

OTDK DOLGOZAT

2015

**A PRECÍZIÓS TÁPANYAG-GAZDÁLKODÁS GAZDASÁGI ÉS KÖR-
NYEZETI HATÁSA EGY GAZDASÁG ÉLETÉBEN**

**THE ECONOMICAL AND ENVIRONMENTAL EFFECT OF
PRECISION NUTRIENT MANAGEMENT IN LIFE OF A FARM**

Kézirat lezárva: 2015.01.06.

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS.....	1
<i>A kutatás célkitűzései és hipotézisei</i>	<i>1</i>
1. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	3
1.1. ÚT A PRECÍZIÓS GAZDÁLKODÁS MEGJELENÉSÉIG	3
1.2. A PRECÍZIÓS GAZDÁLKODÁS JELLEMZŐI.....	7
1.2.1. A GPS technológia	10
1.2.2. Az adatnyerés	12
1.2.3. A precíziós tápanyag kijuttatás.....	14
1.3. A PRECÍZIÓS NÖVÉNYTERMESZTÉS TERJEDÉSÉT BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK ..	16
1.4. A PRECÍZIÓS GAZDÁLKODÁS ÖKONÓMIAI JELLEMZŐI	17
1.4.1. A precíziós tápanyag-gazdálkodás során felmerülő fontosabb költségek	18
1.4.2. A precíziós tápanyag-gazdálkodás alkalmazásával elérhető előnyök	19
1.4.3. Üzemméret és gazdaságosság összefüggései.....	20
2. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	22
2.1. KIJUTTATOTT MŰTRÁGYA MENNYISÉGEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA (HAGYOMÁNYOS VS. PRECÍZIÓS TECHNOLÓGIA)	22
2.2. BERUHÁZÁS-GAZDASÁGOSSÁGI VIZSGÁLAT	23
3. EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE.....	26
3.1. KIJUTTATOTT MŰTRÁGYA MENNYISÉGEK KALKULÁCIÓJA HAGYOMÁNYOS VS. PRECÍZIÓS KIJUTTATÁS ESETÉN	26
3.2. BERUHÁZÁSI MODELLSZÁMÍTÁS– A BERUHÁZÁS-GAZDASÁGOSSÁG VIZSGÁLATA.....	37
3.2.1. Beruházás költségeinek meghatározása	37
3.2.2. Kalkulatív kamatlábak meghatározása	38
3.2.3. Műtrágya árak és árindex meghatározása	38
3.2.4. A beruházás során várható megtakarítás és a nettó jelenérték	39
3.3. TÁPANYAG-UTÁNPÓTLÁS ÉS A HOZAMOK ÖSSZEFÜGGÉSEI.....	41
3.4. HIPOTÉZISEK ÉRTÉKELÉSE	44
4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATTÉTEL	46
ÖSSZEFOGLALÁS.....	49
IRODALOMJEGYZÉK.....	51
MELLÉKLETEK	I
1. MELLÉKLET: KALKULÁCIÓ PRECÍZIÓS TÁPANYAG-UTÁNPÓTLÁS BERUHÁZÁSHOZ.....	II
2. MELLÉKLET: A PRECÍZIÓS TÁPANYAG-UTÁNPÓTLÁSHOZ KAPCSOLÓDÓ BERUHÁZÁS MEGTÉRÜLÉSI IDEJÉNEK ALAKULÁSA 15%-OS MŰTRÁGYA MENNYISÉG CSÖKKENÉS MELLETT (KALKULÁCIÓ)	III

TÁBLÁZATJEGYZÉK

1. táblázat: A hagyományos és precíziós gazdálkodás összehasonlítása.....	8
2. táblázat: A hozamváltozás hatása a megtérüléshez szükséges üzemméretre (ha).....	21
3. táblázat: A beruházás során beszerzésre kerülő eszközök listája.....	23
4. táblázat: Precíziós és hagyományos módon kijuttatott műtrágya mennyisége (tonna) a BGY7_58 tábla területén	26
5. táblázat: Fajlagos műtrágya kijuttatás BGY7_58 tábla területén (kg/ha).....	27
6. táblázat: Precíziós és hagyományos módon kijuttatott műtrágya mennyisége (tonna) a BGY10_100_97 tábla területén	30
7. táblázat: Fajlagos műtrágya kijuttatás BGY10_100_97 tábla területén (kg/ha)...	30
8. táblázat: Precíziós és hagyományos módon kijuttatott műtrágya mennyisége (tonna) a SZED3_64_28 tábla területén.....	33
9. táblázat: Fajlagos műtrágya kijuttatás SZED3_64_28 tábla területén (kg/ha)	34
10. táblázat: Tervezett és tényleges hozamok alakulása.....	43

ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra: Egy hektár mezőgazdasági területre jutó hatóanyag az EU néhány országában 2009-ben.....	4
2. ábra: Műtrágya felhasználás Magyarországon 1900–2010 között.....	5
3. ábra: Ag Leader sorvezető által meghatározott lefedési minták	11
4. ábra: Ag Leader fedélzeti monitorok	12
5. ábra: Input felhasználás mértéke Magyarországon.....	17
6. ábra: Néhány fontosabb műtrágya átváltozása 2007–2014 közötti időszakban	24
7. ábra: MAS kijuttatás BGY7_58 számú táblán 2013/2014 gazdálkodási évben.....	27
8. ábra: MAP kijuttatás a BGY7_58 számú táblán	28
9. ábra: Kálium-klorid kijuttatás a BGY7_58 számú táblán.....	29
10. ábra: MAS utánpótlás a BGY10_100_97 számú táblán	31
11. ábra: MAP kijuttatási térképek BGY10_100_97 számú táblán.....	32
12. ábra: Kálium-klorid kijuttatás BGY10_100_97 számú táblán.....	33
13. ábra: MAS kijuttatás SZED3_64_28 számú táblán	35
14. ábra: Kálium-klorid kijuttatás SZED3_64_28 számú táblán	35
15. ábra: MAP kijuttatás SZED3_64_28 számú táblán	36
16. ábra: Műtrágyaárak változása 2012–2015 között	39
17. ábra: A beruházás megtérülésének alakulása.....	40
18. ábra: BGY7_58 számú tábla hozamtérképe, 2014.....	41
19. ábra: Tápanyag-kijuttatás és hozamok kapcsolata- BGY7_58 számú tábla elemzése	42
20. ábra: Hozamtérkép és az abból készített tápanyag kijuttatási térkép.....	43

BEVEZETÉS

Dolgozatom témaválasztásában nagy szerepet játszott a globális mezőgazdasági problémákra – a szárazság, talajerózió, a termőföldek kimerülése, a túltermelés – való új megoldások keresése. A világban számos alternatív gazdálkodási mód létezik, melyekkel kezelhetőek a fent említett mezőgazdasági problémák, de az érdeklődésemet a precíziós mezőgazdálkodásban rejlő lehetőségek ragadták meg. Ez a technológia az ezredforduló elején jelent meg hazánkban, de mára egyre több mezőgazdasági vállalkozás alkalmazza a napi munkafolyamatok elvégzésében.

A technológia célja a termőhelyi adottságokhoz, a növények igényeihez igazítani a termelést. A precíziós tápanyag-gazdálkodás alkalmazásával lehetséges nyílik a gazdálkodónak a kijuttatandó tápanyagokat megtervezett hozamszint és talajvizsgálatok eredményei alapján, a táblán belül kialakított termőzónákra differenciált dózisban kijuttatni. A technológia alkalmazásával csökkenthető a feleslegesen kijuttatott kemikáliák mennyisége, ezzel csökkentve a mezőgazdasági környezetszennyezést. A technológia alkalmazása során a költségek csökkenése és a hozamok növekedése úgy valósul meg, hogy a termelés környezetterhelése csökken.

A technológia fejlődését politikai és környezetvédelmi nyomás is megköveteli. A mezőgazdasági környezetterhelést politikai szabályozással, programokkal is csökkenteni kívánják (pl: A vizek mezőgazdasági eredetű nitrátszennyezéssel szembeni védelméhez szükséges cselekvési program részletes szabályairól, valamint az adatszolgáltatás és nyilvántartás rendjéről szóló 59/2008. (IV. 29) FVM rendelet [a továbbiakban: 59/2008. (IV. 29) FVM rendelet], agrár-környezetgazdálkodási program, KAP 2014–2020). A programoknak való megfelelés is elősegítheti a technológia terjedését. A technológia fejlődését mutatja, hogy a precíziós eszközök piacán sorra jelennek meg a precíziós eszközöket kínáló gyártók (AgLeader, Trimble, Topcon, stb.), illetve bizonyos erőgépek esetében már a gyári felszereltség részeként jelenik meg a technológia egy-egy eleme (pl: automata-kormányzás).

A kutatás célkitűzései és hipotézisei

Dolgozotomban a precíziós tápanyag-utánpótlás ökonómiájának kérdéskörét kívánom több szempontból vizsgálni, ehhez kapcsolódó célkitűzéseim és az azokhoz tartozó hipotéziseim az alábbiak:

- 1. célkitűzés:** Annak vizsgálata, hogy milyen mértékben változott a precíziós technológiával kijuttatott műtrágya mennyisége a hagyományos kijuttatáshoz viszonyítva. Ehhez kapcsolódóan a felhasznált mennyiség változásával kapcsolatos költségekben megjelenő megtakarítás vizsgálata.
- 1. hipotézis:** A precíziós gazdálkodás révén csökkenthető a felhasznált műtrágya mennyisége, és ezzel egyidőben a műtrágyaköltségek területén szakirodalmi adatoknak megfelelően 20–60%-os csökkenés érhető el.
- 2. célkitűzés:** A precíziós tápanyag-kijuttatásra való átálláshoz kapcsolódó technológiai beruházás megtérülési idejének vizsgálata.
- 2. hipotézis:** A precíziós tápanyag-utánpótlásra való átállás beruházási költsége, adott hozam és ráfordítási szintek mellett, három éven belül megtérül.
- 3. célkitűzés:** Feltárni a precíziós tápanyag-gazdálkodás és a terméshozamok közötti összefüggéseket a kijuttatási tervek és hozamtérképek összehasonlítása, illetve korábbi évek termésátlagai alapján.
- 3. hipotézis:** A precíziós technológia alkalmazása pozitívan hat a hozamokra, szakirodalmi adatokkal alátámasztva akár 5–10%-kal emelkedhet a termesztett növények termésátlaga a vizsgált területeken.

1. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

1.1. ÚT A PRECÍZIÓS GAZDÁLKODÁS MEGJELENÉSÉIG

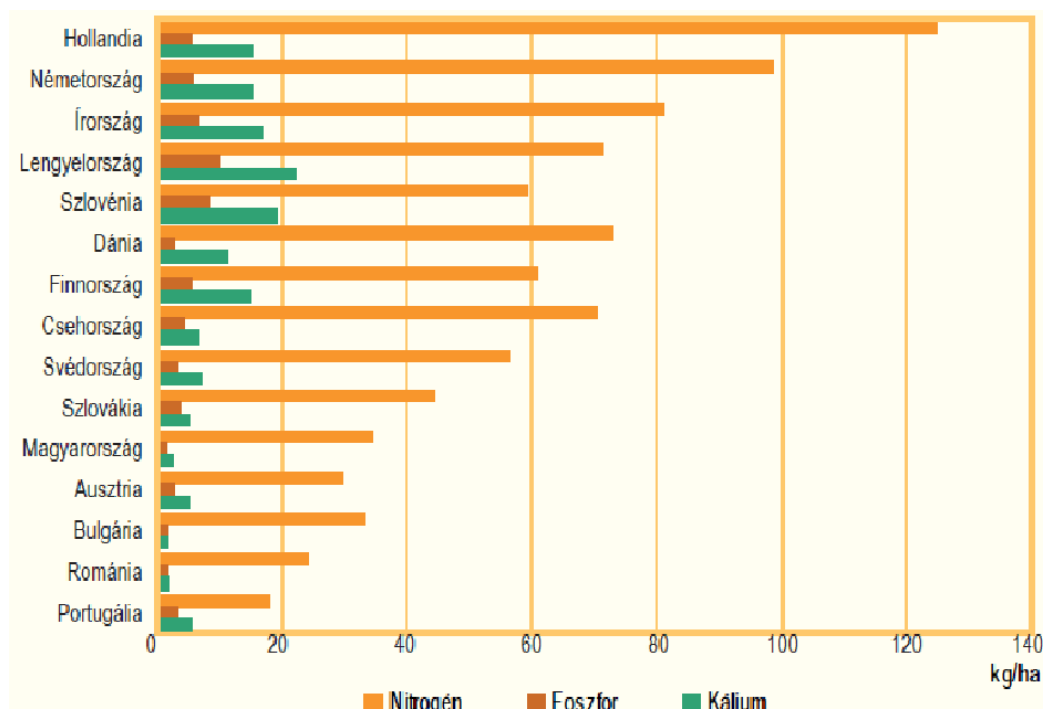
Az 1960-as évektől kezdődően rohamosan nőtt az iparszerű mezőgazdálkodás térnyerése. A mezőgazdaság fejlődése egyidejűleg megváltoztatta a talajok termékenységét, fizikai-, kémiai tulajdonságait. A mezőgazdaság modernizációjával egy szintig a talajok állapota, termékenysége javítható, míg egy határ felett ellentétes hatást érhetünk el. Kisebb változásokat egyszerűbb beavatkozással (például: meszezés) ellensúlyozhatunk, vagy akár beavatkozás nélkül is képes orvosolni a természet, míg komolyabb elváltozások visszafordíthatatlan folyamatot idézhetnek elő (Németh, 2005). Javítható változásként említi Németh (2005) többek között a tápelem mérleg elmozdulását, ugyanakkor például a huzamosabb ideig végzett túltrágyázás toxicitást okozhat a talajban, emellett a tápanyagok felhalmozódhatnak a növényekben (pl: nitrát), ami káros hatással lehet az emberek egészségére.

Az iparszerű gazdálkodás idején magas termésátlagok jellemezték a termelést, amit csak rengeteg külső energia (műtrágya, növényvédő szer, gépi munka) bevitelével lehetett elérni (Kádár, 2005). A nagy területek megműveléséhez nagyfokú gépesítettség kiaknázására volt szükség, ami tovább növelte a környezeti terhelés mértékét. Az erőteljes gépesítés következtében tovább romlottak a talajok tulajdonságai. Példaként említhető a szervesanyag-tartalom és biológiai élet csökkenése, savanyodás, szikesedés, talajvízszint süllyedés, amelyek helyreállításához további gépi munkára, és kémiai anyagok felhasználására volt szükség. A gépesítés és nagyfokú kemikália felhasználás negatív következménye kezdetben nem volt érzékelhető, viszont a későbbiekben az egyre magasabb input felhasználás ellenére egyre nehezebb volt fenntartani a magas termésátlagokat, egyre inkább megnyilvánult az iparszerű gazdálkodás árnyoldala (Birkás, 2001).

A '70-es évekre a műtrágya felhasználás közel háromszorosára nőtt Nyugat-Európában, ami tovább növelte a környezeti terhelést. Hiába kezdődött meg a termőhelyek feltérképezése, a táblákról vett minták átlaga alapján végezték a tápanyag-utánpótlást, mivel az akkori technológia nem tette lehetővé az eltérő szintű kijuttatást. Az iparszerű gazdálkodás nem csupán a környezet degradációját vonta maga után, hanem jelentős többlet költséget is jelentett a többlet inputok beszerzése, kijuttatása (Birkás, 2001).

Németh (2005) hazánk energiaszintjét viszonyította a fejlett európai országokéhoz. Megfogalmazásában olvasható, hogy Magyarország kedvezőbb helyzetben volt nyugat-európai társaival szemben, mivel a Kárpát-medencét rendkívül jó minőségű termőföldek jellemezték. Ezáltal hazánk műtrágya felhasználása végig a nyugat-európai szint alatt volt, akár

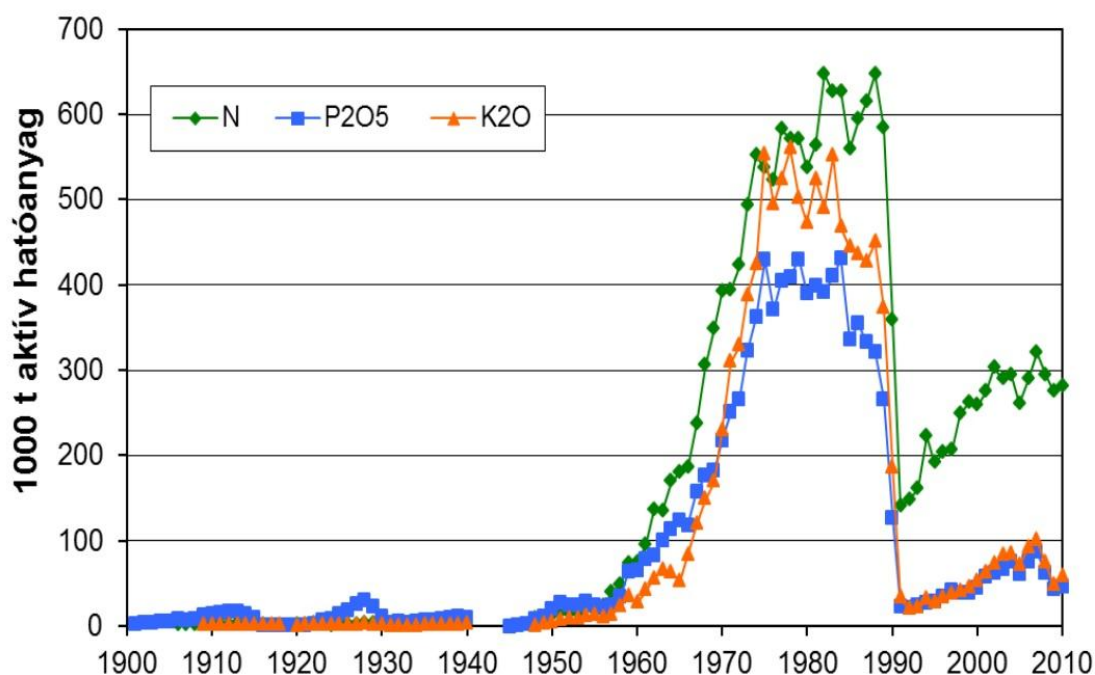
fele annyi kemikália kijuttatásával is képesek voltunk kiemelkedő termésátlagok elérésére. Kádár (2005) szerint hazánkban így is közel 1/3-dal több tápanyag került kijuttatásra a szükségesnél. Az 1. ábra szemlélteti hazánk műtrágya felhasználását Európa más országaihoz képest.



1. ábra: Egy hektár mezőgazdasági területre jutó hatóanyag az EU néhány országában 2009-ben

Forrás: KSH (2011) p. 30

Az 1. ábra megerősíti Németh (2004) szavait, miszerint hazánk kemikália felhasználása jelentősen elmarad Európa többi országaitól. Ugyanakkor az 1970-es évektől kezdődően Magyarország műtrágya felhasználása jelentősen megnőtt. A 2. ábráról leolvasható milyen mértékben változott hazánk műtrágya felhasználása 1900-tól 2010-ig tartó időszakban, illetve szemmel látható az 1960-as évektől 1990-ig tartó intenzív mezőgazdasági termelés idején kijuttatott hatóanyag mennyiség.



2. ábra: Műtrágya felhasználás Magyarországon 1900–2010 között

Forrás: Csathó és Radimszky (s.a.) p. 22

A túlzott energia használatra már a korabeli kutatók felhívták a gazdálkodók figyelmét, bár ez kevésnek bizonyult az energiafelhasználás csökkenését illetően. A '90-es évekig a mezőgazdaság energiaigénye nem csökkent jelentősen, mindemellett hanyatlása is tetőpontra ért. Erre utal Magyar (2005), amikor az iparszerű gazdálkodás ellehetetlenülésének lehetséges okait sorolja fel, melyek a következők: negatív externáliák növekedése, az energiaigényes gazdálkodás függése az energiapiactól, a véges mennyiségű kőolaj árának hosszú távú emelkedése, stb. Az energia- és környezeti válság, a termelés csökkenő hatékonysága, illetve a támogatások csökkenése is rámutatott a mezőgazdaság globális krízisére (Tamás et al, 2008).

Egyes országok mindinkább felismerték az intenzív energiahasználat következményeit, talaj- és környezetkárosító hatásait. Így az 1980-as években megszületett egy kifejezés, koncepció, mely nem csak a mezőgazdaságra, de az iparra és az energetikára vonatkozó jelentős változásokat hordoz magában, ez a fenntarthatóság, fenntartható fejlődés fogalma. Az ENSZ Élelmezési és Mezőgazdasági Szervezete (FAO) definiálta az agrárgazdaság fenntartható fejlődésének fogalmát, amely így szól: „Az agrárgazdaság fenntartható fejlesztése a természeti erőforrások megőrzésére, az azokkal való gazdálkodásra és a jelenlegi termelési technológiák olyan megváltoztatására irányuló törekvés intézményes megvalósítása, amely lehetővé teszi az emberiség jelenlegi és jövőbeli generációi élelmiszer és egyéb igényeinek harmonikus kielégítését. Az agrárgazdaság – a mezőgazdaság, valamint az erdő- és halgazdaság – ilyen mó-

don megfogalmazott fenntartható fejlődése megőrzi a talaj, az élővizek, a növény- és állatvilág genetikai erőforrásait, megakadályozza az emberi környezet leromlását és technológiai szempontból megfelelő, gazdaságilag hatékony, társadalmi szempontból pedig elfogadható fejlődést eredményez.” (FAO, 1988).

Ezzel egy időben olyan törekvések indultak meg az Európai Unióban, melyek a termelés egyensúlyát hivatottak helyreállítani. Az Európai Bizottság 1991-ben tűzte ki az alábbi feladatokat az egyensúly helyreállítása érdekében:

- a farmok hatékonyságának növelése– fejlesztésükkel és struktúrájuk átalakításával;
- a mezőgazdaság fenntartható fejlődésének támogatása;
- a hatékony környezetvédelem megteremtése;
- a természeti erőforrások tartós fennmaradásának segítése.

Ezeket az elveket a későbbiekben az AGENDA 2000 további intézkedésekkel kívánta megerősíteni. Eszerint támogatni kell az olyan beruházásokat, amelyek jövedelmezőbbé teszik a termelést, javítják az életkörülményeket és a termelési körülményeket (Burgerné Gyimes, 2003).

A fenntarthatóság nem statikus állapot, inkább egy dinamikus rendszer kialakítását jelenti. A válság kezelésére több megoldást kínáló lehetőség merült fel, mint például a biogazdálkodás, organikus termelés, alacsony ráfordítású termelés, de ezek alkalmazhatósága természetstechnológiai, gazdasági szempontok miatt korlátozott, viszont mind összehangolható a fenntartható fejlődés elveivel. Ezen megoldások mind a tartós, harmonikus növekedésre fektetik a hangsúlyt, a környezeti szennyezés kiküszöbölése mellett (Birkás, 2006).

Bizonyos szempontból ezek az alkalmazások kielégítették a kor követeléseit, de elengedhetetlen volt egy új szemléletű modell kidolgozása. Ez az információs társadalom és az információs technológia megjelenésével és elterjedésével vált lehetségessé. A 1990-es évek második felétől jelentek meg a fejlett nemzetközi gyakorlatban a precíziós mezőgazdálkodás első alkalmazásai. A precíziós növénytermesztés komplex termelési rendszerként jelenik meg az agrárgazdaságban. Egyesíti magában a gazdaságos és környezetbarát termelést az információs technológia alkalmazása során (Németh et al, 2007).

Az ezredforduló idején jelent meg hazánkban a precíziós mezőgazdálkodás, azóta tudományos konferenciákon, szaklapokban is hétköznapi témává vált (Nagy, 2003). A 2000-es évek elején még kevésbé helyeztünk hangsúlyt a környezetvédelemre, talajaink, vizeink védelmére, viszont az Európai Unióhoz való csatlakozásunk óta az EU irányelveinek köszönhetően hazánkban is egyre nagyobb jelentősége lett a fenntarthatóságnak, fenntartható fejlődés-

nek, ami idővel a mezőgazdaságba is begyűrűzött. Az Európai Bizottság már a '90-es években feladatokat tűzött ki a környezeti egyensúly helyreállítása érdekében, ezt később további programokkal erősítették meg.

Az EU Közös Agrárpolitikájának eszközei közt különböző környezetvédelmi intézkedések szerepelnek. Ilyen programok pl: Agrár környezetgazdálkodási program, Natura 2000 területek támogatása, kedvezőtlen adottságú területek támogatása. Ezen programok, támogatások esetében szabályozott keretek között folyik a termelés. E támogatások elnyeréséhez számos követelménynek kell megfelelni. Esetükben mind a tápanyag-utánpótlás, mind a növényvédelem és egyéb munkaműveletek jogszabály által szabályozott módon, ellenőrző rendszerek alkalmazásával valósulnak meg. Ilyen ellenőrzésre alkalmas eszközök a gazdálkodási napló vezetése, engedélyhez kötött tevékenységek (például: Natura2000 szántó területen kemikália használat), éves nitrát és egyéb monitoring jelentések elkészítése. A támogatási lehetőségek révén a termelők könnyebben alkalmazkodnak a megváltozott termelési rendszerekhez, hajlamosabbá válnak a kompromisszumra, mivel az elvárt alacsonyabb termelési szintet kompenzálja a támogatás összege.

1.2. A PRECÍZIÓS GAZDÁLKODÁS JELLEMZŐI

A precíziós gazdálkodás egy olyan gazdálkodási forma, amellyel a táblán belüli viszonyokhoz mérten juttatjuk ki a megfelelő mennyiségű tápanyagot, növényvédő szert, vetőmagot. A precíziós technológia a termőtalajt heterogén rendszerként kezeli, ellenben az iparszerű gazdálkodással. Egyik előnye, hogy a mezőgazdasági területekről gazdagabb, sokrétűbb információt szolgáltat a hagyományos technológiához képest, mivel a tábla kisebb egységekre (parcellákra, termőzónákra) tagolódik a vizsgálatok és kezelések során. A termőzónánként történő elemzések, vizsgálatok révén megnyilvánul a talaj heterogenitása, amely kijuttatási térképekkel szemléltethető (Németh, 2013).

A precíziós gazdálkodás megoldást jelenthet az olyan ellentmondásos folyamatok kezelésére, mint a mezőgazdasági használat alá vonható területek csökkenése, és a növekvő népesség ellátásának problémája fokozódó környezetvédelmi előírások mellett. A fokozódó környezetvédelmi szabályozás és a fenntartható mezőgazdaság iránti törekvések újabb rendszerek kidolgozását követelték meg (Ángyán–Menyhért, 2004). Ezen törekvések célja, az agrár-ökoszisztéma működését a természetes rendszerhez közelíteni, alacsony szintű kemikália kijuttatásával csökkenteni a környezeti terhelést és egészségesebb élelmiszereket előállítani (Nagy, 2003). Az agrárgazdaság fenntartható fejlődését dinamikus rendszerként kell felfogni, a fenntartható fejlődés megköveteli a természettel azonosuló gazdálkodást, amit a kemikáliák

optimális kijuttatásával érhetünk el (Birkás, 2001). Az 1. táblázatban Tamás (2001) szemlélteti a hagyományos és precíziós mezőgazdaság közötti különbségeket.

1. táblázat: A hagyományos és precíziós gazdálkodás összehasonlítása

Hagyományos mezőgazdaság	Precíziós mezőgazdaság
- Mezőgazdasági kezelési és szervezeti egység a mezőgazdasági tábla, amelyet homogén termőhelyi tulajdonságúnak fogunk fel. - Átlagolt mintavételezésen alapuló tápanyag gazdálkodás - Azonos tőszám - Homogén vízgazdálkodás - Azonos gépüzemeltetés - Tábla szinten egységes növényállomány térben és időben - A gazdasági értékelés alapja a táblaszintű átlagmérésen alapuló költség/ jövedelemviszonyok - A döntési alternatívák száma az elemzés során viszonylag kevés, amely a térbeli összefüggéseket korlátozottan képes figyelembe venni - Információ és kommunikációs eszköztár részfeladatokat támogat	- Mezőgazdasági és szervezeti egység a termőhely, melyet pontról pontra eltérőnek, és táblaszinten heterogénnek fogunk fel. - Műholdas helymeghatározás alapú pontszerű mintavételezés és adatgyűjtés - Geostatistikai interpolálás alapján „homogénként” lehatárolt táblán belüli termőhelyi blokkok. - Termőhelyenként változó gépüzemeltetés. - Termőhely szinten homogén blokkokba szervezett egységes növényállomány térben és időben. -A gazdasági értékelés alapja a termés megoszláson alapuló költség/ jövedelem viszonyok. - A döntési alternatívák száma nagy, amely az elemzés során a térinformatikai eszközök révén, a térbeli összefüggéseket kiemelten képes figyelembe venni. - Az információ technológia a termesztés valamennyi fázisában egységes rendszert alkotva van jelen.

Forrás: Tamás (2001)

Az 1. táblázat alapján körvonalazódik a két gazdálkodási mód közötti különbség. Legfontosabb kulcsszavak, melyek a két technológiát jellemzik a homogenitás és heterogenitás. A precíziós technológiát alkalmazó gazdálkodók a termőföld minél alaposabb, részletesebb megismerésére, feltérképezésére törekednek. A mintavételezés során az egész területet bejárják, megismerik. A mintavételezést rendszeresen el kell végezni, ezáltal lehetőség nyílik a talajban zajló változások, az alkalmazott beavatkozás hatásainak megismerésére. A művelés során a gazdálkodónak célja, a helyi termésátlagokat maximalizálni, ezt eltérő mértékű kijuttatással tudja elérni. Ezzel ellentétben a hagyományos technológiát alkalmazók homogén kezelésmódot alkalmaznak, amely során ugyanakkora mennyiségű tápanyagot juttatnak ki a terület egészére.

A fenntarthatóság egyre nagyobb szerepet kap a mezőgazdasági termelés kapcsán, az egyre szigorodó elvárások további rendszerek kidolgozását sürgették (Birkás, 2001). Ilyen megoldásként jelent meg az USA-ból induló térinformatikai alapokon nyugvó, helymeghatározó rendszert alkalmazó precíziós növénytermesztés. A technológia terjedése térben és időben nagy különbségeket mutatott. Napjainkra az USA-ban, Kanadában és Ausztráliában a mindennapi gyakorlat részévé vált a precíziós gazdálkodás, ellenben Európával, ahol a technológia lassabban terjedt az eltérő birtokszerkezet következtében (Németh et al, 2007).

A precíziós gazdálkodás alkalmazására való hajlandóság a magasabb inputanyag felhasználó térségekben jellemző. Aktívabb inputfelhasználás a több száz, több ezer hektárral rendelkező gazdálkodási szervezetekre jellemző. Ezek a gazdaságok az üzemméretük folytán képesek magasabb jövedelemszintet realizálni, ezért vezethették be őket elsőként a precíziós növénytermesztést hazánkban. A technológia terjedése elsődlegesen a birtokösszetétellel van összefüggésben. Hazánkat elaprózódott birtokstruktúra jellemzi (Burgerné Gyimes, 2003). Oros (2002) 2000. évi adatok alapján vizsgálta hazánk birtokszerkezetét. Az Általános Mezőgazdasági Összeírás alapján az 50 ha alatti birtokmérettel rendelkező gazdaságok aránya 98,8%-ra tehető, – ennek 70%-a kevesebb, mint 1 ha termőterülettel rendelkezik – viszont a termőterületek csak a 29,4%-ából részesednek. A felmérés alapján a magyarországi átlagos birtokméret az egyéni gazdaságok esetében 2,5 hektárra becsülhető (Oros, 2002). A technológiát nem érdemes 5, 10, 30 hektáron bevezetni, mivel az ekkora méretű gazdaságok nehezen viselik a beruházási költséget. A szakirodalomban a precíziós tápanyag-gazdálkodás bevezetéséhez szükséges minimális üzemméret vonatkozásában igen sokféle adattal találkozhatunk (erről bővebben lásd az 1.4.3. alfejezetben írottakat).

A szántóföldi növénytermesztés minden területe kapcsolható a precíziós megoldásokhoz, így a talaj-előkészítés, talajművelés; vízellátás, tápanyag-utánpótlás, vetés, növényvédelem, betakarítás (Németh, 2013). A helyspecifikus tápanyag-utánpótlás alkalmazásával lehetősége nyílik a gazdálkodónak a környezethez igazítani a termelést. A megfelelően feltérképezett területeken pontosan meghatározható a szükséges tápanyag mennyisége és a kijuttatott tápanyag összetétele az adott növényre, illetve talajállapotra vonatkozóan (Takácsné György, 2011). A ráfordítások magasabb termésátlagot eredményezhetnek, melyből következik, hogy nő az adott termelés hatékonysága és ebből adódóan a bevételek is. Az egységes szintű inputfelhasználás során növelhetőek a hozamok a kezelt területen, ami bevétel növekedéshez vezet, ezáltal nő a várható jövedelem (Roberts et al, 2000). Takácsné György (2011) vizsgálati eredményei szerint a precíziós technológia alkalmazásával akár 10%-os termésszint növekedés is lehetséges a megfelelő ráfordításokkal. Ugyanígy jövedelemnövekedéshez vezet, ha a

korábbiakban alkalmazott termésszinthez a megfelelő, általában alacsonyabb szintű műtrágya kijuttatást alkalmazunk (Roberts et al, 2000). Mindemellett jelentős költségekkel kell számolni. Ezek a költségek elsődlegesen a talajminta vételezés és vizsgálat, légi felvételek elkészítése során jelentkeznek. A mintavételezés költségeinek vonatkozásában bizonyos szintű megtakarítás is megvalósítható, ha a mintavételezést több évre osztjuk el, jellemzően a több ezer hektáros vállalkozások esetében (Tamás, 2008).

1.2.1. A GPS technológia

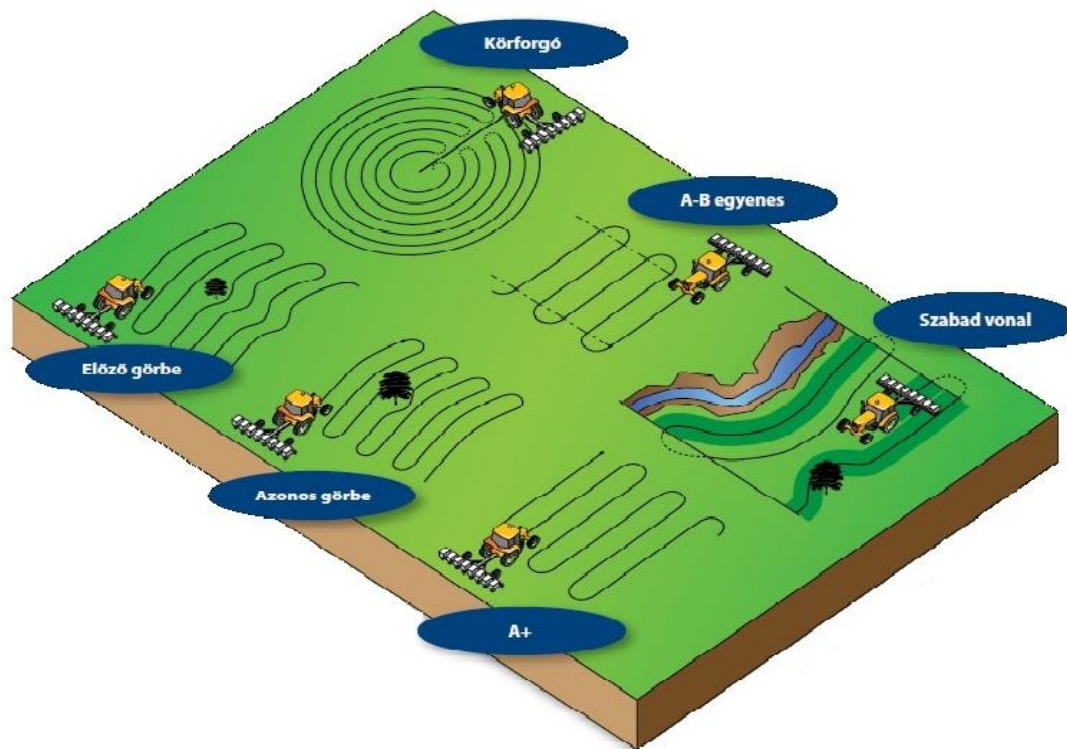
A precíziós mezőgazdaság alapjait a GPS technológia teremtette meg. A helymeghatározó rendszerek beépítése a mezőgazdaságba automatizálttá tette a termelési rendszert. A rendszerek nagy mennyiségű információ tárolására alkalmasak, melyekről az adatok letölthetők számítógépekre, és feldolgozhatjuk azokat a megfelelő szoftverekkel. Az eszközök többsége alkalmas arra, hogy a táblán például olyan akadályokat tüntessünk fel, melyek nem mindig láthatóak (pl: kutak, amit betakarításkor a növény eltakarhat), avagy kijelöljünk olyan területet, amelyek tavasszal belvíz alatt állnak, avagy hajlamosabbak az aszályra. (Smuk–Milics, 2013).

A GPS technológiát alkalmazhatjuk hozammérésre, a termés nedvességtartalmának meghatározására, a szántóföldi növények tápanyagigényének vizsgálatára, gyomfertőzöttség feltárására, stb. A gépek esetében a precízió a tulajdonságok, beállítások menet közben történő változtatásának lehetőségét, gyorsaságát és pontosságát jelenti.

A ma használt GPS eszközök között különféle pontossági szintek érhetők el. A piacon jelenleg négy szint határozható meg, eszerint elérhetőek méter alatti, deciméteres, 10 cm-nél pontosabb és milliméter pontosságú helymeghatározó rendszerek. A méter alatti pontosságú eszközök nem alkalmazhatóak minden munkafolyamat elvégzésére. Ezeket leginkább tápanyag-utánpótlási és növényvédelmi feladatok ellátására ajánlják. Legpontosabb munkavégzés a 10 cm alatti, úgynevezett RTK pontosságú eszközökkel lehetséges, ezekkel akár 2,5 cm-es pontosság is elérhető. Ez a pontossági szint már alkalmas a kormánytechnikával felszerelt gépek automatikus irányítására is. Napjainkban elérhető akár a 2 mm pontosság is, de ezt a szintet a mezőgazdasági feladatok ellátása jelenleg nem igényli (Smuk–Milics, 2013).

A műholdas navigáció nagymértékben megkönnyíti a munkavégzést. Segítségével a sorok nagyfokú pontossággal követhetők minimális ráállási hibával. A munka során jelentősen csökkenthető az átfedés, a feleslegesen felhasznált üzemanyag, kemikáliák mennyisége. Fontos szempontként kell megemlíteni, hogy a GPS vezérlésű kormány automatikával felszerelt gépek nagymértékben csökkentik a gépvezetőre háruló terhelést. Az automata-kormányzással

ellátott gépek esetében a műszakkezdést követően beállíthatjuk, milyen munkát kívánunk elvégezni, megadhatjuk a hozzá kapcsolódó paramétereket, mint a munkagép szélessége, mélysége, vágóasztal szélessége, stb. Ezen paraméterek mellett felvehetjük a művelés irányát, majd ezt követően a monitoron láthatóvá válik munkavégzés útvonala (Ferencsik–Sulyok, 2011). Az eszköz optimalizálja a munkaszélesség kihasználását, ezzel elkerülve az átfedéseket. A 3. ábrán a vezérlő panelen beállítható lefedési minták láthatóak.



3. ábra: Ag Leader sorvezető által meghatározott lefedési minták

Forrás. Ag Leader termékkatalógus (2013) p. 13

A 3. ábra alapján megállapítható, hogy a sorvezetés nem csupán az egyenes vonalú munkavégzést támogatja. Nagyon sok esetben szükséges, hogy a gépkezelő eltérjen az egyenes nyomvonalától a táblán található akadályok, vagy a tábla formája miatt, mely esetben a kanyarulatok és megfelelő szög tartása jelentősen leterheli a gépkezelőt, ezáltal megnő a hibák bekövetkezési lehetősége. Ezt kiküszöbölendő az eszközön a következő lefedési minták találhatók meg: körforgó, A–B egyenes, szabad vonal, előző görbe, azonos görbe és A+. A munkavégzés közben a monitor mutatja a munkagép elhelyezkedését a nyomvonálhoz képest. Ha eltérünk a kijelölt iránytól, azt jelzi a gépkezelőnek (Internet 1). A haladás irányán túl mutatja a már megművelt területeket. A 4. ábrán a haladás irányát mutató Integra és Versa monitorok

láthatóak. A megművelt területet mutatja a zöld sáv, a sárgával jelzi a még előttünk álló műveletlen területeket. A fekete vonal a tartandó nyomvonalat mutatja.



4. ábra: Ag Leader fedélzeti monitorok

Forrás. Ag Leader termékkatalógus (2013) p. 8

A helyzet meghatározó rendszer használata lehetővé teszi, hogy a kijuttatandó tápanyagokat, növényvédő szereket a kellő helyen, kellő időben a szükséges dózisban juttassuk ki. A precíziós gépek kulcsa a mobilitásban rejlik, miszerint menet közben képesek változtatni a kijuttatandó anyag mennyiségét, összetételét. Ezáltal valósítható meg fenntartható mezőgazdálkodás, így tudjuk elkerülni a túlzott kemikália használatot, hogy csak annyi tápanyagot biztosítsunk a növénynek, amennyit hasznosítani képes (Molnár, 2009).

1.2.2. Az adatnyerés

Az adatnyerés a mintavételezés megtervezésével kezdődik. Mintavétel megtervezéséhez szükséges egy előzetes elemzést készíteni, amely magába foglalja a topográfiai, domborzati, művelési adatok összevetését a hozamadatokkal. Ezek alapján következtethetünk a talaj állapot-

ra, kiugró értékek esetén előre jelezhetőek a problémás területek. Ha az adott területen a hozamban eltérés mutatkozik és jellemzően nincs fizikai eltérés a talajt illetően, akkor tápanyag ellátottsági különbségekből fakad az eltérő hozamszint. Az eredmények meghatározása után áll módunkban kiválasztani az alkalmazott mintavételi stratégiát, a mintaszámot és a mintasűrűséget (Németh et al, 2007).. A mintavételezési stratégiák négy fajtáját különböztetjük meg:

- Hagyományos (véletlenszerű) mintavétel: ebben az esetben 5 hektáronként véletlenszerűen kiválasztunk 20–25 mintavételi helyet, e minták vegyítésével határozható meg az adott terület átlagos tápanyagigénye. Ez a mintavételezési módszer nem tárja fel a terület változatosságát, ezért nem alkalmazható precíziós gazdálkodásban.
- Jellemző (menedzsment) zónák menti mintavételezés: Ez esetben korábbi tapasztalatok által zónákat határoznak meg, melyen belül homogénnek tekinthető a terület. A zónákon belül véletlenszerűen vesznek mintát, mivel a zónák lefedik a tábla egészét, ezért ez a módszer alkalmas a precíziós gazdálkodásbeli alkalmazásra.
- Kiválasztott jellemző területek mintái: korábbi tapasztalatokra támaszkodva jelöl ki területeket a táblán belül és minden talajminta vételezésnél ugyanezekre a helyekre térnek vissza. Figyelemmel kísérhetőek a talajban bekövetkező változások. Hátránya, hogy csak a kiválasztott területeket vizsgálja, nem fedi le az egész táblát, ezért nem felel meg a precíziós gazdálkodás elvárásainak.
- Mintavételezés rács mentén: kezelési egységekre bontja a táblát, ezen egységeken belül homogénnek tekintik a vizsgált területet. Az egységeken belül minden alkalommal ugyanazon helyről származnak a minták, ezért lehetőség van a korábbi mintákkal való összevetésre, feltárható, hogy a korábbi kezelések, a művelésmód milyen hatással van a területre. Az egységek a tábla teljes egészét lefedik, ezért ez a módszer alkalmazható a precíziós gazdálkodásban (Németh et al, 2007).

A mintavételi stratégia meghatározását követően a terepi munkavégzés folyamata zajlik. A terepi eszközre elengedhetetlen feltölteni a megválasztott mintavételi útvonalat, talajjellemzőket. A terepmunka során kiegészíthetjük az útvonalat, ha különleges rendellenességet tapasztalunk. A GPS eszközök segítségével ezeket valós időben feltüntethetjük a termőterület térképén (Németh, 2013).

A mintavétel befejeztével az utómunkálatok elvégzése következik. A mintavételi helyekről származó adatokat feltöltjük a központi szerverre, majd ezt az adathalmazt kiegészítjük a laboratóriumi vizsgálatok eredményeivel. Amennyiben rendelkezünk hozamtérképező rendszerrel, a hozamadatokat pontosítani lehet a kijuttatás mértékét. Az így begyűjtött adatok alapján készíthetünk kijuttatási terveket. A térkép alapján határozhatjuk meg az adott terü-

letre kijuttatandó vetőmag, műtrágya, növényvédő szer mennyiségét illetve keverékét (Tamás, 2001).

Minél több mintával rendelkezünk egy területről, annál pontosabb képet kapunk a talaj tulajdonságairól, illetve nagyobb valószínűséggel határozhatóak meg a helyi kiugró szélső értékek, mint a tápanyag hiány, vagy többlet (Németh, 2013).

1.2.3. A precíziós tápanyag kijuttatás

A tápanyagok utánpótlásával célunk növelni talajaink termékenységét és pótolni a talajból a növények által felvett tápanyag mennyiségét. A gazdálkodónak minden esetben pontosan meg kell határozni az elérendő termésszintet, és ehhez mérten kell kalkulálni a kijuttatandó tápanyag mennyiségét (Birkás, 2001).

A precíziós gazdálkodás alapvető célja a talajok tápanyag-szolgáltató képességének minél magasabb szintű kiaknázása. A mezőgazdasági termelés elengedhetetlen tényezője a talajok megfelelő tápanyag ellátottsága. A talajminta vétel maximális területe 3 ha, természetesen ennél sűrűbb is lehet, annál pontosabb képet kapunk a felvételezni kívánt talaj tulajdonságairól (Németh et al, 2007). A precíziós növénytermesztésben a talajtérképezésekkel, légi fényképezésekkel is vizsgálhatjuk talajaink állapotát, sőt a felvételek elemzéséből a szükséges műtrágya mennyisége, összetétele is meghatározhatóvá válik. A tápanyag gazdálkodás költségkímélő, környezettudatos, kivitelezéséhez elengedhetetlen a tápanyag-utánpótlási terv elkészítése. A tervezést célszerű az elérni kívánt termésszinthez igazítani. Ez a korábbi évek tapasztalataira alapozva határozható meg. Azonos termésszint elérése esetében akadhatnak olyan területek, ahol az átlagosnál magasabb, máshol alacsonyabb mennyiségű műtrágya kiszórása válik szükségessé. A precíziós tápanyag-utánpótlás során lehetőségünk van a kijuttatás pontos megvalósítására. (Tamás et al, 2008). A továbbiakban a kijuttatás lehetséges módjait mutatom be.

A traktor fedélzeti számítógépre adathordozóról feltölthető az előre elkészített tápanyag-kijuttatási terv. A térkép tartalmazza a táblán belül elkülönített termőzónákat, illetve a földterület határait, a földterület jellegzetességeit, a kijuttatás mértékét, ezek alapján történik az automatikus szakaszolás. A precíziós tápanyag-kijuttatást elsődlegesen az őszi alaptrágyázás során alkalmazzák (Fekete, 2003).

A folyékony és szilárd tápanyag kijuttatása többféle lehet. A szilárd műtrágya kijuttatás esetében leggyakrabban a kijuttatás vezérlést alkalmazzák, mert a szemcseméretből kiindulva viszonylag pontatlan lenne a ténylegesen kiszórt mennyiség mérése. A folyékony műtrágyák

vonatkozásában inkább szabályozott kijuttatást alkalmaznak, ahol a tényleges térfogatáram mérése kisebb hibával realizálható (Fekete, 2003).

A folyékony tápanyag kijuttatása esetén az automatizálás két fajtáját különítjük el, a nyomás és az áramlásszabályozást. Nyomásszabályozó kijuttatáskor fel kell venni a nyomás és a térfogatáram összefüggéseit. Ebben az esetben elegendő a sebességet és a nyomást mérni munka közben. A helyspecifikus kijuttatás során a folyadék nyomásának növelésével vagy csökkenésével érhetjük el a kívánt mennyiségű tápanyag kijuttatását. A nyomásmérés előnye, hogy gyors, ezért a szabályozás is gyorsan változtatható. Hátránya, hogy a szórófejek kopása miatt megváltoznak a térfogatáram és nyomás összefüggései, ezért szükséges a szórófejek állapotát rendszeresen ellenőrizni. Az áramlás szabályozásakor az áramlás mérése alapján kalkulálják a kijuttatás mértékét. Eszerint a helyspecifikus kijuttatás megvalósításához a térfogatáramot szükséges megváltoztatni. Hátránya az áramlás szabályozó módszernek a nyomás szabályozóval szemben, hogy költségesebb és bonyolultabb az áramlás mérése. A hátrányok ellenére meg kell említeni, hogy az áramlás szabályozás során pontosabb kijuttatás érhető el a nyomásszabályozáshoz képest (Tamás et al, 2008).

A szilárd műtrágya kijuttatás esetén is többféle megoldással találkozhatunk. A szilárd műtrágya esetén legelterjedtebb a röpítő tárcsás műtrágyaszóró alkalmazása. A granulátum kijuttatása esetén nehéz ellenőrizni, hogy ténylegesen a meghatározott mennyiségű műtrágyát juttattuk-e ki, emiatt ebben az esetben jobb döntésnek bizonyul, ha kijuttatás vezérléssel hajtjuk végre a műtrágyázást. Helyspecifikus kijuttatás esetén szenzorokat helyeznek el a munkagépen, ami folyamatosan ellenőrzi a kijuttatott mennyiséget, a tárcsák fordulatszámát, a szórási egyenletességét. Fontos szereppel bír a sebesség jeladó, mivel eltérő sebesség esetén eltérő mennyiséget juttathatunk ki a területre. A sebességváltozás az elektromos ikertolattyúk vezérlésével kompenzálható, ezzel megváltoztatható az adagoló nyílás mérete (Tamás et al, 2008).

A tavaszi fejtrágya kijuttatás során lehetőség van a kijuttatással egy időben történő tápanyag igény mérésre is. A kijuttatás ideje alatt a traktor elejére felszerelt szenzor folyamatosan figyeli a növényzet által a közeli infravörös és a látható vörös sugárzási tartományban visszavert fényt. A visszavert fény nagyon szoros összefüggést mutat a növény fejlettségi szintjével, ezért képes a fény értékéből meghatározni a növények nitrogén igényét. A fejlettségi állapot alapján határozza meg a számítógép a növény tápanyag szükségletét, ezzel is lehetővé téve a pontos dóziszú tápanyag kijuttatását (Internet 1).

1.3. A PRECÍZIÓS NÖVÉNYTERMESZTÉS TERJEDÉSÉT BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK

A különféle piacokon a vásárlók, ügyfelek nem rendelkeznek egyforma vásárlóerővel. Ugyanezzel a jelenséggel találkozhatunk a precíziós technológia piacán is, ezért a precíziós növénytermesztés bevezetésével kapcsolatban három technológiai csomagot különíthetünk el egymástól. Eszerint megkülönböztetünk egyszerű precíziós növénytermesztési technológiát, precíziós növénytermelés technológiai csomagot és az integrált precíziós növénytermelési technológiát (Kalmár, 2010).

Az egyszerű precíziós növénytermesztési technológia a fejlődő országok számára nyújt megoldást. Ebben a kategóriában az olcsóbb megoldások jelennek meg, amit a kisebb gazdaságok is képesek megvásárolni. Jellemzően a kijuttatást vezérlő elemeket foglalja magában (Kalmár, 2010).

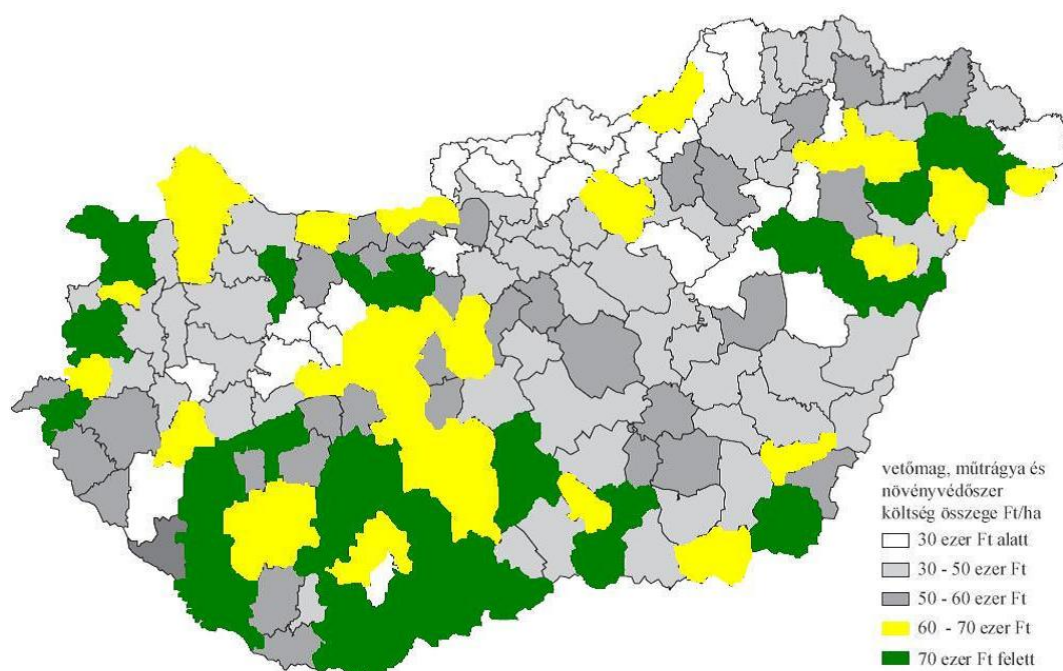
A precíziós növénytermelés technológiai csomagot azon gazdálkodóknak ajánlják, akik jól jövedelmező kultúrák termesztésével foglalkoznak, és hajlandóak az együttműködésre. Ebben az esetben a technológia költségei megoszlanak a felhasználók között. A csomag tartalmazhat vetéshez, tápanyag-utánpótláshoz, növényvédelemhez szükséges gépeket, eszközöket a csomag lényege, hogy a felhasználó egy, vagy több alkalmazást választ ki.

Az integrált precíziós növénytermelés technológia a teljes termelési rendszerre kiterjedő alkalmazások telepítését foglalja magában, amely szintén a jól jövedelmező növényi kultúrák és társas vállalkozások esetében használatos (Kalmár, 2010).

Hazánkban a teljes rendszer telepítésének hiánya általánosságban a gazdaságok tökeszegénységére vezethető vissza (Kis, 2008). A technológia lassú terjedésének okaként Leathers és Smale [(1991) idézi Curtiss (2012)] úgy vélte, hogy a gazdálkodók sokszor bizonytalanok az új technológia hatásai miatt. Ezért racionálisabbnak tartják a gazdák a technológiai sor egyes elemeinek beemelését a termelésbe, mint egyszerre az összes elem telepítését. Emellett Khanna, Epouhe és Hornbaker [1999, idézi Curtiss (2012)] arra a megállapításra jutott, hogy az alacsony használat oka a magas költségek, a hozamok miatti bizonytalanság, és hogy nem bizonyították egyértelműen a helyspecifikus műtrágya kijuttatás alkalmazása és a hozamok változása közötti kapcsolatot.

Magyarországon a precíziós technológia bevezetését többen támogatták [ld. pl. Lengyel és Rechnitzer (2004), Lakner (20007), Pitlik és Pető, (2002) idézi Kalmár, (2010)], és pozitív jövőképeket alkottak, melyben kihangsúlyozzák a precíziós növénytermesztés hazai gyakorlatba való beépítésének fontosságát, létjogosultságát.

Az AKI 2007-ben végzett tesztüzemi kísérletek alapján készítette el Magyarország inputanyagok felhasználási térképét. Kalmár (2010) szerint a magasabb input felhasználású területek esetében, alacsonyabb megtakarítási szint mellett is lényegesen csökkenne a precíziós technológia megtérülési ideje. Kalmár a térképen kiemelte a magasabb input felhasználású területeket (ezek: 60–70 ezer Ft, 70 ezer Ft felett). Hazánk input felhasználási térképe az 5. ábrán látható.



5. ábra: Input felhasználás mértéke Magyarországon

Forrás: Kalmár (2010) p. 59

1.4. A PRECÍZIÓS GAZDÁLKODÁS ÖKONÓMIAI JELLEMZŐI

A fenntarthatóság napjainkban a mezőgazdaság mindennapos témájává vált. Ezzel összefüggésben kijelenthető, hogy a precíziós gazdálkodás célja a fenntartható és minél gazdaságosabb módon történő termelés elérése. Rengeteg úttörő kutatást végeztek a talajok változó tápanyag ellátottságához, tulajdonságaihoz kapcsolódóan, amelyek a textúrában, szerves anyag tartalomban, pH értékben illetve hozam lehetőségeiben különböznek (Takácsné György, 2011). E sokféleségre az inputanyag kereskedők különféle alkalmazásokat, megoldásokat kínálnak a műtrágyák és növényvédő szerek sokféleségén keresztül. Ezen megoldások során a felhasználók tovább csökkenthetik az input költségeiket és az okszerű mennyiség kijuttatásával a környezet minősége is védhető.

A következőkben a vizsgálataim szempontjából kiemelt jelentőséggel bíró, a technológia bevezetéséhez és alkalmazásához kapcsolódó költségek alakulását mutatom be. Kitérek

továbbá a technológia használatával realizálható előnyök, valamint az üzemméret és gazdaságosság összefüggéseinek bemutatására.

1.4.1. A precíziós tápanyag-gazdálkodás során felmerülő fontosabb költségek

A költségeket változó és állandó költségekre bonthatjuk. Változó költségek, melyek a gazdaság méretének változásával együtt módosulnak; állandó költségek, melyek a gazdaság méretének változása esetén is megmaradnak a korábbi szinten.

Változó költségek:

- *Adatnyerés költségei*: ez a költség kategória a technológia bevezetésének kezdeti fázisában jellemző. A bevezetés előtt elengedhetetlen elvégezni a talaj feltérképezését, a talajmin-ta vételt, megvizsgálni a talaj tápanyag ellátottságát, gyomborítottságát. Ezen feladatok elvégzéséhez szükséges egy specialista segítségét kérni. Az adatnyerés költségei között mutatjuk ki a feltérképezéshez kapcsolódó költségeket, mint műholdas mintavétel, laboratóriumi vizsgálatok, területvizsgálat, a terméshozam-térképek elkészítése. Az előké-születek jelentős költségekkel járnak. 250 hektáros birtokméret esetén a 2000. évi ada-tokkal számolva a talajvizsgálat ára 7 186,5 \$ (Tamás, 2008). Ez az összeg csökkenthe-tő, technológiai fejlesztések alkalmazásával. Az adatnyerés költségét csökkentő ténye-zőként lehet megemlíteni például, hogy mérhetővé válik menet közben a talajnedvesség, gyomborítottság. Következtetéseket vonhatunk le a saját készítésű hozamtérképekből, amivel csökkenthetjük a szükséges mérések mennyiségét. Ezen alkalmazások egyrészt csökkentik az adatszerzés költségeit, ugyanakkor a beruházás költségeit megnövelik, amit az állandó költségek között mutatunk ki (Tamás et al, 2008).
- *Tápanyag-gazdálkodás*: ez esetben a felhasználásra kerülő szerves és műtrágyák, egyéb ta-lajjavító szerek felhasznált mennyiségében érzékelhető változás. Nem lehet egyértelmű-en kijelenteni, hogy a precíziós tápanyag gazdálkodás során csökkenni fog a kemikáliák felhasznált mennyisége, de a precíziós technológia alkalmazása révén a kijuttatás fajla-gos költségei csökkenthetők (Tamás et al, 2008).
- *További költségek*: itt a tápanyag-utánpótlást közvetett módon befolyásoló tényezőket eme-lem ki. A termőhely specifikumához kapcsolódóan a domborzat, talajnedvesség, táp-anyag ellátottság függvényében változhat a tőszám, ami alapvetően befolyásolja kijutta-tott anyagok mennyiségét (Tamás et al, 2008).

Állandó költségek:

- *Alaptérképek készítése, talajtérképezés*: Igaz, hogy az alaptérképet a precíziós technológia bevezetését megelőzően készítjük el, de jelentős költséget képviselnek a beruházásban.

A magas költsége miatt az alaptérkép készítésére tartós beruházként tekintünk, ezért tüntetjük fel az állandó költségek között (Tamás et al, 2008).

- *Személyi jellegű költségek*: Ebben a költség kategóriában az átképzésekkel járó plusz költségeket mutatjuk ki. Mivel a technológia fejlődésével új eszközök kerülnek felhasználásra, ezért ezek bevezetése során elengedhetetlen az alkalmazottak továbbképzése (Tamás et al, 2008).

1.4.2. A precíziós tápanyag-gazdálkodás alkalmazásával elérhető előnyök

A precíziós technológia, ezen belül tápanyag-utánpótlás alkalmazásával járó inputfelhasználás változását Lencsés és Takácsné György egyaránt vizsgálta. Lencsés (2012) igazolta, hogy nem lehet egyértelmű input csökkenést várni a technológiától, ugyanis vizsgálataiban egyes táblákon jelentősen több hatóanyagot kellett felhasználni, ugyanakkor más táblákon nem csökkent a felhasznált mennyiség a konvencionális technológiához képest. Kimutatható az is, hogy nem minden esetben szükséges az összetett műtrágyák használata, hiszen egyes parcellákon foszfor kijuttatása nem volt indokolt. Arra a megállapításra jutott, hogy egy relatíve heterogén, de ugyanakkor jó tápanyag ellátottságú tábla esetén átlagosan 20%-os anyagköltség megtakarítás érhető el (Lencsés, 2012).

Takácsné György (2011) vizsgálataiban elsősorban az inputfelhasználás mennyiségi változását vizsgálta különféle növénykultúrák esetében. A kijuttatott tápanyagok 10–20%-os csökkenését figyelte meg a vizsgált gazdaságokban.

Lencsés és Takácsné György (2009) szakirodalmi forrásokra hivatkozva számos különböző értéket közölnek az elérhető anyagköltség megtakarítás mértékéről. Például Leive és társai, valamint Luschei és társai 20%-os megtakarítást, míg Barkaszi és Takács–György már 60%-os megtakarításról írnak, mások (mint például Reisinger, Batte) kutatásai szerint 40% és 50% közötti megtakarítás realizálható [Leive és társai (1997), Luschei és társai (2001), Reisinger (2004), Takács–György és társai(2002), Batte (1999); Barkaszi–Takács–György (2007) idézi Lencsés és Takácsné György (2009)]. Fontos ugyanakkor megjegyezni, hogy önmagában a technológia alkalmazása nem jelenti a hatóanyag felhasználás, és az ezzel együtt járó költségek egyértelmű csökkenését. Amennyiben egy-egy táblán nem a homogén átlaghozam elérése a cél, hanem az egyes parcellák potenciális termőképességének a kihasználása, összességében még magasabb is lehet az azon területre kijuttatott műtrágyadózis. A versenyképesség ebben az esetben úgy jelentkezik, hogy táblaszinten akár 10%-kal magasabb hozam érhető el, okszerű, felesleget ki nem juttató tápanyagellátással, ami a fajlagos jövedelem előállítás javulását eredményezi (Lencsés–Takácsné György, 2009).

Az adatokból kitűnik a precíziós gazdálkodás változatossága. Egyes esetekben kimutatható az inputfelhasználás csökkenése, míg más esetekben annak növekedése. Nem mondható ki egyértelmű költségsökkenés, viszont minden esetben elmondható, hogy a környezetszennyezés csökkentését előmozdították, mivel csak a szükséges helyre, és mennyiségben juttatták ki a tápanyagokat.

A precíziós technológia növeli a termelés hatékonyságát. A hatékonyság azáltal növekszik, hogy a termelés során felmerülő veszteségek csökkennek (Molnár, 2009). A precíziós gazdálkodás elsődlegesen javítani kívánja a gazdaság jövedelmezőségét, és csökkenteni a mezőgazdaság által kibocsátott környezeti terhelést. Specialitása, hogy nagymértékben függ a helyszíntől, ezért nem lehet egy általánosan elfogadott séma alapján értékelni (Tamás et al, 2008). A precíziós gazdálkodás jövedelmezőségének változatosságát bizonyítja, hogy nyereséges termelési rendszerré válik, ugyanakkor a jövedelmezőség alakulása igen nagy változatosságot mutat a szántóföldi növénytermesztésben (Swinton–Lowenberg-DeBoer, 1998). Szükséges időről időre felülvizsgálni a precíziós gazdálkodási rendszert. Nem árt a képződő jövedelmeket összevetni a hozamokkal, műtrágya felhasználás változásának mértékével. Amennyiben úgy találjuk, hogy az alkalmazott rendszer nem működik jövedelmezően, akkor más lehetőségeket kell keresni (Grisso et al, 2002). A precíziós tápanyag-utánpótlás nyújtotta előnyöket főként a nagyobb gazdasági szervezetek társaságok képesek elsajátítani, mivel a technológia telepítése jelentős többletköltséggel jár (Batte–Arnholt, 2002).

1.4.3. Üzemméret és gazdaságosság összefüggései

Szakirodalmi adatok alapján megállapítható, hogy a precíziós technológiára való áttéréshez szükséges átlagos minimális üzemméret 250 ha. A hazai szakirodalomban különféle véleményeket alkottak a minimális üzemméretről, de 250 ha vált általánosan elismertté. Korábban Takácsné György és Lencsés (2009) 206 hektárban határozta meg a precíziós tápanyag-gazdálkodás minimális terület igényét. Meg kell jegyezni, hogy ez saját beruházású eszközrendszerre teljesül, szolgáltatásként való igénybe vétel esetén nem lehet minimális birtokméretet meghatározni, olvasható Lencsés–Takácsné György tanulmányában (2009).

Takácsné György és Lencsés (2009) számításai igazolják, hogy 206 ha üzemméret esetében a beruházások megtérülése 1–20 év között várható. Az ennél kisebb méretű gazdaságok is befektethetnek, csak nem biztos, hogy ez közgazdasági szempontból a legelőnyösebb számukra. A kisebb méretű gazdaságok esetében kiváló megoldás lehet a bér munka nyújtása, ami lerövidíti a beruházás megtérülését, csökkenti a fajlagos költségeket (Takácsné György, 2011).

Smuk és társai (2007) megállapították, hogy a beruházás megtérülése nagymértékben függ a tervezett hasznos élettartamtól és az üzemmérettől. A számításaik során fix tényezőnek tekintették a megtérülés idejét és az ehhez kapcsolódó üzemméretet határozták meg különböző változók segítségével. Két alapesetet vizsgáltak, nevezzük „A”-nak és „B”-nek. „A” esetben a beruházás értéke 4 587 180 Ft, míg „B” esetben a beruházás értéke 3 247 400 Ft. Standard körülmények között „A” lehetőség esetében 5 év alatt 112 hektáron térül meg a beruházás, viszont, ha ezt az időt egy évvel késleltetjük, vagyis 6 évnek vesszük, akkor a beruházás ez időn belüli megtérüléséhez szükséges gazdaságos üzemméret 46 hektárra csökken. Hasonló esettel találkozunk „B” lehetőség során is, az 5 éves megtérülési idejű beruházáshoz kapcsolódó üzemméret 77 ha, míg 6 éves megtérülési idő esetén már csak 33 ha. Megállapítható, hogy, a megtérülési idő 1 éves csökkenésével a beruházás területigénye adott körülmények között 2,5-szeresére nő mind „A”, mind „B” esetben. A beruházáshoz kapcsolódó üzemméretet megvizsgálták az elvart hozamok függvényében is. Amennyiben az elvart hozamot 5%, majd újabb 5%-kal csökkentjük, az 5 éves megtérülés esetében 14%, majd 16%-kal nő a szükséges üzemméret, ugyanilyen mértékű hozamnövekedés esetében 13%, majd 11%-kal csökken a beruházáshoz szükséges üzemméret. A 6 éves megtérülési periódus esetében a hozamcsökkenés nem mutat olyan mértékű területváltozást, mint előző esetben. 5%-os hozamcsökkenés esetén a gazdaságos üzemméret 8,9%-kal, majd újabb 5%-os hozamcsökkenés esetén 9,8%-kal nő. Ugyanúgy a 6 éves megtérülési idő esetén a hozamok 5% és 10%-os növekedésével 8,2%, majd 7,5%-kal csökkenne az üzemméret (Smuk et al, 2007). A hozamok következtében bekövetkező üzemméret változást a 2. táblázat szemlélteti.

2. táblázat: A hozamváltozás hatása a megtérüléshez szükséges üzemméretre (ha)

Beruházási alternatíva	A hozamelvárás mértéke (%)				
	-10%	-5%	Standard	+5%	+10%
„A” konfiguráció 5 éves megtérülés	150	128	112	100	89
„A” konfiguráció 6 éves megtérülés	56	51	46	43	40
„B” konfiguráció 5 éves megtérülés	106	91	79	70	63
„B” konfiguráció 6 éves megtérülés	39	36	33	30	28

Forrás: Smuk et al (2007)

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

Dolgozatomban a precíziós tápanyag-gazdálkodás alkalmazásával elérhető anyag és költség megtakarítást vizsgáltam. Munkámban megvizsgáltam a műtrágya felhasználás változását, a tápanyag kijuttatási tervek és talajvizsgálatra alapozott tápanyag gazdálkodási tervek eredményei alapján. A számítás során a műtrágya adagokat természetes súlyban fejeztem ki, mert a felhasznált kijuttatási térképek is természetes súlyban szemléltetik a kijuttatott műtrágya mennyiségét. Ez annyit tesz, hogy a vizsgálatban nem a kijuttatott műtrágya hatóanyag tartalmával, hanem a felhasznált műtrágya kilogrammban, illetve tonnában kifejezett tömegével kalkuláltam. A beruházás gazdaságossági vizsgálatot a vizsgált gazdaság vetésforgójára és három év műtrágya felhasználás eredményeire alapozva végeztem el.

Második célkitűzésemet teljesítendő elvégeztem egy beruházás-gazdaságossági kalkulációt. A számításnál a technológiával elérhető felhasznált műtrágya csökkenésből eredő költség megtakarítást tekintettem a beruházás következtében képződő hozamoknak. A hozamok értékének meghatározásához szükséges volt meghatározni a jövőben várható műtrágyaárak alakulását. A műtrágyaárak változásának irányát és mértékét nem lehet egyértelműen meghatározni az elmúlt 5 éves periódus alapján, ezért az árak kalkulációjánál a jelenlegi trendeket vettem figyelembe. A műtrágyaárak függvényében 2012. óta az előző évek azonos időszakához képest csökkenő tendencia mutatkozik, így a megfigyelt csökkenés mértékével kalkuláltam az elkövetkezendő évek árváltozását (KSH, s.a.).

A harmadik hipotézisemnek megfelelően a műtrágya felhasználás mellett megvizsgáltam a technológia termésmennyiségre gyakorolt hatását. Ezen kutatás során a tápanyag kijuttatási és hozamtérképeket elemeztem, hasonlítottam össze. A vizsgálat során feltártam a tápanyag-kijuttatás és hozamok közötti kapcsolatot.

2.1. KIJUTTATOTT MŰTRÁGYA MENNYISÉGEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA (HAGYOMÁNYOS VS. PRECÍZIÓS TECHNOLÓGIA)

A számítások elkészítésében a Belvárdgyulai Mezőgazdasági Zrt. volt segítségemre. Általuk volt lehetőségem tápanyag kijuttatási térképek alapján elkészíteni a precíziós és hagyományos módon kijuttatott műtrágya mennyiségének összehasonlítását. Három tábla esetében végeztem számításokat 2012/2013., 2013/2014. és 2014/2015. gazdálkodási évek vonatkozásában a gazdaságban felhasznált műtrágya típusokra. A hagyományos műtrágya kijuttatást talajvizsgálatra alapozott tápanyag gazdálkodási terv alapján határoztam meg, melyet a GAK Nonprofit Közhasznú Kft. online gazdálkodási napló felülete segítségével kalkuláltam. A tápanyag

gazdálkodási terv során figyelembe vettem üzemi elvárásoknak és jogszabályoknak való megfelelést is (Internet 7, 59/2008. (IV. 29.) FVM rendelet).

A tápanyag-utánpótlás során nitrogént mészammon-salétrom (MAS), foszfort monoammónium-foszfát (MAP) és káliumot kálium-klorid (kálisó) formájában juttattak ki. A térképek (lásd 3.1. részben) jól szemléltetik a tábla heterogenitását. Az eltérő tápanyag ellátottságú területek műtrágyázása automatikus szakaszolással történik. A felszerelt automata a GPS vevő segítségével képes meghatározni a munkagép helyzetét, az automata szakaszolás segítségével képes menet közben változtatni a kijuttatott kemikália mennyiségét a korábban feltöltött kijuttatási térképnek megfelelően.

2.2. BERUHÁZÁS-GAZDASÁGOSSÁGI VIZSGÁLAT

A számítás során a precíziós tápanyag-gazdálkodásra történő átálláshoz szükséges beruházás megtérülési idejét vizsgáltam. Mivel a gazdaság megfelelő számú modern erőgéppel rendelkezik, így a beruházás a GPS eszközök megvásárlását foglalja magában. Az alábbi elemeket tartalmazó csomag kerül beszerzésre: műtrágyaszóró vezérlés, robot pilóta illetve hozammérő rendszer. A beszerzésre kerülő eszközök listáját és beszerzési árát a 3. táblázat tartalmazza.

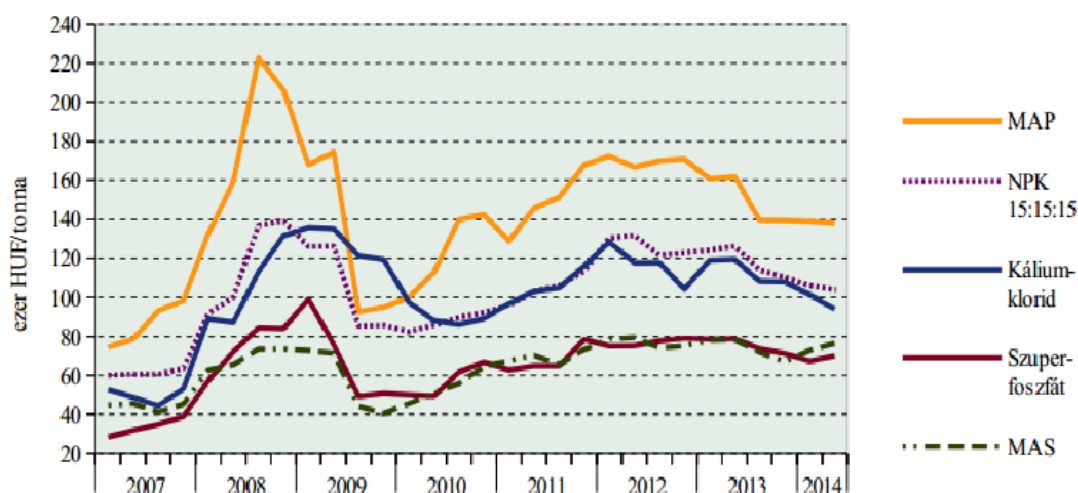
3. táblázat: A beruházás során beszerzésre kerülő eszközök listája

Eszközök	Ár
Robotpilóta rendszer	
Integra monitor	\$ 5 350
Hidraulika előkészítés	\$ 5 200
GeoSteer robotpilóta	\$ 12 500
Műtrágyaszóró vezérlés	
GPS1500 antenna	\$ 1 350
Műtrágyaszóró vezérlés	\$ 3 760
Hozammérő rendszer	
Versa monitor	\$ 2 750
GPS1500 antenna	\$ 1 350
Hozamtérképező rendszer	\$ 5 000
SMS Basic szoftver	\$ 800
Összesen	\$ 38 060

Forrás: Axiál Kft. által rendelkezésre bocsátott információ (2013)

A modellszámításban vizsgált táblák vonatkozásában tapasztalható műtrágya megtakarítás mértéke alapján határoztam meg a precíziós technológia alkalmazása által elérhető költségmegtakarítást. A beruházás-gazdaságossági vizsgálat során a megtakarításokat a táblaszinten tapasztalt műtrágya megtakarítás mértéke alapján kalkuláltam.

A műtrágya megtakarítás értékének kiszámítása során sarkalatos pont volt a műtrágyaárak meghatározása. A számítást nehezíti, hogy a korábbi évek műtrágyaár változásának trendje nem határozható meg egyértelműen. 2012-ig a műtrágyaárak változó mértékű, de állandó növekedése volt jellemző, viszont 2012-től az inputárak csökkenése tapasztalható (KSH, s.a.). A műtrágyaárak árindexének meghatározásához az éves növekedési ütem képletet használtam fel, ami a következő: $\bar{i} = \sqrt[n-1]{\frac{x_n}{x_1}}$ (Kovács–Petres, 2007). A műtrágyaárak éves növekedési ütemének meghatározásához 2012–2014 közötti időszak első félévi adatait vizsgáltam. Az első félévi adatok alapján a műtrágyaárak folyamatos csökkenése tapasztalható. Jelenleg a műtrágyaárak a 2011-es szinten állnak. A rövid megtérülési idő vizsgálata miatt a műtrágyaárak meghatározása során az árak további csökkenésével kalkulálok. A műtrágyaárak 2007–2014 közötti időszakban bekövetkezett változását az 6. ábra szemlélteti.



6. ábra: Néhány fontosabb műtrágya árváltozása 2007–2014 közötti időszakban

Forrás: Varga (2014) p. 5

A beruházás megtérülési idejének vizsgálatát három éves időintervallumra kalkuláltam. A kutatás alapját egy termelő beruházás adja, amihez szükséges meghatározni a befektetéshez kapcsolódó hozamelvárást, amihez kalkulatív kamatlábakat vezettem be a számításba. A kamatláb az alternatív befektetési lehetőségekhez kapcsolódó kamatok és agrárfejlesztési hitel kamatának összegeként állapítható meg. Alternatív befektetési lehetőségeknek a 3 éves lejáratú Prémium Magyar Államkötvény 2017/L sorszámú kötvényt tekintettem, melynek jelenlegi kamata 4,7%, a kalkulatív kamatlábban megjelenő hitel kamatának az Új Magyarország Agrárfejlesztési Hitelprogramot tekintettem, ennek értéke 6,58%. A Prémium Magyar Államkötvényhez kapcsolódó információkat a Magyar Állampapír, az agrárfejlesztési hitelhez kapcsolódó információkat a Magyar Fejlesztési Bank honlapján elérhető tájékoztató alapján határoz-

tam meg. Ezeket figyelembe véve a beruházáshoz köthető kalkulatív kamatláb mértéke 11,28%, ezt az értéket 11%-ra kerekítettem a számítások egyszerűsítése végett (Internet 2, Internet 3).

A 11%-os kamatláb mellett bevezettem egy 15%-os értéket is. A magasabb kamatlábat az indokolja, hogy a befektetéstől az alternatív befektetési lehetőségek hozamánál nagyobb hozamot várok el a beruházás következtében. Amennyiben a magasabb elvárások mellett is a becsült időn belül térül meg a beruházás, az egyértelműen megerősíti a döntést.

3. EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

3.1. KIJUTTATOTT MŰTRÁGYA MENNYISÉGEK KALKULÁCIÓJA HAGYOMÁNYOS VS. PRECÍZIÓS KIJUTTATÁS ESETÉN

A kijuttatott műtrágya mennyiségbeli változását a Belvárdgyulai Mezőgazdasági Zrt. által kapott kijuttatási térképek segítségével határoztam meg. Három táblához (BGY7_58, BGY_100_97, SZED3_64_28) kapcsolódóan végeztem számításokat három gazdasági év vonatkozásában. A hagyományos kijuttatás esetén a talajvizsgálati eredményekre kalkulált tápanyag kijuttatási terveket a GAK online gazdálkodási napló programja segítségével végeztem el. A hagyományos műtrágya kijuttatást megalapozó termésszintet a tápanyag kijuttatási térképek alapján fajlagosan kijuttatott N hatóanyag mennyiség mértéke alapján kalkuláltam. A BGY7_58 táblára vonatkozó eredményeket a 4. táblázatban foglalom össze.

4. táblázat: Precíziós és hagyományos módon kijuttatott műtrágya mennyisége (tonna) a BGY7_58 tábla területén*

Év	Kultúra	Műtrágya	Precíziós k.	Hagyományos k.	Differencia	%
2012/2013	Őszi búza	MAS	14,55	21,91	-7,36	-34
		MAP	7,70	10,32	-2,61	-25
		KÁLISÓ	0,00	3,26	-3,26	-326
2013/2014	Kukorica	MAS	39,26	35,34	3,92	11
		MAP	3,27	15,47	-12,20	-79
		KÁLISÓ	9,45	10,52	-1,07	-10
2014/2015	Kukorica	MAS	-	33,58		
		MAP	3,39	14,70	-11,31	-77
		KÁLISÓ	4,59	11,51	-6,92	-60

* természetes súlyban

Forrás: Saját kalkuláció

A 4. táblázat alapján megfigyelhető a precíziós illetve hagyományos technológia által kijuttatott műtrágya mennyisége a BGY7_58-as számú táblán. A tábla területe 55,88 ha. A műtrágya kijuttatást megvizsgálva kitűnik, hogy csak a 2014/2015 gazdálkodási év során haladta meg a precíziós kijuttatás a hagyományos kijuttatást MAS műtrágya esetében. Helyspecifikus kijuttatás esetén 39,26 t, míg hagyományos technológia alkalmazása mellett 33,58 t nitrogén tartalmú műtrágya lett kijuttatva. Az 5. táblázat a terület fajlagos műtrágya kijuttatását tartalmazza.

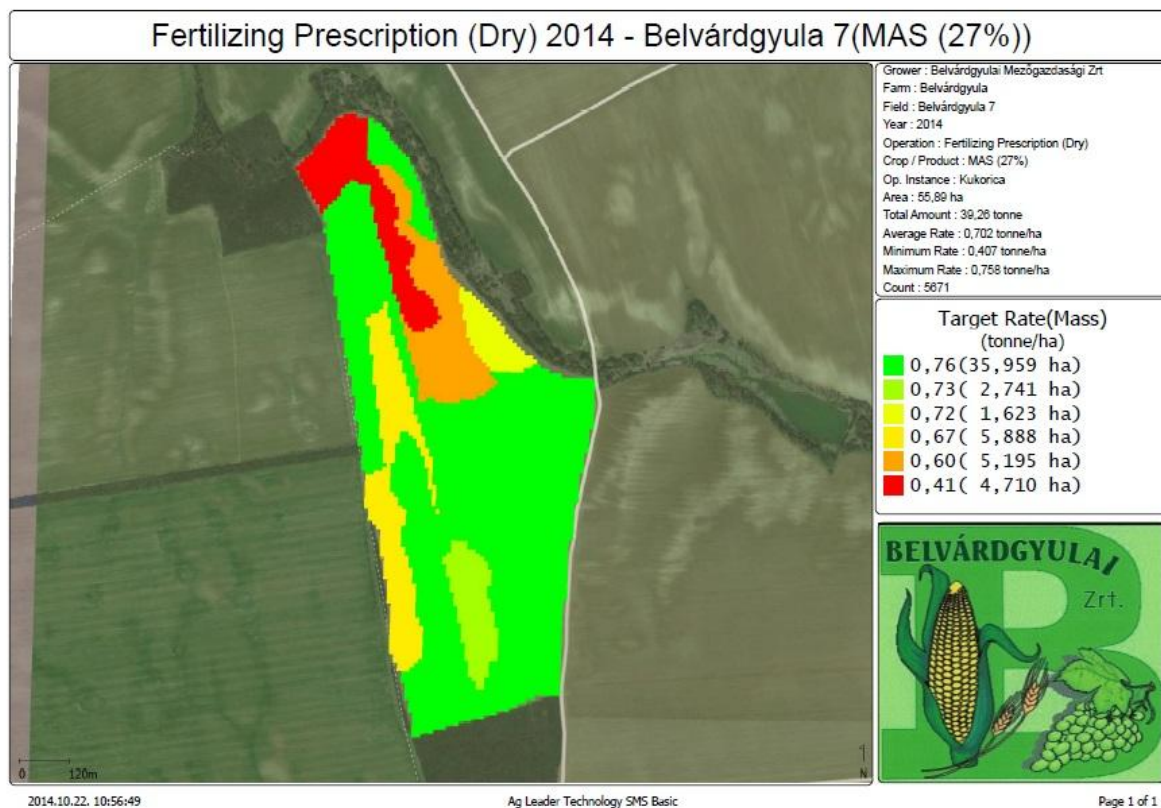
5. táblázat: Fajlagos műtrágya kijuttatás BGY7_58 tábla területén (kg/ha)*

Gazdálkodási év	Termesztett kultúra	Technológia	MAS	MAP	KÁLISÓ
2012/2013	Őszi búza	Precíziós	260	138	0
		Hagyományos	392	184	58,3
2013/2014	Kukorica	Precíziós	760	58	169
		Hagyományos	632	276	188
2014/2015	Kukorica	Precíziós	-	61	82
		Hagyományos	600	263	206

* természetes súlyban

Forrás: Saját kalkuláció

Az 5. táblázat alapján elmondható, hogy a fajlagos kijuttatás vizsgálata során a 2013/2014. évi nitrogén utánpótlás esetén haladta meg a precíziós műtrágyázás a hagyományosat. A 7. ábrán a 2013/2014. gazdálkodási év során használt MAS kijuttatási térkép látható.



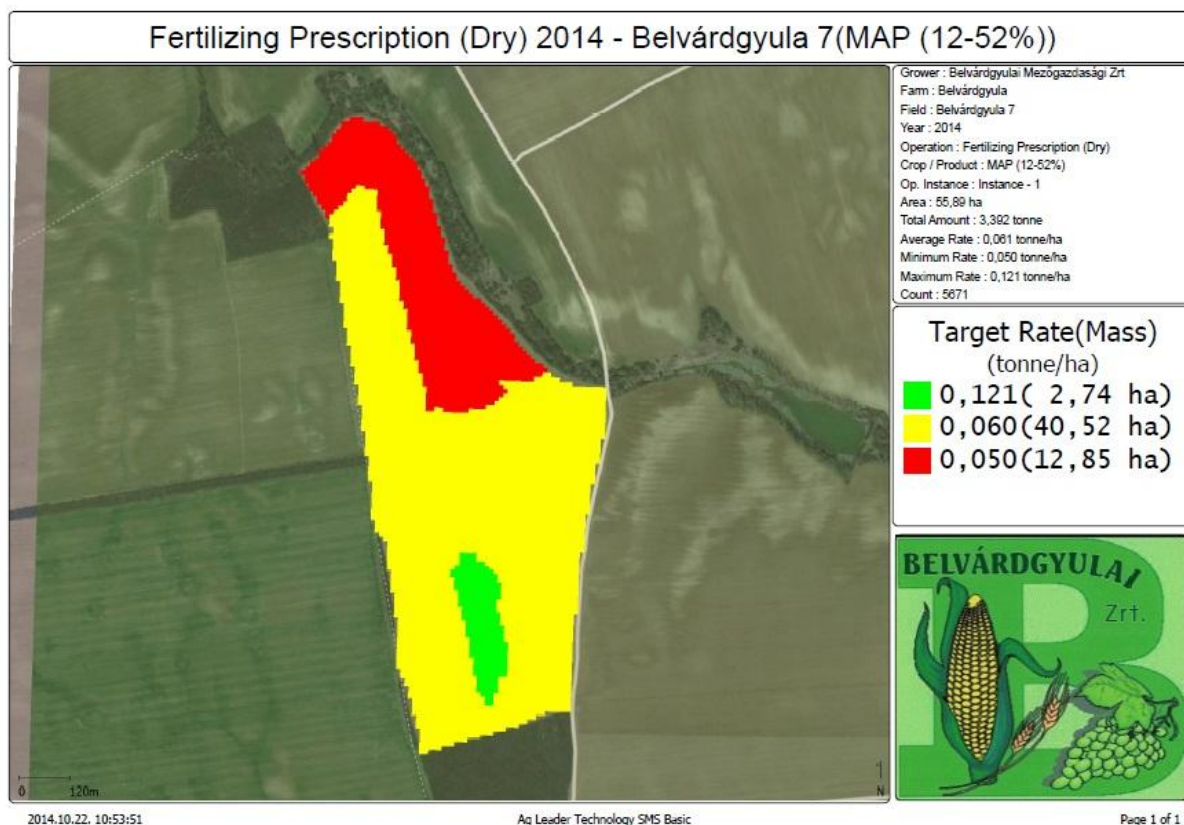
7. ábra: MAS kijuttatás BGY7_58 számú táblán 2013/2014 gazdálkodási évben

Forrás: Belvárdgyulai Mg-i Zrt. (2014)

A 7. ábra alapján pontosan meghatározható, hogy 2014-ben mely területeken végeztek a hagyományos kijuttatáshoz képest magasabb műtrágya felhasználást. A hagyományos fajla-

gos kijuttatás során 632 kg MAS kerülne felhasználásra (5. táblázat), ezt az értéket a citrom-sárga és zöld színekkel jelölt területek lépik túl, ezeken a területeken 670–760 kg MAS került kijuttatásra precíziós technológia alkalmazásával. Ezek olyan területeket jelentenek, ahol a talajban magasabb termőpotenciál rejlik, és magasabb hozamokat lehet elérni a növénytermesztési tevékenység során.

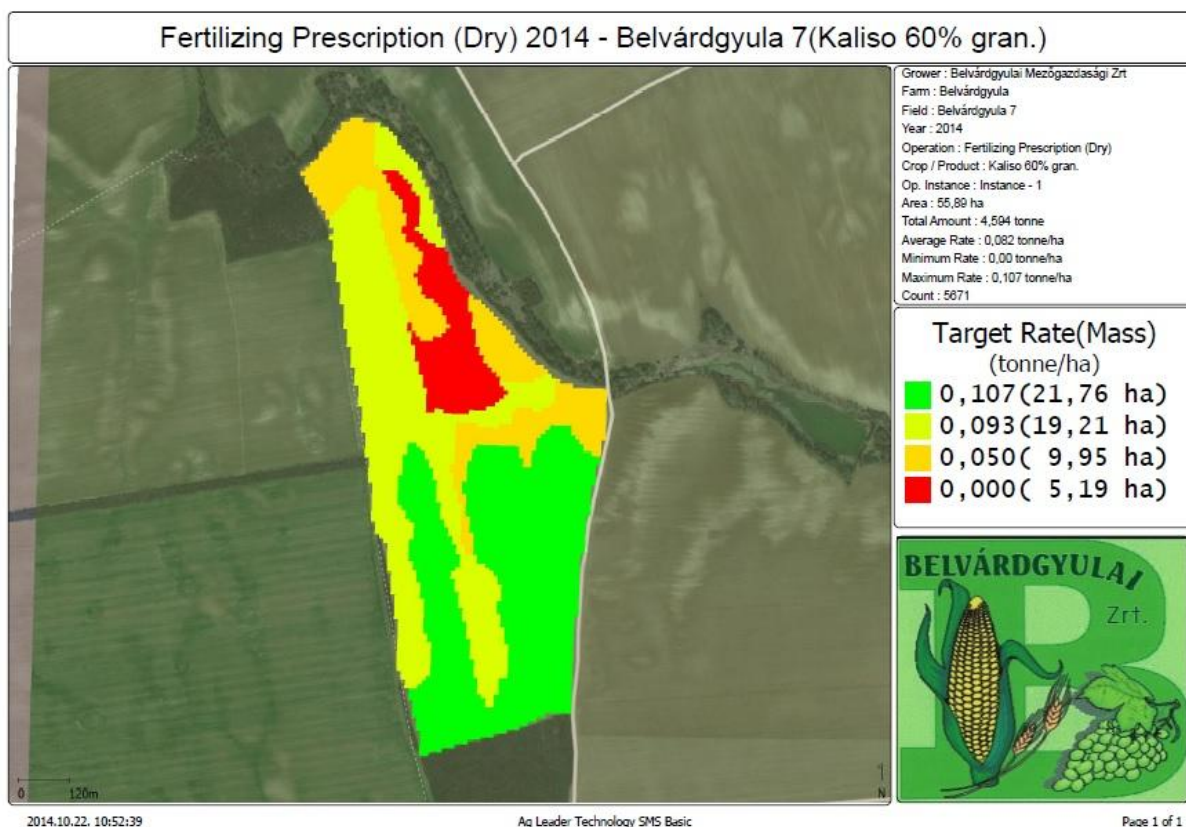
Ugyanakkor ki kell emelni, hogy a fajlagos kijuttatás vizsgálatokor nagyon eltérő értékek mutatkoznak. Átlagosan 30–50%-os műtrágya megtakarítás figyelhető meg, viszont esetekben akár a 70%-ot is elérheti az input megtakarítás mértéke. Ez figyelhető meg a foszfor és kálium felhasználás esetében, jelentősen elmarad a precíziós kijuttatás szintje a konvencionális technológiáétól. A tényleges foszfor és kálium felhasználást a 2013/2014. gazdálkodási évben a 8. és 9. ábra szemlélteti.



8. ábra: MAP kijuttatás a BGY7_58 számú táblán

Forrás: Belvárdgyulai Mg-i Zrt. (2014)

A BGY7_58 számú tábla kijuttatási térképei, illetve a 4. és 5. táblázatok szemléltetik, hogy a talaj megfelelő feltérképezésével és a precíziós technológia alkalmazásával jelentős mértékben csökkenthetjük a kijuttatott műtrágya mennyiséget, ezzel együtt a költségeket és a környezeti terhelést.



9. ábra: Kálium-klorid kijuttatás a BGY7_58 számú táblán

Forrás: Belvárdgyulai Mg-i Zrt. (2014)

A második vizsgált tábla a BGY10_100_97 számú tábla, 96,25 ha kiterjedéssel. A fő-növények kukorica, őszi búza, őszi káposztarepce vetésforgóban követik egymást. A tápanyag kijuttatási terv készítése során kalkuláltam a betakarított növények szármagadványainak beforgatásával is. A két technológia által felhasznált műtrágya mennyiség vonatkozásában hasonló eredményekre jutottam, mint a BGY7_58 számú tábla esetében. A műtrágyázás vonatkozásában, két esetben történt magasabb szintű kijuttatás a precíziós technológia alkalmazásával, azaz 2012/2013. évi kukorica N utánpótlása során 16%-kal, míg 2013/2014. évi őszi búza N utánpótlás során 12%-kal több MAS került kijuttatásra, amit a 6. táblázat is szemléltet.

6. táblázat: Precíziós és hagyományos módon kijuttatott műtrágya mennyisége (tonna) a BGY10_100_97 tábla területén*

Év	Kultúra	Műtrágya	Precíziós k.	Hagyományos k.	Differencia	%
2012/2013	Kukorica	MAS	69,42	59,86	9,56	16
		MAP	4,14	26,21	-22,07	-84
		KÁLISÓ	11,51	20,57	-9,06	-44
2013/2014	Őszi búza	MAS	62,24	55,37	6,87	12
		MAP	9,63	29,12	-19,49	-67
		KÁLISÓ	1,78	12,83	-11,06	-86
2014/2015	Őszi káposzta-repce	Sileno N micro	21,77**	52,05	-30,28	-58
		MAP	8,95	22,62	-13,67	-60
		KÁLISÓ	6,63	16,31	-9,69	-59

* természetes súlyban

** A tápanyag kijuttatási térkép csak az őszi alaptrágyázáskor alkalmazott kijuttatást tartalmazza.

Forrás: Saját kalkuláció

A 6. táblázat adatai alapján megállapítható, hogy tábla szinten a MAS kivételével átlagosan 60%-kal csökkent a felhasznált műtrágya mennyisége a hagyományos kijuttatáshoz képest mindhárom évben, mindhárom kultúra esetében.

A 7. táblázatban a BGY10_100_97 számú tábla fajlagos tápanyag felhasználását foglaltam össze.

7. táblázat: Fajlagos műtrágya kijuttatás BGY10_100_97 tábla területén (kg/ha)*

Gazdálkodási év	Termesztett kultúra	Technológia	MAS**	MAP	KÁLISÓ
2012/2013	Kukorica	Precíziós	721	43	120
		Hagyományos	621	272	213
2013/2014	Őszi búza	Precíziós	648	100	18
		Hagyományos	575	302	133
2014/2015	Őszi káposzta-repce	Precíziós	227	93	69
		Hagyományos	540	235	169

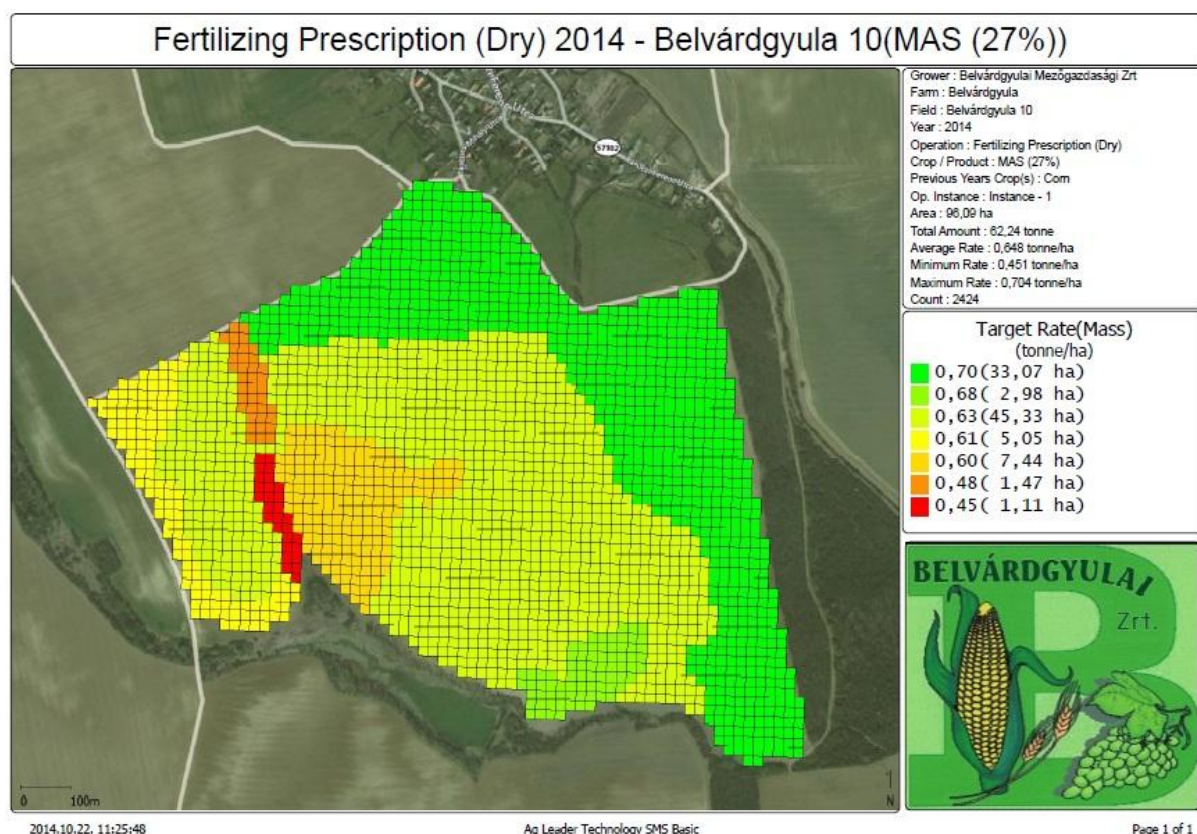
* természetes súlyban

** Őszi káposztarepce alaptrágyázása során a N utánpótlás Sileno N micro műtrágyával történt

Forrás: Saját kalkuláció

A 7. táblázatban megfigyelhető, hogy a precíziós kijuttatás igen változatos képet ad. A MAS esetében észlelhető többlet kijuttatás, ehhez képest a kálisó és MAP kijuttatás mintegy 15–37%-kal marad el a hagyományos technológiától. A 2014. évi tavaszi MAS kijuttatás is

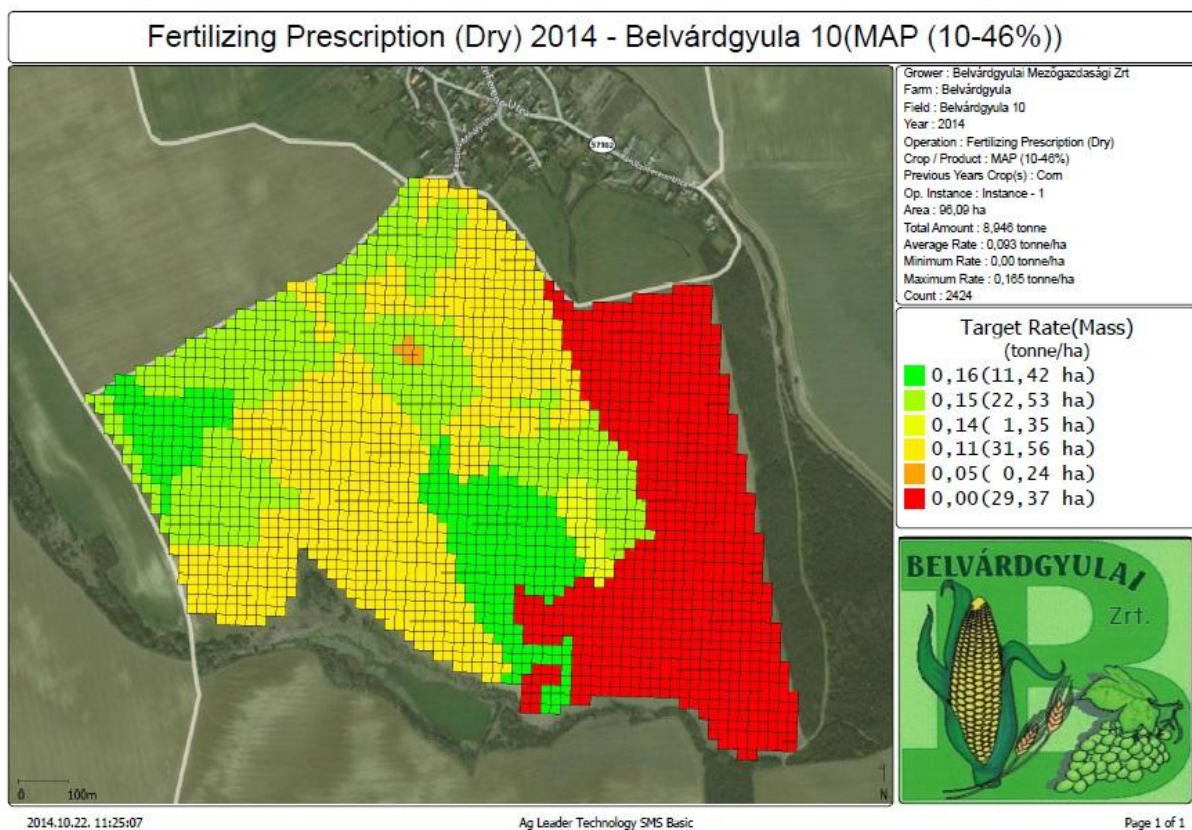
meghaladta a hagyományos technológia által használt dózisokat. Itt két termőterület esetében történt alacsonyabb szintű kijuttatás, mindössze 2,58 ha területen, ezek a piros és narancssárga színekkel jelölt termőzónák. Ezeken a területeken 450–480 kg/ha MAS került felhasználásra, míg a többi termőzónában 600–700 kg MAS került kijuttatásra hektáronként, ezt 10. ábra szemlélteti.



10. ábra: MAS utánpótlás a BGY10_100_97 számú táblán

Forrás: Belvárdgyulai Mg-i Zrt. (2014)

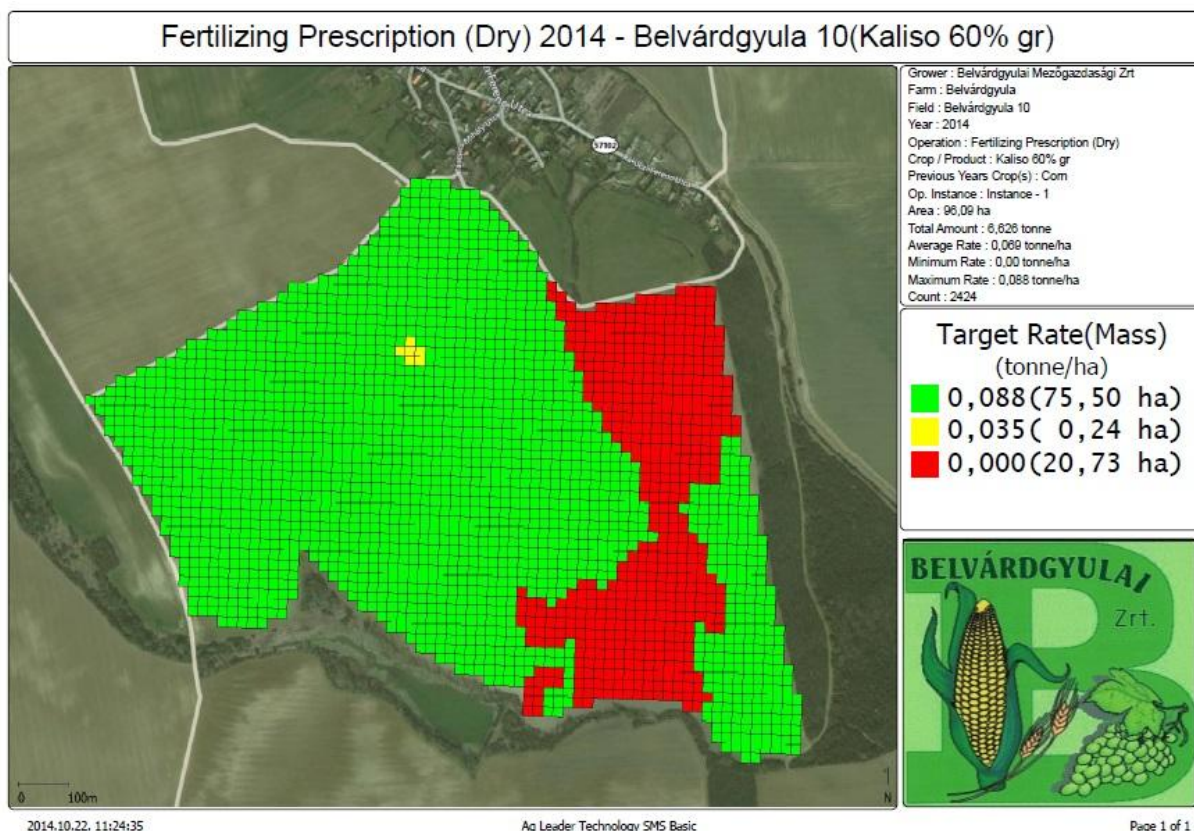
A precíziós foszfor utánpótlás mindhárom gazdálkodási évben elmarad a hagyományostól. A 7. táblázat alapján megállapítható, hogy egyik termőzónában sem érik el a legmagasabb dózisok a hagyományos technológiával kijuttatott foszfor műtrágya mennyiségét. A legmagasabb MAP műtrágya adag 160 kg/ha, ami jelentősen elmarad a hagyományos kijuttatás által alkalmazott 235 kg/ha-os dózistól. Ugyanakkor láthatunk területeket, amelyen nem történt foszfor kijuttatás, ez a tábla 30,51%-át érintette 2014-ben. A kijuttatási térképeken a pirossal jelölt területeken nem történt foszfor utánpótlás. E megállapításaimat a 11. ábrán látható a BGY10_100_97 tábla MAP 2013/2014 évi kijuttatási térkép is megerősíti.



11. ábra: MAP kijuttatási térképek BGY10_100_97 számú táblán

Forrás: Belvárdgyulai Mg-i Zrt. (2014)

A kálium felhasználás fajlagos értéke, átlagosan 65%-kal marad el a hagyományos kijuttatástól. A hektáronkénti differencia mértéke 93 kg, 115 kg és 100 kg évente. A legmagasabb dózisban kijuttatott műtrágya mennyisége kálisó esetében sem éri el a hagyományos fajlagos kijuttatás értékét, sőt e tápanyag vonatkozásában is találhatóak olyan területek, melyeken nem történt kálium utánpótlás, pontosan a tábla területének 21%-án. Ezeket a területeket jelzik a 12. ábrán látható kálium-klorid kijuttatási térkép pirossal jelölt termőzónái.



12. ábra: Kálium-klorid kijuttatás BGY10_100_97 számú táblán

Forrás: Belvárdgyulai Mg-i Zrt. (2014)

A 8. táblázat a SZED3_64_28 számú táblán felhasznált műtrágya mennyiséghez kapcsolódó kalkuláció eredményeit összegzi.

8. táblázat: Precíziós és hagyományos módon kijuttatott műtrágya mennyisége (tonna) a SZED3_64_28 tábla területén*

Év	Kultúra	Műtrágya	Precíziós k.	Hagyományos k.	Differencia	%
2012/2013	Napraforgó	MAS	15,14	10,97	4,17	38
		MAP	8,58	17,64	-9,06	-51
		KÁLISÓ	8,79	15,59	-6,80	-44
2013/2014	Őszi búza	MAS	17,26	27,76	-10,5	-38
		MAP	10,09	13,08	-2,99	-23
		KÁLISÓ	2,88	4,46	-1,58	-35
2014/2015	Kukorica	MAS	-	-		
		MAP	6,32	16,28	-9,96	-61
		KÁLISÓ	3,72	12,74	-9,02	-71

* természetes súlyban
 Forrás: Saját kalkuláció

A 8. táblázatból megállapítható, hogy a műtrágya felhasználás mértéke csak a foszfor és kálium esetében csökkent, viszont a csökkenés mértéke 25%–70%-ra tehető. A nitrogén kijuttatás tábla szinten 2012/2013. évben haladja meg a hagyományos tápanyag utánpótlás mértékét, 4,17 tonnával, vagyis 38%-kal, ugyanakkor 2013/2014. gazdálkodási évben 38%-kal marad el a precíziós technológiával kijuttatott műtrágya mennyisége a hagyományos tápanyag-utánpótlástól.

A 9. táblázatban a hektáronként kijuttatott műtrágya mennyiségét szemléltetem. A 9. táblázat alapján megállapítható, hogy a területre kijuttatott műtrágyák közül a foszfor és kálium hatóanyag tartalmú műtrágyák esetében csökkent jelentősen a precíziós technológiával kijuttatott műtrágya mennyisége a vizsgált időszakban. A nitrogén utánpótlás során a precíziós technológiával kijuttatott műtrágya mennyisége a 2012/2013. gazdálkodási évben meghaladja a hagyományos kijuttatást, ugyanakkor 2013/2014. évben a precíziós technológiával kijuttatott MAS műtrágya kb. 50%-kal marad el a hagyományos műtrágyázás során felhasznált mennyiségtől az egy hektárra kijuttatott műtrágya dózis. Megállapításaimat a 9. táblázat összesíti.

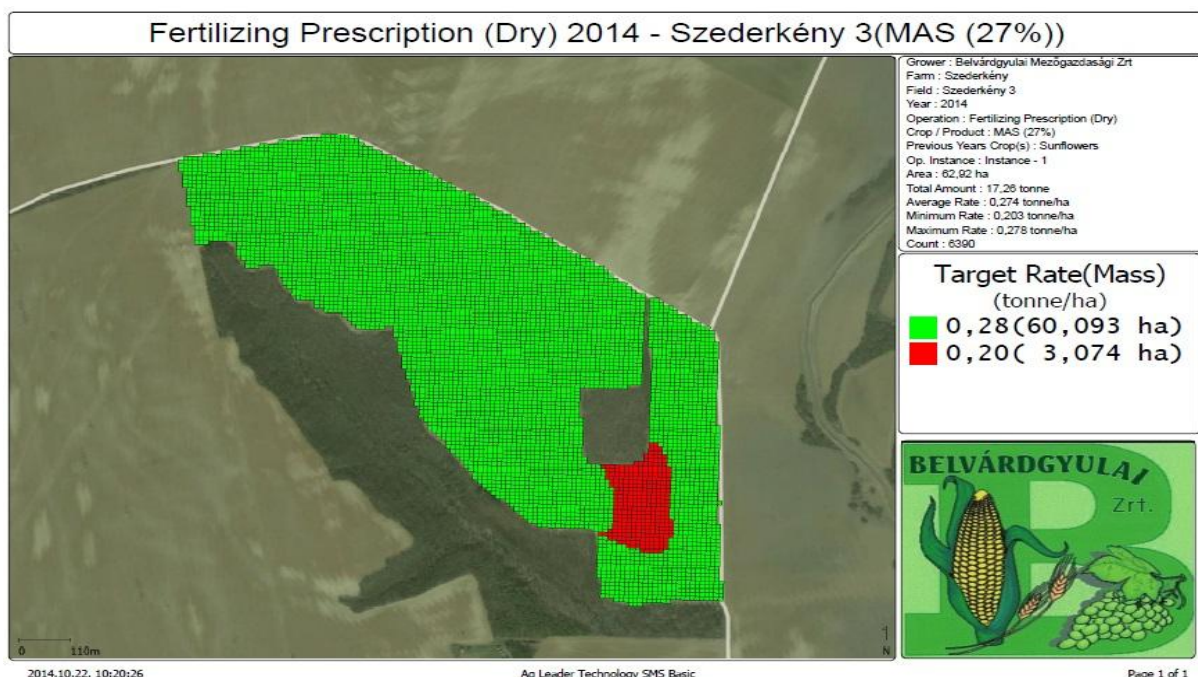
9. táblázat: Fajlagos műtrágya kijuttatás SZED3_64_28 tábla területén (kg/ha)*

Gazdálkodási év	Termesztett kultúra	Technológia	MAS	MAP	KÁLISÓ
2012/2013	Napralforgó	Precíziós	240	136	140
		Hagyományos	174	280	247
2013/2014	Őszi búza	Precíziós	274	175	46
		Hagyományos	441	207	70
2014/2015	Kukorica	Precíziós	-	100	59
		Hagyományos	-	258	202

* természetes súlyban

Forrás: Saját kalkuláció

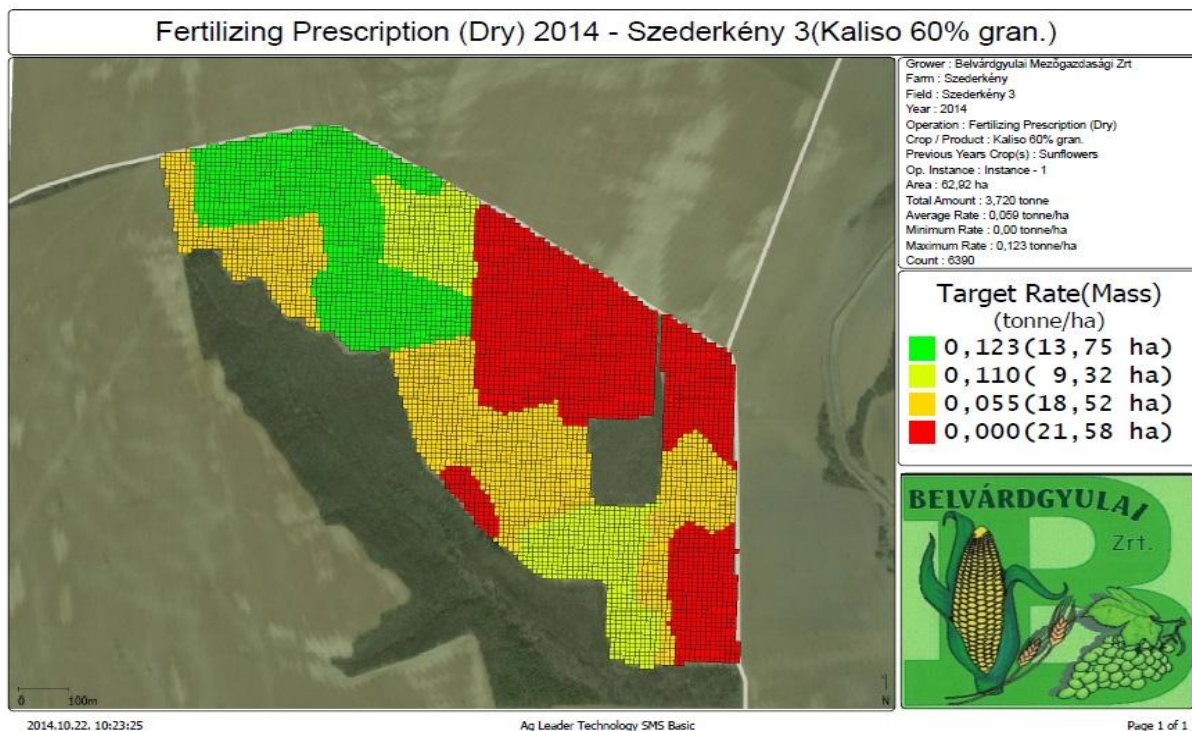
A fajlagos kijuttatás tekintetében a korábbi megállapításokra jutottam. A nitrogén utánpótlása során találkoztam a hagyományos technológiához mért magasabb kijuttatással. A nitrogén kijuttatás vonatkozásában 2013/2014. gazdálkodási évben a tábla egész területén alul maradt a precíziósan kijuttatott műtrágya mennyisége a hagyományos kijuttatástól. A 2013/2014. évi MAS kijuttatási térképe a 13. ábrán látható. A 13. ábrán látható térkép alapján megállapítható, hogy a hagyományosnál alacsonyabb mennyiségű műtrágya lett kijuttatva a precíziós technológia révén. A 2014. évi kijuttatás során a pirossal jelölt termőzónában a 200 kg/ha, míg a zöld zónákban 280 kg/ha MAS került felhasználásra, így a tábla egész területén a hagyományos szint alatt maradt a kijuttatás.



13. ábra: MAS kijuttatás SZED3_64_28 számú táblán

Forrás: Belvárdgyulai Mg-i Zrt. (2014)

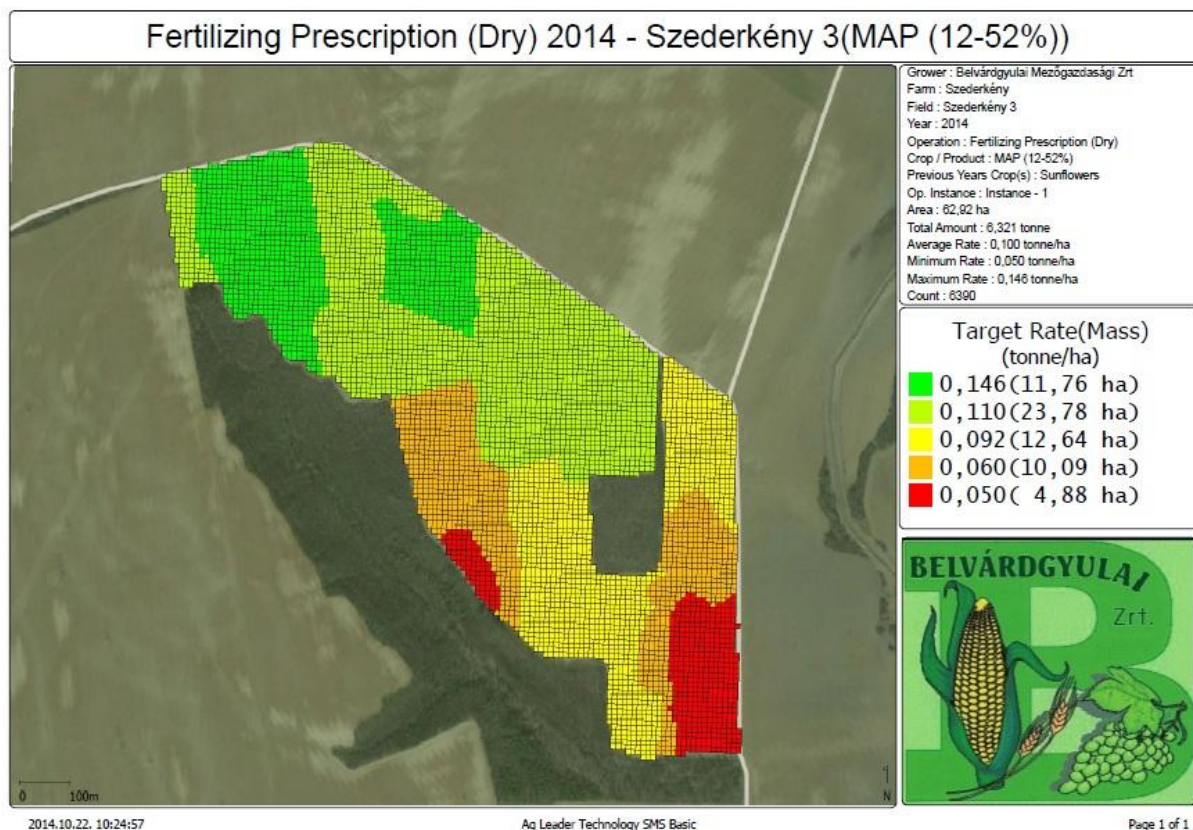
A kálium és foszfor esetében továbbra is elmaradnak a precíziós technológiával kijuttatott műtrágya dózisok a hagyományos technológiához képest. A korábbiakhoz hasonlóan a táblán belüli kijuttatás egyik termőzónában sem haladta meg a talajvizsgálatra alapozott kijuttatási tervet. A kálium kijuttatási térképeket a 14. ábra tartalmazza.



14. ábra: Kálium-klorid kijuttatás SZED3_64_28 számú táblán

Forrás: Belvárdgyulai Mg-i Zrt. (2014)

A SZED3_64_28 számú táblán is található olyan táblarész, melyen nem történt kálium kijuttatás. A 14. ábrán látható térképen a pirossal jelölt területeken nem történt kálium utánpótlás. Ugyanakkor megfigyelhető kapcsolat mutatkozik a foszfor és kálium utánpótlás között. Megállapítható, hogy ahol alacsony szintű kálium utánpótlás történt, ott a foszfor utánpótlás is alacsony szinten, vagy egyáltalán nem történt. Ha megvizsgáljuk a 14. és 15. ábrát észrevehető az azonosság. A SZED3_64_28 számú tábla foszfor kijuttatását a 15. ábra szemlélteti.



15. ábra: MAP kijuttatás SZED3_64_28 számú táblán

Forrás: Belvárdgyulai Mg-i Zrt. (2014)

Ha részletesebben megvizsgáljuk a hagyományos és a precíziós kijuttatást, megfigyelhetjük, hogy a precíziós kijuttatás nem követi a tartamkísérletek eredményei által javasolt kijuttatási tervet. Ezért tapasztalható nagyfokú eltérés a kálium és foszfor tartalmú műtrágyák kijuttatása esetén. Míg hagyományosan a növény átlagos tápanyagigényéhez és a tábla átlagos tápanyag-ellátottsága alapján tervezik a tápanyag utánpótlást, addig a precíziós technológia segítségével vizsgálható a talajok parcella szintű tápanyag-ellátottsága, a ténylegesen feltárható tápanyagok mennyisége, a termőhely minősége és domborzat. A tápanyag-kijuttatás során multispektrális légi felvételek segítségével meg tudják határozni a talajok tényleges tápanyag tartalmát, az egyes rétegek vizsgálatával és ehhez mérten tudják meghatározni a növények ál-

tal évente felvett tápanyagot és a szükséges kijuttatandó mennyiséget. A növények által felvett tápanyag mennyiségét hozamtérképezés segítségével tudják ellenőrizni, a termőpontokhoz kapcsolt hozam adatok alapján.

3.2. BERUHÁZÁSI MODELLSZÁMÍTÁS– A BERUHÁZÁS-GAZDASÁGOSSÁG VIZSGÁLATA

A precíziós tápanyag-kijuttatáshoz szükséges beruházás célja csökkenteni a felmerülő költségeket illetve a felhasznált inputokat. A számítást egy 215 hektáros területre vetítve végeztem el. Három tábla vonatkozásában vizsgáltam a kijuttatott műtrágya mennyiségének változását. A precíziós technológiával kijuttatott műtrágya mennyiségének változása a hipotézisemnek megfelelően alakult, vagyis csökkenés következett be a felhasznált műtrágya mennyiségét illetően. A beruházás során elérhető megtakarítást a konvencionális és precíziós kijuttatás során felhasznált műtrágya mennyiségek különbségének forintosított értékét tekintettem.

3.2.1. Beruházás költségeinek meghatározása

A beruházás a precíziós technológia telepítéséhez szükséges GPS eszközök beszerzésére terjed ki. A megvásárolt GPS eszközök az alábbiak Ag Leader műtrágyaszóró vezérlés, robotpilóta rendszer és egy hozammérő rendszer. Hozammérő rendszer megvásárlását azért tartom szükségesnek, hogy a későbbiekben saját magunk tudjuk elkészíteni a hozamtérképek és talajvizsgálati adatok alapján a kijuttatási tervet. Ezen eszközök beszerzési költsége 38 060 \$ (lásd. Anyag és Módszerben leírtakat), 2013. augusztus 16-i árfolyamon számítva 8 540 664 Ft (Internet 4).

A talajmintavételt a talajvizsgálattal megbízott intézet végzi, a mintavétel költsége 42 000 Ft. Teljes talajvizsgálat elvégzését tartom szükségesnek, 14 paramétert vizsgálnak a beküldött mintákban, vagyis a humusz, kötöttség, pH_{KCl} , CaCO_3 , összes só, $\text{NO}_3 + \text{NO}_2$, SO_4 , AL-P , AL-K , AL-Na , Mg_{KCl} , Cu, Zn, Mn vizsgálatát foglalja magában, ára 4 900 Ft/minta. 215 ha összterületről 5 ha mintavételi egységekkel számolva 43 mintát kell megvenni. Eszerint a talajvizsgálat ára 210 700 Ft (Internet 5). A precíziós tápanyag-utánpótlásra való átállás összes költsége 8 793 364 Ft.

A precíziós tápanyag-gazdálkodásra történő átállás állandó költséggel is jár. A sorvezetők pontosságát javítandó szükség van jelkorrekciós szolgáltatás igénybevételére, melynek éves díja 350 000 Ft. Ezáltal 2 cm-es csatlakozási és visszatérési pontosság biztosítható.

3.2.2. Kalkulatív kamatlábak meghatározása

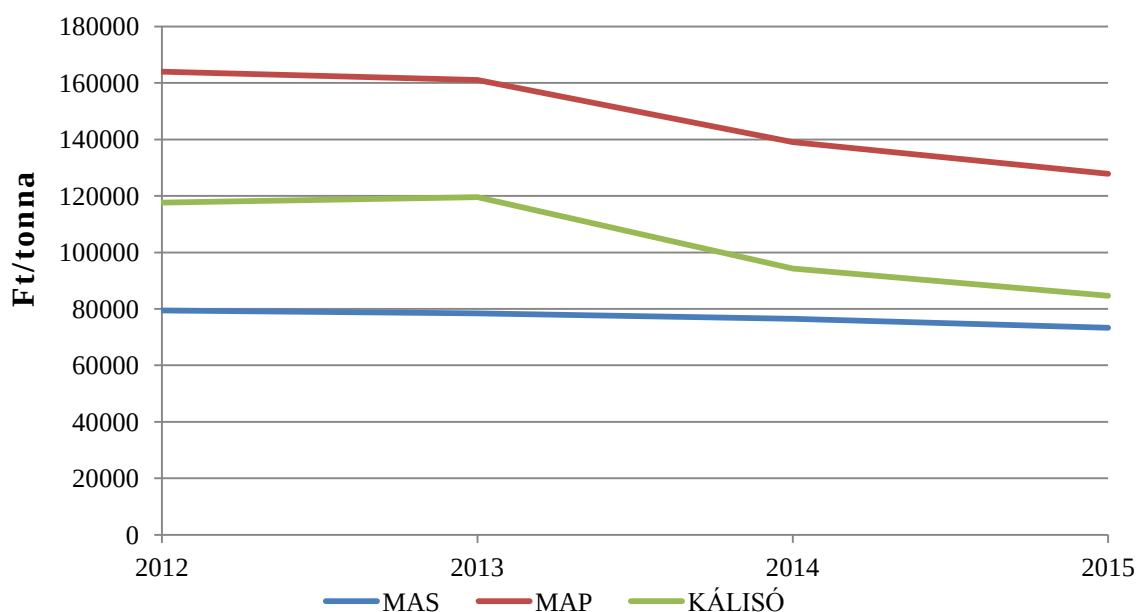
A kamatlábakat az alternatív befektetési lehetőségekhez kapcsolódó kamatok és agrárfejlesztési hitel kamatának összegeként állapítottam meg. Alternatív befektetési lehetőségekként a 3 éves lejáratú Prémium Magyar Államkötvény 2017/L sorszámú kötvényt tekintettem, melynek kamata 4,7%, a kalkulatív kamatlábban megjelenő hitelnek az Új Magyarország Agrárfejlesztési Hitelprogramot tekintettem, ennek kamata 6,58% (Internet 2, Internet 3). A hosszú lejáratú hitel és a kincstárjegy kamatának összege alapján határoztam meg a befektetés költségének diszkontálásához szükséges kalkulatív kamatlábat, melynek értéke 11%. Továbbá bevezettem egy további kamatlábat a számításba, ennek értéke 15%. Ezen kamatláb esetében a beruházástól magasabb szintű hozamot várok el, mint amihez az alternatív befektetési lehetőségek piacán juthatnék.

3.2.3. Műtrágya árak és árindex meghatározása

A beruházás megtérülésének számítását a műtrágya mennyiség megtakarításra alapozva végeztem el. A precíziós technológiával elérhető felhasznált műtrágya mennyiségének csökkenésén túl, annak értékét is meghatároztam, vagyis a kijuttatott műtrágya mennyiség csökkenésével realizálható megtakarítást. Első hipotézisemben a beruházás három éven belüli megtérülését határoztam meg. Emiatt a beruházás évétől számított három éven keresztül vizsgálom a beruházásból származó jövedelmeket (megtakarításokat), ugyanakkor, ha nem teljesül az elvárásom, akkor a megtérülés évéig vizsgálom azt. A műtrágya árakat az elmúlt évek trendjei alapján kalkuláltam a nitrogén, foszfor és kálium hatóanyagot tartalmazó mono műtrágyák vonatkozásában (lásd. bővebben az Anyag és módszerben írottakat). Mivel a beruházás óta két év eltelt, így elsősorban a 2015-re vonatkozó műtrágya árakat kell meghatároznom. AKI adatbázisok alapján képeztem az árindexet a műtrágyaárak rövidtávú változása alapján.

Az árindexet 2012–2014 időszakban bekövetkezett változások alapján határoztam meg. Az árindex értéke nitrogén műtrágyák esetében 0,96, foszfor műtrágyák esetében 0,92, kálium műtrágyáknál szintén 0,92. Az árindex egyhez viszonyított értéke adja meg a műtrágya árváltozás mértékét, így nitrogén műtrágyák ára -4,19%-kal, foszfor tartalmú műtrágyák ára -8%-kal és a kálium műtrágyák ára -8,29%-kal változik előreláthatóan.

Hosszú távon nem tartható a műtrágyaárak folyamatos csökkenése a fosszilis energiaforrások kimerülése végett. Amennyiben 2015-től emelkednének a műtrágya árak, akkor is helytálló a számítás, mivel az inputárak növekedése a beruházás megtérülési idejének lerövidülését eredményezné, a magasabb mértékű éves költségmegtakarítás miatt. A műtrágyaárak rövid távú változását a 16. ábra szemlélteti.



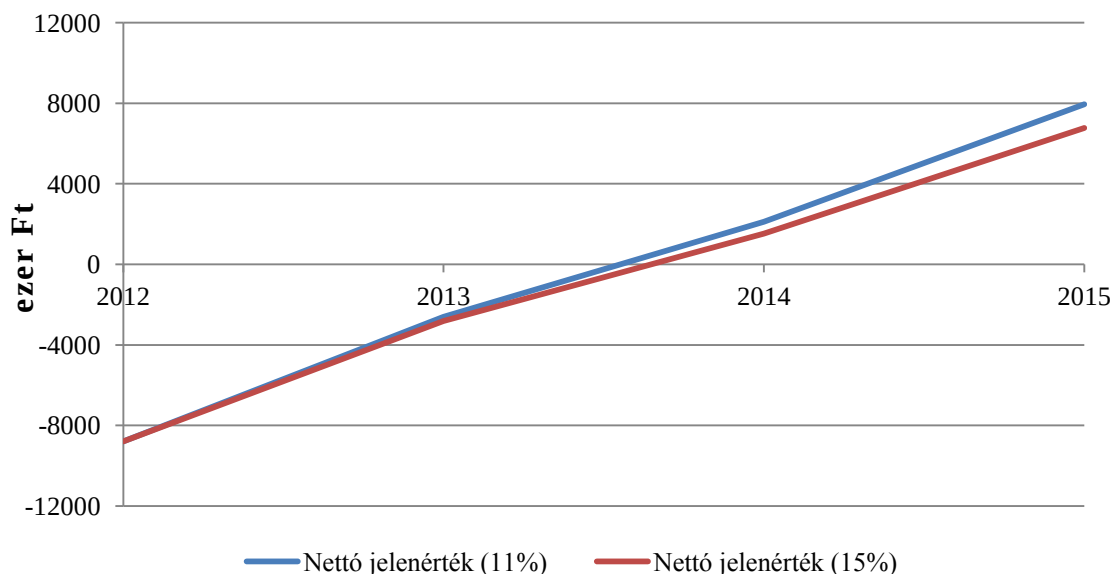
16. ábra: Műtrágyaárak változása 2012–2015 között

Forrás: Saját kalkuláció

3.2.4. A beruházás során várható megtakarítás és a nettó jelenérték

A beruházás során képződő megtakarításokat a technológia alkalmazásával elérhető input csökkenés alapján határoztam meg. A képződő műtrágya felhasználás csökkenés pénzbeli értékét összeadva kaptam meg az egyes években elérhető megtakarítás összegét. A számítást hároméves intervallumra vonatkozóan készítettem el, emiatt figyelembe vettem a pénz értékének változását. Ezért alkalmaztam a megtakarítás, azaz a nettó jelenérték vizsgálatokhoz az adott kamatlábakhoz tartozó diszkonttényezőket, így jelenértéken vizsgálhatom a jövőben képződő bevételek értékét.

A nettó jelenérték meghatározása során két kamatlábat vettem figyelembe. Egyik 11%-os kamatláb, ami az alternatív beruházási lehetőségek és a hitelfinanszírozás kamatainak összege. A másik kamatláb mértéke 15%, amelyben a magasabb hozam iránti elvárás érvényesül. A beruházáshoz kapcsolódó pénzáramokat és a megtérülési idő vizsgálatot tartalmazó kalkulációt az 1. Melléklet tartalmazza. A beruházás nettó jelenértékének alakulását az egyes kamatlábak függvényében a 17. ábra szemlélteti.



17. ábra: A beruházás megtérülésének alakulása

Forrás: Saját kalkuláció

A beruházás költsége 8 793 364 Ft. Leolvasható, hogy a beruházás az első év végén még negatív értéktartományban van, a beruházás során képződő megtakarítások az első év végén még nem fedezik a beruházás költségeit. A nettó jelenérték 11%-os kamatláb esetében -2 640 000 Ft, míg 15%-os kamatláb mellett -2 817 000 Ft. Az x tengelyt a 2013–2014 év között metszik a grafikonok. Ez azt jelenti, hogy a beruházás már a második, azaz 2014. évre megtérül. A második év végén az alábbiak szerint alakul a beruházás nettó jelenértéke: 11%-os kamatláb esetében 2 109 000 Ft, 15%-os kamatlábnál 1 522 000 Ft. Elmondható, hogy a 11%-os kamatlábnál intenzívebb növekedés tapasztalható, az utolsó évre a beruházás nettó jelenértéke 7 943 000 Ft. 15%-os kamatláb mellett a növekedés üteme lelassul, mivel a magasabb hozam- elvárás miatt a pénz értéke nagyobb mértékben romlik, így 2015-re 6 774 000 Ft a beruházás várható nettó jelenértéke.

A beruházás során képződő jövedelmek csökkenő ütemben nőnek mindkét kamatláb esetében. A növekedési ütem csökkenése a magasabb kamatláb mellett jelentősebb. Erre a grafikon ellaposodásából következtethetünk. A jelenlegi megtakarítási szinttel kalkulálva két éven belül megtérül a precíziós tápanyag-utánpótlás alkalmazásához szükséges beruházás.

3.3. TÁPANYAG-UTÁNPÓTLÁS ÉS A HOZAMOK ÖSSZEFÜGGÉSEI

A tápanyag-utánpótlás és hozamok közti kapcsolat már a tápanyag kijuttatási terv kalkulációjában megjelenik. A tápanyag kijuttatás során egy előre megtervezett hozamszinttel számolunk, az üzemi elvárásainknak és ráfordítási szintnek megfelelően. A tápanyag utánpótlás során elengedhetetlen a talajaink kultúr állapotának, tápanyag ellátottságának, illetve az elővetemény által a talajból felvett hatóanyag mennyiségének ismerete. Ebben van segítségünk a precíziós technológia egy következő eleme a hozamtérképező rendszer. A rendszer segítségével nem csak a betakarított termés eloszlását ismerhetjük meg, hanem képet kapunk talajaink ellátottságáról, termőképességéről.

A hozamtérképek jobban tükrözik a talaj heterogenitását, mint a korábban bemutatott kijuttatási térképek (lásd. 3.1. fejezet), hiszen a kijuttatási térképeknél a homogén termőzónák kijelölésében megjelenik az ember, aki az egyszerűbb kezelés érdekében leegyszerűsíti azokat, ezzel némileg elszakadva a természetes termőzónáktól. Ugyanakkor a hozamtérképek az egyes termőzónákról ténylegesen betakarított termésmennyiséget mutatják. A 18. ábrán a BGY7_58 számú tábla 2014. évi betakarítási eredményei láthatók.



18. ábra: BGY7_58 számú tábla hozamtérképe, 2014

Forrás: Belvárdgyulai Mg-i Zrt. (2014)

A 18. ábrán jól megfigyelhető a tábla heterogenitása. A különböző termőzónák jobban elkülönülnek, mint a hozzá kapcsolódó tápanyag kijuttatási térképen. A térképen megjelenik a betakarított termés nedves tömege, szemek nedvesség tartalma, a száraz tömeg. A térképről megállapíthatóak a gyengébb illetve jobb tápanyag szolgáltató területek. Ennek megfelelően a gyengébb tápanyag szolgáltató területekre kevesebb tápanyag kerül kijuttatásra, amit 19. ábra mutat be. A 19. ábra alapján szoros összefüggés figyelhető meg a tápanyag-kijuttatás és a hozamok között. A hozamtérkép alapján meghatározható, hogy a gyengébb tápanyag szolgáltató területeken, alacsonyabb szinten folyt a műtrágyázás, ezek a piros, illetve narancssárga színkóddal jelölt területek. Ugyanez tapasztalható a magas hozamokat mutató, jó tápanyag szolgáltató területek esetében is, a térképeken a zölddel jelölt területek.



Megjegyzés: Balról jobbra haladva: 2014. évi tápanyag kijuttatási térkép, 2014. évi hozamtérkép

19. ábra: Tápanyag-kijuttatás és hozamok kapcsolata-BGY7_58 számú tábla elemzése

Forrás: Belvárdgyulai Mg-i Zrt. (2014)

Ez a megfigyelés megerősíti a szakirodalmi megállapítást, miszerint a precíziós tápanyag-utánpótlás alkalmazása során a termőhelyi adottságokhoz mérten maximalizálják a hozamokat. Ez tükröződik a hozamszintekben is, hiszen a 6,0 t/ha-os kukorica hozamra kalkulált tervhez képest 9,69 t/ha-os hozamot érték el az adott tábla vonatkozásában. Ebben persze közre játszik a kedvező évjáráthatás és egyéb tényezők is, de nagy szerepe van a hozamok alakulásában a megfelelően megtervezett tápanyag-utánpótlásnak is. A magasabb termésátlagok a további kultúrák esetében is megjelennek, ezt összesíti a 10. táblázat.

10. táblázat: Tervezett és tényleges hozamok alakulása

Tábla	Kultúra	Tervezett hozam (t/ha)	Tényleges hozam (t/ha)	Növekmény (%)
BGY7_58	Őszi búza	4,0	6,68	41
	Kukorica	6,0	9,69	39
BGY10_100_97	Kukorica	5,9	6,5	10
	Őszi búza	5,8	7,86	27
SZED3_64_28	Napraforgó	2,6	3,37	23
	Őszi búza	4,5	8,28	46

Forrás: Saját kalkuláció, a Belvárdgyulai Mg-i Zrt. hozamadatai alapján

A technológia lehetőséget ad arra, hogy a hozamtérképek alapján határozzuk meg a szükséges műtrágya dózisokat. A 20. ábrán a BGY7_58 számú tábla 2014. évi kukorica betakarítás hozamtérképe és a hozamtérkép alapján elkészített MAS kijuttatási térkép látható.



Megjegyzés: balról jobbra haladva: 2014. évi hozamtérkép, 2014. évi hozamtérképből készített tápanyag kijuttatási térkép

20. ábra: Hozamtérkép és az abból készített tápanyag kijuttatási térkép

Forrás: Belvárdgyulai Mg-i Zrt. (2014)

A hozamtérképből készített tápanyag kijuttatási térképen szemmel láthatóan nagyobb részletességgel különülnek el az egyes homogén termőzónák, mint a korábbi kijuttatási térképeken (lásd. 3.1. fejezetben). A hozamtérkép és az abból készített kijuttatási térkép teljes mértékben lefedi egymást. A hozamtérképek alapján készített tápanyag kijuttatási tervek segítségével még pontosabban feltárhatóvá válnak a termőhelyi adottságok. Ez azért fontos, mert a

gyenge tápanyag szolgáltató képességű talajokon nem vagyunk képesek magas terméshozamokat elérni. Ennek függvényében hiába növelnénk az inputfelhasználás mértékét ezeken a területeken, a termés mennyiségére és minőségére nem lenne értékelhető hatással, miközben a költségek és környezetterhelés nőnének

3.4. HIPOTÉZISEK ÉRTÉKELÉSE

A következőkben kutatásom célkitűzéseit megalapozó hipotéziseimet értékelem az elért eredmények függvényében.

Első hipotézis: A precíziós gazdálkodás révén csökkenthető a felhasznált műtrágya mennyisége, és ezzel egyidőben a műtrágyaköltségek területén a szakirodalmi adatoknak megfelelő intervallumon belüli, 20–60%-os csökkenés érhető el. A három gazdálkodási év vonatkozásában vizsgált táblák esetében nem minden esetben mondható ki egyértelműen precíziós technológiával kijuttatott műtrágya mennyiségének csökkenése. Összességében a nitrogén kijuttatás az első évben 6,4%-kal haladta meg a hagyományos tápanyag utánpótlással kijuttatandó műtrágya mennyiséget, a második évben közel azonos szintű volt a kijuttatás, míg az utolsó vizsgált évben csökkent a precíziós kijuttatás a hagyományos szint alá, 23%-kal.

A foszfor műtrágya felhasználása minden esetben a hagyományos műtrágyázás szintje alatt maradt a vizsgálatban. Átlagosan 63%-os csökkenés figyelhető meg a MAP precíziós kijuttatás vonatkozásában a hagyományoshoz képest. A kálium műtrágya megtakarítás is minden esetben a hagyományos szint alatt maradt, hasonlóan a MAP-hoz. A kálium-klorid esetében precíziós műtrágyázással felhasznált mennyiség 54%-kal maradt el a hagyományos tápanyag kijuttatási tervtől.

Első hipotézisem csak részben teljesült, mivel a MAS kijuttatás esetén csak az utolsó évben érte el a műtrágya megtakarítás a hipotézisben elvárt 20–60%-os mértéket. Ugyanakkor a kálium és foszfor utánpótlást tekintve teljes mértékben igaznak bizonyult hipotézisem, mind tábla szinten, mind gazdálkodási évenként az összterületre vetítve. Amennyiben a teljes makro elem kijuttatást tekintjük, akkor a precíziós tápanyag utánpótlás során felhasznált műtrágya mennyiség 40%-kal csökkent. A fentiek függvényében elmondható, hogy a vizsgálat eredményei a feltevésemnek megfelelően alakultak. *Az első hipotézis részben igaznak bizonyult.*

Második hipotézis: A második hipotézisem szerint a precíziós tápanyag-utánpótlásra való átállás beruházás költségei, adott feltételek mellett, három éven belül megtérülnek. A beruházás-gazdaságossági vizsgálat alapján, a beruházás költségei 215 hektáron, a második év vé-

ge előtt megtérülnek. A vizsgálat eredménye alapján *második hipotézisem bizonyítottnak tekinthető.*

Harmadik hipotézis: Harmadik hipotézisemben a precíziós tápanyag-kijuttatás termés-hozamokra gyakorolt hatását határoztam meg. A feltevésem szerint 5–10%-kal növekednek a termésátlagok a precíziós technológia alkalmazásával. A vizsgálat során meglepő eredménnyel szembesültem. Minden kultúra esetében beigazolódott a feltevésem, viszont a BGY7_58 számú táblán a hozamnövekedés mértéke mintegy 40%-ra tehető. Ebben természetesen nem csak a műtrágya felhasználás játszik szerepet, hanem többek között a kedvező éjárathatás is. Ennek tényében *harmadik hipotézisem is bizonyított.*

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATTÉTEL

Kutatási tevékenységem során számos következtetést sikerült levonnom a precíziós tápanyag-gazdálkodás ökonómiai értékelésével kapcsolatban.

A kijuttatott műtrágya mennyiségére vonatkozó kalkulációból megállapítható, hogy a termőhelyhez igazodó tápanyag-utánpótlás során, az általam vizsgált táblákon jelentősen csökkent a felhasználásra került műtrágya mennyisége a hagyományos kijuttatáshoz képest. A vizsgálat során tapasztalt nagymértékű műtrágya megtakarítást többek között a magas hozam-elvárások, a termőtalaj heterogenitása, a parcellák természetes tápanyag szolgáltató képessége befolyásolja.

A vizsgálat során megállapítottam, hogy a precíziós tápanyag-utánpótlás alkalmazása nem jár feltétlenül a kijuttatott műtrágya mennyiségének csökkenésével. A vizsgálatban a nitrógen utánpótlásánál a precíziós technológiával kijuttatott műtrágya mennyisége magasabb volt a homogén kijuttatásnál kalkulált értéknél. Ugyanakkor a termésátlagok is magasabbak voltak, mint a megegyező ráfordítási színvonalú hagyományos tápanyag-kijuttatás esetében kalkulált hozamok. Ez a példa jól szemlélteti, hogy jövedelem növekedés nem csak a ráfordítási szint csökkentésével érhető el, hanem a ráfordítások növeléséből eredő hozamnövekedéssel is.

A precíziós tápanyag-utánpótlással elérhető jövedelem-növekedést több tényező is befolyásolja, de kiemelendő a talaj és az elvárt hozamszint. A precíziós technológia hatékonyságát befolyásoló további tényezők például: a heterogén termőzónák jelenléte, a talajok magasabb, avagy alacsonyabb mértékű tápanyag ellátottsága, a termelés intenzitása. Ugyanakkor a kalkuláció eredményei alapján úgy gondolom, hogy alacsonyabb intenzitású termelés esetén is jelentős műtrágya megtakarítást érhető el.

A precíziós tápanyag-utánpótlás alkalmazása a műtrágya mennyiség megtakarítás végett jelentős mértékű költség csökkenést eredményezett. A keletkezett mennyiség és költségcsökkenés mértéke megfelel a hipotézisben meghatározott 20–60%-nak. A precíziós tápanyag-gazdálkodás során a megtakarítás nem minden esetben a műtrágya felhasznált mennyiségében keresendő. A precíziós technológia alkalmazása során a hatékonyság növekedésével érhetünk el relatív költségcsökkenést, a precíz munkavégzés következtében csökkenthető a szervizelés, a gázolaj költsége, stb. Mindezek mellett nem szabad figyelmen kívül hagyni a műtrágyaárak növekedését sem, aminek következtében még magasabb költségmegtakarítás realizálható.

A beruházás-gazdaságossági kalkuláció alapján arra a megállapításra jutottam, hogy adott körülmények között a precíziós tápanyag-gazdálkodásra való átálláshoz szükséges беру-

házás nagyon rövid idő alatt térül meg, amit nagyban befolyásolt a vizsgált táblák tápanyag ellátottsága.

A számítások alapján arra a következtetésre jutottam, hogy egy hasonló mértékű beruházás alacsonyabb szintű input megtakarítással is belátható időn belül megtérül. A számítások eredményeképp meggyőződésem, hogy a szakirodalmi minimális (200 ha) üzemméret helyett, akár 100 ha alatti üzemméret esetén is életképes a technológia. Azon gazdálkodók körében terjedhet elsősorban, amelyek saját, a precíziós eszközökkel kompatibilis, modern gépparkkal rendelkeznek. Hiszen modern gépek esetében a precíziós tápanyag-gazdálkodásra való áttéréshez elegendő csupán a GPS eszközöket megvásárolni. Ugyanakkor a beruházás megtérülési ideje tovább csökkenthető, ha a precíziós gépparkkal bér munkát is szolgáltatunk. Ha figyelembe vesszük a műtrágyaárak hosszútávon várható stabil növekedését, akkor a 100 ha alatti gazdaságok esetében még meghatározóbb lesz a kijuttatott műtrágya mennyiségének csökkenése, illetve az elérhető megtakarítások mértéke.

A számítások és személyes eszmecserék következtében úgy gondolom, hogy hazánkban a precíziós technológia széles körű elterjedése még várat magára. Függetlenül attól, hogy megfelelő az infrastruktúra és a gépforgalmazók felkészültsége, sok gazdálkodó még bizonytalan a technológia jövőjét illetően. Hazánkban a gazdálkodók nincsenek felkészülve egy ilyen mértékű innovációra. A technológia bevezetésének sokszor a számítógépes alkalmazások szabnak gátat, és az, hogy magasabb szintű tudást, szakképzettséget, ennek megfelelően tanácsadási szolgáltatást igényel ezen eszközök használata. Épp ezért a fiatal generációk megjelenésével gyorsulhat a terjedés üteme. Emellett a precíziós technológia térnyerésében fontos szerepet játszik a környezetvédelmi előírások folyamatos szigorodása és az inputok (gázolaj, műtrágya) árnövekedése.

A precíziós gazdálkodás, ezen belül a tápanyag-utánpótlás szélesebb körű elterjedését elősegíthetné, ha a technológiát a forgalmazók jobban megismertetnék a gazdálkodókkal például: tájékoztatókon, gépbemutatókon keresztül. Ilyen programokkal jelenleg is találkozhatunk (pl: Dr. Szabó Agrokémiai Kft. 2014. évi Kukorica Fajtabemutató és Ag Leader tájékoztató), de úgy gondolom a technológia megismerésére és az azzal kapcsolatos ismeretátadásra hazánkban jelenleg még nagyobb szükség lenne.

Ugyanakkor hiába rendelkeznek a gazdálkodók a technológiával kapcsolatos ismeretekkel, a szűkös anyagi feltételeik miatt kevesen vállalják a beruházás költségeit. A szélsőséges időjárás és bizonytalan piaci kilátások mind visszafogják a gazdálkodók beruházási kedvét, pedig a kötelező talaj vizsgálatok eredményeiből könnyen megállapítható, hogy milyen mértékben lenne kifizetődő a beruházás.

A vizsgálataim alapján úgy gondolom, hogy az érdeklődők akár számítások elvégzésével (pl: szaktanácsadó, forgalmazó segítségével) is megbizonyosodhatnak a precíziós gazdálkodás nyújtotta előnyökről. A saját kalkulációim szerint átlagosan 40%-os megtakarítással a beruházás a második év végére megtérül. Ha az általam vizsgált területeken csak 15%-os műtrágya mennyiség csökkenést értünk volna el a precíziós tápanyag-utánpótlás alkalmazásával, akkor is rövid időn belül megtérül a beruházás, 11%-os kamatlábnál a 4. év, 15%-os kamatlábnál az 5. év végére (lásd 2. Melléklet). Egy a sajátomhoz hasonló kalkuláció is megerősítheti a gazdálkodót abban, hogy elkötelezze magát a technológia mellett. A számítás elkészítése által kézzel fogtóvá válik a technológiával elérhető műtrágya és költség megtakarítás, emellett szemléltethető a gazdálkodás hatékonyságának javulása és eredményessége, ami még jobban megerősítheti a gazdálkodót a beruházás kivitelezésében.

ÖSSZEFOGLALÁS

Dolgozatomban elsősorban a precíziós tápanyag-gazdálkodásra történő átálláshoz szükséges beruházást és a technológia révén elérhető input mennyiség változását vizsgáltam. Emellett megfigyeltem a tápanyag-kijuttatás és hozamok közti összefüggéseket is.

A szakirodalmi áttekintés során körbejártam a technológia megjelenéséig tartó utat, az intenzív energia felhasználás időszakától, az alternatív megoldások keresésén át. Ezt követően a precíziós technológia műszaki és ökonómiai jellemzőit, tápanyag-utánpótlásban rejlő lehetőségeket tártam fel.

Dolgozatom kutatási célkitűzéseként fogalmaztam meg, a precíziós technológia alkalmazása során elérhető input megtakarítás mértékének vizsgálatát. Ehhez kijuttatási térképeket használtam fel, melyeket a Belvárdgyulai Mezőgazdasági Zrt. bocsátott rendelkezésemre. A térképek három tábla műtrágya kijuttatását tartalmazzák. A hagyományos kijuttatáshoz szükséges tápanyag gazdálkodási terveket a GAK Nonprofit Kft. és a jelenleg irányadó 59./2008. (IV. 29.) FVM rendelet alapján határoztam meg. A hagyományos módon és a helyspecifikusan kijuttatott műtrágyák természetes súlyban vett értékét vetettem össze egymással. A vizsgált területen MAS kijuttatás során csak egy év vonatkozásában alacsonyabb a precíziós kijuttatás szintje a homogénétől. A kálium-klorid és MAP műtrágyák esetében 54–60%-os műtrágya megtakarítás figyelhető meg a hagyományos kijuttatáshoz képest. Ez jelentős mértékű megtakarítást von maga után, ami a jövőben még meghatározóbb lesz, mivel a műtrágyákra, mint kimerülő erőforrásokra kell gondolnunk, ezért hosszú távon biztos növekedésre számíthatunk a műtrágyaárak vonatkozásában. A véges készletek miatt sem elhanyagolható az olyan technológiák alkalmazása, amivel csökkenteni tudjuk a felhasználás mértékét.

Dolgozatom második céljaként fogalmaztam meg egy beruházás megtérülési idejének vizsgálatát. A példában szereplő beruházáshoz kapcsolódóan hároméves megtérülési időt határoztam meg. A kalkulációt egy 215 ha méretű fiktív gazdaságra készítettem el. A kalkulációt a precíziós tápanyag-utánpótlás nyújtotta költségmegtakarításra alapoztam, amit az input megtakarítás alapján határoztam meg. A műtrágyaárak meghatározásában a rövid megtérülési idő következtében a jelenlegi trendeket vettem alapul. A műtrágya árak csökkenő tendenciát mutatnak rövidtávon, de a fenti okok miatt a jövőben a műtrágyaárak nagymértékű emelkedésével kell kalkulálni. Emellett szükség volt kalkulatív kamatlábak bevezetésére, mellyel a pénz értékének változását is figyelembe vettem a számítás során. A kamatlábakat a Prémium Magyar Államkötvény 2017/L kötvény és az Új Magyarország Agrárfejlesztési Hitelprogram

kamatának összege alapján állapítottam meg. Ezt alapul véve a számítást 11% és 15%-os kamatlábakkal végeztem el. A kalkuláció során arra az eredményre jutottam, hogy a beruházás mindkét opcióban már a második évben megtérül.

A fentiek mellett megvizsgáltam a tápanyag-utánpótlás és hozamok közti kapcsolatot. A vizsgált táblák vonatkozásában megállapítható, hogy a precíziós tápanyag-utánpótlás pozitívan hat a hozamokra. Átlagosan 30%-os termésátlag növekedés következett be a vizsgált kultúrák esetében, a hagyományosan kalkulált kijuttatás- és hozamszinthez képest.

A fenti vizsgálatok eredményeként úgy gondolom, hogy a precíziós gazdálkodás nem csupán a társas vállalkozások, számára, hanem az alacsonyabb input felhasználású gazdaságokban is jövedelmező. A munkavégzés hatékonyabbá tétele, a kijuttatás során elérhető relatív költségcsökkenés miatt döntenek elsősorban a gazdasági szervezetek a helyspecifikus tápanyag-utánpótlás bevezetése mellett. A precíziós technológia térnyerésében ugyanakkor fontos szerepet játszik a környezetvédelmi előírások folyamatos szigorodása és az inputok (gázolaj, műtrágya) árnövekedése, ami miatt a jövőben még nagyobb jelentőséggel bíró technológiaként kell majd tekintenünk rá.

A számítások, személyes eszmecserék és tapasztalatok következtében úgy gondolom, hogy hazánkban a precíziós technológia széles körű elterjedése még várat magára, de az egyre nagyobb környezetvédelmi-politikai nyomás felgyorsítja a folyamatot. Akik már használják a technológia bármely elemét, elégedettséggel figyelik az eredményeket. A precíziós technológia nem csupán üzemi előnyöket hajt, hanem megjelenik benne az ember is, mint tényező, mint munkavállaló. A technológia alkalmazásával csökken a munkavállalók terhelése a csúcsideőszakban, csökken a balesetveszély, nagyobb pontossággal képesek végezni munkájukat és a javuló munkakörülmények miatt javul a munkamoráljuk.

IRODALOMJEGYZÉK

Szakirodalom:

- Ángyán J.–Menyhért Z. (2004):** *Alkalmazkodó növénytermesztés, környezet- és tájgazdálkodás.* Szaktudás Kiadó, Budapest
- Batte, M. T.–M. W. Arnholt (2002):** *Farmer Evaluation of Precision Farming Technologies.* Journal of the ASFMRA
http://portal.asfmra.org/userfiles/file/journal/batte78_89.pdf (letöltve: 2013.04.25.)
- Birkás M. (2001):** *Talajművelés a fenntartható mezőgazdaságban.* Akaprint, Budapest
- Birkás M. (2006):** *Környezetkímélő alkalmazkodó talajművelés.* Szent István Egyetem, Gödöllő
- Burgerné Gyimes A. (2003):** A földhasználati és földbirtok politika az Európai Unióban és néhány csatlakozó országban. *Közgazdasági Szemle* 5. évf. szeptember pp. 819–832.
- Csathó P. (s.a.):** *Környezetkímélő növénytáplálás.* Szent István Egyetem, Gödöllő
<http://mkk.szie.hu/dep/talt/fgy/Szakm%E9rn%E9ki/Talajer%E9gagd%E9lkod%E9s/A%20%E9pelem-m%E9rleg%20alapelvei%20%E9s%20m%E9dszere.pdf> (letöltve: 2014. 10. 12.)
- Curtiss, J. (2012):** *Cost Efficiency and Farm Self-selection in Precision Farming: The Case of Czech Wheat Production.* 131st EAAE Seminar 'Innovation for Agricultural Competitiveness and Sustainability of Rural Areas', Prague
<http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/135784/2/Curtiss.pdf> (letöltve: 2014.09.30.)
- Fekete A. (2003):** *Részjelentés a "Precíziós növénytermesztés" c. kutatás-fejlesztési szerződésben végzett munkáról.* Budapest pp. 80–91.
- Ferencsik S.–Sulyok D. (2011):** *Precíziós tápanyag-gazdálkodás a gyakorlatban.* Debreceni Egyetem, Debrecen
- Grisso, R. D.–M. Alley–P. McCellan–D. Brann–S. Donohue (2002):** *Precision farming: a comprehensive approach.* Virginia Cooperative Extension Publication, Virginia Tech, Blacksburg, pp. 442–450.
http://pubs.ext.vt.edu/442/442-500/442-500_pdf.pdf (letöltve: 2014. 10.07.)
- Kalmár S. (2010):** *A precíziós növénytermelés üzemgazdasági összefüggései.* PhD értekezés, Mosonmagyaróvár pp. 28–61.
http://www.mtk.nyme.hu/fileadmin/user_upload/phd/2010/Kalmar_S._disszertacio.pdf (letöltve: 2014. 10.05.)
- Kádár I. (2005):** „Korszakváltás a hazai mezőgazdaságban: a modern növénytermesztés alapjai” tudományos ülés: tudományos ülés, Debrecen, 2005. november 8.: [Bocz Ernő 85 éves], MTA Növénytermesztési Bizottsága, Budapest.
- Kis S. (2008):** *Az ökológiai gazdálkodás jövedelmezőségét befolyásoló tényezők vizsgálata,* PhD értekezés, Szent István Egyetem, Gödöllő pp. 6–22.
http://szie.hu/file/tti/archivum/Kis_s_phd.pdf (letöltve: 2014. 10. 16.)

- Kovács P.–Petres T. (2007):** *Általános statisztikai képletgyűjtemény*, JATE Press, Szeged pp. 8.
- Központi Statisztikai Hivatal (2011)** *Környezeti Helyzetkép*
<http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/pdf/kornyhelyzetkep11.pdf> (letöltve: 2014.10.22.)
- Központi Statisztikai Hivatal (s.a.):** *A mezőgazdasági ráfordítások átlagárai*
https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_evkozi/e_qsmb001b.html (letöltve 2014. 10. 22.)
- Lencsés E. (2012):** *A precíziós növénytermelés alkalmazása Magyarországon*. LIV. Georgikon napok, Keszthely pp. 290–292.
- Lencsés E.–Takácsné György K. (2009):** *A precíziós tápanyag-utánpótlás gazdaságossága*. LI. Georgikon Tudományos Konferencia, Keszthely pp. 583–589.
- Magyari J. (2005):** *Térinformatikai módszerek alkalmazása az agrár-környezetgazdálkodás és vidékfejlesztés területén*. PhD értekezés, Szent István Egyetem, Gödöllő. pp. 5–30.
http://phd.szie.hu/JaDoX_Portlets/documents/document_3301_section_3677.pdf
 (letöltve: 2014. 09. 30.)
- Nagy S.(2003):** *A gyomfelvételezési módszerek fejlesztése a precíziós gyomszabályozás tervezéséhez*. PhD értekezés, Nyugat-Magyarországi Egyetem Mosonmagyaróvár pp. 19–26.
http://www.mtk.nyme.hu/fileadmin/user_upload/phd/2004/Nagy_S._disszertacio.pdf
 (2014. 10. 01.)
- Németh T. (2005):** „Korszakváltás a hazai mezőgazdaságban: a modern növénytermesztés alapjai” tudományos ülés: tudományos ülés, Debrecen, 2005. november 8.: [Bocz Ernő 85 éves]. MTA Növénytermesztési Bizottsága, Budapest
- Németh T. (2013):** Precíziós növénytermesztés-I. rész. *Agro Napló*, 17. évf. 3. sz
<http://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2013/03/szantofold/5239> (letöltve: 2013. 08.10.)
- Németh T.–Neményi M.–Harnos Zs. (2007):** *A precíziós mezőgazdaság módszertana*. JATE Press Kiadó, Szeged
- Oros I. (2002):** A birtokszerkezet Magyarországon. *Statisztikai Szemle* 80. évf. 7. sz. pp. 681–695.
- Petőné Varga É. (2007):** *Mezőgazdasági termésnövelő anyagokat gyártó és forgalmazó szervezetek műtrágya beszerzési és értékesítési adatai 2007. év*. Agrárgazdaságtani Kutatóintézet, Budapest
- Smuk N.–Milics G.–Salamon L.–Neményi M. (2007):** A precíziós gazdálkodás beruházásainak megtérülése. *Gazdálkodás* 53. évf. 3. sz pp. 246–252.
- Smuk N.–Milics G. (2013):** Helyzetmeghatározás a mezőgazdaságban, *Agro Napló*, 17. évf. 5. sz. pp. 70–71.
- Swinton S. M.–J. Lowenberg-DeBoer (1998):** *Profitability of Site-Specific Farming, Site-Specific Management Guidelines*. South Dakota State University
[http://www.ipni.net/publication/ssmg.nsf/0/5C911A7DFA82C6B5852579E500763DE4/\\$FILE/SSMG-03.pdf](http://www.ipni.net/publication/ssmg.nsf/0/5C911A7DFA82C6B5852579E500763DE4/$FILE/SSMG-03.pdf) (letöltve: 2014. 09.27.)

Takácsné György K. (2011): *A precíziós növénytermelés közgazdasági összefüggései.* Szaktudás Kiadó, Budapest

Tamás J. (2001): *Precíziós mezőgazdaság.* Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest

Tamás János–Neményi M.–Milics G. (2008): *Precíziós mezőgazdaság.* JATE Press Kiadó, Szeged

Varga É. (2014): Műtrágya értékesítés. *Statisztikai jelentések.* XXV. évf., 3. sz., Agrárgazdasági Kutató Intézet, Budapest

Jogszabályok:

A vizek mezőgazdasági eredetű nitrátszennyezéssel szembeni védelméhez szükséges cselekvési program részletes szabályairól, valamint az adatszolgáltatás és nyilvántartás rendjéről szóló 59/2008. (IV.29.) FVM rendelet

http://njt.hu/cgi_bin/njt_doc.cgi?docid=118054.261219 (letöltve: 2014. 10. 22.)

Internetes források:

FAO (1988): http://agritech.tnau.ac.in/sustainable_agri/susagri%20_%20Definition.html (letöltve: 2014.10.20.)

Internet 1: *Ag Leader precíziós eszközök termékkatalógus 2013.*
http://www.axial.hu/upload_files/tiny/alkatresz/130924ag%20leader/AgLeader%20katal%C3%B3gus%202013.pdf (letöltve: 2013. 08. 16.)

Internet 2: *Prémium Magyar Államkötvény 2017/L kamata*
<http://www.allampapir.hu/allampapirok/lakossagi-kamatok> (letöltve: 2014. 10. 25.)

Internet 3: *Új Magyarország Agrárfejlesztési Hitelprogram*
<https://www.mfb.hu/tevekenyseg/hitelprogramok/vallalkozasok/agrarfejlesztesi> (letöltve: 2014. 10. 25.)

Internet 4: *Magyar Nemzeti Bank, 2013. 08. 16-i dollár árfolyam*
http://www.mnb.hu/AllandoTartalmak/ExchangeRateRss/20130816_USD_ExchangeRate (letöltve: 2013. 08.16.)

Internet 5: *Talajmintavétel és talajvizsgálat költsége*
<http://talajlabor.uw.hu/> (letöltve: 2013. 09. 15.)

Internet 7: *GAK online gazdálkodási napló*
<http://gn.gak.hu/tgt/> (letöltve: 2014. 10. 22)

MELLÉKLETEK

1. Melléklet: Kalkuláció precíziós tápanyag-utánpótlás beruházáshoz

Időtáv	2012	2013	2014	2015
Beruházás ezer Ft	-8793			
Hagyományos műtrágya (N) t		93	118	123
Precíziós műtrágya (N) t		99	119	100
Megtakarítás (N) t		-6	0	23
Műtrágya ár (N) ezer Ft/t		78	77	73
Megtakarítás értéke (N) ezer Ft		-500	-22	1651
Hagyományos műtrágya (P) t		54	58	54
Precíziós műtrágya (P) t		20	23	19
Megtakarítás (P) t		34	35	35
Műtrágya ár (P) ezer Ft/t		161	139	128
Megtakarítás értéke (P) ezer Ft		5434	4821	4465
Hagyományos műtrágya (K) t		39	28	41
Precíziós műtrágya (K) t		20	14	15
Megtakarítás (K) t		19	14	26
Műtrágya ár (K) ezer Ft/t		120	94	86
Megtakarítás értéke (K) ezer Ft		2286	1291	2215
Összes megtakarítás ezer Ft		7220	6090	8331
Beruházással járó állandó többlet költség ezer Ft		-350	-350	-350
Beruházás során képződő tényleges megtakarítás		6870	5740	7981
Diszkonttényező 11%		0,901	0,821	0,731
Diszkonttényező 15%		0,87	0,756	0,658
Diszkontált megtakarítás 11%(ezer Ft)		6190	4712	5834
Diszkontált megtakarítás15% (ezer Ft)		5977	4339	5252
Nettó jelenérték 11% (ezer Ft)	-8793	-2604	2109	7943
Nettó jelenérték 15% (ezer Ft)	-8793	-2817	1522	6774

2. Melléklet: A precíziós tápanyag-utánpótláshoz kapcsolódó beruházás megtérülési idejének alakulása 15%-os műtrágya mennyiség csökkenés mellett (kalkuláció)

Időtáv	2012	2013	2014	2015	2016*	2017*	2018*
Beruházás ezer Ft	-8793						
Hagyományos műtrágya (N) t		93	118	123	120	116	113
Precíziós műtrágya (N) t		79	101	104	102	98	96
Megtakarítás (N) t		14	18	19	18	17	17
Műtrágya ár (N) ezer Ft/t		78	77	73	70	68	65
Megtakarítás értéke (N) ezer Ft		1101	1360	1357	1274	1174	1103
Hagyományos műtrágya (P) t		54	58	54	55	53	54
Precíziós műtrágya (P) t		46	49	46	47	45	46
Megtakarítás (P) t		8	9	8	8	8	8
Műtrágya ár (P) ezer Ft/t		161	139	128	118	108	100
Megtakarítás értéke (P) ezer Ft		1315	1205	1035	976	865	806
Hagyományos műtrágya (K) t		39	28	41	35	39	39
Precíziós műtrágya (K) t		33	24	35	30	33	33
Megtakarítás (K) t		6	4	6	5	6	6
Műtrágya ár (K) ezer Ft/t		120	94	86	79	73	67
Megtakarítás értéke (K) ezer Ft		720	397	524	428	429	393
Összes megtakarítás ezer Ft		3136	2962	2916	2678	2468	2303
Beruházással járó állandó többlet költség ezer Ft		-350	-350	-350	-350	-350	-350
Beruházás során képződő tényleges megtakarítás		2786	2612	2566	2328	2118	1953
Diszkonttényező 11%		0,901	0,821	0,731	0,659	0,593	0,535
Diszkonttényező 15%		0,870	0,756	0,658	0,572	0,497	0,432
Diszkontált megtakarítás 11%(ezer Ft)		2510	2144	1876	1534	1256	1045
Diszkontált megtakarítás 15%(ezer Ft)		2424	1975	1689	1332	1053	844
Nettó jelenérték 11% (ezer Ft)	-8793	-6283	-4139	-2263	-728	528	1572
Nettó jelenérték 15% (ezer Ft)	-8793	-6369	-4395	-2706	-1374	-322	522

*A korábbi évek ráfordítási szintjére alapozott műtrágya felhasználás