelés magyarországi elterjedtségi és ismertségi kérdéseinek vizsgálatára a szántóföldi növénytermeléssel foglalkozó mezőgazdasági termelők között saját adatgyűjtést végeztem. 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.

A magyarországi gazdálkodókra vonatkozó adatgyűjtés eredményei több adatgyűjtés eredményeiből származnak. Értekezésem primer adatgyűjtésének elsődleges eszközeként elkészítésre került egy igen részletes 5 oldalas kérdőív, amelyet próbalekérdezőként 2010 áprilisában 350 gabonatermesztéssel (0111 TEÁOR számmal rendelkező gazdaságok) foglalkozó gazdálkodónak küldtem ki postai úton. A visszaérkezett kérdőívek száma nem érte el még az 1%-ot sem.

A postai úton történő kérdőíves felmérés sikertelensége után 2010 nyarán elkészítettem a kérdőív on-line változatát (<http://kutatas.szie.hu>). Az on-line kérdőívről az egyik legnagyobb precíziós növénytermelési eszközet forgalmazó vállalkozás munkatársai hírlevél formájában értesítették a velük kapcsolatban álló gazdálkodókat, partnereket. Ez a felmérés még a korábnál is kevesebb sikerrel járt, a kitöltött kérdőívek száma nem érte el a 10 darabot. 2011 tavaszán az Agrárgazdasági Kutató Intézet teszüzemi rendszerében résztvevő, illetve egy vidékfejlesztési tanácsadó, informatikai és fejlesztési kft-vel kapcsolatban álló gazdálkodóknak is kiküldésre került egy felkérő levél az on-line kérdőív kitöltésére. Ennek eredménye összesen 9 db kitöltött és értékelhető kérdőív lett.

Az on-line kérdőíves felmérés sikertelensége után döntöttem úgy, hogy az on-line kérdőív adatainak megtartása mellett a további adatgyűjtésem elsődleges forrásaként a kérdőívek helyett strukturált interjúkat készíték. A strukturált interjú alapját képező kérdések megegyeztek a kérdőívben megfogalmazott kérdéskörökkel.

A strukturált interjú módszere akkor használható hatékonyan ha [MAJOROS, 2004]:

- alacsonyfokú a vizsgálat tárgyával kapcsolatos tudás, ismeret;
- nem csupán hipotézisek tesztelése, hanem azok felállítása is a cél;
- emocionális egyéni értékek, vélemények vizsgálata a cél;
- csoporthatástól mentes, személyre jellemző információk feltárás is a cél.

A fent felsorolt szempontok mindegyike igaz volt az adatgyűjtéshez használt strukturált interjúm kérdésköreire. A strukturált interjú vázát képező kérdőívet a 2. mellékelt tartalmazza. Az előre megfogalmazott vezető kérdéskörök az alábbiakban foglalhatók össze:

- a gazdaságban alkalmazott növénytermelési eszközök;
- a precíziós növénytermelés megvalósításának formái;
- a precíziós növénytermelés alkalmazásából származó hatások ismerete, számszerűsítése (hozamváltozás, költségváltozás, munkaidő változása, jövedelemváltozás);
- a precíziós növénytermelésre történő átállás beruházásának megítélése (beruházási összeg nagysága összege, megtérülési idő);
- általános információk a gazdaságról (székhely, tevékenységi kör, területnagyság, talajminőség, foglalkoztatottak);
- általános információk a gazdaság döntéshozójáról (életkor, iskolai végzettség).

Az első strukturált interjúk (kvalitatív eljárás) készítése még 2010 decemberében történt. A strukturált interjúk készítésének második körére 2011 júniusában került sor. Ennek során 25 gazdálkodó véleményét ismertem meg a precíziós növénytermeléssel kapcsolatban. A gazdálkodók kiválasztása véletlenszerűen történt, a válaszadásra hajlandóságot mutató gazdálkodók körében. A gazdálkodókkal különböző gazdanapokon (Gödöllő, Agárd, Siófok stb.) készítettem a személyes interjúkat. Hiányos válaszadásból adódóan egyetlen gazdát sem kellett kizárni a személyes lekérdezésnek köszönhetően.

Végző soron az adatok feldolgozása és kiértékelése során összesen 72 gazdálkodó válasza álltak rendelkezésemre.

A 2010. évi általános mezőgazdasági összeírás országos mintájára vonatkozó adatok és az általam vizsgált mintában szereplő gazdaságok a következő szempontok szerint egyeznek meg:

- a gazdaságok tevékenység szerinti csoportosítása (növénytermelő, állattenyésztő, vegyes gazdaság);
- termelési szerkezet (egyres növények részaránya a vetésterületen belül).

Ugyanakkor jelentős eltérés tapasztalható az országos minta jellemzői és az általam vizsgált minta jellemzői között a következő szempontokban:

- gazdálkodók korszerinti megoszlása;
- gazdaság mérete (művelés terület és EUME¹³ alapján).

A fenti eltérések és a vizsgált minta alacsony elemszáma miatt a kapott eredményeket nem tekintem, nem is tekinthetem sem országos, sem pedig regionális szinten reprezentatívnak. Azonban a vizsgálat során kapott eredmények segíthetnek a precíziós növénytermelés elterjedésével kapcsolatos további kutatási irányok feltárásában, kibontásában, valamint támpontot nyújthatnak a precíziós technológián belüli fejlesztendő, népszerűsítendő területek meghatározásához.

Az interjúim alanyai között voltak olyan gazdálkodók, akik már évek óta használják a technológia egyes elemeit, olyanok, akik a közeljövőben szeretnék bevezetni, illetve olyanok is, akik már ugyan hallottak róla, de nem tervezik annak alkalmazását. A vizsgálatban szereplő minden gazdálkodó foglalkozott növénytermeléssel (vagy növénytermelő gazdaság vagy pedig vegyes gazdaság formájában). Területi lehatárolást nem alkalmaztam a gazdálkodók kiválasztása során.

A felmérésem eredményeit a dán gazdálkodók körében, a FutureFarm Projekt keretében végzett felmérés eredményeivel vettem össze. A precíziós növénytermelésre vonatkozó vizsgálat során 400 kérdőívet küldtek ki a dán gazdálkodók körében 2009-ben (visszaérkezési arány 45%). Az általuk használt kérdőív kérdései (3. melléklet) többségében megegyeztek, a strukturált interjúk során általam használt kérdésekkel. A dán kérdőívvel ellentétben, az általam vizsgált kérdések nem tértek ki az állattenyésztésben alkalmazott precíziós technológiára, illetve a különböző menedzsment információs rendszerek alkalmazására.

3.2. STATISZTIKAI MÓDSZEREK A STRUKTURÁLT INTERJÚS FELMÉRÉS KIÉRTÉKELÉSÉBEN

Az adatgyűjtés során keletkező információk pontos és hatékony feldolgozása során többféle statisztikai módszert használtam fel. Alkalmazásra kerültek egyváltozós és kétváltozós elemzések is a vizsgálat során. Az alacsony elemszám miatt többváltozós módszerek alkalmazást nem tartottam relevánsnak.

¹³ Európai Méret Egység (EUME): 1 EUME = 1200 euro SFH [KESZTHELYI és KOVÁCS, 2002]

Az adatbázis-elemzés első lépése minden esetben az egyváltozós elemzések futtatása, amely segíti az adatbázisban lévő változók egyenkénti elemzését. Az önálló elemzésen kívül az egyváltozós elemzések hozzásegítenek a többváltozós elemzési módszerekhez szükséges feltételek vizsgálatához is. [SAJTOS és MITEV, 2007]

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 Pearson-féle χ^2 statisztika segítségével megállapítható, hogy statisztikai szempontból fenn áll-e az összefüggés a két vizsgált változó között. A vizsgálat során a nullhipotézis (H_0) azt feltételezi, hogy nincsen összefüggés. Ez a statisztika módszer csak a kapcsolat meglétét vagy hiányát mutatja meg, de nem derül ki belőle, hogy a kapcsolat milyen erős. A kapcsolat erőssége a keresztábra elemzés Cramer's V értéke alapján került meghatározásra. A gyakorlat azt mutatja, hogy a keresztábra elemzés során a független változókat sorváltozóként, a függő változókat pedig oszlopváltozóként célszerű feltüntetni. [SAJTOS és MITEV, 2007]

A nem metrikus független változók hatását a metrikus függő változókra varianciaelemzéssel vizsgáltam. A varianciaelemzés a független változó különböző kimeneteleinek hatására vizsgálja a függő változó értékeinek (átlagainak) alakulását. Ha a kimenetek szerinti átlagok szignifikánsan különböznek egymástól, akkor ez azt jelenti, hogy a független változó hatással van a függő változó alakulására. [SAJTOS és MITEV, 2007]

A varianciaelemzésnek több változata létezik a vizsgált tényező kimeneteleinek száma szerint. Ha a választott független változónak kettőnél több kimenete volt, akkor az úgynevezett ANOVA modellt alkalmaztam. Amennyiben az ANOVA elemzés során kapott eredmény szignifikánsnak tekinthető, akkor az átlagok közötti pontos eltérés feltárásához az úgynevezett post-hoc összehasonlításokat alkalmaztam. A megfelelő post-hoc teszt kiválasztásához először azonban meg kell vizsgálni a csoportok szórás homogenitását. A csoportok szórás homogenitás tesztelése alapján homogénnek tartott csoportok ($\alpha > 0,05$) esetében az úgynevezett LSD próba, a heterogén csoportok esetében pedig a Tamhane's mutató segített a csoport átlagok közötti pontos eltérés feltárásában.

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,

tehát ha a kapott szignifikancia szint kisebb, mint a választott 5%, akkor elvethető a nullhipotézis, vagyis a két változó között ebben az esetben szignifikáns kapcsolat áll fenn. [SAJTOS és MITEV, 2007]

A kutatás során elvégzett vizsgálatokat többségében az SPSS programcsomaggal végeztem, néhány esetben azonban az MS Office programcsomag Excel táblázatkezelő alkalmazásait is használtam, főleg az eredmények grafikus ábrázolása során.

3.3. A BERUHÁZÁSI MODELL A PRECÍZIÓS NÖVÉNYTERMELÉSI TECHNOLÓGIAI VÁLTOZATOK ÉRTÉKELÉSÉRE

A különböző modellek készítése során számos kérdésre kell megtalálnunk a választ a vizsgálati célnak és a központi problémának megfelelően. Ilyen kérdések például [CSÁKI, 1976]:

- melyek a be-, illetve kimenő adatok és melyek hanyagolhatók el;
- milyen összefüggéseket kívánunk leírni;
- milyen körülmények között kívánjuk alkalmazni a modellt;
- mi a modellezés célja (kutatás, oktatás, tanácsadás);
- sztochasztikus vagy determinisztikus szemléletet szükséges-e;
- analitikus vagy empirikus a modell;
- statikus vagy dinamikus a modell.

Gyakran alkalmazott döntés-támogatási módszer a lineáris programozás, amelynek alapfelvetése, hogy a tényezők között lineáris összefüggés írható le. A mezőgazdasági termelés folyamataira ez a lineáris összefüggés ritkán jellemző. A mezőgazdasági döntések során alkalmazható másik lehetséges módszer a szimuláció, amely a valóságot „utánozva” segíti a döntéshozatalt. [SZÉKELY, 1981; SZÉKELY, 2000; GYENGE, 2001] A beruházási modellek a valóságnak a matematika nyelvén történő leírásán túl elemző-tanácsadó rendszerként is felfoghatók, vagyis egyfajta döntéstámogató rendszerként is funkcionálnak. A döntés-támogató rendszerek felmérlik a döntések lehetséges következményeit, az azokra adható válaszokat, és tanácsot adnak, hogy melyik a megfelelő döntés. Még a legbonyolultabb rendszerek is vizsgálhatók szimulációval, a vizsgálat megbízhatósága és sikere attól függ, hogy mennyire tükrözi a valóságot az összeállított modell. [DILLON, 1970] A növénytermelés sikeres szimulációjának kulcsa a növény és a ható tényezők kapcsolatának matematikai leírása. [CSÁKI, 1985] A precíziós növénytermelési technológiával kapcsolatos beruházás-kalkulációk során kiemelten fontos figyelmet játszanak a következő tényezők [SZÉKELY és KOVÁCS, 2008; TAKÁCSNÉ, 2011]:

- a termőhely heterogenitása;
- a vetésszerkezet (mely növények esetében alkalmazható a technológia);
- a kórokozók/kártevők fajtája és területi elhelyezkedése;
- a technológia többlet beruházási költsége a konvencionálishoz képest;
- a technológia várható élettartama;
- a technológia működtetésével járó többlet-költségek és megtakarítások egyenlege;
- többlet árbevétel (többlet-hozam és a minőségjavulás hatására);
- esetleges támogatások, kedvezmények.

A modell összeállításának célja a különböző méretkategóriákba tartozó gazdaságok számára a legjövedelmezőbb beruházási változat megtalálása a lehetséges konvencionális és precíziós növénytermesztési technológiai-elemek kombinációi közül. 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.

A beruházási modell segítségével csak konvencionális gazdálkodást folytató, a precíziós növénytermelés technológiai-elemeit, bővítő beruházásként megvalósító modellgazdaságokat vizsgáltam. KOVÁCS és SZÉKELY 2006-ban végzett költség-haszon elemzés alapján a precíziós növénytermelési technológia alkalmazásával járó többletjövedelem a következő képlet alapján kalkulálható:

$$TJ_{jé} = (BK - KE) \cdot \frac{q^{n-1}}{q - 1} \pm TK \quad (1)$$

Ahol: $TJ_{jé}$ – a többlet jövedelem jelenlegi értéke;
 BK – berendezések többlet beruházási költsége (Ft);
 KE – esetleges támogatások, kedvezmények (Ft);
 TK – a precíziós gazdálkodási rendszer többletköltségeinek és az esetleges megtakarításainak az egyenlege (Ft/év);
 q – kamattényező;
 n – évek száma.

A gyakorlatban lehetőség van Magyarországon a precíziós növénytermelés elemeinek idegen szolgáltatásként való igénybevételére, ezzel a lehetőségekkel azért nem foglalkoztam, mivel a strukturált interjúk felmérés feltáró jellegű eredményei azt mutatták, hogy a megkérdezett gazdálkodók saját eszközökkel

kívánják végezni a precíziós növénytermelést, és nem gondolkodtak a precíziós növénytermelési technológiai elemek szolgáltatásként való igénybevételén. [lásd 4.1.5. alfejezet]

Az adott körülmények között a legjövödelmezőbb 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 többletmegtakarítások kerültek figyelembe vételre. A precíziós növénytermelési technológia hatására bekövetkező változások mértékét a modellben az általam elvégzett strukturált interjúk adataira alapoztam.

A hosszú távú befektetések gazdaságossági számításai során a legnagyobb problémát az jelenti, hogy a jelenben befektetendő tőke összegét kell összehasonlítani a jövőben különböző időpontokban keletkező bevételekkel és kiadásokkal. [SZÉKELY, 2000] Az összehasonlításhoz azonos időpontra kell átszámolni a pénzösszegeket (általában a jelenre). A gazdasági mennyiségek időbeli súlyozásának mértékét a kalkulatív kamatláb nagysága határozza meg. [GITTINGER, 1984; ILLÉS, 1997; ILLÉS, 2000] A beruházási modellszámítások során a kalkulatív kamatláb nagyságát az agár fejlesztési hitelek esetében kalkulálható 7,196%-ban határoztam meg. [MFB, 2012]

A leggazdaságosabb, legalább egy precíziós növénytermelési elemet tartalmazó, technológiai-elem kombináció megtalálásához az MS Excel program „Solver-Evolution Methods” eljárását használtam.

3.3.1. A beruházási modellhez szükséges adatok és azok forrása

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 méretkategóriánként kerültek meghatározásra, az FADN üzemszerkezetéhez igazodva. Ezt figyelembe véve 6 eltérő üzemi ökonómiai méretkategóriát vizsgáltam. (4. melléklet)

Az egyes ökonómiai méretkategóriák esetében a bruttó termelési érték mellett a termelési költségek közül csak azokat vettem figyelembe, amelyeknél a felmérésem alapján változásokat vártak a gazdálkodók (például: vetőmag-költség, műtrágya-költség, növényvédő-szer költség, hajtó- és kenőanyag költség, személyi jellegű ráfordítások). A vizsgálni kívánt modellszámítások kiindulási paraméterei az FADN információs rendszerből származó 2001 és 2009 közötti évek adatait átlagolva kerültek meghatározásra az egyes

ökonómiai méretkategóriákra külön-külön. További évek vizsgálata nem volt lehetséges, mivel a 2010. évtől a gazdaságok méretkategóriáinak alapjául már a Standard Termelési Értéket alkalmazzák a korábbi Standard Fedezeti Hozzájárulással¹⁴ szemben. Ezen időszak adataira vonatkozóan az időjárási tényezők változása és a termelési költségek, valamint a termelési értékek között elvégzett összefüggés vizsgálatok alapján nem volt kimutatható szignifikáns összefüggés.

A strukturált interjúk felmérést alapul véve, a precíziós növénytermelési elemek alkalmazásával járó változások százalékos megítélése során „box-plot” elemzés segítségével határoztam meg a precíziós növénytermelést alkalmazó gazdálkodók, illetve a precíziós növénytermelés bevezetését tervező gazdálkodók esetében az optimista, realista és pesszimista várakozás intervallumait. (5. melléklet) Az így meghatározott intervallumokon belül véletlenszerűen kerültek meghatározásra a számítások során az egyes tényezőkre külön-külön alkalmazandó változások százalékos értékei.

Az egyes precíziós növénytermelési technológiai változatokhoz tartozóan a szükséges beruházási összeg nagyságának megállapításakor az IKR Zrt. termék menedzserével készített személyes interjút vettem alapul. [MESTERHÁZI, 2010]

A következő alfejezetben részletesebben is bemutatom az általam alkalmazott beruházási modell lépéseit és az egyes lépések során alkalmazott módszereket.

3.3.2. A beruházási modell kialakításának lépései

A precíziós növénytermelési technológiai kombinációk vizsgálatához alkalmazott beruházási modellem kialakításának legfontosabb lépései a következők (6. melléklet):

1. lépés: A modellgazdaságok ökonómiai méretének lehatárolása az FADN adatbázis módszertanához igazodva. Ez alapján 6 különböző ökonómiai méretkategória került bevonásra a gazdasági forma (egyéni, illetve társas), valamint a SFH érték alapján. (3. táblázat)

¹⁴ SFH – Standard Fedezeti Hozzájárulás: egységnyi méretre (1 ha) vonatkozó meghatározott átlagos időjárási és üzemi feltételekre vonatkoztatott fedezeti hozzájárulás. A gazdaságok tartós jövedelemtermelő kapacitását fejezi ki. [KESZTHELYI és PESTI, 2010, pp.8]

3. táblázat: A vizsgált modellgazdaságok méretkategóriának alakulása

Gazdasági forma	Üzemméret (E Ft SFH)	Méretkategória
egyéni	$\leq 5\ 000$	kicsi
	5 000 - 10 000	közepes
	$> 10\ 000$	nagy
társas	$\leq 20\ 000$	kicsi
	20 000 - 80 000	közepes
	$> 80\ 000$	nagy

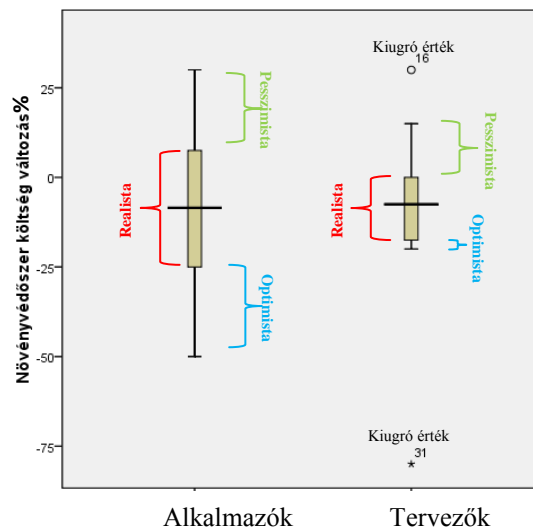
Forrás: KESZTHELYI és PESTI, 2009, pp.8

2. lépés: Az egyes ökonómiai méretekhez tartozó átlagos növénytermelési jellemzők meghatározása (bruttó termelési érték, vetőmag-költség, műtrágya-költség, növényvédő-szer költség, hajtó- és kenőanyag költség, személyi jellegű ráfordítások). Az egyes ökonómiai méretkategóriák esetén a termelési költségek és termelési érték esetében, az FADN adatbázis 2001 és 2009 közötti adatait átlagolva határoztam meg a konvencionális növénytermelést folytató átlagos gazdaság kiinduló termelési adatait. (4. melléklet)

Az egyes ökonómiai méretekhez tartozó, átlagosan rendelkezésre álló művelt terület nagysághoz meghatároztam a szükséges gépigényt, a következő képlet segítségével [HUSTI, 1999]: $m \leq x \cdot h \cdot p$ (ahol: m – az elvégzendő munka mennyisége, x – a gépek darabszáma, h – rendelkezésre álló idő, p – a gép(csoport) időegységre jutó teljesítménye). Az alkalmazott szűk keresztmetszet a tápanyagpótlás gépigénye volt.

3. lépés: A strukturált interjú primer felmérés alapján a precíziós növénytermelést „alkalmazó” és annak „bevezetését tervező” csoport szétválasztása. A két gazdálkodói csoport megtakarításokra és többletekre vonatkozó véleménye között nem tapasztalható szignifikáns különbség. Ennek ellenére mégis célszerűnek tartottam külön kezelni véleményüket a modellszámítások során, mivel bár az átlagos értékek nem térnek el jelentősen, a várakozások intervalluma a bevezetést tervezőknél jóval szűkebb, mint az alkalmazóknál.
4. lépés: A strukturált interjú primer felmérés alapján az egyes precíziós növénytermelési elemektől elvárt megtakarítások és többletek százalékos meghatározása. A precíziós növénytermelési elemek alkalmazásával járó változások százalékos megítélése során „box-plot” elemzés segítségével határoztam meg a precíziós növénytermelést alkalmazó gazdálkodók, illetve a precíziós növénytermelés bevezetését tervező gazdálkodók válaszai alapján mindkét csoport esetében egy optimista, egy realista és egy

pesszimista becslési intervallumot. (5. melléklet) A box-plot ábrán a „doboz” jelentette a realista intervallumot, a szakirodalom alapján a csökkenő tételek esetében (pl.: tápanyag-költség, növényvédő-szer költség, vetőmag-költség) a minimum érték és az alsó kvartilis között helyezkedik el az optimista intervallum és a felső kvartilis és a maximum érték között pedig a pesszimista intervallum. (4. ábra) Azon tényezőknél, amelyeknél a precíziós növénytermelés alkalmazásának hatására a szakirodalom szerint növekedés történik (pl: termelési érték, munkaidő) az optimista és a pesszimista intervallum felcserélődik egymással. (5. melléklet) A meghatározott intervallumokon belül a „vél.között” MS Excel függvény segítségével véletlenszerűen határoztam meg az egyes futtatásoknál használt értékeket. A modellben történő bármely érték változása esetén, a függvény beállításainak köszönhetően, új véletlen számot generál az adott intervallumon belül.



Forrás: strukturált interjúk felmérés alapján, saját szerkesztés

4. ábra: A növényvédő-szer költségek változásának optimista, realista és pesszimista becslési intervallumai

5. lépés: Precíziós növénytermelési technológiai elemek lehetséges kombinációjának kiválasztása. Az egyes precíziós növénytermelési elemek alkalmazását „1” értékkel jelöltem a modellben.
6. lépés: A precíziós növénytermelési technológiai elemek együttes alkalmazására vonatkozó korlátozó feltételek meghatározása. Ha nem felel meg a korlátozó feltételeknek, akkor vissza kell térni az 5. lépéshez és egy újabb lehetséges technológia kombináció kiválasztása történik meg. A


precíziós növénytermelési elemek modellbe való bevonása során a következő korlátozó feltételeket alkalmaztam:

- a betakarítás során a hozamtérképezés önmagában is lehetséges, de ha nem egészül ki más precíziós növénytermelési technológiai elemmel, akkor nem lehetséges hozamnövekedés a modellben;
- a hálószerű talajmintavétel csak az off-line precíziós tápanyagpótlással együtt lehetséges;
- az on-line precíziós tápanyagpótlás önmagában is lehetséges;
- a precíziós vetés alkalmazása együtt kell, hogy járjon a hozamtérképezéssel és/vagy a hálószerű talajmintavétel;
- az off-line precíziós növényvédelem önmagában is lehetséges;
- az on-line precíziós növényvédelem önmagában is lehetséges.

Ezen korlátozó feltételek teljesülése mellett száznál is több precíziós növénytermelési technológiai változat megvalósítása lehetséges.

7. lépés: A szükséges bővítő jellegű beruházás értékének meghatározása. A konvencionális növénytermelési technológiáról a precíziós növénytermelési technológiára való átállás bővítő jellegű beruházásához kapcsolódó gazdasági számítások során az egyes technológiai változatokhoz tartozóan a szükséges beruházási összegek megállapításakor az IKR Zrt. termék-menedzserével készített személyes interjút vettem alapul. Ez alapján az egyes precíziós növénytermelési elemek megvalósításához szükséges eszközök árait az 4. táblázat szemlélteti.

4. táblázat: A precíziós növénytermelési eszközök ára

		Eszköz neve	Ára
		Precíziós alap eszközök 	DGPS rendszer
Referencia szignál	81 000 Ft/év		
Fedélzeti számítógép	540 000 Ft		
Hozammérő	2 430 000 Ft		
Betakarítógép	29 700 000 Ft		
Precíziós permetező	4 050 000 Ft		
Gyom/ kártevő detektor	1 485 000 Ft		
Precíziós tápanyagszóró	4 050 000 Ft		
Nitrogén szenzor	1 485 000 Ft		
Talajmintavétel DGPS-vel	13 500 Ft/minta		
Precíziós vetőgép	7 020 000 Ft		

Forrás: Mesterházi, 2010 alapján, saját szerkesztés

8. lépés: Az 5. lépésben kiválasztott precíziós növénytermelési technológia megvalósításával járó többletbevételek és többletkiadások számítása. Ezen többletek meghatározásához a 2. lépésben meghatározott konvencionális költségeket és a 4. lépésben meghatározott változás intervallumokat vettem alapul. Ez alapján a precíziós növénytermelési technológia alkalmazásával járó költségváltozást a következő képlet szerint határoztam meg:

$$K_{v_p} = K_{v_k} \cdot \left(1 + \left[\frac{\Delta P_1}{100}; \frac{\Delta P_2}{100} \right] \right) \quad (2)$$

ahol: K_{v_p} – a precíziós növénytermelési technológia alkalmazásának változó költsége (Ft/üzem);

K_{v_k} – a konvencionális növénytermelés változó költsége (Ft/üzem);

ΔP_1 – a precíziós növénytermelési technológia alkalmazásával járó százalékos változások intervallumának alsó értéke (%);

ΔP_2 – a precíziós növénytermelési technológia alkalmazásával járó százalékos változások intervallumának felső értéke (%).

Az egyes technológia változatokhoz tartozó állandó költségek meghatározását a Mezőgazdasági Gépesítési Intézet [GOCKLER, 2012] mezőgazdasági gépek üzemeltetési költségeire vonatkozó kiadványa alapján határoztam meg, az egyes alkalmazott géptípusokra külön-külön.

A gépek tervezett használati ideje 7 év, ami alapján az amortizációs kulcs 14,29%. Mivel a precíziós növénytermelési technológia erősen az információs-technológiára alapoz, a technika és technológia gyors fejlődése miatt 3-5 év alatt elavulttá válik a technológia. Mivel a mezőgazdasági gépek átlagos használati ideje Magyarországon meghaladja a 10 évet¹⁵, ezért döntöttem a kettő közötti átmenet, vagyis a 7 éves használati idő mellett.

9. lépés: Beruházás-gazdaságossági számítások elvégzése. Az egyes technológiai változatok megítélése során az élettartam alatti összes jövedelem jelenlegi értékét (NJ_0), illetve a dinamikus megtérülési időt alkalmaztam a beruházási modellben. [VILÁGBANK, 1986]

- élettartam alatti összes jövedelem jelenlegi értéke:

$$NJ_0 = -B_0 + \sum_{i=1}^n \frac{b_i - k_i}{q^n} \quad (3)$$

¹⁵ Például egy OTKA keretében készült felmérés alapján a traktorok átlagos életkora 2000-ben 15,3 év volt Magyarországon. [HUSTI et al. 2007]

- dinamikus megtérülési idő¹⁶: az „n” érték, ahol

$$NJ_0 = -B_0 + \sum_{i=1}^n \frac{b_i - k_i}{q^n} = 0 \quad (4)$$

Ahol: B_0 – beruházási összeg, b_i – i-edik év bevétele, k_i – i-edik év kiadása, q – kalkulatív kamatláb, n – évek száma.

10. lépés: Annak meghatározása, hogy van-e gazdaságosabb technológiai változat. Ennek a kérdésnek az eldöntésében az MS Excel „Solver Evolution Methods” alkalmazása segített. A „Solver Evolution Methods” addig keres újabb és újabb megoldásokat, míg az adott feltételek közötti legjobb megoldást meg nem találja. A „Solver-Evolution Methods” során beállított célérték a használati idő végén elérhető nettó jövedelem maximuma (csak a technológia alkalmazásával járó többleteket és megtakarításokat figyelembe véve). A módosítandó cellák változása az egyes precíziós növénytermelési elemek alkalmazását, illetve nem alkalmazását jelenti. A precíziós növénytermelési elemek kombinálásának fentebb bemutatott korlátozó feltételei mellett korlátként szerepelt, hogy legalább egy precíziós növénytermelési elemet tartalmaznia kell a megoldásnak.

11. lépés: A leggazdaságosabb technológiai változat megtalálása az adott körülmények között.

A beruházási modell mind a 6 különböző ökonómiai méretű gazdaságra (egyéni-kicsi, egyéni-közepes, egyéni-nagy, társas-kicsi, társas-közepes, társas-nagy) külön-külön futtatásra került és mindegyik esetben külön vizsgáltam az optimista, realista és pesszimista várakozást az „alkalmazók” és a „bevezetést tervezők” válaszai alapján. Összességében tehát 18 féle modellgazdaság esetében végeztem el a futtatásokat a „Solver Evolution Methods”-val, vagyis 18 modellgazdaság esetében határoztam meg a leggazdaságosabb precíziós növénytermelési technológiai változat a beruházási modell segítségével.

3.3.3. A teljes precíziós növénytermelési technológia fedezeti méretének meghatározása

Mind a 6 különböző ökonómiai méretű modellgazdaság esetében kerestem a teljes off-line, illetve on-line precíziós növénytermelési technológiai változat

¹⁶ Dinamikus megtérülési idő: az az időtartam, amely alatt az adott kalkulatív kamatláb mellett a befektetett összeg a jelenértékre diszkontált évenkénti jövedelmek összegéből először megtérül. [ILLÉS, 1997; ILLÉS, 2008]

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: hozamtérképezés, 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: hozamtérképezés, 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.

4. 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.

4.1. A STRUKTURÁLT INTERJÚS, FELTÁRÓ JELLEGŰ FELMÉRÉS EREDMÉNYEI

A felmérés elsődleges célja volt egyrészt feltárni a precíziós növénytermelés technológiai elemeinek elterjedtségét, alkalmazási gyakoriságát, másrészt vizsgálni a gazdák meglévő ismereteit ezzel a növénytermelési technológiával kapcsolatban. A gazdák precíziós növénytermelésre vonatkozó ismereteivel kapcsolatban a vizsgálat központi kérdése volt, hogy van-e igazolható eltérés a precíziós növénytermelést gyakorlatban folytatók, a precíziós növénytermelés bevezetését tervezők, illetve a konvencionális növénytermelést alkalmazó gazdálkodók tudásában, informáltságban a technológia előnyeiről, és hátrányairól. Továbbá a precíziós növénytermelés technológiai elemeinek alkalmazási gyakoriságával kapcsolatban vizsgálni kívántam, hogy a szakirodalmi forrásokban említett befolyásoló tényezők alakulása, mennyire befolyásolja a precíziós növénytermelési technológia alkalmazását, valamint jövőbeli bővítését, bevezetését. Az elvégzett felmérés eredményeit összevettem a szakirodalmi adatokkal, különös tekintettel egy Dániában, a FutureFarm Projekt keretében 2010-ben végzett hasonló felmérés publikált eredményeivel.

A felmérésem alapján 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 ($n_1=48$)¹⁷
2. Precíziós növénytermelést folytat ($n_2=8$)¹⁸
3. Precíziós növénytermelés bevezetését tervezi ($n_3=16$)

¹⁷ Ide soroltam azokat is, akik bár alkalmazzák a hálószerű talajmintavételt vagy a sorkövetést/automatakormányzást, de a kezelések nem igazodnak a menedzsment-zónákhoz.

¹⁸ Precíziós növénytermelést folytatóknak azokat tekintettem, akik a következő elemek közül legalább egyet alkalmaztak: precíziós tápanyagpótlás, precíziós növényvédelem, precíziós talajművelés, precíziós gyomirtás, precíziós vetés, szenzoros érzékelők.

4.1.1. A minta gazdálkodóinak jellemzői

A strukturált interjúk alapján készített adatbázis gazdálkodóinak jellemzése során a válaszadókat az életkoruk és a legmagasabb iskolai végzettségük alapján vizsgáltam.

4.1.1.1. A gazdálkodók életkora

A strukturált interjúk felmérés során megkérdezett gazdálkodók átlagéletkora 48 év volt. A gazdák életkorának átlagtól való átlagos eltérése 14,27 év, ami jelentősnek mondható. Megvizsgáltam az egyes növénytermelési technológiákat alkalmazó csoportokon belül a gazdálkodók korcsoportonkénti megoszlását. A felmérésben szereplő gazdákat életkoruk alapján három csoportba soroltam a következők szerint:

- fiatal gazdálkodó: 40 évnél fiatalabb¹⁹,
- középkorú gazdálkodó: 40-65 év közötti,
- idős gazdálkodó: 65 év feletti.

Az elvégzett felmérés reprezentativitásának megítéléséhez a megkérdezett gazdálkodók korcsoport szerinti megoszlását összevettem a 2010. évi Általános Mezőgazdasági Összeírás adataival. Az országos mintavételezés alapján a középkorú gazdálkodók részaránya megegyezik az általam végzett vizsgálatban és az országos felmérésben. Létszámát tekintve mindkét adatbázisban leginkább ez a korcsoport képviseltette magát.

Az országos Általános Mezőgazdasági Összeírás alapján a magyar gazdáknak 7%-a tartozott a fiatal gazdálkodók korcsoportjába [VALKÓ, 2011], ugyanakkor az általam vizsgált mintában a 40 évnél fiatalabb gazdálkodók csoportja jóval meghaladta ezt a részarányt (a saját mintában 40%-ot ért el). Tehát a felmérés a gazdálkodók korcsoport szerinti megoszlása alapján nem tekinthető Magyarországon mezőgazdasági vállalkozóira reprezentatívnak. Az általam vizsgált mintában a fiatal gazdálkodók magas aránya (40%) abból adódott, hogy a strukturált interjúk készítésére elsősorban szakmai bemutatón került sor, ahol többségében a fiatalabb korosztály jelent meg, illetve volt hajlandó részt venni a felmérésben. (7. melléklet)

A magyarországi és a dániai gazdálkodókra vonatkozóan a korosztályok megoszlása az országos mintában hasonló. Ugyanakkor a FutureFarm Projekt felmérésében és az általam végzett felmérésben a fiatal gazdálkodók részaránya jóval magasabb, mint az országos mintákban. A dániai gazdálkodókra vonatkozó FutureFarm Projekt válaszadóinak 19%-a volt fiatalabb 40 évnél

¹⁹ A 23/2007. (IV. 17.) FVM rendelet 28/A paragrafusának meghatározása alapján.

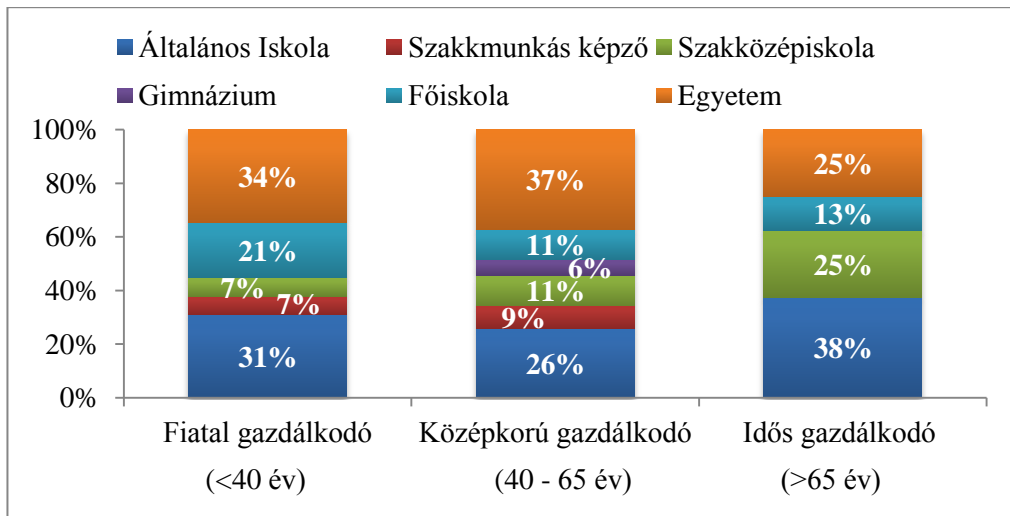
[LAWSON et al. 2010], miközben a dániai országos minta alapján ez a korcsoport csak 6%-os részarányt képviselt. (7. melléklet)

4.1.1.2. A gazdálkodók iskolai végzettsége

A válaszadó gazdák jellemzése során vizsgáltam a korosztályba tartozáson kívül a legmagasabb iskolai végzettségüket is. A következő iskola típusokból választhattak a gazdák a legmagasabb iskolai végzettség megadása során: általános iskola, szakmunkásképző, szakközépiskola, gimnázium, főiskola, egyetem.

A legmagasabb iskolai végzettségről szóló kérdésre adott válaszok alapján a gazdák fele felsőfokú végzettséggel rendelkezett (35% egyetemi és 15% főiskolai). A korábban bemutatott mindhárom korosztály esetében a legmagasabb iskolai végzettség területén az általános iskolai, illetve az egyetemi végzettség volt meghatározó (körülbelül 30-30% arányban). A középkorú korosztály volt az egyetlen, ahol legmagasabb iskolai végzettségként megjelent a gimnázium, ez a végzettség a korosztályon belül a gazdálkodók 6%-ára volt jellemző. A fiatal gazdálkodók 55%-ának volt felsőfokú végzettsége (24% egyetemi végzettségű, 21% főiskolai végzettségű), ugyanakkor harmada az általános iskolai végzettséggel rendelkezők aránya a korcsoporton belül. Sem a szakmunkásképzőt, sem pedig a szakközépiskolát végzők részaránya nem éri el a 10%-ot a fiatal gazdálkodók körében. A középkorú korosztályon belül kevesebb, mint 50% volt a felsőfokú és 10% körüli a szakközépiskolai végzettségűek aránya. Az idős gazdálkodóknál a felsőfokú végzettségűek aránya nem éri el a 40%-ot (egyetemi végzettség 25%, főiskolai végzettség 13%), ugyanakkor ebben a korosztályban a legjelentősebb a szakközépiskolát végzettek aránya (25%). (5. ábra)

A gazdálkodók korcsoport szerinti besorolása és a legmagasabb iskolai végzettség közötti keresztábla-elemzést elvégezve a χ^2 mutató értékéhez tartozó szignifikancia szint ($\alpha=0,795$) alapján a korosztályba tartozás nem befolyásolta szignifikánsan a megszerzett legmagasabb iskolai végzettség típusát.



Forrás: strukturált interjúk felmérés alapján, saját szerkesztés

5. ábra: A legmagasabb iskolai végzettség megoszlása korcsoportonként (n=72)

A gazdálkodók iskolai végzettségére vonatkozóan nem végeztem reprezentativitás vizsgálatot, mivel a 2010-ben végzett Általános Mezőgazdasági Összeírás adatai csak a mezőgazdasági irányú legmagasabb végzettségre vonatkozó országos arányokat tartalmazza. A dániai gazdák körében 2010-ben végzett FutureFarm Projekt felmérésében nem szerepelt az iskolai végzettségre vonatkozó kérdés.

4.1.2. A vizsgált gazdaságok fontosabb jellemzői

A strukturált interjúk felmérésben szereplő gazdaságok jellemzőinek bemutatása során a székhely, a földterület nagysága és minősége, a jövedelemtermelő-képesség, a foglalkoztatottak száma, a tevékenységszerkezet és a vetésszerkezet került vizsgálatom fókuszába.

4.1.2.1. A gazdaságok székhelyének földrajzi elhelyezkedés (régió)

A földrajzi elhelyezkedés vizsgálata a gazdaság székhelyének és az azt magában foglaló kistérségnek megadása alapján történt. A régió-besorolás²⁰ szerint a vizsgált mintában Magyarország mind a hét régiójából található gazdálkodók. A magyar mezőgazdasági vállalkozások tekintetében a magyarországi országos ÁMÖ felmérés adataival ellentétben az általam vizsgált mintában a legnagyobb részarányt képviselő régió a Közép-Dunántúl régió volt.

²⁰ NUTS (statisztikai terület egységek nomenklatúrája) 2 szintű régió

Ebből a régióból érkezett a válaszok 31%-a. A Közép-Dunántúl régió mintán belüli dominanciájának oka, hogy a strukturált interjúk helyszínéül választott gazdanapok főleg ebben és a Közép-Magyarország régióban kerültek megrendezésre (válaszadók 13% innen származott, míg az országos arány csak 7% [VALKÓ, 2011]). (9. melléklet)

4.1.2.2. A gazdaságok méret szerinti kategorizálása

A gazdaságokat leginkább jellemző és leggyakrabban használt mutató a gazdaságméret. A strukturált interjúk felmérés során a gazdaság méretének meghatározásához három kérdést alkalmaztam. Ez a három kérdés a következő volt:

- Mekkora a gazdaság rendelkezésére álló teljes terület?
(Hektárban kifejezve kellett megadva pontos értéket.)
- Az Európai Méretegység alapján gazdasága mely méretkategóriába sorolható?
(Az általam megadott hat kategóriák közül egyet kellett megjelölni.)
- Hány alkalmazottja van?
(A konkrét létszámot kellett megadni főben kifejezve, beleértve a családtagokat, és a részmunkaidőben foglalkoztatottakat is.)

A különböző szempontok (terület²¹, EUME²², foglalkoztatott²³) alapján képzett méretkategóriák részaránya között jelentős eltérések tapasztalhatók.

A gazdaság által művelt földterület nagysága alapján a „nagy méretű” gazdaságok aránya a teljes vizsgált mintában 44% volt, a „közepes méretű” gazdaságok 38%-os részarányt képviseltek, míg a „kisméretű” gazdaságok aránya csak 18% volt. (6. ábra)

Az általam végzett strukturált interjúk felmérésben a földterület nagysága alapján a kisméretű gazdaságok részaránya (18%) hasonló a 2010-es magyarországi ÁMÖ, illetve a dániai, FutureFarm projekt keretében, végzett felmérés esetében. [VALKÓ 2011] A földterület nagysága alapján reprezentativitási vizsgálatokat nem végeztem, mivel a KSH honlapján elérhető

²¹ Terület nagyság kategóriák: kisméretű (<30 hektár); közepes méretű (31 - 300 hektár); nagyméretű (>300 hektár) [KSH, 2012/c]

²² Európai Méret Egység (EUME): 1 EUME = 1200 euro SFH; nagyon kicsi (<4 EUME; <1,5 millió Ft), kicsi (4-8 EUME; 1,5-3 millió Ft), alsó közép méretű (8-16 EUME; 3-6 millió Ft), felső közép méretű (16-40 EUME; 6-15 millió Ft), nagy (40-100 EUME; 15-37 millió Ft), nagyon nagy (>100 EUME; >37 millió Ft) [KESZTHELYI és KOVÁCS, 2002]

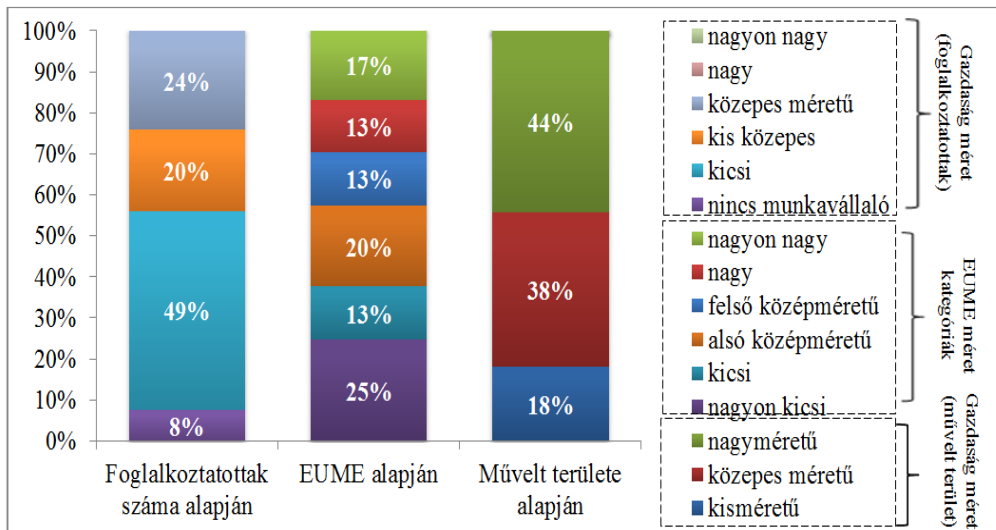
²³ Foglalkoztatottak száma szerinti méretkategóriák: nincs munkavállaló (0 fő); kicsi (1-10 fő); kis közepes (11-49 fő); közepes méretű (50-249 fő); nagy (250 – 499 fő); nagyon nagy (>500 fő) [KSH, 2012/c]

adatbázisban a „100 hektárnál nagyobb területtel rendelkező” gazdaságok további bontására lett volna szükségem. A dániai gazdálkodók közül 75% gazdálkodik 30 és 300 hektár között, ami arányaiban kétszerese az általam vizsgált mintában tapasztalható részaránynak. Az általam vizsgált mintában a földterület szerinti nagyméretű gazdaságok részaránya kimagasló (44%). Megjegyzem azonban, hogy a FutureFarm projekt felmérésében nem szerepelt 750 hektárnál nagyobb gazdaság. [LAWSON et al., 2010] Ugyanakkor Dániában az egy gazdaságra jutó átlagos földterület nagysága (63 hektár) hétszerese a Magyarországi átlagnak (8,6 hektár). [EUROSTAT 2012] Bár Magyarországon vannak több ezer hektáron gazdálkodó társaságok is, összességében az átlagos földterület kicsi az elaprózottság miatt. (8. melléklet)

Az FADN módszertan szerinti, Magyarországra vonatkozó 2010. évi életképességi küszöb 4 EUME volt Magyarország esetében. [FADN, 2012] A 2010. évi ÁMÖ szerint az életképességi küszöb alatt gazdálkodik a magyarországi gazdaságok 92%-a, ami jóval magasabb, mint az általam vizsgált mintában (25%). E szerint az általam vizsgált minta nem tekinthető országosan reprezentatívnak. A FutureFarm projekt dániai vizsgálati eredményei nem tartalmazták az EUME-ra vonatkozó adatokat. (8. melléklet)

Az Európai Méretegység alapján a „nagyon kicsi” (a 4 EUME alatti) és a „kicsi” (4-8 EUME közötti) gazdaságok együtt a vizsgált minta 38%-át teszik ki, ami kétszer nagyobb részarány, mint a gazdaság által művelt területe alapján „kisméretű” gazdaságnak minősülők aránya. Az EUME kategóriák szerint közép méretű (8-16 EUME) gazdaságok aránya a teljes mintából 33%, amely közel azonos a gazdaság által művelt terület szerinti közepes méretű gazdaságok arányával. Ugyanakkor az EUME alapján nagy, illetve nagyon nagy gazdaságok együttes részaránya 30% volt a teljes mintában. (8. melléklet)

A foglalkoztatottak száma alapján a vizsgált gazdaságok 49%-a „kicsi” méretű, az EUME alapján már csak 38% a „nagyon kicsik” és a „kicsik” együttes aránya, ugyanakkor a gazdaság által művelt terület szerint 18% a „kisméretű” gazdaságok aránya. (6. ábra) Ezen eltérések indokolták a különböző méretképzési szempontok közötti keresztábra-elemzések elvégzését.



Forrás: strukturált interjúk felmérés alapján, saját szerkesztés

6. ábra: A vizsgált gazdaságok megoszlása a különböző méretképzési ismérvek alapján (n=72)

4.1.2.2.1. Az egyes méretkategorizálások közötti összefüggés-vizsgálatok

A gazdaság által művelt terület nagysága szerinti kategória és a foglalkoztatottak száma alapján képezhető kategória közötti összefüggést vizsgálva nem volt kimutatható szignifikáns kapcsolat. A gazdaságok területe nem befolyásolta egyértelműen az alkalmazotti létszám alakulását a vizsgált mintában. Ugyanakkor a gazdaság területének növekedésével egyenes arányban növekedett a gazdaságban egész évben foglalkoztatott dolgozók aránya a részmunkaidős alkalmazottakhoz képest. Az EUME szerinti kategóriák és a foglalkoztatottak száma alapján képzett kategória között szintén nem volt kimutatható szignifikáns kapcsolat, a foglalkoztatottak létszámának alakulása független volt a gazdaság jövedelmének alakulásától, illetve a művelt terület nagyságától.

A továbbiakban vizsgáltam a gazdaság által művelt terület és az EUME alapján képzett kategóriák közötti összefüggést. A gazdaságban keletkező jövedelem alapján az ökonómiai életképességi küszöb (4 EUME) alatt lévő gazdaságok 61%-a a művelt területre alapozott méretkategória alapján a közepes méretű csoportba tartozik, míg kevesebb mint 40% került a terület alapján is a kisméretű gazdaságok közé. Az ökonómiai életképességi küszöb felett lévő, de még mindig kicsi méretű (4-8 EUME között) gazdaságok között $\frac{1}{3}$ – $\frac{1}{3}$ arányban vannak a kisméretű, a közepes és a nagyméretű gazdaságok. Az alsó és a felső közép méretű kategóriát vizsgálva megfigyelhető, hogy a 8-16 EUME közötti kategóriában magasabb arányban szerepelnek a terület alapján

nagyméretű gazdaságok. A 40 és 100 EUME közötti kategóriában körülbelül fele-fele arányban tűnnek fel a terület alapján közepes, illetve nagyméretű gazdaságok. A standard fedezeti hozzájárulás alapján nagyon nagy gazdaságnak minősülők mindegyike a terület alapján is nagyoknak mondható. (5. táblázat)

5. táblázat: A gazdaságok megoszlása méretkategóriánként a gazdaság területe és a jövedelem alapján (db gazdaság)

		Jövedelem alapján						Σ
		nagyon kicsi < 4 EUME	kicsi 4-8 EUM E	alsó közép méretű 8-16 EUME	felső közép méretű 16-40 EUME	nagy 40- 100 EUM E	nagyon nagy > 100 EUME	
Gazdaság területe alapján	kis-méretű (<30 ha)	7	3	2	1	0	0	13
	közepes méretű (31-300 ha)	11	3	4	4	5	0	27
	nagy-méretű (>300 ha)	0	4	8	4	4	12	32
Összesen		18	10	14	9	9	12	72

Forrás: strukturált interjúk felmérés alapján, saját szerkesztés

Az előbbi vizsgálatot megfordítva, a művelt terület szerinti méretkategóriákat szerepeltetve vetítési alapként, azt tapasztaltam, hogy a 30 hektárnál kevesebb területtel rendelkező gazdaságok között az EUME alapján a két nagy kategória kivételével minden kategória megtalálható volt. A kis területtel rendelkező gazdaságok majdnem $\frac{1}{4}$ része (23%-a) tartozott az EUME szerint a közép méretű kategóriába. Az EUME alapján a 31 és 300 hektár közötti területtel rendelkező gazdaságok 52%-a kicsi, 19%-a nagy és mindössze csak 30%-a közép méretű. A 300 hektár feletti területtel rendelkező gazdaságok esetében meglepő módon 10%-os részarányt képviseltek az EUME szerinti kicsi gazdaságok, ugyanakkor 52% azoknak a gazdaságoknak az aránya, amely a keletkezett jövedelem alapján is a nagyok közé voltak sorolható.

4.1.2.3. Gazdaságok tevékenység-szerkezete

A gazdaság méretének meghatározásán túl a mezőgazdasági vállalkozások fontos gazdasági jellemzője a keletkező jövedelem tevékenységek közötti megoszlása. A tevékenység-szerkezet megítéléséhez vizsgáltam az előállított jövedelem megoszlását a következő tevékenységek között:

- szántóföldi növénytermelés (búza, kukorica, napraforgó stb.);
- évelő növények termelés (lucerna, legelő stb.);
- állattenyésztés;
- egyéb.

Az általam végzett felmérésben, a kutatás céljából fakadóan, csak olyan gazdaságok szerepeltek, ahol folyt növénytermelés (növénytermesztő²⁴ vagy vegyes gazdaság²⁵). A tevékenység-szerkezet ilyen irányú szűkítése miatt nem vizsgáltam a minta reprezentativitását.

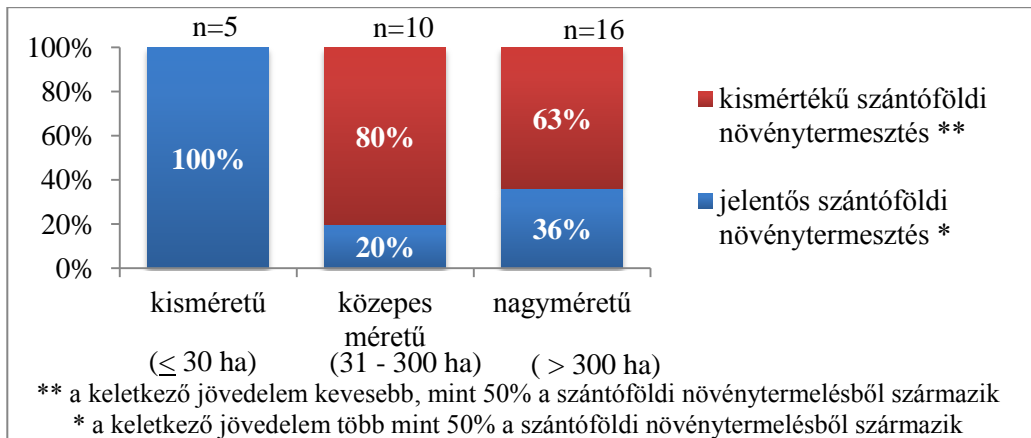
A növénytermeléssel és állattenyésztéssel is foglalkozó vegyes gazdaságok 38%-nál a keletkező jövedelem több mint fele az állattenyésztési tevékenységből származik. A vegyes gazdaságok 57%-ánál pedig a jövedelem a szántóföldi növénytermeléshez kapcsolódik jelentős részben. A növénytermelés és az állattenyésztési tevékenység egyenlő részarányt képvisel a jövedelem előállításban a vegyes gazdaságok 5%-ánál. A gazdálkodóknak lehetősége volt egyéb tevékenység megadására is. A gazdák ebben az esetben általában valamilyen mezőgazdasági szolgáltatás nyújtását jelölték meg. A diverzifikált gazdaságok részarányára vonatkozóan nem végeztem összehasonlítást a magyarországi ÁMÖ adataival, mivel ezen adatok csak a vegyes gazdaságok arányát tartalmazzák (28%), de azt nem, hogy a vegyes gazdaságokon belül hogyan oszlik meg a növénytermelés és az állattenyésztés aránya a jövedelemből.

A FutureFarm projekt felmérésében megkérdezett dán gazdák jövedelmének 55%-a származik növénytermelésből, 35%-a állattenyésztésből és 10% egyéb tevékenységből. [LAWSON et al. 2010]

A felmérésemben továbbá megvizsgáltam, hogy miként alakult a szántóföldi növénytermelést is folytató diverzifikált gazdaságok méret szerinti megoszlása a művelt terület alapján. A művelt terület szerinti kisméretű, diverzifikált gazdaságok mindegyikénél a jövedelem több mint fele a szántóföldi növénytermelésből származott, míg a közepes méretűeknél ez az arány már csak 20%, a nagyméretűeknél pedig 36% volt. (7. ábra)

²⁴ Növénytermesztő gazdaság: az a gazdaság, mely földhasználatra alapozott tevékenységet folytat, és csak a földterület nagysága alapján minősül gazdaságnak [KSH, 2012/c]

²⁵ Vegyes gazdaság: az a gazdaság, mely mind a földterület, mind az állatállomány nagysága alapján gazdaságnak minősül [KSH, 2012/c]



Forrás: strukturált interjúk felmérés alapján, saját szerkesztés

7. ábra: A vegyes gazdaságok jövedelem-forrásának megoszlása (a művelt terület szerinti méret kategóriánként)

4.1.2.4. A gazdaságok vetésszerkezetének alakulása

A felmérés során vizsgáltam a gazdaságokban termelt növényfajtákat és az ezekhez tartozó vetésterületeket. E kérdés alapján a felmérésben résztvevő gazdák 82%-a termelt őszi búzát, 67%-a napraforgót és 54% foglalkozott takarmánykukorica termeléssel. Jelentős volt a repcetermeléssel foglalkozó gazdaságok részaránya (40%). A felmérésben szereplő gazdaságokban foglalkoztak még tavaszi árpa, silókukorica és lucernatermeléssel, de ezek aránya alig haladta meg a 20%-ot. A gazdaságok kevesebb, mint 10%-a termelt tritikálét, burgonyát és rozst.

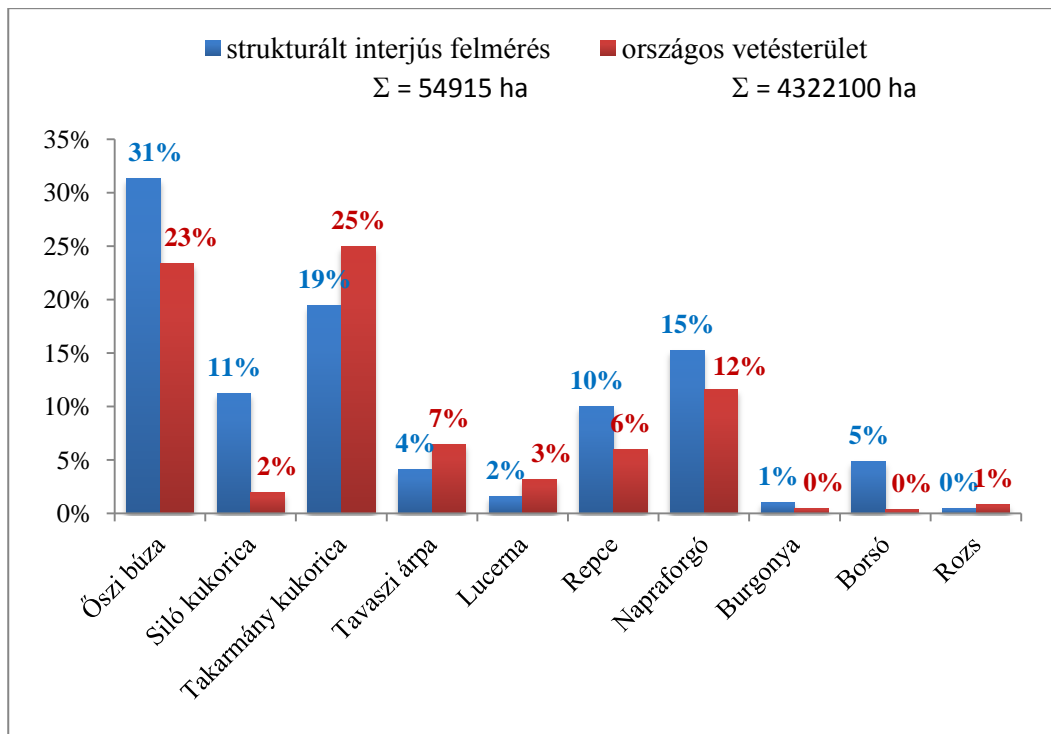
Magyarországon az ÁMÖ alapján a gazdaságok 62%-a foglalkozott 2010-ben gabonafélék (búza, árpa, kukorica, roz, zab, köles stb.) termelésével. [KSH, 2011] Az összeírás a gabonafélékre vonatkozó további bontást nem tartalmaz. Az általam vizsgált mintában már önmagában az őszi búzatermeléssel foglalkozó gazdaságok részaránya jelentősen meghaladja a 2010-es ÁMÖ alapján gabonatermeléssel foglalkozó gazdaságok arányát. Ez alapján a vizsgált minta nem tekinthető országosan reprezentatívnak.

Az adott évben termelt növényfajták vetésterületen belüli megoszlása szerint a strukturált interjúban résztvevő gazdaságok körében az őszi búzatermelés a legelterjedtebb (a felmérésben szereplő teljes terület 30%-án termeltek őszi búzát). A vetésterületen elfoglalt részarányt tekintve a következő a takarmánykukorica termelés 19%-kal. Silókukoricát a vetésterület 11%-án, napraforgót pedig a felmérésben szereplő terület 15%-án termeltek. A repce termelése 10%-os részarányt képviselt a vetésterületből a vizsgált gazdaságok

körében. A vetésterületen belül nem haladta meg az 5%-os részarányt a tavaszi árpa, a lucerna, a burgonya, a borsó és a rozs termelése. (8. ábra)

Az országos Általános Mezőgazdasági Összeírás adataihoz hasonlóan az őszi búza, a takarmánykukorica és a napraforgó a legnépszerűbb növényfajta a vetésterületből elfoglalt részarányuk alapján. A takarmánykukorica, a tavaszi árpa és a rozs vetésterületi részaránya az országos mintában magasabb volt, mint az általam vizsgált gazdaságok körében. Ugyanakkor a többi vizsgált növényfajta esetében a strukturált interjúban résztvevő gazdaságok magasabb arányban termelték az egyes növényfajtákat, mint az országos átlag. (8. ábra)

A FutureFarm projekt Dániára vonatkozó információi csak a növényfajták fontosságának megítélését tartalmazta, a vetésterületre vonatkozó részarányokat nem. Ez alapján a dán gazdálkodók körében is a gabonafélék termelése a legfontosabb, a konkrét sorrend ezen belül pedig a következő: búza, árpa, kukorica – hasonlóan a magyar gazdálkodók által leggyakrabban termelt növények sorrendjéhez. [LAWSON et al., 2010]



Forrás: strukturált interjú felmérés és
 ÁMÖ (2010) adatok alapján, saját szerkesztés

8. ábra: A különböző növényfajták termelése a vetésterület arányában

4.1.2.5. A művelt földterület minősége

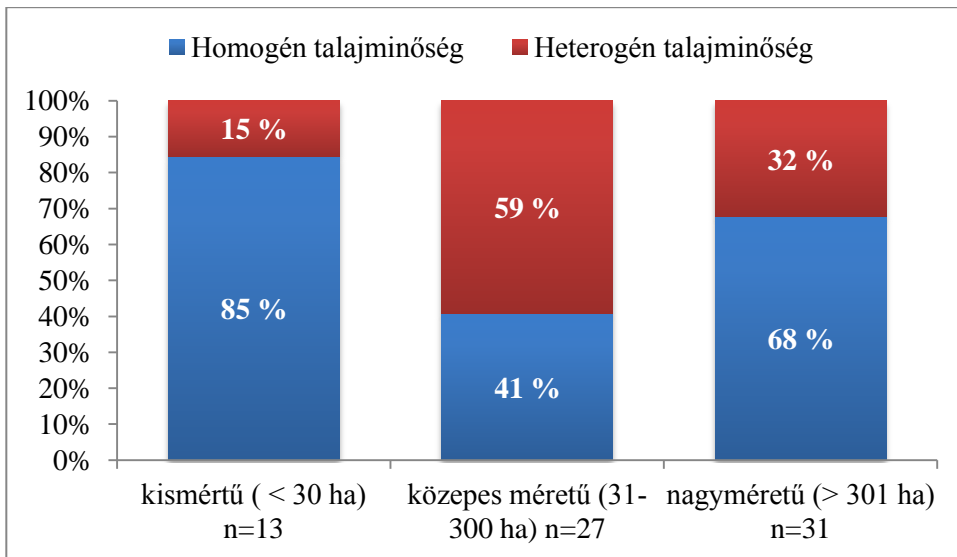
A gazdaságok által művelt földterületet 4 minőségi kategóriába sorolhatták a gazdák a strukturált interjúk felmérés során, megjelölve, hogy az adott talajminőségi kategória a teljes terület hány százalékára jellemző. A művelt terület talajminőségi meghatározásának alapja az aranykorona érték volt, ez alapján a következő talajminőségi kategóriák közül választhattak a gazdálkodók:

- gyenge minőségű: kevesebb, mint 15 aranykorona;
- közepes minőségű: 15-25 aranykorona között;
- jó minőségű: 26-35 aranykorona között;
- kiváló minőségű: több mint 35 aranykorona.

A felmérésemben résztvevő gazdálkodók 61%-a tartja homogénnek földterületét, vagyis egyetlen minőségi kategóriával jellemezhető a gazdasága. A homogén talajminőségű gazdaságok között 15% gyenge (kevesebb, mint 15 aranykorona), 52% közepes (15 és 25 aranykorona között), 30% jó (26 és 35 aranykorona) és 2% kiváló (több mint 35 aranykorona) minőségű terület volt.

A gazdaság által művelt terület nagysága és a földterület talajminőségi besorolása közötti keresztábra-elemzést elvégezve összefüggést mutattam ki a művelt terület alapján képzett méretkategória és a megjelölt talajminőségi kategóriák száma között. A kapcsolat erősségének feltárására használt Cramer's V mutató értéke alapján a gazdaság területe és a földterület minőségi megoszlása között közepesen erős szignifikáns összefüggés van. Vagyis minél nagyobb a gazdaság által művelt terület annál inkább jellemző volt a heterogén talajminőség, aminek következtében a hozamok is eltérően alakultak. A talajminőség heterogenitásának ellensúlyozásában a precíziós tápanyagpótlás nagy szerepet kaphat.

A művelt terület nagysága alapján a kisméretű gazdaságok többsége (85%-a) homogén talajadottságokkal rendelkezett. A nagyméretű gazdaságoknál szintén a homogén talajadottság van túlsúlyban, de már csak 68%-ban. A 30 és 300 hektár közötti területtel rendelkező, közepes méretű gazdaságokban pedig ez az arány megfordul és a gazdaságok majdnem 60%-ánál a heterogén talajadottság válik jellemzővé. (9. ábra)



Forrás: strukturált interjúk felmérés alapján saját szerkesztés

9. ábra: A talajminőség megoszlása a gazdaság területének mérete alapján

A válaszadó gazdák 39%-a ítélte meg úgy, hogy a rendelkezésére álló földterület minőségi szempontból több kategória között oszlik meg. Ezek közül 46-46% sorolta a földterületét két, illetve három minőségi kategóriába, és mindösszesen csak 7% jelölte meg mind a négy minőségi kategóriát. A művelt területet két minőségi kategóriába soroló gazdaságok többségében a közepes és a jó minőségű talajkombináció fordult elő. A három minőségi kategóriát megemlítők közül kevesen rendelkeztek kiváló minőségű talajjal. A gazdaság területeit négy különböző minőségi kategóriába soroló gazdaságok földterületén a jó minőségű földterület a legjellemzőbb.

A dániai gazdálkodók körében a talajtípusok közötti megoszlást vizsgálva a gazdák 65%-a csak egyféle talajtípust jelölt meg, a fennmaradó 45% pedig többféle talajtípus kombinációjával jellemezte gazdaságát. [LAWSON et al. 2010]

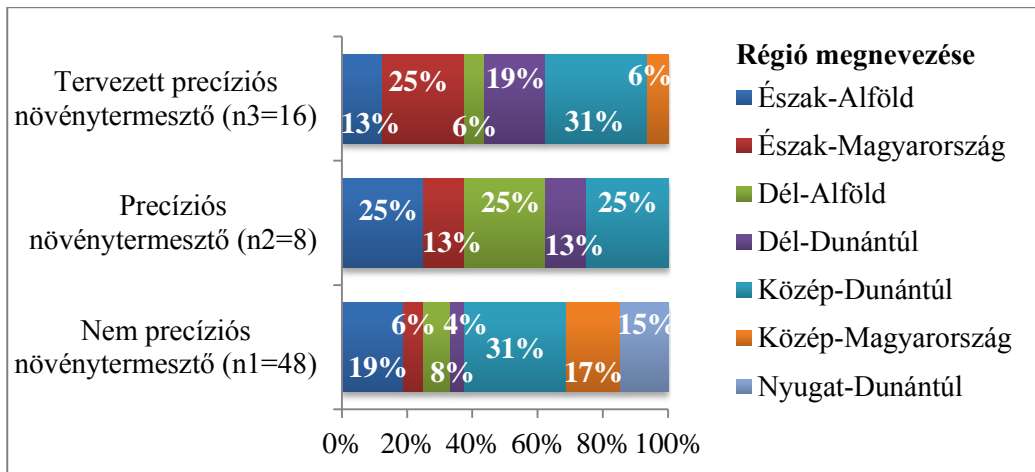
4.1.3. A precíziós növénytermelés alkalmazása a vizsgált mintában

A precíziós növénytermelés elemeinek alkalmazásához kapcsolódóan sem a Központi Statisztikai Hivatal, sem pedig az Agrárgazdasági Kutató Intézet adatbázisai nem tartalmaznak adatokat, valamint a precíziós növénytermelés magyarországi terjedésére vonatkozóan a hazai szakirodalom is kevés információt tartalmaz. A felmérésem elsődleges célja azon tényezőknek a feltárása a mintában, amelyek befolyásolhatták a gazdálkodókat a precíziós növénytermelési technológiára történő átállásban.

A 2010 ősze és 2011 tavasza között készített 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 gazdálkodást folytatók 25%-a tervezi a precíziós növénytermelés jövőbeni bevezetését. Az alkalmazott növénytermelési technológiák részarányát torzíthatta, hogy a strukturált interjúk készítésére elsősorban szakmai bemutatókon került sor, amelyeken inkább az újdonságokra nyitottabb gazdálkodók vettek részt többségében.

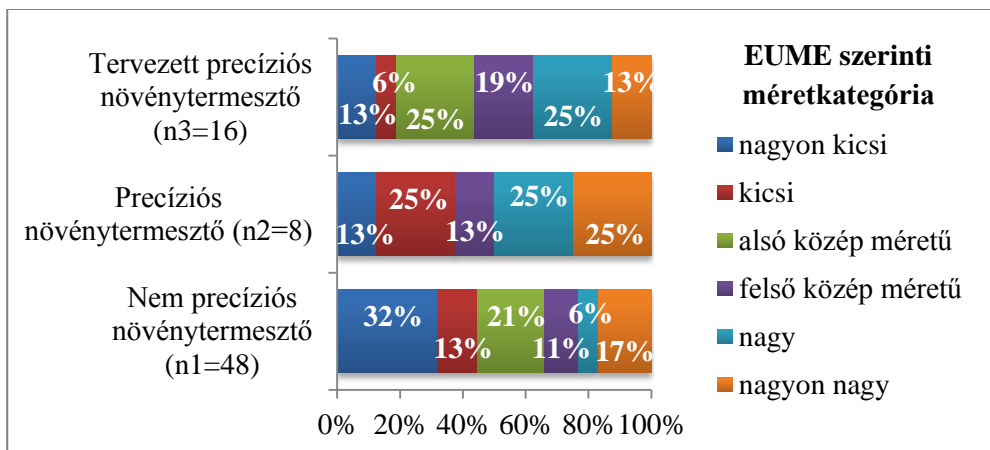
Dániában a FutureFarm projekt keretében végzett felmérés szerint a gazdák 14%-a (azaz 24 gazdaság) alkalmaz valamilyenfajta precíziós növénytermelési eljárást. [LAWSON et al. 2010] A precíziós növénytermelési technológia Dániában történő szélesebb körű alkalmazása egyrészt köszönhető annak, hogy a dániai gazdálkodók már az 1990-es évek első felében találkoztak 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.

A minta alapján a precíziós növénytermelés alkalmazásával főleg a két Alföld és a Közép-Dunántúl régióban foglalkoztak, a technológia jövőbeli bevezetése szintén a Közép-Dunántúl régióban, illetve az Észak-Magyarország régióban volt jellemző. Közép-Magyarországon egyetlen gazdaságban sem alkalmazták a precíziós növénytermelést, ugyanakkor a bevezetést tervező gazdák 6%-a ebben a régióban gazdálkodott. (10. ábra) A Közép-Dunántúl régió dominanciája a precíziós növénytermelés alkalmazásában véleményem szerint abból fakad, hogy itt található a precíziós növénytermelés eszközparkjának egyik első és legnagyobb forgalmazójának központja (Bábolna), a másik jelentős forgalmazó központja pedig az Észak-Alföld régióban helyezkedik el (Nádudvar). Annak ellenére, hogy a nagyobb forgalmazókat magába foglaló régiókban magasabb a precíziós növénytermelést alkalmazó gazdaságok száma, az alkalmazott növénytermelési technológia és a gazdaság régióba tartozása között nem mutatható ki szignifikáns kapcsolat ($\alpha = 0,214$).



Forrás: strukturált interjúk felmérés alapján, saját szerkesztés
10. ábra: A válaszadó gazdaságok régiók szerinti megoszlása az egyes részminták vonatkozásában

A precíziós növénytermelést, kiindulási hipotézisemet megcáfolva, nem csak a nagyobb jövedelemmel rendelkező gazdaságok alkalmazták, továbbá a bevezetést tervező csoportban is megtalálható volt a „nagyon kicsi”-től a „nagyon nagy” méretű gazdaságig mindegyik EUME méretkategória. (11. ábra) A keresztábra-elemzést elvégezve az alkalmazott növénytermelési technológia és az EUME szerinti méretkategória között nem volt szignifikáns összefüggés kimutatható ($\alpha=0,345$).



Forrás: strukturált interjúk felmérés alapján saját szerkesztés
11. ábra: A válaszadó gazdaságok EUME méretkategóriák szerinti megoszlása az egyes részminták vonatkozásában

A gazdaságban alkalmazott precíziós növénytermelési elemek számát és az EUME szerinti méretkategóriát vizsgálva nem volt kimutatható összefüggés a gazdaság EUME szerinti méretkategóriája és az alkalmazott precíziós elemszám között ($\alpha=0,501$). Várakozásaimmal ellentétben a 8 EUME-nél kisebb méretű gazdaságok voltak azok, ahol többféle precíziós növénytermelési elemet is alkalmaztak. A precíziós növénytermelést alkalmazó gazdaságok ($n_2=8$) 38%-a csak egy precíziós növénytermelési elemet alkalmaz. A csak egy precíziós növénytermelési elemet használó gazdaságok az EUME szempontjából a „felső közép”, a „nagy”, illetve a „nagyon nagy” méretű gazdaságok közé tartozott. A precíziós növénytermelést alkalmazó gazdaságok 13%-a használt két precíziós növénytermelési elemet. A precíziós növénytermelést alkalmazó gazdaságok 25-25%-a használt három, illetve négy precíziós növénytermelési elemet is. A négy precíziós növénytermelési elemet alkalmazó két gazdaság mindegyike kisebb volt 8 EUME-nél. (6. táblázat) Ezen gazdaságok vezetői 40 évesnél fiatalabbak voltak, és a gazdaság által művelt földterület nagysága nem érte el a 30 hektárt. Ugyanakkor a meglévő precíziós növénytermelési eszközparkjukkal bér munkát is vállaltak. A precíziós növénytermelési elemek alkalmazásának gyakoriságát a későbbiekben mutatom be. (lásd. 4.1.4. fejezet)

6. táblázat: A gazdaságban alkalmazott precíziós növénytermelési elemek száma és az EUME szerinti méretkategóriák közötti kapcsolat (n=72)

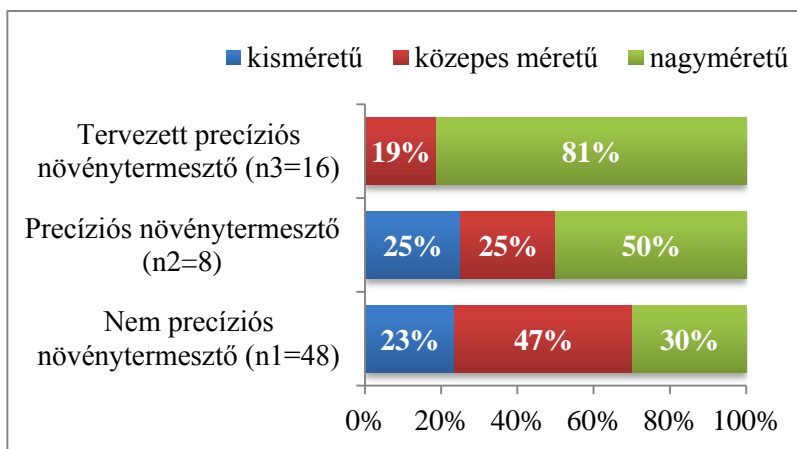
		A gazdaságban alkalmazott precíziós növénytermelési elemek száma			
		1	2	3	4
EUME szerinti méretkategóriák	nagyon kicsi (db)	-	-	-	1
	kicsi (db)	-	-	1	1
	alsó közép méretű (db)	-	-	-	-
	felső közép méretű (db)	1	-	-	-
	nagy (db)	1	-	1	-
	nagyon nagy (db)	1	1	-	-
Teljes minta (db)		3	1	2	2
Precíziós növénytermelést folytatók arányában ($n_2=8$)		38 %	13%	25%	25%

Forrás: strukturált interjúk felmérés alapján, saját szerkesztés

Az általam végzett strukturált interjúk felmérés összhangban áll PAXTON és munkatársai (2011) által a délkelet-amerikai gyapot termesztők körében végzett kérdőíves felméréssel. Mindkét vizsgálat rámutat, hogy a precíziós növénytermelést alkalmazó gazdák inkább csak egy precíziós növénytermelési elemet alkalmaznak (saját vizsgálatban: 38%, PAXTON és munkatársai

(2011): 61%). A két kutatás eredményei közötti legmarkánsabb eltérés az, hogy a délkelet-amerikai gyapottermesztők 3%-a használ több mint négyféle precíziós növénytermelési elemet. Ugyanakkor az általam megkérdezett gazdák közül senki nem alkalmazott négynél több elemet. (6. táblázat)

A strukturált interjúk felmérésben a gazdaság által művelt terület szerinti méretkategória és a precíziós növénytermelés alkalmazás között szignifikáns kapcsolat van. A két változó között a Cramer's V mutató alapján közepesen erős kapcsolat van (Cramer's V=0,314 $\alpha=0,007$). A független változónak választott művelt terület szerinti méretkategória a bizonytalansági együttható értéke alapján szignifikánsan befolyásolja az alkalmazott növénytermelési technológiát ($\alpha=0,003$), ugyanakkor a független változó előrejelző képessége alacsony (0,135) vagyis más változók is szerepet játszanak a technológia választásában. A keresztábra-elemzés szerint a precíziós növénytermelést a művelt terület nagysága alapján inkább a „nagy méretű” gazdaságok alkalmazták. (12. ábra)



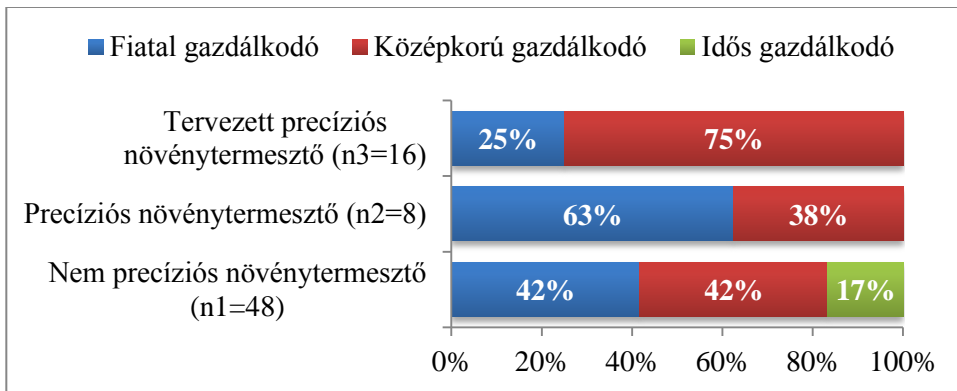
Forrás: strukturált interjúk felmérés alapján, saját szerkesztés

12. ábra: A gazdaságok földterület szerinti méretkategóriáinak megoszlása az egyes részminták vonatkozásában

Keresztábra-elemzés segítségével vizsgáltam, hogy a precíziós növénytermelési technológia alkalmazását befolyásolja-e a művelt földterület talajminőségének heterogenitása. A χ^2 mutató értéke alapján nem volt kimutatható szignifikáns kapcsolat a technológia alkalmazása és talajminőség heterogenitása között ($\alpha=0,8$).

A keresztábra-elemzés alapján gyenge szignifikáns kapcsolat (Cramer's V=0,249; $\alpha=0,046$) tapasztalható a növénytermelési technológia alkalmazása és a gazdálkodó korcsoportja között. A legtöbb precíziós

növénytermelést folytató gazdálkodó a 40 évnél fiatalabb korosztályból került ki, míg az idős gazdálkodók (65 évnél idősebb) közül senki sem alkalmazta a precíziós növénytermelést. (13. ábra) A gazdálkodó korcsoportja, mint független változó, a bizonytalansági együttható értéke alapján szignifikánsan befolyásolja az alkalmazott növénytermelési technológiát ($\alpha=0,025$), ugyanakkor a független változó előrejelző képessége alacsony (0,09) vagyis más változók is szerepet játszanak a technológia választásában (például a földterület nagysága).



Forrás: strukturált interjúk felmérés alapján, saját szerkesztés

13. ábra: A gazdák korosztály szerinti megoszlása az egyes részminták vonatkozásában

A gazdálkodók legmagasabb iskolai végzettsége és az alkalmazott növénytermelési technológia nem állt szignifikáns kapcsolatban egymással, a keresztábra-elemzés alapján ($\alpha=0,61$).

A szakirodalom alapján a precíziós növénytermelés alkalmazása függ a termesztett növények fajtájától. Egyes precíziós növénytermelési elemek, mint például a precíziós tápanyagpótlás minden növényfajtánál alkalmazhatóak, de más elem, mint például a precíziós növényvédelem csak bizonyos növényfajták esetében használható. Ebből kiindulva vizsgáltam a gazdaságokban termesztett növényfélések és a precíziós növénytermelés alkalmazása közötti kapcsolatot keresztábra-elemzés segítségével. Az egyes növényfajták termesztése és a precíziós növénytermelési technológia alkalmazása között nem tártam fel szignifikáns kapcsolatot. A termelt növényfajták, illetve azok előfordulási gyakorisága szinte teljesen azonos a precíziós növénytermelést alkalmazó, illetve nem alkalmazó gazdaságok körében. Megjegyzendő azonban, hogy a vizsgálatban résztvevő gazdaságok mindegyikében olyan növényeket termesztettek, amelyeknél alkalmazhatóak a precíziós növénytermelés elemei. Mindegyik gazdálkodói kör esetében a „legnépszerűbb” növény az őszi búza, ez követi a napraforgó, a takarmánykukorica és az őszi káposztarepce.

A 4.1.3. alfejezetben bemutatott keresztábla-elemzések alapján a precíziós növénytermelés alkalmazását szignifikánsan csak a művelt terület szerinti méretkategória és a gazdálkodó korcsoportja befolyásolta. (7. táblázat) A művelt terület nagyságára és a gazdálkodók korosztályára vonatkozó eredményeim egybehangzanak egy, a német mezőgazdasági vállalkozások körében 2009-ben végzett kutatással, amely megállapította, hogy precíziós növénytermelést a nagyobb területtel rendelkező középkorú gazdálkodók alkalmazták leginkább. [KUTTER et al. 2011] A dániai gazdálkodók körében végzett FutureFarm projekt felmérése nem vizsgálta a precíziós növénytermelés alkalmazását befolyásoló tényezőket.

7. 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	0,31	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	0,35	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

4.1.4. A precíziós növénytermelési elemek alkalmazási gyakorisága a vizsgált mintában

A felmérés során a gazdálkodókat megjelölték, hogy milyen növénytermelési elemeket alkalmaznak a gazdaságban, mekkora területen és mióta, a következők 14 lehetséges elem közül:

- konvencionális (iparszerű) gazdálkodás;
- hálószerű talajmintavétel (DGPS segítségével);
- direkt talajmintavétel (DGPS nélkül);
- hozamtérképezés (DGPS segítségével);
- légi felvételek készítése (természetes vagy infravörös);
- távirányítású szenzorok;
- gyomtérképezés (DGPS segítségével);

- precíziós (helyspecifikus) gyomirtás;
- precíziós (helyspecifikus) tápanyagpótlás;
- precíziós (helyspecifikus) növényvédelem;
- precíziós (helyspecifikus) talajművelés;
- precíziós (helyspecifikus) vetés;
- ökológiai gazdálkodás;
- egyéb.

A fent felsorolt növénytermelési elemek közül a FutureFarm projekt felmérésében a konvencionális, illetve az ökológiai gazdálkodáson, valamint a precíziós vetés nem szerepelt a lehetséges válaszok között.

A magyar vizsgálati mintában a precíziós növénytermelést folytató gazdálkodók többsége az egyéb növénytermelési elem kategóriánál a sorkövetést adta meg. A FutureFarm projekthez használt kérdőívben nem kellett megadniuk az egyéb megnevezését a gazdálkodóknak.

A precíziós növénytermelési elemek alkalmazásának gyakoriságát vizsgálva megállapítható, hogy a precíziós növénytermelést folytató gazdálkodók körében a legelső helyen a precíziós tápanyagpótlás (75%) állt, ezt követte a precíziós növényvédelem (62,5%) és a precíziós talajművelés (37,5%). 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 és hálószerű talajmintavételt is beleszámítva azonban megállapítható, hogy széles körben alkalmazott technológiai elemről van szó. Az egyes technológiai elemeket alkalmazó összes gazdaságok száma alapján a legtöbbet alkalmazott elem a precíziós tápanyagpótlás és a sorkövetés, ezt követte a precíziós növényvédelem és a hálószerű talajmintavétel. (8. táblázat)

Világviszonylatban a legelterjedtebb precíziós növénytermelési elem a precíziós tápanyagpótlás. [ZHANG et al. 2002] A dániai gazdálkodók körében végzett felmérés alapján a precíziós növénytermelési elemek alkalmazási gyakorisága szerint képzett népszerűségi sorrend megegyezik az általam Magyarországon vizsgált gazdáknál tapasztaltakkal. [LAWSON et al. 2010]

A precíziós növénytermelési elemek népszerűség szerinti rangsora a magyarországi és a dániai minta alapján a következő: 1. precíziós tápanyagpótlás (off-line), 2. precíziós növényvédelem (off-line), 3. hálószerű talajmintavétel).

8. 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 felvételkedzés	-	- (+1*)	8,3	2
Hozamterképezés	-	- (+1*)	20,9	5
Szenzoros érzékelők	-	-	-	-
Gyomtérképezés	-	-	-	-

Megjegyzés: * a konvencionális gazdaságok száma, amelyben használták az adott elemet

Forrás: strukturált interjú felmérés és LAWSON et al. (2010) alapján, saját szerkesztés

A sorkövetés nagymértékű elterjedése a gazdák körében véleményem szerint az eszköz viszonylag egyszerű kezeléséből, a kedvező árából (az igényektől függően akár már néhány százezer forinttól megvásárolható) és a használata révén elérhető látványos eredményből fakadnak. A látványos eredmény alatt azt értem, hogy a sorvezető alkalmazása révén, az átfedésmentes művelésnek köszönhetően jelentős anyag (és ezzel együtt anyagköltség), valamint munkaidő megtakarítás következik be. Az általam felmért gazdaságok között a sorvezető alkalmazása és a gazdaság EUME szerinti mérete között nem volt kimutatható szignifikáns összefüggés, mivel mindegyik méretkategóriában közel azonos számban voltak a sorvezetőt alkalmazó gazdaságok.

A hálószerű talaj-mintavételi eljárás gyakori alkalmazása elsődlegesen az Agrárkörnyezet Gazdálkodási program által kötelezően előírt bővített talajvizsgálatra vezethető vissza. Magyarországon 2010-ben a szántóterület 20%-a tartozott az AKG előírások alá és részesült támogatásban integrált szántóföldi növénytermelés címén. Az AKG-ba bevont területek esetében, vagy a támogatási időszak előtti évben, vagy a támogatás első évében, vagy pedig az utolsó gazdálkodási évben kötelező elvégeztetni a bővített talajvizsgálatot.

A vizsgált mintában szereplő gazdaságoknál a nagy és a nagyon nagy ökonómiai méretkategóriákban jelent meg a hálószerű talajmintavétel alkalmazása a gazdaságokban. Ugyanakkor a hálószerű talajmintavétel alkalmazása és a gazdaság EUME szerinti mérete között nem volt kimutatható szignifikáns összefüggés.

A gazdaság által művelt terület nagysága és az alkalmazott precíziós növénytermelési elemek használata között nem volt kimutatható szignifikáns kapcsolat, a gazdaság területe nem befolyásolta a gazdálkodókat a precíziós növénytermelési elem kiválasztásában.

Keresztábra-elemzés segítségével vizsgáltam, hogy milyen tényezők állnak összefüggésben az alkalmazott precíziós növénytermelési elemfélék kiválasztásával. Ez alapján a precíziós növénytermelési elemek kiválasztását nem befolyásolta szignifikánsan ($\alpha > 0,05$) sem a gazdaság mérete (EUME, földterület, létszám), sem a művelt földterület minőségi kategóriák szerinti megoszlása, sem pedig a gazdálkodó kora.

A precíziós növénytermelést folytató gazdaságok közül 62,5% 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 (50%-a a precíziós növénytermelést folytatóknak) mindegyike egy időben vezette be gazdaságába a többféle elemet. A precíziós növénytermelés három, illetve négy elemét alkalmazók csoportjában a precíziós tápanyagpótlás és a növényvédelem alkalmazása volt a legelterjedtebb, ezt követte a precíziós talajművelés és a vetés.

Keresztábra elemzéssel vizsgálva, a művelt földterület nagysága (Cramer's $V=0,42$, $\alpha=0,001$; bizonytalansági együttható 20%, $\alpha=0,000$) és a létszám (Cramer's $V=0,35$, $\alpha=0,017$; bizonytalansági együttható 16%, $\alpha=0,032$) közepesen erős mértékben befolyásolta az alkalmazott precíziós növénytermelési elemek számát.

4.1.5. A precíziós növénytermelés igénybevételi formái

Az alkalmazott precíziós növénytermelési elemek feltárásán túl arra is kerestem a választ, hogy milyen formában alkalmazzák a precíziós növénytermelést a gazdálkodók. A gazdák a következő igénybevételi formák közül választhattak:

- minden precíziós növénytermelési elemet saját eszközökkel végeznek;
- néhány precíziós növénytermelési elemet saját eszközökkel végeznek, néhányat pedig idegen szolgáltatásként vesznek igénybe;
- csak szolgáltatásként nyújt precíziós növénytermelési szolgáltatást;

- minden precíziós növénytermelési elemet saját eszközökkel végeznek, és ezen túl szolgáltatást is nyújtanak;
- minden precíziós növénytermelési elemet idegen szolgáltatásként vesznek igénybe.

A szakirodalom szerint a precíziós növénytermelés szolgáltatásként való igénybevétele azokban a gazdaságokban éri meg leginkább ahol a kis gazdaság méret miatt a gépköltségek magasak, illetve azokban a gazdaságokban, ahol a döntéshozó nem rendelkezik megfelelő menedzsment ismeretekkel, illetve idővel. [KUTTER et al. 2011]

A precíziós növénytermelés igénybevételi formája kapcsán a precíziós növénytermelést folytató gazdaságok egyike sem jelölte meg a „minden precíziós elemet szolgáltatásként veszek igénybe” választ. Ugyanakkor csak 2 gazdaság volt az, ahol néhány precíziós növénytermelési elemet saját eszközökkel végeztek, néhányat pedig idegen szolgáltatásként vettek igénybe (ezeknél négy féle precíziós növénytermelési elemet alkalmaztak). A precíziós növénytermelést alkalmazó gazdaságok 62,5%-ánál minden elemet saját eszközökkel valósítottak meg. Ez arra utal, hogy a precíziós növénytermelés további alkalmazása nem bérmunka szolgáltatásokon, hanem saját eszközökön keresztül valósulhat meg. Egy korábbi vizsgálatom alapján azonban a teljes precíziós növénytermelés alkalmazása 112 hektár alatt szolgáltatásként igénybe véve olcsóbb, mint saját eszközökkel megvalósítva. [LENCSES, 2008]

4.1.6. A precíziós növénytermelésre vonatkozó ismeretek

A strukturált interjúk felmérés során a precíziós növénytermelési elemek magyarországi elterjedtségének feltárásán túl arra is kerestem a választ, hogy van-e eltérés a precíziós növénytermelést alkalmazó gazdálkodók technológiával kapcsolatos ismeretei és a precíziós növénytermelést nem folytató gazdálkodók erre vonatkozó ismeretei között.

Arra a kérdésre, hogy „Hol hallott a precíziós növénytermelésről?” a gazdálkodóknak lehetőségük volt egyszerre több információforrás megjelölésére. A χ^2 teszt alapján nem volt kimutatható szignifikáns különbség a gazdálkodói csoportok között a precíziós növénytermelésről szerzett információk forrásának tekintetében. Ezért az adatokat csak a teljes mintára vonatkozóan mutatom be. (9. táblázat) A válaszadók 58%-a szakmai bemutatón hallott a precíziós növénytermelésről. A második leggyakoribb információforrás a szaklapok voltak, a gazdák 42%-a olvasott a precíziós növénytermelésről korábban. A gazdák 35%-a tájékozódott az interneten. Tanulmányai során csak a válaszadók 29%-a találkozott a precíziós

növénytermelés fogalmával, és ezeknek a gazdáknak a többség egyetemet végzett és fiatalabb 40 évesnél.

A dán gazdálkodók körében végzett FutureFarm projekt keretében végzett felmérés nem tért ki a precíziós növénytermelésre vonatkozó ismeretek forrásának megismerésére. Azonban egy németországi felmérés eredményei az általam kapott eredményektől eltérően határozzák meg az információforrások alkalmazási gyakoriságát. Az említett kutatás szerint első helyen a szaklapok álltak, ezt követték a szakmai bemutatók, illetve kiállítások és harmadik helyen szerepeltek a különböző továbbképzések. [KUTTER et al. 2011]

9. táblázat: A precíziós növénytermelésről szerzett információk forrása

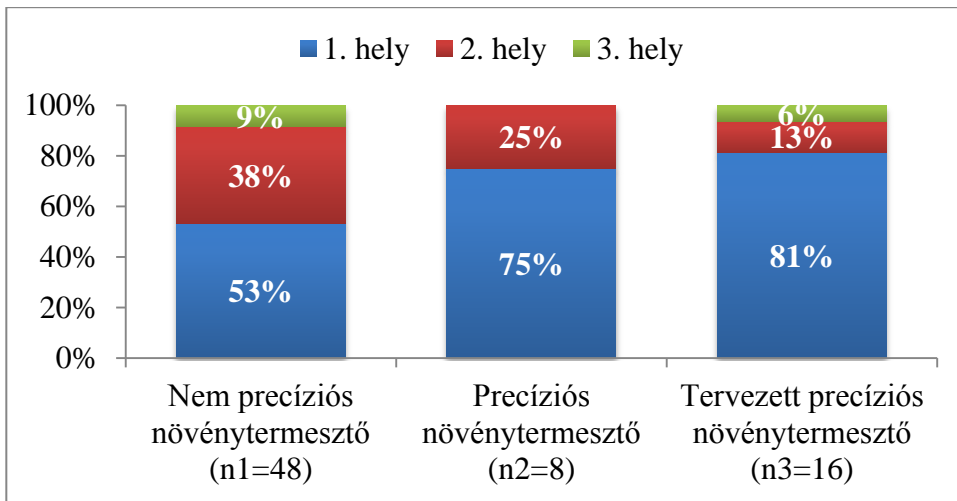
Szakmai bemutató	Szaklap	Internet	Iskolai tanulmányok	Szaktanácsadó	Más gazdálkodó	Kereskedő
58%	42%	35%	29%	26%	22%	21%

Forrás: strukturált interjú felmérés alapján saját szerkesztés

4.1.6.1. Növénytermelési technológiák jövedelemtermelő képesség szerinti rangsorolása

Vizsgáltam a gazdálkodók véleményét a konvencionális (iparszerű) gazdálkodás, az ökológiai gazdálkodás és a precíziós növénytermelés jövedelemtermelő képességének alakulásáról. A legjövedelmezőbb növénytermelési technológia kapta az 1-es értéket, az azt követő a 2-es értéket, a legkevésbé jövedelmező pedig a 3-as értéket.

A vizsgálatban résztvevő gazdálkodók többségében első helyre sorolták a precíziós növénytermelést. A precíziós növénytermelők az első vagy a második helyre rangsorolták a technológiát a jövedelemtermelő képesség alapján. A precíziós növénytermelést a harmadik helyre csak a nem precíziós növénytermelők, illetve a bevezetést tervezők rangsorolták. (14. ábra) A válaszok arra utalnak, hogy bár a precíziós növénytermelést jövedelmező technológiának tartják a gazdák, valamilyen okból mégsem alkalmazzák azt. Véleményem szerint ez az ok lehet a technológiával járó előnyök és hátrányok megvalósulásának megítélése.



Forrás: strukturált interjúk felmérés alapján, saját szerkesztés

14. ábra: A precíziós növénytermelés jövedelemtermelő képesség szerinti rangsorolása (n=72)

4.1.6.2. A precíziós növénytermelés alkalmazásával járó előnyök és hátrányok megítélése

A precíziós növénytermelés alkalmazásakor számos kedvező hatása mellett kedvezőtlen hatásokkal is számolni kell. A precíziós növénytermelés alkalmazásával járó kedvező hatások lehetnek például: hozamnövekedés, termésminőség javulás, jövedelemnövekedés, környezetterhelés csökkenés, kemikália felhasználás csökkenés. A precíziós növénytermelés alkalmazásával járó kedvezőtlen hatások lehetnek 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-skálán²⁶ osztályozták a tényezők változását a precíziós technológia hatására. A gazdálkodók válaszaira vonatkozó vizsgálatom eredményét a 10. táblázatban foglaltam össze.

A precíziós növénytermelés alkalmazásával járó hatások megítélésében a feltáró jellegű strukturált interjúk felmérés alapján képzett három gazdálkodói csoport változásokra vonatkozó véleménye között az ANOVA teszt alapján nincsen szignifikáns különbség. A csoportok közötti szignifikáns eltérés csak a

²⁶ 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 & MITEV, 2008]

jövedelemváltozásnak és a munkaerő-szükséglet változásának megítélésében volt tapasztalható. (10. melléklet)

A precíziós növénytermelés alkalmazásának köszönhető jövedelemváltozást a technológia bevezetését tervező csoport jóval jelentősebbnek értékelte, mint az alkalmazók, illetve a nem alkalmazók csoportja. Mindez azt jelenti, hogy a bevezetést tervezők jóval optimistábbak a jövedelemváltozás tekintetében, mint a technológiát már alkalmazók.

A precíziós növénytermelés alkalmazásával kapcsolatos munkaerő-szükséglet változásával kapcsolatosan mindhárom gazdálkodói csoport bizonyos mértékű növekedést várt el. A növekedés mértékét a legjelentősebbnek a technológiát alkalmazók csoportja ítélte meg.

Mindhárom gazdálkodói csoport többségében előnyöket tulajdonít a precíziós növénytermelés alkalmazásának. Az esetek többségében a precíziós növénytermelés bevezetését tervező gazdálkodók a leginkább optimisták a várható változásokat illetően, a legkisebb mértékű kedvező változásokról a technológiát alkalmazók számoltak be. Kivételt képez ez alól a szervezhetőség, illetve a termés minőségének a változása, amelyekkel kapcsolatban a technológiát alkalmazók bizonyultak a leginkább optimistának a gazdálkodói csoportok közül.

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 a tényezőket az átlagértékek (abszolút értékben kifejezve) alapján sorba rendezve jelentős eltéréseket tapasztaltam.

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. (10. táblázat) Mindez arra utal, hogy a precíziós növénytermelés gyakorlati alkalmazása során a realizálható 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 előnyei 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 változásának területén is (az alkalmazók ezt csak a kilencedik helyre sorolták).

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 elméletben ismerik a technológiát. Ez, véleményem szerint arra utal, hogy a precíziós növénytermelésről szóló információk (szaklapokban, gazdanapokon stb.) kedvezőbb eredményekről számoltak be, mint ahogy az a gyakorlatban megvalósulhat. Nem szabad azonban elfelejteni, hogy a precíziós növénytermelés alkalmazásával járó pozitív irányú változások mindegyike attól függ, hogy mennyire heterogének az adott gazdaság által művelt táblák. Minél heterogénebb adottságokkal rendelkezik egy gazdaság, annál nagyobb mértékű előnyöket élvezhet a precízió növénytermelési technológia alkalmazásával a konvencionális technológiához képest.

10. 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)	sorrend	átlag érték (n=16)	sorrend	átlag érték (n=48)	sorrend
hozamváltozás	2,75	1.	2,81	4.	2,26	4.
jövedelemváltozás*	2,12	6.	4,44	1.	2,45	2.
kemikália-felhasználás változás	-0,63	9.	-2,87	5.	-2,36	3.
környezetterhelés-változás	-1,38	8.	-4,19	2.	-2,70	1.
munkaerő-változás*	2,37	3.	0,62	9.	0,7	9.
munkaidő-változás	2,25	4.	0,44	10.	0,57	10.
működési-költségváltozás	0,37	10.	2,50	6.	2,02	5.
szervezhetőség-változás	2,75	1.	2,44	7.	1,74	6.
termés minőség-változás	2,25	4.	2,13	8.	1,66	7.
tervezhetőség-változás	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 dán gazdálkodók körében végzett kérdőíves felmérés nem tartalmazott a fent bemutatott tényezők változására vonatkozó eredményeket. Azonban megkérdezték a gazdáktól, hogy véleményük szerint a precíziós növénytermelés alkalmazása jár-e valamilyen hátránnyal, illetve, hogy ha igen akkor milyennel. A vizsgálatban résztvevő dán gazdák közel 25%-a szerint nem jár hátránnyal a precíziós növénytermelés alkalmazása, közel 50% válaszolt úgy, hogy nem biztos abban, hogy a precíziós növénytermelésnek létezik-e hátránya. A dán gazdálkodók körében a konkrét előnyök tekintetében nem végeztek felmérést, de a dán gazdálkodók majdnem 20%-a ajánlaná más gazdálkodóknak a precíziós növénytermelés alkalmazását és csak ~10% volt azok aránya, akik nem ajánlanák a technológiát másoknak. [LAWSON et al. 2010]

4.1.6.3. A precíziós növénytermelés változó költségeinek megítélése

A felmérésem során vizsgáltam a gazdák véleményét arra vonatkozóan, hogy hogyan változik/változott, százalékban kifejezve, a gépköltség, növényvédőszer költség, tápanyagpótló-szerek és az élömunka költség értéke a precíziós növénytermelés alkalmazásakor, a konvencionális gazdálkodáshoz képest. A költségváltozások feltárásához a box-plot elemzést alkalmaztam.

A precíziós növénytermelés hatására bekövetkező költségváltozások százalékos megítélése során az egyes részminták átlagértékei közel azonosak, ugyanakkor a válaszok szóródását tekintve a precíziós növénytermelést alkalmazó gazdák véleménye mindegyik költségcsoport esetében szélesebb intervallumban mozgott. (15. ábra) Egyértelmű szignifikáns különbség nem volt kimutatható a költségek nagyságának megítélése és a precíziós növénytermelés alkalmazása, illetve nem alkalmazása között a korreláció-számítás alapján.

A precíziós növénytermelést folytató gazdák körében a növényvédőszer és a műtrágya költségváltozás mértékének megítélése esetében volt a legszélesebb az intervallum. A precíziós növénytermelést folytató optimista gazdálkodó 50%-os növényvédőszer költségmegtakarításról, míg a pesszimista gazda több mint 25%-os költségnövekedésről számolt be ezen a téren. (15. ábra) A precíziós növényvédelem herbicid megtakarításával kapcsolatosan jelentősen eltérésekről számol be a szakirodalom is. Gyomfajtától függően keskeny sortávú kultúrában 40-70%-os herbicid megtakarítás várható [REISINGER és CSUTORÁS, 2008, REISINGER, 2011] Sándor szerint széles sortávú kultúrában akár 17-40%-os herbicid megtakarítás is. [SÁNDOR, 2010] Megvizsgálva az adott gazdaságban termesztett növényfajok és a növényvédőszer költség változás megítélése közötti kapcsolatot, a feltáró jellegű strukturált interjú felmérésben azt tapasztaltam, hogy a termesztett növények nem befolyásolták a gazdák véleményét. A növényvédőszer költségváltozás megítélésével kapcsolatban a precíziós növénytermelés bevezetését tervező

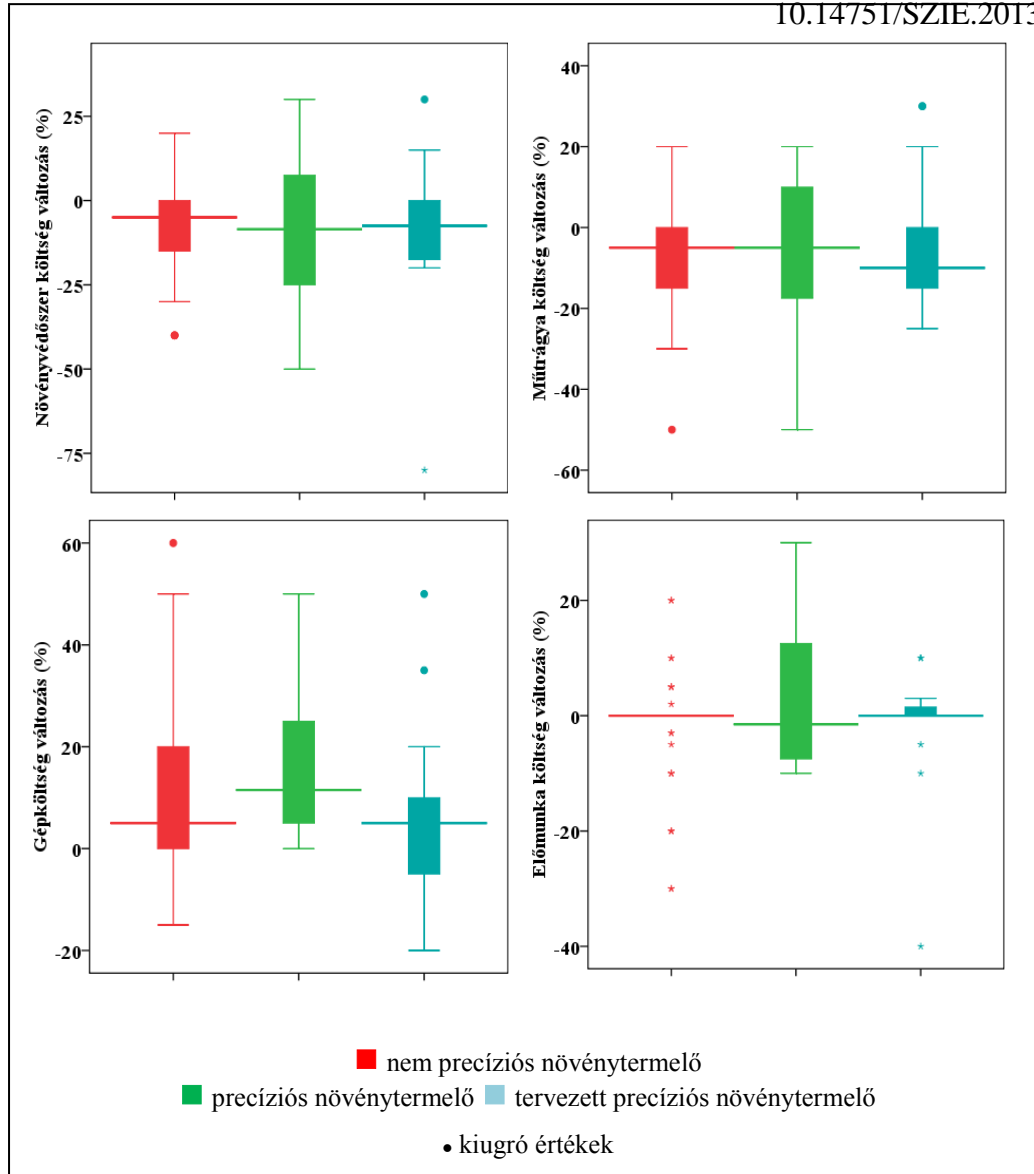
gazdák bizonyultak a legpesszimistábbnak. A válaszadók 50%-át magában foglaló vélemények azonosak a technológia bevezetését tervező és az azt nem alkalmazó gazdák között.

A tápanyagköltségek százalékos változásának megítélése során a precíziós növénytermelést folytató gazdák közül az optimista 50%-os költségmegtakarításról, a pesszimista pedig 20%-os költségnövekedésről számolt be. A nem precíziós növénytermelést folytató gazdálkodói csoport átlaga és a precíziós növénytermelést folytató gazdálkodói csoport átlaga megegyezik egymással a tápanyagköltség változás (-5%) megítélésében. A nem precíziós növénytermelő gazdáknál, a kiugró értékeket figyelmen kívül hagyva, a maximális megtakarítás 30% volt. (15. ábra)

A gépköltségek változásának százalékos megítélése kapcsán a precíziós növénytermelő gazdák mindegyike növekedésről számolt be. A technológia bevezetését tervező gazdák és a nem precíziós gazdálkodók átlaga megegyezett egymással, azonban a tervezők esetében szűkebb intervallumban mozogtak a válaszok. Ezen két gazdálkodó csoportnak ~75%-a számít a gépköltségek növekedésére a precíziós növénytermelés alkalmazásának hatására. (15. ábra)

A strukturált interjúk felmérésben, a költségváltozások százalékos megítélése kapcsán az élőmunka költségek tekintetében szóródtak leginkább a válaszok. Ebben a kérdésben tapasztaltam a legtöbb kiugró értéket. A válaszadók többsége az élőmunka-költségek növekedését jelölte meg a precíziós növénytermelés változásának hatására. (15. ábra)

Összességében elmondható, hogy legnagyobb mértékű költségmegtakarításról a műtrágyaköltségek és a növényvédő-szer költségek területén számoltak be a precíziós növénytermelést alkalmazó gazdák. Az élőmunka-költség és a gépköltség esetében, a precíziós növénytermelők többsége növekedésről számolt be. A precíziós növénytermelést nem alkalmazó, illetve a bevezetést tervező gazdaságok véleménye hasonló. Ezen két gazdálkodó csoport véleménye szűkebb intervallumban mozgott az egyes költségcsoportok százalékos változásának megítélésében, mint a precíziós növénytermelőké, ugyanakkor a csoportok átlagértékei közel azonosak voltak. (15. ábra)



Forrás: strukturált interjú felmérés alapján, saját szerkesztés
15. ábra: A költségek százalékos változásának megítélése az egyes részminták esetében

4.1.6.4. A precíziós növénytermelés hatásainak rangsorolása és a költségváltozások megítélésének vizsgálata

A gazdálkodók precíziós növénytermeléssel kapcsolatos ismeretei kapcsán vizsgálni kívántam a kapcsolatot a 10. táblázatban bemutatott tényezőkre adott értékek és a költségváltozások százalékos mértékének megadása között. Az ilyen jellegű változók közötti kapcsolat feltárására az ANOVA elemzés alkalmas, azonban a rendelkezésemre álló adatbázis erre nem volt alkalmas,

mivel az egyes tényezőkön belül az adott pontszám szerinti csoportokban volt olyan, ahol csak egyetlen gazda szerepelt, ami nem volt elegendő a vizsgálat elvégzéséhez.

Ezért a precíziós növénytermeléshez kapcsolódó költségváltozások alapján a következő csoportokat alakítottam ki:

- jelentős mértékű csökkenés (15% felett);
- kismértékű csökkenés (5-15 % között);
- szinte változatlan (-5% és + 5%);
- kismértékű növekedés (5-15% között);
- jelentős növekedés (15% felett).

Ezen költségcsoportok és a várható változások tényező csoportjai közötti kapcsolatot keresztábra-elemzéssel vizsgáltam.

A precíziós növénytermelés alkalmazásának hatására bekövetkező jövedelemváltozás Stapel-skálán történő megítélése és költségek megítélése között nem volt szignifikáns kapcsolat. (11. táblázat)

A kemikália-felhasználás változás Stapel-skálán történő megítélése és a tápanyagköltségek alapján képzett csoportok között erős szignifikáns kapcsolatot tapasztaltam. Ebben az esetben a Cramer's V értéke 0,9 volt, amihez 0,00-es α érték tartozott. A χ^2 -hez tartozó α értéke szintén 0,00, ami alacsonyabb, mint a társadalomtudományokban elfogadott 5%. Ez alapján elvettem a két változó közötti kapcsolat hiányát feltételező nullhipotézist. A keresztábrát megvizsgálva megállapítható, hogy minél kedvezőbbnek ítélték meg a gazdák a precíziós növénytermelés kemikália-felhasználását annál, nagyobbak ítélték a műtrágyaköltségek csökkenését. Érdekes azonban, hogy a növényvédő-szer költségek változásával kapcsolatosan nem volt szignifikáns kapcsolat. (11. táblázat)

A tervezhetőség változás Stapel-skálán történő megítélése és az élőmunka költségek alapján képzett csoportba sorolás között erős szignifikáns kapcsolatot tapasztaltam (Cramer's V=0,8, $\alpha=0,05$). A keresztábra-elemzés alapján megállapítható, hogy minél magasabbnak ítélik meg a precíziós növénytermelés alkalmazása során a munkaműveletek tervezhetőségét a gazdák annál nagyobbak ítélték meg az élőmunka-költség növekedését. (11. táblázat)

A precíziós növénytermelés alkalmazása során bekövetkező változások értéke (Stapel-skálán) és a költségváltozások százalékos megítélése közötti kapcsolatot keresztábra-elemzéssel vizsgálva megállapítható, hogy erős kapcsolat áll fenn a tápanyagköltségek százalékos változása, valamint a környezetterhelés-változás és a kemikália-felhasználás változásának megítélése között. Az élőmunka-

költségek százalékos változásának és a tervezhetőség-változásának megítélése között is erős kapcsolatot tártam fel. A többi tényező változásának és a költségek százalékos változásának megítélése között nem volt kimutatható szignifikáns kapcsolat. (11. táblázat)

11. táblázat: A precíziós növénytermelés alkalmazása során bekövetkező tényező-változások értéke és a termeléshez kapcsolódó költségváltozások mértékének kapcsolata

	χ^2 -hez és Cramer's V-hez tartozó α érték				Cramer's V érték				kapcsolat erősség			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
környezetterhelés-változás (-)		0,1	0,01*			0,8	0,9			nincs	erős	
jövedelemváltozás (+)	0,8	0,7	0,1	0,9	0,6	0,6	0,8	0,5	nincs	nincs	nincs	nincs
kemikália-felhasználás változás (-)		0,1	0,00*			0,8	0,9			nincs	erős	
hozamváltozás (+)		0,1	0,5			0,7	0,6			nincs	nincs	
működési-költségváltozás (+)	0,6				0,7				nincs			
szervezhetőség-változás (+)				0,9				0,5				nincs
tervezhetőség-változás (+)				0,05*				0,8				erős
termésminőség változás (+)		0,2	0,8			0,7	0,5			nincs	nincs	
munkaerő-változás (+)				0,5				0,6				nincs
munkaidő-változás (+)				0,1				0,9				nincs

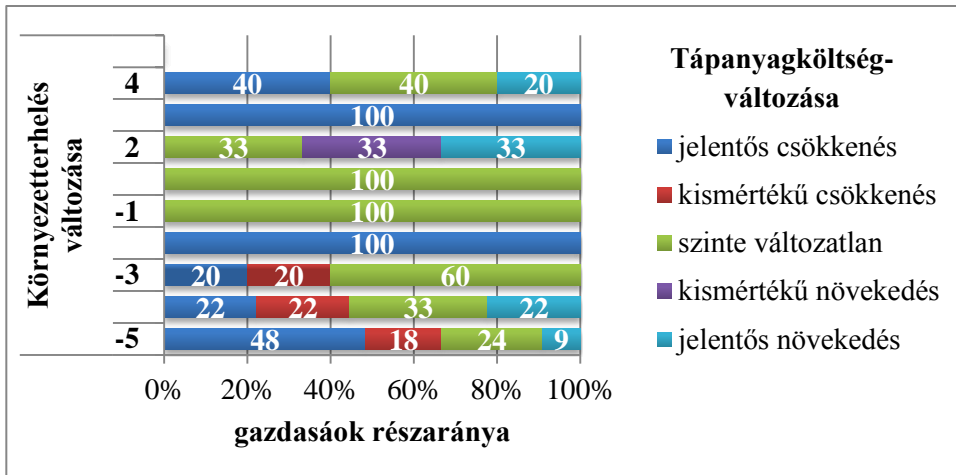
Megjegyzés: (1) gépköltség-változás nagysága; (2) növényvédő-szer költségváltozás nagysága; (3) tápanyagköltség változás nagysága; (4) élőmunka költségváltozás nagysága

*a szignifikancia szint alacsonyabb, mint 5%

Forrás: strukturált interjúk felmérés alapján saját szerkesztés

A környezetterhelés változás Stapel-skálán történő megítélése és a tápanyagköltségek alapján képzett csoportba sorolás között erős pozitív irányú szignifikáns kapcsolatot tapasztaltam. Ebben az esetben a Cramer's V mutató értéke 0,9 volt, amihez 0,01-es α érték tartozott. A χ^2 -hez tartozó α értéke szintén 0,01, ami alacsonyabb, mint a társadalomtudományokban elfogadott 5%. Ez alapján elvettem a két változó közötti kapcsolat hiányát feltételező nullhipotézist. A teljes mintában minél kisebbnek ítélték meg a precíziós növénytermelés környezetterhelő hatását, annál nagyobbak ítélték meg a

tápanyagköltségek csökkenését. (11. táblázat) A környezetterhelés-változását „0”-ra, illetve „-1”-re ítélő gazdák mindegyike a tápanyagköltség változását szinte változatlanoknak ítélte. A környezetterhelés változását „-3”-ra, illetve „-4”-re ítélő gazdák ~20-20%-a tápanyagköltség kapcsán jelentős csökkenést ítélt meg, és ~20-20% ítélte a tápanyagköltségek csökkenését kismértékűnek. (16. ábra)



Forrás: strukturált interjúk felmérés alapján saját szerkesztés

16. ábra: A precíziós növénytermelés alkalmazásának hatására bekövetkező környezetterhelés változásának és a tápanyagköltségek változásának megítélése közötti kapcsolat

4.1.6.5. Precíziós növénytermelés alkalmazásával járó többletmunkaidő

A precíziós növénytermelés folytatásához szükséges többletmunkaidő vizsgálata a napi szintű munkaidő-szükséglet növekedésére vonatkozott. A válaszadó gazdák 50%-a nem tudta megítélni, hogy napi hány óra többletmunkaidővel járhat a precíziós növénytermelés alkalmazása a konvencionális technológia működtetéséhez szükséges munkaidőhöz képest. A precíziós növénytermelést folytató gazdák mindegyike úgy válaszolt, hogy a szükséges többletmunkaidő nem haladja meg napi szinten az 1 órát. A precíziós növénytermelés bevezetését tervező gazdálkodók többségében napi 1 óra és 3 óra közé tették a szükséges többletmunkaidőt. Ugyanakkor ezen gazdálkodói csoport 56%-a nem tudott választ adni a többletmunkaidővel kapcsolatosan. A dán gazdák valamivel optimistában ítélték meg a precíziós növénytermelés alkalmazásával járó többlet munkaidő mértékét, véleményük szerint a többletmunkaidő körülbelül heti 2 óra. [PEDERSEN et al. 2004]

Nem volt kimutatható szignifikáns kapcsolat a precíziós növénytermelés alkalmazása és a napi munkaidő többlet megítélése között. A keresztábra-elemzés során a szignifikancia szint ($\alpha=0,458$) meghaladta a társadalomtudományokban elfogadott 5%-ot vagyis el kellett fogadjam a két változó közötti kapcsolat hiányát leíró nullhipotézist.

A precíziós növénytermelés alkalmazásával járó többletmunkaidő megítélésével kapcsolatosan felmerült bennem a kérdés, hogy befolyásolja-e a gazdaság területének nagysága, illetve az alkalmazott precíziós növénytermelési elemek száma a szükséges többletmunkaidő nagyságának megítélését.

A precíziós növénytermelést folytató gazdaságok esetében az alkalmazott precíziós elemek száma és a többletmunkaidő megítélése között a keresztábra-elemzés segítségével nem volt feltárható szignifikáns kapcsolat. Érdekesség azonban, hogy a négy precíziós elemet alkalmazó gazdák között is volt olyan, aki szerint a többletmunkaidő nem éri el a napi 1 órát, ugyanakkor az egy technológiai elemet alkalmazók között pedig volt olyan, aki szerint a napi 4 órát is meghaladhatja.

Mivel az alkalmazott precíziós növénytermelési elemek száma és a többletmunkaidő között nem tártam fel szignifikáns kapcsolatot, ezért megvizsgáltam, hogy maga az alkalmazott precíziós elem fajtája befolyásolta-e többletmunkaidő nagyságát. A keresztábra-elemzés során azt tapasztaltam, hogy egyik precíziós növénytermelési elem alkalmazása sem befolyásolta egyértelműen a gazdák többletmunkaidőre vonatkozó véleményét. Ugyanez igaz a művelt terület nagysága és a többletmunkaidő megítélése közötti összefüggés vizsgálat esetében is.

4.1.6.6. Hozamváltozás mértékének megítélése

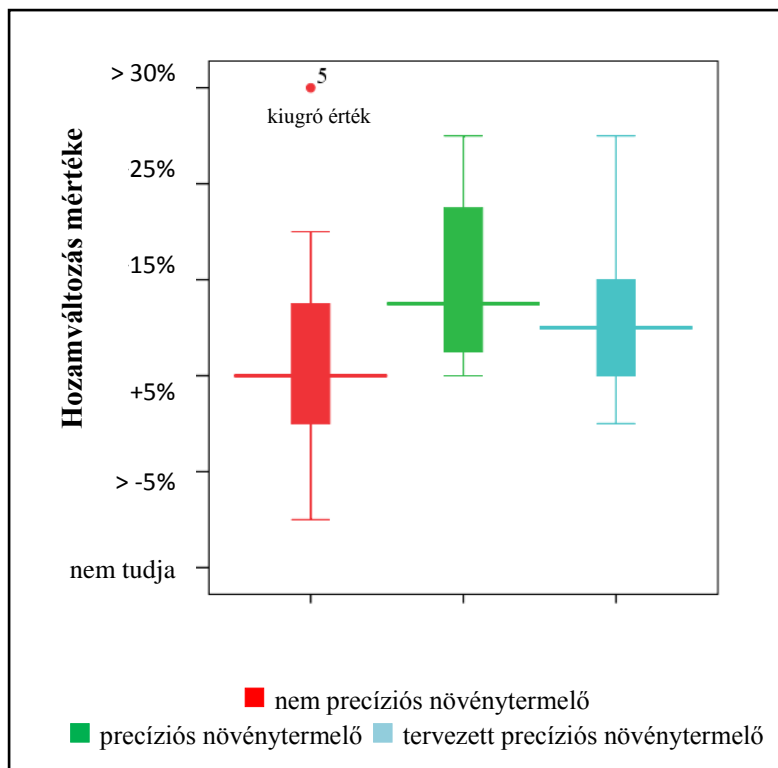
A hozamváltozással kapcsolatosan a gazdák által termelt növény fajtánként kerültek megadásra a hozamváltozás tapasztalt/vélt értékei. Statisztikai vizsgálataim alapján nem volt kimutatható összefüggés a hozamváltozás mértékének megítélése és termelt növények fajtája között. A következőkben a hozamváltozások átlagos értékét mutatom be az egyes részminták vonatkozásában.

A gazdák hozamváltozásra adott válaszait nem befolyásolta egyértelműen az alkalmazott növénytermelési technológia, a gazdaság mérete, a talaj minőségi kategóriák szerinti megoszlása, illetve a gazdálkodó kora.

A nem precíziós növénytermelő gazdálkodói csoport gazdálkodóinak 25%-a a technológia alkalmazásának hatására valamilyen fokú hozamcsökkenést

vélelmezett. A nem precíziós növénytermelők átlagosan 5% körüli hozamnövekedésre számítottak a precíziós növénytermelés alkalmazásakor. A precíziós növénytermelést folytató gazdák mindegyike hozamnövekedésről számolt be a technológia alkalmazásából eredően. Az átlagos hozamnövekedés mértéke a precíziós növénytermelők körében 15% volt. A maximális hozamnövekedés 25% fölött alakult mind a precíziós növénytermelők, mind pedig a technológia bevezetését tervezők körében. (17. ábra)

A precíziós növénytermelés alkalmazásával járó hozamváltozás megítélése során az általam megkérdezett gazdák 70%-a bizonyos fokú hozamnövekedést jelölt meg. A gazdáknak csak 28%-a vélekedett úgy, hogy a precíziós növénytermelés alkalmazása semmilyen hatással nincsen a hozam nagyságára. A FutureFarm projekt keretében végzett felmérés eredményei szerint a dán gazdálkodók 40% szerint várható hozamnövekedés a precíziós növénytermelés alkalmazásával. [LAWSON et al. 2010]



Forrás: strukturált interjúk felmérés alapján, saját szerkesztés

17. ábra: A hozamváltozás mértékének megítélése az egyes részminták esetében

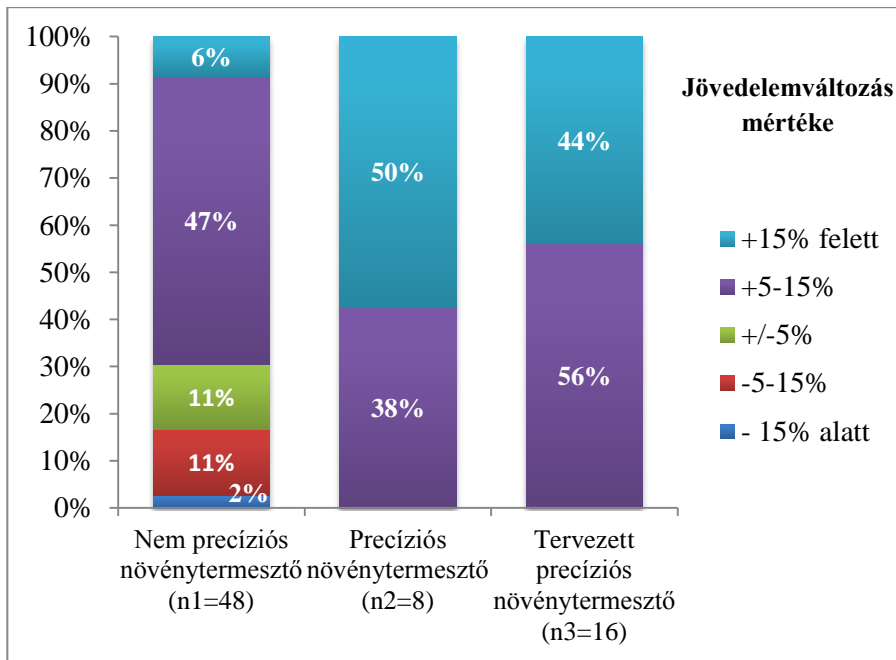
4.1.6.7. Jövedelemváltozás megítélése

A vizsgálatban résztvevő gazdák körében vizsgáltam, hogy a precíziós növénytermelés alkalmazásakor milyen mértékű jövedelemváltozást várnak el, százalékban kifejezve a konvencionális technológiához képest. A precíziós növénytermelés hatására bekövetkező jövedelemváltozások mértékének megítéléséhez a következő válaszlehetőségeket jelölhették meg a gazdák:

- nem változik a konvencionálishoz képest,
- változik a konvencionálishoz képest, a következő mértékben:
 - jelentős mértékű csökkenés (15% felett);
 - kismértékű csökkenés (5-15 % között);
 - szinte változatlan (-5% és + 5%);
 - kismértékű növekedés (5-15% között);
 - jelentős növekedés (15% felett).

A vizsgálatomban résztvevő gazdák 83%-a szerint jövedelemváltozás várható a precíziós növénytermelés alkalmazásától. A precíziós növénytermelés alkalmazása és a jövedelemváltozás bekövetkeztének megítélése között a keresztábra-elemzés alapján pozitív irányú, közepesen erős kapcsolat állt fenn, mivel a Cramer's V értéke 0,39, amihez $\alpha=0,01$ szignifikancia szint tartozott. Ez alapján elutasítottam a két tényező közötti kapcsolat hiányát feltételező nullhipotézist. A bizonytalansági együttható alapján az alkalmazott növénytermelési technológia 14%-ban befolyásolta a jövedelemváltozás mértékének megítélését ($\alpha=0,002$). A gazdák jövedelemváltozásra adott válaszait azonban nem befolyásolta egyértelműen a gazdaság mérete, a talaj minőségi kategóriák szerinti megoszlása, illetve a gazdálkodó kora.

A precíziós növénytermelő, illetve a technológia bevezetését tervező gazdák mindegyike 5% feletti jövedelemnövekedést jelölt meg a precíziós növénytermelés alkalmazásától. A precíziós növénytermelők felének véleménye alapján a technológia alkalmazásával a konvencionális növénytermeléshez képest jelentős mértékben (15% felett) növekedett a jövedelmük. A technológia bevezetését tervező gazdák többsége kismértékű (5-15% között) jövedelemnövekedésre számított a precíziós növénytermelés alkalmazásának hatására. A precíziós növénytermelés jövedelemre gyakorolt hatását a technológiát nem alkalmazó gazdálkodók ítélték meg a legnegatívabban, 47%-uk szerint az alkalmazás hatására vagy nem változik a jövedelem vagy csökkenés. (18. ábra)



Forrás: strukturált interjúk felmérés alapján, saját szerkesztés

18. ábra: A precíziós növénytermelés alkalmazása során keletkező jövedelemváltozás mértékének megítélése az egyes részminták esetében

4.1.6.8. A teljes átállás beruházási összege és megtérülési ideje

A strukturált interjúk felmérésben résztvevő gazdák precíziós növénytermelésre vonatkozó ismereteinek vizsgálatához kapcsolódó utolsó kérdéskör a technológia bevezetéséhez szükséges beruházási összeg nagyságának, illetve a beruházás megtérülési idejének megítélésre vonatkozott. A precíziós növénytermelési beruházáshoz kapcsolódóan elsőként azt kérdeztem a gazdáktól, hogy véleményük szerint magasabb-e a precíziós növénytermelési technológia beruházási költsége, mint a konvencionális technológiáé.

A precíziós növénytermelésre történő teljes átállás beruházási összegére adott válaszokat nem befolyásolta egyértelműen az alkalmazott növénytermelési technológia, a gazdaság mérete, a talaj minőségi kategóriák szerinti megoszlása, illetve a gazdálkodó kora. A precíziós növénytermelésre történő teljes átállás beruházási költségét csak egy gazda (precíziós növénytermelő) ítélte meg a konvencionális technológia beruházás igényével közel azonosnak. A gazdák 5,6%-a szerint a precíziós növénytermelésre történő átállás beruházási költsége alacsonyabb, mint a konvencionális technológiáé. A konvencionális technológia beruházási költségénél magasabbnak ítélte meg a gazdák 91,5%-a precíziós növénytermelési teljes technológia megvalósításának költségét.

Nemcsak arra kerestem a választ a strukturált interjúk felmérés kapcsán, hogy a konvencionális növénytermelési technológiához képest hogyan ítélik meg a gazdálkodók a teljes precíziós növénytermelés beruházási költségét, hanem arra is kértem a gazdákat, hogy számolják ki, hogy körülbelül mennyibe kerülne a precíziós növénytermelésre való teljes átállás a saját gazdaságukban, a felmerülő többletmunkaerővel, illetve többletmunkaidővel nem számolva.

Mivel a beruházási összeg nagyságának a szükséges, megvásárolandó precíziós növénytermelési eszközök fajtájától és darabszámától kell függenie, amit pedig a gépek kapacitása és a megművelni kívánt terület nagysága befolyásol, a művelt területnagyságok alapján csoportokat képezve vizsgáltam a teljes precíziós növénytermelésre való átállás beruházási költségének megítélését. A művelt terület nagyságára képzett kvartilisek alapján végül a következő csoportokat alakítottam ki:

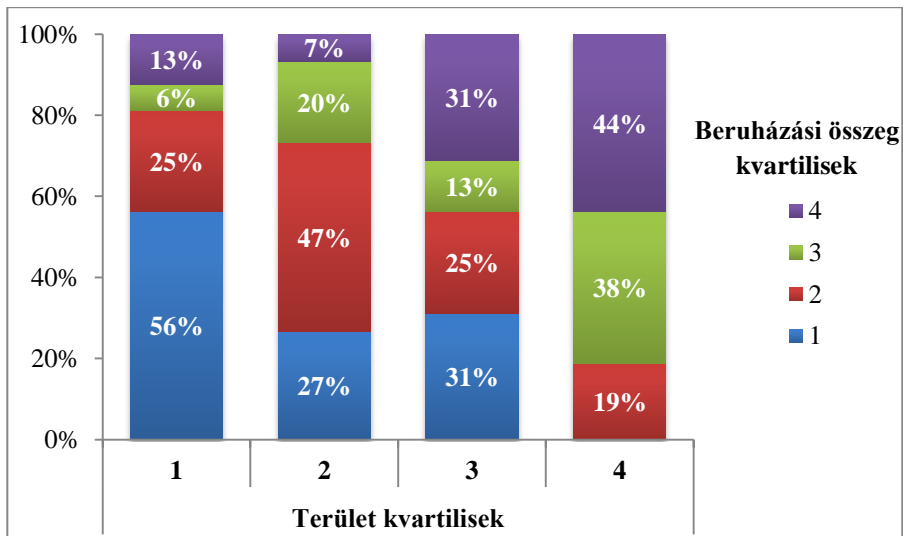
- 45 hektár alatt;
- 45 – 200 hektár között;
- 200 – 1690 hektár között;
- > 1690 hektár felett.

A fenti kvartilisekbe tartozás és a beruházási összegre adott válaszok között az ANOVA teszttel nem találtam kimutatható összefüggést, ami véleményem szerint arra utal, hogy a szükséges beruházási összegről nem megfelelően informáltak a gazdálkodók.

A beruházási összegre adott válaszok egyszerűbb szemléltetésére a beruházási összegek nagyságára is kvartiliseket képeztem, a következőképpen:

- 5 millió forint alatt;
- 5 - 20 millió forint között;
- 20 - 35 millió forint között;
- 35 millió forint felett.

A terület kvartilisekbe tartozás és a beruházási összeg szerinti kvartilisbe tartozás között a keresztábra-elemzéssel, a várakozásaimnak megfelelően, szignifikáns kapcsolatot tártam fel. A terület kvartilisbe való tartozás közepesen erős kapcsolatban (Cramer's $V=0,34$, $\alpha=0,01$) állt a beruházási összeg kvartilisével. A nagyobb területű kvartilisek esetében egyre nagyobb számban fordultak elő a nagyobb beruházási összeget tartalmazó kvartilisek, ugyanakkor mindegyik terület kvartilis esetében előfordult mindegyik beruházási kvartilis. (19. ábra)



Megjegyzés: Terület kvartilisek: (1) 45 hektár alatt; (2) 45 – 200 hektár között; (3) 200 – 1690 hektár között; (4) > 1690 hektár felett.

Beruházási összeg kvartilisek: (1) 5 millió forint alatt; (2) 5 - 20 millió forint között; (3) 20 - 35 millió forint között; (4) 35 millió forint felett.

Forrás: strukturált interjúk felmérés alapján, saját szerkesztés

19. ábra: A precíziós növénytermelésre való teljes átállás beruházási összegének megítélése a különböző területnagyságú gazdaságok esetében

A precíziós növénytermelésre történő teljes átállás beruházásának vizsgálatokor fontos kérdés volt, hogy hogyan ítélik meg a gazdák ezen beruházás megtérülési idejét a saját gazdaságuk esetében. A gazdák információ hiányára utal ezen a területen, hogy a megtérülési időre adott válaszaik és a beruházási összeg nagyságára adott válaszaik között nem volt szignifikáns kapcsolat. A megtérülési idő megítélése nem állt kapcsolatban sem az alkalmazott növénytermelési technológiával, sem a gazdaság méretével, sem a talaj minőségi kategóriák szerinti megoszlásával, sem pedig a gazdálkodó korával.

A gazdák 7,7% szerint a precíziós növénytermelésre való átálláshoz kapcsolódó beruházás megtérülési ideje 2 év. A megtérülési időt 2 és 5 év közötti időtartamra tette a megkérdezett gazdák 47,7%-a. A beruházás várható megtérülési ideje 5 évnél hosszabb, de 10 évnél rövidebb volt a gazdák 12,3%-a szerint. A gazdák 16,9%-a szerint 10 év is kellhet ahhoz, hogy megtérüljön a precíziós növénytermelésre történő átállás beruházása. A gazdák 12,3%-a szerint a megtérülési idő akár 20 év is lehet. A gazdák 3%-a szerint azonban soha nem fog megtérülni a precíziós növénytermelés alkalmazásához kapcsolódó beruházási költség (a precíziós növénytermelést alkalmazó, illetve tervező gazdák egyike sem osztotta ezt a véleményt).

4.1.7. A precíziós növénytermelésre vonatkozó jövőbeli tervek

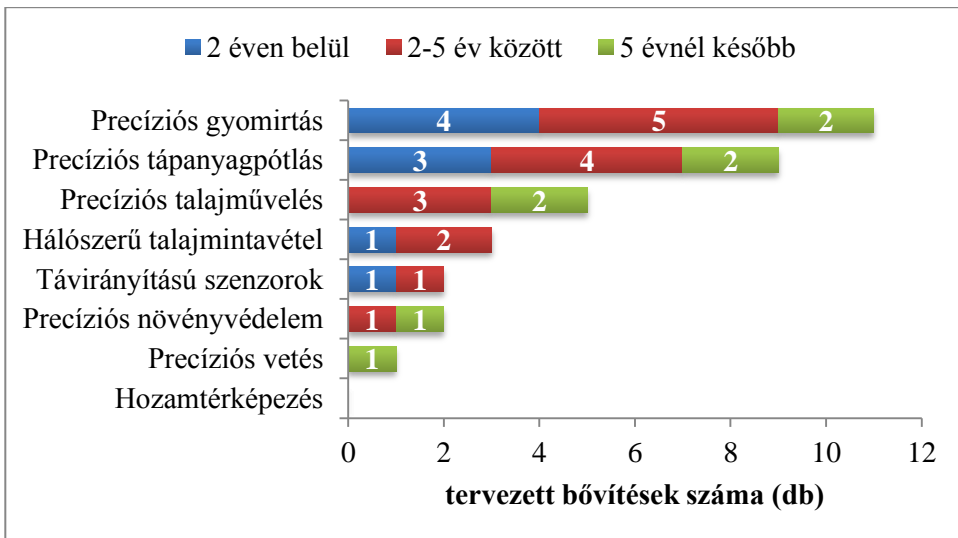
A strukturált interjúk felmérés során a precíziós növénytermelés elterjedtségén és a technológiát alkalmazó, illetve nem alkalmazó gazdálkodók technológiára vonatkozó ismereteinek hasonlóságának vizsgálatán túl arra is kerestem a választ, hogy a milyen jövőbeli terveik vannak a precíziós növénytermelési technológia alkalmazásával kapcsolatban.

A precíziós növénytermelést folytató gazdák egyike sem tervezte további precíziós növénytermelési elemek bevonását a gazdaságába a strukturált interjúk felmérés készítésekor. A strukturált interjúk felmérés során a gazdálkodók megjelölték, hogy mely precíziós növénytermelési elemek bevezetését tervezik gazdaságukban és várhatóan mikor a következő tizenegy lehetséges elem közül:

- hálószerű talajmintavétel (DGPS segítségével);
- hozamtérképezés (DGPS segítségével);
- légi felvételek készítése (természetes vagy infravörös);
- távirányítású szenzorok;
- gyomtérképezés (DGPS segítségével);
- precíziós gyomirtás;
- precíziós tápanyagpótlás;
- precíziós növényvédelem;
- precíziós talajművelés;
- precíziós vetés;
- egyéb.

A vizsgált mintában, a precíziós növénytermelés bevezetését a 300 hektárnál nagyobb művelt területtel rendelkező gazdaságokban tervezték. Ez alátámasztja REISINGER és SCHMIDT (2012) felvetését, miszerint Magyarországon elsősorban az 500 és az 1000 hektár közötti gazdaságokban fogják alkalmazni a precíziós növénytermelést.

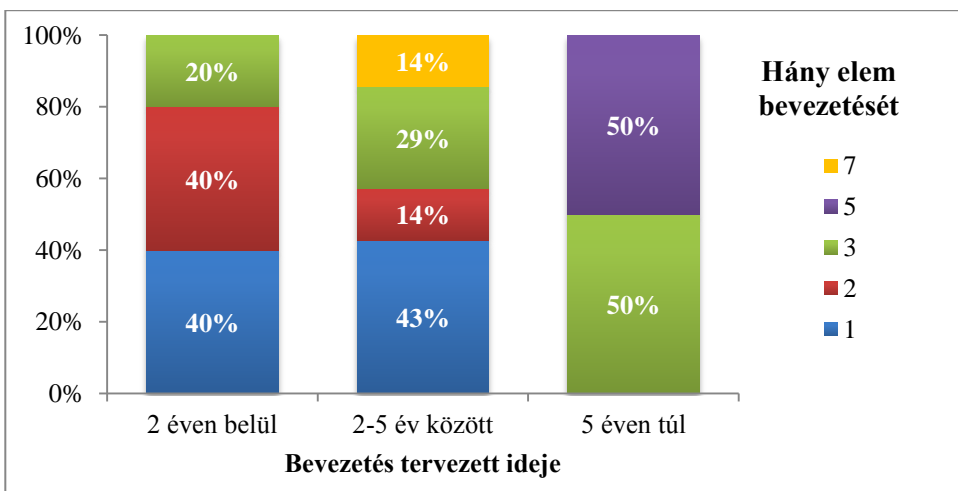
A precíziós növénytermelés elemeinek tervezett bevezetését vizsgálva megállapítható, hogy a jövőben leginkább a precíziós gyomirtás és a precíziós tápanyagpótlás bevezetését tervezték a gazdák. Ezen technológiai elemek bevezetését a gazdák többsége 5 éven belül tervezte a vizsgálat idején. (20. ábra)



Forrás: strukturált interjú felmérés alapján, saját szerkesztés

20. ábra: A precíziós növénytermelés elemeinek tervezett bevezetése

A precíziós növénytermelési elemek alkalmazását tervező gazdák mindegyike egyszerre tervezi a kiválasztott technológiai elemek bevezetését. A precíziós növénytermelés 2 éven belüli bevezetését tervező gazdák maximum három elem alkalmazását tervezték. Az öt évnél hosszabb időn túli precíziós növénytermelési elem bevezetését tervező gazdák három, illetve öt elem alkalmazását tervezték. Azoknak a gazdáknak a 14%-a, akik a precíziós növénytermelési elemek bevezetését 2 és 5 év között tervezték, hét elem bevezetését tervezték. (21. ábra)



Forrás: strukturált interjú felmérés alapján, saját szerkesztés

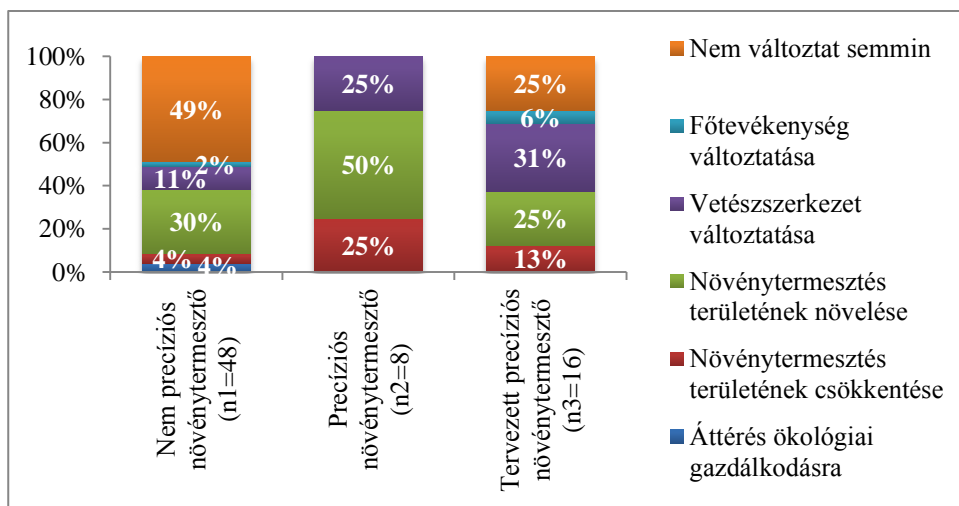
21. ábra: A precíziós növénytermelés elemeinek tervezett száma

A precíziós növénytermelés hatására bekövetkező változások megítélése nem befolyásolta szignifikánsan a precíziós növénytermelési elemek tervezett bevezetését a keresztábra-elemzések eredménye szerint.

A növénytermelésre vonatkozó jövőbeli tervek vizsgálata kapcsán a gazdák a következő lehetőségek közül választhattak:

- növénytermelés területének csökkentése;
- növénytermelés területének növelése;
- vetésszerkezet változtatása;
- főtevékenység változtatása;
- nem változtatok semmin.

A strukturált interjúk felmérésben résztvevő gazdák közel hasonlóan gondolkoztak a növénytermelés területének növeléséről, a vetésszerkezet változtatásáról, illetve a főtevékenység változásáról. A változások tekintetében mindhárom vizsgált gazdálkodói csoport esetében első helyen a növénytermelés területének növelése, illetve a vetésszerkezet változtatása állt. (22. ábra)



Forrás: strukturált interjúk felmérés alapján saját szerkesztés

22. ábra: A gazdák növénytermelésre vonatkozó jövőbeli terveinek megoszlása

A precíziós növénytermelést nem folytató gazdálkodók 27%-a úgy gondolta, hogy ha alkalmazná a precíziós növénytermelést a gazdaságában akkor azt csakis saját eszközökkel tenné. Mindösszesen 2%-uk válaszolta azt, hogy néhány elemet saját, néhányat pedig idegen szolgáltatásként vennének igénybe. A válaszadók egyike sem zárkózott el teljes mértékben a precíziós növénytermelés alkalmazásától, vagyis senki sem jelölte meg a „semmilyen formában nem veszem igénybe” lehetőséget.

4.2. A BERUHÁZÁSI MODELL EREDMÉNYEI

A beruházási modell összeállításának célja a magyar gazdálkodók számára egy olyan döntéstámogató eszköz megalkotása, amelynek segítségével kiválasztható a legjövödelmezőbb precíziós növénytermelési technológiai változat. A precíziós növénytermelési technológia megvalósítása egy konvencionális növénytermelési technológiához kapcsolódó bővítő jellegű beruházásként kerül megvalósításra a modellvizsgálat során. A következőkben bemutatásra kerülő beruházási modell 6 különböző ökonómiai méretű gazdaságra (egyéni-kicsi, egyéni-közepes, egyéni-nagy, társas-kicsi, társas-közepes, társas-nagy) külön-külön került futtatásra és mindegyik esetben külön vizsgáltam az optimista, realista és pesszimista várakozást a precíziós növénytermelés alkalmazásával járó változásokkal kapcsolatosan az „alkalmazó” és a „bevezetést tervező” gazdák véleményét felhasználva. Így összességében 18 különböző modell-gazdaság esetében végeztem el a futtatásokat és határoztam meg a leggazdaságosabb precíziós növénytermelési technológiai változatokat.

4.2.1. A leggazdaságosabb precíziós növénytermelési technológiai változatok kiválasztása

A modellszámítások eredményeit a leggazdaságosabb precíziós növénytermelési technológiai változatokra az egyes ökonómiai üzemméretenként külön-külön mutatom be a következőkben. A modellszámítások eredményeit a 11. mellékletben összegeztem, táblázatszerű formában.

Kicsi méretű egyéni modellgazdaságok

Realista várakozások alapján szintén csak az off-line precíziós növényvédelmet tartalmazó technológiai változat bizonyult a modellvizsgálat alapján a gazdaságosnak. Ugyanakkor a realista várakozás alapján a bővítő precíziós növénytermelési beruházás értékét az évenkénti pozitív fedezeti hozzájárulás nem képes fedezni a tervezett használati idő alatt.

A kicsi egyéni gazdaságok esetében az optimista várakozások alapján a legjövödelmezőbb technológia változatnak az off-line precíziós növényvédelem minősült, amelynek többlet beruházási összege 5,6 millió forint. Bár a precíziós növénytermelési beruházáshoz kapcsolódó többlet működési-költségek fedezhetők a többletértékből, ugyanakkor az évenkénti pozitív fedezeti hozzájárulás nagysága, nem képes fedezni a beruházási összeget a tervezett 7 éves használati idő során.

A pesszimista várakozások szerint a modellszámítások alapján a leggazdaságosabb precíziós növénytermelési technológiai változat a hálószerű

talajmintavételt és a ráépülő off-line precíziós tápanyagpótlást tartalmazta. Ezen technológiai változat beruházási összege 5,6 millió forint. Az évenkénti átlagos többletbevételek alatta maradnak az átlagos többlet kiadásoknak, így a dinamikus megtérülési idő hosszabb, mint a várható használati idő.

Közepes méretű egyéni modellszámítások

A realista várakozások alapján szintén az off-line precíziós növényvédelmet tartalmazó technológiai változat lett a leggazdaságosabb a modellszámítások szerint. Ebben az esetben bár költség megtakarítással nem lehet számolni a többlet termelési értéknek köszönhetően 1,4 millió forintos éves átlag jövedelem várható és így az 5,6 millió forintos beruházás dinamikus megtérülési ideje 4 év, a használati idő végén pedig 3,3 millió nettó jövedelem várható (jelenlegi értéken).

A közepes egyéni gazdaságok esetében az off-line precíziós növényvédelem a leggazdaságosabb (a beruházási összeg 5,6 millió forint). Az átlagos adózott eredmény meghaladja a 22 millió forintot. A 7 éves használati idő végén közel 9 millió forint a nettó jövedelem a modellszámítások alapján, amihez kapcsolódóan a dinamikus megtérülési idő 2 év az optimista várakozásoknak megfelelően.

A pesszimista várakozások szerint a modellszámítások alapján a leggazdaságosabb precíziós növénytermelési technológiai változat a hálószerű talajmintavételt és a ráépülő off-line precíziós tápanyagpótlást tartalmazta. Ezen technológiai változat beruházási összege 5,7 millió forint. Az évenkénti átlagos többletbevételek alatta maradnak az átlagos többletkiadásoknak, így a dinamikus megtérülési idő meghaladja a várható használati időt.

Nagyméretű egyéni modellszámítások

Realista várakozás esetében szintén az off-line precíziós növényvédelemmel kiegészített technológiai változat bizonyult a leggazdaságosabbnak a modellszámítások alapján. Ugyanakkor mivel ebben az esetben az átlagos évenkénti többletbevétel fele akkora és az átlagos többletkiadás pedig majdnem a duplája, mint az optimista várakozás esetében, így a dinamikus megtérülési idő 2 évre módosul.

Nagyméretű egyéni gazdaságok esetében az optimista várakozások alapján a költség megtakarításoknak és a többlet termelési értéknek köszönhetően már a beruházás évében megtérül az off-line precíziós növényvédelmet tartalmazó precíziós növénytermelési technológiai változat megvalósítása (5,6 millió forint).

A pesszimista várakozások szerint a modellszámítások alapján a leggazdaságosabb precíziós növénytermelési technológiai változat a hálószerű talajmintavételt és a ráépülő off-line precíziós tápanyagpótlást tartalmazta. Ezen technológiai változat beruházási összege 5,9 millió forint, az évenkénti átlagos többletbevételek alatta maradnak az átlagos többletkiadásoknak, így a dinamikus megtérülési idő hosszabb, mint a várható használati idő.

Egyéni modellgazdaságokra vonatkozó eredmények összefoglalása

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. Ugyanakkor a realista várakozás alapján már a közepes és a nagy egyéni gazdaságok esetében meghatározható a leggazdaságosabb beruházási változat. Ez a technológiai változat az off-line precíziós növényvédelem alkalmazása, melynek megtérülési ideje 4, illetve 2 év a modellszámítások alapján. Az optimista várakozás esetében pedig mind a közepes mind pedig a nagyméretű egyéni gazdaságok esetében költségmegtakarítás várható a modellszámítások alapján az off-line precíziós növényvédelem esetében.

Kicsi méretű társas modellgazdaságok

Realista várakozások mellett a kicsi társas vállalkozások legjövedelmezőbb precíziós növénytermelési technológiai változata a konvencionális elemek mellett egyedül az on-line precíziós növényvédelmet tartalmazza csak, melynek beruházási összege több mint 7 millió forint, amely azonban 7 év alatt nem térül meg a modellben megadott feltételek alapján.

A kicsi társas gazdaságok esetében, optimista várakozások mellett a legjövedelmezőbb precíziós növénytermelési technológiai változat az on-line precíziós tápanyagpótlást tartalmazza csak a konvencionális elemek mellett, melynek beruházási összege több mint 7 millió forint. A precíziós tápanyagpótlás miatti többlet-megtakarításnak és többletbevételnek köszönhetően a beruházás már a beruházást követő első évben megtérül a modellszámítások alapján.

A pesszimista várakozások szerint a modellszámítások alapján a legjövedelmezőbb precíziós növénytermelési technológiai változat a hálószerű talajmintavételt és a ráépülő off-line precíziós tápanyagpótlást tartalmazta. Ezen technológiai változat beruházási összege 5,8 millió forint, az évenkénti átlagos többletbevételek alatta maradnak az átlagos többletkiadásoknak, így a dinamikus megtérülési idő több mint a várható használati idő.

Közepes méretű társas modellgazdaságok

A közepes társas modellgazdaságokon végzett vizsgálataim alapján realista várakozások mellett a legjövedelmezőbb technológiai változat csak az on-line precíziós tápanyagpótlást tartalmazza, amelynek beruházási költsége 14 millió forint, és ez már a beruházás évében megtérül, mivel a többletbevétel képes fedezni a technológia alkalmazásával járó többletköltségeket.

Optimista várakozások mellett annyiban változik a helyzet, hogy az on-line precíziós tápanyagpótlásból és az off-line precíziós növényvédelemből álló, 22 millió forint értékű, bővítő beruházás minősült a legjövedelmezőbbnek. A többlet-megtakarításoknak és a többletbevételnek köszönhetően már a beruházás évében megtérül a beruházás.

A pesszimista várakozások szerint a modellszámítások alapján a legjövedelmezőbb precíziós növénytermelési technológiai változat a hálószerű talajmintavételt és a ráépülő off-line precíziós tápanyagpótlást tartalmazta. Ezen technológiai változat beruházási összege 12,3 millió forint, az évenkénti átlagos többletbevételek alatta maradnak az átlagos többletkiadásoknak, így a dinamikus megtérülési idő több mint a várható használati idő.

Nagyméretű társas modellgazdaságok

Realista várakozások mellett az on-line precíziós növényvédelem megvalósítása a legjövedelmezőbb technológiai változat, a modellszámítások alapján. Ez esetben is már a beruházás évében bekövetkezik a bővítő beruházás megtérülése.

A társas nagyméretű modellgazdaságok esetében, optimista várakozások mellett, az on-line precíziós tápanyagpótlásból és az off-line precíziós növényvédelemből álló, 66 millió forint értékű, bővítő beruházás minősült a legjövedelmezőbbnek. Ezen bővítő beruházás már a beruházás évében megtérül, a többlet-megtakarításoknak és a többletbevételnek köszönhetően.

A pesszimista várakozások szerint a modellszámítások alapján a legjövedelmezőbb precíziós növénytermelési technológiai változat a hálószerű talajmintavételt és a ráépülő off-line precíziós tápanyagpótlást tartalmazta. Ezen technológiai változat beruházási összege 37,8 millió forint, az évenkénti átlagos többletbevételek alatta maradnak az átlagos többletkiadásoknak, így a dinamikus megtérülési idő több mint a várható használati idő.

Társas modellgazdaságokra vonatkozó eredmények összegzése

A precíziós növénytermelést alkalmazó gazdák véleményére alapozva kidolgozott pesszimista várakozások esetén a társas vállalkozásokra sem található olyan precíziós növénytermelési technológiai elem-kombináció, amelynek megtérülési ideje rövidebb lenne, mint a várható használati időként meghatározott 7 év. A társas vállalkozások esetében a nagyobb területnek és a nagyobb jövedelemnek köszönhetően a leggazdaságosabb technológiai változatba bekerültek az on-line módszerek. 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 modellszámítások eredményeinek összegzése a leggazdaságosabb precíziós növénytermelési technológiai változatokra vonatkozóan

A strukturált interjúk felmérés alapján a precíziós növénytermelés bevezetését tervező gazdák pesszimistábban ítélték meg a technológia alkalmazásával járó változásokat (lásd. 4.1.2. alfejezet). A modellszámítások feltételrendszerét ezen gazdák véleményére alapozva majdnem mindegyik vizsgált modell-gazdaságnál bármely várakozás esetében az off-line precíziós növényvédelemmel történő bővítő jellegű beruházás bizonyult a legjövedelmezőbb technológiai változatnak. Csak az egyéni nagy gazdaságok, optimista várakozás esetében képeztek kivételt ez alól, mivel ebben az esetben a legjövedelmezőbb technológiai változat tartalmazta az on-line tápanyagpótlást és az off-line növényvédelmet. Ennek a technológiai változatnak a beruházási összege 11 millió forint, ami a modellszámítások alapján 1 év alatt megtérül.

Az egyéni kicsi modellgazdaságok esetében sem az alkalmazók, sem pedig a bevezetést tervezők becslései alapján nem térül meg a precíziós növénytermelési technológia megvalósítását célzó bővítő beruházás a tervezett 7 éves használati idő alatt.

A bevezetést tervezők véleményére alapozott modellszámítások esetében az alkalmazókhöz hasonlóan az off-line precíziós növényvédelem bizonyult a legjövedelmezőbb beruházási változatnak, de az alkalmazókra végzett modellszámításokhoz képest kétszer olyan hosszú megtakarítási időt kaptam eredményül. A bevezetést tervezők véleményére alapozott modellszámítás alapján csak az egyéni nagy modellgazdaságoknál, optimista és realista becslés esetén várható költség megtakarítás.

A strukturált interjúk felmérésben szereplő, a precíziós növénytermelés bevezetését tervező gazdák várakozásaira alapozott modellszámításokat

összegezve a társas vállalkozások esetében az off-line precíziós növényvédelem került ki a legjövedelmezőbb beruházásnak. Ugyanakkor pesszimista becslés esetén nem térül meg a beruházás a tervezett használati idő alatt. A bevezetést tervezők véleményére alapozva azok a beruházási változatok bizonyultak a leggazdaságosabbnak, amelyek a tervezett használati időn belül megtérülnek (vagy már a beruházás évében vagy az azt követő első évben). Míg az alkalmazók véleménye alapján számos esetben került be az on-line precíziós technológiai változat, addig a tervezőknél csak az optimista várakozások esetén a közepes és nagy társas modellgazdaságok esetén került be a legjövedelmezőbb technológiai változatokba. A tervezők optimista becslése esetén minden méretben költségmentesítést eredményeztek a modellszámítások, akár csak az alkalmazók esetében.

A bevezetést tervező gazdák realista várakozására alapozva az egyéni modellgazdaságok közül csak a nagyméretűek esetében kaptam a modellszámítások alapján 7 évnél rövidebb megtérülési időt eredményül. Ez esetben a legjövedelmezőbb beruházási változat a precíziós off-line növényvédelem megvalósítását jelentette.

4.2.2. Az off-line precíziós növénytermelési teljes technológiai változat fedezeti méretének vizsgálata

Az off-line precíziós növénytermelési teljes technológiai változat összetétele a következő: hozamtérképezés, 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 gépfajtából csak egyet szükséges vásárolni. A közepes méretű társas gazdaságok esetében a rendelkezésre álló átlagos területnagyság kezeléséhez minden gépfajtából kettő szükséges, ennek a beruházási összege több mint 92 millió forint. A nagyméretű társas gazdaságoknál a szükséges beruházási összeg meghaladja a 276 millió forintot, mivel ebben az esetben minden gépfajtából hat darabot szükséges vásárolni a gazdaság teljes területének lefedésére.

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

Az alkalmazók válaszaira alapozott realista és pesszimista várakozások esetében nem volt megoldása a modellnek. Azonban optimista várakozás esetén, minden ökonómiai gazdasági méret mellett létezik megoldás az adott paraméterek mellett. Bár a modell futtatásai a korlátozó feltételeknek megfelelő

fedezeti méretet eredményeztek, az így kapott területnagyság mégsem értelmezhető, mivel a modellszámítások során kapott fedezeti méretek jóval meghaladják az egyéni modellszámítások átlagos rendelkezésre álló mezőgazdasági területét. Az átlagos rendelkezésre álló területnagyságot figyelembe véve csak a közepes, illetve nagyméretű társas modellszámítások rendelkeznek a fedezeti méretet meghaladó mezőgazdasági területtel (12. táblázat)

12. táblázat: Az off-line precíziós növénytermelési teljes technológia fedezeti méretének alakulása az alkalmazó gazdák optimista várakozása esetén

	Ökonómiai üzemméret					
	egyéni			társas		
	kicsi	közepes	nagy	kicsi	közepes	nagy
SFH (E Ft)	1323	4456	13598	7789	44767	210034
Mezőgazdasági terület (ha)	14	46	128	77	437	1583
Gépigény (db)*	1	1	1	1	2	6
Fedezeti méret (ha)	170	162	167	115	282	1405
Terület különbség (ha) **	-156	-116	-39	-38	155	178

Megjegyzés: *Gépigény: adott géptípusból hány darabnak kell rendelkezésre állnia
(1 gép = 280 ha)

** Terület különbség = mezőgazdasági terület – fedezeti méret

Forrás: beruházási modell alapján, saját szerkesztés

A fedezeti méret meghatározása során a precíziós növénytermelés bevezetését tervezők véleményére alapozva, a beruházási modellnek csak optimista várakozás esetén volt megoldása. A precíziós növénytermelést alkalmazók véleményére alapozott modellszámításokhoz hasonlóan a bevezetést tervezők optimista várakozás esetén, bár a futtatások minden ökonómiai üzemméret esetében a korlátozó feltételeknek megfelelő fedezeti méretet eredményeztek, a kapott fedezeti méretek csak a közepes, illetve nagyméretű társas modellszámítások esetében értelmezhetők. A gazdaságok rendelkezésre álló átlagos mezőgazdasági terület nagysága csak a közepes és nagyméretű társas gazdaságok esetében haladja meg a modellszámítások során eredményül kapott fedezeti méretet. (13. táblázat)

13. táblázat: Az off-line precíziós növénytermelési teljes technológia fedezeti méretének alakulása a bevezetést tervező gazdák optimista várakozása esetén

	Ökonómiai üzemméret					
	egyéni			társas		
	kicsi	közepes	nagy	kicsi	közepes	nagy
SFH (E Ft)	1323	4456	13598	7789	44767	210034
Mezőgazdasági terület (ha)	14	46	128	77	437	1583
Gépigény (db)*	1	1	1	1	2	6
Fedezeti méret (ha)	138	161	157	100	286	1408
Terület különbség (ha)*	-124	-115	-29	-23	151	175

Megjegyzés: *Gépigény: adott géptípusból hány darabnak kell rendelkezésre állnia
(1 gép = 280 ha)

** Terület különbség = mezőgazdasági terület – fedezeti méret

Forrás: beruházási modell alapján, saját szerkesztés

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

4.2.3. Az on-line precíziós növénytermelési teljes technológiai változat fedezeti méretének vizsgálata

Az on-line precíziós növénytermelési teljes technológiai változat összetétele a következő: hozamtérképezés, 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 közepes méretű társas gazdaságok esetében a rendelkezésre álló átlagos területnagyság kezeléséhez minden gépfajtából kettő szükséges, ennek a beruházási összege majdnem 100 millió forint. A nagyméretű társas gazdaságoknál a szükséges beruházási összeg meghaladja a 295 millió forintot, mivel ebben az esetben minden gépfajtából hat darabot szükséges vásárolni a gazdaság teljes területének lefedésére.

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

Az alkalmazók véleményére alapozva csak optimista becslés esetén volt a korlátozó feltételeknek megfelelő eredménye a modellszámításoknak. Az off-line precíziós növénytermelési technológia vizsgálatához hasonlóan szintén csak a közepes és a nagyméretű modellszámítások esetében haladja meg az átlagos rendelkezésre álló terület-nagyság a kiszámított fedezeti méretet. (14. táblázat)

14. táblázat: Az on-line precíziós növénytermelési teljes technológia fedezeti méretének alakulása az alkalmazó gazdák optimista várakozása esetén

	Ökonómiai üzemméret					
	egyéni			társas		
	kicsi	közepes	nagy	kicsi	közepes	nagy
SFH (E Ft)	1323	4456	13598	7789	44767	210034
Mezőgazdasági terület (ha)	14	46	128	77	437	1583
Gépigény (db)*	1	1	1	1	2	6
Fedezeti méret (ha)	163	168	165	106	281	1402
Terület különbség**	-149	-122	-37	-29	156	181

Megjegyzés: *Gépigény: adott géptípusból hány darabnak kell rendelkezésre állnia
(1 gép = 280 ha)

** Terület különbség = mezőgazdasági terület – fedezeti méret

Forrás: beruházási modell alapján, saját szerkesztés

A fedezeti méret meghatározása során a precíziós növénytermelés bevezetését tervezők véleményére alapozott beruházási modellnek nem volt megoldása sem realista, sem pedig pesszimista becslés esetén. Optimista becslés esetén minden ökonómiai gazdasági méret mellett van megoldása a modellnek az adott paraméterek mellett. Bár a modellszámítás a korlátozó feltételeknek megfelelő fedezeti méretet eredményezett, az így kapott területnagyság mégsem értelmezhető, mivel a modellszámítások során kapott fedezeti méretek jóval meghaladják az egyéni modellszámítások átlagos rendelkezésre álló

mezőgazdasági területét. Az átlagos rendelkezésre álló területnagyságot figyelembe véve csak a közepes és a nagyméretű társas modellgazdaságok rendelkeznek a fedezeti méretet meghaladó mezőgazdasági területtel. (15. táblázat)

15. táblázat: Az on-line precíziós növénytermelési teljes technológia fedezeti méretének alakulása a bevezetést tervező gazdák optimista várakozása esetén

	Ökonómiai üzemméret					
	egyéni			társas		
	kicsi	közepes	nagy	kicsi	közepes	nagy
SFH (E Ft)	1323	4456	13598	7789	44767	210034
Mezőgazdasági terület (ha)	14	46	128	77	437	1583
Gépigény (db)*	1	1	1	1	2	6
Fedezeti méret (ha)	201	186	163	149	287	1408
Terület különbség (ha)**	-187	-140	-35	-72	150	175

Megjegyzés: *Gépigény: adott géptípusból hány darabnak kell rendelkezésre állnia
(1 gép = 280 ha)

** Terület különbség = Mezőgazdasági terület – fedezeti méret

Forrás: beruházási modell alapján, saját szerkesztés

Az imént bemutatott off-line precíziós növénytermelési teljes technológiai változatra vonatkozó modellszámítások eredményeinek közös vonása, hogy csak az optimista várakozások volt meghatározható olyan fedezeti méret, amely a tesztüzemi adatokkal összevetve elérhető. Továbbá a precíziós növénytermelést alkalmazók és a bevezetést tervezők véleménye alapján is csak a közepes, illetve nagyméretű társas vállalkozásoknál haladja meg a modellszámítások során kapott fedezeti méret a rendelkezésre álló átlagos terület-nagyságot.

4.3. ÚJ ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A feltáró jellegű vizsgálatok segítségével kimutattam, hogy a precíziós növénytermelési elemek alkalmazási gyakorisága a szántóföldi növénytermelést folytató magyar és dán gazdák körében közel 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 alkalmazásának hatására 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, valamint 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.

5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

5.1. 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.

A feltáró jellegű strukturált interjúk felmérésem alapján a megkérdezett gazdák 11%-át (azaz 8 gazdaságot) tekintetem precíziós növénytermelést folytatóknak, 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 elvégzése indokolt. (16. táblázat)

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. (8. táblázat) 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 az egyes precíziós növénytermelési elemek. Tehát ezek alapján a H1/a és H1/b hipotéziseimet cáfoltnak tekintem és további vizsgálatot tartok szükségesnek. (16. táblázat)

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. (7. táblázat) 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 nagyobb EUME kategóriába tartozott még nem feltétlenül alkalmazta a precíziós növénytermelést. (7. táblázat) Ez alapján cáfoltnak tekintem a H2/b

hipotézisemet. (16. táblázat) Összességében megállapítható, hogy a precíziós növénytermelést a feltáró jellegű strukturált interjúk 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 elméletben ismerik a technológiát. Ez véleményem szerint arra utal, hogy a precíziós növénytermelésről szóló információk (szaklapokban, gazdanapokon stb.) kedvezőbbnek 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 jóval szélesebb intervallumban mozgott. 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. (11. melléklet)

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.

16. 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 részarány, 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

5.2. TOVÁBBI MEGÁLLAPÍTÁSOK, JAVASLATOK

A precíziós növénytermelési technológia több mint 20 éves volta ellenére még mindig csak a kezdeti elterjedési korszakát éli. A technológia az 1990-es évekbeli megszületésétől kezdve még napjainkban is folyamatosan fejlődik, mind a helyspecifikusságot és a pontosságot javító műszaki fejlesztések témakörében, mind a kemikália használat terén.

A strukturált interjúk felmérésem eredményei az alacsony elemszám ($n=72$) miatt nem tekinthetők reprezentatívnak a magyar gazdálkodókra vonatkozóan. Strukturált interjúk felmérésem fő célja annak a feltárása volt, hogy mennyire ismert a gazdálkodók körében a precíziós növénytermelési technológia, illetve mennyire alkalmazzák azt. Kutatómunkám további célja a precíziós növénytermelés elterjedésével kapcsolatos további kutatási irányok feltárása, kibontása, valamint a precíziós technológián belüli fejlesztendő, valamint népszerűsítendő területek, elemek lehatárolása volt.

A precíziós növénytermelés gazdák felé kommunikált előnyei valóban elérhetők a gyakorlatban. Erre utal, hogy nem volt kimutatható szignifikáns különbség a precíziós növénytermelést alkalmazók, valamint az azt nem alkalmazók erre vonatkozó véleménye között. A megkérdezett gazdák véleménye a precíziós növénytermelésre való teljes átállás beruházási összegének megítélése során bizonyult a leginkább szerteágazónak (függetlenül a rendelkezésre álló földterület nagyságától). A precíziós növénytermelésre történő teljes átállás beruházási költségével kapcsolatosan a gazdák többségében egyetértettek abban, hogy a konvencionális technológia beruházási költségénél magasabb a precíziós növénytermelési teljes technológia megvalósításának költsége. 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. A precíziós növénytermelési technológia bevezetése során szem előtt kell tartani, hogy a technológia sikeres működtetéséhez nem elégséges csupán a szükséges beruházás pénzügyi fedezetének biztosítása, szükség van a gazdaság teljes személyzetének aktív részvételére is. Hiába kötelezi el magát 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 azt 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 megnövekedés.

A nem precíziós növénytermelők és a bevezetést tervezők a technológiai és egyéb változásokkal kapcsolatos rangsorolása hasonlóan alakulnak mindkét gazdálkodó csoportban. Ezen két gazdálkodói csoport véleménye szerint (ellentétben a precíziós növénytermelőkkel) a technológia legfontosabb előnye a jövedelem-növekedés és a gazdálkodás környezetterhelésének csökkenése. A precíziós növénytermelés bevezetését tervezők kétszer akkora jelentőséget tulajdonítanak ezen előnyöknek, mint a nem precíziós növénytermelők vagy akár a technológiát alkalmazók. Ebből is jól látszik, hogy ezek a gazdálkodók jóval optimistábban ítélik meg az elérhető változásokat, mint azok, akik a gyakorlatban is alkalmazzák a precíziós növénytermelést. Ez arra utal, hogy a gazdálkodók felé kommunikált előnyök egy kissé felnagyítottak a valósághoz képest.

A precíziós növénytermelési technológia hátrányai közül ki kell emelni a munkaidő-változás mértékének megítélését. Az általam megkérdezett gazdák többsége nem tudta megmondani, hogy vajon hány óra többletmunkával járt a precíziós növénytermelés folytatása a korábbi konvencionális gyakorlathoz képest. Azok esetében, akik mégis vállalkoztak a munkaidő-változás mértékének megítélésére a munkaidő-változás megítélését nem befolyásolta szignifikánsan sem az alkalmazott elemek száma, sem pedig azok fajtája. A jövőben egy különálló kutatás alapját képezheti a valós munkaidő szükséglet felmérése a precíziós növénytermelést folytató gazdaságokban.

Strukturált interjúk felmérésem legfontosabb eredményének azt tartom, hogy sikerült feltárnom a precíziós növénytermelés alkalmazását befolyásoló fontosabb tényezőket. Várakozásaimmal ellentétben a precíziós növénytermelés alkalmazását nem befolyásolta szignifikánsan a gazdaság EUME szerinti nagysága, földrajzi elhelyezkedése, a termesztett növényfélések, illetve a földterület minőségi megoszlása. 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 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 minden olyan közös géphasználati forma, amely előmozdítja a gazdák együttműködési hajlandóságát, mivel a precíziós

növénytermelési eszközök ára, illetve terület kapacitása számos esetben indokolja a nagyobb kapacitáskihasználást. A magasabb eszközkiszhasználtság pedig kedvezően hat a fenntartási költségeik alakulására. Ennél egyszerűbb megoldást jelenthet még a kis gazdaságok számára a precíziós növénytermelés szolgáltatásként való igénybevétele. Ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy a felmérés alapján a gazdák negatívan viszonyulnak a szolgáltatások igénybevételehez, többségük inkább saját eszközökkel végzi a munkát, nem pedig szolgáltatásként.

A precíziós növénytermelő gazdaságok többsége (60%-a) alkalmazott egynél több precíziós elemet, ugyanakkor ezeknek kevesebb, mint a fele alkalmazott négy precíziós növénytermelési elemet a gyakorlatban. A gazdák megítélése szerint a legtöbbet alkalmazott elem a sorkövetés. 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, vagy 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 valószínűsítették meg és nem terveznek további technológiabővítést a következő 5 évben.

A precíziós növénytermelés bevezetését tervezők egy-három elem bevezetését tervezik a következő 2-5 évben. Ahhoz, hogy a technológia további terjedését ösztönözni lehessen fontos, hogy a precíziós növénytermelést alkalmazók megosszák tapasztalataikat a technológiát még nem alkalmazó társaikkal, mivel a technológiától elvárható elméleti előnyök gyakorlati megvalósulása nagymértékben függ a technológiát működtető személyzet képzettségétől, tudásától is.

A precíziós növénytermeléssel kapcsolatos információkat a gazdák főleg szakmai bemutatókról, szaklapokról, és az internetről szerzik be. Kevésbé befolyásolták a gazdákat a szaktanácsadóktól, illetve az iskolai tanulmányok során szerzett ismeretek. Ennek oka, hogy a szaktanácsadók is kevésbé informáltak, illetve nem rendelkeznek kellő gyakorlati tapasztalattal a precíziós növénytermeléssel kapcsolatban. Ezen a területen mindenképpen előrelépés szükséges. A technológia előnyeinek és hátrányainak szélesebb körű

megismertetésének jó eszköze a szakképzések, illetve a szakmai továbbképzések programjába való beépítés.

5.3. A BERUHÁZÁSI MODELLHEZ KAPCSOLÓDÓ TOVÁBBI MEGÁLLAPÍTÁSOK, JAVASLATOK

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

Modellszámításaim 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 gazdaságosan és a befektetett tőke megtérülését is biztosító módon megvalósítható a precíziós növénytermelés valamilyen fokú alkalmazása.

Mind a precíziós növénytermelést alkalmazók, mind pedig a bevezetést tervezők pesszimista becsléseire alapozott modellszámítások alapján egyik ökonómiai üzemméret esetében sem találtam olyan beruházási változatot, amelynek a megtérülési ideje rövidebb lenne, mint a gépek tervezett használati ideje. Ennek elsődleges oka, hogy a pesszimista várakozások esetében a gazdák kizárólag költségnövekedést jelöltek meg a precíziós növénytermelési technológia alkalmazásának következtében.

Az egyéni modellgazdaságok esetén azok, a precíziós növénytermelési technológia megvalósítását célzó beruházások, amelyek beruházás-gazdaságossági szempontból elfogadhatók csak az off-line precíziós növényvédelmet foglalják magukba. Meg kell jegyezni azonban, hogy a kicsi méretű egyéni gazdaságok esetében nem találtam olyan technológiai változatot, amelynek megtérülési ideje ne lenne hosszabb a tervezett használati időnél, vagyis 7 évnél. A kicsi méretű egyéni gazdaságoknak sem kell azonban teljesen lemondaniuk a precíziós növénytermelés megvalósításáról. Ezekben a gazdaságokban a precíziós növénytermelést csak akkor tudják gazdaságos

keretek között alkalmazni, ha valamilyen közös géphasználati formában valósítják meg a szükséges beruházást és működtetik az eszközöket. Mivel a magyar növénytermeléssel foglalkozó gazdaságok jelentős hányada tartozik a kicsi méretű kategóriába ezért a környezetterhelés csökkentése szempontjából kiemelten fontos az ő számukra is elérhető technológiai változat kidolgozása, illetve a közös géphasználati formák megvalósulásának ösztönzése. A másik megoldás lehet a számukra az idegen szolgáltatásként való igénybevétel, bár a strukturált interjúk felmérés alapján ettől a lehetőségtől teljes mértékben elzárkóztak a megkérdezett gazdák.

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

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

A strukturált interjúk során megkérdezett gazdák véleményére alapozott modellszámítások során a közepes, illetve nagyméretű társas modellgazdaságok esetében az on-line precíziós tápanyagpótlás, off-line precíziós növényvédelemmel kiegészítve bizonyult a leggazdaságosabb beruházási változatnak. Ez a precíziós növénytermelési technológiai változat már a beruházás évében megtérült a modell-számítások alapján. A realista várakozások alapján, az önmagában álló on-line, valamint off-line precíziós növényvédelem a társas modellgazdaságoknál szóba jöhető beruházási változatok lehetnek.

Realista becslések alapján egy átlagos adottságokkal rendelkező kicsi méretű egyéni gazdaság esetében nem célszerű a precíziós növénytermelés saját eszközökkel történő megvalósítása. A közepes, illetve nagyméretű egyéni gazdaságok esetében pedig a legcélravezetőbb az off-line precíziós növényvédelemhez szükséges beruházás megvalósítása, amelynek a megtérülési ideje ~4 év.

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.

ÖSSZEFOGLALÁS

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, középútas gazdálkodás, precíziós növénytermelés).

A precíziós növénytermelés középpontjában az az elgondolás áll, hogy a táblákat minél kisebb kezelési egységekre bontva, menedzsment-zónánként külön-külön racionalizáljuk a kijutott inputok mennyiségét. A precíziós növénytermelési technológia gyökerei az 1990-as évekre vezethető vissza, de 20 éves múltja ellenére is még mindig újdonságnak számít és folyamatosan fejlődik. Értekezésemben röviden bemutattam a precíziós növénytermelési technológia elemeinek működési alapelveit, elterjedtségét, illetve azt, hogy milyen tényezők befolyásolhatják a precíziós növénytermelési technológia alkalmazását a hazai és a nemzetközi szakirodalom alapján.

A precíziós növénytermelés magyarországi elterjedtségi és ismertségi kérdéseinek vizsgálatára, a szántóföldi növénytermeléssel foglalkozó mezőgazdasági termelők között, saját strukturált interjúk adatgyűjtést végeztem. A strukturált interjúk alapján képzett adatbázis, a minta alacsony elemszáma miatt (n=72) nem tekinthető reprezentatívnak a magyar növénytermesztőkre vonatkozóan. Az elvégzett felmérés azonban alkalmas volt arra, hogy a precíziós növénytermelési technológia hatására bekövetkező változásokkal kapcsolatos gazdálkodói véleményeket (alkalmazók és bevezetést tervezők) feltárjam és ezekre az eredményekre alapozva beruházási modellszámításokat végezzek. A beruházási modellszámításokat hat különböző ökonómiai üzemméret esetében végeztem el. A beruházási modell segítségével kerestem az egyes ökonómiai üzemméretetek esetében a leggazdaságosabb precíziós növénytermelési technológiai változatot. Továbbá vizsgáltam a teljes precíziós növénytermelési technológia bevezetéséhez szükséges fedezeti méretek alakulását az egyes ökonómiai üzemméretetek esetében.

Azokat a gazdálkodókat tekintetem precíziós növénytermelési technológiát alkalmazóknak, akik a következő elemek közül legalább egyet alkalmaztak: precíziós tápanyagpótlás, precíziós növényvédelem, precíziós talajművelés, precíziós gyomirtás, precíziós vetés, szenzoros érzékelők (pl: levél analizátor, N szenzor, stb.). Ez alapján a lehatárolás alapján a megkérdezett gazdáknak 11%-a

alkalmazta a precíziós növénytermelést. További 22% volt azok aránya, akik a jövőben tervezik bevezetni a technológia valamely elemét.

A strukturált interjúk során kapott válaszok statisztikai vizsgálatai során igazoltam, hogy a precíziós növénytermelés alkalmazását szignifikánsan befolyásolta a művelt terület nagysága és a gazdálkodó kora. A precíziós növénytermelést alkalmazó gazdaságoknak mindösszesen csak a negyede alkalmazott egynél több precíziós elemet. Azok a gazdaságok ahol három, illetve négy precíziós növénytermelési elemet is alkalmaztak ott ezeket az elemeket egyszerre vezették be és nem terveznek további technológiabővítést a következő 5 évben.

A precíziós növénytermelés elemeinek tervezett bevezetését vizsgálva megállapítható, hogy a jövőben leginkább a precíziós gyomirtás és a precíziós tápanyagpótlás bevezetését tervezték a gazdák. Ezen technológiai elemek bevezetését a gazdák többsége 5 éven belül időn belül tervezte a vizsgálat idején. A precíziós növénytermelési elemek alkalmazását tervező gazdák mindegyike egyszerre tervezi a kiválasztott technológiai elemek bevezetését.

A precíziós növénytermelés lassú elterjedésének elsődleges okát sokan a technológia hatásainak alacsonyfokú ismeretében látják. Ugyanakkor megvizsgálva a precíziós növénytermelést alkalmazó, bevezetését tervező, illetve a nem precíziós növénytermelő, három gazdálkodói csoport válaszait a precíziós növénytermelési technológia alkalmazásával járó változásokra vonatkozóan, a csoportok átlagértékei nem különböztek szignifikánsan egymástól. A precíziós növénytermelés alkalmazásától elvárható változások megítélésének vizsgálata arra mutatott rá, hogy a technológiát alkalmazó gazdák kisebb mértékűnek ítélik meg a gyakorlatban elérhető változásokat, mint azok, akik még csak elméletben ismerik a technológiát. Ez véleményem szerint arra utal, hogy a precíziós növénytermelésről szóló információk (szaklapokban, gazdanapokon stb.) kedvezőbb eredményekről számoltak be, mint ahogy az a gyakorlatban megvalósulhat. Nem szabad azonban elfelejteni, hogy a precíziós növénytermelés alkalmazásával járó pozitív irányú változások mindegyike attól függ, hogy mennyire heterogének az adott gazdaság által művelt táblák.

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. A nem precíziós növénytermelők és a bevezetését tervezők a technológiai és egyéb változásokkal kapcsolatos rangsorolása hasonlóan alakulnak mindkét gazdálkodó csoportban. Ezen két gazdálkodói csoport véleménye szerint (ellentétben a precíziós

növénytermelőkkel) a technológia legfontosabb előnye a jövedelem növekedés és a gazdálkodás környezetterhelésének csökkenése. A precíziós növénytermelés bevezetését tervezők kétszer akkor jelentőséget tulajdonítanak ezen előnyöknek, mint a nem precíziós növénytermelők vagy akár a technológiát alkalmazók.

A precíziós növénytermelés alkalmazásának hatására bekövetkező költségváltozások területén elmondható, hogy legnagyobb mértékű költségmegtakarításról a műtrágyaköltségek és a növényvédő-szer költségek területén számoltak be a precíziós növénytermelést alkalmazó gazdák. Az élömunka költség és a gépköltség esetében, a precíziós növénytermelők többsége, növekedésről számolt be. A precíziós növénytermelést nem alkalmazó, illetve a bevezetést tervező gazdaságok véleménye hasonló. Ezen két gazdálkodó csoport véleménye szűkebb intervallumban mozgott az egyes költségcsoportok százalékos változásának megítélésében, mint a precíziós növénytermelőké, ugyanakkor a csoportok átlagértékei közel azonosak voltak.

A strukturált interjú során feltárt előnyöket és hátrányokat figyelembe véve, az ezekre alapozott beruházási modell-számításaim is igazolták, hogy a precíziós és a konvencionális növénytermelési elemek kombinálásával érhető el a legnagyobb jövedelem. A korlátozó feltételek teljesülése mellett, a vizsgált ökonómiai üzemméretek mindegyikére külön-külön meghatározva a legjövődélmezőbb precíziós növénytermelési technológiai változatot, megállapítottam, hogy nem minden üzemméret esetében létezik olyan beruházási változat, amellyel megvalósítható a precíziós növénytermelés valamilyen fokú alkalmazása.

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.

SUMMARY

The advanced challenge of the modern agricultural production is to suffice the food needs of the growing population on the reducing field. The support of the food needs not be solved with totally giving up the chemicals. There are numerous new, rediscovered technologies have appeared for the harmful effects of the chemization without yield loss or with yield similarity. For example: ecological, middle-roader and precision farming technology.

The central idea of the precision farming technology is to rationalize the inputs on plot-to-plot of the field and not on the average of the whole field. These smallest treatment plots called management zones. The precision farming technology was born in the 1990s'. Despite of the past twenty years past the technology has been novelty and still has developed permanently. In my thesis the principles of the precision farming elements, the spread of the technology and the motivation factor of adaptation were presented based on the national and international literatures.

Structural interviews have made among Hungarian arable crop producers. The main aim of the research is to examine the range of the precision farming technology and the knowledge about this technology. Because of the low number of elements ($n=72$) my interview survey is not representative for all Hungarian arable crop producers. Even so his survey is suitable to open up the opinion/knowledge of farmers (recent and future applier of the technology) about the precision farming technology. These answers made the basis of the investment model calculation. This model calculation was made on six different economical farm sizes and examined the most economical precision farming technology variation size-to-size. By the help of the model calculation the complex precision farming technology investment (both in on-line and both in off-line methods) was examined and the necessary breakeven area on the different economical farm size.

In my interviewed survey those farms defined recent applier of precision farming technology who used at least on element of the followings: precision fertilization, precision tillage, precision sowing, precision pest control, precision weed management and precision sensors (e.g. leave analyser, N sensor, etc.). According to this impoundment the 11% of the interviewed farmers have applied precision farming technology and 22% of farmers have planned to adopt the technology in the future.

With the statistical analysis of the answers of farmers I verified that the size of the arable land and the age of the farmer were in a significant medium correlation with the usage of the precision farming technology. Only a quarter of the precision farmers used more than one element of the precision farming

technology. In those farms where three or four elements were used in practice the adaptation of elements have happened together and in the future new elements would not be planned.

Many researchers think that the reason of the slow spreading of the precision farming technology is the low level of knowledge about advantages and disadvantages of the technology. The examination of the answers of the three groups of farmers (recent applicers, planner applicers, non-applicers) there were no significant differences of the average value of the changes under the application of precision farming technology. Otherwise the average values of the changes were not significant different the recent applicers award lower value of the advantages in the practice than the farmers who only know the technology in the theory. In my opinion these is indicative of that the information sources (professional newspapers, agro shows, etc.) tell about favourable results than it can be realized in the agricultural practice. Do not forget that all of the positive/negative changes under the usage of precision farming technology are depend on the heterogeneity of the field.

According to the recent applicer the most important advantages of the precision farming technology are the better organization, better and higher yield (in quantity and in quality) and profit increase. The most remarkable disadvantages are the increasing of labour (in number and in time). The opinion of the future applicer and the non-applicer are similar. According to these two groups of farmers the most important advantages of the technology are the profit increase and the decrease of environmental damages. These two groups give twice higher value of the advantages than the recent applicers.

In the topic of cost changes under the precision farming technology the biggest cost reduction was experienced in the fertilizer and herbicide costs according to the recent applicer. The high rate of recent applicers reported about the labour and machinery cost increase. The opinion of the future applicer and the non-applicer are similar. Their average cost change value was the same than the recent applicers but the answers of these two groups were spread in narrower interval than the answers of recent applicers.

The model calculation which based on the interviews verified that the combination of the precision and conventional plant production elements make the highest profit. It is possible to find a precision farming technology variation for all examined economic farm size meet with the restrictive conditions.

The examination of the complex investment of precision farming technology (both in on-line and both in off-line methods) in the view of break-even area showed that only the medium and big economic sized farms has enough field for cover the investment and operational cost of the technology.

MELLÉKLETEK

1. melléklet: Irodalomjegyzék

1. ADAMCHUK, V. I., HUMMEL, J. W., MORGAN, M. T. and UPADHYAYA, S. K. (2004): On-the-go soil sensors for precision agriculture. Computers and electronics in agriculture, Vol. 44. (March), pp.71-91.
2. AKRIDGE, J. and WHIPKER, L. (1998): Sharper look at the leading edge; Farm chemical. In: Risk management potential of precision farming technologies. Journal of Agricultural and Applied Economics, Vol. 32. No.2. pp.275-285.
3. AMBRUS, A., PETHES, J. and FODORNÉ FEHÉR, E. (2009): The impact of precision nutrient supplementation on wheat yield and quality; Cereal Research Communications, Vol. 37., Suppl., pp.249-252.
4. ÁNGYÁN, J., (2001): Az európai agrármodell, a magyar útkeresés és a környezetgazdálkodás. Budapest, Agroinform Kiadóház. pp.1-308.
5. AUERNHAMMER, H. (2001): Precision farming - the environmental challenge. Computers and Electronics in Agriculture, Vol. 30., No. 1-3., pp.31-43.
6. BATTE, M. T. (1999): Precision Farming - Factors Influencing Profitability, Northern Ohio Crops Day Meeting, Ohio, pp.1-5. <http://www.highbeam.com/doc/1G1-60013061.html>.
[olvasva: 2008.03.21 14:56]
7. BLACKMORE, S. (1994): Precision farming, an introduction; Outlook on Agriculture, Vol. 23., No. 4., pp.275-280.
8. BLACKMORE, S. and MOORE, M. R. (1999): Remedial correction of yield map data; Precision Agriculture Journal, Vol. 1., No. 1. pp.53-66.
9. BENEDEK, S. (2011): Precíziós tápanyag-gazdálkodási technológiák alkalmazása Dalmandon. Agronapló, 15. évf., 5. sz., pp.45-46.
10. BARÓTFI, J. (2000): A környezettechnika globális összefüggései. In: BARÓTFI, J. (szerk.): Környezettechnika. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp.21-95.

11. CSÁKI, Cs. (1976): Szimuláció alkalmazása a mezőgazdaságban. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó. pp.1-262.
12. CSÁKI, Cs. (1985): Simulation and systems analysis in agriculture. Amsterdam - Oxford - New York - Tokyo: Elsevier. pp.1-262.
13. CSATHÓ, P. és RADIMSZKY, L. (2007): A Nitrát-direktíva első 15 éve: eredmények, kudarcok és sürgető feladatok az Európai Unióban a környezet agráreredetű NP-terhelésének csökkentésében. Növénytermelés, 56. évf., 1-2sz., pp.83-110.
14. CSETE, L. (2003): Az agárgazdaság fenntartható fejlesztése Johannesburg után az EU előtt. Gazdálkodás, 47. évf., 1. sz., pp.13-25.
15. CSETE, L. (2005): Az agár- és vidékfejlesztés fenntartható rendszere. Gazdálkodás, 49. évf. 2. sz., pp.3-15.
16. CSIBA, M., SZÉP, R., NEMÉNYI, M. és MESTERHÁZI, P. (2009/a): A precíziós növénytermesztési technológia alkalmazási lehetősége helikopteres növényvédelemben. Mezőgazdasági Technika, 50 (12), pp.16-17.
17. CSIBA, M., MILICS, G., SMUK, N. és NEMÉNYI, M. (2009/b): A fenntartható fejlődés kihívásai és az erre adható válasz a magyar mezőgazdaságban. A mezőgazdaság és vidék jövőképe. Tudományos Konferencia, Mosonmagyaróvár, pp.264-271.
18. DABERKOW, S. and McBRIDE, W. (2003): Farm and operator characteristics affecting the awareness and adoption of precision farming agriculture technologies in the US. Precision Agriculture, Vol.4. No.2, pp.163-177.
19. DALY, H. E. (1994): Operationalizing Sustainable Development by Investing in Natural Capital. In: M. A. JANSSON, M. HAMMER, C. FOLKE and R. COSTANZA (ed.): Investing in Natural Capital. Washington: Island Press. pp.1-253.

20. DILLON, J. L. (1970): Interpreting systems simulation output for managerial decision making. In: DENT, J. B. and ANDERSON, J. R. (ed.): *Systems Analysis in Agricultural Management*, Sydney: Wiley. pp.85-120.
21. DIMÉNY, I. (1975): *A gépesítésfejlesztés ökonómiája a mezőgazdaságban*. Budapest: Akadémiai Kiadó, pp.1-507.
22. DIMÉNY, I. (2002): Agrárpolitikai megfontolások és műszaki fejlesztés. *Acta Agraria Debreceniensis*, 2. évf., 9. sz., pp.136-140.
23. DOBERMANN, A., BLACKMORE, S., COOK, S. E. and ADAMCHUK, V. I. (2004): Precision farming challenges and future directions. pp.1-19.
http://www.regional.org.au/au/pdf/asa/2004/127_dobermanna.pdf,
[olvasva: 2012.07.30 11:14]
24. EDWARDS-JONES, G. (2006): Modeling farmer decision-making: Concepts, progress and challenges. *Animal Science*, Vol. 82. No. 6., pp.783-790.
25. FARKASNÉ FEKETE, M. (2009): A mezőgazdasági területek érzékenységének és adaptációs képességének mérési lehetőségei. *Gazdálkodás*, 53. évf. 3. sz., pp.222-232.
26. FEKETE, A. (2000): Precíziós termesztés – perspektívák. In: TÓTH, L.: *Tudományos tanácskozás és emlékülés a mezőgazdasági gépesítésről – A múlt és a jövő (50 éves a mezőgazdasági gépészmérnöki kar; Gödöllő, Szent István Egyetem*, pp.67- 75.
27. FEKETE, A. és TAKÁTSY, T. (2006): Automatizálás és informatika. In: CSIZMAZIA, Z. and KOVÁCS, J. (szerk.): *Agrárműszaki jövőkép és szakemberképzés*. Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum, Debrecen, pp.147-176.
28. FORGÓ, M. (2006): Korszerű magyar agrár- és vidékpolitika, a fejlődés lehetséges irányai *Tér és Társadalom*, 20. évf., 3. sz., pp.61-78.

29. GERHARDS, R., SÖKEFELD, M., TIMMERMANN, C. and KÜHBAUCH, W. (2002): Site-specific weed control in maize, sugar beet, winter wheat and winter barley. *Precision Agriculture*, Vol. 3. No. 1., pp.25-35.
30. GERHARDS, R. and OEBEL, H. (2006): Practical experiences with a system for site-specific weed control in arable crops using real-time image analysis and GPS-controlled patch spraying. *Weed Research*, Vol. 46. No. 3., pp.185-193.
31. GITTINGER, J. P. (1984): Economic analysis of agricultural projects. Economic Development Institute. The World Bank. Baltimore, Johns Hopkins University Press, p.505
32. GOCKLER, L. (2012): Mezőgazdasági gépek üzemeltetési költségei 2013-ban, Mezőgazdasági Gépesítési Intézet, Gödöllő, pp.1-32.
33. GRIFFEN, S. J. (2000): Benefits and problems of using yield maps in the UK: a survey of users. Bloomington, Proceedings of the fifth International Conference on Precision Agriculture. pp.1-12.
34. GRISSE, B., ALLEY, M., MCCLELLAN, P., BRANN, D. and DONOLUE, S. (2009): Precision farming: a comprehensive approach, Virginia Polytechnic Institute and State University. pp.1-6. <http://pub.ext.vt.edu/442/442-500/442-500.html> [olvasva: 2012.04.21 20:28]
35. GYENGE, B. (2001): A döntéstámogató rendszerek fejlesztésének kulcstényezői a mezőgazdaságban; *Gazdálkodás*, 44. évf., 1. sz., pp.57-68.
36. GYÓRFFY, B. (1999): A biogazdálkodástól a precíziós mezőgazdaságig. III. Nemzetközi Tudományos Szeminárium, Debrecen, pp. 63-69.
37. GYÓRFFY, B. (2002): A biogazdálkodástól a precíziós mezőgazdaságig. *Agrártudományi közlemények (Acta Agraria Debreceniensis)*, 2. évf. 9. sz., pp.81-86.

38. HEIJMAN, W. and LAZÁNYI, J. (2007): Economics of precision agriculture in Hungary. In: LAZÁNYI (szerk.): Agrárgazdaság, Vidékfejlesztés, Agrárinformatika Nemzetközi konferencia, Debrecen, Debreceni Egyetem AVK, pp. 364-371.
39. HEISEL, T., CHRISTENSEN, S. and WALTER, A. M. (1996): Weed managing model of patch spraying in cereal In: Proceedings of the 3rd International conference on precision agriculture, Minneapolis, pp.455-472.
40. HORVÁTH, Z. (2010): Zöldség-gyümölcs termelők együttműködése, a TÉSZ-ek értékesítési és gazdasági helyzetének vizsgálata; PhD értekezés, Szent István Egyetem, Gödöllő, p.178.
41. HUSTI, I. (1999): A géprendszerek tervezése In: HUSTI, I. (szerk.): A mezőgazdasági gépesítés ökonómiája és menedzsmentje (2. fejezet); pp.31-85.
42. HUSTI, I., KAPRONCZAI, I. és KOVÁCS, J. (2006): A mezőgazdasági termelés technikafejlesztés iránti igénye. In: CSIZMAZIA Z., KOVÁCS J. (szerk.): Agrárműszaki jövőkép és szakemberképzés. Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum, Debrecen, pp.17-48.
43. HUSTI, I., BENKŐ, J. és DARÓCZI, M. (2007): A mezőgazdasági gépesítési problémák megoldásának elvi és módszertani megalapozása a kis- és középvállalkozásokban; Munkabeszámoló, OTKA; http://real.mtak.hu/384/1/37872_ZJ1.pdf [olvasva: 2013.02.14 11:18]
44. HUSTI, I. (2008): Az innováció és a műszaki fejlesztés kapcsolatrendszere a mezőgazdaságban. In: TAKÁCS I. (szerk.): A műszaki-fejlesztési támogatások közgazdasági hatékonyságának mérése. Gödöllő: Szent István Egyetemi Kiadó, pp.51-64.
45. ILLÉS B. CS. (1997): A beruházás gazdaságossági elemzés alapjai; Gazdasági Szaktanácsok 1. szám; PATE Georgikon MGK, Keszthely

46. ILLÉS, B. Cs. (2000): A beruházás-gazdaságossági elemzés alapjai; In: BERSZÁN, G. and VÁRSZEGI T.: Agrárgazdasági élelmiszer-előállító üzem; Budapest: Agroinform Kiadó, Stratégiai Kutató Intézet, pp.344-359.
47. ILLÉS, M. (2008): Vezetői gazdaságtan; Budapest, Kossuth Kiadó pp.1-464.
48. JACOBSEN, L., PEDERSEN, S. M., JENSEN, H. G. and KIRKETERP-SCAVENIUS, I. M. (2011): Socioeconomic impact of widespread adoption of precision farming and controlled traffic systems, Future Farm Project. pp.1-24.
http://www.futurefarm.eu/system/files/FFD5.8_Socioeconomic_Impact_P_F_CTF_final.pdf [olvasva: 2012.05.13 8:49]
49. JOHNSON, C. E., SCHAFER, R. L. and YOUNG, S. C. (1983): Controlling agricultural machinery intelligently. Proceedings of the National Conference on Agricultural Electronics Applications, pp.114-119.
50. JOLÁNKAI, M. és NÉMETH, T. (2007): Agronómiai és környezetvédelmi elvárások. In: NÉMETH, T., NEMÉNYI, M. and HARNOS, ZS. (szerk.): A precíziós mezőgazdaság módszertana. JATE Press, Szeged, pp.63-75.
51. KALMÁR, S. (2009): A precíziós gazdálkodás terjedésének vizsgálata. Gazdálkodás, 53. évf., 6. sz., pp.609-611.
52. KALMÁR, S. (2010): A precíziós növénytermelés üzemgazdasági összefüggései. PhD értekezés, Nyugat-magyarországi Egyetem, Mosonmagyaróvár. pp.1-158.
53. KAPRONCZAI, I. (2011): A magyar agrárgazdaság az EU-csatlakozástól napjainkig. Budapest: Szaktudás Kiadó Ház. pp.1-190.
54. KELEMEN, Zs. (2013): Tavaszi munkák GPS-vezérléssel; Agrárium, 23. évf., Vetőmag melléklet, pp.34-36.

55. KÉSMÁRKY-GALLY, Sz. (2006): A műszaki fejlesztés szerepe a Magyar mezőgazdaságban; Doktori (PhD) értekezés; Szent István Egyetem, Gödöllő, pp.1-141.
56. KESZTHELYI, SZ. és KOVÁCS, G. (2002): A tesztüzemek 2001.évi gazdálkodásának eredményei. Agrárgazdasági Információk, 4. évf., 2. sz., 8.p
57. KESZTHELYI SZ. és PESTI CS. (2010): A tesztüzemi információs rendszer 2009. évi eredményei; Agrárgazdasági Kutató Intézet, Budapest pp.1-43.
58. KIRKETERP-SCAVENIUS, I., and PEDERSEN, S. M. (2010): Technology assessment of PF and information management systems in open natural environments - Farmer's use of time for management activities, Future Farm Project. http://www.futurefarm.eu/system/files/FFD5.7_Technology_Assessment_PF_final.pdf [olvasva: 2011.02.10 09:01]
59. KIS S. és TAKÁCSNÉ GYÖRGY K. (2004): Kemikália csökkentésének gazdasági hatásai a mezőgazdasági vállalkozások öntéseiben. Gazdálkodás, English Special Edition, 48.évf. 8.sz, pp.88-93.
60. KIS, S. (2007): Sustainable economy and organic production in the light of a survey. Cereal Research Communication, Vol. 35. No. 2., pp.609-612.
61. KOVÁCS, A. és SZÉKELY, CS. (2006): A precíziós gazdálkodás hatása a növényvédelem költségeire. In: TAKÁCSNÉ GYÖRGY, K. (szerk.): Növényvédő szer használat csökkentés gazdasági hatásai. Gödöllő: Szent István Egyetemi Kiadó, pp. 63-70.p.
62. KUTTER, T., TIEMANN, S., SIEBERT, R. and FOUNTAS, S. (2011): The role of communication and co-operation in the adoption of precision farming. Precision Agriculture, Vol.12. No. 1., pp.2-17.
63. KUROLI, G., MESTERHÁZI, P. Á. és NEMÉNYI, M. (2007): Növényeket ért stressz hatások képi megjelenítése infravörös kamerával. Növényvédelem. 43. évf., 7.sz., pp.287-290.

64. LÁNG, I. (2003): Agrártermelés és globális környezetvédelem. Budapest, Mezőgazda Kiadó. pp.1-216.
65. LÁNG, I. és CSETE, L. (1992): Az alkalmazkodó mezőgazdaság. Budapest: Agricola Kiadói és Kereskedelmi Kft. pp.1-210.
66. LAWSON, L. G., PEDERSEN, S. M., KIRKETERP, I. M., SORENSEN, C. G., OUDSHOORN, F. W., PESONEN, L., FOUNTAS, S., CHATZINIKOS, T., BLACKMORE, S., HEROLD, L. and WERNER, A. (2010): Initial technology assessment of farmers' perception of information-intensive farming, FutureFarm Project, pp.1-19. <http://www.futurefarm.eu/node/215>, [olvasva: 2011.02.13 9:38]
67. LEHOTA J. (2003): A gabonaszektor piacelemzése. Budapest: Agroinform Kiadó, pp.1-134.
68. LENCSEÉS, E. és TAKÁCSNÉ GYÖRGY, K. (2008): A precíziós tápanyag-ellátás jövedelemre gyakorolt hatása. 50. Jubileumi Georgikon Napok, Keszthely Konferencia CD. pp.1-5.
69. LENCSEÉS, E. (2008): A precíziós gazdálkodás ökonómiai értékelése. Bulletin of the Szent István University 2008, Special Issue, Part I., pp. 261-271.
70. LENCSEÉS, E. és TAKÁCSNÉ GYÖRGY, K. (2010): A precíziós növénytermelés, mint a mezőgazdasági innováció formája. Hitel, Világ, Stádium: Nemzetközi Konferencia a Magyar Tudomány Ünnepe Alkalmából tanulmánykötete, Sopron, Nyugat-magyarországi Egyetem, CD kiadvány pp.1-8.
71. LOWENBERG-DeBOER, J. and BOEHLJE, M. (1997): Revolution, Evaluation, or Dead-end: Economic perspectives on precision agriculture. In: Precision Agriculture, Proceedings of the 3rd International Conference on Precision Agriculture. Madison, Wisconsin pp. 923-944.
72. LOWENBERG-DeBOER, J. (1999): Risk management potential of precision farming technologies. Journal of Agricultural and Applied Economics, Vol. 32. No. 2., pp. 275-285. pp.

73. LUNELLI, M. és ROSSETI, M. (2010): Precíziós művelés a gyakorlatban,. *Kertészet és Szőlészet*, 59.évf., 31. sz., p.15.
74. MAJOROS, A. (2004): *A kutatómódszertan alapjai*. Budapest, Osiris Kiadó. pp.109-122.
75. MANGOLD, G. (1997): "How many monitors?". *Agriculture Innovation*, Vol. 5. No. 3., pp.2.
76. MARSELEK, S. (2006): Környezeti állapot, mezőgazdaság, fenntartható fejlődés. *Gazdálkodás*, 50. évf., 15. külökiadás, pp.12-27.
77. McBRIDE, W. D. and DABERKOW, S. G. (2003): Information and the Adoption of Precision Farming Technologies. *Journal of Agribusiness*, Vol. 21. No. 1., pp.21-38.
78. MEADOWS, D. H., MEADOWS, D.L., RANDERS, J. and BEHRENS, W.W. (1972): *The Limits of the Growth*. New York: University Book. pp. 1-205.
79. MESTERHÁZI, P. Á., NEMÉNYI, M. és PECZE, ZS. (2001): A precíziós növényvédelmi eljárások műszaki-térinformatikai feltételrendszere; *Növényvédelem*, 37. évf. 6. sz., pp.273-281.
80. MESTERHÁZI, P. Á., NEMÉNYI, M. és PECZE, ZS. (2002): GPS szoftverek átjárhatósága; *Kutatási és fejlesztési tanácskozás*; Gödöllő, Magyar Tudományos Akadémia, Agártudományok Osztálya, Agrár-Műszaki Bizottság, pp.52-56.
81. NAGY, J. (2005): 30 év a kukoricakutatás és fejlesztés szolgálatában. In: NAGY J. (szerk.): *Kukorica hibridek adaptációs képessége és termésbiztonsága*. Debrecen: Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum, pp.8-53.
82. NEMÉNYI, M., PECZE, Zs., MESTERHÁZI, P. Á. és NÉMETH, T. (2001): A precíziós-helyspecifikus növénytermesztés műszaki és térinformatikai feltételrendszere. *Növénytermelés*, 50.évf., 4. sz., pp.419-430.

83. NÉMETH, T., HARNOS, Zs. és NEMÉNYI, M. (s.a.): Precíziós növénytermesztés - hatékonyság növelés és környezetterhelés csökkentés, http://www.prec.taki.iif.hu/file/Nemeth_ea_prec.pdf .
(olvasva: 2009.03.23 9:52)
84. NORDMEYER, H. (2006): Patchy weed distribution and site-specific weed control in winter cereals. Precision Agriculture, Vol. 7. No.3, pp.219-231.
85. NYÁRS, L. (2009): A nitrát-direktíva végrehajtásának tapasztalatai az EU-ban. MmgPiac, 2009. évf. 5. sz.,
http://www.mmgpiac.hu/a_nitrát_direktíva (olvasva: 2012.05.08 9:56)
86. ØRUM, J. E., JORGENSEN, L. N. and JENSEN, P. K. (2001): Farm economic consequences of a reduced use of pesticides in Danish agriculture, Copenhagen: OECD Report on pesticide risk reduction. Working paper. pp. 32.
87. PAXTON, K.W., MISHRA, A.K., CHINTAWAR, S., ROBERTS, R.K., LARSON, J.A., ENGLISH, B.C., LAMBERT, D.M., MARRA, M.C., LARKIN, S.L., REEVES, J.M. and MARTIN, S.W. (2011): Intensity of Precision Agriculture Technology adoption by cotton producers. Agricultural and Resource Economics Review, Vol.40. No. 1., pp.133-144.
88. PEARCE, D. and ATKINSON, G. (1995): Measuring sustainable development. In: BROMLEY, D. M. (ed.): Handbook of environmental economics. Blackwell, Oxford, pp.166-182.
89. PECHMANN, I. és TAMÁS, J. (2002): A precíziós mezőgazdaság szerepe a környezeti vállalatirányításban; Acta Agraria Kaposváriensis, 6. évf. 2. sz., pp.49-67.
90. PECZE, Zs. (2008): Az IKR Zrt. precíziós gazdálkodási rendszere. In: TAKÁCSNÉ GYÖRGY K. (szerk.): Gazdaságilag optimális környezetkímélő herbicid alkalmazást célzó folyamatszervezési, -irányítási és alkalmazási programok kifejlesztése. Gödöllő: Szent István Egyetemi Kiadó, pp.103-120 pp.

91. PECZE, Zs. NEMÉNYI, M., DEBRECZENI, B., CSATHÓ, P. és ÁRENDÁS, T. (2001): Helyspecifikus tápanyag-visszapótlás kukoricánövénynél. *Növénytermelés*, 50.évf. 2-3.sz., pp.269-284.
92. PEDERSEN, S. M. (2003): Precision farming – technology assessment of site-specific input application in cereals (Ph.D. dissertation). Lyngby: Technical University of Denmark. pp.1-343.
93. PEDERSEN, S. M., FOUNTAS, S., BLACKMORE, B. S., GYLLING, M. and PEDERSEN, J. L. (2004): Adoption and perspectives of precision farming in Denmark. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B - Plant Soil Science*, Vol. 54. No. 1., pp.2-8 pp.
94. POPP, J. and GRIFFIN, T. (2000): Adoption trends of early adopters of precision farming in Arkansas. Bloomington, Proceedings of Fifth International Conference on Precision Agriculture. pp.1-10.
95. REISINGER, P., PECZE, Zs. és PÁLMAI, O. (2007): A talaj kötöttségének és humusztartalmának figyelembe vétele a precíziós gyomszabályozási technológiák tervezésénél. *Magyar Gyomkutatás és Technológia*, 8. évf, 1. sz., pp.59-66.
96. REISINGER, P. és CSUTORÁS, B. (2008): Precíziós gyomszabályozás tapasztalatai és eredménye az őszi búzában. *Magyar Gyomkutatás és Technológia*, 9. évf., 1. sz., pp.39-46 p
97. REISINGER, P., PECZE, Zs. és KISS, B. (2008): Precision development in the pre-emergent weed control of sunflower. *Journal of plant diseases and protection*, Issue Special Issue 21., pp.177-180.
98. REISINGER, P. (2011): A precíziós gyomszabályozás folyamatszervezése őszi búzában. *Magyar Gyomkutatás és Technológia*, 12. évf., 1. sz., pp.13-21.
99. REISINGER, P. és SCHMIDT, R. (2012): Precíziós növénytermesztés – visszatekintés a kezdetekre és iránymutatás a jövőre. *Agrofórum*, 23. évf., 10. szl, pp. 40-44.
100. ROGERS, E. M. (1962): *Diffusion of innovations*. 1st edition. New York: Free Press. pp.1-150.

101. SAJTOS, L. és MITEV, A. (2007): SPSS kutatási és adatelemzési kézikönyv. Budapest: Alinea Kiadó. pp.1-404.
102. SÁNDOR, I. (2010): A precíziós gazdálkodásról elméletben, gyakorlatban. Agrárágazat, 11. évf., 7. sz., 68.p
103. SCHNITKEY, G., HOPKINS, J. és TWEETEN, L. (1996): An economic evaluation of precision fertilizer applications on corn and soybean fields, Paper presented at AAEE Annual Meeting San Antonio TX 28-31 July 1996
104. SINKA, A. (2009): A precíziós növénytermelés externális hatásai az Agárdi Farm Kft. esetében; Gazdálkodás, 53. évf., 5. sz. pp. 429-433.
105. SMUK, N., MILICS, G., SALAMON, L. és NEMÉNYI, M. (2009): A precíziós gazdálkodás beruházásainak megtérülése; Gazdálkodás, 53. évf., 3. sz., pp. 246-253
106. SMUK, N., MILICS, G. és NEMÉNYI, M. (2010): Jövedelemtérképek a precíziós növénytermelésben. Gazdálkodás, 54. évf., 2. sz., pp.176-181.
107. SMUK, N. and MILICS, G. (2012): Site-specific nutrient replenishment based on economical calculations. Növénytermelés, 61. évf. (2012. Supplement), pp.439-442.
108. SOLOW, R. M. (1987): Growth Theory and After. Stockholm: The Nobel Foundation. pp.1-312.
109. STAFFORD, J. V. (2000): Implementing precision agriculture in the 21st century. Journal of Agricultural Engineering research, Vol.76. No. 3., pp.267-275.
110. SÜLYÖK, D., RÁTONYI, T., HUZSVAI, L., FERENCSEK, S. and HARSÁNYI, E. (2011): Precision farming and economic questions of fertilization. Növénytermelés Vol. 60. Suppl. pp.251-254.
111. SWINTON S. M. (1997): Precision Farming as Green and Competitive. Michigan State University. Working paper. http://www.aec.msu.edu/agecon/Smith_Endowment/documents/swinton.htm. (olvasva: 2008.07.12.) pp.1-9.

112. SWINTON, S. M. and LOWNBERG-DEBOER, J. (1998): Profitability of site-specific farming, <http://www.inpofos.org>: Site-specific management guidelines. olvasva: 2008.10.21 10:27
113. SWINTON, S. M. and LOWNBERG-DEBOER, J. (2001): Global adoption of precision agriculture technologies: who, when and why?, Montpellier: Agro Montpellier. pp.557-562. https://www.msu.edu/user/swinton/D7_8_swintonECPA01.pdf (olvasva: 2010.12.27 10:29)
114. SZABÓ, G., G. (2011): Szövetkezetek az élelmiszer-gazdaságban; Budapest: Agroinform Kiadó, pp.1-255.
115. SZÉKELY, Cs. (1981): Programozási modellek szerkesztése. In: CSÁKI, Cs.; MÉSZÁROS, S. (szerk.): Operációkutatási módszerek. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, pp.134-160.
116. SZÉKELY, Cs., (2000): Tervezési módszerek és eljárások. In: BUZÁS Gy., NEMESSÁLYI Zs., SZÉKELY Cs. (szerk): Mezőgazdasági üzemtan I. (10. fejezet) Budapest: Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó; pp. 272-328.
117. SZÉKELY Cs., KOVÁCS A. és GYÖRÖK B. (2000): The practice of precision farming from an economic point of view. Gazdálkodás, English Special Edition, 13.évf. 1. különszám, pp.56-65.
118. SZÉKELY, Cs. és KOVÁCS, A. (2008): A precíziós gazdálkodás hatása a növényvédelem költségeire. In: TAKÁCSNÉ GYÖRGY K. (szerk): Növényvédő szer használat csökkentés gazdasági hatásai. Gödöllő: Szent István Egyetemi Kiadó, pp.63-70.
119. SZŰCS, I. (szerk) (2002): Alkalmazott statisztika. Budapest: Agroinform Kiadó és Nyomda Kft..
120. SZŰCS, I. and RAUSZ, A. (2007): Sustainable development indicators in Hungary, Budapest: Hungarian Central Statistical Office. pp.9-22.
121. TAKÁCS, I. (2008): Szempontok a műszaki-fejlesztési támogatások közgazdasági hatékonyságának méréséhez. In: TAKÁCS, I. (szerk.): A műszaki-fejlesztési támogatások közgazdasági hatékonyságának mérése. Gödöllő: Szent István Egyetemi Kiadó, pp.9-48.

122. TAKÁCS-GYÖRGY, K., GYÖRÖK, B., and KOVÁCS, A. (2002): The effects of precision farming on the use of chemicals; Xth congress of the European Agri-Food System. Zaragoza, CD: poster_presented/004-p010_Takacs_Gyorgy.pdf
123. TAKÁCSNÉ GYÖRGY, K. (2003): Precíziós növényvédelem, mint alternatív gazdálkodási stratégia?. *Gazdálkodás*, 47.évf., 3. sz., pp.18-24.
124. TAKÁCSNÉ GYÖRGY, K. and LENCSEÉS, E. (2008): Economic aspects of different weed management systems in corn production; *Cereal Research Communications*, Vol. 36., Suppl. pp. 707-710.
125. TAKÁCSNÉ GYÖRGY, K. (2011): A precíziós növénytermelés közgazdasági összefüggései, Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, pp.1-241.
126. TAMÁS, J. (2001): *Precíziós mezőgazdaság - elmélete és gyakorlata*. Budapest: Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó. pp.1-144.
127. TAMÁS, J. és REISINGER, P. (2004): Széles spektrumú kézi kamera alkalmazhatósága a terepi gyomfelvételezés során. *Magyar Gyomkutatás és Technológia*, 5. évf., 2. sz., pp.43-50.
128. TIMMERMANN, C., GERHARDS, R., KROHMANN, P., SOKEFELD, M. and KUHBAUCH, W. (2001): The economical and ecological impact of the site-specific weed control. *Proceedings of the 3rd European conference on Precision Agriculture, AgroMontpellier*, pp.563-568.
129. TÖRÖNÉ DUNAY, A. (2012): Az EU agrártámogatási rendszerének változásai és a csatlakozás hatása a mezőgazdasági vállalkozásokra. Szent István Egyetem, *Gazdálkodás és Szervezéstudományok Doktori Iskola Ökonómiai Tanulmányai* (8.), Budapest: Agroinform Kiadó, pp.1-190.
130. VÍG, R., DOBOS, A. és PONGRÁCZ, Z. (2007): A precíziós tápanyag-utánpótlást megalapozó talajvizsgálatok Hajdúszoboszló térségben. *Agrártudományi Közlemények*, 2007/26. különszám, pp.141-148.
131. WHELAN, B. M., McBRATENY, A. B. (2000): The "null hypothesis" of precision agriculture management. *Precision Agriculture*, Vol.2. No. 3., pp.265-279.

132. ZHANG, N., WANG, M., WANG, N. (2002): Precision agriculture - a worldwide overview. Computers and Electronics in Agriculture, Vol.36. No.2-3., pp.113-132.

Egyéb források:

133. DENMARKS STATISTIK (2011): Agriculture, horticulture and forestry. <http://www.dst.dk/en/Statistik/emner/landbrug-gartneri-og-skovbrug.aspx> [olvasva: 2011.04.12 18:15]
134. ECONOMIC INSTRUMENTS (2008): Nitrogen Quota System (Denmark). [http://www.economicinstruments.com/index.php/land/article/90-Nitrogen%20Quota%20System%20\(Denmark\)](http://www.economicinstruments.com/index.php/land/article/90-Nitrogen%20Quota%20System%20(Denmark)) (olvasva: 2012.07.28 22:38)
135. ENSZ (1987): Brundtland Bizottság jelentése (Közös jövőnk): <http://www.in.org/documents/ga/res/42/ares42-187.htm>. (olvasva: 2010.10.12 14:26)
136. EUROPEAN COMMUNITIES, (2009): Sustainable development in the European Union - 2009 monitoring report of the EU sustainable development strategy.
137. EUROPEAN COMMISSION (2012): Agriculture and environment. http://ec.europa.eu/agriculture/envir/index_en.htm, (olvasva: 2012.07.28 17:49)
138. EUROSTAT (2012): Farm Structure statistics; http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Farm_structure_statistics (olvasva: 2013.04.19, 12:33)
139. EUROSTAT (2012): Population projections; <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=tps00002&plugin=1>; (olvasva: 2012.07.28 19:42)
140. FADN (2012): Methodology - Field of survey (The economic size of farms). http://ec.europa.eu/agriculture/rica/methodology1_en.cfm#tesof: European Commission. (olvasva: 2011.09.21 11:22)

141. FAO statistics (2012): Fertilizers.
<http://faostat.fao.org/site/575/DesktopDefault.aspx?PageID=575#ancor>
 (olvasva: 2012.05.11 23:08)
142. KÖZPONTI STATISZTIKAI HIVATAL (2012/a): Értékesített műtrágya mennyisége.
http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_omf002.html
 (olvasva: 2013.05.08 17:26)
143. KÖZPONTI STATISZTIKAI HIVATAL (2012/b): Magyarország földterülete művelési ágak szerint;
http://www.ksh.hu/docs/hun/agraar/html/tabl1_3_1.html (olvasva: 2012.07.28 19:45)
144. KÖZPONTI STATISZTIKAI HIVATAL (2012/c): Módszertani információk
http://www.ksh.hu/apps/meta.search?p_lang=HU&p_session_id=78567375 (olvasva: 2012.07.28. 11:01)
145. KÖZPONTI STATISZTIKAI HIVATAL (2011): Magyarország mezőgazdasága, 2010 - Termelési típus, gazdálkodási cél, gazdaságméret (Általános Mezőgazdasági Összeírás)
<http://portal.ksh.hu/pls/ksh/docs/hun/xftp/idoszaki/gszo/amo10elo2.pdf>
146. KÖZPONTI STATISZTIKAI HIVATAL (2010): Földhasználat művelési ágak és gazdaságcsoportok szerint (olvasva: 2010.08.05 10:25)
http://portal.ksh.hu/pls/ksh/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_omf001a.html
147. MAGYAR VIDÉKFEJLESZTÉSI HIVATAL (2010): Mi kell az AKG támogatáshoz?
http://www.mvh.gov.hu/portal/MVHPortal/default/mainmenu/hirek/mi_kellett_az_akg_tamogatashoz_20100408_1011643 (olvasva: 2010.10.13 13:45)
148. MAGYAR FEJLESZTÉSI ÉS HITELBANK (MFB) (2012): Az agrár fejlesztési hitelprogram jellemzői;
<https://www.mfb.hu/tevekenyseg/hitelprogramok/vallalkozasok/agraarfejlesztesi> (olvasva: 2012.10.05 19:10)

149. MESTERHÁZI, Á. P.-vel (2010) készített személyes interjú a precíziós növénytermelésihez szükséges eszközök árával kapcsolatban.
150. OSLO MANUAL (2006): Guidelines for collecting and interpreting innovation data: The measurement of scientific and technological activities, Oslo: European Communities Statistical Office, Organization for Economic Co-operation and Development.
151. PECZE, Zs.-vel (2007) készített személyes interjú a precíziós növénytermelés terjedéséről
152. PEDERSEN, S. M.-vel (2010) készített személyes interjú a precíziós növénytermelés terjedéséről
153. UNITED STATES CENSUS (2012): World Population: 1950-2050; <http://www.census.gov/population/international/data/idb/worldpopgraph.php> ; olvasva: 2012.07.28 19:39
154. VALKÓ, G. (2011): Magyarország mezőgazdasága, 2010 - Általános Mezőgazdasági Összeírás (végleges adatok) Budapest http://www.ksh.hu/apps/shop.kiadvany?p_kiadvany_id=10257: Központi Statisztikai Hivatal, Budapest,
155. VILÁGBANK KÉZIKÖNYV (1986): Magyar Kereskedelmi Kamara, Budapest, p.223
156. 77/2009 (VI. 30.) FVM rendelet: Az Európai Mezőgazdasági Vidékfejlesztési Alapból nyújtott agrár-környezetgazdálkodási támogatások igénybevételének részletes feltételeiről szóló 61/2009. (V. 14.) FVM rendelet módosításáról <http://www.fvm.hu/main.php?folderID=2467&articleID=14450&ctag=articlelist&iid=1> (olvasva: 2010.10.13. 13:55)
157. 61/2009. (V.14) FVM rendelet: az Európai Mezőgazdasági Vidékfejlesztési Alapból nyújtott agrár-környezetgazdálkodási támogatások igénybevételének részletes feltételeiről <http://www.fvm.hu/main.php?folderID=2467&articleID=14235&ctag=articlelist&iid=1> (olvasva: 2010.10.13. 14:53)
158. 23/2007. (IV. 17.) FVM rendelet 28/A§. az Európai Mezőgazdasági Vidékfejlesztési Alap társfinanszírozásában megvalósuló támogatások igénybevételének általános szabályairól.

2. melléklet: A strukturált interjú vázát képező kérdőív

1. Állítsa sorba, hogy Ön szerint milyen az alábbi technológiák jövedelmezősége!
A legjövedelmezőbb kapja az 1-est, a legkevésbé a 3-ast!

Konvencionális (iparszerű) termelés _____
 Precíziós gazdálkodás _____
 Ökológiai (bio) gazdálkodás _____

2. A felsoroltak közül melyik növénytermesztési technológiát alkalmaz és mióta?

	Technológiai elem megnevezése	Kezdeté	Vége (NE írjon semmit, ha még használja)	Terület nagyság	Bevezetését tervezi. (Melyik évben?)
<input type="checkbox"/>	Konvencionális (iparszerű) gazdálkodás				
<input type="checkbox"/>	Halószerű talaj mintavétel (DGPS segítségével)				
<input type="checkbox"/>	Direkt talaj mintavétel (DGPS nélkül)				
<input type="checkbox"/>	Talaj típus térképezés				
<input type="checkbox"/>	Hozam térképezés (DGPS segítségével)				
<input type="checkbox"/>	Légi felvételek készítése (természetes vagy infravörös)				
<input type="checkbox"/>	Távirányítású szenzorok				
<input type="checkbox"/>	Gyomtérképezés (DGPS segítségével)				
<input type="checkbox"/>	DGPS vezérelt gyomirtás				
<input type="checkbox"/>	Helyspecifikus (precíziós) műtrágya kijuttatás				
<input type="checkbox"/>	Helyspecifikus (precíziós) növényvédő-szer kijuttatás				
<input type="checkbox"/>	Helyspecifikus (precíziós) talajművelés				
<input type="checkbox"/>	Helyspecifikus (precíziós) vetés				
<input type="checkbox"/>	Ökológiai gazdálkodás				
<input type="checkbox"/>	Egyéb: _____				

3. Hogy alakult a gazdaság vetésterület 2010-ben? Mely módszert alkalmazta a különböző termesztési elemek elvégzése során (jelölje X-vel)?

Növény megnevezése	Terület (ha)	Átlagos aranykorona érték (AK)	Vetés			Tápanyag-pótlás			Gyomirtás			Növényvédelem			Be-takarítás		
			precíziós	konvencionális	ökológiai	precíziós	konvencionális	ökológiai	precíziós	konvencionális	ökológiai	precíziós	konvencionális	ökológiai	precíziós	konvencionális	ökológiai

4. Milyen elképzelései vannak a jövővel kapcsolatban?

Precíziós növénytermesztési elemek bevezetése

Például: _____

Precíziós növénytermesztési elemek csökkentése

Miért?: _____

Áttérés a konvencionális (iparszerű) technológiára

Átállás az ökológiai (bio) növénytermesztésre

A növénytermesztés területének csökkentése

A növénytermesztés területének növelése

A vetésszerkezet megváltoztatása

A gazdaság főtevékenységének megváltoztatása

Nem változtatok semmit

A gazdálkodás megszüntetése

5. Milyen formában képzeled el a helyazonos (precíziós) gazdálkodás megvalósulását az Ön gazdaságában?

Minden precíziós elemet a gazdaság dolgozói végeznek.

Minden precíziós elemet szolgáltatásként veszek igénybe

Szolgáltató neve: _____ Szolgáltatás ára: _____ Ft/ha

Néhány elemet saját magunk végzünk, néhányat pedig szolgáltatásként vesszük igénybe

Bérmunkában alkalmazott tevékenységek:

Szolgáltató neve: _____ Szolgáltatás ára: _____ Ft/ha

A precíziós szolgáltatást nyújtok mások számára és a saját gazdálkodásban is használom

A precíziós szolgáltatást nyújtok mások számára, de a saját gazdálkodásban nem használom

6. Hol hallott a helyazonos (precíziós) gazdálkodásról?

- Tanulmányaim során találkoztam vele
- Szaktanácsadótól
- Kereskedőtől
- Szakmai bemutatón
- Más gazdálkodótól
- Szaklapban olvastam róla
- Internetről
- Korábban még nem hallottam róla

7. Ön szerint milyen előnyökkel jár a helyazonos (precíziós) gazdálkodás bevezetése?

(A legfontosabb előnyt jelölje 10-zel az egyáltalán nem fontosat pedig 0-val)

- ___ A jövedelemnövekedés lehetősége
- ___ Környezetvédelmi megfontolások
- ___ Felhasznált kemikáliák (növényvédő-szer, műtrágya) csökkentése
- ___ Hozamnövekedés
- ___ Termés minőség javulás
- ___ Jobb szervezhetőség
- ___ Jobb tervezhetőség
- ___ Egyéb előnyök: _____
- ___ Semmilyen előnnyel nem jár

8. Milyen termésátlag változással jár a helyazonos (precíziós) gazdálkodás a konvencionális termeléshez képest? A választát jelölje X-szel!

Növény megnevezése	csökkenés		0%	növekedés						
	10% felett	0-5%		0-5%	5-10%	10-15%	15-20%	20-25%	25-30%	30% felett

9. A gazdálkodás eredménye, jövedelme változik-e a precíziós technológia alkalmazásával?

Nem

Igen

Mekkora mértékben?

Jelentős csökkenés (15% felett)

Kismértékű csökkenés (5-15 %)

Szinte változatlan (+/- 0-5 %)

Kismértékű növekedés (5-15 %)

Jelentős növekedés (15% felett)

10. Ön szerint milyen hátrányokkal jár a helyazonos (precíziós) gazdálkodás bevezetése?

(A legfontosabb hátrányt jelölje 10-zel az egyáltalán nem fontosat pedig 0-val)

- A jövedelem kiesés
 Munkaidő növekedés
 Többlet munkaerő szükséglet
 Hozam kiesés
 Magas beruházási költség
 Magas működési költség
 Egyéb hátrányok:

 Semmilyen hátránnyal nem jár
11. Milyen és mekkora mértékű költségváltozás várható a precíziós technológia**alkalmazása során?** (a csökkenést jelölje „-”-szal; a növekedést pedig „+”-szal)

Pl: csökkenés: „- 20 %” vagy növekedés „+ 10 %”

- gépköltség: _____ % élőmunka költsége: _____ %
 növényvédő-szer költség: _____ % műtrágya költsége: _____ %
 egyéb: _____ % Egyéb megnevezése:

12. Ön szerint mekkora többlet munkaidőt jelent a helyazonos (precíziós) gazdálkodás alkalmazása?

_____ óra/év

13. Ön szerint mekkora a precíziós technológiára való átállás költsége a gazdaságban?

(számoljon az eszközökkel, számítógépekkel, programokkal, továbbképzésekkel, NE számoljon a munkaerővel)

_____ Ft

14. Véleménye szerint hány év a precíziós technológia megtérülési ideje? _____ év**15. Hány éves Ön?** _____**16. Mi az Ön legmagasabb iskolai végzettsége?**

- Általános iskola
 Szakmunkás képző
 Szakközépiskola
 Gimnázium
 Főiskola
 Egyetem

17. Gazdaság székhelye

Város: _____

18. Milyen a gazdaság földterületének minőségi megoszlása, az aranykorona érték alapján?

- Gyenge minőségű (kevesebb, mint 15 aranykorona) _____ %
 Közepes minőségű (15-25 aranykorona) _____ %
 Jó minőségű (25-35 aranykorona) _____ %
 Kiváló minőségű (több mint 35 aranykorona) _____ %

- 19. Termelési irány** (Kérem, adja meg, hogy a bevétel hány százaléka származik az egyes ágazatokból.)
- | | |
|--|---------|
| Szántóföldi növénytermesztés (búza, kukorica, napraforgó stb.) | _____ % |
| Évelő növények (lucerna, legelő stb.) | _____ % |
| Állattenyésztés | _____ % |
| Egyéb (_____): | _____ % |
- 20. Mekkora a gazdaság teljes területe?**
 _____ ha **Mekkora a gazdaság éves jövedelme?** _____ Ft/év
- 21. Hány alkalmazottja van?**
 _____ fő Ebből nem egész évben alkalmazott _____ fő (ebből családtag: _____ fő)
 Ebből egész évben alkalmazott _____ fő (ebből családtag: _____ fő)

3. melléklet: A FutureFarm Projekt keretében használt kérdőív

Name: _____ Phone: _____

Age: ____ 20-29 ____ 30-39 ____ 40-49 ____ 50-59 ____ 60 or over

1. What per cent of your farm falls into the following textural categories?

- | | |
|----------------------|--------------------------------|
| a. ____ % Sandy | d. ____ % Silty clay loam |
| b. ____ % Sandy loam | e. ____ % Clay loam |
| c. ____ % Silt loam | f. ____ % Other – specify ____ |

2. What do you produce on your farm (please indicate the percentage of income in each category)?

- | | |
|--|--------------------------------|
| a. ____ % Tilled crops (corn, soybean, wheat, etc) | d. ____ % Beef cattle |
| b. ____ % Perennial crops (alfalfa, hay, pasture, etc) | e. ____ % Dairy |
| c. ____ % Hogs | f. ____ % Other (specify) ____ |

3. List all crops produced on your farm in 2008, ranked according to land area planted.

- | | |
|----------|----------|
| a. _____ | e. _____ |
| b. _____ | f. _____ |
| c. _____ | g. _____ |
| d. _____ | h. _____ |

4. What is the approximate total land area you farm?

- | | |
|----------------------|---------------------------|
| a. ____ 0 - 50 ha | f. ____ 250 - 500 ha |
| b. ____ 50 - 100 ha | g. ____ 500 – 750 ha |
| c. ____ 100 -150 ha | h. ____ 750 - 1000 ha |
| d. ____ 150 - 200 ha | i. ____ 1000 - 1250 ha |
| e. ____ 200 - 250 ha | j. ____ More than 1250 ha |

5. How many field staff do you employ (including yourself) during the year? _____

6. How many seasonal/part-time field staff do you employ in a typical year? _____

7. What is the average production cost per ha of your cultivated farm land? _____ EURO

FARM MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM

8. a. How much time does you and your employees totally spent on **farm office** activities during the year? (i.e. time at the computer, preparation of applications for area subsidy etc., learning new procedures etc) _____ hrs/week or _____ hrs/month or _____ hrs/year (please give an average number covering the entire year)

8. b. How much in percentage of the time 8.a. is spend on the following categories (adds up to 100 pct)

- a. _____ % time in office for **accounting – book keeping, tax papers**
- b. _____ % time in office for **applying for subsidies and other regulations**
- c. _____ % time in office for **planning and farm management at the field**
- d. _____ % time in office for **learning new procedures and seeking information?**
- e. _____ % time in office for **dealing with supply companies, bank, and mortgage companies etc?**
- f. _____ % time in office for **meetings with advisors, consultants?**
- g. _____ % time in office for **other paid business – not related to the farm holding?**
- h. _____ % time in office **for leisure activities?**
- i. _____ % time in office for **other purposes, please specify** _____

9. a. How much time for farm related paper work and management etc. do you and your employees spend

outside the office (like visits to bank, advisor, but not time in field or barn) _____hrs/week or _____hrs/month or _____hrs/year (please give an average number covering the entire year)

9. b. How much in percentage of the time in 9.a. is spend on the following categories:

- a _____ % time for **visiting consultants, banks and advisors**
- b _____ % time for **participating at workshops and exhibitions**
- c. _____ % time for **farmers meetings, network groups**
- d. _____ % time **for other activities** – please specify_____

10. Do you use external help for planning, paperwork and accounting activities? ____ Yes
____No

11. How much money pr. year is spent on help for external activities _____ EURO

AUTOMATED SYSTEMS, IN DOORS ACTIVITIES

- 12.a. Do you have a robotic milking system for the cattle (please tick off) ___ Yes ___No
- 12. b. If yes, please indicate name and the type that you use_____
- 12. c. What is the capacity of this system _____ cows/year?
- 13.a. Do you have automated feeding system for livestock___ Yes ___No
- 13.b. If yes, please indicate name and the type that you use_____

AUTOMATED SYSTEMS, OPEN FIELD ACTIVITIES

- 14. a. Do you have any automated features in your drying system for grains ___ Yes ___No
- 14. b. If yes, please indicate name and the type that you use_____
- 15. a. Do you have automated labelling system for tracking farm produce ___ Yes ___No
- 15. b. If yes, please indicate name and the type that you use_____
- 16. a. Do you have auto guidance in the tractor system or combine for field work ___ Yes ___No
- 16. b. If yes, please indicate name and the type that you use_____
- 17. Indicate new Information systems (like FMIS software, data collection, automation systems) that you would like to use in the future (please specify)

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

PRECISION FARMING

(If you provide precision farming services but do not farm yourself, answer the questions as if the land you provide services on is your own)

18. a. Do you use precision farming practices with GPS (excluding auto guiding)? ___ Yes
 ___ No

18. b. Do you use Auto Guiding? ___ Yes ___ No

18. c. What percentage of the current land area is used for one or more precision farming

- | | |
|-----------------|------------------|
| a. ___ 0 - 20% | d. ___ 60 - 80% |
| b. ___ 20 - 40% | e. ___ 80 - 100% |
| c. ___ 40 - 60% | |

18. d. What percentage of the current land area is used for Auto Guiding

- | | |
|-----------------|------------------|
| d. ___ 0 - 20% | d. ___ 60 - 80% |
| e. ___ 20 - 40% | e. ___ 80 - 100% |
| f. ___ 40 - 60% | |

19. Do you contract with others for precision-farming services?

- a. ___ All precision farming services on my farm are done by myself.
- b. ___ I contract with others for all precision farming services done on my farm.
- c. ___ I do some precision farming activities myself, and hire others for some activities.
- d. ___ I provide precision farming services for hire, as well as use them on my own farm.
- e. ___ I solely provide precision farming services to farmers .
 (I do not apply them on my own farm)

20. Indicate all precision farming practices that you have used at any time on your farm and state how long (in years).

- | | |
|--|--|
| a. ___ Grid soil sampling (with GPS) site specific soil sampling in grid | g. ___ GPS-directed at pest monitoring site specific pest, weed and disease monitoring |
| b. ___ Directed (management zone) soil sampling site specific soil sampling in zones | h. ___ Variable rate fertilizer application |
| c. ___ Yield monitoring (without GPS) | i. ___ Variable rate lime application |
| d. ___ Yield monitoring and soil mapping (with GPS, EM-38, Veris, MagnaScan, etc.) | j. ___ Variable rate pesticide application |
| e. ___ Aerial photography (visible colour or infrared) | k. ___ Soil electrical conductivity mapping |
| f. ___ Other remote sensing (multispectral, radar, airplane or satellite) | l. ___ Soil elevation/topography mapping |
| | m. ___ Other (specify) _____ |

21. What is your estimate of the total capital investment in precision farming? (including field equipment, computers, software, training, but NOT including labour)

- a. ___ EUR 0 – 7,500
 b. ___ EUR 7,500 – 15,000
 c. ___ EUR 15,000 – 30,000
 d. ___ EUR 30,000 – 45,000
 e. ___ EUR 45,000 – 75,000
 f. ___ More than EUR 75,000

22. On what crops do you use some of the precision farming practices indicated in question 19?

- a. _____
 b. _____
 c. _____
 d. _____
 e. _____
 f. _____

23. How much time in average do you personally invest in precision agriculture during a week?

(time at the computer, preparation of yield or application maps, learning new procedures, attending workshops, etc)

- a. ___ Less than 2 hrs/week
 b. ___ Between 2 and 6 hrs/week
 c. ___ Between 6 and 12 hrs/week
 d. ___ More than 12 hrs/week

To everyone to answer (even without practical experience of precision farming)

24. Do you expect the use of precision farming to increase crop yield on your farm?
 ___ Yes ___ No ___ Don't know

25. List up to three precision farming practices that you believe have potential economic benefit for your farm, starting with the practice with the most potential benefit (use list in Question 19)

- a. _____ b. _____ c. _____

26. Is the use of possible computer documentations helpful to you in dealing with government agencies, landlords, consumers, etc.

- a. ___ Yes – How?

 b. ___ No
 c. ___ Don't know

27. Do you see any disadvantages from the use of precision farming practices (GPS, EM-39 Veris, VRA and MAPS etc) with regards to costs, management and reliability?

a. ___ Yes – What?

b. ___ No

c. ___ Don't know

28. Do you find information and advice on precision farming readily available and adequate?

a. ___ Yes

b. ___ No – If not, what is needed?

c. ___ Don't know

29. What do you think could be improved in the further development of precision farming technology?

30. Would you encourage other farmers to adopt one or more precision farming practice?

a. ___ Yes – What practices

b. ___ No

c. ___ Don't know

4. melléklet: Az egyes ökonomiai üzemméretekhez tartozó kiindulási adatok

	EGYÉNI						TÁRSAS					
	kicsi		közepes		nagy		kicsi		közepes		nagy	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SFH (E Ft/üzem)	1322,81	210,61	4455,51	1662,95	13598,46	2445,11	7789,00	1399,56	44767,09	4227,10	210034,32	15714,04
Mezőgazdasági terület (ha/üzem)	13,55	1,34	46,13	15,12	127,69	17,13	76,63	10,35	437,30	45,04	1583,37	105,74
Gépigény (db/üzem)*	1		1		1		1		2		6	
Bruttó termelési érték (E Ft/ha)	208,39	42,49	194,94	45,35	197,70	46,31	310,39	53,81	289,95	38,43	286,33	42,37
Vetőmag költség (E Ft/ha)	15,60	2,74	15,19	1,69	14,75	1,53	16,52	0,94	14,54	1,78	13,33	1,59
Mútrágya költség (E Ft/ha)	14,98	4,20	16,83	5,55	19,33	6,78	20,13	4,14	21,15	5,82	20,77	7,26
Növényvédő-szer költség (E Ft/ha)	10,01	1,75	11,95	3,74	13,22	4,37	14,29	2,28	17,83	2,08	18,70	2,77
Hajtó- és kenőanyag költség (E Ft/ha)	18,51	2,88	19,27	3,04	28,70	22,53	28,58	3,52	26,18	4,46	23,36	3,50
Személyi jellegű ráfordítások (E Ft/ha)	13,44	2,85	12,44	1,21	10,88	2,03	35,68	4,38	39,86	4,60	42,62	6,26
Értékcsökkenési leírás (gépek) (E Ft/ha)	22,28	6,96	18,68	4,15	21,89	4,56	25,60	5,23	15,77	4,10	13,57	3,40

Megjegyzés: * Adott géptípusból hány gép szükséges a növénytermeléshez (1 gép 280 hektár képes kiszolgálni).

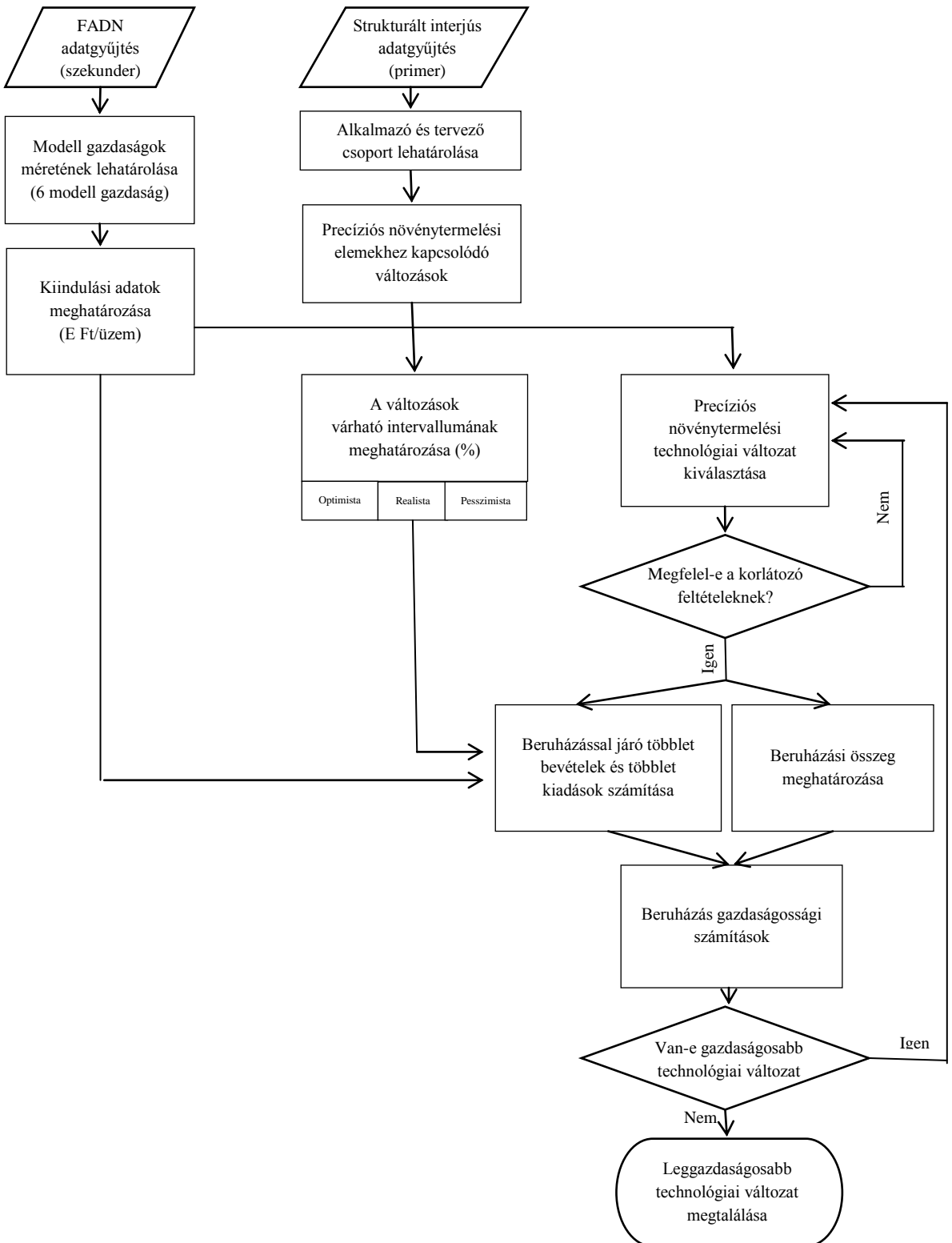
Forrás: AKI tesztüzemi adatok 2001-2009 átlag

5. melléklet: A precíziós növénytermelés alkalmazásával járó változások alakulása

	ALKALMAZÓK			TERVEZŐK		
	Optimista	Realista	Pesszimista	Optimista	Realista	Pesszimista
Bruttó termelési érték	+20% – +30%	+30% – 0%	0% – +5%	+10% – +30%	+10% – 5%	0% – +5%
Vetőmag költség	-15% – -5%	-5% – +5%	0%	-15% – -5%	-5% – +5%	0% – 0%
Tápanyag költség	-50% – -23,75%	-23,75% – +15%	+15% – +20%	-25% – -15%	-15% – 0%	0% – +20%
Növényvédő-szer költség	-50% – -27,5%	-27,5% – +13,75%	+13,75% – +30%	-20% – -18,75%	-18,75% – 0%	0% – +15%
Gép költség	0% – +5%	+5% – +27,5%	+27,5% – +50%	-20% – -7,5%	-7,5% – +10%	+10% – +20%
Személyi jellegű költségek	-10% – -8,75%	-8,75% – +13,75%	+13,75 – +30%	0%	0% – +2,25%	+2,25% – +3%

Forrás: strukturált interjúk felmérés alapján, saját szerkesztés

6. melléklet: A beruházási modell legfontosabb lépései



Forrás: saját szerkesztés

		Konvencionális növény- termelést folytat (n ₁ =48)	Precíziós növény- termelést folytat (n ₂ =8)	Precíziós növény- termelés bevezetését tervezi (n ₃ =16)	Teljes minta (n=72)	Általános Mezőgazdasági Összeírás 2010* (N=576100)	Future Farm Projekt (Dánia)** (n=400)
Korosztály	Fiatal gazdálkodó (40 év alatt)	40%	63%	25%	40%	7%	19%
	Középkorú gazdálkodó (41-65 év között)	42%	38%	75%	49%	49%	64%
	Idős gazdálkodó (65 év felett)	19%	0%	0%	11%	29%	17%
Iskolai végzettség	Általános iskola	33%	25%	31%	29%	n. a.	n. a.
	Szaktanácsos képző	9%	13%	0%	7%	n. a.	n. a.
	Szakközépiskola	14%	0%	6%	11%	n. a.	n. a.
	Gimnázium	2%	0%	6%	3%	n. a.	n. a.
	Főiskola	12%	38%	19%	15%	n. a.	n. a.
	Egyetem	30%	25%	38%	35%	n. a.	n. a.

Forrás: strukturált interjúk felmérése, *AMÖ, 2010 előzetes adatok
és **Lawson et al., 2010 alapján, saját szerkesztés

8. melléklet: A minta gazdaságainak jellemzői (méret)

10.14751/SZIE.2013.017

		Konvencionális növény-termelést folytat (n ₁ =48)	Precíziós növény- termelést folytat (n ₂ =8)	Precíziós növény- termelés bevezetését tervezi (n ₃ =16)	Teljes minta (n=72)	Általános Mezőgazdasági Összeírás 2010* (N=576100)	Future Farm Projekt (Dánia)** (n=400)
Földterület nagysága ²⁷	Kisméretű	19%	25%	0%	18%	20%	20%
	Közepes méretű	50%	25%	19%	38%	n. a.	75%
	Nagyméretű	31%	50%	81%	44%	n. a.	10%
EUME ²⁸	Nagyon kicsi	31%	13%	13%	25%	n. a.	n. a.
	Kicsi	14%	25%	6%	13%	n. a.	n. a.
	Alsó közép méretű	19%	0%	25%	20%	n. a.	n. a.
	Felső közép méretű	12%	13%	19%	13%	n. a.	n. a.
	Nagy	7%	25%	25%	13%	n. a.	n. a.
	Nagyon nagy	17%	25%	13%	17%	n. a.	n. a.
Foglalkoztatottak száma ²⁹	Nincs munkavállaló	11%	13%	0%	8%	n. a.	n. a.
	Kicsi	57%	25%	38%	49%	n. a.	n. a.
	Kis közepes	16%	38%	19%	20%	n. a.	n. a.
	Közepes	16%	25%	44%	24%	n. a.	n. a.
	Nagy	0%	0%	0%	0%	n. a.	n. a.
	Nagyon nagy	0%	0%	0%	0%	n. a.	n. a.

Forrás: strukturált interjú felmérés, *ÁMÖ, 2010 előzetes adatok
és **Lawson et al., 2010 alapján, saját szerkesztés

²⁷ Földterület nagysága: a Központi Statisztikai Hivatal meghatározása alapján: kisméretű (<30 ha), közepes méretű (31-300 ha), nagyméretű (>300 ha)

²⁸ Európai Méret Egység (EUME): 1 EUME = 1200 euro; Keszthelyi – Kovács 2002 alapján: nagyon kicsi (<4 EUME), kicsi (4-8 EUME), alsó közép méretű (8-16 EUME), felső közép méretű (16-40 EUME), nagy (40-100 EUME), nagyon nagy (>100 EUME)

²⁹ Foglalkoztatottak száma: a Központi Statisztikai Hivatal meghatározása alapján: nincs munkavállaló (0 fő), kicsi (1-10 fő), kis közepes (11-49 fő), közepes méretű (50-249 fő), nagy (250 – 499 fő), nagyon nagy (>500 fő)

9. melléklet: A minta gazdaságainak jellemzői (elhelyezkedés) 10.14751/SZIE.2013.017

		Konvencionális növény-termelést folytat (n ₁ =48)	Precíziós növény- termelést folytat (n ₂ =8)	Precíziós növény- termelés bevezetését tervezi (n ₃ =16)	Teljes minta (n=72)	Általános Mezőgazdasági Összeírás 2010* (N=576100)	Future Farm Projekt (Dánia)** (n=400)
Földrajzi elhelyezkedés ³⁰	Nyugat-Dunántól	21%	25%	13%	10%	11%	X
	Közép- Magyarország	5%	13%	25%	13%	7%	
	Közép-Dunántúl	9%	25%	6%	31%	12%	
	Észak-Magyarország	0%	13%	19%	11%	10%	
	Észak-Alföld	33%	25%	31%	18%	22%	
	Dél-Dunántúl	16%	0%	6%	8%	15%	
	Dél-Alföld	16%	0%	0%	10%	23%	

³⁰ Földrajzi elhelyezkedés: a gazdaság székhelyének régió szerinti besorolása

10. melléklet: A precíziós növénytermelés alkalmazásának előnyök és hátrányok megítélése és az egyes részminták közötti kapcsolat

Forrás: strukturált interjúk felmérés alapján, saját szerkesztés

				10/1. Jövedelemváltozás (Scheffé-próba)			
(I) Részminták*	Elemzés	Átlag **	Szórás ***	(J) Részminták*	Mean Difference (I-J)	α	Csoport átlagok különböznek egymástól?
1	48	2,45	2,39	2	0,32	0,919	nem
				3	-1,99	0,005	igen
2	8	2,12	1,25	1	-0,32	0,919	nem
				3	-2,31	0,039	igen
3	16	4,44	0,89	1	1,99	0,005	igen
				2	2,312	0,039	igen

Megjegyzés: *Részminták: 1 – Nem precíziós növénytermesztő; 2 – Precíziós növénytermesztő;
3 – Tervezett precíziós növénytermesztő tervező

** Varianciaelemzés (ANOVA-teszt) szignifikancia szintje: 0,003 (csoport átlagok különböznek)

***Szóráshomogenitás (Levene-teszt) szignifikancia szintje: 0,001 (válaszok szóródása elfogadható)

				10/2. Munkaidő változás (Scheffé-próba)			
(I) Részminták*	Elemzés	Átlag **	Szórás ***	(J) Részminták*	Mean Difference (I-J)	α	Csoport átlagok különböznek egymástól?
1	48	0,57	1,95	2	-1,68	0,08	nem
				3	0,14	0,97	nem
2	8	2,25	2,38	1	1,68	0,08	nem
				3	1,81	0,09	nem
3	16	0,44	1,37	1	-0,14	0,97	nem
				2	-1,81	0,09	nem

Megjegyzés: *Részminták: 1 – Nem precíziós növénytermesztő; 2 – Precíziós növénytermesztő;
3 – Tervezett precíziós növénytermesztő tervező

** Varianciaelemzés (ANOVA-teszt) szignifikancia szintje: 0,06 (csoport átlagok nem különböznek)

***Szóráshomogenitás (Levene-teszt) szignifikancia szintje: 0,11 (válaszok szóródása nem elfogadható)

				10/3. Munkaerő változás (Scheffé-próba)			
(I) Részminták*	Elemzés	Átlag **	Szórás ***	(J) Részminták*	Mean Difference (I-J)	α	Csoport átlagok különböznek egymástól?
1	48	0,70	1,60	2	-1,67	0,03	igen
				3	0,07	0,99	nem
2	8	2,38	2,07	1	1,67	0,03	igen
				3	1,75	0,05	igen
3	16	0,62	0,62	1	-0,07	0,99	nem
				2	-1,75	0,05	igen

Megjegyzés: *Részminták: 1 – Nem precíziós növénytermesztő; 2 – Precíziós növénytermesztő;
3 – Tervezett precíziós növénytermesztő tervezői

** Varianciaelemzés (ANOVA-teszt) szignifikancia szintje: 0,02 (csoport átlagok különböznek)

***Szóráshomogenitás (Levene-teszt) szignifikancia szintje: 0,29 (válaszok szóródása nem elfogadható)

				10/4. Hozam változás (Scheffé-próba)			
(I) Részminták*	Elemzés	Átlag **	Szórás ***	(J) Részminták*	Mean Difference (I-J)	α	Csoport átlagok különböznek egymástól?
1	48	2,26	2,05	2	-0,49	0,71	nem
				3	-0,56	0,54	nem
2	8	2,75	2,75	1	0,49	0,71	nem
				3	-0,06	0,81	nem
3	16	2,81	2,81	1	0,56	0,54	nem
				2	0,06	0,81	nem

Megjegyzés: *Részminták: 1 – Nem precíziós növénytermesztő; 2 – Precíziós növénytermesztő;
3 – Tervezett precíziós növénytermesztő tervezői

** Varianciaelemzés (ANOVA-teszt) szignifikancia szintje: 0,52 (csoport átlagok nem különböznek)

***Szóráshomogenitás (Levene-teszt) szignifikancia szintje: 0,07 (válaszok szóródása nem elfogadható)

				10/5. Termés minőség változás (Scheffé-próba)			
(I) Részminták*	Elemzszám	Átlag **	Szórás ***	(J) Részminták*	Mean Difference (I-J)	α	Csoport átlagok különböznek egymástól?
1	48	1,66	2,04	2	-0,59	0,71	nem
				3	-0,47	0,68	nem
2	8	2,25	1,49	1	0,59	0,71	nem
				3	0,13	0,98	nem
3	16	2,12	1,31	1	0,47	0,68	nem
				2	-0,13	0,98	nem

Megjegyzés: *Részminták: 1 – Nem precíziós növénytermesztő; 2 – Precíziós növénytermesztő;
3 – Tervezett precíziós növénytermesztő tervező

** Varianciaelemzés (ANOVA-teszt) szignifikancia szintje: 0,54 (csoport átlagok nem különböznek)

***Szóráshomogenitás (Levene-teszt) szignifikancia szintje: 0,01 (válaszok szóródása elfogadható)

				10/6. Szervezhetőség változás (Scheffé-próba)			
(I) Részminták*	Elemzszám	Átlag **	Szórás ***	(J) Részminták*	Mean Difference (I-J)	α	Csoport átlagok különböznek egymástól?
1	48	1,74	2,55	2	-1,01	0,56	nem
				3	-0,69	0,61	nem
2	8	2,75	1,91	1	1,01	0,55	nem
				3	0,31	0,95	nem
3	16	2,44	2,19	1	0,69	0,61	nem
				2	-0,31	0,95	nem

Megjegyzés: *Részminták: 1 – Nem precíziós növénytermesztő; 2 – Precíziós növénytermesztő;
3 – Tervezett precíziós növénytermesztő tervező

** Varianciaelemzés (ANOVA-teszt) szignifikancia szintje: 0,41 (csoport átlagok nem különböznek)

***Szóráshomogenitás (Levene-teszt) szignifikancia szintje: 0,65 (válaszok szóródása nem elfogadható)

				10/7. Kemikália felhasználás változás (Scheffé-próba)			
(I) Részminták*	Elemzés	Átlag**	Szórás***	(J) Részminták*	Mean Difference (I-J)	α	Csoport átlagok különböznek egymástól?
1	48	-2,36	2,95	2	-1,73	0,36	nem
				3	0,51	0,85	nem
2	8	-0,62	3,58	1	1,73	0,36	nem
				3	2,25	0,26	nem
3	16	-2,88	3,50	1	-0,51	0,86	nem
				2	-2,25	0,26	nem

Megjegyzés: *Részminták: 1 – Nem precíziós növénytermesztő; 2 – Precíziós növénytermesztő; 3 – Tervezett precíziós növénytermesztő tervező

** Varianciaelemzés (ANOVA-teszt) szignifikancia szintje: 0,25 (csoport átlagok nem különböznek)

***Szóráshomogenitás (Levene-teszt) szignifikancia szintje: 0,68 (válaszok szóródása nem elfogadható)

				10/8. Tervezhetőség változás (Scheffé-próba)			
(I) Részminták*	Elemzés	Átlag**	Szórás***	(J) Részminták*	Mean Difference (I-J)	α	Csoport átlagok különböznek egymástól?
1	48	1,57	2,67	2	-0,43	0,90	nem
				3	-1,30	0,20	nem
2	8	2,00	1,85	1	0,43	0,90	nem
				3	-0,88	0,72	nem
3	16	2,88	2,09	1	1,30	0,20	nem
				2	0,88	0,72	nem

Megjegyzés: *Részminták: 1 – Nem precíziós növénytermesztő; 2 – Precíziós növénytermesztő; 3 – Tervezett precíziós növénytermesztő tervező

** Varianciaelemzés (ANOVA-teszt) szignifikancia szintje: 0,20 (csoport átlagok nem különböznek)

***Szóráshomogenitás (Levene-teszt) szignifikancia szintje: 0,31 (válaszok szóródása nem elfogadható)

				10/9. Működési költség változás (Scheffé-próba)			
(I) Részminták*	Elemzés	Átlag **	Szórás ***	(J) Részminták*	Mean Difference (I-J)	α	Csoport átlagok különböznek egymástól?
1	48	2,02	2,19	2	1,65	0,15	nem
				3	-0,48	0,75	nem
2	8	0,38	2,56	1	-1,65	0,15	nem
				3	-2,12	0,08	nem
3	16	2,50	1,89	1	0,48	0,75	nem
				2	2,12	0,08	nem

Megjegyzés: *Részminták: 1 – Nem precíziós növénytermesztő; 2 – Precíziós növénytermesztő;
3 – Tervezett precíziós növénytermesztő tervezői

** Varianciaelemzés (ANOVA-teszt) szignifikancia szintje: 0,07 (csoport átlagok nem különböznek)

***Szóráshomogenitás (Levene-teszt) szignifikancia szintje: 0,91 (válaszok szóródása nem elfogadható)

				10/10. Környezetterhelés változás (Scheffé-próba)			
(I) Részminták*	Elemzés	Átlag **	Szórás ***	(J) Részminták*	Mean Difference (I-J)	α	Csoport átlagok különböznek egymástól?
1	48	-2,70	2,83	2	-1,33	0,46	nem
				3	1,49	0,19	nem
2	8	-1,38	3,46	1	1,33	0,46	nem
				3	2,81	0,07	nem
3	16	-4,19	2,23	1	-1,49	0,19	nem
				2	-2,81	0,07	nem

Megjegyzés: *Részminták: 1 – Nem precíziós növénytermesztő; 2 – Precíziós növénytermesztő;
3 – Tervezett precíziós növénytermesztő tervezői

** Varianciaelemzés (ANOVA-teszt) szignifikancia szintje: 0,06 (csoport átlagok nem különböznek)

***Szóráshomogenitás (Levene-teszt) szignifikancia szintje: 0,01 (válaszok szóródása elfogadható)

**11. melléklet: A beruházási modell eredményeinek összefoglalása
(leggazdaságosabb technológiai változatok)**

ALKALMAZÓK		egyéni		
		kicsi	közepes	nagy
SFH (E Ft)		1322,81	4455,51	13598,46
Mezőgazdasági terület (ha)		13,55	46,13	127,69
Optimista	Technológiai változat	Precíziós növényvédelem (off-line)	Precíziós növényvédelem (off-line)	Precíziós növényvédelem (off-line)
	Beruházási összeg (E Ft)	5602,50	5602,50	5602,50
	Átlag kiadás (E Ft)	198,70	-12,17	-658,42
	Átlag bevétel (E Ft)	888,50	2424,25	6154,25
	Átlag adózott eredmény (E Ft)	-110,67	1472,46	5411,08
	Átlag jövedelem (E Ft)	689,68	2272,82	6211,44
	NPV (E Ft)	-1250,81	8888,39	34073,46
	Dinamikus megtérülési idő	>7 év	2 év	0 év
Realista	Technológiai változat	Precíziós növényvédelem (off-line)	Precíziós növényvédelem (off-line)	Precíziós növényvédelem (off-line)
	Beruházási összeg (E Ft)	5602,50	5602,50	5602,50
	Átlag kiadás (E Ft)	327,58	599,08	539,45
	Átlag bevétel (E Ft)	791,38	2075,50	3527,13
	Átlag adózott eredmény (E Ft)	-336,56	608,46	1968,58
	Átlag jövedelem (E Ft)	463,80	1408,82	2768,94
	NPV (E Ft)	-2682,22	3300,97	11958,21
	Dinamikus megtérülési idő	>7 év	4 év	2 év
Pesszimista	Technológiai változat	Precíziós tápanyagpótlás (off-line) + hálószerű talajmintavétel	Precíziós tápanyagpótlás (off-line) + hálószerű talajmintavétel	Precíziós tápanyagpótlás (off-line) + hálószerű talajmintavétel
	Beruházási összeg (E Ft)	5639,09	5727,04	5947,28
	Átlag kiadás (E Ft)	424,29	801,32	2159,93
	Átlag bevétel (E Ft)	81,75	182,13	983,88
	Átlag adózott eredmény (E Ft)	-1148,12	-1437,34	-2025,66
	Átlag jövedelem (E Ft)	-342	-619,19	-1176,05
	NPV (E Ft)	-7801,76	-9674,32	-13079,88
	Dinamikus megtérülési idő	>7év	>7év	>7év

ALKALMAZÓK		társas		
		kicsi	közepes	nagy
SFH (E Ft)		7789,00	44767,09	210034,32
Mezőgazdasági terület (ha)		76,63	437,3	1583,37
Optimista	Technológiai változat	Precíziós tápanyagpótlás (on-line)	Precíziós tápanyagpótlás (on-line) + precíziós növényvédelem (off-line)	Precíziós tápanyagpótlás (on-line) + precíziós növényvédelem (off-line)
	Beruházási összeg (E Ft)	7087,50	22275,00	66825,00
	Átlag kiadás (E Ft)	-388,12	-5999,80	-25106,76
	Átlag bevétel (E Ft)	6771,13	39074,75	101102,50
	Átlag adózott eredmény (E Ft)	5532,07	37703,16	104996,55
	Átlag jövedelem (E Ft)	6544,57	40885,31	114542,98
	NPV (E Ft)	34363	238059,89	663794,07
Dinamikus megtérülési idő		1 év	0 év	0 év
Realista	Technológiai változat	Precíziós növényvédelem (on-line)	Precíziós tápanyagpótlás (on-line)	Precíziós növényvédelem (on-line)
	Beruházási összeg (E Ft)	7087,50	14175,00	42525,00
	Átlag kiadás (E Ft)	549,26	2290,02	20066,67
	Átlag bevétel (E Ft)	490,38	29993,63	72849,38
	Átlag adózott eredmény (E Ft)	-1071,38	23110,75	42036,93
	Átlag jövedelem (E Ft)	-58,88	25135,75	48111,93
	NPV (E Ft)	-7487,85	145218,71	261920,26
Dinamikus megtérülési idő		>7 év	0 év	0 év
Pessimista	Technológiai változat	Precíziós tápanyagpótlás (off-line) + hálószerű talajmintavétel	Precíziós tápanyagpótlás (off-line) + hálószerű talajmintavétel	Precíziós tápanyagpótlás (off-line) + hálószerű talajmintavétel
	Beruházási összeg (E Ft)	5809,39	12385,70	37890,10
	Átlag kiadás (E Ft)	1782,24	9027,06	33010,06
	Átlag bevétel (E Ft)	229,75	4927,50	9325,38
	Átlag adózott eredmény (E Ft)	-2382,41	-5868,95	-29097,56
	Átlag jövedelem (E Ft)	-1552,49	-4099,56	-23684,68
	NPV (E Ft)	-15603,95	-38288,56	-189618,26
Dinamikus megtérülési idő		>7év	>7év	>7év

TERVEZŐK		egyéni		
		kicsi	közepes	nagy
SFH (E Ft)		1322,81	4455,51	13598,46
Mezőgazdasági terület (ha)		13,55	46,13	127,69
Optimista	Technológiai változat	Precíziós növényvédelem (off-line)	Precíziós növényvédelem (off-line)	Precíziós tápanyagpótlás (on- line) + precíziós növényvédelem (off- line)
	Beruházási összeg (E Ft)	5602,50	5602,50	11137,50
	Átlag kiadás (E Ft)	235,45	61,20	-1092,77
	Átlag bevétel (E Ft)	798,00	1817,25	7813,88
	Átlag adózott eredmény (E Ft)	-237,81	860,12	6584,02
	Átlag jövedelem (E Ft)	562,55	1660,48	8175,09
	NPV (E Ft)	-2034,66	4846,67	40503,81
Dinamikus megtérülési idő	>7 év	3 év	1 év	
Realista	Technológiai változat	Precíziós növényvédelem (off-line)	Precíziós növényvédelem (off-line)	Precíziós növényvédelem (off-line)
	Beruházási összeg (E Ft)	5602,50	5602,50	5602,50
	Átlag kiadás (E Ft)	276,95	335,58	-20,30
	Átlag bevétel (E Ft)	260,75	417,88	1268,38
	Átlag adózott eredmény (E Ft)	-816,56	-718,06	439,48
	Átlag jövedelem (E Ft)	-16,20	82,30	1239,84
	NPV (E Ft)	-5697,55	-5116,09	2315,59
Dinamikus megtérülési idő	>7 év	>7 év	5 év	
Pessimista	Technológiai változat	Precíziós növényvédelem (off-line)	Precíziós növényvédelem (off-line)	Precíziós növényvédelem (off-line)
	Beruházási összeg (E Ft)	5602,50	5602,50	5602,50
	Átlag kiadás (E Ft)	333,33	552,20	907,20
	Átlag bevétel (E Ft)	87,88	171,88	0,00
	Átlag adózott eredmény (E Ft)	-1045,81	-1180,69	-1707,56
	Átlag jövedelem (E Ft)	-245,45	-380,33	-907,20
	NPV (E Ft)	-7148,52	-8020,90	-11266,79
Dinamikus megtérülési idő	>7 év	>7 év	>7 év	

TERVEZŐK		társas		
		kicsi	közepes	nagy
SFH (E Ft)		7789,00	44767,09	210034,32
Mezőgazdasági terület (ha)		76,63	437,3	1583,37
Optimista	Technológiai változat	Precíziós növényvédelem (off-line)	Precíziós tápanyagpótlás (on-line) + precíziós növényvédelem (off-line)	Precíziós tápanyagpótlás (on-line) + precíziós növényvédelem (off-line)
	Beruházási összeg (E Ft)	5602,50	22275,00	66825,00
	Átlag kiadás (E Ft)	-211,17	-6373,55	-17903,89
	Átlag bevétel (E Ft)	4380,38	34295,00	135782,00
	Átlag adózott eredmény (E Ft)	3412,07	33737,76	129725,51
	Átlag jövedelem (E Ft)	4212,43	36919,91	139271,94
	NPV (E Ft)	21297,00	211685,12	820922,94
Dinamikus megtérülési idő		1 év	0 év	0 év
Realista	Technológiai változat	Precíziós növényvédelem (off-line)	Precíziós növényvédelem (off-line)	Precíziós növényvédelem (off-line)
	Beruházási összeg (E Ft)	5602,50	11205,00	33615,00
	Átlag kiadás (E Ft)	241,45	938,66	-1380,91
	Átlag bevétel (E Ft)	1170,63	10867,63	44870,13
	Átlag adózott eredmény (E Ft)	115,05	7495,43	37304,00
	Átlag jövedelem (E Ft)	915,40	9096,14	42106,14
	NPV (E Ft)	243,28	46945,45	234698,26
Dinamikus megtérülési idő		7 év	1 év	0 év
Pessimista	Technológiai változat	Precíziós növényvédelem (off-line)	Precíziós növényvédelem (off-line)	Precíziós növényvédelem (off-line)
	Beruházási összeg (E Ft)	5602,50	11205,00	33615,00
	Átlag kiadás (E Ft)	609,33	3644,78	11184,84
	Átlag bevétel (E Ft)	938,75	2469,5	13902,00
	Átlag adózott eredmény (E Ft)	-470,94	-2776,00	-2084,99
	Átlag jövedelem (E Ft)	329,42	-1175,28	2717,06
	NPV (E Ft)	-3522,33	-18704,97	-16406,34
Dinamikus megtérülési idő		>7 év	>7 év	>7 év

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretném köszönetemet kifejezni mindazoknak, akik információval, véleményükkel, javaslataikkal és segítő szándékú bírállataikkal támogatták a disszertációm létrejöttét.

Köszönöm témavezetőmnek, Dr. Takácsné dr. György Katalin egyetemi docensnek az értékes szakmai tanácsait, az építő kritikáit, szakmai és emberi támogatását.

Köszönöm a Szent István Vállalatgazdasági és Szervezési Intézet igazgatójának, Prof. Dr. Illés B. Csaba egyetemi tanárnak és az itt dolgozó kollégáimnak, hogy szakmai javaslataikkal, véleményükkel, biztatásukkal szintén hozzájárultak a disszertáció megszületéséhez.

Köszönettel tartozom a Koppenhágai Egyetem Erőforrás Gazdálkodási Tanszék oktatóinak és kutatóinak – kiemelten Dr. Søren Marcus Pedersen, Inger Marie Kirketerp-Scavenius – az inspiráló eszmecsereért, amelyek a kutatási témám végső megfogalmazásához vezettek.

Köszönöm munkahelyi vitám opponenseimnek, Prof. Dr. Székely Csaba egyetemi tanárnak, Prof. Dr. Molnár József egyetemi tanárnak és Dr. Milics Gábor egyetemi docensnek a disszertáció tervezet munkahelyi vitáján adott nagyon alapos és hasznos bírállatait, amelyek nagymértékben elősegítették az értekezés jelenlegi formájának kialakulását.

Köszönetemet fejezem ki még az AKI tesztüzemi rendszerével foglalkozó munkatársaknak, illetve az IKR termék menedzserének Dr. Mesterházi Péter Ákosnak a kutatásomban való közreműködésüket.

Nem utolsó sorban köszönettel tartozom a családomnak, barátaimnak, akik mindvégig mellettem álltak, szeretettel támogattak és folyamatosan motiváltak az értekezés elkészítése során. Nagyon hálás vagyok, amiért biztattak, amikor szükségem volt rá, és türelemmel, megértéssel viselték a kutatás, valamint a disszertációírás időszakát.