

SZAKDOLGOZAT

Cziráki Gábor

Precíziós mezőgazdasági szakmérnöki szak

**Georgikon Campus
Keszthely
2023**



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Georgikon Campus

Precíziós mezőgazdasági szakmérnöki szak

**A precíziós gazdálkodás technológiai követelményeinek
elemzése**

Belső konzulens: Dr. Tóth Zoltán, egyetemi docens

Külső konzulens: Dr. Hermann Tamás, kutató

Készítette: Cziráki Gábor

P4GX16

Precíziós mezőgazdasági szakmérnöki szak

Intézet/Tanszék: Növénytermesztési-tudományok

Intézet / Agronómia Tanszék

Készthely

2023

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés és célkitűzés	1
2.	Irodalmi áttekintés	3
2.1.	A precíziós gazdálkodás általános elvei	3
2.2.	A precíziós gazdálkodás innovációtartalma	4
2.3.	A precíziós gazdálkodás térhódítása	5
2.4.	A precíziós mezőgazdasági technológiák	7
2.4.1.	Differenciált tápanyag-gazdálkodás	7
2.4.2.	Differenciált vetés.....	8
2.4.3.	Differenciált növényvédelem.....	8
2.5.	Precíziós gazdálkodás megtérülése.....	9
3.	Anyag és módszer	11
3.1.	A vizsgálat tárgya	11
3.2.	Precíziós esetek	12
3.3.	A pályázati konstrukció.....	12
3.4.	Az elemzés módszere	13
4.	Vizsgálati eredmények és értékelésük.....	16
4.1.	Az 1. precíziós eset eredményei.....	16
4.2.	Az 2. precíziós eset eredményei.....	17
4.3.	Az 3. precíziós eset eredményei.....	18
4.4.	A precíziós esetek (szcenáriók) közötti összefüggések.....	19
5.	Következtetések, javaslatok	21
6.	Összefoglalás	22
	Köszönetnyilvánítás	23
7.	A szakirodalom jegyzéke	24
8.	Melléklet	27

1. Bevezetés és célkitűzés

Ma Magyarországon a mezőgazdasági termelés alapvetően hagyományos eszközökkel és módszerekkel történnek, amelyek ha jobban belegondolunk, nem veszik figyelembe a földterületek minőségi különbségeit, nem dolgoznak centiméterre pontosan, egyformán adagolják a műtrágyát, egyformán permeteznek, tehát nem a termőhelyhez igazítottan végzik a munkát.

Én egy körülbelül 1000 ha -os területen gazdálkodom, és meglehetősen fogékony vagyok az újdonságokra, melynek értelmét látom. Néhány éve hallottam a precíziós gazdálkodásról, mint alternatív lehetőségről a mezőgazdaságban és rájöttem, hogy ez a módszer nagyon sok előnnyel jár, mint rövidtávon, mint hosszútávon. Rövidtávon a pontos, célirányos, adott területen a helyi minőségű talajok precíziós művelése, hosszútávon pedig a fenntartható gazdálkodás megteremtése a cél.

Ezért minthogy az alapvégzettségem közgazdász, látni szeretném, hogy a hosszútávú előnyök mellett rövidtávon mennyi idő alatt térül meg az a plusz befektetés, amibe ez a precíziós gazdálkodás, illetve a gazdálkodáshoz szükséges gépbeszerzések kerülnek.

A precíziós gazdálkodásra történő átállás beruházás igényes, sok forrást, időt, türelmet igénylő folyamat. Az átálláshoz szükséges műszaki infrastruktúra fejlesztést már sokan meglépték, ugyanakkor a valós precíziós gazdálkodás teljessége még a legtöbb helyen hiányzik. A precíziós gazdálkodás ugyanakkor egyre jobban terjed a gazdálkodók körében, aminek nagy lökést adhat, ha pályázati forrás is áll mögötte. Ez elsősorban a precíziós gazdálkodásra alkalmas gépek beszerzését jelenti, hiszen ha már a gépeket alkalmassá tesszük a helyspecifikus, táblán belüli műveletek kivitelezésére, nagy lépést tettünk az átállási folyamat elindítása érdekében.

Dolgozatom elkészítésével szeretnék hozzájárulni a precíziós gazdálkodás elindításának motivációjához, feltárva azt a tényt, hogy milyen gyorsan várható el egy precíziós gépberuházás megtérülése, a gazdálkodás főbb agrotechnikai műveleteinek kivitelezéséhez szükséges alpinfrastruktúra beszerzésével. A dolgozatomban a precíziós gazdálkodás technológiai követelményeinek elemzését hajtom végre olyan formán, hogy valós gépbeszerzési adatokat figyelembe véve, a precíziós gazdálkodás agrárműszaki beruházásainak többlet beruházásigénye mikor térülhet meg, az agrotechnikai munkafeladatok precízebb kivitelezésének hatékonyságnövekedése alapján.

Nyilván ez nem teljesen elegendő ahhoz, hogy valaki a precíziós gazdálkodást „precízen” kivitelezni is tudja, ugyanis az eredményes gazdálkodáshoz adatgyűjtésre, adatelemzésre, kiértékelésre, szoftverkezelésre és térbeli gondolkodásra is szükség van. Ugyanakkor a műszaki alpinfrastruktúra beszerzéséhez szükséges döntéselőkészítéshez nagy segítséget jelenthet a dolgozatban tárgyalt elemzés.

Ráadásul az elmúlt években ismét lehetőség nyílt technológiai fejlesztések pályázattal történő megvalósítására a Vidékfejlesztési Program keretében meghirdetésre került a „Mezőgazdaság digitális átállásához kapcsolódó precíziós fejlesztések támogatása” című, VP2-4.1.8-21 kódszámú pályázati felhívás keretében, ami újból előtérbe hozta a megtérülési kérdéskört a precíziós gazdálkodás alpinfrastruktúrájának beszerzését illetően.

2. Irodalmi áttekintés

2.1. A precíziós gazdálkodás általános elvei

A precíziós növénytermesztés olyan műszaki, informatikai és termesztéstechnológiai alkalmazások összessége, amelyek lehetővé teszik a táblán belül változó körülmények megfelelő művelését, ezáltal hatékonyabbá teszik a termelést, csökkentik az inputanyagok felhasználását, valamint a feleslegesen kijuttatott szerek csökkentésével segítik a környezetkímélő gazdálkodást (KEMÉNY et al, 2017)

Az első jelentős technológiai újítások, melyek megalapozták a precíziós gazdálkodást a műholdas távérzékelés, légi távérzékelés és időjárás előrejelzés voltak, kiegészítve mindezt olyan műszaki megoldásokkal melyek lehetővé tették a differenciált dózisú inputanyag kijuttatást. A precíziós mezőgazdaság egy hely specifikus eljárás, ami a gyakorlatban annyit jelent, hogy a megfelelő eljárást a megfelelő helyen, időben és mennyiségben alkalmazzuk. A precíziós gazdálkodás olyan műszaki, informatikai és termesztéstechnológiai alkalmazások összessége, amelyek lehetővé tesznek egy termőhelyhez alkalmazkodó termesztést, táblán belül változó művelést, ezáltal hatékonyabbá teszik a termelést. A technológia optimalizálja olyan inputanyagok felhasználását, mint műtrágya, növényvédő szer, vetőmag, vagy üzemanyag, így a feleslegesen kijuttatott szerek csökkentésével segíti a környezetkímélő gazdálkodást. (BIRKÁS 2006)

A precíziós gazdálkodás alapja és egyben fontos jellemzője a gazdálkodás teljes folyamatában – adatgyűjtés, adatfeldolgozás, döntéshozatal, adatok értékelése, beavatkozás – az infokommunikációs technológiák, számítógépes vezérlés, műholdas felmérések, térinformatika, geostatisztika használata, valamint pontos mérések végzése.

Míg a hagyományos mezőgazdaságban a táblák egységes műtrágya-, öntözés-, vagy vetés alatt állnak, addig a precíziós mezőgazdaságban ezek a táblák külön kezelendő beavatkozási zónákra különíthetők el, melyeken belül az adott zóna sajátosságai határozzák meg a megfelelő kezelést. (LÁNG - VERES 2018)

A másik jellemzője, hogy figyelembe veszi az adott termelési egységen belüli heterogenitást, és az alapján határozza meg a szükséges kezeléseket. A termelési egységek – termőzónák – mérete néhány hektárról akár egy növényig is változhat.

A precíziós gazdálkodás nagy beruházásigényű az informatikai háttér és a speciális géppark beszerzés miatt, de kombinálható a hagyományos gazdálkodással is, így csak egy-egy elemét vezetik be a precíziós gazdálkodásnak.

A precíziós gazdálkodás koncepciója az 1980-as évekre eredeztethető és Az Egyesült Államokból indult. 1985-ben a minnesotai egyetemen valósítottak meg változó dózisú talajjavítást. Ebben az időszakban kezdődött a rácsháló alapú talaj mintavétel, ahol egy hektáros rácshálóban történt a talajminták gyűjtése, majd elemzése. Az évtized vége felé pedig ezek a mintavételek lettek az alapjai az első változó dózisú inputanyag kijuttatásoknak. Később a hozamtérképezők és az azokhoz kapcsolódó GPS technológia segítették elő a terjedést és további fejlődést. Manapság több millió hektáron folyik precíziós gazdálkodás világszerte. (LÁNG – VERES 2018)

2.2. A precíziós gazdálkodás innovációtartalma

A precíziós gazdálkodás bevezetését és a gépbeszerzéseket tekinthetjük egy innovációs szintlépésnek, az innovációt pedig a fejlődés mozgatórugójaként kell értelmezni. (TAKÁCSNÉ, 2011) munkájában az innováció 5 típusát különbözteti meg:

- • új termék bevezetése,
- • új gyártási módok adaptációja,
- • új piacok megnyitása,
- • új nyersanyagok vagy félkész termékek megszerzése,
- • iparági átszervezések.

A fentiek alapján elmondható, hogy a precíziós gazdálkodás új „gyártási módok” adaptációja. Az előállított termény nem jelenik meg új piacon, mert nincs megkülönböztetve a konvencionális termékektől.

Napjainkban az innováció újdonságot jelent és gyakran szinte csak műszaki megoldásokra használjuk a kifejezést, pedig az innováció maga a gyakorlati megvalósítás, a tudás alkalmazása,

ami „összekapcsolja” az újdonságokat. Önmagában az innováció nem eredményes, szükséges hozzá, hogy széleskörben alkalmazzák. Az adaptáció folyamatát diffúzióknak nevezzük (TAKÁCSNÉ 2011).

A helyspecifikus gazdálkodás összetett rendszer, több olyan szakterületet fog össze, aminek ismerete önmagában is megállja a helyét, például gépészet, térinformatika, talajtan, növényvédelem, geostatisztika. Emiatt a komplexitás miatt a kipróbálhatóság mértéke és a megfigyelhetőség is bonyolultabbá válik, sok ismeretet kell hozzá elsajátítani és rendszerbe foglalni, nehéz mérni a megtérülést. Hosszú évek megfigyelése és tapasztalata szükséges hozzá, hogy az évjáráthatás ne torzítsa az eredményeket és minden kultúrára legyen viszonyítási alapunk.

LENCSÉS (2013) vizsgálata szerint a gazdaságok mérete, gépesítettsége, és a tőkeellátottság is meghatározza az innovációs készséget, a munkaerő képzettsége pedig az adaptáció sikerét.

Más kutatások is a beruházási költség nagyságát, az alkalmazásból származó előnyök ismeretének hiányát, a technológiai tudás átadásának hiányát jelölték meg nehézségként (ZHANG et al, 2002).

2.3. A precíziós gazdálkodás térhódítása

Magyarországon a precíziós gazdálkodással foglalkozó kutatások a Magyar Tudományos Akadémia és kutatóintézeteinek együttműködésével kezdődtek meg az 1990-es években. A technológia feltérképezésében és a szükséges feltételek megteremtésében úttörő szerepet vállaltak kutatókból, gyakorlati szakemberekből álló csoportok és intézmények (TAKÁCSNÉ, 2011). Az MTA Agrártudományok Osztályán Gyórfy már 2001-ben felhívta a figyelmet arra, hogy a precíziós mezőgazdaság minél gyorsabb és szélesebb körű bevezetése egyaránt prioritást kell, hogy élvezzen a hazai agrár- és környezetvédelmi kutatásokban, hiszen ez az egyetlen lehetőség, mely egyidejűleg képes megoldást nyújtani az ökonómiai és ökológiai problémák kiküszöbölésére (GYÓRFFY, 2001).

A modern precíziós mezőgazdaság kifejlődésében nagy szerepet játszottak az informatika által nyújtott technológiai innovációk is (OLIVER, 2010). Ez lehetővé tette az egyre precízebb gazdálkodást, következésképpen az egységes gazdálkodás helyett a táblaszinten belüli különbségek kerültek a középpontba, vagyis a gazdálkodók figyelve már nem csak egységesen az

egész gazdaságukra, hanem a különböző területeken belüli változatosságra irányult. Természetesen ez a gépesítés növekedését is maga után vonta, mely egyre nagyobb gépek használatát eredményezte, ennek hatására pedig a táblákat egyesítették, hogy a területek nagyobb egységekké alakuljanak. Az eredeti talajtulajdonságok így nagyobb területen magukkal hozták a változatosság növekedését is (OLIVER, 2010).

A precíziós növénytermesztési technológia kialakulása tehát a '90-es évek elejére tehető. Ugyan korábban is voltak olyan megoldások, amelyek a technológia egyes elemeit alkalmazták, de az igazi áttörést a globális helymeghatározó rendszer (Global Positioning System, GPS) megjelenése hozta (STAFFORD – AMBLER 1994). Oka, hogy a korábban már rendelkezésre álló eszközök, mint például a távérzékelés, a mezőgazdaság számára már szolgáltatott információt (BUFFALANO – KOCHANOWSKI, 1976), ezzel egyidejűleg az esetlegesen szükséges beavatkozásra a helymeghatározás pontosságának hiányában nem volt lehetőség. Hasonló okokkal magyarázható a térinformatika (Geographic Information System, GIS) késői elterjedése is, hiszen a térbeli adatok gyűjtése, azok térképi megjelenítése pontosabbá vált, de a helyspecifikus növénytermesztés még nem tudott megvalósulni a gyakorlatban. A globális helymeghatározó rendszerek megjelenésével a precíziós növénytermesztési technológia azonban robbanásszerű fejlődésnek indulhatott. Ekkorra már kialakult rendszerek álltak rendelkezésre az adatgyűjtés és feldolgozás terén is (MILICS, 2008). A precíziós növénytermesztés létjogosultsága ma már nem kérdőjelezhető meg. Számos közleményben olvashatunk arról, hogy a globális problémákat okozó demográfiai robbanás, a Föld egészét érintő élelmezési problémák, illetve a környezeti problémák beláthatatlan következményekkel járnak, ha nem teszünk azok ellen. Az egy főre jutó megművelhető terület nagysága egyre csökken, világátlagban a 2000-es 0,23 ha-ról az előrejelzések szerint 2050-ben mindössze 0,15 ha-ra tehető majd (LAL, 1991).

Az elterjedés szempontjából első lépésként a precíziós alapokra helyezett tápanyag utánpótlás rendszerének adaptációja jött létre, melynek alapjául a táblán belüli eltérő talajtulajdonságok, a talajfoltok tápanyag-szolgáltató képessége és az előző tenyészidőszakban elért hozam (talaj- és hozamtérképek) ismerete szolgált, így valósulhatott meg a precíziós tápanyag-gazdálkodási szaktanácsadás. A precíziós technológia egyik alapvető alappillére a talajmintavétel, melyet a tápanyag-utánpótlási tervek elkészítése céljából 3 hektáros alapegységenként már megfelelőnek tekinthetünk. Korábbi vizsgálatok azt igazolják, hogy a heterogenitás felmérésénél 0,25-1 hektáros mintavételi zónák kijelölése jóval reprezentatívabb eredményt mutatna (MESTERHÁZI ET AL., 2003; MESTERHÁZI 2004; NEMÉNYI ET AL., 2008 IN: TAKÁCSNÉ, 2011).

A technológia lassú gyakorlati elterjedése napjainkban felgyorsult, de még mindig nagyon messze állunk attól, hogy hazánkban ez egy bevett gyakorlatnak számítson. Oka egyrészt a magas tőkeigényes beruházások, másrészt a technológia megbízhatóságát megalapozó gyakorlati tapasztalatok hiánya és az ezzel összhangban lévő sokrétű szakismeret, melynek összhangja előfeltétele a gazdaságosság megteremtésének (PECZE ET AL. 2009; NÉMETH ET AL. 2007; TAKÁCSNÉ, 2011).

2.4. A precíziós mezőgazdasági technológiák

Az első, s talán a legfontosabb kérdés, amit fel kell tenni minden gazdának, ha belevág a precíziós gazdálkodásba, hogy mit is szeretne azzal elérni? Az egyik szemléletmód, hogy az adott terület lehetőségeihez mérten megpróbálja maximalizálni a hozamot, a másik nézet szerint pedig az adott területen - a klíma, talaj, környezeti feltételek és adottságok, a rendelkezésre álló eszközök tekintetében - a legnagyobb biztonságra szeretne törekedni, vagyis a kockázati tényezőket csökkenteni és a hozamot stabilizálni (SZABÓ ÉS MILICS, 2017). E mellett lehetséges még az eddigi hozamok elérése mellett, az input anyagok ráfordításának csökkentésével növelni a profitot.

2.4.1. Differenciált tápanyag-gazdálkodás

A tápanyag-utánpótlás szempontjából különös figyelmet kapnak a talajvizsgálati eredmények, főként a foszfor és a kálium esetében, melyet a kapott adatok alapján precízen pótolni lehet. ZHANG ET. AL. (2002) szerint a differenciált kijuttatási technológia kapcsán a legtöbb figyelmet a fejlesztések során a nitrogén kijuttatás kapta. Ezen a területen az utóbbi években elterjedtek az online rendszerek, mint például OptRx, Crop Sensor, Yara N-sensor, Trimble Green sensor. Ezek a rendszerek a vegetációs indexeket kapcsolják össze a különböző növények nitrogénigényével. Jelenleg a búza, árpa, burgonya és repce növényre vannak kidolgozott modellek.

Környezetvédelmi szempontból a mezőgazdasági tevékenység egyik legsarkalatosabb pontja a műtrágya-felhasználás, ezen belül is a N-műtrágyák alkalmazása. A precíziós, vagyis differenciált műtrágya kijuttatással kapcsolatban megoszlanak a vélemények. Egyesek (CSATHÓ ET. AL., 2007) a csökkenő mennyiségű felhasználást emelik ki, mint pozitívum, míg más (BENEDEK, 2013) a termésmennyiség 15-20 %-os növekedését hangsúlyozza a differenciált kijuttatás hatására.

CSATHÓ ET. AL. (2007) megállapította, hogy több éves kísérlet alapján a helyspecifikus műtrágyázás hatására a növényzet a szélsőséges viszonyokat kompenzálni tudja és az eltérő klímaviszonyok miatti terméskülönbség is csökkenthető.

2.4.2. Differenciált vetés

A precíziós vetés lehetőséget ad a felülvetés megakadályozására, ugyanis a GPS technológiának köszönhetően a fedélzeti számítógép tárolja a már bevetett sorokat. A későbbiekben így szabálytalan tábla esetén a vetőgép már a bevetett területre érve sorlezáró kuplung segítségével képes letiltani a vetőelemeket. Természetesen ehhez ilyen vetőgépre és szabályozó rendszerre van szükség, mely nem kis költség. A másik cél a precíziós vetés alkalmazásakor, a hazánkban még nem túl elterjedt gyakorlat, a változó tőszámú vetés. A szakaszvezérlésnek köszönhetően megoldható, hogy például belvizes vagy szikes folt esetén a vetőgép ne szórjon ki vetőmagot.

A differenciált tőszám meghatározására különböző tőszám modellek adnak lehetőséget, azonban ezekhez pontos ismeretek szükségesek a terület ökológiai sajátosságai, a termesztéstechnológiai jellemzők és a kiválasztott növényre vonatkozó tulajdonságok tekintetében. A tőszámmodellek főként a hibrid kukoricákat termesztők körében terjedtek el és elsősorban amerikai modellek állnak rendelkezésre, így azokat fontos a mi adottságainkhoz igazítani (SZABÓ ÉS MILICS, 2017).

2.4.3. Differenciált növényvédelem

A precíziós növényvédelem a gyomok elleni védekezésben nyújt a legnagyobb segítséget. Az adatfelvételezés történhet terepi felméréssel vagy távérzékeléssel, s talán a legcélravezetőbb megoldást az jelenti, ha mindkét módszert alkalmazzák adott területről (SZABÓ ÉS MILICS, 2017). Mivel a talajherbicidek hatóanyagai eltérő módon kötődnek meg a különböző szerves anyag tartalmú talajokon, ezért a precíziós talajmintavétel adatainak felhasználása is fontos (PECZE, 2009).

A modern permetezőgépek szórókeretei akár szórófejenként is szakaszolhatóak, ez teszi lehetővé a differenciált peszticid kijuttatást. Offline módszer alkalmazásakor két törzsoldat alkalmazásával beprogramozható, hol kell csak egyszikű, vagy csak kétszikű, illetve mind a két típusú gyom ellen védekezni. A precíziós gyomszabályozással a szakirodalmi adatok többségében

30-50 %-os herbicid megtakarításról írnak, REISINGER ET. AL. (2012) búzában 60-70%-os megtakarítást is elértek.

A nagy pontosságú RTK-korrektció alkalmazásával nagyobb térállású kultúrák esetén, mint a kukorica és napraforgó, lehetőség nyílik a sorközökben a mechanikai gyomirtásra kultivátorral. A sorvezérelt (szenzorvezérelt) kultivátorozásnál a munkagépre szerelt optikai szenzor végzi a növény sorok azonosítását és követését. A rendszer robotpilóta nélkül is használható, de azzal együtt különösen hatékony, akár 5-10 cm-es sormegközelítés érhető el és e mellett a traktor sebessége is növelhető (SZABÓ ÉS MILICS, 2017).

2.5. Precíziós gazdálkodás megtérülése

A precíziós gazdálkodás megtérülési elemzése kapcsán annyi mindenképpen kiemelő, hogy sok ország, sok kutatója foglalkozott már a precíziós gazdálkodás ökonómiai oldalával, hiszen sok gazdánál ez jelenti az adaptáció korlátját, ugyanakkor nehéz ezeket összehasonlítani, hiszen minden esetben más természeti környezetben vizsgálunk, más-más hozzáértéssel üzemeltetett és más gépekkel történő agrotechnikai megoldásokat.

„A precíziós technológiák előnyei nem testesülnek meg a technológiában magában és emiatt egy komplexebb és komolyabb kihívást jelentő adaptációs foratókönyvre van szükség. Azon technológiákkal ellentétben, ahol a hatékonyság és termelékenység közvetlenül növekszik az alkalmazással karöltve (pl. egy új gabona-, vegyszerfajta, vagy az automata kormányzás a PA területén belül), folyamatos információáramlás, döntés, tanulás és menedzsment szükséges az olyan technológiák előnyeinek megjelenésére, mint a hozamtérkép és a változtatható dózisú szabályozók (más példa a nem testet öltött technológiákra a döntéstámogató szoftver és a gabona/talajvizsgálat).” (Robertson, et al., 2012)

Hertz állapította meg, hogy egységes kezelések esetén a területek fele hozott jövedelmet, míg termőhely-specifikus kezelések esetén - a növények szükségleteinek figyelembe vételével – ez a szám megduplázódott. (Hertz, 1994)

Lencsés, et al. 2011 szerint a vetés során 4%-os, tápanyag utánpótlás során 10%-os, a növényvédelem során 15%-os megtakarítást alapul véve - és figyelmen kívül hagyva a hozam és az ár ingadozását - egy 250 hektáros gazdaság esetén 3 év, míg egy 3800 hektáros gazdaság esetén 2 év alatt megtérül a precíziós beruházás.

Meyer-Aurich és Tinker egy 2014-es cikkében arra következtetnek tanulmányukban, hogy a gazdák csak akkor veszik fontolóra a precíziós technológia bevezetését, ha a meglévő gépállományt le kell cserélni, vagy az üzem - esetleg annak informatikai rendszerének - átalakítására van szükség. Hozzáteszik, hogy bár a jövedelmezőség és a megtérülési vizsgálatok lesznek általánosságban jellemzőek; az egyéni, üzemi szinten a gazda, vagy a menedzsment körülményei és motivációja határozzák meg a beruházást. Ilyen tényezők lehetnek a kor, a kereskedelmi szemlélet, birtokviszony, öröklés és utódlás.

Tinker és Morris (2011) kijelentik továbbá a precíziós gazdálkodással kapcsolatban, hogy csökkenti a felesleges útvonalakat és rávetéseket a táblán belül. 20% üzemanyag megtakarítással számolnak, amit a 15%-al kevesebb forgalomból és az ebből származó talajtömörödöttség kiküszöböléséből következtetnek ki.

Blackmore et al. 2006 szerint a nitrogén hatóanyag termőhely- specifikus kijuttatása javíthatja a gabonatermelés hatékonyságát, mert táblától és évtől függően 12 és 52 % között változott azon táblák aránya melyek pozitívan reagáltak a módszertani váltásra. Mintaterületi vizsgálatok során azt tapasztalták, hogy a nitrogén felesleg harmadával csökkent, valamint a hozamokban is kismértékű növekedést fedeztek fel.

Egy német esettanulmányban (Gandorfer et al, 2006) egy 1560 hektáron szántóföldi gazdálkodást végző cég áttérése a termőhely-specifikus művelésre 49 €/ha/év többletjövedelem növekedést jelentett, és a 83500 € beruházásérték 2 év alatt megtérült. A vezérigazgató nagyon elégedett volt az új rendszerrel, és kihangsúlyozta, hogy a jövedelem 50%-a köszönhető a megtakarításoknak és 50%-a a megújult menedzsment-technikának, ami főként az információtöbblet következménye.

3. Anyag és módszer

3.1. A vizsgálat tárgya

A vizsgálathoz egy zalaszentmihályi gazdaság valós gépbeszerzéséhez szükséges műszaki és pénzügyi adatait vettük figyelembe.

A mezőgazdasági termelő cég Zala megyében található, növénytermesztéssel és állattenyésztéssel is foglalkozó agrártermelő cég, mely a 2021-ben megjelent precíziós gépbeszerzési pályázatokon is indult. Az 1. táblázatban található adatok mutatják a pályázathoz kapcsolódó begyűjtött gépbeszerzési árakat. Az eszközökre 10 éves amortizációt számoltunk, mely évekre lebontott költséget vettük figyelembe a hatékonyságnövekedés megállapításához.

	Beruházás (nettó Ft árak)		10 éves amortizáció (nettó Ft árak)	
	precíziós	hagyományos	évi precíziós	évi hagyományos
kombájn	125 000 000 Ft	110 000 000 Ft	12 500 000 Ft	11 000 000 Ft
erőgép 3	89 950 000 Ft	84 000 000 Ft	8 995 000 Ft	8 400 000 Ft
erőgép 2	74 025 000 Ft	50 750 000 Ft	7 402 500 Ft	5 075 000 Ft
erőgép 1	44 800 000 Ft	41 650 000 Ft	4 480 000 Ft	4 165 000 Ft
műtrágyaszóró	5 823 650 Ft	4 462 500 Ft	582 365 Ft	446 250 Ft
vetőgép	28 735 000 Ft	11 375 000 Ft	2 873 500 Ft	1 137 500 Ft
permetező	36 487 500 Ft	19 600 000 Ft	3 648 750 Ft	1 960 000 Ft
SZUM	404 821 150 Ft	321 837 500 Ft	40 482 115 Ft	32 183 750 Ft

	-	82		
DIFFERENCIA		983 650 Ft	-	8 298 365 Ft

1. táblázat, Gépbeszerzések beruházásigénye (Ft)

A gépbeszerzési áraknál hagyományos és precíziós technológiai műveletekre is alkalmas gépbeszerzések árait is összegyűjtöttük, a hatékonyságelemzésnél pedig a differenciákkal kalkuláltunk.

A gazdálkodás területnagysága elméleti alapon született meg. Az összehasonlításban 100-300-1000-3000ha nagyságú területet vettünk alapul, ami az árbevételek alakulását prognosztizálta. A számolás egyszerűsítése végett az elméleti választott területnagyságokhoz egy „jelző” növényt választottunk, úgy vettük, hogy ezeken a területeken kukorica kultúra volt minden esetben.

Az elemzés során nem a beruházás megtérülési idejére koncentráltunk, csupán arra kerestük a választ, hogy a precíziós eszközök többletberuházása és a precíziós technológiák használatából származó többletbevétel hogyan viszonyul egymáshoz. Természetesen ezekből a beruházás megtérülése is könnyen számolható, de ez nagyon sok paraméter függvénye.

3.2. Precíziós esetek

A precíziós esettanulmányban különböző hatékonyságú gazdálkodási szinttel számoltunk, melyek a gyakorlatban is nagyban befolyásolhatják a beruházások megtérüléseit. Az elemzésünket három különböző (hatékonysági) esetre fűztük föl, mint eltérő scenáriókra, melyeket a következőkkel jellemezhetünk:

1.eset: 10% hozamnövekedés (a hagyományos és a precíziós között nincs inputanyag mennyiségben spórolás, viszont a precízebb termőzőna alapján történt kijuttatásnak köszönhetően, optimális tápanyagkijuttatás és vetésdifferenciálás, pontosabb csatlakozósorok miatt 10% hozamnövekedéssel számolunk)

2.eset: 10% hozamnövekedés + 10% inputanyag csökkenés (a differenciált kijuttatással van vetőmag, műtrágya és gyomirtó inputanyag spórolás is)

3.eset: 10% hozamnövekedés + 10% inputanyag csökkenés + 40% támogatás (a precíziós gépbeszerzésekhez támogatások igényelhetők)

A hozamnövekedések és inputanyag csökkenések egy önkényesen megválasztott szinten kerültek kiszámításra, mely egy átlagos értéket képvisel, és a szakirodalomban található értékek figyelembevételével egy elvárható reális szinten kerültek megállapításra.

3.3. A pályázati konstrukció

A harmadik precíziós eset során a precíziós technológiákból eredő többletjövedelem mellett figyelembe vettük azt az esetet is, amikor a gazdálkodó valamilyen támogatást is igénybe tud venni a gépbeszerzésekhez, ilyen módon csökkentve a beruházás bekerülési költségét. Ehhez egy olyan valós pályázati konstrukciót választottunk, amivel 50%-os támogatási intenzitást érhetett el a gazdálkodó.

A Mezőgazdaság digitális átállásához kapcsolódó precíziós fejlesztések támogatása c. felhívás (VP2-4.1.8-21 kódszám) <https://www.palyazat.gov.hu/-vp2-418-21-mezgazdasg-digitlistllshoz-kapcsold-preczis-fejlesztsek-tmogatsa>, illetve a Vidékfejlesztési Program (2021) legfrissebb verziója szerint az agráriumban egyre inkább jelentkező munkaerőhiány miatt a nagy élőmunka-igényű ágazatok technológiai fejlesztése – automatizálása, robotizálása – elengedhetetlen. Az agrárium egyes ágazatainak digitalizációja hozzájárul több fontos cél eléréséhez, így a felhasznált növényvédőszer mennyiségének csökkentése, a talajdegradáció mérséklése, a biodiverzitás fenntartása, illetve a klímaváltozás prognosztizált hatásaihoz történő alkalmazkodás. Az alintézkedés ezért célként tekint a rendelkezésre álló géppark fejlesztésére, a precíziós szolgáltatások igénybevételére, a gazdálkodói tudatosság növelésére, a digitális kompetenciák fejlesztésére, és az alkalmazott műveletek transzparenciájának növelésére.

A Mezőgazdaság digitális átállásához kapcsolódó precíziós fejlesztések támogatása (VP2-4.1.8-21) jogcímre a meghirdetéskor rendelkezésre álló tervezett keretösszeg 100 milliárd forint volt. A támogatott projektek várható száma 1 500 – 2 000 db volt.

A számolásokhoz a 50%-os támogatási intenzitást 40%-ra csökkentettük, ugyanis a pályázat kötelező elemeként 7%-ot egyéb precíziós szolgáltatásokra kellett a gazdálkodónak költeni, illetve további költségei is adódtak a pályázatírás és adminisztráció kapcsán.

3.4. Az elemzés módszere

A precíziós gazdálkodáshoz szükséges gépbeszerzések megtérüléséhez egy elméleti gazdálkodási környezetet vettünk alapul. Az elméleti gazdálkodási környezet egy-egy teszt környezetet jelentett, mely különböző területnagyságokon vizsgálta a precíziós gazdálkodásból eredeztethető hatékonyságnövekedést különböző technológiai szinteken és támogatási intenzitással egy „jelző” növény, kukorica kultúra esetére vonatkoztatva.

Természetesen egy kukorica növényi kultúra helyspecifikus műveléséhez többféle alapberuházás is szükséges, illetve eltérő vegyszerek és többféle műtrágya is előfordulhat a gyakorlatban, de az összehasonlítás és az elemzés egyszerűsítése végett redukáltuk ezeket.

Ezek alapján fentebb már láthattuk (1. táblázat), hogy milyen alapgépeket vettünk számításba, a következőkben pedig az elméletben felhasznált inputanyagfordítások kalkulációja látható (2-3. táblázat), egy 100ha-os kukorica termőterület esetében:

MŰTRÁGYA	precíziós	hagyományos
terület	100	100
műtrágya (kg/ha)	400	400
műtrágya ár/kg	200	200
költség	8 000 000 Ft	8 000 000 Ft
DIFFERENCIA		- Ft
GYOMÍRTÓ		
terület (ha)	100	100
gyomirtó (l/ha)	3	3
gyomirtó ár/l	4000	4000
költség	1 200 000 Ft	1 200 000 Ft
DIFFERENCIA		- Ft
VETÉS		
terület (ha)	100	100
vetőmag (mag/ha)	70000	70000
vetőmag (Ft/mag)	0,714285714	0,714285714
költség	5 000 000 Ft	5 000 000 Ft
DIFFERENCIA		- Ft

2. táblázat, 1. precíziós eset, nincs inputanyag csökkenés

MŰTRÁGYA	precíziós	hagyományos
terület	100	100
műtrágya (kg/ha)	360	400
műtrágya ár/kg	200	200
költség	7 200 000 Ft	8 000 000 Ft
DIFFERENCIA		800 000 Ft
GYOMÍRTÓ		
terület (ha)	100	100
gyomirtó (l/ha)	2,7	3
gyomirtó ár/l	4000	4000
költség	1 080 000 Ft	1 200 000 Ft
DIFFERENCIA		120 000 Ft
VETÉS		
terület (ha)	100	100
vetőmag (mag/ha)	63000	70000
vetőmag (Ft/mag)	0,714285714	0,714285714
költség	4 500 000 Ft	5 000 000 Ft
DIFFERENCIA		500 000 Ft

DIFFERENCIA SZUM**920 000 Ft**

3. táblázat, 2. precíziós eset, 10% inputanyag csökkenés

A két eshetőségnél (1. és 2. precíziós eset) látható a különbség, első esetben nem számítunk fel inputanyag csökkenést, a második esetben már igen. Az így kialakított többletbevétel 100ha kukorica termőterület esetében jelentkezik, és természetesen a 100-300-1000-3000ha-os elméleti egységekben ez tovább nő, javítva ezzel a nagyobb területen gazdálkodók gyorsabb beruházás megtérülését.

Hasonlóan jártunk el a bevételi oldal tervezésével is. Bevételi oldal tulajdonképpen a kukorica hozamokból kalkulált éves bevételt jelentette. Egy elméleti hozamot (a vizsgált gazdaság szintjén átlagosnak tekinthető kukorica hozamot) állítottunk be, továbbá 10%-os termésnövekedést prognosztizáltunk (4.táblázat):

PREC HOZAM

növény	kukorica (ha)
terület	100
termésátlag	9
ár (2023)	100 000 Ft
bevétel	90 000 000 Ft
SZUM bevétel	90 000 000 Ft

HAGYOMÁNYOS HOZAM

növény	kukorica (ha)
terület	100
termésátlag	8,1
ár (2023)	100 000 Ft
bevétel	81 000 000 Ft
SZUM bevétel	81 000 000 Ft

DIFFERENCIA**9 000 000 Ft**

4. táblázat, 1. precíziós eset: 10%-os hozamnövekedést mutató precíziós technológiai különbség

4. Vizsgálati eredmények és értékelésük

	100HA	300HA	1000HA	3000HA
1. ESET	701 635 Ft	18 701 635 Ft	81 701 635 Ft	261 701 635 Ft
2. ESET	1 621 635 Ft	21 461 635 Ft	90 901 635 Ft	289 301 635 Ft
3. ESET	17 814 481 Ft	37 654 481 Ft	107 094 481 Ft	305 494 481 Ft

5. táblázat, A precíziós technológiai esetek éves többletjövedelme eltérő termőterületek függvényében

Az 5. táblázatban láthatók azok az összefoglaló értékek, melyeket az egyes precíziós hatékonysági esetekben és termőterület nagysága vonatkozásában kalkuláltunk. Ezek alapján egyértelműen kijelenthető, hogy a precíziós gazdálkodás gépberuházásának többletköltsége már kis területen is megtérül csupán azzal, hogy az 1. scenárióban lefektetett módon, a precíziós gazdálkodás alkalmazásával a pontosabb csatlakozósorok, a pontosabb szórásképp, illetve az optimális, termőhelyhez (menedzsment zónához) igazított, a növény igényeit legjobban kielégítő tápanyag-ellátás alkalmazásával 10% terméstöbbletet érhetünk el átlagosan.

Ezek a megtérülések nem a teljes beruházásra vonatkoznak, hanem az egy évre számított amortizáció különbségét számba véve, 10 éves amortizációs periódussal számolva.

4.1. Az 1. precíziós eset eredményei

Ebben az esetben csupán a 10%-os terméstöbbletet vettük számításba.

Tehát, a beruházás

- Precíziós szinten 404 821 150 Ft volt,
- Hagyományos szinten 321 837 500 Ft volt.

Ezek alapján a precíziós szint drágább beruházást hozott 82 983 650 Ft többletköltséggel, ami 8 298 365 Ft éves amortizációs költség-többletet jelent (10 éves amortizációval számolva).

Ellensúlyozásként az 1. scenárió alapján 10% többlethozam várható a precíziós szinten, ami 9 000 000 Ft többletet jelentett a majd 1 t/ha többlethozam alapján, így összesen 701 635 Ft éves profitnövekedés várható (6. táblázat).

KONKLÚZIÓ		
Beruházás diff	-	8 298 365 Ft
Input diff		- Ft
Bevétel diff		9 000 000 Ft

SZUM	701 635 Ft	/év
-------------	-------------------	-----

6. táblázat, 1. eset során keletkezett hozam bevétel növekedés 100ha termőterületen

Ezt a módszert alkalmazva határoztuk meg a 2. precíziós esetben (szcenárióban) azt a hatékonyságnövekedést, amikor

4.2. Az 2. precíziós eset eredményei

A 2. eset során a 10%-os terméstopplettet pluszban kiegészítettük a 10%-os inputanyag csökkenéssel, illetve az ahhoz tartozó költségcsökkenéssel.

Tehát, a beruházás

- Precíziós szinten 404 821 150 Ft volt,
- Hagyományos szinten 321 837 500 Ft volt.

Ezek alapján a precíziós szint drágább beruházást hozott 82 983 650 Ft többletköltséggel, ami 8 298 365 Ft éves amortizációs költségtöbbletet jelent (10 éves amortizációval számolva). Ez nem változott az első scenárióhoz képest.

Ellensúlyozásként az 1. scenárió alapján 10% többlethozam várható a precíziós szinten, ami 9 000 000 Ft többletet jelentett a majd 1 t/ha többlethozam alapján. Ez sem változott az első scenárióhoz képest.

Plusz 920 000 Ft költségmegtakarítást jelentett ugyanakkor a vetőmag-, a műtrágya differenciálás, illetve a foltszerűen kijuttatott gyomirtószer anyagfelhasználás csökkenése a 100 ha-os birtoktestre vetítve, így összesen 1 621 635 Ft éves profitnövekedés várható éves szinten (7. táblázat).

KONKLÚZIÓ		
Beruházás diff	-	8 298 365 Ft
Input diff		920 000 Ft
Bevétel diff		9 000 000 Ft

SZUM

1 621 635 Ft

/év

7. táblázat, 2. eset során keletkezett hozam bevétel növekedés és inputanyag
költségcsökkenés 100ha termőterületen

4.3. Az 3. precíziós eset eredményei

A 3. eset során a 10%-os terméstopplettet pluszban kiegészítettük a 10%-os inputanyag csökkenéssel, illetve az ahhoz tartozó költségcsökkenéssel, továbbá számításba vettünk egy 40%-os gépbeszerzési támogatási intenzitást, ami azon kívül, hogy a megtérülést gyorsítja, nagyon fontos ösztönző hatása van a beruházási kedv szempontjából. Ugyanis sok esetben a beruházások elmaradását a likviditás hiánya okozza, így tehát a beruházás támogatásával felgyorsíthatjuk az innovációs beruházásra való hajlandóságot.

Tehát, a beruházás nagyban változott

- Precíziós szinten 242 892 690 Ft volt,
- Hagyományos szinten 321 837 500 Ft volt.

Ezek alapján a precíziós szint drágább mivolta teljesen megfordult, így a hagyományos beruházás hozott 78 944 810 Ft többletköltséget, ami 7 894 481 Ft éves amortizációs költségtopplettet jelent (10 éves amortizációval számolva).

Ellensúlyozásként az 1. és 2. szcenárió alapján 10% topblethozam várható a precíziós szinten, ami 9 000 000 Ft topplettet jelentett a majd 1 t/ha topblethozam alapján. Ez nem változott az első és második szcenárióhoz képest.

Plusz 920 000 Ft költségmegtakarítást jelentett ugyanakkor a vetőmag-, a műtrágya differenciálás, illetve a foltszerűen kijuttatott gyomirtószer anyagfelhasználás csökkenése a 100 ha-os birtoktestre vetítve, ami szintén nem változott a 2. szcenárióhoz képest.

A fentiek alapján így összesen 17 814 481 Ft éves profitnövekedés várható éves szinten (8. táblázat).

KONKLÚZIÓ

Beruházás diff	7 894 481 Ft
Input diff	920 000 Ft
Bevétel diff	9 000 000 Ft

17 814 481 Ft

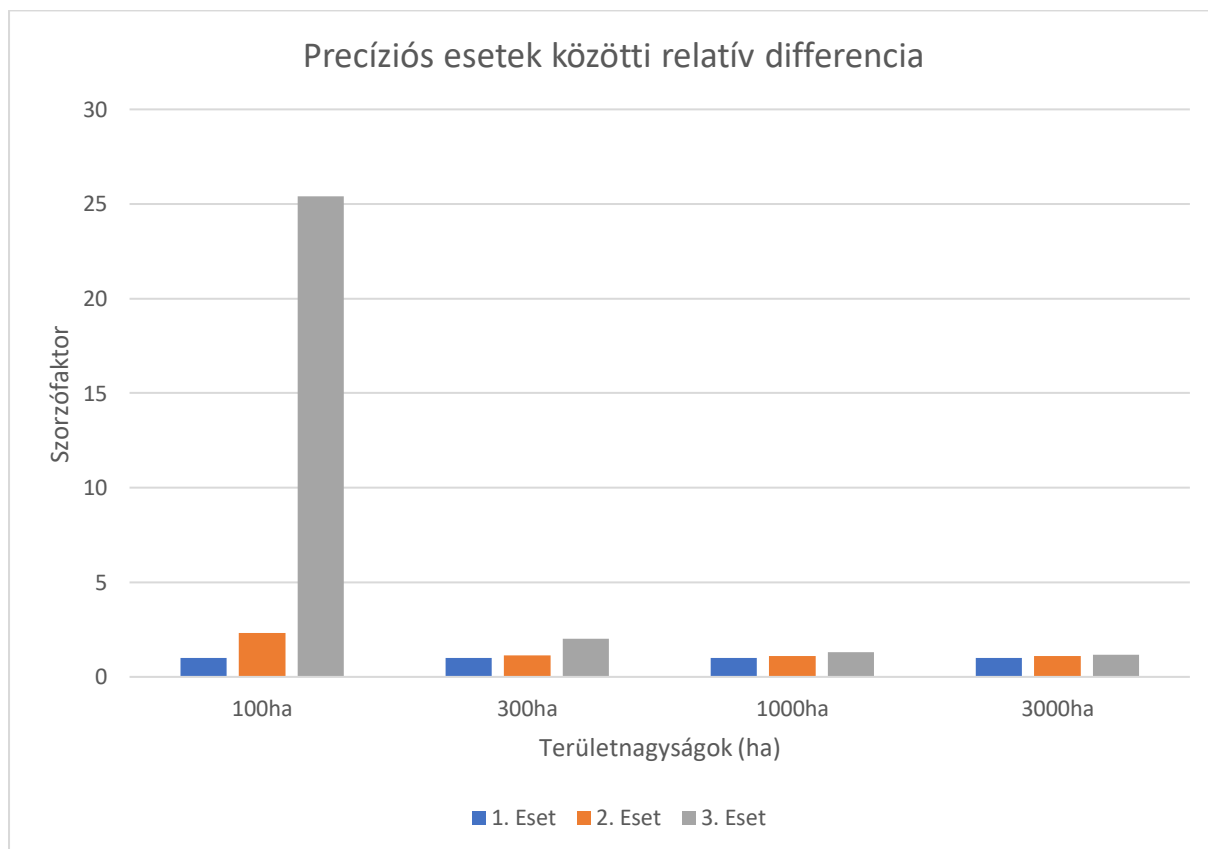
SZUM

/év

8. táblázat, 3. eset során keletkezett hozam bevétel növekedés és inputanyag költségcsökkenés 100ha termőterületen a 40% támogatás figyelembevételével

4.4. A precíziós esetek (szcenáriók) közötti összefüggések

1. ábra, A precíziós esetek hatékonyságai közötti relatív differencia



Ha az egyes precíziós scenáriókra, illetve azok hatékonyságára kalkulált végeredményeket egymáshoz képest vizsgáljuk, akkor a különbségek relatív összehasonlításához jutunk. Az 1. ábrából egyértelműen látszik, hogy a kis földterülethez képest milyen nagy hatékonyságnövekedést tud elérni a 3. precíziós eset, amikor gépbeszerzési támogatásban részesül a gazdálkodó. Természetesen a nagyobb területegységek felé haladva ez a relatív differencia

csökken, ugyanakkor jelen dolgozatban nem vettük figyelembe, hogy az 1000 és 3000 ha-os területegységek megműveléséhez már több erőgép és munkagép is szükséges lehet.

Az adatok együttes értelmezésekor az is kitűnik (5. táblázat), hogy a nagyobb gazdaságok esetén a legnagyobb hozadéka annak van, ha hozamnövekedést tudunk elérni. Ez természetesen sok tényező együttes hatását jelenti, de mindenképpen kijelenthetjük, hogy a precíziós gazdálkodás legkisebb és legalapvetőbb beruházásaival, a pontosabb csatlakozósorokkal, a pontosabb fedésekkel és hatékonyabb inputanyagelosztással jelentős mértékben javul a megtérülés.

Természetesen a precíziós gazdálkodás egy optimalizálási folyamat is, ilyen módon az inputanyagfelhasználás csökkentése is tovább fokozható, továbbá a jobb termőterületek potenciáljának felismerése és azok termékenységi kapacitásának kiaknázása további hatékonyságnövekedést eredményezhet.

Nem utolsó sorban említést kell tenni a precíziós gazdálkodás környezetvédelem oldaláról is, ugyanis mindamellett, hogy bevételnövekedésről és költségcsökkenésről beszélünk, szólnunk kell a kisebb környezeti terhelésről is, ami szintén fontos szempont a hosszútávú, fenntartható növénytermesztés és élelmiszerelőállítás vonatkozásában.

5. Következtetések, javaslatok

Az agrárgazdaság teljesítményét megalapozó beruházások megvalósításában – a gazdálkodók várakozásai mellett – a támogatásoknak kulcsszerepe van. A precíziós gazdálkodás hatékonyságát a gazdaságok komplex fejlesztésével lehetne maximalizálni. Az eszközök bekerülési értéke és az egyes gazdaságok bevétele azonban nagymértékben meghatározza a beruházások megtérülési idejét. Egy pályázat alapvetően befolyásolta az érintettek beruházási szándékát. Ez megerősíti azokat a megállapításokat, miszerint a beruházások és az elérhető támogatások között szoros összefüggés van.

A közelmúltban lezajlott precíziós gazdálkodási gépbeszerzésekre irányuló pályázati lehetőségek rendkívüli módon hozzájárultak az új innovatív technológiák alkalmazásához és elterjedéséhez. Javaslom, hogy ezek az intézkedések a jövőben is elérhetőek legyenek, akár kisebb gazdákat célozva, kisebb bekerülési költséggel, illetve kisebb volumenben.

Ugyanakkor feltétlen fel kell hívni a figyelmet arra, hogy a precíziós gazdálkodás eszközbeszerzései csak a kezdetet jelentik. Ez egyértelműen szükséges, tehát az alpinfrastruktúrának rendelkezésre kell állnia, viszont a precíziós gazdálkodás potenciálja az adatelemzésben, kiértékelésben, a termőhelyek megismerésében, a termőzónák potenciáljának hosszútávú kihasználásán, tehát végsősoron a gazdálkodás optimalizálásán múlik.

További hiányosság a termelők, gazdálkodók és szaktanácsadók nem megfelelő szaktudása. Ilyen módon kijelenthetjük, hogy a precíziós gazdálkodás nagyobb térhódítása miatt elengedhetetlen az oktatás magasabb szintre emelése, akár kisebb specializált tanfolyamokkal, de természetesen a felsőoktatási platformon is be kell vonni az alkalmazható, innovatív technológiák oktatását minden szakon az alaptantervekbe.

6. Összefoglalás

A dolgozatomban a precíziós gazdálkodás technológiai követelményeinek elemzését hajtom végre olyan formán, hogy valós gépbeszerzési adatokat figyelembe véve, a precíziós gazdálkodás agrárműszaki beruházásainak többlet beruházásigénye mikor térülhet meg, az agrotechnikai munkafeladatok precízebb kivitelezésének hatékonyságnövekedése alapján.

A vizsgálatom alapjául szolgáló mezőgazdasági termelő cég Zala megyében található, növénytermesztéssel és állattenyésztéssel is foglalkozó agrártermelő cég, mely a 2021-ben megjelent precíziós gépbeszerzési pályázatokon is indult. Piaci, valós árakat gyűjtöttünk össze a pályázathoz kapcsolódóan. Az eszközökre 10 éves amortizációt számoltunk, mely évekre lebontott költséget vettük figyelembe a hatékonyságnövekedés megállapításához.

A gazdálkodás területnagysága elméleti alapon született meg. Az összehasonlításban 100-300-1000-3000ha nagyságú területet vettünk alapul, fő növényi kultúraként pedig kukoricát választottunk. Arra kerestük a választ, hogy a precíziós eszközök többletberuházása és a precíziós technológiák használatából származó többletbevétel hogyan viszonyul egymáshoz.

A precíziós esettanulmányban különböző hatékonyságú gazdálkodási szinttel számoltunk. Az elemzésünket három különböző (hatékonysági) esetre fűztük föl, mint eltérő scenáriókra, melyeket a következőkkel jellemezhetünk:

1.eset: 10% hozamnövekedés (nincs inputanyag mennyiségben spórolás, viszont az optimális tápanyagkijuttatás és vetésdifferenciálás miatt 10% hozamnövekedéssel számolunk)

2.eset: 10% hozamnövekedés + 10% inputanyag csökkenés (a differenciált kijuttatással van vetőmag, műtrágya és gyomirtó inputanyag spórolás is)

3.eset: 10% hozamnövekedés + 10% inputanyag csökkenés + 40% támogatás (a precíziós gépbeszerzésekhez támogatások igényelhetők)

Egyértelműen kijelenthető, hogy a precíziós gazdálkodás gépberuházásának többletköltsége már kis területen is megtérül csupán azzal, hogy az 1. esetnél (scenárióban) lefektetett módon, a precíziós gazdálkodás során elérjük a pontosabb csatlakozósorokat, a pontosabb szórásképet, illetve az optimális, termőhelyhez (menedzsment zónához) igazított, a növény igényeit legjobban kielégítő tápanyag-ellátást.

Az adatokból az is kitűnik, hogy a kisebb gazdaságok esetében nagyobb hatással lehetnek a gépbeszerzési támogatások, így a jövőben javasolt a támogatások minél szélesebb körű és minél egyszerűbb kiírása, ilyen módon segítve a vidék, illetve a mezőgazdaság digitalizációs stratégiáját és a precíziós gazdálkodás minél szélesebb körű elterjedését.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom a környezetemben lévő mezőgazdasági cégek munkatársainak, akik segítségemre voltak a gépbeszerzések műszaki specifikációinak és azok beszerzési árainak összegyűjtésében. Szakdolgozatom megírása során nyújtott támogatásukért köszönettel tartozom konzulenseimnek: Dr. Tóth Zoltánt a Magyar Agrár -és Élettudományi Egyetem Agronómiai Növénytermesztési-tudományok Intézetének, Agronómia Tanszékének vezetőjének és Dr. Hermann Tamást, a Felsőbbfokú Tanulmányok Intézetének (iASK) kutatójának, akik tanácsaikkal támogatták a dolgozat megszületését.

Köszönöm továbbá az Axiál Kft. és a KITE Zrt. munkatársainak, hogy az általuk forgalmazott gépek műszaki adatait és valós, piaci árait számomra hozzáférhetővé tették.

7. A szakirodalom jegyzéke

1. BENEDEK SZ. (2013): Precíziós tápanyag-gazdálkodási technológiák alkalmazása Dalmandon. Agro Napló, 2013. február pp. 45-46
2. BIRKÁS M. (2006): FÖLDMŰVELÉS ÉS FÖLDHASZNÁLAT. MEZŐGAZDASÁGI KIADÓ. BUDAPEST. PP. 240-242
3. BLACKMORE, S., Griepentrog, H. W., Pedersen, S., & Fountas, S. (2006). Chapter 20: Europe. In Handbook of Precision Agriculture: Principles and Applications (old.: 567-614). Binghamton: Haworth Press Inc.
4. BUFFALANO A. C. – KOCHANOWSKI P. (1976): Benefits to world agriculture through remote sensing. Acta Astronautica, Volume 6, Issue 12, Elsevier Science Ltd., pp. 1707-1715.
5. CSATHÓ P., HORVÁTH J., MESTERHÁZI P.Á., MILICS G., NAGY L., NEMÉNYI M., NÉMETH T., PECZE ZS., SZABÓ J. (2007): Hazai gyakorlati tapasztalatok IN: Németh T., Neményi N., Harnos Zs., (szerk.): A precíziós mezőgazdaság módszertana, JATE PRESS, MTA-TAKI, Szeged pp. 229-239
6. GANDORFER, M., Meyer-Aurich, A., & Heißenhuber, A. (2006). Einzelbetrieblicher Nutzen von Precision- Farming- Technologien - ausgewählte Fallstudien (Bd. 21). Frankfurt am Main: rentenbank.
7. GYÓRFFY B. (2001): Javaslat a precíziós agrárgazdaság kutatási programjának indítására. A Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományok Osztályának 2000. évi Tájékoztatója. Budapest, pp. 17-22
8. KEMÉNY GÁBOR - LÁMFALUSI IBOLYA - MOLNÁR ANDRÁS (SZERK., 2017): A PRECÍZIÓS SZÁNTÓFÖLDI NÖ-VÉNYTERMESZTÉS ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA. AGRÁRGAZDASÁGI KUTATÓ INTÉZET, BUDAPEST, PP. 15-24
9. LAL, R. (1991): Soil structure and sustainability. Journal of Sustainable Agriculture, Vol 1, Issue 4, The Haworth Press Journals, pp. 67-92.
10. LÁNG V., VERES ZS. (2018): PRECÍZIÓS GAZDÁLKODÁS. E-BOOK. PP. 4-24
11. LENCSEÉS E. (2013): A precíziós (helyspecifikus) növénytermelés gazdasági értékelése, Doktori (PhD) értekezés, Szent István Egyetem Gazdálkodás és Szervezéstudományi Doktori Iskola, Gödöllő
12. LENCSEÉS, E., Takácsné, K. G., & Sinka, A. (2011. június-július). Megéri-e a precíziós technológia? Agrárium, 10-11.

13. MESTERHÁZI P. Á. - MANIAK, S. – NEMÉNYI M. – STÉPÁN ZS. (2003): Site-specific Soil Draft Measurement and Weed Monitoring. Conference paper of the ISTRO Conference, Brisbane, 743-748 pp.
14. MESTERHÁZI P. Á. (2004): Development of measurement technique for GPS-aided plant production. PHD Thesis, Mosonmagyaróvár, 203 p.
15. MEYER-AURICH, A., & Tinker, D. (2014). Economic aspects of Precision Agriculture in Europe.
16. MILICS G. (2008): A térinformatika és a távérzékelés alkalmazása a precíziós (helyspecifikus) növénytermesztésben. PHD értekezés, Pécs, 4-6 pp.
17. NEMÉNYI M. – MILICS G. – MESTERHÁZI P. Á. (2008): The role of the frequency of soil parameter database collection with special regard to on-line soil compaction measurement. Advance in Soil & Tillage Research, 125-140 pp.
18. NÉMETH T. - NEMÉNYI M. - HARNOS ZS. (2007): A precíziós mezőgazdaság módszertana, JATEPress- MTA TAKI, Szeged
19. OLIVER M.A. (2010): Geostatistical Applications for Precision Agriculture, Springer Science+Business Media B.V. p. 4.
20. PECZE ZS. (2009): Az IKR Zrt. fejlesztési eredményei a precíziós gyomirtásban. Gyommentes Környezetért Alapítvány, Dr. Ujvárosi Miklós Gyomismereti Társaság 26. találkozója és a Magyar Gyomkutató Társaság Konferenciája Salgóbanya, 2009. március 5-7., pp. 2-3
21. REISINGER P. (2012): A precíziós növénytermesztés hazai helyzete, eddig elért fejlesztési eredmények és perspektívák. Magyar Gyomkutatás és Technológia XIII. évf. 1. sz. pp. 3-19
22. ROBERTSON, M. J., Llewellyn, R. S., Mandel, R., Lawes, R., Bramley, R. G., Swift, L., . . . O'Callaghan, C. (2012). Adoption of variable rate fertilizer application in the Australian grains industry: status, issues and prospects. Precision agriculture, 13, 181-199.
23. STAFFORD, J.V. – AMBLER, B. (1994): In-field location using GPS for spatially variable field operations. Computers and Electronics in Agriculture, Vol 11, Issue 1, Elsevier Science Ltd., pp. 23-36.
24. SZABÓ SZ., MILICS G. (2017): Zérótól a precíziós gazdálkodásig, Nézzük a gyakorlatot! Egy teljes termesztési ciklus tapasztalatai kukoricára, Agro Napló Kiadványa, Kiadó: Zsigmond Ágnes
25. TAKÁCSNÉ GYÖRGY K. (2011): A precíziós növénytermelés közgazdasági összefüggései, Szaktudás Kiadó Ház, Budapest
26. TAKÁCSNÉ GYÖRGY K. (2011): A precíziós növénytermelés közgazdasági összefüggései, Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, pp. 11-18

27. TINKER, D., & Morris, J. (2011). An assessment of the potential impacts of the 2013 CAP reform on the Agricultural Machinery Industry. Brussels: CEMA aisbl - European Agricultural Machinery.
28. ZHANG, N., WANG, M., & WANG, N. (2002): PRECISION AGRICULTURE - A WORLDWIDE OVERVIEW. COMPUTERS AND ELECTRONICS IN AGRICULTURE, 36(2)
29. ZHANG, N., WANG, M., WANG, N. (2002) Precision agriculture – a worldwide overview. Computers and Electronics in Agriculture 36. 113-132 pp.

8. Melléklet

	KUKORICA		
	-		Beruházás költség (nettó Ft)
	Munkaművelet		
nincs precíziós hozadék csak adatgyűjtés termőzőna kialakítás alapfelszerelés precíziós munkaműveletekhez, ezért szükséges számításba venni	KOMBÁJN	Hagyományos	110 000 000
		Precíziós 1	120 000 000
		Precíziós 2	130 000 000
		Precíziós átlag	125 000 000
	ERŐGÉP 300 LÓERŐ FELETT	Hagyományos	84 000 000
		Precíziós 1	105 000 000
		Precíziós 2	74 900 000
		Precíziós átlag	89 950 000
	ERŐGÉP 200 LÓERŐ FELETT	Hagyományos	50 750 000
		Precíziós 1	76 300 000
		Precíziós 2	71 750 000
		Precíziós átlag	74 025 000
	ERŐGÉP 100 LÓERŐ FELETT	Hagyományos	41 650 000
		Precíziós 1	46 900 000
		Precíziós 2	42 700 000
		Precíziós átlag	44 800 000
nincs precíziós hozadéka	PÓTKOCSI NAGY	Hagyományos	13 650 000
		Precíziós 1	13 650 000
		Precíziós 2	14 700 000
		Precíziós átlag	14 175 000
	PÓTKOCSI KÖZEPES	Hagyományos	8 925 000
		Precíziós 1	8 925 000
		Precíziós 2	11 200 000
		Precíziós átlag	10 062 500
nem kerül számításba, mert csak mélységszabályozás hozna eredményt, és egyelőre ez nem tartozik a precíziós alapelemek közé	SZÁNTÁS EKE	Hagyományos	16 450 000
		Precíziós 1	
		Precíziós 2	
		Precíziós átlag	
	ALTALAJ LAZÍTÓ	Hagyományos	5 075 000
		Precíziós 1	5 075 000
		Precíziós 2	6 300 000
		Precíziós átlag	5 687 500
	GRUBER	Hagyományos	28 350 000
		Precíziós 1	34 300 000
		Precíziós 2	36 750 000

elképzelhető precíziós hozádék de nem került számításba		Precíziós átlag	35 525 000
	TÁRCSA	Hagyományos	29 400 000
		Precíziós 1	
		Precíziós 2	
		Precíziós átlag	
	SORKÖZMŰVELŐ KULTIVÁTOR	Hagyományos	6 125 000
		Precíziós 1	12 075 000
		Precíziós 2	19 250 000
		Precíziós átlag	15 662 500
számításba véve	MŰTRÁGYASZÓRÓ	Hagyományos	4 462 500
		Precíziós 1	5 477 500
		Precíziós 2	6 169 800
		Precíziós átlag	5 823 650
	VETŐGÉP	Hagyományos	11 375 000
		Precíziós 1	31 150 000
		Precíziós 2	26 320 000
		Precíziós átlag	28 735 000
	PERMETEZŐ	Hagyományos	19 600 000
		Precíziós 1	49 525 000
		Precíziós 2	23 450 000
		Precíziós átlag	36 487 500

x. táblázat, Gép és eszközbeszerzések költsége