

# Agrárgazdasági Könyvek



Gaál Márta (szerk.)

| Illés Ivett (szerk.)

## A PRECÍZIÓS SZÁNTÓFÖLDI NÖVÉNYTERMESZTÉS HELYZETE ÉS ÖKONÓMIAI VIZSGÁLATA

**NAIK Agrárgazdasági Kutatóintézet**



# **A PRECÍZIÓS SZÁNTÓFÖLDI NÖVÉNYTERMESZTÉS HELYZETE ÉS ÖKONÓMIAI VIZSGÁLATA**

Szerkesztette: Gaál Márta  
Illés Ivett

Szerzők: Gaál Márta  
Humenyik Noémi  
Illés Ivett  
Kiss Andrea

Közreműködött: Kovács Gergő Péter  
Lámfalusi Ibolya  
Lőrincz Katalin  
Medve Dénes

Opponensek: Dr. Lencsés Enikő, adjunktus, Szent István Egyetem  
Dr. Matus László, digitalizációs referens, Agrárminisztérium

Felelős kiadó: Dr. Goda Pál

Szerkesztőbizottság: Biró Szabolcs  
Dublecz Károly  
Felföldi János  
Fertő Imre  
Herdon Miklós  
Illés B. Csaba  
Kapronczai István  
Káposzta József  
Kemény Gábor  
Kertész Róbert  
Keszthelyi Szilárd

Lámfalusi Ibolya  
Pető Károly  
Potori Norbert  
Rieger László  
Stummer Ildikó  
Szakály Zoltán  
Szűcs István  
Takács István  
Tóth József  
Tóth Tamás  
Vágó Szabolcs

Kiadó:  
NAIK Agrárgazdasági Kutatóintézet  
H-1093 Budapest, Zsil utca 3–5.  
Telefon: (+36 1) 217-1011  
Fax: (+36 1) 217-4469  
<https://aki.naik.hu>  
[aki@aki.naik.hu](mailto:aki@aki.naik.hu)

DOI: <https://doi.org/10.7896/ak2001>  
ISBN 978-963-491-613-0  
ISSN 2061-8204

Nyomda, kötet: Primerate Kft.  
© Agrárgazdasági Kutatóintézet

Minden jog fenntartva. A kiadvány bármely részének sokszorosítása, adatainak bármilyen formában (nyomtatva vagy elektronikusan) történő tárolása vagy továbbítása, továbbá bármilyen elven működő adatbázis-kezelő segítségével történő felhasználása csak a kiadó előzetes írásbeli engedélyével történhet.

# Tartalomjegyzék

<b>Vezetői összefoglaló</b> .....	5
Problémafelvetés .....	5
Módszer .....	5
Eredmények .....	6
<b>Rövidítések jegyzéke</b> .....	9
<b>Bevezetés</b> .....	11
<b>Anyag és módszertan</b> .....	13
A precíziós mezőgazdaság helyzete .....	13
A precíziós gazdálkodásra való áttérés .....	13
Kérdőíves felmérés és értékelés módszertana .....	14
Ökonómiai vizsgálatok módszertana .....	15
Kontrollcsoportos összehasonlítás .....	15
A precíziós technológia bevezetésének hatása az üzemekre .....	16
<b>Digitális trendek a mezőgazdaságban</b> .....	17
<b>A precíziós szántóföldi növénytermesztés nemzetközi helyzete</b> .....	21
Elterjedtség .....	21
USA .....	21
Kanada .....	23
Brazília, Argentína .....	23
Európa .....	24
Várható jövő .....	26
<b>A precíziós szántóföldi növénytermesztés hazai helyzete</b> .....	29
Elterjedtség .....	29
Kereslet .....	31
Kínálat .....	35
GPS/GNSS és mobilinternet-lefedettség .....	35
Eszköz- és szoftverforgalmazás .....	35
Szolgáltatás, szaktanácsadás .....	36
Oktatás .....	38
Várható jövő .....	40
<b>A precíziós gazdálkodásra való áttérés lépései</b> .....	41
A gazdaság céljai, hozzáállása .....	41
Táblák felmérése .....	42
Jármű-navigáció .....	42
A terület heterogenitásának vizsgálata, zónák kialakítása .....	43
Talajmintavétel .....	44
Megfelelő eszközök és technológiák kiválasztása .....	44
A keletkező adatok hasznosítása .....	44
<b>A precíziós gazdálkodásra történő áttérés folyamata és hatása egy mintagazdaságban (esettanulmány)</b> .....	45
A precíziós gazdálkodás bevezetésének folyamata .....	45
A precíziós gazdálkodás bevezetésének hatása .....	46
A precíziós gazdálkodás bevezetésének hatása az őszi búzában .....	47

A precíziós gazdálkodás bevezetésének hatása a kukoricában .....	51
A precíziós gazdálkodás bevezetésének hatása a napraforgóban .....	55
Tapasztalatok .....	59
<b>A precíziós gazdálkodás elterjedtsége, alkalmazásának színvonala és termelői megítélése</b> .....	61
A kérdőíves felmérések válaszadóinak jellemzése .....	61
Összehasonlító elemzés a kérdőíves felmérések alapján .....	63
A technológiai ismeretek forrása .....	63
A fenntartható gazdálkodáshoz való hozzájárulás megítélése .....	66
A precíziós gazdálkodás társadalmi és gazdasági hatásainak megítélése .....	69
A precíziós gazdálkodás terjedését segítő, illetve gátló tényezők .....	71
A precíziós gazdaságok részletes elemzése .....	76
A technológiák adaptációja .....	76
Műszaki háttér .....	85
A technológia bevezetésének hatása .....	88
Nyilvántartási és vállalatirányítási rendszerek használata .....	92
<b>A precíziós szántóföldi növénytermesztők körében végzett statisztikai vizsgálatok</b> .....	95
A technológia gazdasági hatásainak kimutatása a precíziós üzemek körében, a kontrollcsoport adataihoz viszonyítva .....	95
A 2016/2017-es gazdasági év vizsgálata .....	95
A precíziós gazdálkodásban eltöltött utolsó három év vizsgálata .....	96
A precíziós technológia gazdasági hatásainak kimutatása az üzemek körében, 6 év adatai alapján .....	99
Őszi búza főbb ágazati mutatóinak alakulása .....	99
Kukorica főbb ágazati mutatóinak alakulása .....	103
Napraforgó főbb ágazati mutatóinak alakulása .....	107
Őszi káposztarepce főbb ágazati mutatóinak alakulása .....	111
Statisztikai vizsgálatok eredményeinek összefoglalása .....	115
<b>Executive Summary</b> .....	117
Introduction .....	117
Methodology .....	117
Results .....	118
<b>Kivonat</b> .....	121
<b>Abstract</b> .....	122
<b>Mellékletek</b> .....	123
Mellékletek jegyzéke .....	123
<b>Hivatkozások jegyzéke</b> .....	149

# Vezetői összefoglaló

## Problémafelvetés

Az élelmiszer-biztonság és a fenntarthatóság iránti növekvő igény, valamint a környezetvédelmi szempontok a mezőgazdasági források hatékony felhasználására hívják fel a figyelmet. A mezőgazdaság digitális átalakulása döntő jelentőségű ennek elérésében. Az Európai Unió mezőgazdasági támogatási rendszerének, a Közös Agrárpolitikának (KAP) a 2021–2027-es időszakra megfogalmazott követelményei közt is szerepel, hogy az agrárium a lehető legnagyobb mértékben járuljon hozzá a környezet- és éghajlatvédelmi célok eléréséhez, és maradéktalanul meg kell honosítania azokat az innovatív digitális megoldásokat, amelyek megkönnyítik a mezőgazdasági termelők munkáját, csökkentik a bürokráciát és elősegítik a generációs megújulást (EC, 2018a). A digitális technológiák megváltoztatják az üzleti modelleket is az agrárgazdaságban, új lehetőségeket és kihívásokat teremtve a gazdálkodók számára. Az új technológiákkal kapcsolatos információk hiánya, a digitális készségek hiánya, valamint a technológiákkal kapcsolatos költség-haszon elemzések korlátozott elérhetősége azonban akadályt jelent a digitális technológiák bevezetésében (EC, 2019a; Trendov *et al.*, 2019).

A hazai agrárium digitalizációjának előmozdítását hivatott segíteni Magyarország Digitális Agrár Stratégiája<sup>1</sup>. A megfogalmazott célok közt szerepel többek közt a mezőgazdasági termelők digitális kompetenciáinak és ismereteinek fejlesztése, valamint a precíziós technológiák alkalmazásának elősegítése. A stratégia értékelő- és indikátorrendszerének kialakításához szükséges a jelenlegi helyzet minél pontosabb ismerete. A tanulmány a szakigazgatásban tevékenykedők, a gazdálkodók és a gép-forgalmazók számára egyaránt tartalmaz aktuális információkat a precíziós gazdálkodás jelenlegi helyzetéről.

## Módszer

Áttekintést adunk a mezőgazdaság digitalizációjában megfigyelhető trendekről, a precíziós szántóföldi növénytermesztés nemzetközi és hazai helyzetéről. A precíziós gazdálkodásra való áttérés folyamatát és tapasztalatait egy hazai gazdaság példáján keresztül is bemutatjuk.

A magyarországi tesztüzemi rendszer szántóföldi növénytermesztő üzemeinek körében vizsgáltuk a precíziós gazdálkodással kapcsolatos véleményeket és az alkalmazott technológiákat. Az Agrárgazdasági Kutató Intézet (jelenleg Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ, Agrárgazdasági Kutatóintézet, a továbbiakban NAIK AKI) 2016-ban végzett először erre irányuló kérdőíves felmérést (Kemény *et al.*, 2017), amelyet 2018-ban némi változtatással kibővítve ismételtünk meg. A felmérés kiterjedt a precíziós gazdálkodással kapcsolatos ismeretek forrásaira, a technológia terjedését gátló, illetve segítő tényezőkre, a fenntarthatósághoz való hozzájárulás megítélésére, az alkalmazott technológiákra, valamint a precíziós gazdálkodás bevezetésének üzemre gyakorolt hatásaira. A technológiáról való értesülés forrásai, valamint a precíziós gazdálkodás fenntarthatósághoz való hozzájárulásáról alkotott termelői vélekedés esetében a regionális különbségeket és a korcsoportok szerinti eltéréseket Khí-négyzet-próbával vizsgáltuk. A kérdőívek elemzése az aktuális helyzet felmérésén túl lehetőséget adott a két felmérés közti különbségek, változások vizsgálatára is. A 2018-as felmérés a nyilvántartási és vállalatirányítási rendszerek alkalmazására is kitért, emellett vizsgáltuk a precíziós gazdálkodás szociológiai kérdéseit.

A felmérés eredményei és a tesztüzemi rendszerben rendelkezésre álló ágazati költség- és jövedelemadatok összekapcsolásával vizsgáltuk a precíziós gazdálkodás bevezetésének gazdasági hatásait a hozamváltozás, inputanyag-felhasználás, termelési érték és jövedelem vonatkozásában. A vizsgálat egyik típusa kontrollcsoportképzésen alapult, amely során hasonló adottságú, hagyományos

<sup>1</sup> 1470/2019. (VIII. 1.) Korm. határozat a magyar agrárium digitalizációjának előmozdításáról és összehangolásáról, Magyarország Digitális Agrár Stratégiájáról.

szántóföldi növénytermesztőkkel hasonlítottuk össze a precíziós termelést folytató gazdaságokat. A precíziós technológiát legalább három éve alkalmazó gazdaságok esetében pedig összehasonlítottuk az üzemek precíziós gazdálkodásban töltött utolsó három évét, illetve a technológia alkalmazását megelőző három évet. A főbb ágazati mutatók eredményeit statisztikai vizsgálatokkal is igazoltuk. Az adatsorok normalitását Kolmogorov–Smirnov-próbával vizsgáltuk. Az eredmények statisztikai értékelését párosított t-próbával végeztük el. A gazdasági vizsgálatok minden esetben az őszi búza, kukorica, napraforgó és az őszi káposztarepce termesztésére fókuszáltak.

## Eredmények

Annak ellenére, hogy a termelők egyaránt elismerik a precíziós gazdálkodás előnyeit, valamint annak hátrányos következményeit (gazdasági különbségek növekedése, versenyhátrány), ha nem kezdik meg a technológia alkalmazását, a „robbanásszerű” elterjedés továbbra is várat magára.

A különböző felmérések – az eltérő alapsokaság miatt – eltérő eredményeket adnak a precíziós technológiák hazai elterjedtségére vonatkozóan. A tesztüzemek körében végzett felmérésben a gazdálkodók kevesebb mint 9 százaléka bizonyult precíziós gazdálkodónak. Más felmérések szerint a GPS általi gépvezérlést a hazai gazdálkodók 20-27 százaléka használja, ezt követi a differenciált kijuttatás alkalmazása (11-17 százalék). De még a kedvezőbbnek számító felmérések eredményei is jelentősen elmaradnak az Amerikában és Kanadában megfigyelhetőknél, és a nyugat-európai országokhoz képest is van lemaradás.

Kedvezőtlen, hogy a gazdálkodók egy része (a vizsgált technológiától függően 1-5 százalék) rendelkezik ugyan precíziós gazdálkodásra alkalmas eszközökkel, de nem használja azokat, valamint azok közül, akik jelenleg egyik vizsgált technológiát sem használják, kb. 70 százalék továbbra sem tervezi azok bevezetését. A digitalizáció kapcsán tervezett beruházások kis értékűek (jellemzően 500 ezer forint alattiak, ami legfeljebb szenzorok, illetve kiegészítők vásárlására elegendő), de ez függ a gazdaság méretétől is. A digitális kompetenciák és ezzel párhuzamosan a digitalizációval kapcsolatos beruházások tekintetében is a 31–40 év közötti korosztály az élenjáró.

A kérdőíves felmérések alapján a termelők szerint a precíziós gazdálkodás terjedését gátló legfőbb tényező a beruházás többletköltsége, valamint az, hogy nem illeszkedik a gazdaság méretéhez. További meghatározó probléma a megfelelő finanszírozás hiánya, valamint az alkalmazáshoz szükséges szaktudás hiánya.

A technológia terjedését segítő tényezők közt kiemelt jelentősége lenne a magasabb jövedelmezőségnek és a beruházási támogatásoknak (Vidékfejlesztési Program). A széles körű adaptációt jelentősen befolyásolja továbbá a jogi, politikai környezet, azon belül is a tartós földhasználat biztonságát lehetővé tevő jogszabályok kialakítása (81 százalék) és a hosszú távú, kiszámítható agrárpolitika (79 százalék). A termelők 61 százaléka a méltányos, a precíziós gazdaságokra szabott adózási szabályokat preferálná, 58 százaléka pedig a politikai környezet precíziós gazdálkodásbarátta alakításában látja a szélesebb körű elterjedés lehetőségét.

A tesztüzemi rendszerben lévő szántóföldi növénytermesztők körében az első üzem már 2003-ban megkezdte a precíziós technológia alkalmazását. A precíziós gazdálkodást végzők száma 2012-ben indult jelentős növekedésnek, azonban az adaptáció csökkenő tendenciát mutat az elmúlt öt évet figyelembe véve. A 2018-as felmérés során a 615 választ adó üzem közül 54 folytatott precíziós gazdálkodást.

A felmérésben szereplő precíziós gazdaságok jellemzően (71 százaléka) a sorvezető használatát jelölték meg elsőként a technológiai elemek adaptációjánál. Ezt követte a táblakontúr felvétele, amelyet az üzemek 52 százaléka elsőként vezetett be, majd a robotkormányzás, amellyel a kitértők fele kezdett bele a precíziós gazdálkodásba. A tápanyag-kijuttatási terv, és/vagy applikációs térkép készí-



tése a precíziós gazdaságok 27 százalékánál első elemként került bevezetésre. Fontos megjegyezni azonban, hogy a gazdaságok fele három, vagy annál is több tevékenységgel fogott hozzá a precíziós gazdálkodáshoz.

A precíziós tevékenységek közül 2018-ban a leggyakoribb elemnek a sorvezető, illetve a robotkormányzás használata bizonyult, előbbi a válaszadó üzemek mintegy 80 százaléka, utóbbit a kitöltők kétharmada alkalmazta. Akik nem alkalmaztak sorvezetőt, azok jellemzően a táblák között és nem a táblán belül differenciálták az inputanyagok kijuttatását, kisebb arányban pedig robotkormányzást használtak. Táblakontúr felvételét a válaszadók 61 százaléka jelölte meg, tápanyag-kijuttatási tervet, illetve applikációs térképet pedig 44 százalékuk készített. Növényvédelmi felvételezést a gazdaságok 37 százaléka végzett. Precíziós talajminta-vételezést és talajtérképezést, illetve növényvédőszer-kijuttatási tervet és/vagy applikációs térképet a kitöltők azonos aránya, 31 százaléka készített. A vetőmag-kijuttatási terv és/vagy térkép készítése, illetve a precíziós hozamtérképezés voltak a ritkábban alkalmazott elemek. A hozamtérképezés kevésbé gyakori alkalmazása a korábbi hazai felmérésekkel is összhangban áll. A felmérésben szereplő üzemek csaknem fele (48 százaléka) négy, vagy annál is több precíziós tevékenységet vezetett be a gazdaságában a 2018-as évvel bezárólag.

Az 54 precíziós gazdaság több mint 80 százaléka a kukoricában (47 üzem), az őszi búzában (46 üzem), és a napraforgó termesztésében (44 üzem) alkalmazott precíziós technológiai elemet a 2016/2017-es gazdálkodási évben. A gazdaságok több mint fele az őszi káposztarepcét, 37 százaléka pedig az őszi árpát művelte precíziósan. A felmérésben szereplő szántóföldi növénytermesztők által precíziósan művelt terület összesen mintegy 27 ezer hektárt tett ki, amelynek a 88 százalékát a négy fő növénykultúra adta.

A termelőknek a hozamok változására adott válaszainak és a tesztüzemi rendszerben megadott adatainak összehasonlítása során azt tapasztaltuk, hogy jellemzően alulértékelték azok változását. Ennek lehetséges oka, hogy a válaszok során megpróbálták ténylegesen a precíziós technológiából adódó hatásokat becsülni, figyelmen kívül hagyva a más hatásoknak tulajdonítható változásokat, vagy a különböző növényeknél elért eltérő mértékű változások együttes értékelése okozott gondot számukra. Az egy hektárra jutó jövedelem esetén is csak 21 százalékuk értékelt helyesen, de ugyanilyen arányban alulbecsülték a jövedelem növekedését. Közel azonos azoknak az aránya is, akik a jövedelem növekedése helyett annak csökkenését jelölték meg, vagy éppen növekedést mondtak az adatokból kimutatható csökkenés helyett – ezek a téves értékelések jellemzően azoknál tapasztalhatók, akiknél a különböző növényekre vonatkozóan nagyon eltérő eredmények adódtak, vagy a vizsgált évek között volt jelentős különbség. A változó költséggel kapcsolatban szinte senki nem azt jelölte meg, ami a tesztüzemi adatokból látható. Legtöbbször a változó költség növekedése helyett annak csökkenését jelölték meg, vagy alulbecsülték a növekedését. Ez felhívja a figyelmet a nyilván tartási rendszerek hiányosságaira is.

A kontrollcsoportos vizsgálat során a 2016/2017-es gazdasági év adatai alapján minden növénykultúra esetében magasabb termésátlag volt tapasztalható precíziós gazdálkodással, mint hagyományos műveléssel. A tesztüzemi rendszer adatai alapján a növénykultúrák termesztése során nagyobb ágazati eredményt tudtak realizálni a gazdaságok precíziós technológiák alkalmazásával az őszi búza (+26 százalék), az őszi káposztarepce (+13 százalék), a kukorica (+8 százalék) és a napraforgó (+1 százalék) esetében egyaránt. A főtermék önköltségének vizsgálata alapján az őszi búzát és az őszi káposztarepcét precíziós módon termesztők, a költségarányos jövedelem (szűkített, korrigált) alapján azonban már csak az őszi búzát termesztők bizonyultak hatékonyabbnak a hagyományos szántóföldi növénytermesztőkhöz képest.

Amennyiben a kontrollcsoportos elemzés során a precíziós gazdálkodásban eltöltött utolsó három év adatait vizsgáltuk a növénykultúrák esetében, átlagosan 3-8 százalékkal magasabb hozamot és 5-8 százalékkal nagyobb termelési értéket tudhattak magukénak a precíziós gazdaságok a hagyományos

szántóföldi növénytermesztőkhöz képest. A precíziós technológiát alkalmazó üzemek ágazati eredménye is magasabb volt a három év átlagában. Jelentős mértékű jövedelemtöbbletet értek el a precíziós gazdaságok az őszi búza (+11 százalék) termesztésében. A magasabb hozamok és az egységárral korrigált ágazati eredménytöbblet az őszi búza esetében statisztikailag is igazolhatónak bizonyult.

A precíziós technológiát legalább három éve alkalmazó gazdaságok esetében összehasonlítottuk a bevezetést megelőző és az alkalmazásban eltöltött utolsó három év hozamát, valamint költség- és jövedelemadatait. Minden vizsgált növénykultúra esetén a gazdaságok többsége növelni tudta a hozamokat, ami a napraforgó esetén átlagosan 16 százalék, a többi növénykultúránál 23–25 százalék növekedést eredményezett. A technológiai átállás intenzívebb inputanyag-felhasználással, és a szűkített költség 14–29 százalékos növekedésével járt, de az ágazati eredmények is magasabbak lettek. Az árak változása miatt ez esetben az egységárral korrigált ágazati eredményeket érdemes figyelembe venni, amely a napraforgó kivételével minden ágazatban nagyobb növekedést mutat, mint a tényleges eladási árakkal számolt. A korrigált ágazati eredmény mutató alapján legnagyobb változást a kukoricatermesztők (+30 százalék) és az őszi búzát termesztők (+22 százalék) érték el, a napraforgó és az őszi káposztarepce esetén 18, illetve 17 százalék növekedés volt megfigyelhető. Az eredmények – az őszi káposztarepce egységárral korrigált ágazati eredményének kivételével – statisztikailag is igazolhatók.

A tesztüzemi rendszerben lévő precíziós gazdaságok száma az előző felméréshez képest nem növekedett számottevően, azonban a technológiát bevezető üzemek száma folyamatosan emelkedik, ezért a technológia adaptációjának nyomon követése és további értékelése javasolt.

## Rövidítések jegyzéke

- EC:** *Electric Conductivity* – Elektromos vezetőképesség.  
A talaj elektromos vezetőképessége alapján – nem szikes talajok esetén – következtetni lehet a talajok textúrájára.
- GNSS:** *Global Navigation Satellite System* – Globális navigációs műholdrendszer.  
Az amerikai GPS, az orosz GLONASS, az európai Galileo, és a kínai Beidou (Compass) rendszerek közös elnevezése. A GNSS infrastruktúrához sorolják azokat a földi vagy műholdas kiegészítő rendszereket is, amelyek a nagyobb pontosságú helymeghatározást segítik (korrekciós jelek).
- GPS:** *Global Positioning System* – Globális helymeghatározó rendszer.  
Az USA Védelmi Minisztériuma által fejlesztett és üzemeltetett, időjárástól és napszaktól függetlenül működő műholdas helymeghatározó rendszer, amely háromdimenziós helymeghatározást tesz lehetővé. A hétköznapi szóhasználatban általánosan a műholdas helymeghatározásra utal.
- IoT:** *Internet of Things* – A tárgyak internete.  
Egyedi azonosítóval rendelkező, hálózatra kapcsolt eszközök rendszere.
- ISOBUS:** *ISO Binary Unit System*  
Lehetővé teszi a különböző szenzorok, az adatfeldolgozó és vezérlő egységek közötti szabványos adatszerét. Ezáltal egyetlen univerzális terminállal megoldható bármelyik gyártó ISOBUS-t támogató eszközének ellenőrzése és vezérlése. A protokoll alapját a nemzetközi ISO 11783 szabvány (Tractors and machinery for agriculture and forestry - Serial control and communications data network) írja le.
- ISPA:** *International Society of Precision Agriculture* – Nemzetközi Precíziós Mezőgazdasági Társaság.
- LIDAR:** *Light Detection and Ranging* – Lézer alapú távérzékelés.  
Alkalmazható többek közt távolságmérésre, a vizsgált objektumról háromdimenziós modell készítésére, légi vizsgálatokra.
- NDVI:** *Normalized Difference Vegetation Index* – Normalizált differenciál vegetációs index.  
Távérzékelési felvételekből számítható, a növényzet fotoszintetikus aktivitásáról, állapotáról ad információt. Számítási módja:  $NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$ , ahol NIR a közeli infravörös és R a látható vörös tartományban mért visszaverődés.
- RFID:** *Radio Frequency IDentification* – Rádiófrekvenciás azonosítás.  
Az automatikus azonosításhoz és adatközléshez használt technológia, melynek alapja a rádiófrekvenciás adó-vevő egység kommunikációja a megfigyelt objektumokon, termékeken elhelyezett RFID címkével. Az RFID címke (más néven tag) egy apró tárgy, amely rögzíthető vagy beépíthető az azonosítani kívánt objektumra/objektumba, termékre/termékbe.
- RTK:** *Real Time Kinematic* – Valós idejű kinematikus mérés  
Korrekciós jelek alkalmazásával elérhető +/-2 cm pontosságú, valós idejű helymeghatározás mozgó járműveknél. A korrekció alapulhat egy ismert bázisállomás vagy több referenciaállomás együttes adatainak figyelembevételén.
- UAV:** *Unmanned Aerial Vehicle* – Pilóta nélküli légi jármű (hétköznapi néven „drón”).  
Kialakítása lehet repülőgépszerű vagy több rotorral ellátott multikopter. Ön- vagy távirányítással (leggyakrabban a kettő kombinációjával) rendelkezik. Kamerával felszerelve használható a területek állapotának felmérésére, más eszközökkel felszerelve alkalmas például növényvédő szerek és levéltrágyák kijuttatására.



## Bevezetés

Az élelmiszer-biztonság és a fenntarthatóság iránti növekvő igény, a környezetvédelmi szempontok, valamint a klímaváltozáshoz való alkalmazkodás a mezőgazdasági források hatékony felhasználására hívják fel a figyelmet. Ennek egyik eszköze lehet a precíziós gazdálkodás (Tey és Brindal, 2012; Tamás, 2017).

Az Európai Unió mezőgazdasági támogatási rendszerének, a Közös Agrárpolitikának (KAP) a 2021–2027-es időszakra megfogalmazott követelményei közt (EC, 2018a) is szerepel, hogy az agrárium a lehető legnagyobb mértékben járuljon hozzá a környezet- és éghajlatvédelmi célok eléréséhez, és maradéktalanul meg kell honosítania azokat az innovatív digitális megoldásokat, amelyek megkönnyítik a mezőgazdasági termelők munkáját, csökkentik a bürokráciát és elősegítik a generációs megújulást. A jövőbeli KAP kilenc általános célkitűzést tartalmaz, amelyek közül az egyik a versenyképesség növelése, többek között a kutatás, a technológia és a digitalizáció fejlesztésének és terjesztésének előtérbe helyezése révén. A mezőgazdaság digitalizációja ugyanakkor horizontális célkitűzésként is megjelenik, a precíziós gazdálkodáshoz kapcsolódó támogatásban részesülő gazdálkodók aránya pedig a tervezett eredményindikátorok közt szerepel.

A korábbi, „A precíziós szántóföldi növénytermesztés összehasonlító vizsgálata” című tanulmányunkban (Kemény *et al.*, 2017) részletesen ismertetésre kerültek a precíziós mezőgazdaságban alkalmazott technológiák, ezért a jelen tanulmányban ezek ismertetésére nem térünk ki, csak a technológiák terén megfigyelhető, illetve várható változásokra fókuszálunk.

A tanulmányban a korábbinál nagyobb hangsúlyt kap a precíziós mezőgazdasághoz kapcsolódó digitális technológiák alkalmazásának, valamint a kereslet/kínálati viszonyok vizsgálata.

Kutatásunk során a 2016. évi adatgyűjtésünkhöz hasonlóan kérdőíves felmérést végeztünk a tesztüzemi rendszerben szereplő növénytermesztő gazdaságok körében. Felmérésünk célja a precíziós gazdálkodást végző üzemek feltárásán túl az általuk alkalmazott technológiai változatok feltérképezése, illetve az eredmények előző felmérés adataival való összevetése, ezáltal a precíziós gazdálkodás magyarországi helyzetének nyomon követése volt.

A gazdálkodók profitorientáltak, így elsősorban olyan újdonságokat vezetnek be, amelyek egyértelműen kimutatható jövedelemtöbbletet eredményeznek. A precíziós technológia komplexitása miatt azonban ez nem minden esetben mutatható ki egyértelműen. A kérdőíves adatgyűjtésből származó adatokat összekapcsoltuk a tesztüzemi rendszerben szereplő adatokkal, ez alapján végeztük el a precíziós gazdálkodás ökonómiai előnyeire vonatkozó vizsgálatokat.

A digitális eszközök használata által jelentősen nő a mezőgazdaságban keletkező adatok mennyisége, így egyre nagyobb jelentősége van a nyilvántartási rendszereknek. Az adatok megfelelő feldolgozása és vállalati információs rendszerbe történő integrálása segíti a vezetői döntések hatékonyságát, ezért ezen rendszerek elterjedtségét is vizsgáltuk.

Tanulmányunk a szakigazgatásban tevékenykedők, a gazdálkodók és a gépforgalmazók számára egyaránt tartalmaz aktuális információkat a precíziós gazdálkodás jelenlegi helyzetéről, ezáltal a tanulmány célcsoportja mindhárom szegmensre kiterjed.



## Anyag és módszertan

### A precíziós mezőgazdaság helyzete

A precíziós mezőgazdaság egyre inkább összekapcsolódik a Mezőgazdaság 4.0 fogalmával, ezért szakirodalmi források alapján áttekintjük a mezőgazdaságban megfigyelhető digitális trendeket.

A precíziós szántóföldi növénytermesztés nemzetközi helyzetét szintén szakirodalmi források alapján mutatjuk be, és kitérünk a piackutató cégek szerint várható változásokra is.

A hazai elterjedtséget, valamint a technológiák tervezett bevezetését (kereslet) elsősorban két felmérés alapján mutatjuk be:

- A Kleffmann Group 2017-ben végzett felmérést repce-, napraforgó-, kalászos- és kukoricatermesztők körében. A felmérés során nyolc – precíziós mezőgazdasághoz kapcsolódó – technológia ismertségére és használatára kérdezték rá 1219 gazdaságnál, de 89 gazdaság (7 százalék) egyikre sem adott értékelhető választ (nem tudja/nem válaszol). Az egyes technológiákat használó gazdaságoktól azt is megkérdezték, hogy mennyire tartják azokat hasznosnak. Az ezzel kapcsolatos értékelést 1–5-ig terjedő skálán adhatták meg. Az adatok elsődleges feldolgozását a Kleffmann Group végezte, de a megkapott alapadatokból további saját számításokat is végeztünk.
- Az Agrárgazdasági Kutató Intézet (jelenleg NAIK Agrárgazdasági Kutatóintézet) 2018-ban kérdőíves felméréssel vizsgálta a mezőgazdasági termelést hivatásszerűen – árutermelés céljából – folytató egyéni gazdálkodók és cégvezetők informatikai ismereteit, valamint a gazdaságok digitális eszközök és információs rendszerek használatával kapcsolatos hozzáállását. A nem reprezentatív, önkéntes, online felmérés 760 értékelhető választ eredményezett. A válaszadók 84 százaléka, 640 fő jelölte meg tevékenységi területként a szántóföldi növénytermesztés ágazatot (gyepgazdálkodás, szántóföldi zöldségtermesztés is). A szolgáltatások igénybevételeivel, a foglalkoztatottsággal, valamint a tervezett beruházásokkal kapcsolatos kérdésekre csak a vezetők/tulajdonosok válaszoltak (545 fő). Jelen tanulmányban a kérdőívnek csak a precíziós gazdálkodáshoz kapcsolódó részeit dolgoztuk fel, a szántóföldi ágazatot megjelölők adatai alapján.

Mindkét kérdőív kiértékelésénél az adott technológiákat alkalmazók arányán túl figyelembe vettük a gazdaságok méretét, valamint a gazdálkodók korát. Vizsgáltuk az együttesen használt technológiák számát, valamint feltételes valószínűségekkel értékeltük a technológiák együttes használatának, illetve az új technológiák bevezetésének valószínűségét. Ezt a módszert alkalmazta korábban Griffin és Yeager (2018) is. A felméréseket az országos helyzetkép bemutatásához használtuk, nem ez képezte a tanulmány alapját, ezért részletes (pl. regionális vagy demográfiai szempontok szerinti) vizsgálatok és statisztikai elemzések nem készültek.

A kínálati oldal elemzése tartalmazza a GPS és mobilinternet-lefedettség, az eszköz- és szoftverforgalmazás, valamint a szolgáltatás és szaktanácsadás helyzetének vizsgálatát. Míg a szaktanácsadással kapcsolatban számos információ elérhető az ezzel foglalkozó cégektől, a gépforgalmazásra vonatkozóan nagyon kevés adat érhető el.

Az új technológiák alkalmazásához jól képzett humán erőforrásra van szükség, ezért az oktatás helyzetét – a középfokú szakképzéstől a felnőttképzésekig – külön fejezetben részletezzük.

### A precíziós gazdálkodásra való áttérés

A precíziós gazdálkodás bevezetése többéves folyamat. A szükséges lépéseket előbb a szakirodalom alapján mutatjuk be, majd egy hazai gazdaság példáját ismertetjük esettanulmányként.

A mintagazdaság esetében az egyes precíziós technológiai elemek bevezetésének folyamatán túlmenően a gazdaság ágazati költség- és jövedelemadatainak alakulását is bemutatjuk az áttérés folyamata során. Az üzemi költség- és jövedelemelemzéshez a „fekete doboz” módszert alkalmazzuk, ahol az input-, illetve outputadatok változását mérjük. A módszer fedezeti összeg alapú jövedelem-számítást alkalmaz, ahol a fedezeti összeg a termelési érték – ami a hozamérték mellett a területalapú támogatást is tartalmazza – és a közvetlen költségek különbsége. A közvetett költségek nem kerülnek elszámolásra és felosztásra annak érdekében, hogy az adott gazdálkodás technológiája legyen jellemezhető, és kizárásra kerüljön a technológiát üzemeltető menedzsmentköltségek torzító hatása. A mutatók időbeli (2012–2018 közötti) változását lineáris trendekkel (regresszió számítás) is vizsgáltuk.

## Kérdőíves felmérés és értékelés módszertana

A precíziós gazdálkodás elterjedtségéről és a helyspecifikus szántóföldi növénytermesztés alkalmazásának körülményeiről az Agrárgazdasági Kutató Intézet (jelenleg NAIK AKI) a 2016-os évben végzett először kérdőíves felmérést a teszüzemi rendszer tagjai körében (Kemény *et al.*, 2017), amelyet 2018-ban némi változtatással kibővítve ismételtünk meg. Mindkét felmérés a teszüzemi adatszolgáltatásban részt vevő könyvelő irodák segítségével valósult meg. A 2018-as felmérés a nyilvántartási és vállalatirányítási rendszerek alkalmazására is kitért, emellett a korábbi felméréstől eltérően vizsgáltuk a precíziós gazdálkodás szociológiai kérdéseit is (15. melléklet).

A 2018-as felmérésben szereplő üzemek köre a KITE Zrt. GINOP projektje keretében kiegészült 10 olyan precíziós gazdálkodást folytató üzemmel, amelyekről részletes adat korábban nem állt rendelkezésünkre, hiszen nem voltak tagjai a teszüzemi rendszernek. Körükben négy gazdálkodási évre visszamenően (2014–2017) részletes adatfelvételezés valósult meg.

Kérdőíves felmérésünkre 2018-ban a teszüzemi rendszerben lévő 1020 szántóföldi növénytermesztő gazdaság több mint fele, 615 üzem adott választ. A kérdőívre választ adó üzemek közül 54 folytatott precíziós gazdálkodást, 447 hagyományos művelést, 114 pedig valamilyen talajkímélő művelést végzett. A precíziós gazdálkodás és a talajkímélő művelés a gyakorlatban gyakran egymást kiegészítő megközelítést jelent, de a jelen tanulmány csak a precíziós gazdálkodást folytatók értékelésére fókuszál. Emiatt az elemzések során a talajkímélő művelést végzőket is a „hagyományos” művelést folytatókhoz soroltuk. A sorvezetőt vagy automatikus kormányzást használók besorolása nem egységes a szakirodalomban. A precíziós gazdálkodás elterjedésével kapcsolatos legtöbb szakirodalomban ezeket külön technológiai elemként vizsgálják, míg mások (pl. Lencsés *et al.*, 2014) szűkebb értelemben, csak a helyspecifikus művelést, illetve differenciált kijuttatást végzőket tekintik precíziós növénytermesztőnek. A felmérésben azon üzemek minősültek precíziós gazdaságnak, amelyek legalább egy precíziós technológiát alkalmaztak a termesztési gyakorlatukban, beleértve a csak sorvezetőt használókat is. A precíziós gazdálkodás kezdeti éve önbevalláson alapult: a gazdálkodók minden egyes növénykultúra esetében megjelölték a precíziós technológia alkalmazásának első évét.

A kérdőív elemzése a precíziós gazdálkodással kapcsolatos ismeretek forrásainak azonosításával indul. A 2018-as felmérésben nagyobb arányban számoltak be arról, hogy nem értesültek a precíziós technológiákról, amely a kitöltői kör változásával magyarázható. A technológiáról való értesülés forrásainak bemutatását a precíziós gazdálkodás fenntarthatóságához való hozzájárulásáról alkotott termelői vélekedés követi, amelyek esetében a regionális különbségeket és a korcsoportok szerinti eltéréseket Khí-négyzet-próbával vizsgáltuk. A 2018-as felmérésben a termelők 1–5-ig terjedő skálán értékelték a precíziós gazdálkodás pozitív, illetve negatív társadalmi és gazdasági hatásait, továbbá a gazdálkodást befolyásoló tényezőket. Előbbi esetében a skála a következőképpen alakult: 1-essel jelölték, amennyiben egyáltalán nem értettek egyet a felsorolt állításokkal, 2-essel, ha inkább nem értettek egyet, 3-assal, ha bizonytalanok voltak a döntésben, 4-esre értékelték, amennyiben inkább egyetértettek és 5-ös számmal jelölték, ha teljes mértékben egyetértettek a következményekkel. A negatív hatásoknál a probléma súlyosságát értékelték a gazdálkodók. 1-es számot kapott az



állítás, amennyiben a termelő szerint egyáltalán nem jelent problémát, 2-est, ha inkább nem jelent problémát. 3-assal jelölték, ha bizonytalanok voltak a döntést illetően, 4-essel, ha inkább problémát jelent, 5-össel, ha komoly problémát jelent a precíziós gazdálkodás felsorolásban szereplő negatív társadalmi, gazdasági következménye. A precíziós gazdálkodást befolyásoló tényezők esetén a skála a következő: 1 – egyáltalán nem befolyásolja, 2 – inkább nem befolyásolja, 3 – bizonytalan, 4 – inkább befolyásolja, 5 – komolyan befolyásolja. A precíziós gazdálkodás terjedését segítő, illetve gátló tényezőkről alkotott vélemények értékelésénél vizsgáltuk a két felmérés közti különbségeket, változásokat.

A kérdőív elemzése a 2018-ban precíziósan tevékenykedő gazdaságok részletes vizsgálatával folytatódik, amelyben a precíziós gazdálkodás által érintett terület méretén túlmenően bemutatjuk a precíziós eszközök adaptációjának alakulását. Azonosítjuk továbbá a precíziós technológiával termesztett növénykultúrákat, az agrotechnikai műveletek és az alkalmazott technológiák kapcsolatát, valamint a precíziós tevékenységre alkalmas erő- és munkagépállományt. Bemutatjuk a precíziós gazdálkodás üzemre gyakorolt hatásairól (fajlagos költség, jövedelem, hozam, munkaerő-felhasználás, termésminőség), valamint a növénytermesztés gyakorlatában (vetésszerkezet, növényvédelem, tápanyag-utánpótlás, öntözés, munkaerő-felhasználás, munkaszervezés, vállalatirányítás, piaci kapcsolatok) bekövetkező változásokról alkotott véleményeket. Az elemzés a nyilvántartási és vállalatirányítási rendszerek használatának értékelésével zárul.

## Ökonómiai vizsgálatok módszertana

Mivel a kérdőívet kitöltők részt vettek a teszttüzemi adatgyűjtésben, a kérdőívre adott válaszaik összekapcsolhatók voltak az üzemek ágazati költség- és jövedelemadataival, amely mélyebb elemzést tett lehetővé.

A gazdaságok technológiai színvonalának meghatározásához szűkített-költség-mutatót vizsgáltunk, amely nem azonos a számvitelben használt fogalommal. Az általunk kalkulált szűkített költség a gépköltségeket (üzemanyagköltség, valamint a gépek javítási és karbantartási költsége), illetve az inputanyagköltségeket (vetőmag, növényvédő szer és műtrágya) tartalmazza, ezáltal a gazdálkodás és menedzsment jellemzőit nem vesszük figyelembe az értékelés során.

Az ágazati eredményt, mint jövedelemmutatót a szűkített költséggel korrigálva vizsgáltuk, mivel a természetlagon és az inputanyagköltségeken kívül számos egyéb tényező is befolyásolja annak értékét. Egyfelől az értékesítési árak rendkívül eltérők voltak a vizsgált években, másfelől a precíziós gazdaságok beruházásai (amelyek nem kizárólag a precíziós gazdálkodáshoz szükséges beruházások) megjelennek az értékcsökkenési leírásban, ezáltal csökkentik a jövedelemmutató értékét. Annak érdekében, hogy az egyes gazdaságok által érvényesített, valamint a többéves vizsgálatoknál az értékesítési árak változásából adódó torzító hatást ne vegyük figyelembe az elemzések során, a vizsgálati időszakoknak megfelelő egységárral is elvégeztük a számításokat. Mindezek eredményeképpen a technológia által elérhető jövedelem kimutatásához az egységárral korrigált szűkített költséggel számított ágazati eredmény változása bizonyult a legalkalmasabbnak.

Az összekapcsolt adatbázison két lépésben végeztünk vizsgálatokat.

### Kontrollcsoportos összehasonlítás

Az első vizsgálati típus kontrollcsoportképzésen alapult. Annak érdekében, hogy az üzemeket az adottságaikhoz mérten tudjuk összehasonlítani, figyelembe vettük a területi elhelyezkedésüket regionális szinten, emellett a kontrollcsoportba eső üzemek körét az általuk alkalmazott technológiák intenzitása alapján is korlátoztuk. A szűkítő feltételt az inputanyagköltségekre (szűkített termelési költség) határoztuk meg. A költségtényező esetében  $\pm 20$  százalékos eltérés volt megen-

gedhető a kontrollcsoportban a mintaüzemekhez képest. Ezáltal lehetővé vált, hogy az extenzíven gazdálkodókat és az intenzív technológiát alkalmazó üzemeket külön kezeljük a vizsgálatban. A kontrollcsoportképzés további alapelve volt a méretkategóriákon belül való elhelyezkedés, vagyis a precíziós gazdaságokhoz hasonló méretkategóriákon belül választottunk „párként” hagyományos szántóföldi növénytermesztő üzemeket. A gazdaságok művelt területméret szerint csoportosítása során az egyéni gazdaságoknál a következő méretkategóriákat határoztuk meg: az adott ágazatban 50 hektárnál kisebb, 50–100 hektár közötti, valamint 100 hektárnál nagyobb területet művelők. A társas vállalkozásoknál a méretkategóriákat módosítottuk: 200 hektár alatti, 200–500 hektár közötti és 500 hektár feletti művelt területet különítettük el. Ez azt is jelenti, hogy a precíziós gazdálkodást folytató egyéni gazdaságokat hagyományos művelést végző egyéni gazdaságokkal, a társas vállalkozásokat pedig szintén társas vállalkozásokkal hasonlítottuk össze. Ennek megfelelően egy precíziós gazdasághoz több kontrollüzemet is tudtunk társítani, így a precíziós technológiát alkalmazók eredményeinek szemléltetéséhez a hagyományos gazdálkodást folytató üzemek átlagos értékeit viszonyítottuk. Az elemzést a négy fő szántóföldi növénykultúrára kezdetben a 2016/2017-es gazdálkodási évre vonatkozóan, ezt követően pedig a precíziós gazdálkodásban eltöltött utolsó három év átlagában is elvégeztük. Ez esetben a precíziós gazdaságoknál eltérő évek képezik a vizsgálat tárgyát, amit a hozzájuk rendelt kontrollüzemek kiválasztásánál is figyelembe vettünk. Ez utóbbi elemzés során a főbb ágazati mutatók eredményeit statisztikai vizsgálatokkal is igazoltuk. Az adatsorok normalitását Kolmogorov–Smirnov-próbával vizsgáltuk. Az eredmények statisztikai értékelését párosított t-próbával végeztük el.

## **A precíziós technológia bevezetésének hatása az üzemekre**

A precíziós technológiát legalább három éve alkalmazó gazdaságok esetében vizsgáltuk az üzemek precíziós gazdálkodásban töltött utolsó három évét, illetve a technológia alkalmazását megelőző három évet a négy fő ágazatra vonatkozóan. Az inputanyagok esetében nem állt rendelkezésünkre mennyiségi adat, ezáltal a műtrágya-, a növényvédőszer- és a vetőmagköltséget egyaránt defláltuk a Központi Statisztikai Hivatal által meghatározott ráfordítás-árindex adatai alapján. A főbb ágazati mutatókra vonatkozóan elvégeztük az adatsorok normalitásvizsgálatát, majd azt követően párosított t-próbával is értékeltük a precíziós technológia bevezetésének hatását. A statisztikai elemzések az SPSS program használatával készültek.

## Digitális trendek a mezőgazdaságban

A digitális technológiák nélkül ma már elképzelhetetlen a modern mezőgazdaság. A precíziós, illetve helyspecifikus mezőgazdaság fogalma egyre inkább összekapcsolódik a *Smart farming*, más néven Mezőgazdaság 4.0 fogalmával. A sorvezetők és az automatikus kormányzás alkalmazása, valamint a differenciált kijuttatási technológiák mellett egyre nagyobb szerepet kapnak a szenzorok, a felhőalapú szolgáltatások, a nagy mennyiségű adat (*big data*) feldolgozása, a robotika és az adatalapú döntéstámogatás. A következő lépés a robotikára és mesterséges intelligenciára támaszkodó Mezőgazdaság 5.0 lehet (CEMA, 2017). Ezzel párhuzamosan a precíziós mezőgazdaság egyre inkább egy integrált farmmenedzsment rendszerre válik és hatással van a teljes termékpályára (GSA, 2018; Lowenberg-DeBoer, 2019). A digitális eszközök mellett azonban a megfelelő vezetői képességek is szükségesek a digitális átalakulás kezdeményezéséhez és támogatásához (Bögel, 2017).

Szakirodalmi források alapján a mezőgazdaságban megfigyelhető digitális trendek az alábbiak szerint foglalhatók össze:

### Szenzorok és a tárgyak internete (IoT)

A tárgyak internete (*Internet of Things* – IoT) egyedi azonosítóval rendelkező, hálózatra kapcsolt eszközök rendszerét jelenti, ami számos alkalmazási területen megkönnyíti az adatgyűjtést és a folyamatok automatizálását. A szenzorok (pl. talajnedvesség, léghőmérséklet, páratartalom, tápanyag-ellátottság mérése) lehetővé teszik a gazdálkodásban használt erőforrások ellenőrzését és a növényfejlődés folyamatos monitoringját. A valós idejű információk alapján a gazdálkodók időben tudják meghozni a döntéseiket, ezáltal nő a gazdálkodás hatékonysága. A gépek működését ellenőrző IoT-érzékelők lehetővé teszik a gépek távfelügyeletét, valamint a prediktív karbantartást. Ha a karbantartás a szenzorok által mért állapotjellemzők alapján történik, akkor a gazdaságok képesek előre felkészülni a meghibásodásokra, a karbantartás még a hiba bekövetkezése előtt elvégezhető, ez kisebb leállási időt és költségmegtakarítást eredményez (PwC, 2018).

### Drónok és növénymonitoring

A drónok, más néven UAV-k (*Unmanned Aerial Vehicle* – pilóta nélküli légi járművek) egyszerűen használható és költséghatékony eszközök egy terület vizsgálatára. A géptestre szerelhető kamera típusától (RGB, multi- vagy hiperspektrális) függően alkalmasak például a talajok és a növényállapot felmérésére, hozambecslésre, vagy a gyomosodás vizsgálatára, akár valós idejű elemzéssel is (Milics, 2019). A drónok alkalmazása a különböző, elsősorban anyagkijuttató mezőgazdasági technológiai műveletek – vetés, öntözés, tápanyag-utánpótlás, permetezés – elvégzésében is kezdi meghaladni a kísérleti fázist (Bártfai *et al.*, 2018).

Egyre több cég kínál a gazdáknak olyan szolgáltatásokat, amelynek keretében előfizetési díj fejében megadott időközönként a saját drónjaival lerepüli az adott területet, majd átadja a gazdának a keletkezett felvételeket és a feldolgozott adatokat (PwC, 2018).

A drónhasználattal kapcsolatban fontos változás, hogy 2019 nyarán megjelent az EU két új drón rendelete, amelyek közül az egyik (a Bizottság (EU) 2019/945 felhatalmazáson alapuló rendelete) tartalmazza a pilóta nélküli légi jármű-rendszerekre és a pilóta nélküli légi jármű-rendszerek harmadik országbeli üzemeltetőire vonatkozó előírásokat, melyek már 2019. július 1-től alkalmazandók. A másik (a Bizottság (EU) 2019/947 végrehajtási rendelete) foglalkozik a pilóta nélküli légi járművekkel végzett műveletek szabályaival, ez 2020. július 1-jén lép hatályba (EC, 2019b). Ez alapján a drónokat egyedi azonosítóval kell ellátni, és regisztrálni kell az illetékes hatóságnál, valamint az üzemeltetőknek is azonosíthatónak kell lenniük. Az új szabályozás három kategóriába sorolja a drónokkal végzett műveleteket: nyílt, speciális és engedélyköteles, amelyekre eltérő szabályok vonatkoznak. A közös szabályozás hatályba lépésével felváltja az egyes tagállamok jelenleg érvény-

ben levő, nemzeti jogszabályait, de a tagállamoknak lehetőségük lesz repülési tilalmi zónákat meghatározni, ahol a drónokat nem lehet használni. A tagállamoknak ki kell alakítaniuk a nyilvántartási rendszereket, valamint a drónpilóták képzésének kereteit is.

### **Robotok**

A téma jelentőségét mutatja, hogy az International Forum of Agricultural Robotics (FIRA) 2019. év végén már negyedik alkalommal rendezett konferenciát, ahol számos mezőgazdasági robotot be is mutattak. A mezőgazdasági alkalmazásra kifejlesztett mobil mikrorobotok a levél, illetve lombkorona alatti területen is tudnak felmérő, monitoring munkát végezni, így jó kiegészítői lehetnek a növényállomány drón által végzett felvételezésének (Bártfai *et al.*, 2018). A robotok segíthetnek többek közt a vetésben, növényápolásban, betakarításban, gyomirtásban. Alkalmazásukkal munkaidő és munkaerőköltségek takaríthatók meg. Több előadó is egyetértett abban, hogy a szántóföldi robotok alkalmazásában a kezdeti lépés az lehet, amikor egy autonóm gép követ egy ember által vezetett gépet (pl. betakarításnál), ezzel is megduplázható a gépkezelő teljesítménye. A kisméretű robotrajok kisebb talajtömörödést okoznak, mint a jelenlegi nagy erő- és munkagépek, sok esetben olyankor is alkalmazhatók, amikor a nagy gépekkel nem lehet rámenni a talajra (pl. kedvezőtlen talajállapot), és jobban tudnak alkalmazkodni a szabálytalan alakú parcellákhoz. Lowenberg-DeBoer (2019) szerint így a jó környezeti adottságú, de szabálytalan alakú parcellák is versenyképesek lesznek a nagy, négyzetes parcellákkal szemben.

Az utóbbi években az automatizált szántóföldi műveléssel foglalkozó projektek között emelünk ki. A Harper Adams University (Anglia) *Hands Free Hectare* projektjében (<http://www.handsfreehectare.com>) 1 hektár búza teljesen robotizált művelését valósították meg, a francia Centeol Challenge 2018 (<https://www.agreenculture.fr/challenge-centeol-2018>) keretében pedig egy 50 hektáros kukoricatábla talajvizsgálatát, majd művelését – talajművelés, vetés, permetezés, mechanikus gyomirtás és trágyázás – végezték el robotokkal.

A Smart-AKIS (<https://www.smart-akis.com>) tematikus hálózat egy Horizont 2020 projekt, amelynek célja, hogy növelje az okos gazdálkodáshoz tartozó technológiák alkalmazását. A projekt javaslatai közt is szerepel a gyomirtásra, a precíziós permetezésre, valamint szelektív betakarításra alkalmas robotok fejlesztése.

### **Rádiófrekvenciás azonosítás és nyomon követés**

A rádiófrekvenciás azonosítás (RFID) lehetővé teszi az egyedi kezelések végrehajtását. Fontos eleme a betakarítás utáni nyomon követésnek, így a fogyasztó a szántóföldtől a vásárlás helyéig követheti a termék útját, ami növeli az árukba vetett bizalmat. Például a Tama cég a John Deere gyapotbetakarító gépéhez fejlesztett olyan takarófóliát, amely RFID-címkét is tartalmaz, így a betakarítás során minden bála azonnal egyedi azonosítót kap.

Az egyedi azonosítás segítheti a különböző adapterek felismerését és automatikus csatlakoztatását is, ezt a lehetőséget építették be például az AGCO IDEAL gabonakombájnokba a vágóasztalok csatlakoztatásához (Hajdú, 2017).

### **Gépi tanulás és big data módszerek**

A szenzorokból származó nagy mennyiségű adat rendelkezésre állása önmagában még nem old meg egyetlen problémát sem, az adatokat tudni kell megfelelően tárolni és feldolgozni is. A hagyományos statisztikai, illetve adatbányászati eljárások mellett növekvő szerepet játszik a gépi tanulás és a mesterséges intelligencia alapú elemzés. Fontos szerepet töltenek be többek közt a légi- és műholdfelvételek feldolgozásában, a gyomok, kártevők, kórokozók és stresszhatások felismerésében, a termés minőség szerinti osztályozásában, valamint a robotizálásban (Bártfai *et al.*, 2018; Lencsés és Kovács, 2019; Neményi, 2019). Felhasználhatók a gazdaságban gyűjtött adatokból szá-

mítható trendek vizsgálatában, a termőterületnek, a talajtípusnak és a klímának leginkább megfelelő fajták kiválasztásában.

Az időjárás alapvetően meghatározza a mezőgazdaság sikerét és eredményeit. A nagymennyiségű adat elemzése felhasználható az időjárási minták, valamint azoknak a gazdálkodás eredményességére gyakorolt hatásának becslésére is. Segítségével előre jelezhető a betegségek kialakulása, terjedése, eldönthető, hogy érdemes-e öntözni, illetve permetezni, valamint meghatározható a betakarítás optimális időpontja. A mesterséges intelligencia módszereit alkalmazzák a hozambecslésre is, a növényélettani alapú modellek helyett (Neményi, 2019).

A gépi tanulás módszerei tanító adatokon alapuló becsléseket adnak, használatukhoz minden esetben ismerni kell a pontosságukat is. A mesterséges intelligencia térhódítása számos erkölcsi és társadalomtudományi kérdést is von maga után, ezért elkészült a kormány Mesterséges Intelligencia Stratégiája (ITM, 2020), melyben az agrárágazat kiemelt szerepet kap.



## A precíziós szántóföldi növénytermesztés nemzetközi helyzete

A precíziós mezőgazdaság meghatározására számos definíció található a szakirodalomban, ezért a Nemzetközi Precíziós Gazdálkodási Egyesület (ISPA) a fogalom tisztázását kezdeményezte 2018-ban. Az egyesület tagjai közt végzett konzultációkat követően az elnökség által elfogadott új definíciót 2019. júliusában tették közzé. *„A precíziós mezőgazdaság olyan irányítási stratégia, ami összegyűjti, feldolgozza és elemzi az időbeli, térbeli és egyedi adatokat, és más információkkal kombinálja, hogy a becsült változékonyság alapján támogassa a gazdálkodói döntéseket a mezőgazdasági termelés hatékonyabb erőforrás-felhasználása, termelékenysége, minősége, jövedelmezősége és fenntarthatósága érdekében.” (ISPA, 2019)*

A definícióban szereplőkön túl, az infokommunikációs technológiák alkalmazása révén a precíziós mezőgazdaság hozzájárulhat az új generációk mezőgazdaság iránti érdeklődésének felkeltéséhez is. Az utóbbi években az is általánosan elfogadottá vált, hogy a precíziós technológiák alkalmazása nélkülözhetetlen lesz a versenyképesség megtartásához, illetve javításához.

A precíziós mezőgazdaság helyzetének pontos értékelése nehézkes, mert nagyon kevés helyen folyik ezzel kapcsolatos rendszeres adatgyűjtés. A téma fontossága miatt egyre több kérdőíves felmérés, valamint az inputanyag- és gépforgalmazók adataira épülő elemzés készül, de a felmérések során nem egységes a precíziós gazdálkodás elemeinek definiálása, csoportosítása, ami megnehezíti az eredmények összehasonlítását.

### Elterjedtség

A precíziós gazdálkodás világszerte jelen van, de nagyon eltérő arányban. A Meister Media Worldwide (Sulecki, 2018) adatai alapján az USA és Kanada az élenjáró, Európa áll a második helyen és Dél-Amerika (Brazília és Argentína) a harmadik. Kína kiemelkedő a drónok és szenzorok terén végzett kutatásokban, elsősorban a környezetvédelemmel kapcsolatos növekvő kormányzati nyomásnak köszönhetően. Hollandia, Izrael és Írország is élenjáró a technológiai fejlesztésekben.

A Riports and Data (2019) felmérése szerint Észak-Amerika piaci részesedése 41,2 százalék volt 2018-ban, Európáé 36,9 százalék (kiemelik Franciaország, Anglia és Németország szerepét), míg az ázsiai és csendes-óceáni térségé 17,2 százalék. A piac 70 százalékát a hardver eszközök adják (pl.: GPS, különböző vezérlők, szenzorok, hozammérők, drónok), míg az alkalmazások közt a hozamtérképezés a legjobban elterjedt, melyet a talajtérképezés, az időjárás monitoringja és a növényállapot felmérése követ.

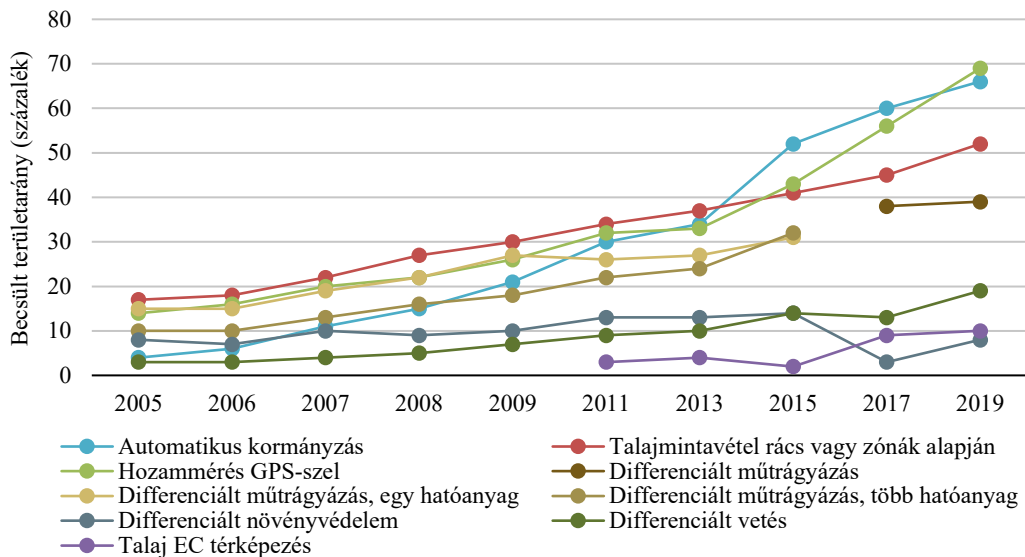
A Grand View Research (2019) jelentése szerint is a hozamtérképezés piaci aránya a legnagyobb (45 százalék körüli) az alkalmazások közül, ezt követi a talajtérképezés, a munkaerő-gazdálkodás hatékonyságának nyomon követése és a növényállapot felmérése. A területi eltérések kapcsán kiemelik, hogy néhány fejlődő ország – például India, Sri Lanka és Nigéria – kormánya is hozott olyan intézkedéseket, amelyek segítik a modern mezőgazdasági technológiák terjedését a hozamnövelés érdekében.

### USA

A CropLife magazin és a Purdue Egyetem évek óta végez felmérést az amerikai mezőgazdasági inputanyag- és gépforgalmazók körében (Erickson és Lowenberg-DeBoer, 2019). A precíziós technológiák gazdálkodók általi alkalmazását a kereskedők a precíziós módszerekkel művelt földterületek arányával becsülték. Ez alapján a legjobban elterjedt technológia a hozamtérképezés (közel 70 százalék). A hagyományos sorvezetők alkalmazása 2009-től folyamatosan csökkent, a helyét az

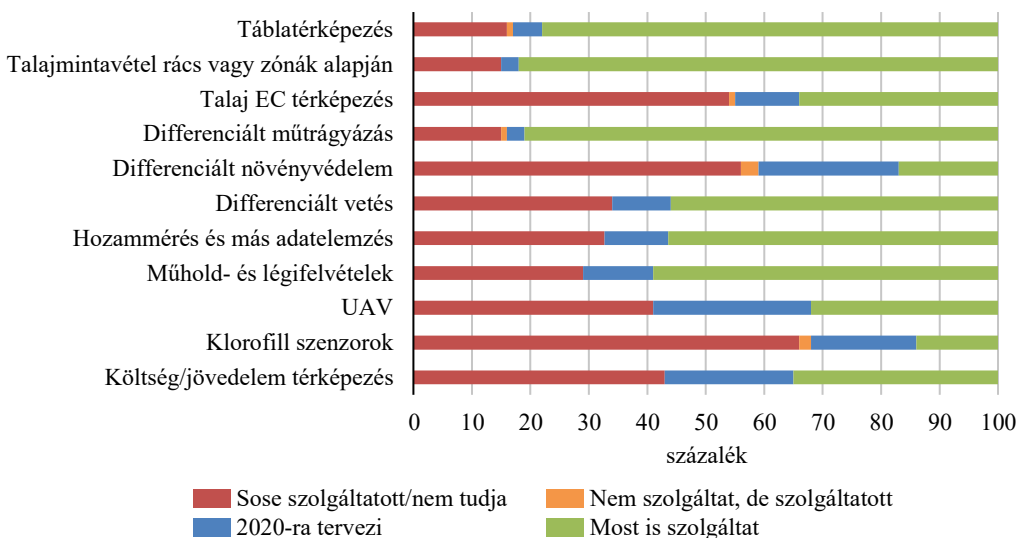
automatikus kormányzás vette át, aminek az aránya több mint 65 százalék. Ezt követi a rács mentén vagy zónák alapján végzett talajminta-vételezés és a differenciált meszeszés, valamint műtrágyázás (39-52 százalék). Szinte az összes technológia alkalmazási aránya növekedett az elmúlt években, de jelentős visszaesés látható 2017-ben a differenciált növényvédelemnél (1. ábra). Ennek egyik oka lehet, hogy a sokféle kórokozó, kártevő és gyom miatt nehezebb a differenciált kezelése meghatározása, mint más agrotechnikai elemeknél.

1. ábra: **Az USA-ban alkalmazott precíziós technológiák aránya a forgalmazók becslése alapján**



Forrás: Erickson és Lowenberg-DeBoer, 2019 (2017-től a felmérés nem különböztette meg az egy, illetve több hatóanyagú differenciált műtrágyázást)

2. ábra: **A kereskedők által nyújtott precíziós szolgáltatások az USA-ban**



Forrás: Erickson *et al.*, 2017



A kereskedők nagy része (81 százalék) precíziós technológiai szolgáltatásokat is nyújt az ügyfeleik számára (Erickson *et al.*, 2017). Ezek közt leggyakoribb a rács- vagy zónaalapú talajminta-vételezés, a tábla térképezése, valamint a differenciált műtrágya-kijuttatás tervezése és megvalósítása. A szolgáltatást nyújtó kereskedők aránya – a differenciált növényvédelem kivételével – az összes szolgáltatás esetén növekedett 2015-höz képest. A következő években a kereskedők a szolgáltatásaikat fokozni akarják, elsősorban a drónfelvételek feldolgozása, a differenciált növényvédelem, valamint a jövedelemtérképek készítése terén (2. ábra).

A Kansas Farm Management Association (KFMA) tagjai közt 2018-ban végzett felmérés során a 621 válaszadó 84 százaléka mondta azt, hogy legalább egy precíziós technológiát alkalmaz (Griffin és Yeager, 2018). Legnagyobb arányban az automatikus kormányzást alkalmazzák (68 százalék), a gazdálkodók közel fele (47,8 százalék) használ szakaszvezérlést, a rácsalapú talajmintavétel és a hozamtérképezés aránya közel 40 százalék, differenciált műtrágyázást pedig a válaszadók negyede használ (24,6 százalék). A differenciált vetés terjedt el legkevésbé (16,4 százalék).

Az 1000 acre (kb. 405 hektár) feletti amerikai kukorica-, szója-, búza- és gyapottermelők körében a precíziós technológiák alkalmazása még magasabb arányú (Thompson *et al.*, 2018). A 837 válaszadó igen magas arányban alkalmaz hozammérést (93 százalék) és automatikus kormányzást (91 százalék), amit a differenciált tápanyag-utánpótlás (73 százalék) és a precíziós talajmintavétel (60 százalék) követ.

## Kanada

Egy Nyugat-Kanadában végzett kérdőíves gazdálkodói felmérés során (Steele, 2017) 261 választ tudtak értékelni, ami közel 1 millió acre (kb. 405 ezer hektár) területet reprezentált. Az elektronikus kérdőívkitöltés miatt a válaszok az átlagosnál fiatalabb korosztályt és nagyobb gazdaságokat tükröznek. A válaszadók 98 százaléka használ GPS-navigációt, 79 százaléka automatikus kormányzást. Az automatikus szakaszvezérlés alkalmazása is elterjedt (73 százalék), melyet elsősorban a permetezésnél, kisebb arányban a tápanyag-utánpótlásnál és a vetésnél alkalmaznak. A válaszadók 60 százaléka mondta azt, hogy rendelkezik GPS-szel felszerelt kombájnnal, de csak 48 százalék készít hozamtérképet. A differenciált kijuttatási technológiát elsősorban a tápanyag-utánpótlásnál (48 százalék) és a vetésnél (24 százalék) alkalmazzák. A távérzékeléses növénymegfigyelés is eléggé elterjedt, műholdfelvételek (28 százalék) vagy drónnal készített felvételek (19 százalék) alapján. A válaszadók 48 százaléka a gazdaság teljes területén, míg 37 százaléka csak egy részén alkalmazza a precíziós gazdálkodási megoldásokat.

Ontarióban (Kanada délkeleti része) a CropLife magazin és a Purdue Egyetem amerikai felmérésének mintájára, a mezőgazdasági szolgáltatók körében végeztek felmérést (Mitchell *et al.*, 2018). A szolgáltatók több mint 96 százaléka folytat precíziós mezőgazdasághoz kapcsolódó tevékenységet, amiből kiemelkedő (81 százalék) a rács- vagy zónaalapú talajtérképezés, a differenciált tápanyag-kijuttatás, valamint a tápanyag-kijuttatási térképek előállítás (88, illetve 74 százalék). Differenciált vetéshez kapcsolódó tervezést a válaszadók 58 százaléka végez, a differenciált növényvédelmi alkalmazások még kevésbé elterjedtek (32 százalék). A szolgáltatók több mint fele nyújt hozamtérképelemzési szolgáltatást, és 41 százalékuk készíti költség/haszon térképeket is.

## Brazília, Argentína

Mint a világ egyik legnagyobb élelmiszer-termelője, Brazília jelentős potenciált képvisel a digitális mezőgazdaság piacán. A precíziós technológiák elsősorban a nagy területen vetett növénykultúrák – szója, kukorica és gyapot – termesztésében terjedtek el (Ferro és Oliveira, 2019). Automatikus kormányzást, hozamtérképezést és differenciált tápanyag-kijuttatást a mezőgazdasági területek 33 százalékán alkalmaznak, de a legnagyobb gabonatermesztő körzetben – Mato Grosso – az auto-

matikus kormányzás használati aránya meghaladja a 60 százalékot. A drónok alkalmazása még itt sem elterjedt (6 százalék).

Argentínában 2013-ban készítették az első felmérést a precíziós mezőgazdaság helyzetéről, amit 2018-ban megismételtek (Melchiori *et al.*, 2018). 306 választ dolgoztak fel a legnagyobb mezőgazdasági körzetben, ami a terület 88 százalékát érintette. A GPS használata már az első felmérésnél is 90 százalék feletti volt, de jelentősen nőtt többek közt az automatikus kormányzás (40 százalékról 61 százalékra), a differenciált vetés (27-ről 35 százalékra), valamint a differenciált tápanyag-utánpótlás használata (29-ről 41 százalékra). Nőtt a műholdfelvételek alkalmazásának aránya, és a válaszadók több mint 30 százaléka használ drónfelvételeket.

## Európa

A Boston Consulting Group tanulmánya szerint (Kurth *et al.*, 2018) az európai farmerek negyede használ precíziós mezőgazdasági megoldásokat. Az elérhető adatok alapján azonban jelentős különbségek vannak az országok között, és az alkalmazott technológia gyakran csak a jármű-navigációra korlátozódik.

Dánia azon kevés országok közé tartozik, ahol a statisztikai hivatal adatai állnak rendelkezésre a precíziós mezőgazdaság elterjedtségéről (DST, 2018). 5708 gazdaság válasza alapján 2018-ban a gazdálkodók 23 százaléka használt valamilyen precíziós mezőgazdasági technológiát. A nagyobb gazdaságok közt nagyobb a korszerű technológiák elterjedtségének aránya – a precíziós technológiát alkalmazó gazdaságok átlagos mérete 197 hektár volt, szemben a 81 hektáros átlagos mérettel –, így ez a területek 57 százalékát érinti. Műholdas navigációt (RTK GPS) a gazdálkodók 19 százaléka használ a művelt területek 51 százalékán. A kisebb pontosságú navigáció elterjedtségét nem vizsgálták. Ezt követi a növényvédelem vagy műtrágya-kijuttatás céljára használt permetező-k szakszervezrlése (gazdálkodók 14 százaléka a területek 39 százalékán). A műhold- és drónfelvételek, valamint a növény szenzorok alkalmazása alig elterjedt, a gazdálkodók csupán 4, illetve 2 százaléka használja.

Van Bogaert *et al.* (2018) a flamand tesztüzemi rendszer gazdálkodói közt végzett felmérést. Az 527 válaszadó 57 százaléka használ valamilyen precíziós technológiai elemet vagy tervezi annak bevezetését öt éven belül. A felhasználók 41 százaléka használ GPS-t, 37 százalékuk végez helyspecifikus növényvédelmet, 25 százalékuk differenciált tápanyag-utánpótlást, míg 22 százalékuk differenciált öntözést. A műholdfelvételek és a drónok használata kevésbé elterjedt (16, illetve 6 százalék).

Barnes *et al.* (2019) öt európai országban – Belgium, Németország, Görögország, Hollandia és Anglia – vizsgálta a jármű-navigáció (*machine guidance*, MG) és a differenciált N-kijuttatás (*machine guidance + variable rate nitrogen*, MG+VRN) elterjedtségét. A felmérésben búza- és/vagy burgonyatermesztők (Görögországban gyapottermesztők) vettek részt. A 971 válaszadó 44 százaléka nem alkalmazta ezeket a technológiákat, 34 százaléka csak a jármű-navigációt, míg 22 százalék használja a differenciált N-kijuttatást is. Belgiumban a legkisebb az elterjedtség aránya (MG 21 százalék, MG+VRN 2 százalék), Angliában (34, illetve 26 százalék) és Hollandiában (48, illetve 24 százalék) a legmagasabb. A technológiák alkalmazását mindkét esetben szignifikánsan befolyásolta a gazdálkodó kora és végzettsége, a művelt terület mérete, a jövedelem, valamint az, ha a gazdálkodó valamilyen más precíziós technológiát is alkalmaz (innovatív hozzáállás). A jármű-navigáció esetén pozitív hatást mutatott, ha a gazdálkodó egy szövetkezet tagja volt.

Franciaországban az Observatoire des Usages de L'Agriculture Numérique (digitális mezőgazdaság megfigyelőközpontja, <http://agrotic.org/observatoire>) gyűjt adatokat a precíziós mezőgazdasággal kapcsolatban. A honlapon található információk alapján 2017-ben közel 1 millió hektár mezőgazdasági területről gyűjtöttek adatokat távérzékeléssel, ennek mintegy 85 százaléka műholdas, 15 százaléka pedig drónos vagy repülőgépes felvételezés volt. Ez a szántóföldi területek

10 százalékát, a szőlők 1,2 százalékát érintette. A gazdálkodók közel fele rendelkezik GNSS eszközzel, közülük 70 százalék szubméteres (méter alatti) pontosságú (EGNOS, SF1, RTX), míg 30 százalék néhány centiméter pontosságú (RTK, SF3, RTX) korrekciót használ. Nagyrészt a francia Naïo Technologiesnak köszönhetően több mint száz robotot alkalmaznak gyomirtásra a szántóföldi zöldségtermesztésben, és több mint tízet a szőlőültetvényekben.

Lengyelországban a gazdaságok csupán 2,5 százaléka rendelkezik 50 hektár fölötti területtel, azonban ezek a mezőgazdasági terület 31 százalékát jelentik (Samborski, 2019). A kis gazdaság-méret miatt leginkább a jármű-navigáció terjedt el, de a közepes gazdaságok a szakaszvezérlést is alkalmazzák. A hozamtérképezést elsősorban a gabona- és repcetermesztők alkalmazzák, a hozamtérképezővel felszerelt kombájnok számát néhány százra becsülik. Differenciált tápanyag-kijuttatást csak a nagy gazdaságokban végeznek, a differenciált növényvédelmet és differenciált vetést végző gazdaságok számát csak néhány tucatra becsülik.

Ukrajnában a jármű-navigációt és a szakaszvezérlést a területek kb. 20 százalékán használják, a differenciált kijuttatást viszont kevesebb mint 5 százalékán. Több precíziós gazdálkodási elemet csak a nagy mezőgazdasági vállalatok alkalmaznak (Boiko, 2019).

Szerbiában a gazdaságok többsége 2 és 5 hektár közötti, a szántóföldek mindössze 16 százaléka van nagyobb gazdaságok és szövetkezetek tulajdonában. További probléma, hogy a családi gazdaságokban a gazdálkodók átlagos életkora 59 év, ezek miatt a precíziós technológiák alkalmazása lassan terjed (Tagarakis *et al.*, 2018). Ugyanakkor Szerbia az egyetlen nem EU-tagállam, mely számára hozzáférhetővé tették az EU Föld-megfigyelési programjának (Copernicus) műholdfelvételeit. Az Újvidéki Egyetem BioSense Intézete élen jár az innovatív mezőgazdasági megoldások kutatásában, és célja az üzemmérettől függetlenül alkalmazható digitális megoldások fejlesztése. A precíziós gazdálkodás gyakorlati alkalmazását és népszerűsítését a Krivaja mezőgazdasági társasággal együttműködve végzik. A Krivaja három éve kezdte el a precíziós gazdálkodást több mint 2000 hektáron, és 2018-ban hivatalosan is az első digitális farm lett Szerbiában.

A precíziós gazdálkodás európai elterjedtségének értékelésénél figyelembe kell venni, hogy az átlagos gazdaságméret az EU-ban 17 hektár, ami tizede az átlagos amerikai gazdaságméretnek (175 hektár), és 47-szer kisebb, mint Ausztráliában (800 hektár) (Dryancour, 2017).

A precíziós technológiák elterjedése politikai érdek is, mivel jelentősen hozzájárulhat a mezőgazdaság környezeti terhelésének csökkentéséhez. Annak érdekében, hogy a döntéshozók a precíziós mezőgazdasági technológiák ismertségével, elterjedésével és használatával kapcsolatban átfogó képet kapjanak, a mezőgazdasági termelők európai szövetsége (Copa-Cogeca), az Európai Mezőgazdasági Gépforgalmazók Szövetsége (CEMA), az Európai Bizottság Mezőgazdasági és Vidékfejlesztési Főigazgatósága (DG AGRI), az EK Közös Kutatóközpontja (JRC), az Eurostat és az Európai Környezetvédelmi Ügynökség (EEA) közös felmérést kezdett 2018 végén. A felmérés három csoportot foglal magában: a gazdálkodók, a gépipar képviselői és vállalatai, valamint a vidékfejlesztési hivatalok, kifizetőügynökségek és a mezőgazdasági szaktanácsadás (Marquardt, 2018). A gazdálkodók körében végzett felmérés – amit 23 nyelven lehetett elérni – 2019 márciusában, a hatóság körében végzett felmérés szeptemberben ért véget. Részletes eredményeket még nem publikáltak, de egy előzetes tájékoztatás alapján a gazdálkodói felmérésre csak 1700 válasz érkezett be (Furlan, 2019). A gazdálkodói felmérés alapján a precíziós technológiák alkalmazásának legfontosabb gátló tényezője a gazdaságok kis mérete, sokan még arra várnak, hogy a technológia tökéletesebb és olcsóbb legyen, illetve a jelenlegi gépparkjuk nem megfelelő hozzá. A hatóságok véleménye szerint a technológia még túl drága és hosszú a megtérülési ideje, illetve a gazdálkodókhoz hasonlóan a kisméretű gazdaságokban látják a technológia terjedésének fő gátját (Borgia *et al.*, 2020).

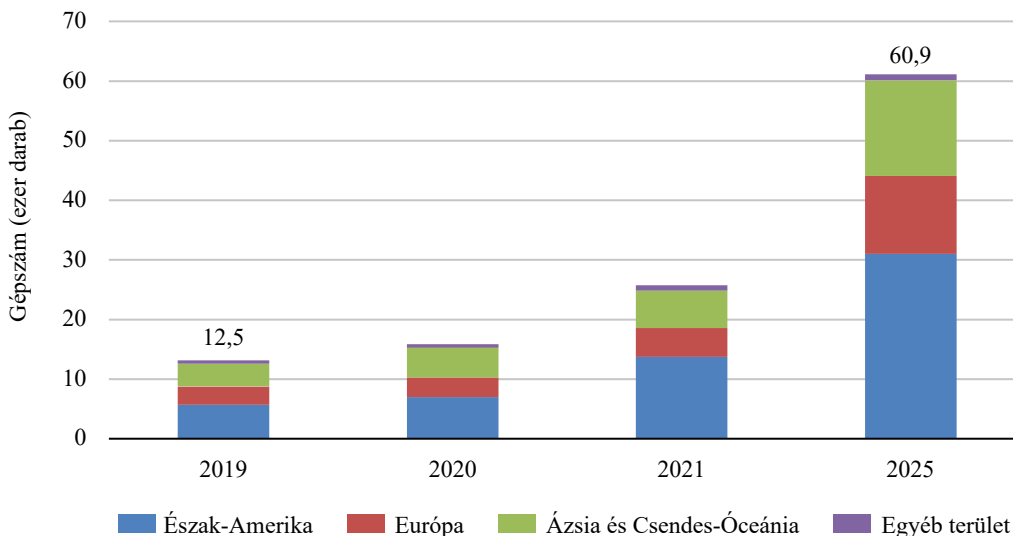
## Várható jövő

A Grand View Research (2019) legfrissebb jelentése szerint évi 14,2 százalékos növekedés várható a precíziós gazdálkodás globális piacán 2025-ig. A magas növekedési arányt elsősorban az IoT-eszközök és a farmerek által használt elemzőrendszerek terjedésével magyarázzák. De természetesen a drónok, az önvezető traktorok, a jármű-navigáció és az egyes technológiai elemek növekvő használata is hozzájárul a piac növekedéséhez. A szoftverek terén még erőteljesebb növekedést várnak (évi 17 százalék), elsősorban a prediktív elemzések terjedése miatt, amelyek segítik a gazdálkodókat például a vetésforgó, illetve az optimális vetés- és betakarítási idő meghatározásában. Az alkalmazások közt az időjárás adatok felhasználásánál (20,5 százalék), valamint a hozamtérképezésnél várnak jelentős növekedést.

A Reports and Data (2019) hasonló eredményeket publikált, ők évi 12,7 százalékos növekedést jeleznek 2026-ig. Ázsia és a Csendes-óceán térségében azonban ennél még nagyobb, 17,3 százalékos növekedést várnak. Az időjárás körülményekre vonatkozó valós idejű adatok segítik a gazdálkodókat a terméskárosodás elkerülésében, ezáltal a hozam növelésében és a költségek csökkentésében, ezért ők is az ilyen jellegű alkalmazások terén várják a legnagyobb növekedést (évi 16 százalék).

A piackutató cégek egyetértenek abban, hogy a gazdálkodói társadalom előregedése és a növekvő munkaerőhiány miatt egyre nő a kereslet az autonóm traktorok iránt. Az összes nagy gépgyártó foglalkozik ezzel a témával, ezért jelentős – évi 24–25 százalékos – növekedést várnak a piacon 2025-ig, elsősorban Észak-Amerikában (3. ábra). Az alkalmazási területek közt a talajművelés, a vetés és a betakarítás automatizálásában várják a legnagyobb növekedést. A Markets and Markets (2018) az autonóm traktorok működéséhez szükséges érzékelők (LIDAR, radar, kamerarendszerek, ultrahangos érzékelők) közül kiemeli a radar piaci szegmensének várható legnagyobb növekedését is.

3. ábra: Az autonóm traktorok számának várható alakulása



Forrás: Markets and Markets (2019)

Jelentős növekedés várható a drónhasználat terén. A DroneDeploy – a kereskedelmi drónok vezető felhőalapú szoftverplatformja – 180 országban, 40 millió acre (kb. 16,2 millió hektár) területen rendelkezik ügyfelekkel. A legfrissebb elemzésük szerint a kereskedelmi drónok használata már 2016–2017 között is 58 százalékkal nőtt az építőiparban, a bányászatban, a mezőgazdaságban, a földmérésben és az ingatlanágazatban. Ez a tendencia folytatódott az elmúlt évben is, és még

gyorsabb növekedést várnak 2019-ben (DroneDeploy, 2019). Szepessy Kornél, a HungaroControl vezérigazgatója szerint a pilóta nélküli járművek száma 6-7 éven belül 10 millióra emelkedhet a világon (Diós, 2018).

A Boston Consulting Group 2018-as jelentése Franciaországban, Németországban, Lengyelországban és az Egyesült Királyság területén gazdálkodókkal folytatott interjúkon alapul. A felmérés szerint 2030-ig öt fő trend fogja meghatározni a mezőgazdaságot: a precíziós gazdálkodás, az automatizálás, a konszolidáció, a professzionalizmus és a munkaerőhiány. A válaszadók 28 százaléka szerint a képzett szakemberek hiánya lesz a legnagyobb kihívás, amellyel a mezőgazdaságnak szembe kell néznie 2030-ra. A felmérésben részt vevő gazdálkodók 60 százaléka szerint a precíziós gazdálkodás általánossá válik, és 44 százalékuk szerint az automatizálás segítségével csökkenthető a munkaerő-állomány (Koerhuis, 2018).



## A precíziós szántóföldi növénytermesztés hazai helyzete

Az Agrárgazdasági Kutató Intézet (jelenleg NAIK AKI) teszüzemek körében végzett „Precíziós és talajkímélő szántóföldi növénytermesztés elterjedtsége a magyar mezőgazdaságban” című kérdőíves felméréseinek eredményeit a 61. oldalon kezdődő „A precíziós gazdálkodás elterjedtsége, alkalmazásának színvonala és termelői megítélése” című fejezetben ismertetjük. Jelen fejezet a precíziós gazdálkodás hazai háttérét és más felmérések eredményeit mutatja be.

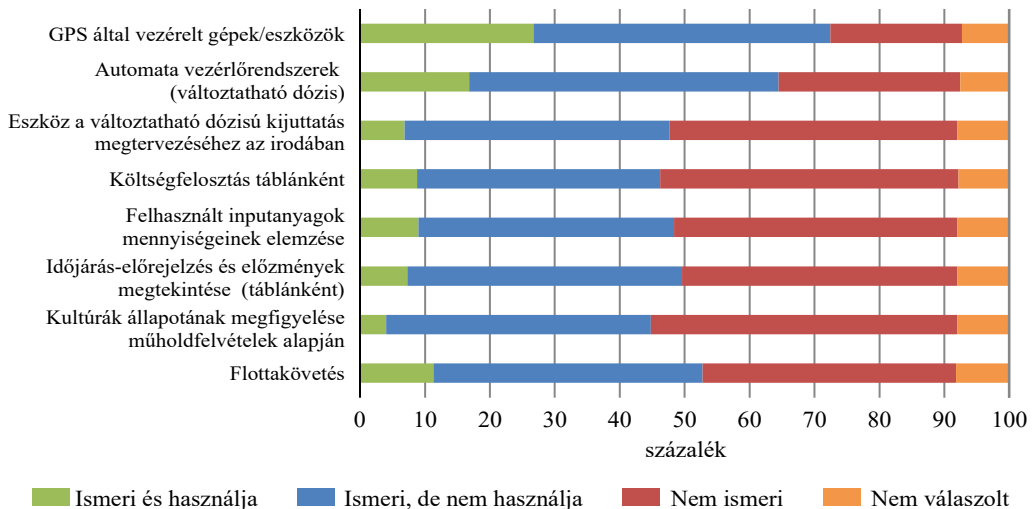
### Elterjedtség

A Kleffmann Group 2017-ben végzett felmérést a repce-, napraforgó-, kalászos- és kukoricatermesztők körében. A felmérés során nyolc – precíziós mezőgazdasághoz kapcsolódó – technológiára kérdeztek rá 1219 gazdaságnál, de 89 gazdaság (7 százalék) egyikre sem adott értékelhető választ (nem tudja/nem válaszol). A megkérdezett gazdaságok mintegy harmada (36 százalék) 100 hektár alatti, 43 százalékuk 100–1000 hektár közötti, míg 21 százalék az 1000 hektár feletti területen gazdálkodók aránya.

A legismertebb technológia a GPS általi gépvezérlés (72 százalék), megelőzve a változtatható dóziszú kijuttatást (64 százalék) és a flottakövetést (53 százalék). A többi vizsgált technológiára a gazdaságok kevesebb mint fele válaszolta azt, hogy ismeri (4. ábra). A technológiák használata azonban az ismertségnél jóval kisebb arányú, a felmért gazdaságok 69 százaléka egyiket sem használja. A GPS általi gépvezérlést a felmért gazdaságok 27 százaléka használja, a változtatható dóziszú kijuttatást 17 százalék, míg a flottakövetést 11 százalék. A többi vizsgált technológia használati aránya 10 százalék alatti, legkevésbé elterjed (4 százalék) a növénykultúrák állapotának vizsgálata műholdfelvételek alapján.

A legtöbb vizsgált technológiánál a felhasználók közel fele az 1000 hektár feletti gazdaságokból kerül ki, 40 százalék körüli a 100–1000 hektár közöttiek aránya, míg a 100 hektár alattiak csak 10 százaléknál kisebb részt képviselnek. A flottakövetés és a műholdfelvételek használata esetén még nagyobb (60 százalék feletti) a nagy gazdaságok aránya, míg a GPS általi gépvezérlés a közepes gazdaságoknál lett a legnagyobb arányú (49 százalék).

4. ábra: A vizsgált technológiák ismertsége és használata



Forrás: Kleffmann Group (2017) adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

A felhasználók közt jellemző, hogy csak egy-egy technológiát alkalmaznak (34 százalék), és mindössze 9 százalékuk jelölte meg az összeset. A technológiák együttes használata feltételes valószínűségekkel vizsgálható. A GPS által vezérelt gépek mellett 55 százalék az automata vezérlőrendszerek használatának gyakorisága, és 36 százalék a flottakövetésé. Az automata vezérlőrendszerek használata mellett csak 37 százalék a differenciált kijuttatás tervezéséhez szükséges eszközök használata, ami arra utal, hogy ezt nagyrészt szolgáltatásként veszik igénybe a gazdálkodók.

A táblaszintű költségfelosztás, az inputanyagok mennyiségének elemzése, valamint a táblánkénti időjárás megtekintése nem tekinthető precíziós mezőgazdasági technológiának, de ezek felhasználói – akik nem csak gazdaság szinten értékelik az adatokat – sokkal nagyobb valószínűséggel alkalmaznak differenciált kijuttatást (tervezést és a vezérlőrendszerek használatát egyaránt), mint azok, akik nem foglalkoznak ezekkel.

Az egyes technológiákat használó gazdaságoktól azt is megkérdezték, hogy mennyire tartják azokat hasznosnak. Az értékelést 1–5-ig terjedő skálán adhatták meg, és az átlagos pontszámok mindegyik esetben magasak lettek. A legkisebb, 4,7-es átlagpontot a műholdfelvételek alkalmazása kapta, míg a legjobb értékelést az automata vezérlőrendszerek (változtatható dózis), valamint a differenciált kijuttatás tervezéséhez szükséges eszközök kapták, mindkét esetben 4,8 ponttal.

Az Agrárgazdasági Kutató Intézet (jelenleg NAIK AKI) 2018-ban kérdőíves felméréssel vizsgálta a mezőgazdasági termelést hivatásszerűen – árutermelés céljából – folytató egyéni gazdálkodók és cégvezetők informatikai ismereteit, valamint a gazdaságok digitális eszközök és információs rendszerek használatával kapcsolatos hozzáállását. A nem reprezentatív, önkéntes felmérés 760 értékelhető választ eredményezett. A válaszadók 84 százaléka, 640 fő jelölte meg tevékenységi területként a szántóföldi növénytermesztés ágazatot (gyepgazdálkodás, szántóföldi zöldségtermesztés is). A gazdaságok területe jellemzően 200 hektár alatti (88 százalék), és az online felmérés miatt a válaszadók életkora a fiatalabb korosztály felé tolódott el. Míg a 2016-os gazdaságszerkezeti összeírás (GSZÖ) szerint az egyéni gazdálkodók 58,5 százaléka 55 év feletti, addig a kérdőívre válaszolóknál az 50 év felettiek aránya is csak 43,6 százalék volt. A válaszadók a Kleffmann Group felméréséhez képest is kicsit fiatalabb korosztályt képviseltek.

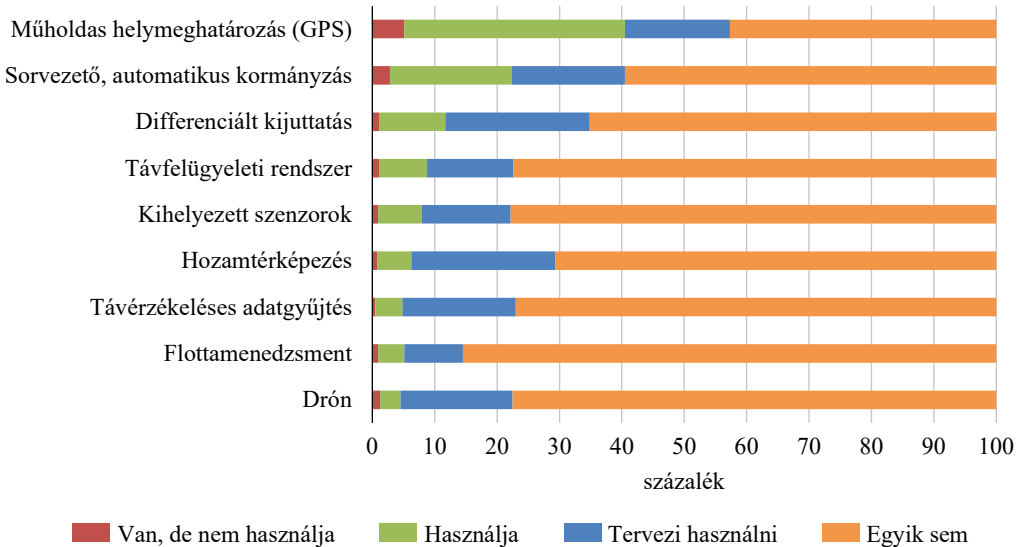
A digitális technológiák és eszközök jelenléte nagyon alacsony szintű a gazdaságokban (5. ábra). Legmagasabb arányban (35 százalék) a műholdas helymeghatározást használják a szántóföldi gazdálkodók, azonban a válaszadók 5 százaléka azt jelölte meg, hogy rendelkezik GPS-szel, de nem használja. A válaszadó szántóföldi növénytermesztők 20 százaléka jelölte meg a sorvezető vagy automatikus kormányzás alkalmazását, míg 3 százalékuk ez esetben sem használja ki a rendelkezésére álló technológiát. A GPS, valamint a sorvezető/automatikus kormányzás használatára adott válaszok eltérése arra utal, hogy a GPS-t sok esetben nem a precíziós gazdálkodás céljából használják a gazdálkodók. Az egyik ilyen alkalmazási lehetőség lehet a flottamenedzsment, azonban ezt a válaszadók csupán 4 százaléka használja. Differenciált kijuttatást (pl.: vetés, műtrágyázás) a válaszadók 11 százaléka alkalmaz, ennél még alacsonyabb a távfelügyeleti rendszerek, a növényállományba kihelyezett szenzorok, valamint a hozamtérképezés alkalmazási aránya. A Kleffmann Group felméréséhez képest kisebb elterjedtségi arányok legfőbb oka a kisebb gazdaságméret lehet.

Drónokat jelenleg még nagyon kevesen használnak, ennek egyik oka a rendezetlen jogi környezet, illetve az alkalmazásukat megelőző bejelentési kötelezettségek teljesítése. Használatukhoz – a hatályos hazai rendelkezések szerint – legalább 30 nappal előbb eseti légtérhasználati engedélyt kell kérni. A drónos permetezés egyelőre csak kísérleti engedély birtokában és az engedélyben leírtak betartásával lehetséges, egyébként illegális tevékenységnek számít, mely hatósági intézkedést, szankciót vonhat maga után (NÉBIH, 2019).



A szoftverhasználatra vonatkozó kérdés alapján a térinformatikai programokat, valamint a precíziós gazdálkodáshoz kapcsolódó programokat (például tervkészítés, kijuttatás-vezérlés) még kevés szántóföldi gazdálkodó használja (15, illetve 8 százalék).

5. ábra: **Digitális technológiák és eszközök jelenléte a szántóföldi növénytermesztő gazdaságokban**



Forrás: Kérdőíves felmérés (2018) adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

A szolgáltatások igénybevételével és a foglalkoztatottsággal kapcsolatos kérdésekre csak a vezetők/tulajdonosok válaszoltak (545 fő). A válaszadók mindössze 35 százalékának van állandó alkalmazottja. A válaszadó vezetők/tulajdonosok 12 százaléka vesz igénybe precíziós gazdálkodáshoz kapcsolódó informatikai szolgáltatásokat, az állandó alkalmazottat foglalkoztató gazdaságok közül pedig 5 százalék alkalmaz precíziós gazdálkodási szakembert és/vagy térinformatikust.

A precíziós mezőgazdaság hazai elterjedtségét az eNET Internetkutató és Tanácsadó Kft. is vizsgálta 2017-ben és 2018-ban az 50 hektár feletti területen gazdálkodó, növénytermesztéssel foglalkozó egyéni és társas vállalkozások körében. Az utóbbi felmérés során a vizsgált technológiák közül a GPS (58 százalék), a sorvezető (47 százalék) és az automatikus kormányzás (24 százalék) használata bizonyult a legelterjedtebbnek (eNET, 2019). Ezen technológiák elsősége hasonlít a többi felméréshez, azonban a használati arányuk a többi hazai felmérés eredményénél jóval magasabb. Ugyanakkor a megkérdezettek csupán 23 százaléka vallotta magát precíziós gazdálkodónak, ez az ellentmondás viszont arra utal, hogy a megkérdezettek nem voltak teljesen tisztában a vizsgált technológiákkal. Az AgroStratégia felmérése alapján (Pólya és Varanka, 2019) a gazdálkodók 43 százaléka használ GPS-t, mint IKT-eszközt, nem feltétlenül mezőgazdasági célra.

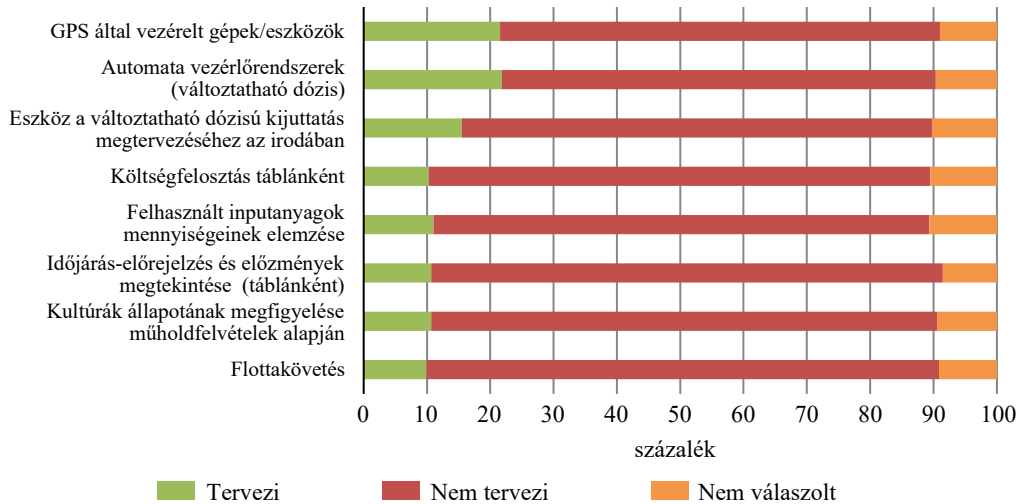
## Kereslet

A Kleffmann Group 2017-es felmérése során a technológiák jövőbeli bevezetésére is rákérdeztek azoknál, akik ismerik, de jelenleg nem alkalmazzák azokat – minden esetben (6. ábra) a gazdaságok kevesebb mint negyede tervezi bevezetésüket. Legnagyobb arányban (22 százalék) a GPS-alapú navigáció, valamint a differenciált kijuttatás bevezetését tervezik a gazdaságok. Ugyanakkor a differenciált kijuttatás tervezéséhez szükséges eszközök beszerzését a gazdaságoknak csak 15 százaléka

tervezi, ami arra utal, hogy ezt egy részük inkább szolgáltatásként venné igénybe. A többi vizsgált elemet a gazdaságok mintegy 10 százaléka tervezi bevezetni.

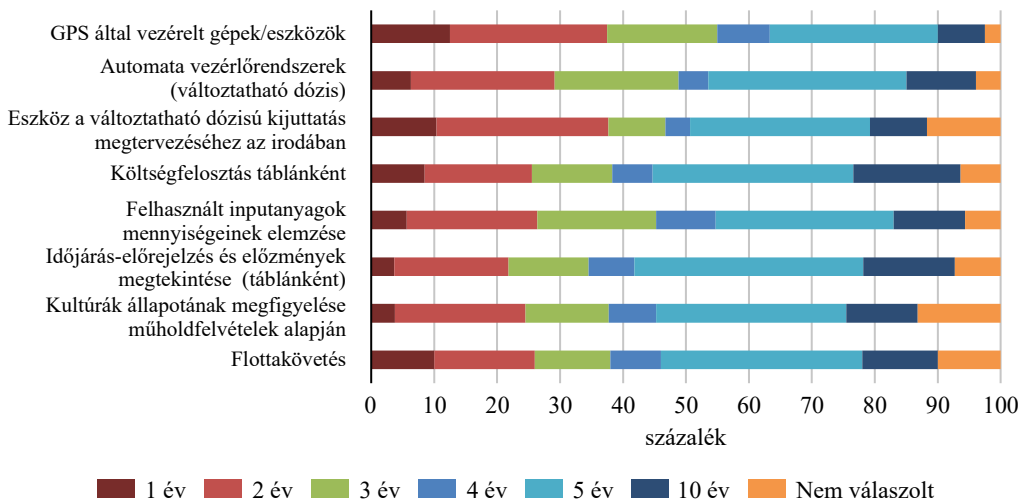
Kedvezőtlen helyzet, hogy azok közül, akik ismerik, de egyik vizsgált technológiát sem használják jelenleg, 70 százalék nem is tervezi bevezetni azokat.

6. ábra: A vizsgált technológiák bevezetésének szándéka



Forrás: Kleffmann Group (2017) adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

7. ábra: A vizsgált technológiák bevezetésének tervezett ideje



Forrás: Kleffmann Group (2017) adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

Feltételes valószínűségek vizsgálata alapján, akik jelenleg semmilyen precíziós technológiát nem alkalmaznak, azok legnagyobb arányban – érthető módon – a GPS (22 százalék), valamint az automata vezérlőrendszerek (17 százalék) bevezetését tervezik. Akik már használnak GPS-t, azok is a differenciált kijuttatás felé lépnek tovább, a vezérlőrendszerek (14 százalék), valamint a tervezéshez szükséges eszközök (13 százalék) beszerzésével. A változtatható dózisu kijuttatás tervezéséhez szük-

séges eszközök beszerzésére hatással van az is, ha valaki táblaszinten figyeli az időjárás, táblánként végez költségfelosztást, illetve elemzi az inputanyag felhasználását (16, 12, illetve 11 százalék). Ez összhangban áll azzal, hogy a precíziós gazdálkodás bevezetéséhez szükség van a táblák adottságainak ismeretére.

A technológiák bevezetésének tervezett időpontjára vonatkozóan legtöbben az 5 évet jelölték meg, ezt követi a 2 éves időtáv (7. ábra).

A Kleffmann Group vizsgálatai szerint a felmért gazdaságok – megyénként és növénykultúránként figyelembe vett súlyozással – 3 518 792 hektár szántóterületet reprezentálnak. A vizsgált technológiákat újonnan bevezető gazdaságok becsült területét az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat: **A vizsgált technológiák bevezetésével érintett területek becsült mérete**

Technológia	Becsült terület
GPS által vezérelt gépek/eszközök	378 650
Automata vezérlőrendszerek (változtatható dózis)	429 830
Eszköz a változtatható dózisú kijuttatás megtervezéséhez az irodában	282 023
Költségfelosztás táblánként	168 949
Felhasznált inputanyagok mennyiségeinek elemzése	190 310
Időjárás-előrejelzés és az előzmények megtekintése (táblánként)	193 898
Kultúrák állapotának megfigyelése műholdfelvételek alapján	190 019
Flottakövetés	169 850

Forrás: Kleffmann Group (2017) adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

Az Agrárgazdasági Kutató Intézet (jelenleg NAIK AKI) 2018-as, a mezőgazdaság digitalizációjára vonatkozó felmérése is tartalmazott a technológiák bevezetésével kapcsolatos kérdéseket.

A válaszadó szántóföldi növénytermesztők 17 százaléka tervezi bevezetni a műholdas helymeghatározást, míg 18 százaléka a sorvezető vagy automatikus kormányzás alkalmazását (5. ábra). A differenciált kijuttatás (pl.: vetés, műtrágyázás) és a hozamtérképezés iránt még nagyobb az érdeklődés, mindkét technológia esetén a válaszadók 23 százaléka tervezi ezek bevezetését. A drónok alkalmazása iránt is van érdeklődés, a válaszadók 18 százaléka tervezi használni. Hasonló eredményt mutat az eNET felmérése, amely alapján az automatikus kormányzást a növénytermesztő vállalkozások 12 százaléka, míg a drónok használatát a 13 százaléka szeretné bevezetni (eNET, 2019). A kérdőív a drónok alkalmazási területére nem kérdezett rá, de érdemes kiemelni, hogy a forgalmazók és több szolgáltató egyöntetű véleménye alapján nagyobb az érdeklődés a drónos növényvédelmi kezelések iránt – ami egyelőre csak kísérleti engedéllyel lehetséges –, mint az azokkal végezhető monitoringfeladatok iránt.

A távfelügyeleti rendszerek bevezetését a válaszadók 14 százaléka tervezi, míg a legkevesébe tervezett technológia a flottamenedzsment.

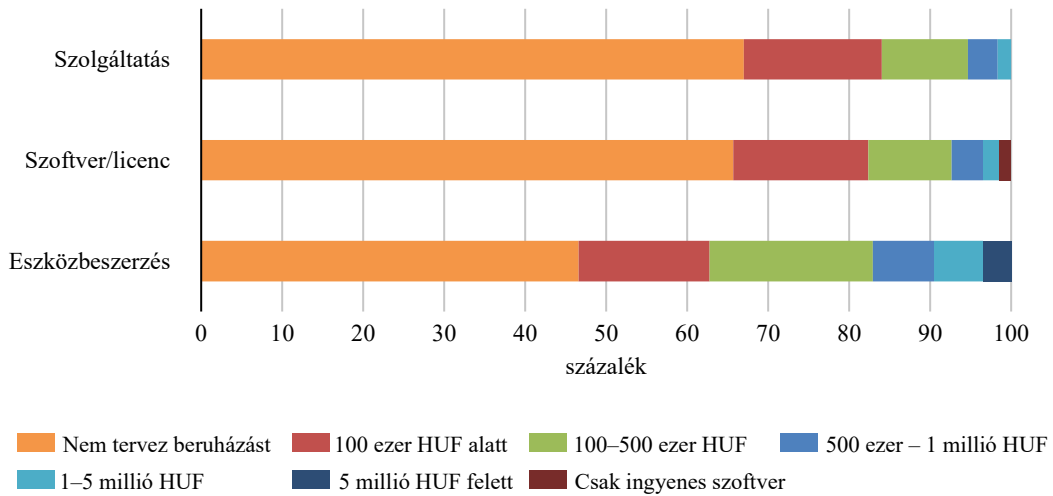
A feltételes valószínűségek vizsgálata alapján, akik már használnak sorvezetőt vagy automatikus kormányzást, azok legnagyobb valószínűséggel a hozamtérképezést (38 százalék) vagy a differenciált kijuttatást (36 százalék) vezetik be új technológiaként.

Ugyanakkor azok közül, akik jelenleg egyik vizsgált technológiai elemet sem használják, 67 százalék továbbra sem tervezi azok bevezetését. Az új felhasználók legnagyobb valószínűséggel a GPS használatát vezetik be (23 százalék), míg a sorvezető/automatikus kormányzás, valamint a differenciált kijuttatás választásának valószínűsége 16 százalék. Ezek közel azonos eredmények a Kleffmann Group felméréseivel. A válaszok alapján annak a valószínűsége, hogy a hozamtérképezést vezeti be egy új felhasználó, 14 százalék.

A szoftverhasználatra vonatkozó kérdés alapján a térinformatikai programokat, valamint a precíziós gazdálkodáshoz kapcsolódó programokat (például tervkészítés, kijuttatásvezérlés) a válaszadók 21, illetve 27 százaléka tervezi bevezetni.

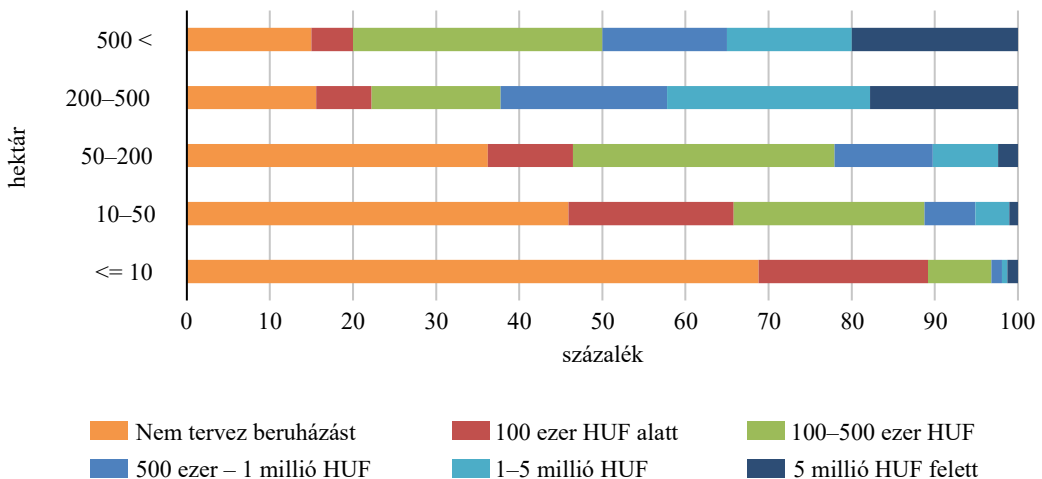
A korábban említett kis gazdaságméretek miatt ezek – mind a technológiák, mind a szoftverhasználat kapcsán – jelentős aránynak tekinthetők, ami a válaszadók átlagosnál fiatalabb életkorával magyarázható.

8. ábra: A digitalizációhoz kapcsolódóan tervezett beruházások a következő évben



Forrás: Kérdőíves felmérés (2018) adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

9. ábra: A digitalizációhoz kapcsolódóan tervezett eszközberuházások a következő évben



Forrás: Kérdőíves felmérés (2018) adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

A beruházásokkal kapcsolatos kérdésekre csak a gazdaságok vezetői/tulajdonosai válaszoltak (545 fő). A válaszadók alig több mint fele (53 százaléka) tervezi a digitalizációval kapcsolatos eszközberuházást a következő évben. A szoftver- és licencvásárlás, valamint a szolgáltatások terén még

kiseb az arányuk (8. ábra). A tervezett beruházások jellemzően 500 ezer Ft alatti értékűek, de a megoszlásuk függ a gazdaság méretétől, ami különösen az eszközberuházások esetén szembetűnő (9. ábra). A kizárólag ingyenes szoftverek használatát pedig kizárólag 50 hektár alatti gazdaságok vezetői jelölték meg. A beruházások mindhárom típusánál a 31–40 év közötti korosztály az élenjáró.

Összességében elmondható, hogy a válaszadó gazdálkodók közel negyede használ valamilyen, precíziós gazdálkodáshoz kapcsolódó technológiát, és további 20–30 százalékuk nyitott a bevezetésére, de kicsi a beruházási hajlandóság. A válaszolók 80 százaléka igényli a digitalizációhoz kapcsolódó eszközvásárlás támogatását, közel fele pedig a szoftvertvásárlás, valamint az oktatás támogatását is szükségesnek tartja. Ezért az informatikai fejlesztések közt az egyszerűen használható, olcsó eszközöknek van nagy jelentősége.

## Kínálat

### GPS/GNSS és mobilinternet-lefedettség

A pontos jármű-navigációhoz szükséges RTK-korrekciónak elsőként a Földmérési és Távérzékelési Intézet (FÖMI) – jelenleg a Lechner Tudásközpont része – kezdte szolgáltatni a GNSSnet.hu rendszerben. 2014-től további szolgáltatók jelentek meg a piacon: a KITE Zrt., az AXIÁL Kft. (mAXI-NET), a Geotools Europe GNSS Kft., az Agromatic Kft. (RTK-mindenkiNET), az Agro-Békés Kft., valamint az Agrotec Kft. (RTK Blue). A szolgáltatók gyakorlatilag az ország egész területét lefedik, a korrekciós jel használata – szolgáltatótól függően – lehet éves vagy időszakos előfizetésen alapuló.

Annak érdekében, hogy a mobilhálózatos korrekciós szolgáltatások, valamint a precíziós gazdálkodáshoz kapcsolódó mobil applikációk használhatók legyenek, fontos a vidéki területeken a megfelelő mobilinternet-lefedettség. Magyarországon ez jónak mondható, a vidéki területeken a 4G-lefedettség meghaladja az EU 90 százalékos átlagát, és az újgenerációs (*Next Generation Access*, NGA) mobilinternet-lefedettség 50,5 százalékos aránya is magasabb volt 2017-ben, mint az EU 47 százalékos átlaga. Azonban az árak Magyarországon voltak a legmagasabbak (EC, 2018b).

### Eszköz- és szoftverforgalmazás

A precíziós gazdálkodás eszközszerkezete – erőgépek, betakarítógépek, munkagépek, GPS/GNSS eszközök, vezérlők, szenzorok – és a hozzájuk tartozó szoftverek a hazai gazdálkodók számára széleskörűen elérhetők. Ezt mutatja az is, hogy a PREGA 2019 kiállításon több mint 30, ezen a területen aktív cég vett részt.

A nagy nemzetközi márkák (Claas, John Deere, Massey Ferguson, Lamborghini, Fendt stb.) mellett hazai mezőgépgyártók is foglalkoznak a precíziós gazdálkodásra alkalmas, ISOBUS kompatibilis eszközökkel, ilyen például az Omikron Kft., valamint a Busa Bt. precíziós sorközművelő kultivátora, a Farmgép Kft. szántóföldi permetezőgépe és a Digitroll Xeed System vetésellenőrző rendszere (Jóri, 2019). A Mezőgépgyártók Országos Szövetsége (MEGOSZ) nagy hangsúlyt fektet a precíziós mezőgazdasági logisztika eszközeinek fejlesztésére is (MEGOSZ, 2019).

A Mezőgazdasági Eszköz- és Gépforgalmazók Országos Szövetségének (MEGFOSZ) elnöke szerint megvan az érdeklődés a korszerű, új eszközök iránt, egyre többen keresik a digitalizált termelést lehetővé tevő eszközöket. Az automata kormányzás a kombájnoknál már alapfelszereltségnek számít, a munkaeszközöknél a szakaszvezérlés egyre inkább terjed (Köpöncsei, 2019). Korszerű műtrágyaszóróval, vetőgéppel vagy permetezővel javítható a munka minősége és hatékonysága. A permetezők eladása 31 százalékkal növekedett tavaly (Kelemen, 2019).

A piacvezető dróngyártóknak (DJI, HSE, TTA) is megvannak a hazai forgalmazói, valamint néhány cégnél (pl.: MyActionCam Magyarország Kft., DroneXpert) drónbérletre is van lehetőség.

Az eladott precíziós gépek és eszközök mennyiségéről azonban nincs elérhető adat, a mezőgazdasági gépek forgalmáról készülő statisztikai adatgyűjtésben ezek nem szerepelnek elkülönítve.

## **Szolgáltatás, szaktanácsadás**

A gazdálkodók többnyire nem rendelkeznek megfelelő szaktudással a szenzorokból származó adatok, valamint a távérzékelte felvételek (műhold, drón) kiértékeléséhez, a kijuttatási térképek elkészítéséhez. Ezért a precíziós mezőgazdaság kínálati oldalán nagy szerepe van a szaktanácsadóknak és a szolgáltatóknak. A rendelkezésre álló információk nem teljes körűek, de azt mutatják, hogy a piaci cégek látják az érdeklődést a precíziós gazdálkodás iránt és fejlesztenek is ezen a téren.

Az IKR Agrár Kft. a precíziós talajmintavétel és tápanyag-visszapótlás terén nyújt szaktanácsadást és szolgáltatást, amelynek eredményeit a gazdálkodók a TALAJINFO webes rendszerben láthatják és kezelhetik. A Dr. Szabó Agrokémiai Kft. a Jó Gazda Program® keretében végzi a precíziós gazdálkodáshoz kapcsolódó szolgáltatásait, amelyek magukban foglalják a talajmintavételt, a differenciált kijuttatási tervek készítését és megvalósítását, valamint a multispektrális légi fényképezést is. A Danuba Kft. is talajmintavételi szolgáltatásokat és differenciált kijuttatási megoldásokat (nitrogén, foszfor, kálium és kalcium kijuttatása, valamint vetés) kínál, amihez műholdas biomassza-felvételeket is biztosít a magyar nyelvű MySoyl alkalmazáson keresztül.

Az Agro Aim Kft. a „Field Expert – Precision Farming” programjának keretében több mint 20 000 hektáron végez valamilyen szintű precíziós szaktanácsadást (Kalmár, 2018) a művelési zónák lehatárolásától a differenciált tőszámbeállításig, valamint művelési zóna alapú profitkalkulációt is végeznek. Nemrég elindították a precíziós meliorációs programjukat is. Az Agromatic Automatizálási Kft.-vel egy márkafüggetlen precíziós szaktanácsadási és géppark-átalakítási programot is létrehoztak P.O.N.T. (profit optimalizált növénytermesztési tanácsadás) néven.

A K-Prec Kft. is teljes körű menedzsmentet nyújt ügyfeleinek a precíziós növénytermesztéshez, a különböző forrásból származó adatok rendszerezésétől a költség-jövedelem térképek elemzéséig.

Az Agroker Holding Zrt. is létrehozott egy új üzletágot a precíziós gazdálkodást választó gazdálkodók támogatására. Tevékenységeik közt szerepel a műholdfelvételekből készített biomassza-térképek előállítás, GPS-alapú gépi talajmintavétel és a fizikai talajvizsgálatok elvégzése, valamint a változó dózisu nitrogén-, foszfor-, kálium- és kalciumkijuttatási térképek biztosítása és változó tőszámú vetési térképek szolgáltatása (AgrárUnió, 2019).

Az Agrodát rendszerének alapja a helyspecifikusan mért környezeti adatok (saját fejlesztésű talajszondák és meteorológiai állomás), műholdképes adatszolgáltatással kiegészítve. Webes felületen keresztül követhető a növények állapota, a döntéstámogató rendszer pedig a környezeti paraméterek értéke alapján képes felismerni a potenciális kártevők és kórokozók megjelenéséhez optimális időszakokat, erről figyelmeztetést is küld. Jelenleg 70 gazdálkodó mintegy 5000 hektáron alkalmazza.

Drónokkal történő növényállapot-felmérést végez többek közt a HRP Europe Kft., az Eurosmart Kft., az AGRON, a Clue Drone, valamint a SkyDragons. Az AgriDron Kft. a drónos felmérés mellett a művelési zónák lehatárolásával, talajmintavétellel, talajvizsgálattal, valamint tápanyag-gazdálkodási terv készítésével is foglalkozik.

Az AXIÁL Kft. a saját fejlesztésű mAXI-MAP szoftverével segíti a helyspecifikus gazdálkodást választókat az adatgyűjtésben, feldolgozásban és döntéshozatalban. A szoftver lehetővé teszi a táblák heterogenitását mutató térképek elkészítését a GPS-eszközökkel gyűjtött adatokból, egy modul segítségével elvégezhető a helyspecifikus tápanyag-visszapótlás tervezése, a kész tervek pedig a vezérlőrendszereknek megfelelő formátumokba exportálhatók. A mAXI-HOZAM szolgáltatásuk ürfelvétel-sorozat alapján állít elő hozamtérképeket, így azok is képet kaphatnak a területükről és elkezdhetik a helyspecifikus gazdálkodást, akiknek még nincs helyspecifikus adatuk (AXIÁL, 2019).

A KITE Zrt. az egyik vezető mezőgazdasági integrátor Magyarországon. Jelenleg nagyjából 200 ezer hektárra adnak szaktanácsot, de szeretnék, ha 2020–2021-re elérhetnék az 1 millió szaktanácsolt hektárt (Csurja, 2019). Ennek érdekében konzorciumi formában, GINOP források bevonásával fejlesztik a szaktanácsadói rendszerük informatikai hátterét, az adatfeldolgozás automatizálását, és céljuk egy „Üzemmérettől független komplex precíziós szaktanácsadási rendszer kialakítása”. A komplex szaktanácsadási rendszer magában foglalja a precíziós gazdálkodás informatikai, műszaki és agronómiai megoldásait is. A Precíziós Gazdálkodási Rendszer (PGR) három lábön nyugszik: a precíziós gazdálkodás innovatív technológiáin, a PrecZone megoldásain, valamint a Partner Profit Program szolgáltatásain. A PrecZone keretében 16 alkalmazás fejlesztése folyik, amelyekből 14-nek a tesztelése 2020 januárjában elkezdődött. Az alkalmazások éles indítását május végére tervezik (KITE, 2020).

Szintén GINOP forrásokból, konzorciumi formában folyik az „Innovációs folyamatot támogató szolgáltatások fejlesztése a szántóföldi növénytermesztés számára (SMART-GAZDA)” projekt (Agrárin, 2018). A projekt céljai közt szerepel a jelenlegi legjobb nem precíziós technológiák felmérése, a precíziós technológiák eszköztárának vizsgálata szántóföldi kísérletekkel, valamint annak vizsgálata, hogy az eltérő innovációs szinten elhelyezkedő vállalatok esetén a precíziós technológiák mennyire járulnak hozzá a hatékonyságuk növeléséhez. A projekt célkitűzése, hogy minden fejlettségi szinten az annak megfelelő hatékonyságnövelő stratégiát ajánlják a gazdaságoknak, ez azonban nem minden esetben a precíziós gazdálkodást jelenti. Az innovációs döntéseket támogató rendszer elsősorban az AgroVIR Kft. és az Agrárin Kft. ügyfélkörében hasznosulna, amely együttesen már jelenleg is mintegy 500 ezer hektár, de mindkét cég üzletfejlesztést is vár a projektől. A rendszert a konzorciumban részt vevő termelő gazdaságok is felhasználnák a saját területükön (kb. 2000 hektár), valamint a konzorcium vezetője – amely vállalkozás egyben integrátor is – felhasználná a partnerei körében (kb. 10 000 hektár). Ezen kívül a partner szolgáltatócégek (Dr. Szabó Agrokémiai Kft., Talajerő Plusz Kft., Agrofil-SZMI Kft., Timac Agro Kft.) összesen több mint 8900 ügyféllel állnak kapcsolatban, akiknek a területe több mint 560 ezer hektár. Becslésük szerint azonban a gazdaságok 70–80 százaléka még nem tud, vagy nem akar több lépcsőfokot átugorva belevágni az adatvezérelt precíziós mezőgazdaságba.

Az Agrofil-SZMI Kft. egy „Tápanyag reakcióra alapozott, okszerű precíziós növénytaplálási módszerek kimunkálása a kárpát-medencei és kontinentális klíma alatt fejlődött jelentősebb talajtípusokon” című GINOP projektet is vezet. A precíziós tápanyag-utánpótlási eljárás fejlesztését a mai legkorszerűbb távérzékelési, talajszkenelési és talajjavítási módszerekre alapozzák (Agrofil, 2017).

A Körös-Aqua Kft. a precíziós gazdálkodás egy speciális területén fejleszt „A víz visszatartást támogató precíziós vízrendezés tervezési és szaktanácsadási rendszerének kialakítása” című GINOP projektben. A precíziós vízrendezési szaktanácsadás magában foglalja az adatfelvételezés protokollját (eszközök, módszerek, időbeni ütemezés, adatfeldolgozás és transzformációk), a táblán belüli vízmérlegek nagy felbontású modellezését, a vízrendezési beavatkozások helyspecifikus megtervezését és a beavatkozások RTK-rendszerbe történő integrálását. A táblán belüli nagy felbontású vízmérleg-terképezés a precíziós öntözésnek is elengedhetetlen adatforrása.

Az államilag támogatott mezőgazdasági szaktanácsadásban az agrárinformatika és a precíziós gazdálkodás korábban nem szerepelt külön szakterületként vagy tevékenységi területként. A mezőgazdasági és vidékfejlesztési szaktanácsadói tevékenységről és a mezőgazdasági szaktanácsadási rendszerről szóló 16/2019. (IV. 29.) AM rendeletben azonban módosultak a mezőgazdasági szaktanácsadás téma- és szakterületei. Bekerült a precíziós gazdálkodás, mint tématerület, amelyen belül a precíziós növénytermesztés, precíziós állattenyésztés, valamint precíziós kertészet szakterületek választhatók. A szaktanácsadók alapképzése is kiegészül a „digitális technológia alapjai, alkalmazása a mezőgazdaságban” modullal. A szaktanácsadók továbbképzéseként szolgáló, a Nemzeti Agrárgazdasági Kamarához bejelentett és elfogadott szakmai rendezvények listáján is egyre több agrárinformatikához kapcsolódó rendezvény szerepelt az elmúlt években.

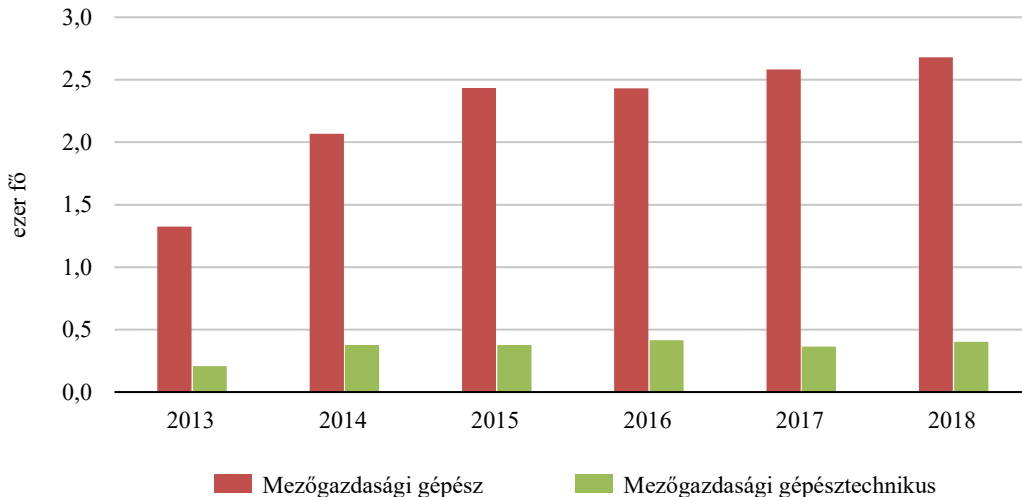
## Oktatás

A precíziós mezőgazdaság informatikai és agrotechnikai háttere dinamikusan fejlődik, de alkalmazásához jól képzett humán erőforrásra van szükség.

A precíziós gazdálkodás alapját képező korszerű műszaki és informatikai ismeretek a középfokú képzések körében még nem szerepelnek kellő hangsúllyal. Egyedül a mezőgazdasági gépészmérnöki képzés kerettantervében és követelményeiben van nevesítve a precíziós gazdálkodást segítő elektronikai rendszerek kezelése témakör.

Sikeresnek mondható a Mezőgazdasági Gépforgalmazók Országos Szövetsége (MEGFOSZ) által indított „Legyél te is mezőgépész” program, amely többek között duális képzéssel és ösztöndíj-programmal kívánja bővíteni a precíziós gazdálkodással kapcsolatos ismereteket. Figyelemfelkeltő programokkal és versenyekkel igyekeznek megnyerni a hallgatókat, ennek eredményeképpen a mezőgépész tanulók száma jelentősen nőtt az elmúlt években (10. ábra).

10. ábra: Mezőgazdasági gépész és gépészmérnök tanulók létszámának változása



Forrás: az Oktatási Hivatal (KIR-adatbázis, 2018) adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

A digitális tudás fejlesztésében élenjáró a Galamb József Mezőgazdasági Szakgimnázium és Szakközépiskola Makón, ahol a tanulók fakultáció keretében sajátíthatják el a precíziós növénytermesztési, állattenyésztési és gépészeti alapismereteket (Délmagyar.hu, 2018). Részt vesznek az Agriteach 4.0 Erasmus+ programban is (<http://www.agriteach.hu>), amelynek célja egy ingyenesen elérhető, online, hálózatos együttműködésen alapuló képzés „Agrárinformatikai ismeretek oktatása az agrárszakképzésben” címmel. Ennek eredményeként 2019-ben megkezdődött a pedagógusok felkészítése az agrárinformatikai ismeretek oktatására (Kiss, 2019). A Csukás Zoltán Mezőgazdasági Szakképző Iskola (Csorna) is nyitott az új technológiák felé, korábban a „Drónok a mezőgazdaságban”, jelenleg az „Autonóm járművek a mezőgazdaságban” kutatásban vesznek részt<sup>2</sup>.

Az agrár-felsőoktatási intézményekben már mindenhol szerepel a tananyagban a precíziós gazdálkodás témakör, de nagyon eltérő mértékben. A mezőgazdasági és élelmiszeripari gépészmérnöki (BSc és MSc) képzéseken a szakleírások kötelezőként tartalmazzák az IT és precíziós technológiák műszaki ismeretei témakört, valamint több MSc képzés – Agrármérnök, Környezetgazdálkodási agrármérnök, Mezőgazdasági vízgazdálkodási mérnök, Növénytermesztő mérnök – szakleírásában

<sup>2</sup> <http://www.csukas.sulinet.hu/kozveteteli/2018/iskola-web.pdf>



megjelenik valamilyen módon a precíziós gazdálkodás. A többi agrárszakon a precíziós gazdálkodás néhol önálló tárgyként, de sokszor csak más tantárgy keretében, egy-egy óraként szerepel. Mivel nincs egységes törzsanyag a témakör oktatására, a végzett hallgatók tudása nagyon heterogén.

A hagyományos képzési formák mellett fontos a szakirányú továbbképzések és egyéb felnőttképzési kurzusok megvalósítása. Elsőként a Széchenyi István Egyetem indított 2 féléves Precíziós mezőgazdasági szakmérnök/szaktanácsadó<sup>3</sup> szakirányú továbbképzést 2017-ben. Azóta a képzés már öt agráregyetemen<sup>4</sup> elérhető: a Széchenyi István Egyetemen, a Szent István Egyetemen, a Pannon Egyetemen, a Debreceni Egyetemen, valamint az Eszterházy Károly Egyetemen, de náluk még nem indult kurzus. A végzett hallgatók létszáma 37, és további 44 hallgató vesz részt a képzéseken.

Az Óbudai Egyetem is indít 3 féléves szakirányú továbbképzést Precíziós gazdálkodási szakember/szakmérnök<sup>5</sup> néven. Ez a képzés inkább műszaki jellegű, a hangsúly az adatgyűjtésen és feldolgozáson van. 2019-ben végeztek az első hallgatók (12 fő), és 24 fővel indult a következő évfolyam.

2019 szeptemberében a Szegedi Tudományegyetem is megkezdte (közel 30 fővel) a 3 féléves Precíziós agrárgazdálkodási szakmérnök/szakember<sup>6</sup> képzését. A képzés során a hangsúlyt a drónos monitoringra helyezik, de önálló tárgyként szerepel a precíziós állattenyésztés, valamint a precíziós kertészet is.

Sikeresek a Szent István Egyetem felnőttképzési kurzusai is. A „Műholdalapú helymeghatározás alkalmazásai a mezőgazdaságban” című kurzus évek óta meghirdetésre kerül a Gépészmérnöki Karon, 2018-ban 49 fő vett részt rajta (de 2019-ben nem indult). A Drónpilóta képzés 2018 decemberében indult először a Kertészettudományi Karon, azóta több mint 80 fő végezte el.

Az információ átadása szempontjából fontosak a szakmai kiállítások és vásárok is. Az AgroStratéga 2019-es felmérése alapján (Pólya és Varanka, 2019) a válaszadók 74 százaléka vett részt szántóföldi, kertészeti bemutatón, 83 százaléka szakmai kiállításon, vásáron és 67 százaléka egyéb szakmai rendezvényen, konferencián. Jellemzően évente 1-2 alkalommal látogattak meg szakmai rendezvényeket. A precíziós gazdálkodás elméleti és gyakorlati bemutatása egyre több szakmai rendezvényen jelenik meg, ilyen például az AGROMashEXPO, a PREGA, az Agrárium Konferencia, az AgroFIELD Akadémia, valamint a SmartFarm konferencia, kiállítás és bemutató.

A gépforgalmazók általában azon cégek és magánszemélyek részére biztosítanak képzéseket, akik tőlük vásárolnak. Egy kombájn esetében például a vásárlást követően két-három napos kurzuson vehetnek részt a termelők, majd egy szakember aratáskor is megmutatja az eszközök használatát, így a gazdálkodók biztosan ki tudják használni a modern technológiában rejlő előnyöket (Köppöncsi, 2019).

A KITE Zrt. az általa értékesített új vagy prémium használt erő- és munkagépek gépkezelőit díjmentes oktatásban részesíti. Az AMS-RTK rendszerek kapcsán minden tavasszal a szezonkezdet előtt ismétlődő oktatásokat is szerveznek, térítés ellenében. Ilyen képzésen 2018-ban 293, 2019-ben 152 fő vett részt. Az Axiál Kft. is a GPS-ek beüzemeléskor tart egy ingyenes betanítást. Ezen kívül az ország több telephelyén kihelyezett képzéseket is tart a Trimble GPS-eszközök használatáról, elméleti és gyakorlati oktatással (Baranyiné Hutai, 2019).

A drónforgalmazók (pl.: Duplitec Kft., Clue Drone, Agro-Way Kft., AGRON) is tartanak oktatást az általuk forgalmazott eszközökhöz, valamint kifejezetten az oktatásra szakosodott cégek is vannak a piacon, például a DrónAkadémia, ahol 2015 óta több mint 1200 fő vett részt egynapos képzéseken.

<sup>3</sup> Az agrár- és műszaki mérnöki diplomával rendelkező jelentkezők „szakmérnök”, a természettudományos diplomával rendelkezők „szaktanácsadó” végzettséget kapnak, de a képzések tematikája egyforma és mindkettő az agrárképzési területre tartozik.

<sup>4</sup> 2019 év végi állapot, 2020 augusztustól egyetemi összevonásokra került sor.

<sup>5</sup> Mérnöki végzettséggel jelentkezők „szakmérnök”, nem mérnökök esetén „szakember” végzettség lesz, de a tananyag ugyanaz. Ugyanakkor az első a műszaki, a második az agrárképzési területre van besorolva.

<sup>6</sup> Agrár szakterületen szerzett diplomával rendelkezők szakmérnök, műszaki és természettudományi végzettséggel rendelkezők szakember megnevezésű diplomát kapnak.

A Digitális Jólét Program 2.0 keretein belül elindult a Digitális Agrárakadémia, melyet a Nemzeti Agrárgazdasági Kamara működtet. Első lépésként 20 digitális tananyagmodul készült el, amelyek bemutatják a mezőgazdaság digitalizációjához kapcsolódó alapvető kérdésköröket, a lehetőségekhez való hozzáférés módját és azok eszközeit.

## Várható jövő

Nagy István agrárminiszter a PREGA 2019 konferencia és kiállítás megnyitóján azt mondta, hogy „Precíziós gazdaság nélkül nem lesz megújuló magyar mezőgazdaság, az agrárdigitalizáció elősegíti a stabilitást és a kiszámíthatóságot az élelmiszer-termelésben, növeli a hatékonyságot, ezzel pedig a versenyképességet és magasabb jövedelemszintet tesz elérhetővé.” Emiatt a kormány arra törekszik, hogy a termelők minél szélesebb körben használhassák az új technológiákat, informatikai és infokommunikációs rendszereket és elsajátítsák az ezek alkalmazásához szükséges komplex tudást (AgroNapló, 2019). Ehhez kíván segítséget adni Magyarország Digitális Agrár Stratégiája a digitális kompetenciák fejlesztése (Digitális Agrárakadémia, Okos Gazda Program, agrár-felsőoktatás fejlesztése, szaktanácsadók képzése), az adatokhoz való hozzáférés (Digitális Agrár Rezsicsökkentés), valamint a precíziós gazdálkodás terjedését segítő támogatások megvalósításával (DJP, 2019).

A precíziós gazdálkodás eszközzrendszere a magyar termelők számára jelenleg is elérhető, széles körben használható. Azonban több fórumon is elhangzott, hogy akkor lesz bevett gyakorlat, ha az eszközök használata egyszerű lesz, és a termelők látják a befektetések megtérülését.

A nemzetközi tendenciákkal összhangban, Magyarországon is jelentős növekedést várnak a drónok használatában. 2020-ra a drónos repülések száma elérheti a 30 ezret – ennyi kereskedelmi légi járat közlekedik ma naponta Európában (MTI, 2018). Az uniós rendeletekre épülő hazai szabályozási környezet kialakítása folyamatban van. Különösen nagy az érdeklődés a drónok növényvédelmi célú felhasználása iránt, ehhez azonban a növényvédő szerek engedélykíratát is módosítani kell (a jelenleg használt földi és légi – helikopteres vagy repülőgépes – kijuttatástól eltérő dózis és lémenyiség alkalmazása miatt), valamint a drónokra szerelhető permetező berendezések típusmódosítására is szükség van.

## A precíziós gazdálkodásra való áttérés lépései

### A gazdaság céljai, hozzáállása

A precíziós gazdálkodás bevezetéséhez más szemléletű gondolkodás, egyfajta paradigmaváltás szükséges, a cégvezetőtől egészen a gépkezelőig. Bevezetésével megváltoznak a tervezési feladatok, a szántóföldi munkavégzés, a gépek beállítása, valamint az adminisztráció is.

Az első lépés egy alapos helyzetfelmérés arról, hogy a meglévő technológiák kisebb változtatásával (pl. tápanyag-gazdálkodás) lehet-e előrelépni, vagy tényleg ez az az út, amelyen a gazdálkodó szeretne elindulni. Fontos, hogy a gazdálkodó tudja, hogy mi a célja, például a hatékonyság vagy a profit növelése, magasabb hozam elérése, a rosszabb területek feljavítása, vagy ennek ellenkezője, hogy csak a jó területekre koncentráljon.

A precíziós technológiák alkalmazása nem jelent mindenre megoldást. Az alapvető agronómiai követelményeket – megfelelő talajállapot, vízrendezés – a hagyományos műveléshez is biztosítani kell, ennek hiányában pedig a precíziós technológiák alkalmazása sem tud jelentős növekedést eredményezni. A terület adottságai (lásd a „A terület heterogenitásának vizsgálata, zónák kialakítása” című fejezetet) is befolyásolják, hogy érdemes-e a helyspecifikus művelést bevezetni.

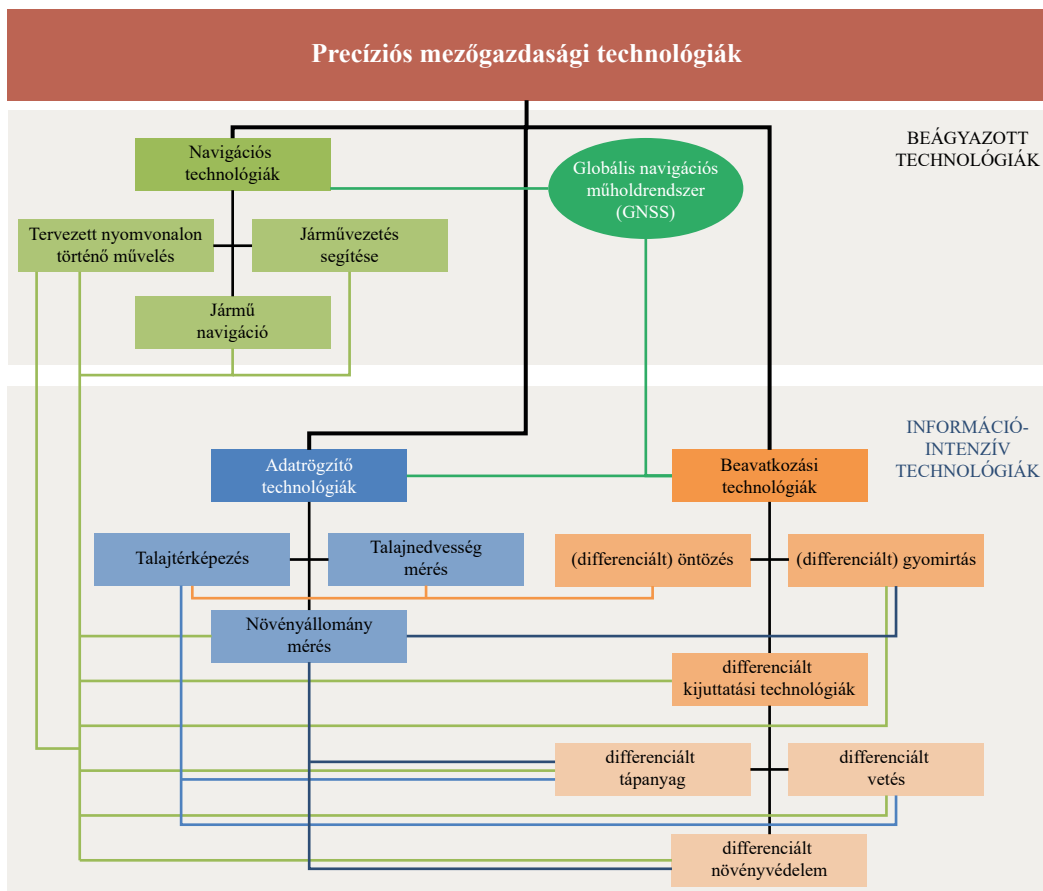
A precíziós mezőgazdaságban alkalmazható technológiák eltérő hozzáállást és tudást igényelnek a gazdálkodók és a gépkezelők részéről. Több szerző (pl.: Griffin *et al.*, 2017; Barnes *et al.*, 2019) két nagy csoportba sorolja a technológiákat (11. ábra):

- a „beágyazott technológiák” (pl.: sorvezetők, automatikus kormányzás, szakaszvezérlés) nem igényelnek speciális tudást és képzést ahhoz, hogy a használatukból származó előnyöket a gazdálkodók élvezzék,
- az „információintenzív technológiák” (pl.: precíziós talajmintavétel, hozamtérképezés, differenciált kijuttatás) használata viszont csak akkor nyújt hatékony döntéstámogatást, ha a gazdálkodó a nagymennyiségű helyspecifikus adat feldolgozásához szükséges megfelelő ismeretekkel és szoftverekkel is rendelkezik, vagy ehhez kapcsolódó szolgáltatásokat/szaktanácsadást vesz igénybe.

Az online szenzorok és az automatizálás révén az információintenzív technológiák is beágyazott technológiává válhatnak, például amikor egy gépre szerelt szenzor számítógépes algoritmussal feldolgozott adatai alapján történik a differenciált műtrágyázás (Lowenberg-DeBoer, 2019). A szenzorok kalibrálására azonban különös gondot kell fordítani, mert rosszul mért értékek alapján akár jelentős károkat is lehet okozni.

A precíziós gazdálkodás bevezetése igényli a jól felkészült agrárszakemberek jelenlétét, ugyanakkor jelentős része informatikai, térinformatikai feladat. A gépkezelők részéről is szükséges a precízitás, valamint a digitális eszközök használatára való képesség. Ezért fontos a gazdaságon belül azonosítani, hogy kik lesznek azok, akik a precíziós eszközöket használják. A technológia lehetséges előnyei és hátrányai nagymértékben függenek a vezetők és a dolgozók szakmai ismereteitől és hozzáállásától (Takácsné, 2018). Ha nincsenek megfelelő emberek, akkor az eszközök kevésbé vagy egyáltalán nem lesznek hasznosak. A sikeres bevezetéshez általában szükséges a képzés és a szaktanácsadás is.

11. ábra: A precíziós mezőgazdasági technológiák szintjei



Forrás: Barnes *et al.* (2019) alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

## Táblák felmérése

A táblahatár ismerete a technológia alkalmazásának alapja, ezért fontos, hogy – ha még nincs – minden tábláról készüljön egy pontos felmérés, amely a továbbiakban térinformatikai állományban (shape fájlformátumban) tárolható. Ha egy táblán belül vannak nem művelhető területek (pl. facsoport, távvezetékoszlop), azoknak a helyét is pontosan fel kell mérni. A tábla alakja, nagysága és domborzati viszonyai alapvetően meghatározzák a művelési irányt is.

## Jármű-navigáció

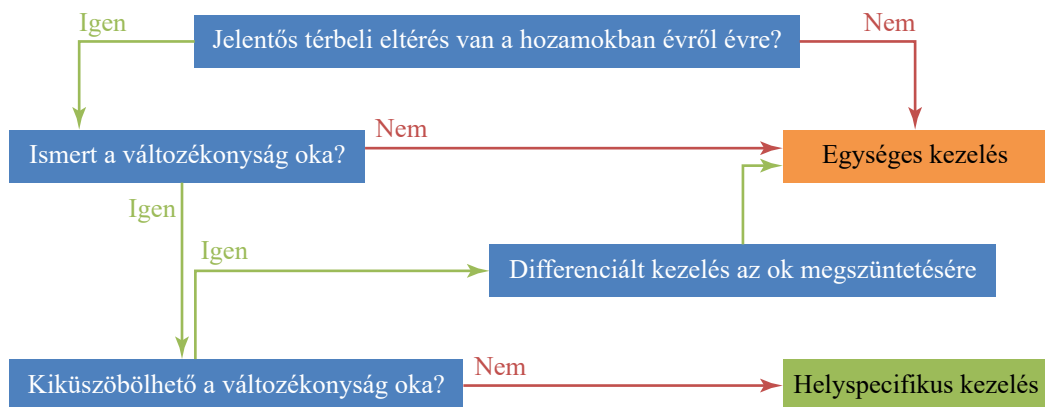
A precíziós gazdálkodás rendszerének kialakítása során az első szint, amikor az erőgép meghatározott útvonalon tud menni a sorvezető, kormányautomatika vagy robotpilóta rendszer segítségével. Ezzel együtt az összes munkaműveletben megszűnnek a felesleges fordulók, valamint az átfedések csökkenése miatt csökken a feleslegesen felhasznált üzemanyag és az inputanyagok köre is. Ha az erőgépek mindig ugyanazon a nyomvonalon közlekednek, csökken a táblán a taposásból eredő talajtömörődéssel érintett terület is. Ez a legegyszerűbben bevezethető technológiai elem, és a többi precíziós technológiai elem nagy része erre épül. Egy egyszerű sorvezetőt egy 50 hektáros gazda is nyugodtan megengedhet magának, be lehet szerelni bármilyen régebbi típusú gépbe is, és kényelmesebbé, egyszerűbbé teszi a mindennapi munkát (AgroNapló, 2018).

## A terület heterogenitásának vizsgálata, zónák kialakítása

A precíziós gazdálkodás következő fokozata, amikor a talaj- és/vagy növényállapotról gyűjtött információk alapján lehatárolhatók az eltérő adottságú zónák, amelyeken a későbbiekben a táblán belül differenciált, helyspecifikus kijuttatás valósítható meg. A legjobb, ha ehhez minél többféle mérés eredménye rendelkezésre áll, hogy lehessen látni a ható tényezőket (Mesterházi, 2019).

Az egyik legfontosabb a hozamok ismerete, több évre visszamenőleg. A 12. ábra a hozamterképek döntéstámogató szerepét mutatja a helyspecifikus termesztés bevezetésében. Ha a táblán belül nincs jelentős eltérés a hozamokban, vagy a változékonyság nem magyarázható semmilyen tényezővel, akkor a tábla egységes kezelése megfelelő lehet. Ha a hozamok évről évre hasonló mintázatot mutatnak, és ez összefüggésbe hozható egy vagy több tényezővel (pl.: tápanyag-ellátottság, domborzat, korábbi kezelések), akkor a helyspecifikus kezelés a jó stratégia. Néhány esetben a változékonyság oka megfelelő kezeléssel megszüntethető, ami után az egész tábla egységesen kezelhető (Adamchuk *et al.*, 2007).

12. ábra: A hozamterképek szerepe a helyspecifikus növénytermesztés bevezetésében



Forrás: Adamchuk *et al.* (2007) alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

Magyarországon nagyon kevés gazdálkodónál áll rendelkezésre legalább öt év hozamterképe, egy év eredménye viszont nem ad megfelelő kiindulási alapot (pl. évszám, kártétel miatti hozamkiesés), ilyenkor más módszereket is lehet a térbeli változatosság vizsgálatára alkalmazni.

A műholdfelvételek térbeli felbontása ugyan nem nagy (10-30 méter), de előnyük, hogy évekre visszamenőleg elérhetők, és a belőlük készíthető biomassza vagy vegetációs index (NDVI) térképek alapján következtetni lehet az egyes területek termelési potenciáljára. Az azonos potenciállal rendelkező területek feltételezhetően hasonló tulajdonságúak, így azonos művelési zónába sorolhatók. Jó módszer a talaj elektromos vezetőképességének (EC) mérése, amivel a talaj fizikai féleségéről kaphatunk információt. A Veris talajszkenner használata lassú és költséges, de három paramétert mér (EC, szerves anyag, pH), ezáltal pontosabb képet ad a területről (Milics és Szabó, 2017). Mindez kiegészíthető drónfelvételekkel is.

Sok esetben szükség van a domborzat (akár mikrodomborzat szintű) hatásának figyelembevételére is.

Minél nagyobb a terület térbeli heterogenitása, annál nagyobb a helyspecifikus kezelések alkalmazásának jelentősége és potenciális haszna. A zónák mérete is függ a terület heterogenitásától, az átlagosan 3 hektár körüli méret az elterjedt. Kialakításuknál figyelembe kell venni a rendelkezésre álló gépek munkaszélességét is.

## Talajmintavétel

A talajmintavétel történhet rács alapon – Amerikában elterjedt az 1 hektáros (2,5 acre) rács alkalmazása – azonban ez a nagyszámú minta miatt költséges, ezért itthon inkább a zóna alapú mintavétel terjedt el. A talajvizsgálati eredmények alapján képet kaphatunk a kötöttség, pH, humusztartalom, NPK stb. eloszlásáról, mely információ birtokában a differenciált kijuttatás megtervezhető.

## Megfelelő eszközök és technológiák kiválasztása

Minél több precíziós technológiai elemet használ valaki, annál nagyobb hatékonyságnövelést lehet elérni, és fajlagosan annál olcsóbban megvalósítható a beruházás. De a rendszer moduláris felépítésű, így nem szükséges az összes rendelkezésre álló technológia bevezetése egyszerre. Emellett érdemes a bevezetést a gazdaság egy kisebb részén kezdeni.

Bizonyos alkalmazások, például a permetezőgépek szakaszvezérlése, szemenkénti vetőgépek sor-elzárása, egyre inkább elérhető az új munkagépeken. De nem muszáj mindig új gépbeszerzésekben gondolkodni, hiszen sok példa van arra, hogy utólagosan beépített szenzorokkal és vezérlőkkel is elvégezhetőek azok a feladatok, amelyre egy új gép is képes (AgroNapló, 2018). A megfelelő gépek, eszközök és szoftverek vásárlása körültekintést igényel, a funkcionálisan hasonló rendszerek árai jelentősen eltérhetnek. Figyelni kell a különböző rendszerek és eszközök közötti kompatibilitásra.

A helyspecifikus kezelések közül általában a differenciált tápanyag-kijuttatásra való átállás az első lépés, mely önmagában is jövedelemtöbbletet (kevesebb inputanyag és/vagy magasabb hozam) generálhat. A differenciált tőszámú vetés tervezése szintén a lehatárolt művelési zónák alapján végezhető.

A differenciált növényvédelemhez vagy öntözéshez azonban további adatgyűjtésre és az erre alkalmas szenzorokra van szükség.

## A keletkező adatok hasznosítása

Az alkalmazott precíziós technológiák jelentős mennyiségű új adatot generálnak, például gép-üzemeltetési adatok, kijuttatott anyagok mennyisége, hozam. Ezek következetes gyűjtése, rendszerezése, elemzése és az erre alapozott döntéshozatal a precíziós gazdálkodás megvalósulásának legmagasabb szintjét jelenti. Az elemzésekkel ellenőrizhető, hogy megfelelő módon valósultak-e meg a kezelések (pl. kijuttatási terv és kijuttatott mennyiség összehasonlítása), illetve az, hogy mely technológiai elem esetén érdemes változtatni. Ezért gondolni kell az adatok tárolására és elemzésére alkalmas szoftverekre, gazdaságirányítási rendszerekre is, melyek legtöbb esetben külső szakember, illetve szolgáltató közreműködését igénylik.

Egy gazdaság átállása a precíziós gazdálkodási módra 2–5 éves folyamat, ezalatt türelemre és kitartásra is szükség van.

## A precíziós gazdálkodásra történő áttérés folyamata és hatása egy mintagazdaságban (esettanulmány)

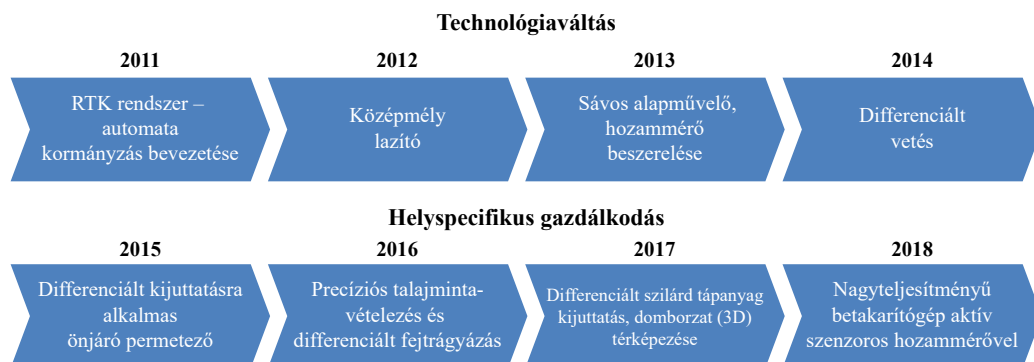
A fejezetben az egyes precíziós technológiai elemek bevezetésének folyamatát és a gazdaság ágazati költség- és jövedelemadatainak alakulását mutatjuk be egy kiválasztott mintagazdaság esetében.

A vizsgált mintagazdaság az Észak-Alföldön található, fő tevékenységét – a gabonafélék termesztését – a 90-es években kezdte meg. Az üzem 2017-ben megközelítőleg 800 hektáros területen gazdálkodott, amelyet az azt követő években mintegy 900 hektárra növelt. A termőterület fizikai félesége jellemzően vályog, homokos vályog, talajtípusa a genetikai talajosztályozás szerint réti csernozjom (amely rendkívül heterogén), illetve réti szolonyc. A gazdaság által művelt terület jó termőképességű, átlagosan 28,3 aranykorona-értékkel rendelkezik. A gazdaság fő növénye a kukorica, amelynek aránya a vetésszerkezetben stabilan meghaladja az 50 százalékot. Ezen felül napraforgót és őszi búzát termesztenek nagyobb területen, előbbi átlagosan a vetésterület 14–21 százalékán, utóbbit pedig 8–21 százalékán. A vetésterület fennmaradó részén csemegekukoricát, zöldbabot és zöldborsót termesztnek, a fő növénykultúrákhoz képest jóval kisebb területen. Az üzem 119 táblán gazdálkodik, amelyek mérete átlagosan 6,3 hektár. A legkisebb tábla 0,25 hektár, a legnagyobb 37,1 hektár. Az egyes kultúrák átlagos táblamérete a különböző években megegyezik.

### A precíziós gazdálkodás bevezetésének folyamata

A gazdaság már a 90-es évektől precíziós gazdálkodásra képes eszközöket vásárolt, azonban a precíziós technológia adaptálását csak 2011-ben kezdték meg. Ebben az évben vezették be az RTK rendszert és az automata kormányzást, ezáltal  $\pm 2$  centiméter pontosságú ráfedés- és kihagyásmentes művelést végeztek. A precíziós gazdálkodásra történő áttéréssel egyidejűleg egyéb technológiai elemeket is adaptáltak: 2012-ben középmező lazítót, 2013-ban sávós alpművelőt vásároltak. Ugyanabban az évben hozammérővel látták el a betakarítógépet, majd a helyspecifikus művelésre való áttérés 2014-ben indult. Ekkor vásároltak differenciált tőszámú vetést lehetővé tevő szemenkénti vetőgépet és kezdtek el differenciált vetést alkalmazni egyes kukoricatáblákon. A helyspecifikus gazdálkodás kiépítése folyamatosan, kis lépésekben történt. A gazdaságban 2015-ben differenciált kijuttatásra alkalmas önjáró permetezőt szereztek be, majd 2016-ban kezdték el a precíziós talajminta-vételezésre alapozott differenciált fejtrágyázás alkalmazását. A fejlesztések 2017-ben tovább folytatódtak, lehetővé vált a differenciált szilárd tápanyag-kijuttatás és a domborzat (3D) térképezése is, majd a következő évben nagyteljesítményű betakarítógépet szereztek be, amely aktív szenzoros hozammérővel rendelkezik (13. ábra).

13. ábra: Technológiaváltás és helyspecifikus gazdálkodásra való áttérés menete a mintaüzem esetében



Forrás: Készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

Fontos kiemelni, hogy az egyes technológiai elemek bevezetése a mintauzemben fokozatosan történt, azaz a precíziós gazdálkodáshoz szükséges eszközöket kezdetben csak egy-egy táblán alkalmazták, a technológiai elemek teljes adaptációjára több év alatt került sor. Jelenleg a gazdaság a kukorica-termőterületének legnagyobb részén differenciált tőszámú vetést alkalmaz és a fő növénykultúrákban differenciált műtrágyázást végez. Azonban mindig lesz olyan terület, amely méretéből adódóan nem alkalmas menedzsmentzónák kialakítására.

A mintagazdaságban a gép- és eszközállományon túl az inputok mennyiségének és minőségének tekintetében is megfigyelhető az intenzifikáció. A gazdaság jellemzően a heterogenitás növelésére törekszik, vagyis a jó adottságú területekre több vetőmagot és műtrágyát juttat ki, míg a kedvezőtlen adottsággal rendelkező területek esetében, ahol nem rentábilis az inputanyagok mennyiségének növelése, ott mérsékli azokat.

## **A precíziós gazdálkodás bevezetésének hatása**

A továbbiakban a három fő növény (kukorica, napraforgó, őszi búza) költség- és jövedelemszerkezetét vizsgáljuk a 2012 és 2018 közötti időszakban. A vizsgált évek közül a 2017-es évet kiemelten kezeljük, hiszen ebben az évben a legtöbb technológiai fejlesztést már adaptálták a gazdálkodásban, illetve erre az évre vonatkozóan állt rendelkezésünkre a gazdaságtól származó részletes, teljes körű adat, amely mélyebb elemzést tett lehetővé.

Az üzemági költség-jövedelem elemzéshez a „fekete doboz” módszert alkalmazzuk, ahol az input-, illetve outputadatok változását mérjük.

A peremfeltételek meghatározásakor az volt a cél, hogy az eredmények könnyen összehasonlíthatók legyenek más vizsgálatokkal és elősegítsék a technológia színvonalának megítélését. Ebből kifolyólag a módszer üzemtani szemléletű, a gazdaságot tekinti az elemzés alapegységének. A megközelítésből következik, hogy az elemzés egy adózást megelőző állapotot rögzít, nem foglalkozik adózási kérdésekkel. A módszer fedezeti összeg alapú jövedelemszámítást alkalmaz, ahol a fedezeti összeg a termelési érték – ami a hozamérték mellett a területalapú támogatást is tartalmazza – és a közvetlen költségek különbsége. A közvetett költségek nem kerülnek elszámolásra és felosztásra annak érdekében, hogy az adott gazdálkodás technológiája legyen jellemezhető, és kizárásra kerüljön a technológiát üzemeltető menedzsmentköltségek torzító hatása. A költségszerkezet minden esetben a következő elemeket tartalmazza:

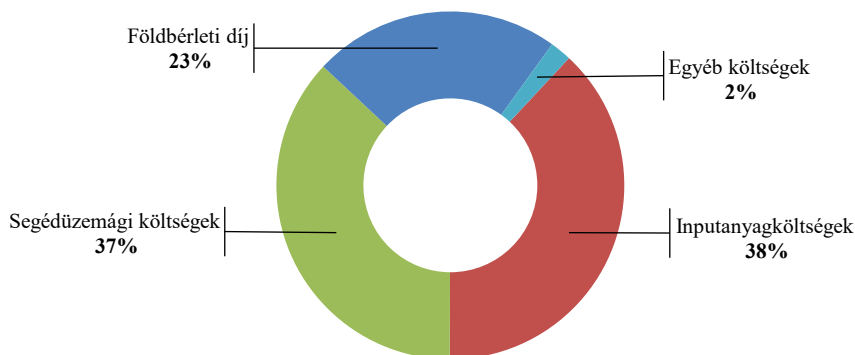
- Inputanyagköltségek
  - Műtrágyaköltségek
  - Növényvédőszer-költségek
  - Vetőmagköltségek
  - Egyéb anyag jellegű költségek
- Segédüzemági költségek
  - Gépek karbantartási és javítási költségei
  - Gépkezelők munkabére
  - Üzemanyagköltségek
  - Gépek értékcsökkenési leírása
- Földbérleti díj
- Egyéb költségek
  - Biztosítási díj
  - Szaktanácsadási díj
  - Egyéb költségek
- Szárítási költségek (csak kukorica esetében)



## A precíziós gazdálkodás bevezetésének hatása az őszi búzában

Az őszi búza átlagos vetésterülete 2012 és 2018 között 119,9 hektár volt. A növénykultúra termesztése átlagosan 10 táblán történt, amelyek átlagos mérete 12,2 hektárt ért el. Az őszi búza közvetlen költsége 308 856 forintot tett ki hektáronként 2017-ben. A költségszerkezetben 38 százalékot képviseltek az inputanyagköltségek, 37 százalékot a segédüzemági költségek, 23 százalékot a földbérleti díj és 2 százalékot az egyéb költségek (14. ábra). A vizsgált időszakban a költségek fokozatosan növekedtek, azonban a költségelemek egymáshoz viszonyított arányában nem történt jelentős változás.

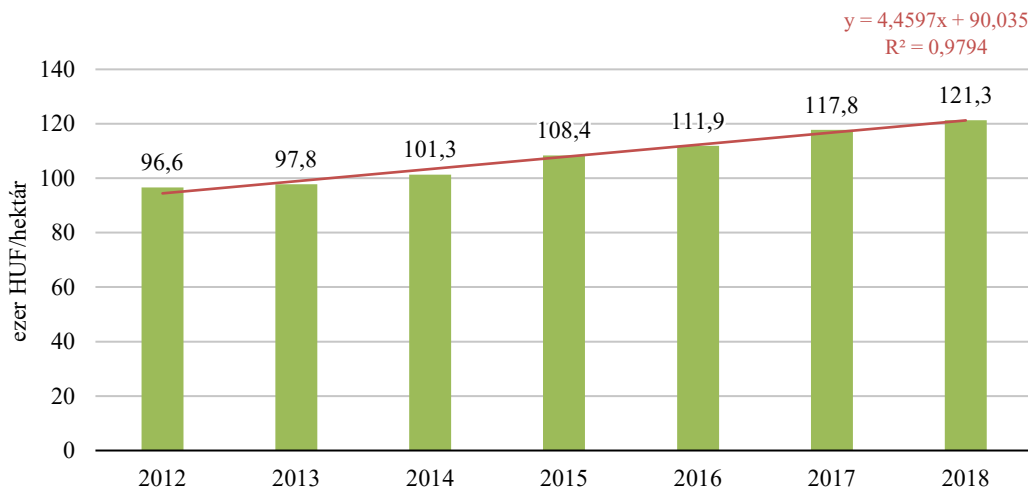
14. ábra: A mintagazdaság közvetlen költségeinek százalékos megoszlása őszi búza esetében, 2017



Forrás: Készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

Az őszi búza hektáronkénti közvetlen költsége 2012 és 2018 között jelentősen, 25 százalékkal emelkedett. Ez a számottevő növekedés az inputanyagköltségekben is jelentkezett, amelyek fajlagosan és volumenben egyaránt emelkedtek. A gazdaságban felhasznált inputanyagok költsége trendszerűen növekedett, hektáronként 96,6 ezer forintról 121,3 ezer forintra emelkedett a vizsgált időszakban (15. ábra).

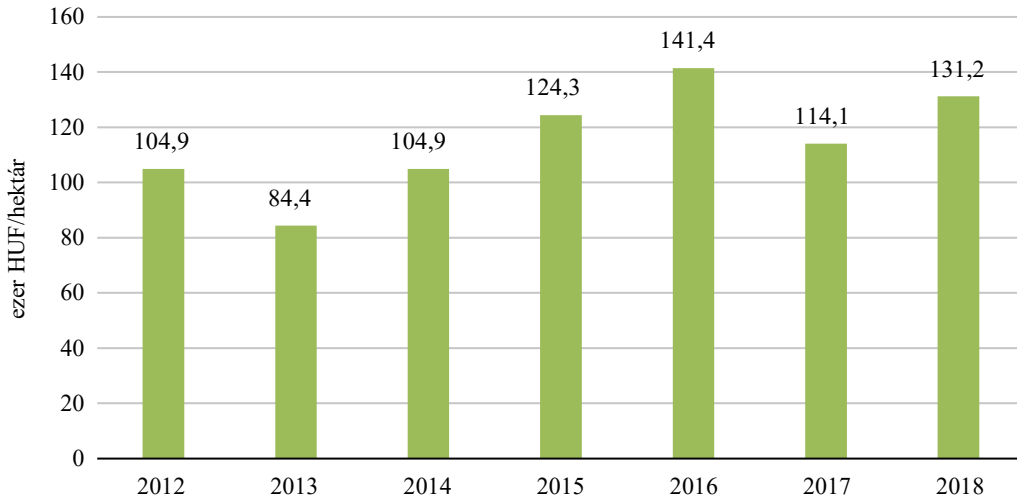
15. ábra: Fajlagos inputanyagköltségek változása őszi búza esetében, 2012–2018



Forrás: Készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

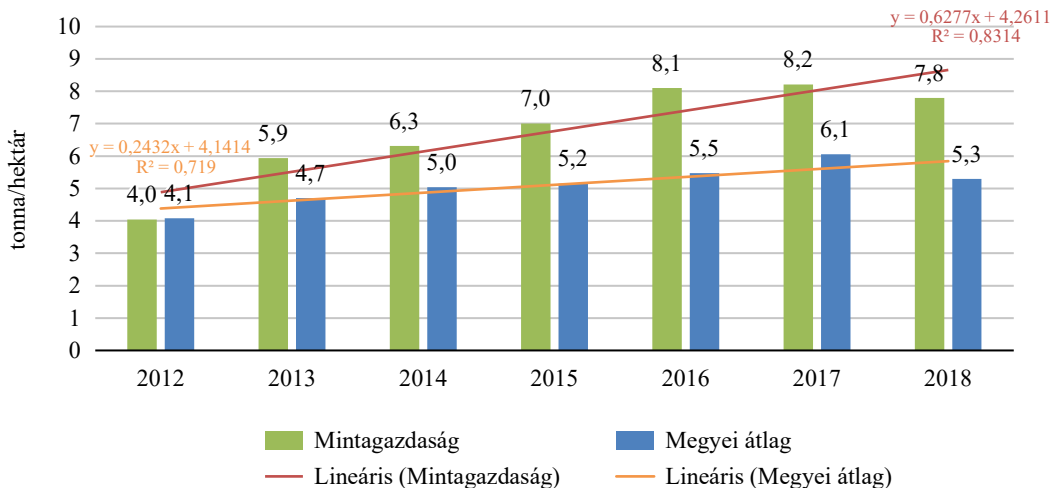
Az inputanyagköltségek mellett a másik nagy költségelemben, a segédüzemági költségekben is növekedés volt tapasztalható a vizsgált években, ez utóbbi emelkedése azonban nem volt egyenletes (16. ábra). A segédüzemági költségek volatilitása a gazdaság folyamatos beruházásainak tulajdonítható, hiszen az eszközbeszerzések, a gép- és egyéb beruházások hatására az értékcsökkenési leírás hektikusan alakult a vizsgált években.

16. ábra: **Fajlagos segédüzemági költségek változása őszi búza esetében, 2012–2018**



Forrás: Készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

17. ábra: **Fajlagos hozam a mintagazdaságban és a megyében őszi búza esetében, 2012–2018**



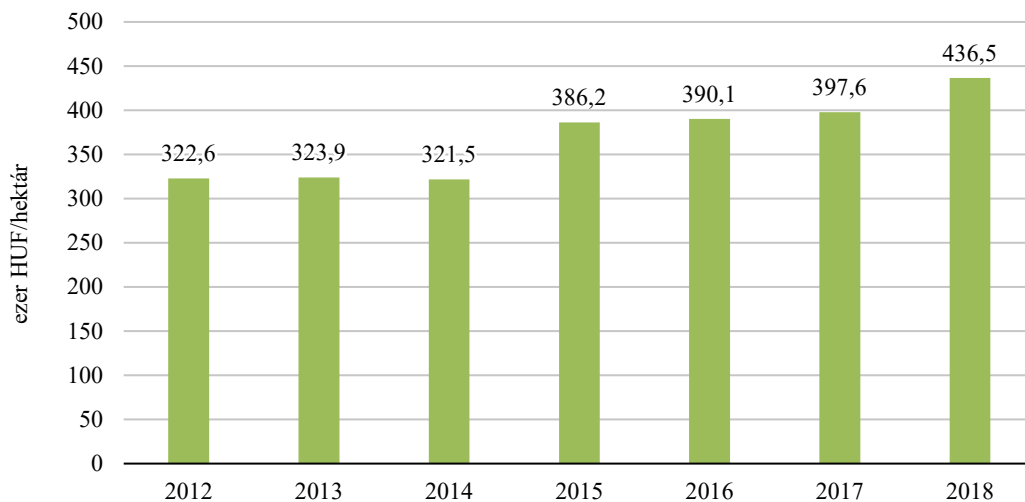
Forrás: Készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

A technológiaváltás következtében 2012-ről 2018-ra nemcsak a költségek növekedtek, hanem az ágazatban realizált hozam is. A hozam növekedése sem volt egyenletes, ami elsősorban az évjáráthatásnak tudható be. A mintagazdaság hozama mellett a tesztüzemek ágazati adatai alapján számított megyei átlaghozam is növekedett a vizsgált időszakban. A mintagazdaság átlaghozama 2012-ben

közel megegyezett a megyei átlaghozammal, 2018-ra viszont már 2,5 tonna/hektárra nőtt a különbség a mintagazdaság javára. A mintagazdaság hozama és a megyei átlaghozam közötti eltérést a trendvonalak alakulása szemlélteti (17. ábra). A regresszió analízis alapján megállapítható, hogy mind a megyei átlaghozam, mind a mintagazdaság átlaghozama trendszerűen nőtt a vizsgált időszak alatt. Előbbi esetben az R2 értéke 0,72, utóbbinál 0,83 volt (1. melléklet, 2. melléklet).

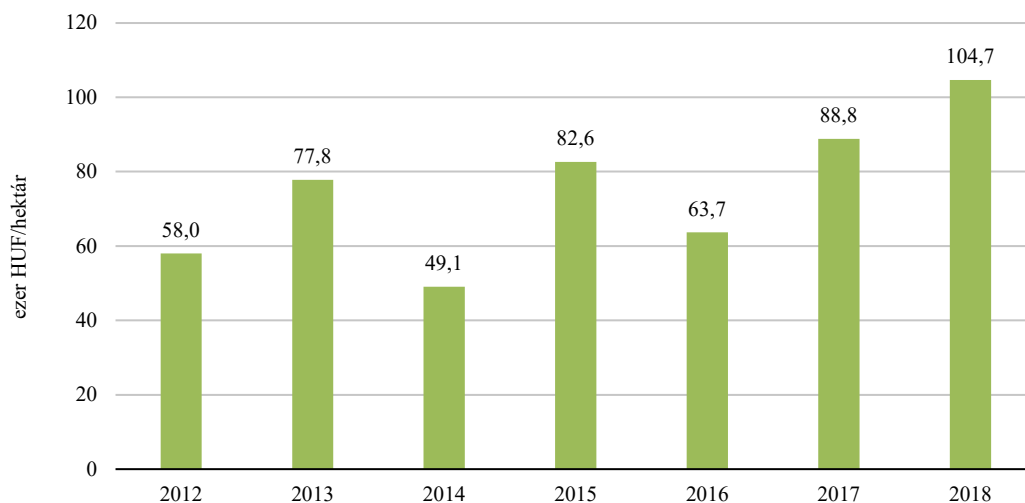
A fajlagos hozam növekedésével párhuzamosan a termelési érték is emelkedett (18. ábra), annak ellenére, hogy a terményár csökkent a vizsgált időszakban. Az alacsonyabb terményárakat viszont kismértékben kompenzálta a területalapú támogatások növekvő összege.

18. ábra: **Fajlagos termelési érték alakulása őszi búza esetében, 2012–2018**



Forrás: Készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

19. ábra: **Fajlagos jövedelem alakulása őszi búza esetében, 2012–2018**



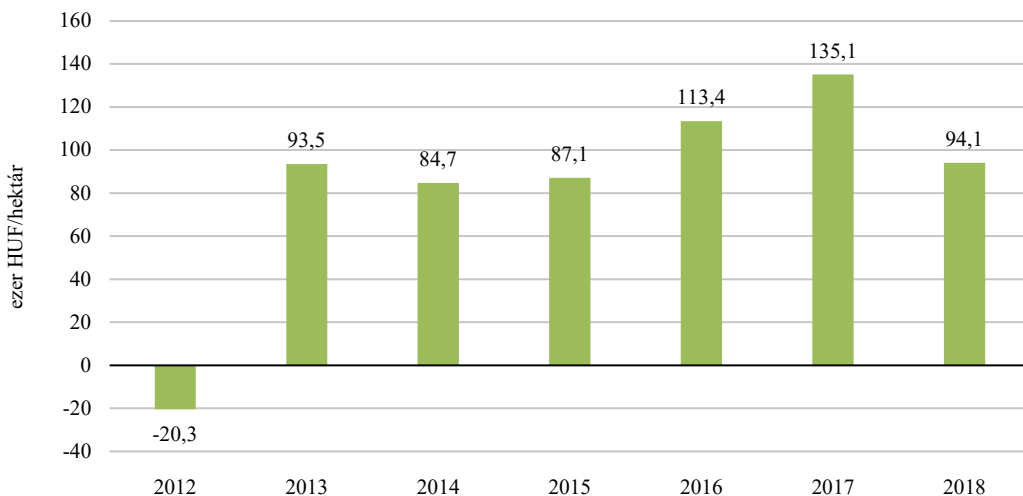
Forrás: Készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

A termelési érték és a költségek növekedése mellett a jövedelem is emelkedett a vizsgált évek többségében (19. ábra). Ez alól mindössze két év képez kivételt: 2014-ben az inputanyagköltségek és a segédüzemági költségek egyaránt növekedtek, így a növekvő hozam ellenére az alacsonyabb terményár mellett kisebb termelési érték volt realizálható. A 2016-os jövedelem-visszaesés hasonló okokra vezethető vissza. Ebben az évben kiemelkedően magasak voltak a segédüzemági költségek, amit az alacsony terményárak miatt a rendkívül magas, 12,9 tonna/hektáros hozam sem tudott kompenzálni, ezáltal az ágazat jövedelme 2016-ban elmaradt az előző évitől.

A fedezeti pont<sup>7</sup> esetében a 2012-es év kiugróan magas értékesítési ára miatt a 2013-as évet hasonlítjuk a precíziós gazdálkodásban eltöltött utolsó évhez, amely során megállapítható, hogy a fedezeti pont értéke 2018-ra 1,4 tonna/hektárral 5,6 tonna/hektárra emelkedett, vagyis növekedett az az elérendő termésmennyiség, ahonnan nyereségesnek számít a termelés. Ebben a két évben az értékesítési ár és a területalapú támogatás összege hasonlóan alakult, így az eltérés javarészt a termelés intenzitásának növeléséből adódott.

Az értékesítési árak jelentős befolyásoló tényezőnek bizonyultak az őszi búza esetében. Az elemzés során 45,6 ezer forintos egységárral számolva (a mintagazdaság értékesítési árainak átlaga a 2012–2018 közötti időszakban) a vizsgált évek közül 2012-ben és 2018-ban kevesebb, a fennmaradó években pedig nagyobb jövedelmet ért volna el a mintaüzem (20. ábra). A 2012-ben tapasztalt jelentős eltérést a kiemelkedően magas (65 ezer forint/hektár) terményár okozta, miközben 2014-ben, 2016-ban és 2017-ben értékesítették a legalacsonyabb áron a kukoricát (39,5, illetve 40-40 ezer forint/hektár), ezáltal az egységárral való kalkuláció érdemben növelte a növénykultúra fajlagos jövedelmét ezekben az években. Az árak torzító hatásának kiküszöbölése érdekében alkalmazott egységárral való kalkuláció esetében a jövedelemben 2014 és 2017 között folyamatos növekedés volt megfigyelhető, 2018-ban azonban csökkenés tapasztalható, de a mutató értéke még így is meghaladta a 2012–2015 közötti időszaki értéket.

20. ábra: Fajlagos jövedelem alakulása az őszi búza esetében egységárral számolva, 2012–2018



Forrás: Készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

Össességében az őszi búza esetében a technológiaváltás növelte a költségeket, de a költségnövekedés jelentős hozamtöbblettel is járt. Nem csak a mintagazdaságban növekedett a hozam, ez a

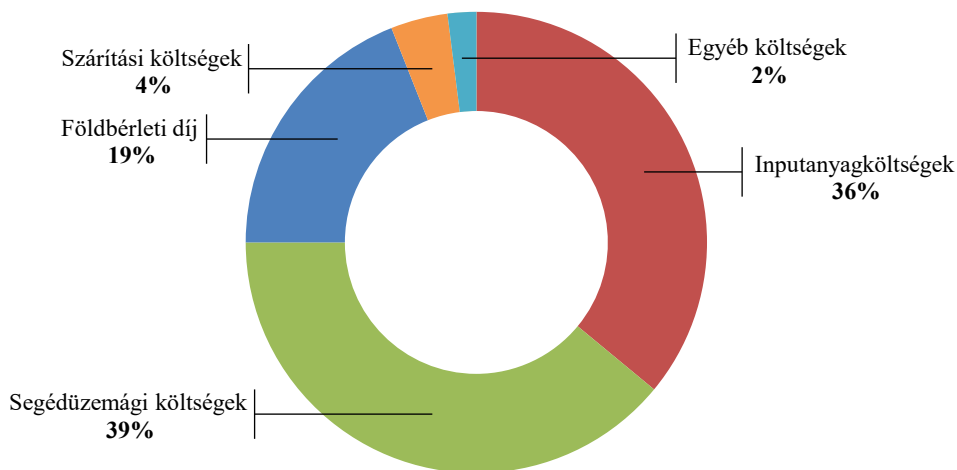
<sup>7</sup> A fedezeti pont az, ahol az árbevétel és az összköltségfüggvények metszik egymást, azaz az árbevétel egyenlő a termelési költséggel. Ez az a minimálisan termelendő mennyiség, amely fedezi az összköltséget.

tendencia általánosan jellemző volt a megyében, de a hozamnövekedés sokkal jelentősebb volt a technológiai váltást megvalósító mintagazdaságban. A növekvő inputanyagköltséggel és a segédüzemági költségekkel párhuzamosan a termelési érték is emelkedett. Az egy hektáron realizálható jövedelemben az értékesítési árral számolva a 2016 és 2018 közötti, miközben egységárral számolva a 2014 és 2017 közötti időszakban volt megfigyelhető folyamatos növekedés.

### A precíziós gazdálkodás bevezetésének hatása a kukoricában

A kukorica vetésterülete 2012 és 2018 között átlagosan meghaladta a 491 hektárt. A növénykultúra termesztése jellemzően 34 táblán történt, melyek átlagos mérete 14,5 hektár volt. A kukorica vetése 2014 óta differenciáltan történt a gazdaságban. A növénykultúra közvetlen költsége 2017-ben hektáronként 377 914 forintot tett ki. A költségszerkezetben az inputanyagköltségek és a segédüzemági költségek képezték a legnagyobb részt. Az inputanyagköltségek aránya 36 százalék, a segédüzemági költségek aránya 39 százalék volt 2017-ben. Emellett két állandó költségelem volt jelen a költségszerkezetben: a földbérleti díj, amely 19 százalékot képviselt a kukorica költségeiből és az egyéb költségek, amelyek mindössze 2 százalékot tettek ki. A költségek között szerepel továbbá a szárítási költség, amely 2017-ben 4 százalékot tett ki (21. ábra). A kukorica költségszerkezetében a segédüzemági költségek aránya 2-3 százalékkal csökkent, az inputanyagköltségek aránya pedig ugyanennyivel növekedett a 2012–2018 közötti időszakban.

21. ábra: A mintagazdaság közvetlen költségeinek százalékos megoszlása kukorica esetében, 2017

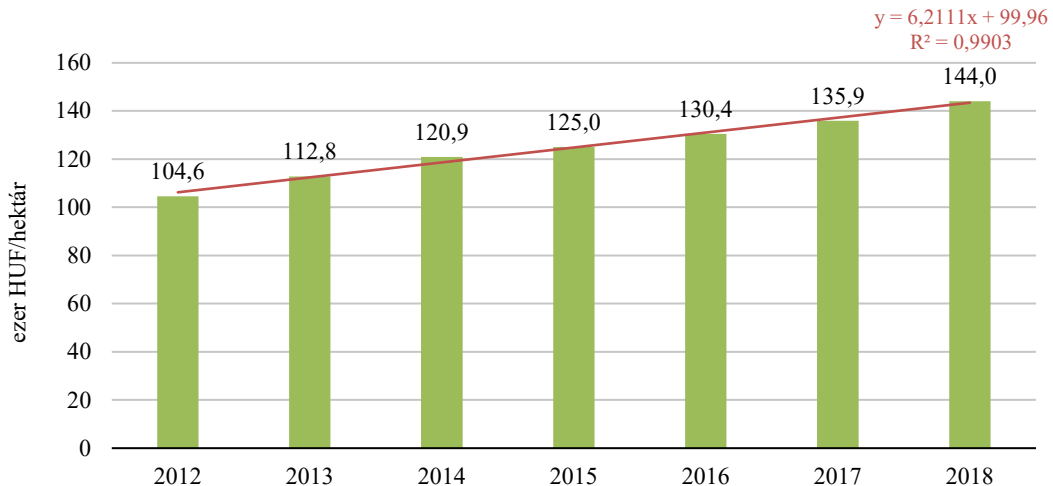


Forrás: Készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

A költségek összetételében nem volt érdemi változás a vizsgált időszakban, értékükben viszont jelentős növekedés volt tapasztalható (22. ábra). A közvetlen költségek számottevően, összességében több mint 31 százalékkal növekedtek. Az inputanyagköltségeknél ennél is jelentősebb, 37 százalékos folyamatos és trendszerű emelkedés következett be a vizsgált időszakban. A költségtöbbletet az inputanyagárak növekedése és a felhasznált mennyiség emelkedése eredményezte.

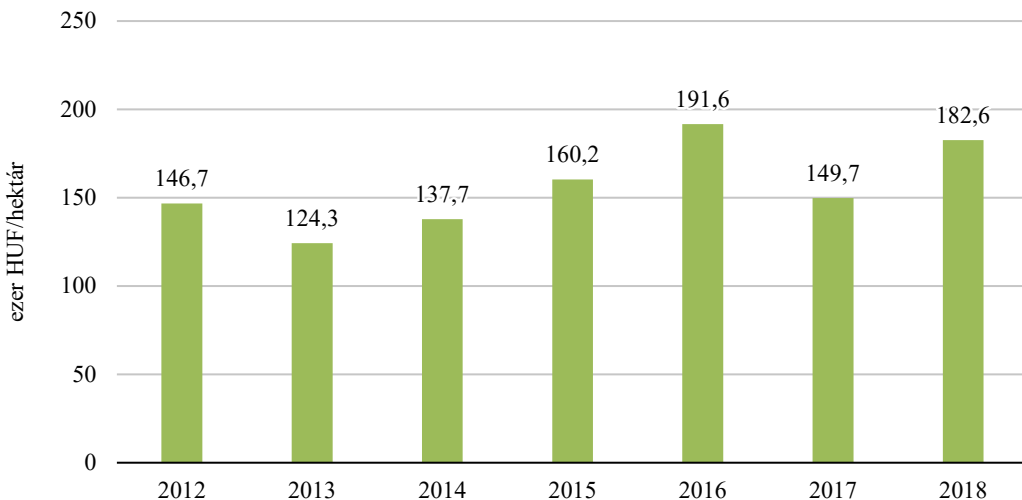
A segédüzemági költségek is emelkedő tendenciát mutattak a 2012–2018-as időszakban, esetükben azonban nem figyelhető meg az inputanyagköltségekhez hasonló trendszerű növekedés, ami a segédüzemági költség kategóriába tartozó költségek – azon belül is főként az értékcsökkenési leírás – változékonyságából fakad (23. ábra).

22. ábra: **Fajlagos inputanyagköltségek változása kukorica esetében, 2012–2018**



Forrás: Készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

23. ábra: **Fajlagos segédüzemági költségek változása kukorica esetében, 2012–2018**

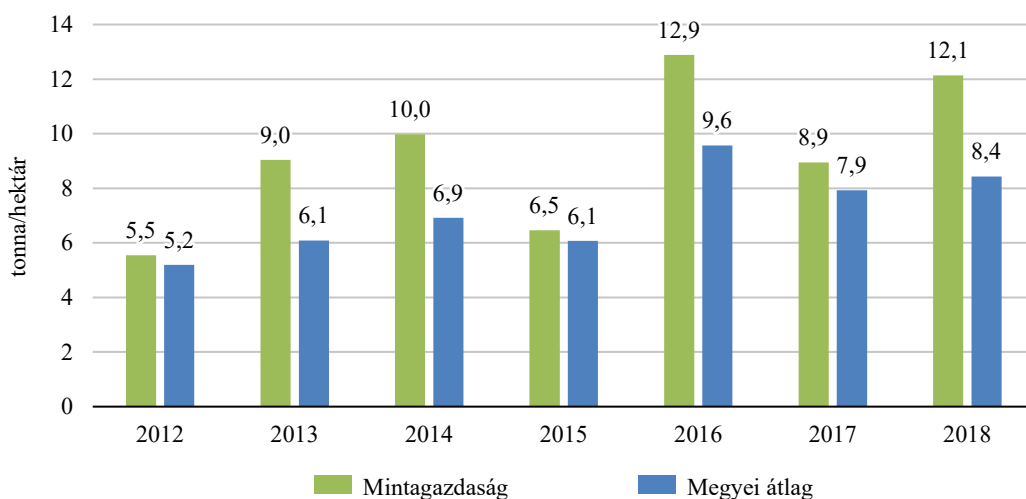


Forrás: Készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

A technológiaváltással és az idő előrehaladtával nemcsak a költségek növekedtek, hanem a kukoricatáblákon realizálható hozam is. A kukorica hozama igen változékony volt a vizsgált időszakban, ami azzal magyarázható, hogy a növény erősen kitett az évjáráthatásnak. A mintagazdaság hozama minden évben meghaladta a teszüzemek ágazati adatai alapján számított megyei átlagot. A vizsgált időszakban négy év minősült időjárás szempontból a kukorica számára kedvezőtlen évnak (2012–2015), azaz ezekben az években a megyei átlaghozam 7 tonna/hektárnál is alacsonyabb volt. Ezek közül is a 2012-es és a 2015-ös év volt rendkívül aszályos, ami megmutatkozott az alacsony hozamokban. A négyéves időszakból két évben (2013, 2014) jelentősen, legalább 3,0 tonna/hektárral magasabb hozamot ért el a mintagazdaság a precíziós technológia alkalmazásával. A mintagazdaság kukorica hozama a kedvezőbb adottságú években is meghaladta a megyei átlagot, amely többlet a 2017-es évben volt a legkisebb, +1,0 tonna termés mennyiség hektáronként (24. ábra).

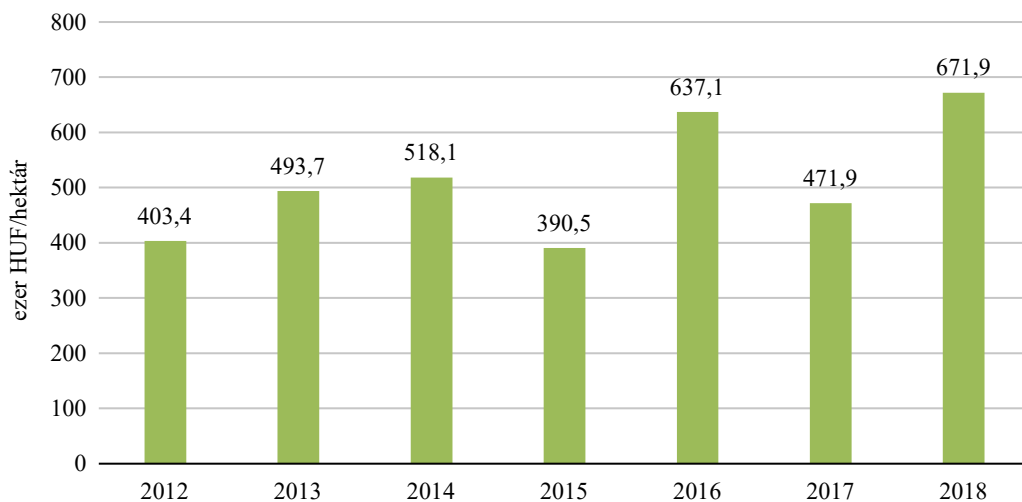
A termelési érték 2012-ről 2018-ra összességében több mint 66 százalékkal emelkedett. A köztes években azonban – a fajlagos hozamhoz hasonlóan – igen változékonyan alakult. A hozamadatokkal összehasonlítva, amelyek évben alacsonyabb termésmennyiséget takarított be a mintagazdaság, ott a termelési értéke is alacsonyabb volt. Szembetűnő, hogy 2013-ban az előző évinél 3,5 tonna/hektárral magasabb volt a betakarított termésmennyiség, ugyanakkor ilyen nagy mértékű növekedés a termelési értékben nem volt tapasztalható. Ez abból adódik, hogy míg a területalapú támogatás hektáronként csaknem 9000 forinttal emelkedett 2012-ről 2013-ra, addig a terményár tonnánként 15 000 forinttal csökkent. A kukorica hozama 2018-ban 0,75 tonnával maradt el a 2016. évitől, ennek ellenére a termelési értékben növekedés volt megfigyelhető. Ennek oka, hogy a terményár 2016-ról 2018-ra 5600 forinttal növekedett (25. ábra).

24. ábra: **Fajlagos hozam a mintagazdaságban és a megyében kukorica esetében, 2012–2018**



Forrás: Készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

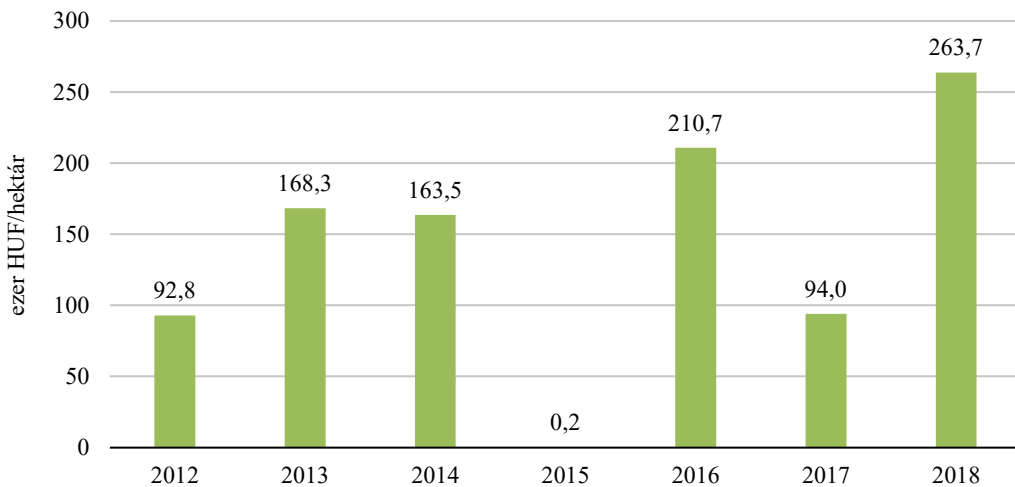
25. ábra: **Fajlagos termelési érték alakulása kukorica esetében, 2012–2018**



Forrás: Készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

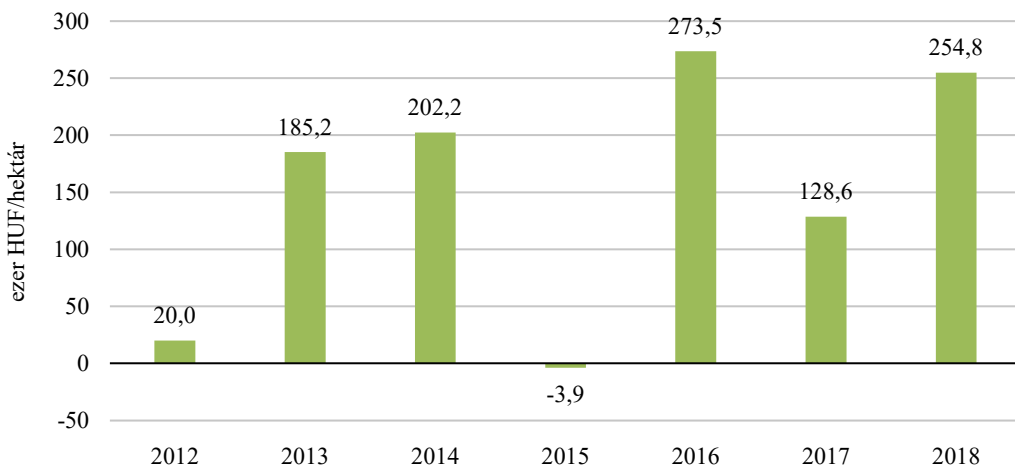
A növekvő költségek és a változó termelési értékek mellett 2012 és 2018 között igen változékony volt a kukoricatáblákon realizálható hektáronkénti jövedelem. A kukorica termesztése 2015-ben nem volt jövedelmező, lényegében nullás évet zárt az üzemág (26. ábra). Növekvő termelési költségek mellett ebben az évben az átlagnál alacsonyabb hozamot realizált a mintagazdaság az aszály miatt, így a termelési érték szinte pontosan fedezte a költségeket. A 2015-ös évben a fedezeti pont 6,45 tonna/hektár volt, a gazdaság pedig csak 6,5 tonna kukoricát takarított be egy hektárról (24. ábra). Kiugróan magas jövedelmet sikerült azonban elérni 2018-ban. Ebben az évben a növekvő termelési költségek mellett az évjárathatás következtében igen magas, 12,1 tonna/hektáros termésmennyiséget takarítottak be. A magas hozam mellett a terményár is növekedett, az előző évihez képest 7000 forinttal, 47 000 forintra. Így összességében a magas költségek mellett a nagy mennyiségű betakarított terménynek és a magas terményárnak köszönhetően kiemelkedő jövedelmet realizált a mintagazdaság.

26. ábra: **Fajlagos jövedelem alakulása kukorica esetében, 2012–2018**



Forrás: Készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

27. ábra: **Fajlagos jövedelem alakulása a kukorica esetében egységárral számolva, 2012–2018**



Forrás: Készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán



A kukoricatermesztésnél is emelkedett a fedezeti pont a vizsgált időszakban. Míg 2012-ben a költségek fedezéséhez 4,0 tonna/hektáros hozamot kellett realizálnia a gazdaságnak, addig ez az érték 2018-ra 6,8 tonna/hektárra nőtt. Azonban itt fontos megjegyezni, hogy eltérő értékesítési árak és támogatások jellemzik ezt a két évet.

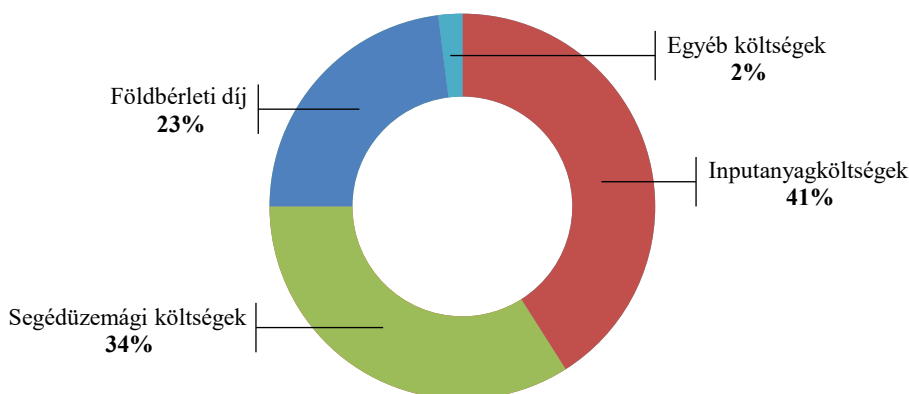
Az értékesítési árak jelentős befolyásoló tényezőnek bizonyultak a kukorica esetében is (27. ábra). Az elemzés során 48,9 ezer forintos egységárral számolva (a mintagazdaság értékesítési árának átlaga a 2012–2018 közötti időszakban) a vizsgált évek közül 2012-ben, 2015-ben és 2018-ban kevesebb, miközben a fennmaradó négy évben nagyobb jövedelmet ért volna el a mintaüzem. Ezek közül is kiemelkedően, 62,8 ezer forint/hektárral magasabb jövedelmet realizáltak volna 2016-ban. A 2012-es évben tapasztalt jelentős eltérést a kiemelkedően magas (62,0 ezer forint/hektár) terményár okozta. Az egységárral való kalkuláció eredményeképpen a 2016-os évben tapasztalható a legnagyobb jövedelem, emellett a 2014-es évben realizált jövedelem pedig meghaladta a 2013-as évit.

Össességében a kukorica esetében elmondható, hogy az évjáratnak, az időjárásnak jelentős hatása van, nagymértékben befolyásolja a termelési potenciált. A technológiaváltással a költségek folyamatosan, trendszerűen nőttek, a termelési érték és a jövedelem az ingadozó hozam és terményár következtében igen változékony volt a vizsgált időszakban. Kiemelendő ugyanakkor, hogy a gazdaságban realizált kukoricahozam minden évben meghaladta a megyei átlaghozamot.

### A precíziós gazdálkodás bevezetésének hatása a napraforgóban

A mintagazdaságban termesztett napraforgó esetében teljes körű hozam-, illetve költség- és jövedelemadat a 2014 és 2018 közötti időszakra állt rendelkezésünkre. Ebben az időszakban a napraforgó átlagos vetésterülete 132,4 hektár volt. A termelés átlagosan 8-9 táblán folyt, a táblák átlagos mérete pedig 16 hektár volt. A napraforgó közvetlen költsége 2017-ben hektáronként 309 295 forintot tett ki. A költségszerkezet a négy állandó elemet tartalmazta, amelyek aránya a teljes közvetlen költségből a következőképpen alakult: inputanyagköltségek 41 százalék; segédüzemági költségek 34 százalék; földbérleti díj 23 százalék; egyéb költségek 2 százalék (28. ábra). A közvetlen költségek 2014 és 2018 között összességében 18 százalékkal növekedtek. A költségszerkezetben jelentős változás következett be: míg 2014-ben az inputanyagköltségek a közvetlen költségek 41 százalékát, a segédüzemági költségek 33 százalékát tették ki, addig ez az arány 2017-re megfordult, előbbi 34, utóbbi pedig 41 százalékra módosult.

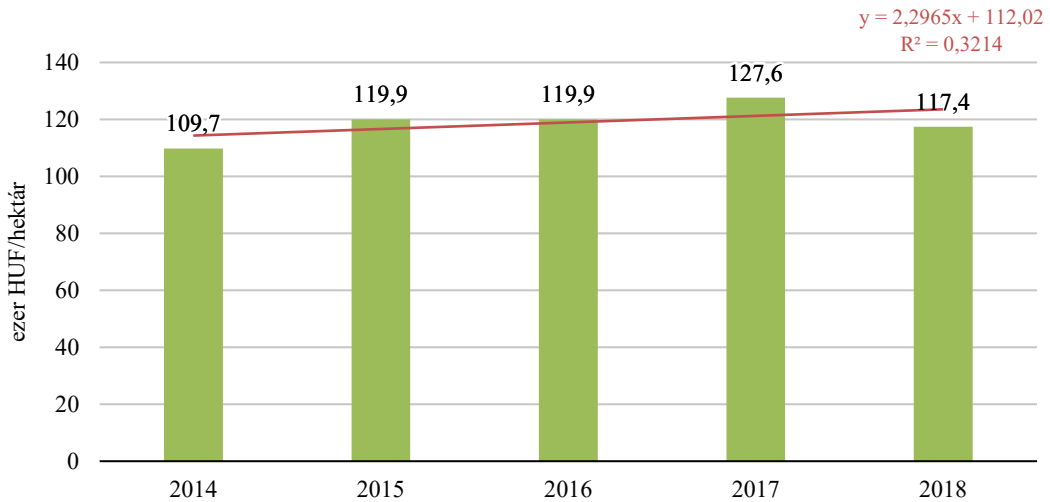
28. ábra: A mintagazdaság közvetlen költségeinek százalékos megoszlása napraforgó esetében, 2017



Forrás: Készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

Az inputanyagköltségek csak kis mértékben, 7,7–17,9 ezer forint/hektárral növekedtek a 2014 és 2018 közötti időszakban, nem mutatható ki szignifikáns trend (29. ábra).

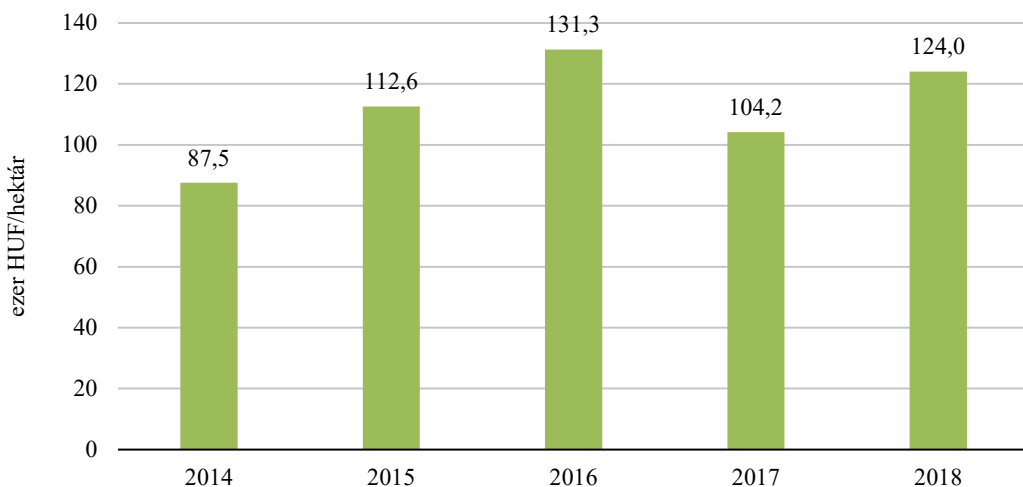
29. ábra: **Fajlagos inputanyagköltségek változása napraforgó esetében, 2014–2018**



Forrás: Készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

A segédüzemági költségek az inputanyagköltségekkel ellentétben jelentősen emelkedtek, de 2017-ben visszaesés volt tapasztalható (30. ábra). A segédüzemági költségek növekedését – mint a többi növénykultúra esetében is – az ide tartozó költségelemek hektikus alakulása magyarázza. Kiemelendő a gépek értékcsökkenése, amely a technológiaváltás beruházásainak következtében növekedett.

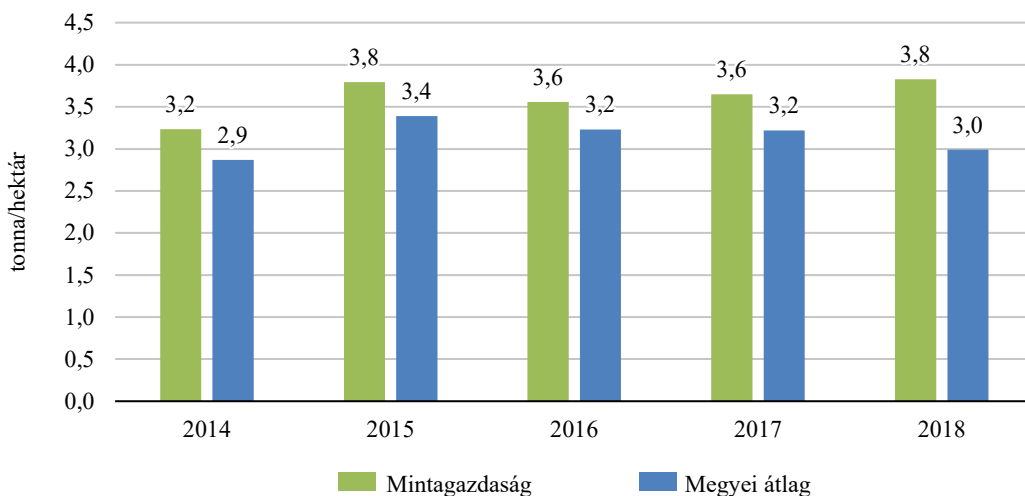
30. ábra: **Fajlagos segédüzemági költségek változása napraforgó esetében, 2014–2018**



Forrás: Készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

A mintagazdaságban a napraforgó hozama stabilnak mondható: 3,2 és 3,8 tonna/hektár között alakult a vizsgált időszakban. A hozam minden évben meghaladta a megyei átlaghozamot: 2014-ben 0,36 tonna/hektárral, 2018-ban ennél nagyobb mértékben, 0,84 tonna/hektárral (31. ábra).

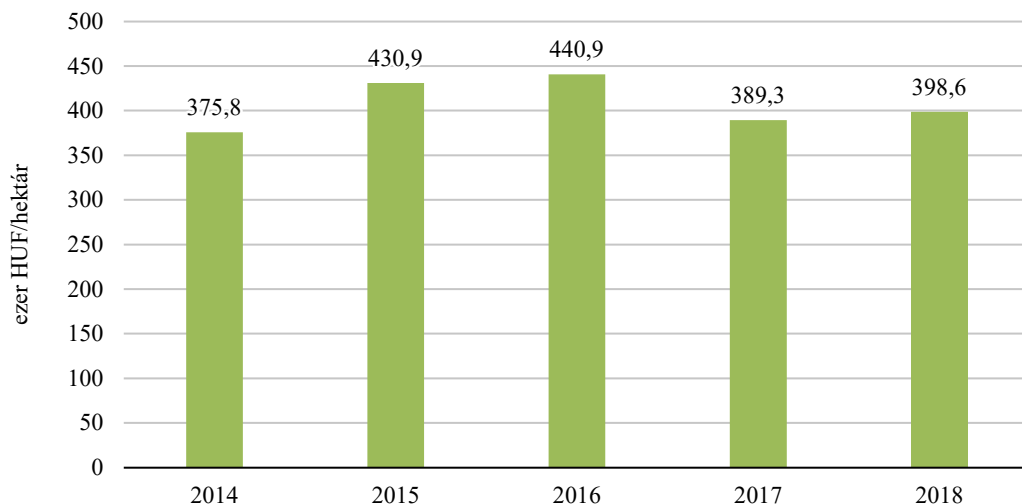
31. ábra: Fajlagos hozam a mintagazdaságban és a megyében napraforgó esetében, 2014–2018



Forrás: Készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

A napraforgó termelési értéke a termésmennyiségtől eltérően alakult. A gazdaság 2017-ben és 2018-ban a 2015. és 2016. évihez hasonló hozamot realizált, termelési értéke mégis visszaesett (32. ábra). Ennek oka, hogy a 2016. évi 103 ezer forint/tonnás terményár 2017-ben 15 ezer forinttal csökkent, az ezt követő évben pedig kismértékben nőtt (91 ezer forint/tonnára), de még így is jelentősen elmaradt a 2016. évi árszinttől.

32. ábra: Fajlagos termelési érték alakulása napraforgó esetében, 2014–2018

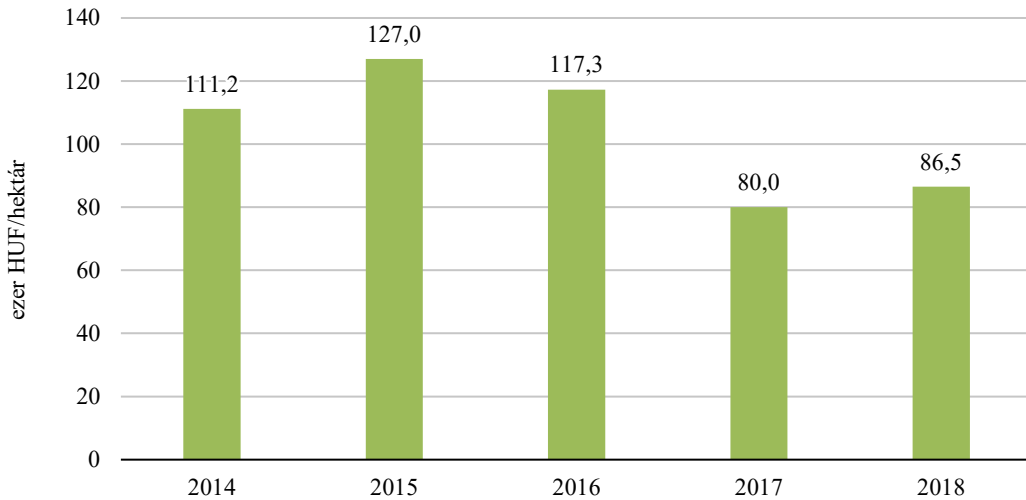


Forrás: Készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

A napraforgó termesztése során elért jövedelem a termelési értékhez hasonló tendenciát követett a vizsgált időszakban. A termelési érték 2017-ben, illetve 2018-ban csökkent, ami a jövedelemben is megfigyelhető volt (33. ábra).

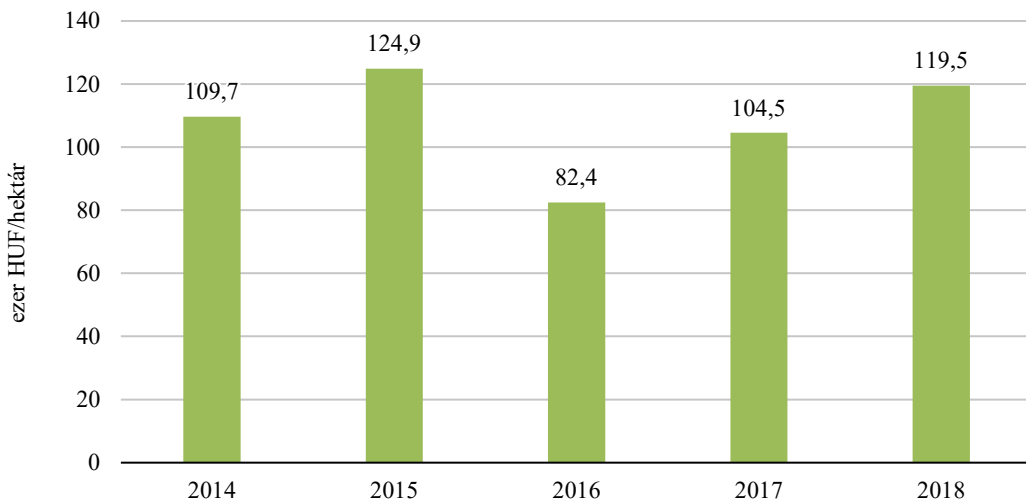
A fedezeti pont esetében a 2015-ös és a 2018-as évet hasonlítjuk össze, mivel ebben a két évben közelített leginkább egymáshoz az értékesítési ár, illetve a területalapú támogatás összege. A fedezeti pont értékében nem lehet felfedezni érdemi különbséget a két év között, 2018-ban mindössze 0,21 tonna/hektárral kellett több terményt betakarítani a gazdaságnak egy hektárról.

33. ábra: **Fajlagos jövedelem alakulása napraforgó esetében, 2014–2018**



Forrás: Készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

34. ábra: **Fajlagos jövedelem alakulása a napraforgó esetében egységárral számolva, 2014–2018**



Forrás: Készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

Az értékesítési árak jelentős befolyásoló tényezőnek bizonyultnak a napraforgó esetében is (34. ábra). Az elemzés során 94,4 ezer forintos egységárral számolva (a mintagazdaság értékesítési árainak átlaga a 2014–2018 közötti időszakban) a vizsgált évek közül mindössze kettőben, 2017-ben és 2018-ban ért volna el nagyobb jövedelmet a mintaüzem. A 2016-os évben tapasztalt jelentős

eltérést a kiemelkedően magas (103,0 ezer forint/hektár) terményár okozta, miközben a 2014-es és a 2015-ös években érdemben nem változott a jövedelem. A kalkuláció eredményeképpen a 2016-os évtől kezdődően folyamatos növekedés figyelhető meg a jövedelemben, miközben ezt az időszakot az értékesítési árakkal számolva csökkenő tendencia jellemezte.

Összegezve elmondható, hogy a mintagazdaságban a napraforgótáblákon realizálható hozam közel azonos volt a vizsgált években. Az átlaghozam minden évben magasabb volt a megyei átlagnál. A precíziós technológiára való áttérés hatására a költségek folyamatosan emelkedtek, az inputanyagköltségek mérsékelten, a segédüzemági költségek jelentősebben. A terményár – aminek alakulásában jelentős változás következett be a vizsgált időszakban – a termelési értékben ingadozást okozott, ami a jövedelem alakulásában is megfigyelhető volt, azonban egységárral számolva már nem lehet jövedelemcsökkenésről beszámolni a 2016–2018 közötti időszakban.

## Tapasztalatok

A mintagazdaság példáján jól látható, hogy a precíziós technológiára való átállás igen hosszú folyamat. A vizsgált üzem már 2011-ben elkezdte az egyes technológiai elemek bevezetését és ettől kezdve 2018-ig minden évben eszközölt valamilyen technológiai újítást. Az egyes eszközöket kezdetben csak egy-egy táblán alkalmazták, aztán a tanulási folyamat befejeztével valósult meg a teljes körű bevezetés. A gép- és eszközállomány intenzifikációján túl az inputok mennyiségében és minőségében is változtatást eszközölt az üzem. A mintagazdaság a technológiaváltást szaktanácsadással valósította meg. A szaktanácsadói hálózat számára is tanulási folyamat volt a mintagazdaságban történő precíziós gazdálkodásra való áttérés támogatása. A szaktanácsadói hálózat a tanulási folyamat hatására átalakult, fejlődött, mára már olyan szolgáltatásokat kínál, amelyek érdemben segítik a precíziós technológiák adaptációját. Összességében a precíziós technológia bevezetése következtében a közvetlen költségek növekedtek. Ezt a növekedést az inputanyagok mennyiségének és minőségének növelése, illetve az új eszközök megvásárlásával azok fenntartása, karbantartása, értékcsökkenése indukálta. A technológiai váltás hatására az őszi búza esetén trendszerű növekedés volt megfigyelhető a hozamokban, de a másik két fő növénykultúránál is nőtt a realizálható hozam. Az egy hektárról betakarított átlagos termésmennyiség a növénykultúrák mindegyikében az összes vizsgált évben meghaladta a megyei átlagot. Ez alól kizárólag az őszi búza képez kivételt, amely hozama 2012-ben elmaradt az átlagtól, azonban mindössze 0,04 tonna/hektárral. A hozamnövekedéssel párhuzamosan a termelési érték is emelkedett a vizsgált időszakban, sok esetben azonban a csökkenő terményárak visszaesést okoztak a termelési értékben. A terményárak jelentős hatása az egységárral való összehasonlító számítás eredményeképpen is jól látható. A technológiaváltás hatására magasabb volt a termelési potenciál, de fontos kiemelni, hogy a különböző növénykultúrák esetében különböző hatása van az évjáratnak. A vizsgált három növénykultúra közül az őszi búza és a napraforgó kevésbé volt kitett az évjáratnak, ezzel szemben a kukorica erősen. Az intenzívebb gazdálkodásra való áttéréssel a gazdaság magasabb inputanyag ráfordítással nagyobb kibocsátást tudott elérni. Ennek hatására magasabb lett a fedezeti pont is, azaz a költségek fedezéséhez magasabb hozam elérése vált szükségessé. Összességében megállapítható, hogy az elvárt többlet eléréséhez a magasabb fedezeti ponttal járó kockázat kezelése és feszebb technológiatartás szükséges.

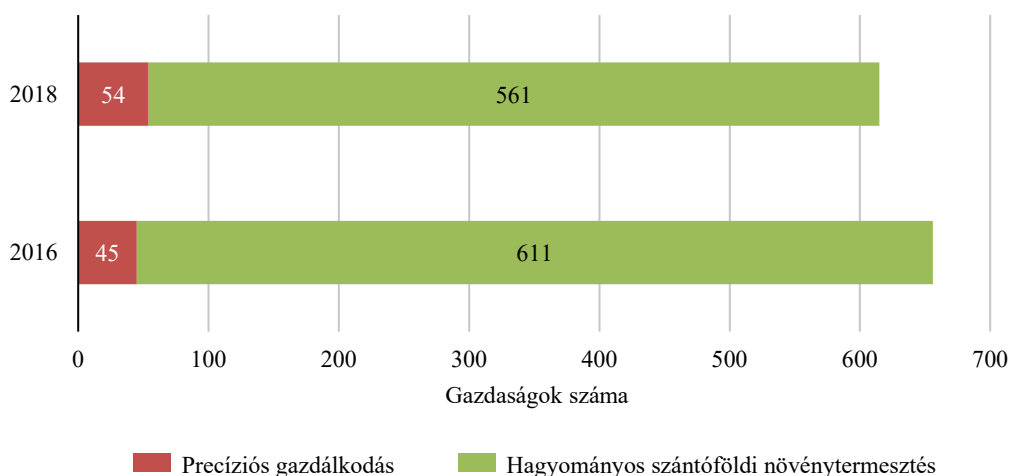


## A precíziós gazdálkodás elterjedtsége, alkalmazásának színvonala és termelői megítélése

### A kérdőíves felmérések válaszadóinak jellemzése

A teszüzemek körében 2016-ban végzett kérdőíves felmérés során 656 gazdaság adott választ, amelyek közül 45 alkalmazott legalább egy precíziós technológiát a termesztési gyakorlatában. A felmérésben szereplő üzemek köre a válaszadási hajlandóság miatt valamelyest szűkült ugyan 2018-ban, de a 615 üzem közül már 54 bizonyult precíziós gazdálkodónak, ezáltal az arányuk a korábbi 6,9 százalékról 8,8 százalékra nőtt (35. ábra).

35. ábra: A precíziós és a hagyományos szántóföldi növénytermesztők száma



Forrás: Kérdőíves felmérések adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

A két felmérés összehasonlító értékelése során fontos figyelembe venni, hogy az egyéni gazdaságok mintában szereplő aránya 2018-ban a korábbi felméréshez képest 6,0 százalékkal nőtt. Az elemzést az is befolyásolhatja, hogy 2018-ban a válaszok nagyobb arányban érkeztek kisebb szántóterületet művelő gazdaságoktól, mint a korábbi felmérésben (2. táblázat).

2. táblázat: A válaszadó üzemek aránya a szántóterület mérete alapján

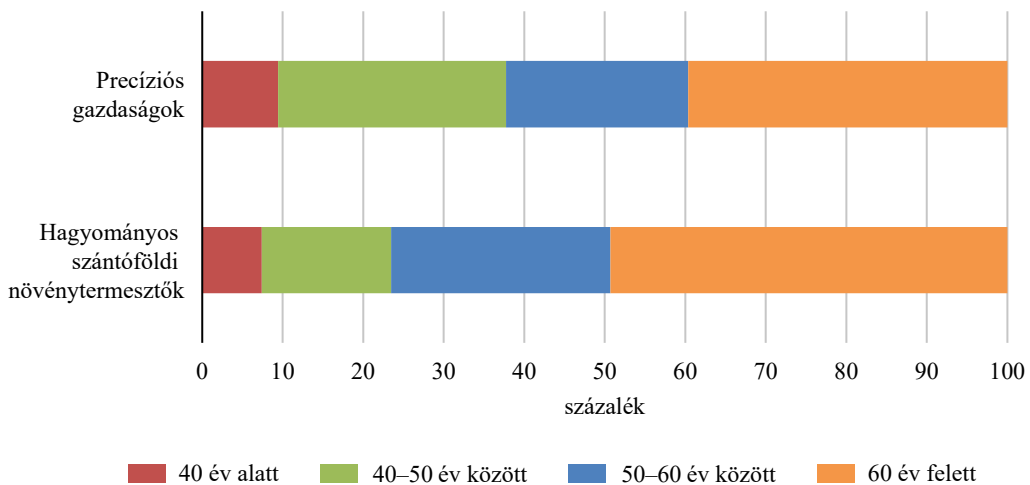
Kategória	százalék	
	2016	2018
<b>Egyéni gazdaságok</b>		
50 hektár alatt	47,3	45,7
50–100 hektár között	22,2	21,5
100 hektár felett	30,6	32,8
Összesen	100,0	100,0
<b>Társas vállalkozások</b>		
200 hektár alatt	40,4	37,9
200–500 hektár között	19,3	18,2
500 hektár felett	40,4	43,9
Összesen	100,0	100,0

Forrás: Kérdőíves felmérések és teszüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

Az egyéni gazdaságok zöme (47,3 százalék) 50 hektárnál kevesebb, 22,2 százaléka 50 és 100 hektár közötti szántóterületen gazdálkodott 2016-ban. A 2016-os kérdőívet kitöltő egyéni gazdaságok körében a 100 hektárt meghaladó szántóterület aránya 30,6 százalékot tett ki. A 2018-as felmérésben az egyéni gazdaságok szántóterület-méretének megoszlásában a korábbi felméréshez képest nem volt érdemi különbség. A társas vállalkozások körében mindkét felmérésben az 500 hektárnál nagyobb területet művelő termelők aránya volt a meghatározó (2016-ban 40,4, 2018-ban 43,9 százalék). A gazdaságok további jelentős hányada 200 hektárnál kisebb szántóterületen gazdálkodott. A 200–500 hektár közötti területet művelő gazdaságok megközelítőleg 20 százalékos arányt képviseltek a társas vállalkozások között. Az egyéni gazdaságokéhoz hasonlóan a társas vállalkozások szántóterület-mérete is közel változatlanul alakult a vizsgált években.

A 2018-as kérdőívre választ adó 615 termelőből 607 esetében állt rendelkezésünkre életkorra vonatkozó adat, amely alapján a hagyományos szántóföldi növénytermesztők esetében megállapítható, hogy a gazdálkodók több mint háromnegyede 50 év feletti, közel felének (49,3 százalék) életkora pedig meghaladja a 60 évet (36. ábra). A válaszadók mindössze 16,1 százaléka 40 és 50 év közötti, és ennél is kisebb arányban (7,4 százalék) képviseltetik magukat a kitöltők körében azok a termelők, akik 40 évnél is fiatalabbak. A precíziós gazdálkodók életkora a fiatalabb korosztály felé tolódik el, a 60 év felettek csak 39,6 százalékos arányban vannak jelen, a kitöltők 9,4 százalékának életkora pedig a 40 évet sem érte el.

36. ábra: A válaszadó üzemek aránya korcsoport szerinti bontásban, 2018  
(N=53 [precíziós]; N=554 [hagyományos])

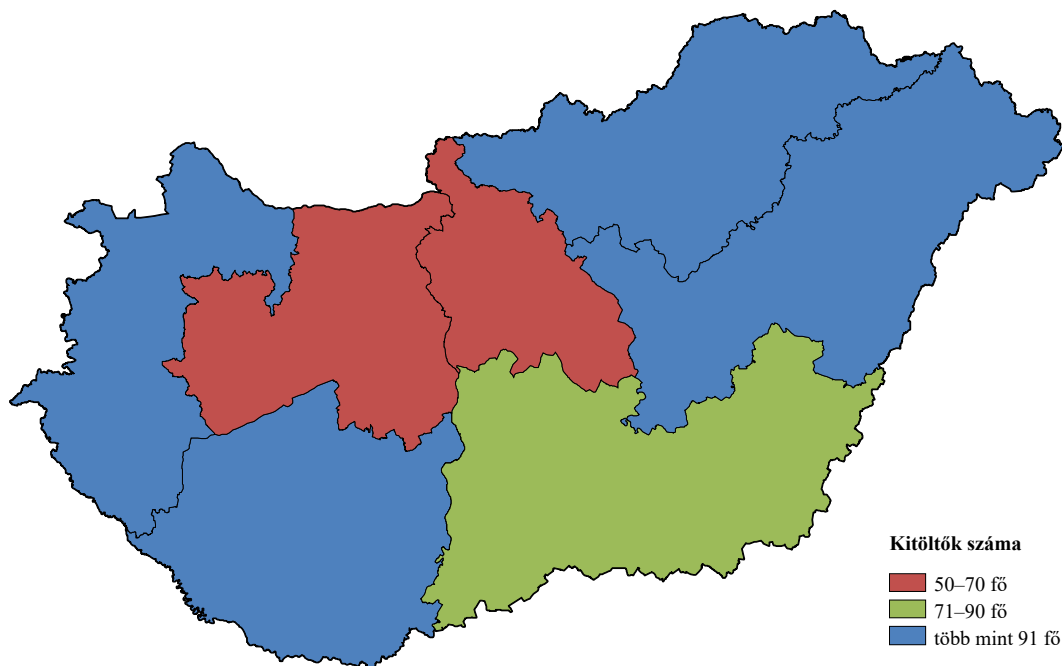


Forrás: Kérdőíves felmérések és teszttüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

A válaszadó gazdaságok mindkét évben országsszerte elszórtan helyezkedtek el. 2018-ban a legtöbb kitöltés a Dél-Alföldről érkezett (27,9 százalék), a legkevesebb a Közép-Magyarország (8,1 százalék) és a Közép-Dunántúl régiókból (37. ábra).



37. ábra: A válaszadó üzemek száma régióinként, 2018 (N=615)



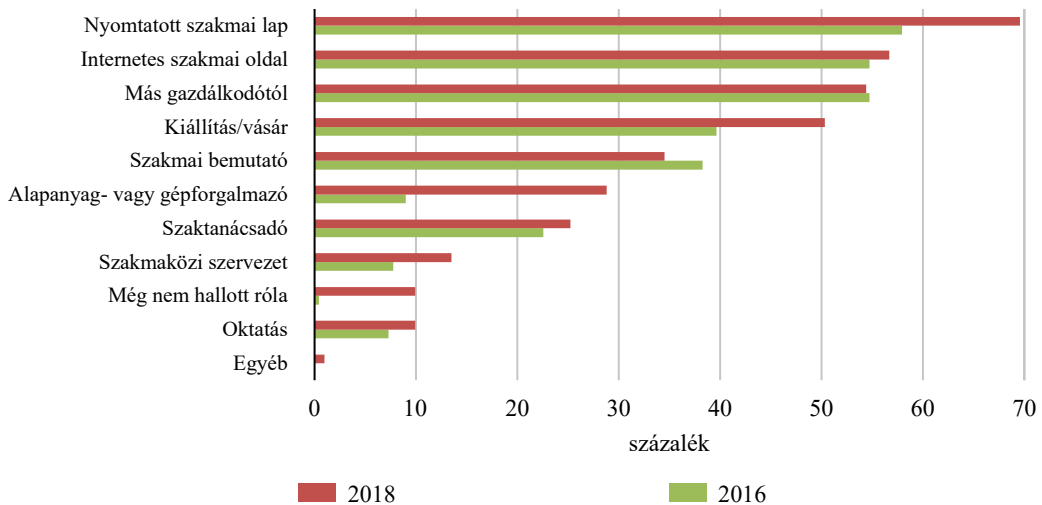
Forrás: A 2018. évi kérdőíves felmérés adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

## Összehasonlító elemzés a kérdőíves felmérések alapján

### A technológiai ismeretek forrása

A precíziós technológiáról való értesülés forrásai nem minden esetben korlátozódnak kizárólag egy forrásra, sok esetben előfordult, hogy több csatornát is megjelöltek a válaszadók. Mindkét felmérés rámutat a nyomtatott szakmai lap, mint legmeghatározóbb információforrás jelentőségére, amelynek súlya – a várakozásokkal ellentétben – az utóbbi években tovább nőtt. Míg 2016-ban a válaszadók megközelítőleg 60 százaléka, 2018-ban már mintegy 70 százaléka azonosította a szakmai lapokat a precíziós gazdálkodásról való értesülés forrásaként (38. ábra). Továbbra is jellemző az internetes szakmai oldalakról és a gazdálkodótársaktól való információszerzés, mindkettőt a gazdálkodók több mint fele használja. A kiállítások, illetve szakmai vásárok szerepe felértékelődött: korábban a gazdálkodók 40 százaléka, 2018-ra pedig már több mint fele hallott a precíziós gazdálkodásról ilyen rendezvényeken. Ezzel ellentétben a szakmai bemutatók szerepe némiképp visszaesést mutat. A legjelentősebb növekedés az alapanyag- vagy gépforgalmazók esetében volt megfigyelhető: míg 2016-ban a gazdálkodók mindössze 9 százaléka, addig 2018-ban már 28,8 százaléka tőlük értesült a technológiáról. Ezzel együtt a szaktanácsadók, a szakmaközi szervezetek és az oktatás is egyre nagyobb szerepet vállalt a precíziós technológia ismereteinek terjesztésében.

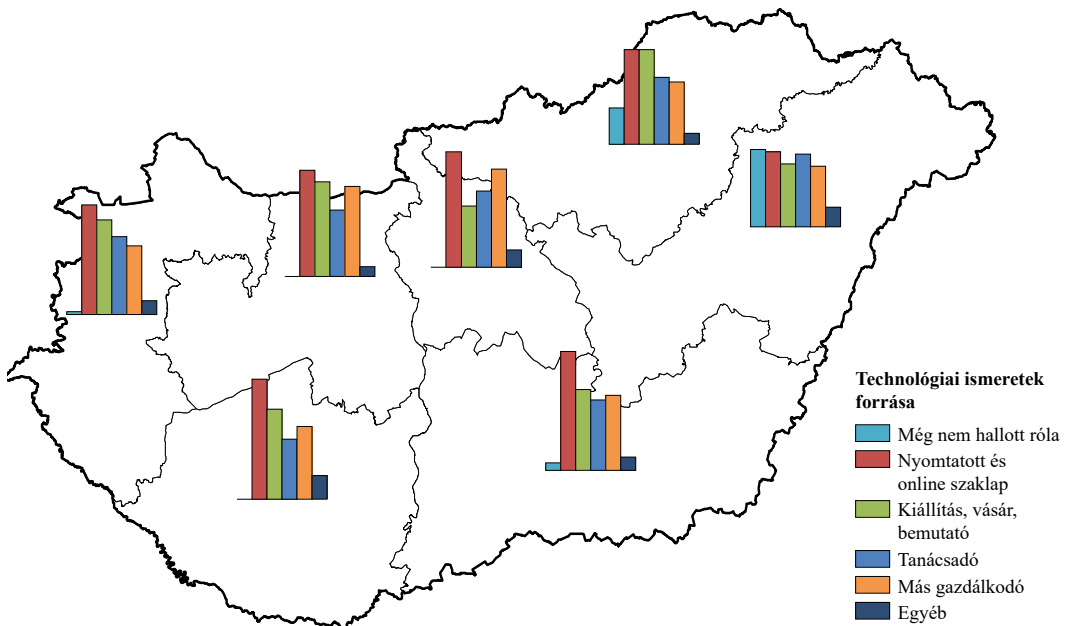
38. ábra: **Technológiai ismeretek forrásai (N=656 [2016]; N=614 [2018])**



Forrás: Kérdőíves felmérések adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

Az egyes információforrások használata térben is eltérést mutat (39. ábra). Az Észak-Alföld és az Észak-Magyarország régiókból jelezték legtöbben, hogy még nem értesültek a technológiáról: a gazdák 36,0, és 23,9 százaléka. A dunántúli régiókban (Dél- és Közép-Dunántúl) és Közép-Magyarországon a kérdőívre választ adó összes termelő hallott már a precíziós gazdálkodásról valamilyen információforráson keresztül, emellett a Nyugat-Dunántúlon is alacsony volt azon termelők aránya, akik még nem szereztek információt róla.

39. ábra: **Az információforrások használatának térbeli megoszlása, 2018 (N=614)**

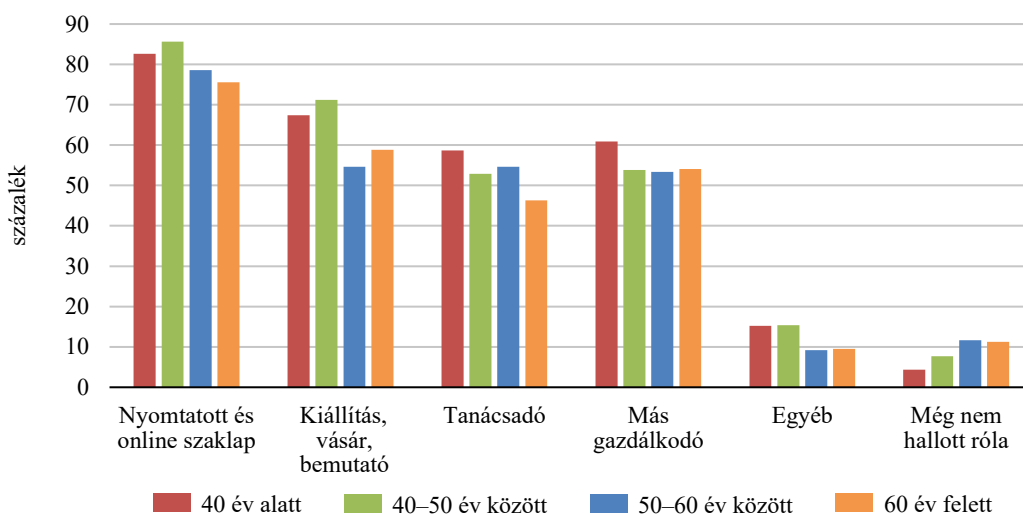


Forrás: A 2018. évi kérdőíves felmérés adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

Minden régióban a nyomtatott és online szakmai lapok járultak hozzá legnagyobb mértékben a technológiáról való értesüléshez. Közép-Magyarországon a gazdálkodók fele, a fennmaradó régiókban jellemzően több mint 60 százaléka szakmai eseményeken (kiállítás, vásár, bemutató) is kapott tájékoztatást a technológiáról. Ez az információforrás az észak-alföldi termelők körében kevésbé volt népszerű, csak 29,2 százalékuk jelölte meg. A felmérésünk alapján a tanácsadók a Nyugat-Dunántúl és a Közép-Magyarország régióban a legaktívabbak (a válaszolók 62,2 és 62,0 százaléka jelölte meg), de a Közép-Dunántúlon és a Dél-Alföldön egyaránt a termelők több mint fele számolt be arról, hogy tanácsadón keresztül értesült a precíziós gazdálkodásról. A gazdálkodótársaktól való értesülés kimagasló arányú – 80 százalék körüli – az ország középső régióiban (Közép-Magyarország, Közép-Dunántúl), de az északi régiók kivételével minden további régióban a válaszadók több mint 50 százaléka jelölte meg.

A 40 év alatti korosztályban szinte mindenki (95,7 százalék) hallott a precíziós gazdálkodásról, ugyanakkor a 40 és 50 év közötti termelők 7,7 százaléka, az 50 és 60 év közöttiek 11,7 százaléka, 60 év felett pedig 11,2 százalékuk nem hallott még a technológiáról (40. ábra).

40. ábra: **Információforrások korosztályok közötti megoszlása, 2018 (N=607)**



Forrás: A 2018. évi kérdőíves felmérés és tesztzemeli adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

A válaszadók sok esetben több, általuk használt információs csatornát is megjelöltek. Ez alapján megállapítható, hogy a 40 év alattiak támaszkodnak a legtöbb információforrásra, a megjelölt források száma az idősebb korosztályok felé haladva egyre csökken.

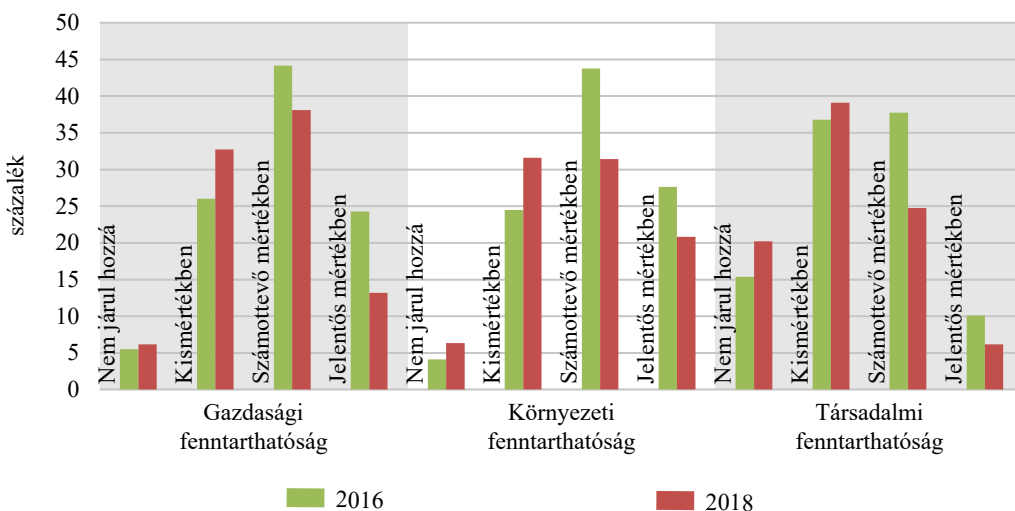
A nyomtatott és online szaklapokat minden korosztály nagy (75 százalék feletti) arányban használja, de legnagyobb arányban (86 százalék) a 40–50 éves korosztály jelölte meg (40. ábra). Ezt követi a kiállítás, vásár, bemutató, mely szintén a 40–50 éves korosztályban a leginkább kedvelt (71 százalék), de a 40 év alattiak 67 százaléka is megjelölte információforrásként, míg az idősebb korosztályok ezeket a rendezvényeket kisebb arányban látogatják a válaszok alapján. Nagyobb eltérések láthatók a tanácsadókkal kapcsolatban, akiket legnagyobb arányban (59 százalék) a 40 év alattiak jelölték meg információforrásként, míg a 60 év feletieknek csak 46 százaléka. A más gazdálkodóktól való információszerzésben is leginkább a 40 év alattiak aktívak (61 százalék), a többi korosztály közel 54 százaléka használja ezt a lehetőséget.

A technológiáról való értesülés forrásai és a korcsoportok között azonban nincs statisztikailag igazolható összefüggés (3. melléklet).

## A fenntartható gazdálkodáshoz való hozzájárulás megítélése

A gazdálkodók már a korábbi felmérésben is egyöntetűen elismerték a precíziós gazdálkodás gazdasági, környezeti és társadalmi fenntarthatósághoz való hozzájárulását (41. ábra). Ez 2018-ban sem volt másképp. Az eltérés a két felmérés között a hozzájárulás mértékében mutatkozik meg: míg a gazdasági és a környezeti fenntarthatóság esetében a számottevő vagy jelentős mértékű hozzájárulást elismerő gazdálkodók aránya 70 százalék körül alakult, addig 2018-ban a válaszadók kicsivel több mint fele (a gazdasági fenntarthatóság esetében 51,3 százalék, a környezetinél 52,3 százalék) jelölte meg ezt a választ. A precíziós gazdálkodás társadalmi fenntarthatósághoz való hozzájárulásáról már 2016-ban is megoszlottak a vélemények: a gazdálkodók kicsit több mint fele (52,2 százalék) számolt be arról, hogy nem vagy mindössze kismértékben járul hozzá a társadalmi fenntarthatósághoz. Ez az arány 2018-ban még nagyobb volt: a gazdálkodók 59,3 százaléka szerint nem lehet számottevő, illetve jelentős mértékű társadalmi fenntarthatósághoz való hozzájárulásról beszélni. Az eredményeket befolyásolja azonban a fentiekben már említett kisebb gazdaságok nagyobb arányú válaszadása. A mélyebb összefüggések feltárása érdekében további vizsgálatra van szükség. Hasonló módon a negatív irányba történő általános elmozdulás is részletesebb feltárára érdemes.

41. ábra: A precíziós gazdálkodás gazdasági, környezeti és társadalmi fenntarthatósághoz való hozzájárulásának megítélése (N=634 [2016]; N=554 [2018])



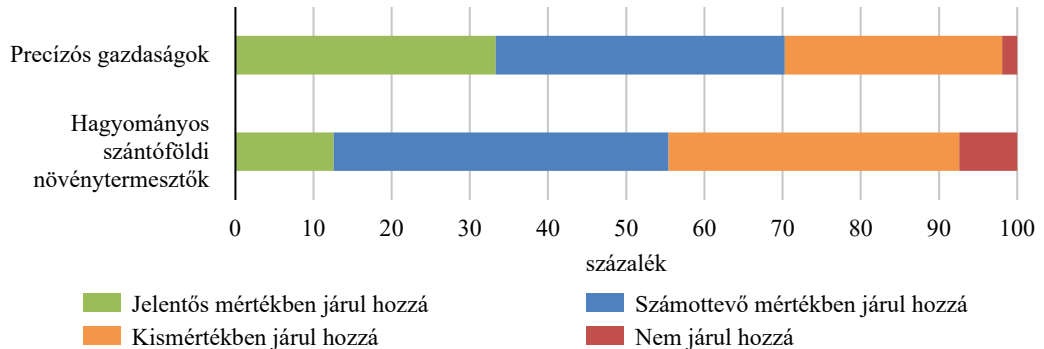
Forrás: Kérdőíves felmérések adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

A termelők gazdasági fenntarthatóságról való vélekedése és az általuk alkalmazott technológia között szignifikáns összefüggés mutatkozik (4. melléklet). A hagyományos szántóföldi növénytermesztők nagyobb arányban vélték úgy, hogy a precíziós gazdálkodás semmilyen formában nem, vagy csak kismértékben járul hozzá a gazdasági fenntarthatósághoz, mint azok a termelők, akik alkalmazzák a precíziós technológiát (42. ábra). A technológiát alkalmazók egyharmada szerint annak gazdasági fenntarthatósághoz való hozzájárulása jelentős mértékű, miközben a hagyományos gazdaságok mindössze 12,6 százaléka vélekedett így. A környezeti és a társadalmi fenntarthatóság esetében hasonló következtetést lehet levonni: a precíziós gazdaságok megítélése pozitívabb a technológia fenntarthatósághoz való hozzájárulását illetően, azonban a változók közötti összefüggés statisztikailag nem igazolható.

Ahogy a technológiai ismeretek forrásai esetében, úgy a fenntarthatósághoz való hozzájárulás mértékének megítélésében is fellelhetők különbségek a válaszadók területi elhelyezkedése alapján.

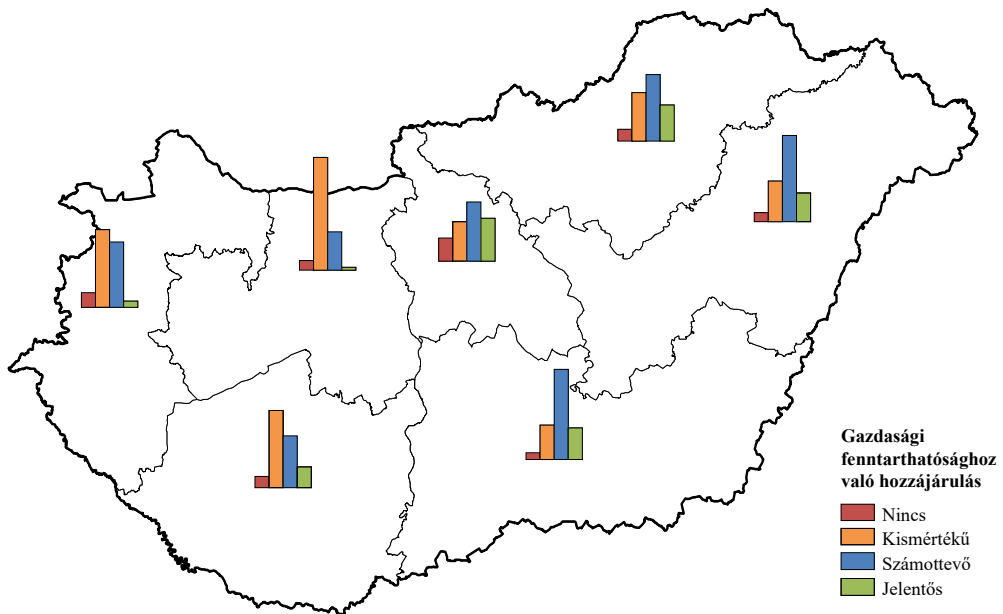
A 2018-as felmérés adatai alapján megállapítható, hogy az összefüggés szignifikáns (5. melléklet), de gyenge, a Cramer-féle V érték 0,18 és 0,23 között alakul (6. melléklet).

42. ábra: A precíziós gazdálkodás gazdasági fenntarthatósághoz való hozzájárulásának megítélése az alkalmazott technológia szerint (N=54 [precíziós]; N=500 [hagyományos])



Forrás: A 2018. évi kérdőíves felmérés adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

43. ábra: A gazdasági fenntarthatósághoz való hozzájárulás megítélésének regionális megoszlása, 2018 (N=554)



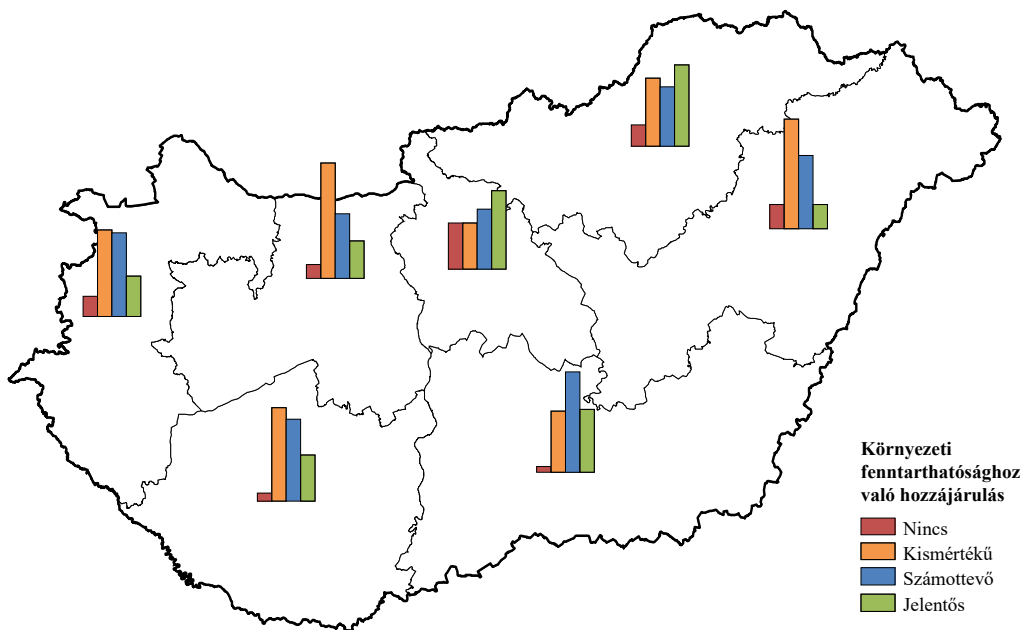
Forrás: A 2018. évi kérdőíves felmérés adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

Az északi és a közép-magyarországi régiókban a vélemények nagyon megoszlanak – itt vannak legnagyobb arányban a szkeptikusak, ugyanakkor sokan gondolják, hogy a precíziós gazdálkodás gazdasági fenntarthatósághoz való hozzájárulása jelentős (43. ábra). Az ország nyugati régióiban, főként a Közép-Dunántúlon a legtöbben úgy vélekednek, hogy a precíziós technológia csak kismértékben járul hozzá a fenntartható gazdasági fejlődéshez. A keleti régiókban és Közép-Magyarországon jóval nagyobb arányban gondolják úgy, hogy a precíziós gazdálkodás gazdasági fenntarthatósághoz való

hozzájárulása számottevő, illetve jelentős mértékű. A Dél-Alföldön élők vélekedése a legkedvezőbb a technológia gazdasági fenntarthatóságához való hozzájárulásáról, de az Észak-Alföld régióban is a válaszadók 70,1 százaléka a számottevő vagy jelentős mértékű hozzájárulást jelölte meg.

Az előzőekhez hasonlóan a környezeti fenntarthatósághoz való hozzájárulás esetében is az Észak- és a Közép-Magyarország régiókban szkeptikusak leginkább a gazdálkodók, míg a nyugati régiókban, azok közül is főként a Közép-Dunántúlon a legtöbben úgy vélekednek, hogy a precíziós gazdálkodás kismértékben járul hozzá ahhoz (44. ábra). Dél-Alföldön a számottevő mértékű hozzájárulást jelölték a legnagyobb arányban (43,5 százalék), míg a válaszadók több mint negyede (27,3 százalék) jelentősnek tartja a környezeti hozzájárulást. A Közép-Magyarország régióban a termelők 26,0 százaléka vélte úgy, hogy a hozzájárulás számottevő mértékű, 34,0 százaléka pedig jelentős mértékű hozzájárulásról számolt be, a Dél-Dunántúlon pedig 35,7 és 20,2 százalék volt ez az arány.

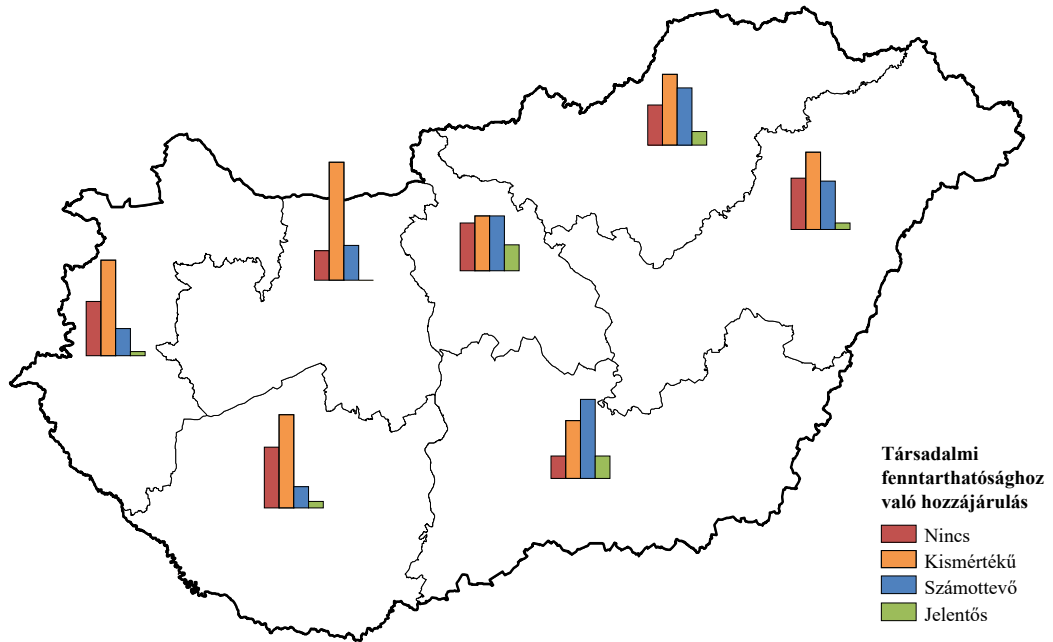
44. ábra: **A környezeti fenntarthatósághoz való hozzájárulás megítélésének regionális megoszlása, 2018 (N=554)**



Forrás: A 2018. évi kérdőíves felmérés adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

Legnagyobb arányban a dunántúli régiókban (Dél-Dunántúlon 33,3 százalék, Nyugat-Dunántúlon 30 százalék) és az Észak-Alföldön vélekednek úgy, hogy a precíziós gazdálkodás nem járul hozzá a társadalmi fenntarthatósághoz (45. ábra). A dunántúli régiókban rendkívül magas volt azon válaszadók aránya, akik kismértékű hozzájárulást feltételeznek. Dél-Dunántúlon a termelők több mint fele (51,2 százalék), Nyugat-Dunántúlon 52,5 százaléka, Közép-Dunántúlon pedig 64,7 százaléka számolt be kismértékű hozzájárulásról. A dél-alföldi és a közép-magyarországi régiókban legkedvezőbb az ezzel kapcsolatos vélemény, a válaszadók 55,9, illetve 44,0 százaléka gondolja úgy, hogy számottevő vagy jelentős a technológia társadalmi fenntarthatóságához való hozzájárulása.

45. ábra: A társadalmi fenntarthatósághoz való hozzájárulás megítélésének regionális megoszlása, 2018 (N=554)



Forrás: A 2018. évi kérdőíves felmérés adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

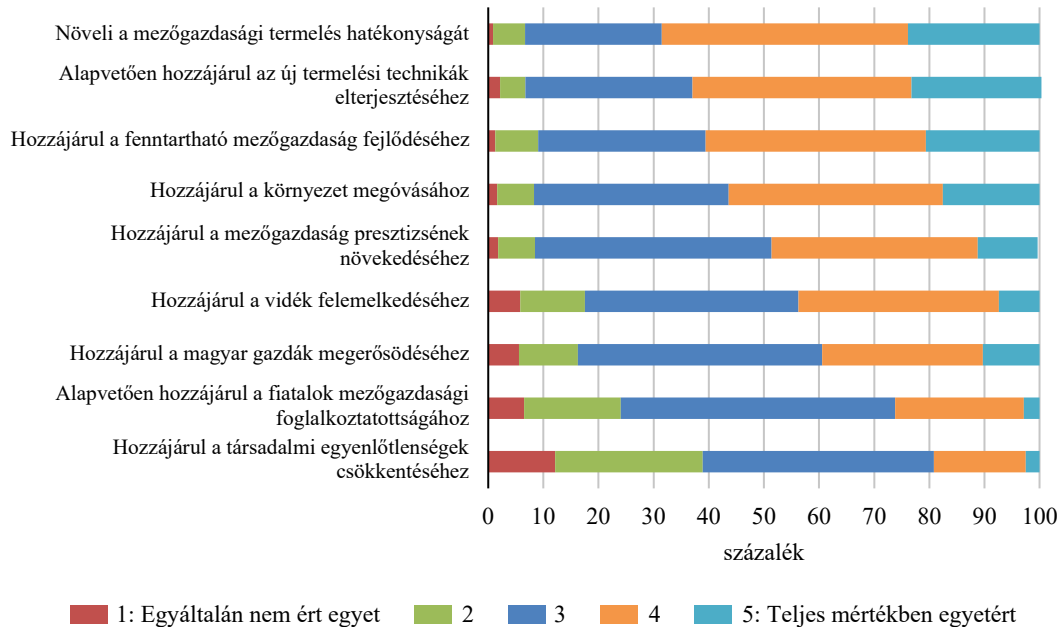
### A precíziós gazdálkodás társadalmi és gazdasági hatásainak megítélése

A precíziós gazdálkodás a fenntarthatósághoz való hozzájáruláson túl számos pozitív társadalmi és gazdasági hatással bír. A gazdaságok zöme – 68,5 százaléka – teljes mértékben, vagy inkább egyetért abban, hogy a precíziós technológiák alkalmazásának legnagyobb társadalmi és gazdasági pozitívuma a mezőgazdasági termelés hatékonyságának növelése (46. ábra). A termelők több mint 60 százaléka szerint hozzájárul az új termelési technikák elterjesztéséhez, illetve a fenntartható mezőgazdaság fejlődéséhez. A gazdaságok több mint fele egyetért azzal, hogy a precíziós gazdálkodás hozzájárul a környezet megóvásához, 48,3 százaléka elismeri, hogy a technológia a mezőgazdaság presztízsének növekedését eredményezi. A válaszadók több mint 40 százaléka véli úgy, hogy a precíziós gazdálkodás a vidék felemelkedésében is szerepet játszik, és több mint egynegyede gondolja úgy, hogy hozzájárul a fiatalok mezőgazdasági foglalkoztatottságához. A precíziós gazdálkodás társadalmi egyenlőtlenségek csökkentéséhez való hozzájárulásával a termelők mindössze 19,2 százaléka ért egyet.

A termelők vélekedése alapján a precíziós gazdálkodás elterjedésének nem csak előnyei, hanem negatív társadalmi, gazdasági következményei is lehetnek. A gazdálkodók többsége szerint a precíziós technológiák alkalmazása növeli a gazdasági különbségeket, több mint fele szerint pedig versenyelőnyhöz juttatja az informatikai és technológiai ismeretekkel rendelkezőket (47. ábra). A gazdálkodók 50,7 százaléka véli úgy, hogy a kisebb gazdaságok elsorvadásában szerepe van a technológia minél szélesebb körű alkalmazásának. A termelők kevesebb mint fele problémaként azonosította, hogy a gazdák kiszolgáltatottabbá válnak a nagy szervezeteknek, illetve a már meglévő kapcsolatokkal rendelkezők további versenyelőnyökre tehetnek szert a precíziós gazdálkodás által. Kevesebben, a gazdaságok mindössze 39,8 százaléka véli úgy, hogy a képzetlenebb munkaerő kiszorul a mezőgazdaságból. Ennél kisebb arányban tartanak attól, hogy a folyamatos adatrögzítés

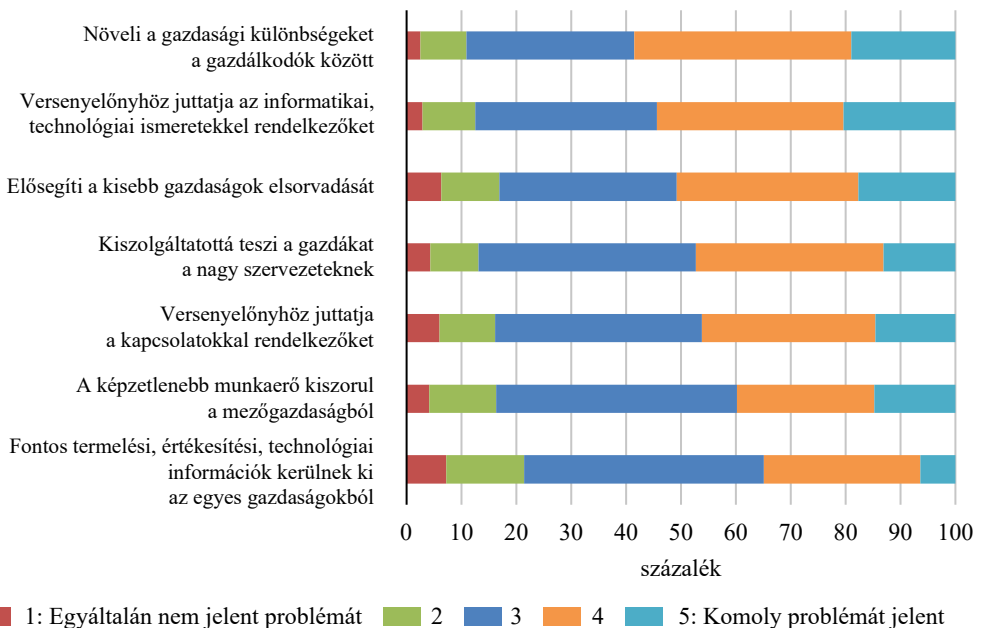
kockázattal járhat: a termelők 34,9 százaléka tartja jelentős problémának, hogy fontos információk kerülhetnek ki a gazdaságukról.

46. ábra: A precíziós gazdálkodás pozitív társadalmi, gazdasági következményei, 2018 (N=553)



Forrás: A 2018. évi kérdőíves felmérés adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

47. ábra: A precíziós gazdálkodás negatív társadalmi, gazdasági következményei, 2018 (N=550)



Forrás: A 2018. évi kérdőíves felmérés adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán



## A precíziós gazdálkodás terjedését segítő, illetve gátló tényezők

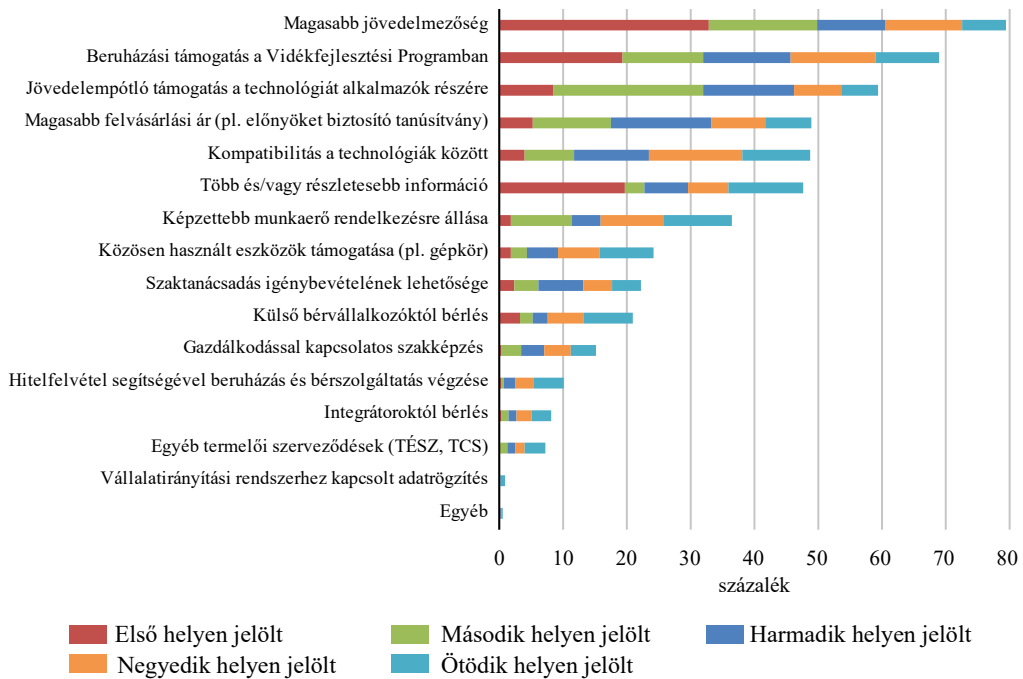
Összességében elmondható, hogy a termelők egyaránt elismerik a precíziós gazdálkodás előnyeit és felméri annak hátrányos következményeit, amennyiben nem kezdik meg a technológia alkalmazását (gazdasági különbségek növekedése, versenyhátrány), ennek ellenére a dinamikus elterjedés még várat magára. A precíziós gazdálkodás minél szélesebb körben való alkalmazása, a technológiában rejlő előnyök kiaknázása közös érdek, hiszen a hatékonyságnövelés a piacon való versenyben maradáshoz nélkülözhetetlen, így az elterjedést segítő és gátló tényezők azonosítása rendkívül fontos feladat.

A kérdőívben felsorolt tényezők közül a termelők ötöt jelölhettek meg, 1-től 5-ig rangsorolva azokat (2016-ban a gátló tényezőknél csak 3 tényezőt lehetett megadni). Az értékelésnél külön vizsgáltuk az első helyen megjelölt tényezőket, az összes jelölést, valamint a vizsgált tényezőkre az összes jelölésből a rangsorolással súlyozott átlagpontoszámokat számítottunk. A 2018. évi felmérésben bővítettük a válaszadók által azonosítható, az elterjedést segítő, illetve gátló tényezők körét, amely következtében egyes tényezők korábbi felméréssel való összehasonlítására nem nyílt lehetőség.

Amennyiben azokat a **precíziós gazdálkodás elterjedését segítő** legfontosabb tényezőket vesszük figyelembe, amelyeket a gazdálkodók első helyen jelöltek meg, a sorrend a következőképpen alakul. A gazdálkodók többsége a precíziós technológiák elterjedését leginkább segítő tényezőnek továbbra is a magasabb jövedelmezőséget látja: a termelők mintegy 32,9 százaléka ezt jelölte meg az első helyen, ami magasabb arány mint 2016-ban (48–49. ábra). Mérséklődött a szerepe a technológiát alkalmazók számára nyújtott jövedelempótló támogatásnak: míg 2016-ban a gazdálkodók 21,6 százaléka nyilatkozott úgy, hogy a jövedelempótló támogatások segíthetnék elő leginkább a precíziós gazdálkodás elterjedését, 2018-ban a gazdálkodóknak mindössze 8,5 százaléka vélekedett így. Felértékelődött azonban a több és/vagy részletesebb információ szerepe a termelők körében. Hangsúlyosabb elemként azonosították továbbá azt, ha a gazdálkodó a Vidékfejlesztési Programban beruházási támogatást vehetne igénybe. A közösen használt eszközöktől (például a gépköröktől) még inkább elzárkóztak a termelők, mint korábban.

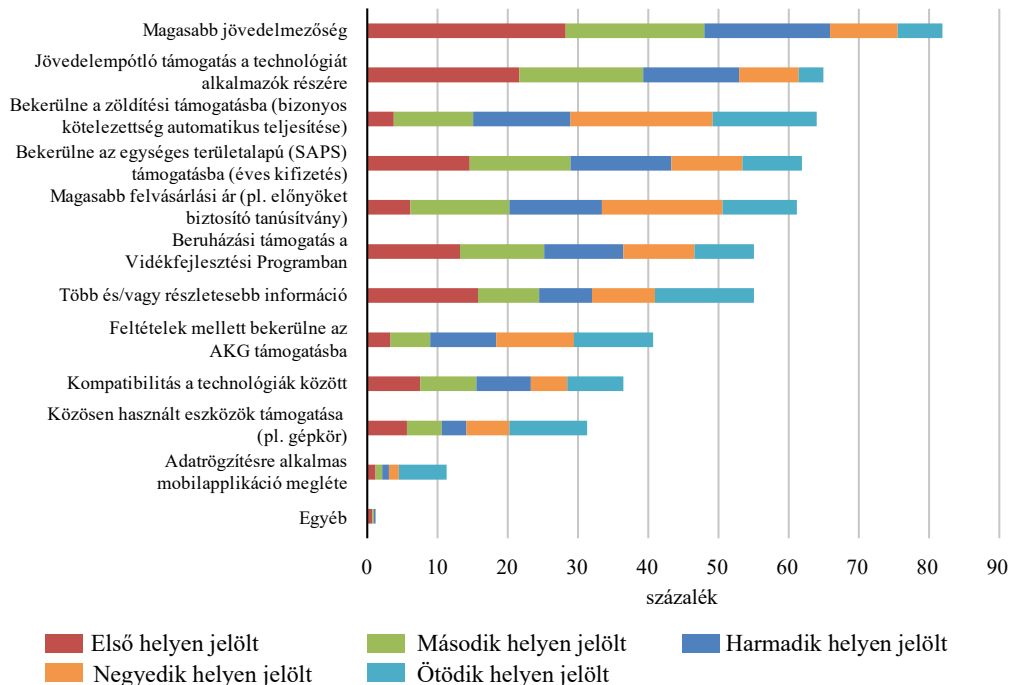
Abban az esetben, ha eltekintünk a fontossági sorrendtől, megállapítható, hogy a kérdőívet kitöltők többsége (79,4 százaléka) szerint a magasabb jövedelmezőség elérése jelentős a technológia elterjedése szempontjából. Kiemelendő, hogy a jövedelempótló támogatások szerepe kizárólag a legfontosabb tényezők körében csökkent, hiszen a kitöltők 59,4 százaléka tartja fontosnak e tényezőt. A Vidékfejlesztési Programban való beruházási támogatás jelentősége ebben az esetben is nagyobb-nak bizonyult: a válaszadók 69,0 százaléka szerint segítené elő a precíziós gazdálkodás elterjedését, ha igénybe lehetne venni beruházási támogatást a technológiai eszközök, precíziós gazdálkodásra alkalmas gépek beszerzéséhez. Az összes válasz alapján a magasabb felvásárlási ár szerepe hangsúlyosabb, miközben a több és/vagy részletesebb információ megléte hátrébb sorolódott. Előbbi 2018-ban a válaszadók 5,2 százaléka tartotta a legfontosabb tényezőnek, miközben 48,9 százaléka vélekedett úgy, hogy fontos szerepet játszik a precíziós gazdálkodás minél szélesebb körben való alkalmazásában. A bővebb, illetve részletesebb információk rendelkezésre állása a kitöltők mintegy 47,7 százaléka szerint gyakorol jelentős hatást az elterjedésre. A 2018. évi felmérésben megjelenő új tényezők közül a képzettebb munkaerő rendelkezésre állását a válaszadók 36,5 százaléka azonosította fontos tényezőként. A szaktanácsadás igénybevétele, illetve a külső bérvállalkozóktól való bérlés lehetősége a termelők több mint 20 százaléka szerint fontos. A gazdálkodással kapcsolatos szakképzés a válaszadók 15,2 százaléka szerint segíthetné elő a technológia elterjedését.

48. ábra: A precíziós gazdálkodás elterjedését segítő tényezők alakulása, 2018 (N=554)



Forrás: A 2018. évi kérdőíves felmérés adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

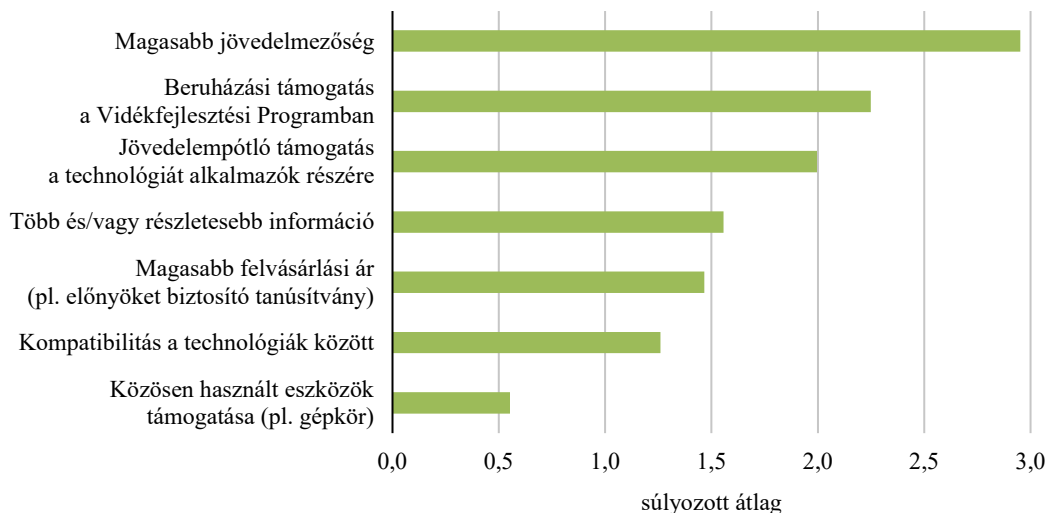
49. ábra: A precíziós gazdálkodás elterjedését segítő tényezők alakulása, 2016 (N=425)



Forrás: A 2016. évi kérdőíves felmérés adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

A 2018. évi felmérésben azonosított főbb segítő tényezők sorrendjét súlyozott átlag alapján is vizsgáltuk (50. ábra). Jól látható, hogy a magasabb jövedelmezőség így is a leghangsúlyosabb tényezőnek minősül az elterjedés szempontjából. A támogatások fontossága ennél kisebb ugyan, de szintén jelentős. Ezt követi a több és/vagy részletesebb információ rendelkezésre állása, és a magasabb felvásárlási áron való értékesítés. A technológiák közti kompatibilitás megteremtése csak kismértékben marad el az előbbiektől, miközben a közösen használt eszközök támogatása korántsem bír akkora jelentőséggel.

50. ábra: **A precíziós gazdálkodás elterjedését segítő tényezők súlyozott átlag alapján, 2018 (N=554)**



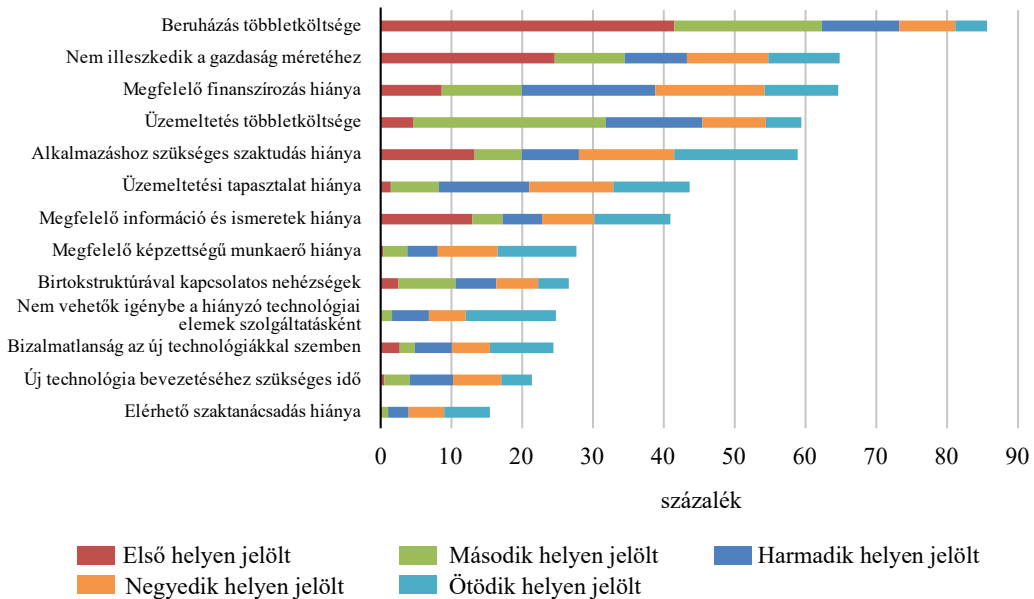
Forrás: A 2018. évi kérdőíves felmérés adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

A **precíziós gazdálkodás terjedésének legfőbb gátját** (első helyen jelölt) továbbra is a beruházás többletköltsége jelenti a gazdálkodók szerint, bár a termelők több mint fele helyett már csupán 41,5 százaléka vélekedett így (51–52. ábra). Korábban a termelők 15 százaléka, 2018-ban már egy-negyede vélte úgy, hogy a legnagyobb problémát az okozza, hogy a precíziós technológia nem illeszkedik a gazdasága méretéhez. Ennek egyik oka lehet, hogy 2018-ban 6,0 százalékkal nagyobb volt az egyéni gazdaságok aránya a mintában. A gazdasági méretet legfőbb gátként azonosító termelők mintegy 60 százaléka 50 hektárnál is kisebb szántóterülettel rendelkezett, további 26,3 százaléka 50–100 hektáron gazdálkodott, 10,9 százaléka legalább 100, de legfeljebb 200 hektáron termesztett növénykultúrát. Míg az adaptáláshoz szükséges finanszírozás hiánya a termelők szerint már nem okoz akkora problémát, az alkalmazáshoz szükséges szaktudás (a vezető ismeretei és/vagy a megfelelő képzettségű munkaerő) hiánya annál inkább előtérbe került.

Ha a gátló tényezők sorrendjét az alapján állapítjuk meg, hogy összesen hányan jelölték fontosnak azokat, akkor az a következőképpen alakul. A gazdálkodók szerint továbbra is a beruházás többletköltsége szab leginkább gátat a precíziós gazdálkodás elterjedésének. A megfelelő finanszírozás hiánya azonban ebben a megközelítésben hangsúlyosabbnak bizonyult, és közel akkora súllyal bírt, mint a gazdaság méretéhez való illeszkedés problémája. Az összes jelölés alapján – az első helyen megjelölttel szemben – az üzemeltetési tapasztalat hiánya jelentősebben hátráltatja az elterjedést, mint a technológiákkal szembeni bizalmatlanság, előbbi a válaszadók 43,6 százaléka, utóbbit 24,4 százaléka azonosította gátló tényezőként. A termelők mintegy negyede (24,8 százaléka) szerint probléma, hogy nem vehetők igénybe a hiányzó technológiai elemek szolgáltatásként. A válaszadók közel 60 százaléka jelölte problémaként a szaktudás hiányát, ugyanakkor az elérhető szaktanácsadás

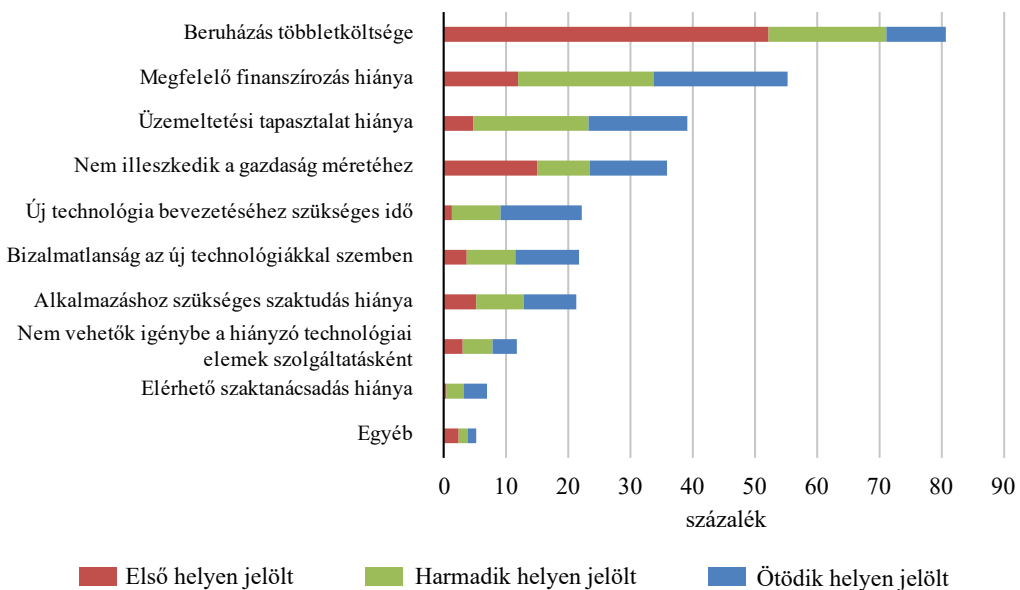
hiányát nem tartják az elterjedés jelentős gátjának (15,4 százalék). A 2018-as kérdőívben szereplő új tényezők közül az üzemeltetés többletköltségét azonosították a legtöbben – a válaszadók csaknem 60 százaléka – gátló tényezőként, ugyanakkor a birtokstruktúrával kapcsolatos nehézségek is a kitöltők több mint egynegyede szerint gátat szab a technológia elterjedésének.

51. ábra: A precíziós gazdálkodás elterjedését gátló tényezők alakulása, 2018 (N=557)



Forrás: A 2018. évi kérdőíves felmérés adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

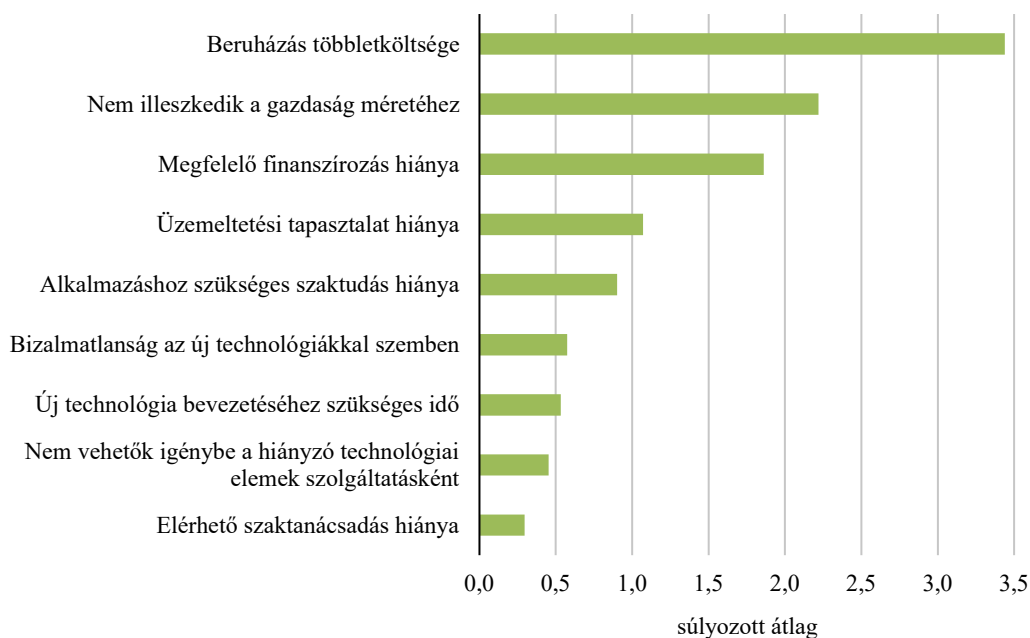
52. ábra: A precíziós gazdálkodás elterjedését gátló tényezők alakulása, 2016 (N=460)



Forrás: A 2016. évi kérdőíves felmérés adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

A 2018. évi felmérés alapján a legfőbb tényezők sorrendje súlyozott átlag alapján a következőképpen módosul. Az első három helyen továbbra is a beruházás többletköltsége, a gazdaság méretéhez való illeszkedés problematikája és a megfelelő finanszírozás hiánya áll (53. ábra). Az alkalmazáshoz szükséges szaktudás hiányánál nagyobb gátat jelent az üzemeltetési tapasztalat hiánya. A gazdálkodók fontossági sorrendje alapján kevésbé bizonyult hangsúlyosnak, hogy nem vehetők igénybe a technológiai elemek szolgáltatásként.

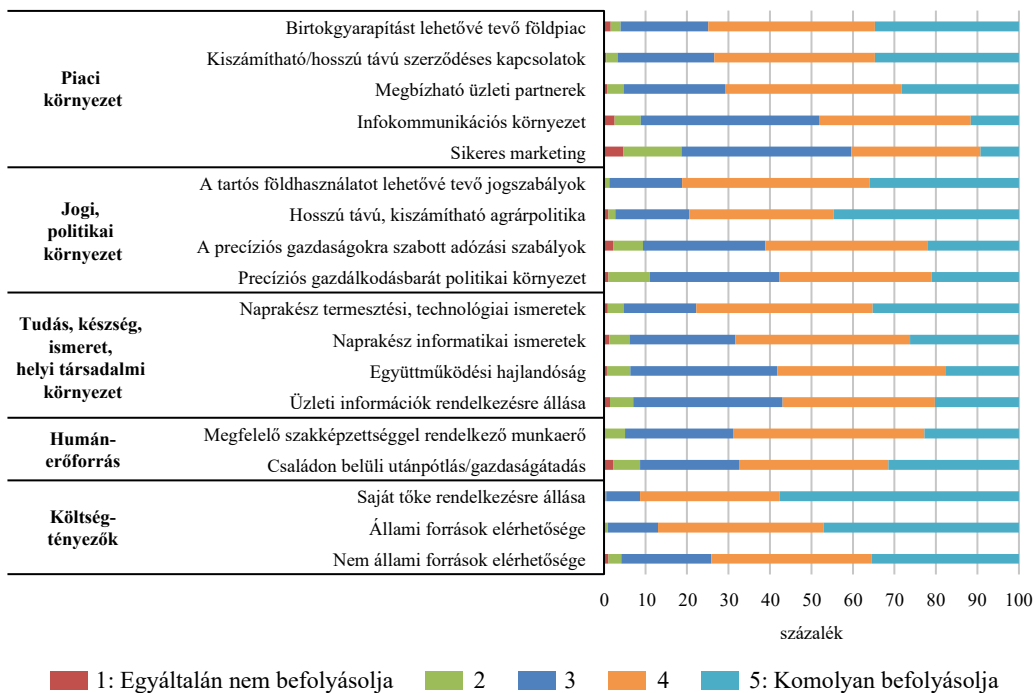
53. ábra: A precíziós gazdálkodás elterjedését gátló tényezők súlyozott átlag alapján, 2018 (N=557)



Forrás: A 2018. évi kérdőíves felmérés adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

A fentiekben említett gátló, illetve elterjedést segítő tényezők mellett a gazdaságok rangsorolták néhány **társadalmi, gazdasági, jogi tényezőnek** a precíziós gazdálkodás fejlődésében betöltött **szerpét**. A kérdőívben felsorolt tényezők közül a válaszadók többsége szerint a költségtényezők, azon belül is a saját tőke és az állami források rendelkezésre állása befolyásolja leginkább a precíziós gazdálkodás elterjedését. A széles körű adaptációt a költségtényezőknél kisebb mértékben ugyan, de jelentősen befolyásolja a válaszadók szerint a jogi, politikai környezet. Azon belül is a tartós földhasználat biztonságát lehetővé tevő jogszabályok kialakítása (81,2 százalék) és a hosszú távú, kiszámítható agrárpolitika (79,4 százalék) (54. ábra). A termelők 61,1 százaléka a méltányos, a precíziós gazdaságokra szabott adózási szabályokat preferálná a precíziós gazdálkodásra való áttérés ösztönzésére, 57,7 százaléka a politikai környezet precíziós gazdálkodásbarátta tételében látja a szélesebb körű elterjedés lehetőségét. A humánerőforrásnak, illetve a helyi társadalmi környezet tudásának, készségeinek és ismereteinek befolyásoló hatásáról szinte azonosan vélekedtek a termelők. Előbbi esetben a gazdaságátadás problematikáját és a megfelelő képzettséggel rendelkező munkaerő meglétét/hiányát tartják az elterjedést leginkább befolyásoló tényezőnek, miközben a piaci környezetnél a birtokgyarapítást lehetővé tevő földpiacot, a kiszámítható és hosszú távú szerződéses kapcsolatokat és a megbízható üzleti partnereket azonosították.

54. ábra: A precíziós gazdálkodás elterjedését befolyásoló tényezők, 2018 (N=553)



Forrás: A 2018. évi kérdőíves felmérés adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

## A precíziós gazdaságok részletes elemzése

### A technológiák adaptációja

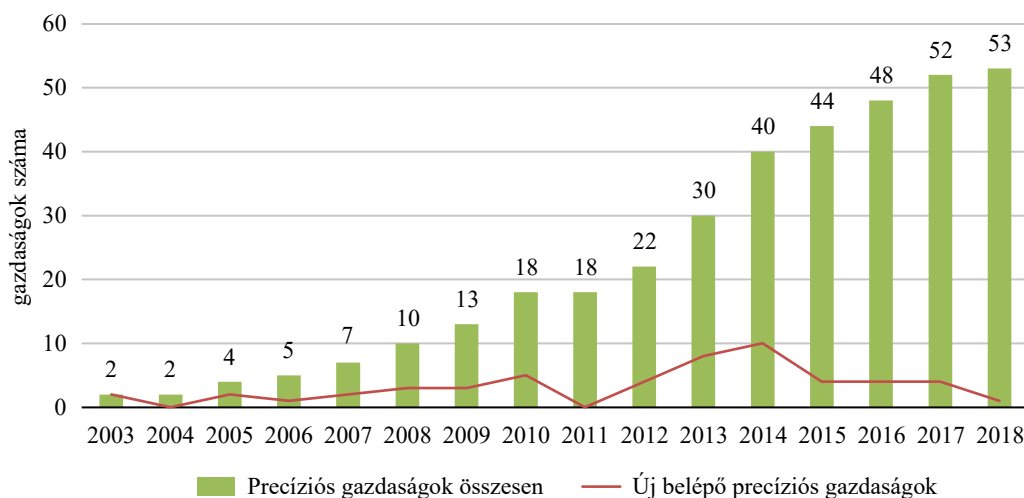
A precíziós technológiát alkalmazó gazdaságok száma a mintában az elmúlt 15 évben 54-re emelkedett, ebből a rendelkezésre álló adatok alapján 53 gazdaság esetében tudtuk beazonosítani az alkalmazás kezdeti évét. A precíziós tevékenységet legkorábban alkalmazó üzemek már 2003-ban megkezdtek az első technológiai elem alkalmazását (55. ábra). Közülük az egyik gazdaságban kezdetben hozamtérképezést és növényvédelmi felvételezést végeztek, majd precíziós talajminta-vételezés segítségével állapították meg a talaj szervesanyag-tartalmát és ez alapján készítettek tápanyag-kijuttatási tervet (56. ábra).

A tesztüzemi rendszerben lévő szántóföldi növénytermesztők körében a precíziós gazdálkodást végzők száma 2012-ben indult jelentős növekedésnek, és a 2013-as és a 2014-es években volt a legdinamikusabb: a két évben együttesen 18 gazdaság fogott bele a precíziós technológia alkalmazásába. Az adaptáció csökkenő tendenciát mutat az elmúlt öt évet figyelembe véve: ebben az időszakban összesen 13 gazdaság kezdte meg a precíziós gazdálkodást. A „robbanásszerű” elterjedés továbbra is várat magára (55. ábra).

A precíziós technológiákat adaptáló üzemek számához hasonlóan a precíziós tevékenységek esetében is a 2012-es év jelentette az áttörést (56. ábra). Mivel az egyes tevékenységek bevezetésének évéről 6 gazdaság nem nyilatkozott, ezáltal 48 üzemen vizsgáltuk a tevékenységek elterjedését. A mintában szereplő precíziós gazdaságok körében újonnan bevezetett precíziós tevékenységek száma a 2012-es évtől kezdődően ugrásszerűen növekedett: míg a 48 gazdaság együttesen 2011-ig bezárólag évente legfeljebb 10 tevékenységet adaptált, addig a bevezetések száma a 2012-es évet

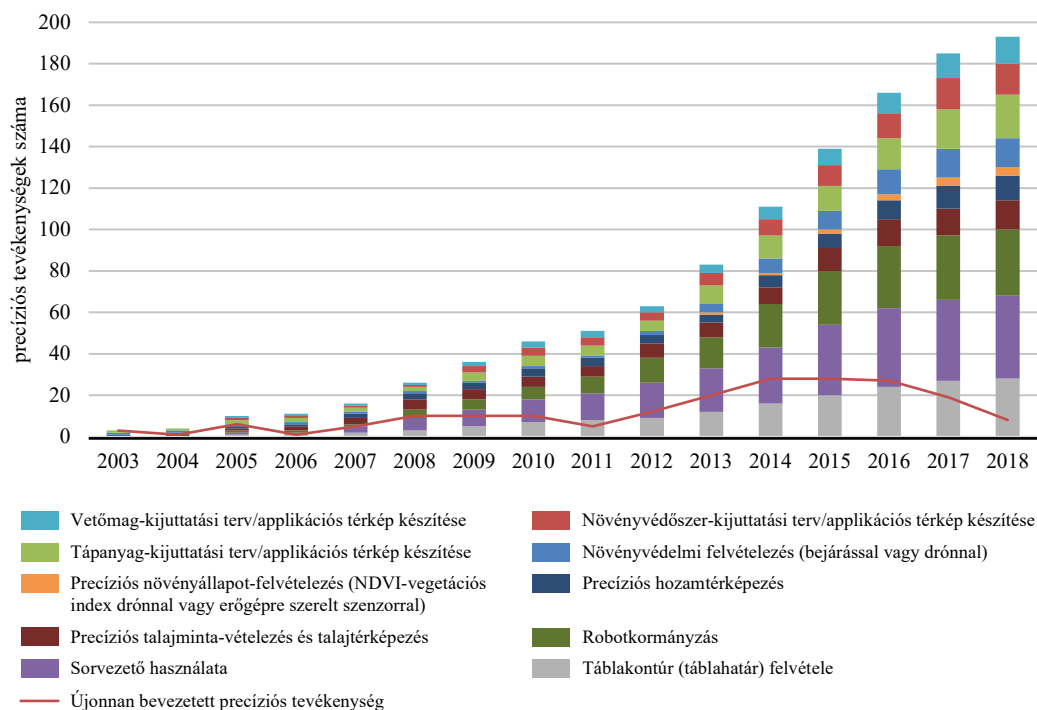
követően átlagosan 20 tevékenységre bővült. Mivel a sorvezető és a robotkormányzás használata, illetve a táblakontúr felvétele a precíziós gazdálkodás alapvető feltétele, a gazdaságok többsége alkalmazta azokat.

55. ábra: **Precíziós szántóföldi növénytermesztő gazdaságok számának alakulása 2003–2018 között**



Forrás: A 2018. évi kérdőíves felmérés adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

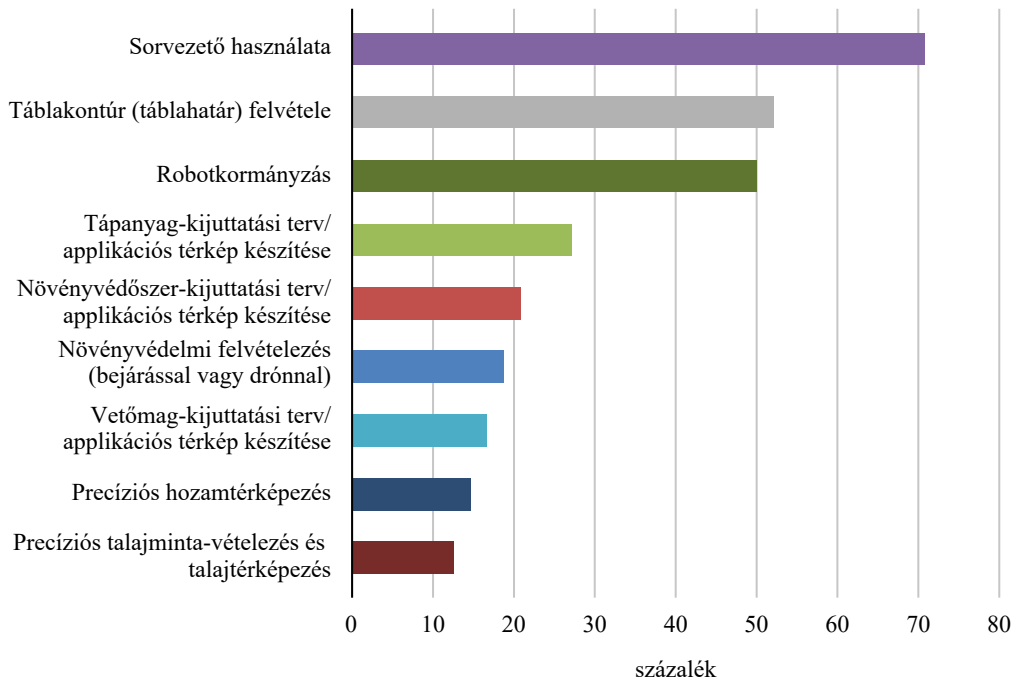
56. ábra: **Precíziós tevékenységek elterjedése (N=48)**



Forrás: A 2018. évi kérdőíves felmérés adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

A precíziós gazdaságok jellemzően (70,8 százaléka) a sorvezető használatát jelölték meg elsőként a technológiai elemek adaptációjánál (57. ábra). Ezt követte a táblakontúr felvétele, amelyet az üzemek 52,1 százaléka elsőként vezetett be, majd a robotkormányzás, amellyel a kitöltők fele kezdett bele a precíziós gazdálkodásba. A tápanyag-kijuttatási terv, és/vagy applikációs térkép készítése a precíziós gazdaságok 27,1 százalékánál első elemként került bevezetésre. Fontos megjegyezni azonban, hogy a gazdaságok fele három, vagy annál is több tevékenységgel fogott hozzá a precíziós gazdálkodáshoz. Azon belül is jelentős volt a három elemet elsőként alkalmazók aránya (45,8 százalék), emellett a kezdetben hat-hét tevékenységet ugyanazon évben adaptáló gazdaságok aránya együttesen 25,0 százalékot tett ki. A válaszadók 29,2 százaléka kezdett egy tevékenységgel, 20,8 százaléka pedig kettőt adaptált a bevezetés évében.

57. ábra: A vizsgált gazdaságok által elsőként bevezetett precíziós tevékenységek (N=48)

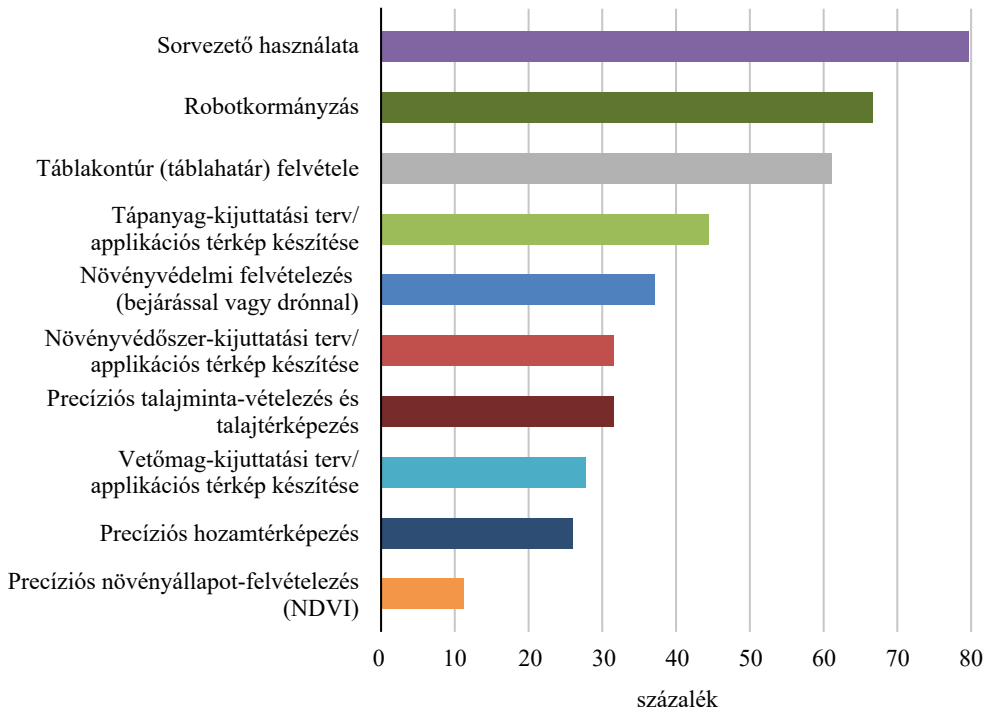


Forrás: A 2018. évi kérdőíves felmérés adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

A precíziós tevékenységek közül 2018-ban a leggyakoribb elemnek a sorvezető, illetve a robotkormányzás használata bizonyult (58. ábra). Előbbit a válaszadó üzemek mintegy 80 százaléka, utóbbit a kitöltők kétharmada alkalmazta. Akik nem alkalmaztak sorvezetőt, azok jellemzően a táblák között és nem a táblán belül differenciálták az inputanyagok kijuttatását, kisebb arányban pedig robotkormányzást használtak. Táblakontúr felvételét a válaszadók 61,1 százaléka jelölte meg, tápanyag-kijuttatási tervet, illetve applikációs térképet pedig 44,4 százalékuk készített. Növényvédelmi felvételezést a gazdaságok 37,0 százaléka végzett. Precíziós talajminta-vételezést és talajtérképezést, illetve növényvédőszer-kijuttatási tervet és/vagy applikációs térképet a kitöltők azonos aránya, 31,5 százaléka készített a 2018-as évben. A vetőmag-kijuttatási terv és/vagy térkép készítése, illetve a precíziós hozamtérképezés voltak a ritkábban alkalmazott elemek, előbbit a válaszadók 27,8 százaléka, utóbbit 25,9 százaléka végzett a vizsgált időszakban. A hozamtérképezés kevésbé gyakori alkalmazása a korábbi hazai felmérésekkel is összhangban áll.



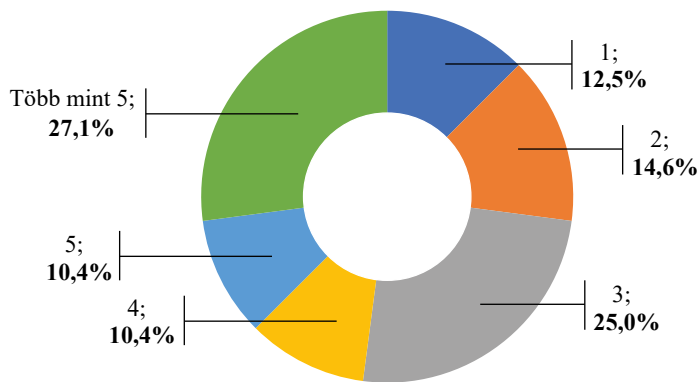
58. ábra: A vizsgált gazdaságok által alkalmazott precíziós tevékenységek, 2018 (N=48)



Forrás: A 2018. évi kérdőíves felmérés adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

A felmérésben szereplő üzemek csaknem fele (47,9 százaléka) négy, vagy annál is több precíziós tevékenységet vezetett be a gazdaságában (59. ábra). Azon belül is a precíziós szántóföldi növénytermesztők 27,1 százaléka több mint öt tevékenységet is adaptált. A gazdaságok egynegyede három, 14,6 százaléka pedig kettő precíziós tevékenységet alkalmazott, miközben a válaszadók 12,5 százaléka csupán egy elemet vezetett be a 2018-as évvel bezárólag.

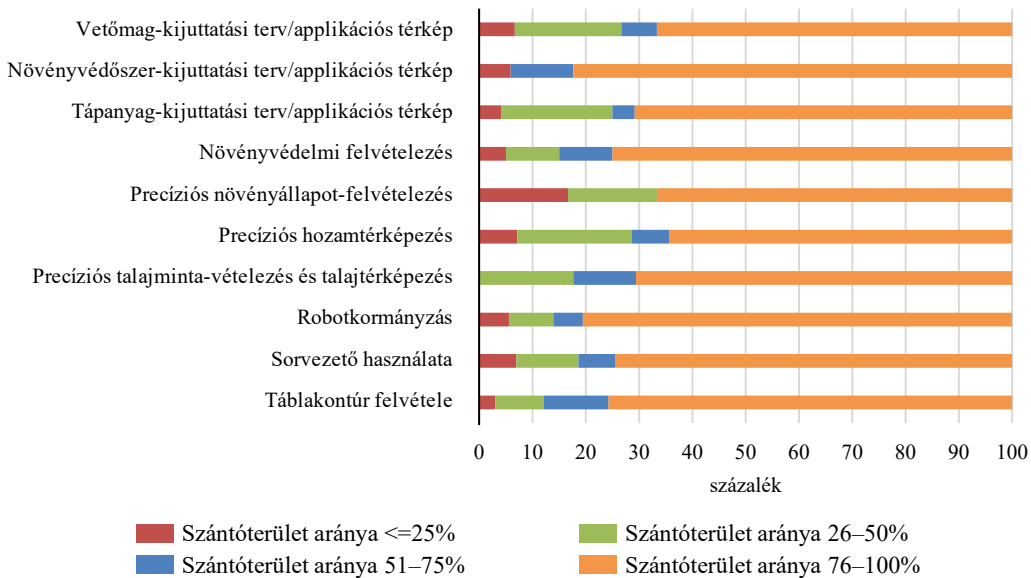
59. ábra: Precíziós gazdaságok által átlagosan alkalmazott tevékenységek száma, 2018 (N=48)



Forrás: A 2018. évi kérdőíves felmérés adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

A 2018-ban precíziós technológiát alkalmazó gazdaságok zömére jellemző, hogy a precíziós tevékenységet szántóterületük több mint háromnegyedén végzik (60. ábra).

60. ábra: **Precíziósan művelt szántóterület aránya az üzemekben az egyes technológiai elemek esetén, 2018 (N=54)**



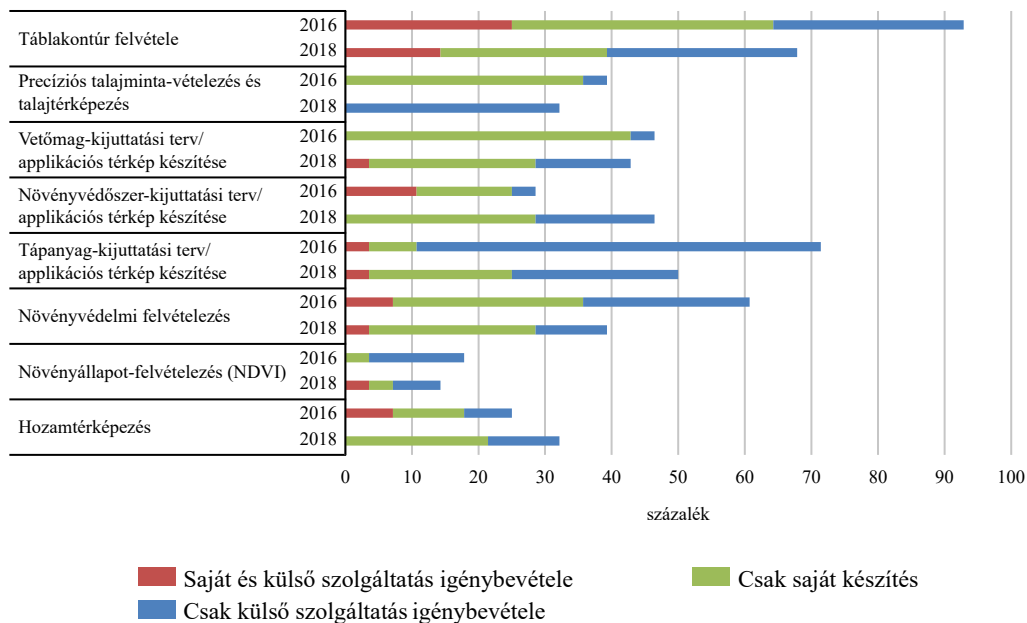
Forrás: A 2018. évi kérdőíves felmérés adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

A precíziós gazdaság között 28 olyan van, amely mindkét felmérésben szerepelt, így ezek körében mélyebb elemzésre nyílt lehetőség. Esetükben vizsgáltuk a saját maguk által elvégzett, illetve a szolgáltatásként igénybe vett precíziós tevékenységek arányának és a technológia üzemre gyakorolt hatásának változását is.

A precíziós tevékenységek tekintetében látható, hogy azok aránya, amelyek nem szorulnak folyamatos alkalmazásra – például a táblakontúr felvételét elegendő kezdetben elvégezni, ezt követően már csak akkor szükséges új táblahatárt felvételezni, amennyiben az módosult –, csökkent 2018-ban. Ezzel szemben a hozamtérképezés aránya 25 százalékról 32,1 százalékra nőtt a gazdaságok körében (61. ábra). Egyre több gazdaság készítette saját maga a hozamtérképét. A kijuttatási térképek közül a növényvédőszer-kijuttatási térkép készítését a gazdaságok már közel fele (46,4 százalék), míg 2016-ban még csupán 28,6 százaléka végezte. Azon belül is leginkább a saját készítést helyezték előtérbe. Tápanyag-kijuttatási tervet a gazdálkodók fele készített 2018-ban, korábban ez az arány 71,4 százalék volt. A csökkenés oka vélhetően az, hogy a tápanyag-kijuttatási terv készítéséhez szükséges talajminta-vételezés csak ötévente kötelező, így a menedzsmentzónákat sem változtatják éves gyakorisággal a termelők.

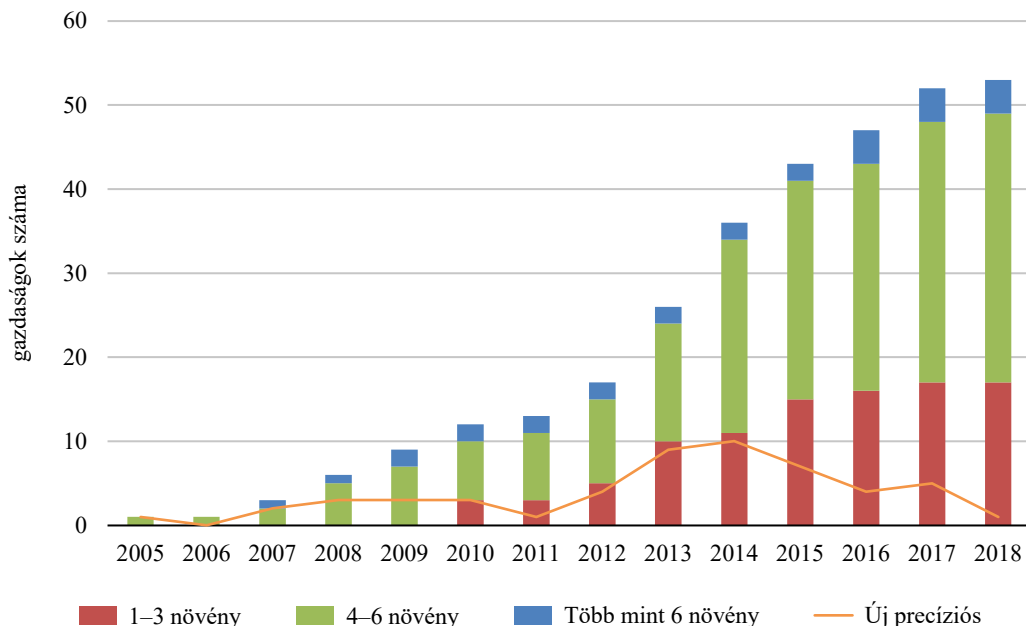
A 2018-ban precíziós technológiát alkalmazó 53 gazdaság esetében megállapítható, hogy a technológiát bevezető gazdaságok többségében (60,4 százalék) 4–6 növénykultúra együttes termesztésében kezdték meg a technológia alkalmazását. Az üzemek további 32,1 százaléka 1–3 növénykultúra termesztésében alkalmazott először valamely precíziós technológiai elemet. Az 53 gazdaság közül mindössze 4 gazdaság kezdett bele a precíziós technológia adaptálásába egyszerre több mint 6 növénykultúrában (62. ábra). A precíziós tevékenységek első bevezetői nem azonosították, hogy mely növénykultúrában alkalmazták azt, így a kezdetben termesztett növénykultúrák számának megállapításánál ezek az évek nem kerültek figyelembevételre.

61. ábra: **Precíziós tevékenységek saját végrehajtásban és külső szolgáltatás igénybevételével (N=28 [2016]; N=28 [2018])**



Forrás: Kérdőíves felmérések adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

62. ábra: **A precíziós növénytermesztés bevezetésének éve és a precíziós technológiával termesztett növénykultúrák számának alakulása (N=53)**



Megjegyzés: Az ábrán szereplő precíziós gazdaságok száma eltér az összes precíziós technológiát alkalmazó üzemek számától, ami abból adódik, hogy egy üzem esetében nem lehetett megállapítani a bevezetés évét.

Forrás: A 2018. évi kérdőíves felmérés adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

A 2016. évi felmérésben szereplő 45 precíziós gazdaságból 35 termesztett kukoricát, 38 őszi búzát és 32 napraforgót precíziós technológiával. Ez a 2018. évi felmérés alapján a következőképpen alakult: az 54 gazdaság több mint 80 százaléka (47 üzem) a kukoricában, 46 gazdaság az őszi búzában és 44 üzem a napraforgó termesztésében alkalmazott precíziós technológiai elemet a 2016/2017. gazdálkodási évben (3. táblázat). A gazdaságok több mint fele az őszi káposztarepcét, 37 százaléka pedig az őszi árpát művelte precíziósan. A felmérésben szereplő szántóföldi növénytermesztők által precíziósan művelt terület – a korábbi 16,5 ezer hektárt meghaladva – összesen mintegy 27 ezer hektárt tett ki, melynek a 87,8 százalékát a négy fő növénykultúra adta.

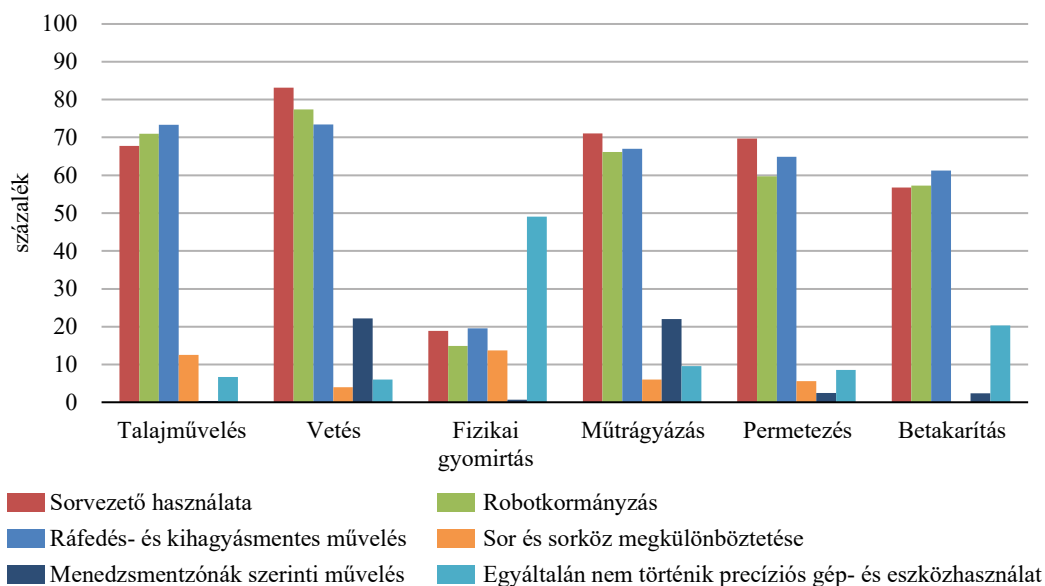
3. táblázat: **Precíziós technológiával termesztett növénykultúrák és művelt területük a két felmérés idején**

Termesztett növénykultúra	Precíziós technológiát alkalmazó üzemek száma (darab)			Precíziós gazdálkodással művelt terület (hektár)		
	2016	2018	Eltérés	2015/2016.	2016/2017.	Eltérés
				gazdálkodási év	gazdálkodási év	
Kukorica	35	47	12	4 019	7 381	3 362
Őszi búza	38	46	8	4 161	7 868	3 707
Napraforgó	32	44	12	2 795	4 311	1 516
Őszi káposztarepce	20	30	10	2 016	4 106	2 090
Őszi árpa	15	20	5	825	1 934	1 109
Szója	6	6	0	516	107	-409
Csemegekukorica	2	5	3	360	349	-11
Tritikálé	2	4	2	63	190	127
Cukorrépa	4	4	0	233	165	-68
Tavaszi árpa	3	3	0	888	157	-731
Egyéb szántóföldi növény	14	10	-4	627	375	-252
<b>Összesen</b>	<b>45</b>	<b>54</b>	<b>9</b>	<b>16 503</b>	<b>26 942</b>	<b>10 439</b>

Forrás: Kérdőíves felmérések adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

A kukorica vetésterületének közel háromnegyedén a talajművelés esetében ráfedés- és kihagyásmentes művelést alkalmaztak a gazdaságok, 70,1 százalékát robotkormányzással művelték és 67,8 százalékán sorvezetőt használtak (63. ábra). A vetésben ennél is magasabb arányban alkalmazták a három technológiai elemet. A menedzsmenzónák szerinti differenciált tőszámú vetést a gazdaságok által művelt összes kukoricaterület 22,2 százalékán alkalmazták. A mechanikai gyomirtás során a művelt területek mintegy felén nem történt precíziós gép- és eszközhasználat, megközelítőleg 20 százalékán ráfedés- és kihagyásmentes művelést alkalmaztak, 13,7 százalékán sor- és sorköz-megkülönböztetést végeztek. A kukorica esetében a differenciált műtrágyázás volt még jellemző, a teljes vetésterület 22,0 százalékán alkalmazták.

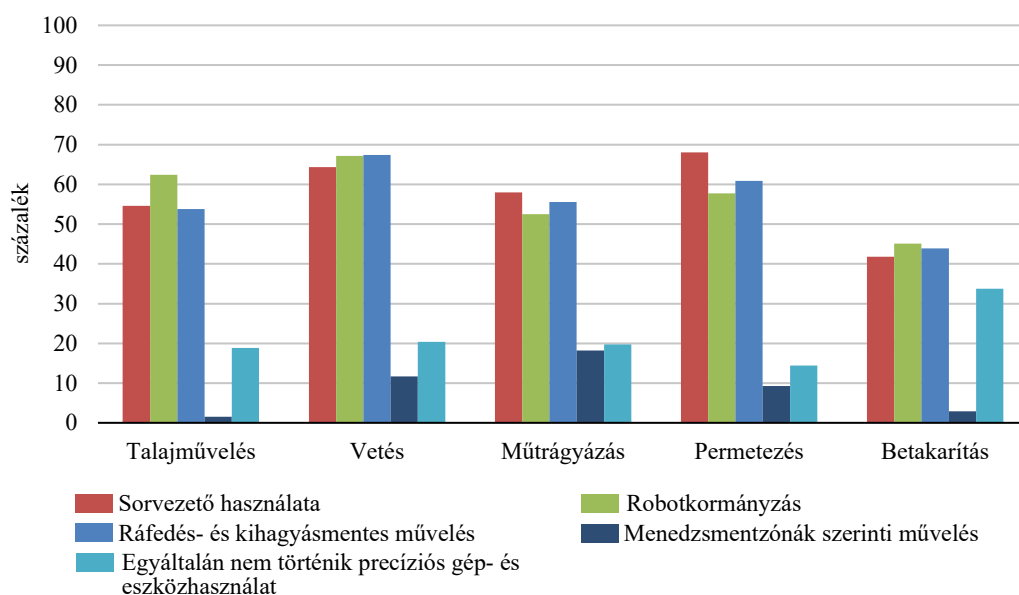
63. ábra: **Precíziós tevékenységek/eszközök alkalmazása az agrotechnikai műveletek során a kukoricánál, 2018 (N=47)**



Forrás: A 2018. évi kérdőíves felmérés adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

Az őszi búzánál a precíziós tevékenységek, illetve eszközök alkalmazása már alacsonyabb arányban volt jelen: differenciált vetést a terület mindössze 11,7 százalékán, változtatható mennyiségű és/vagy összetételű műtrágyázást pedig már csak a vetésterület 18,3 százalékán végeztek (64. ábra).

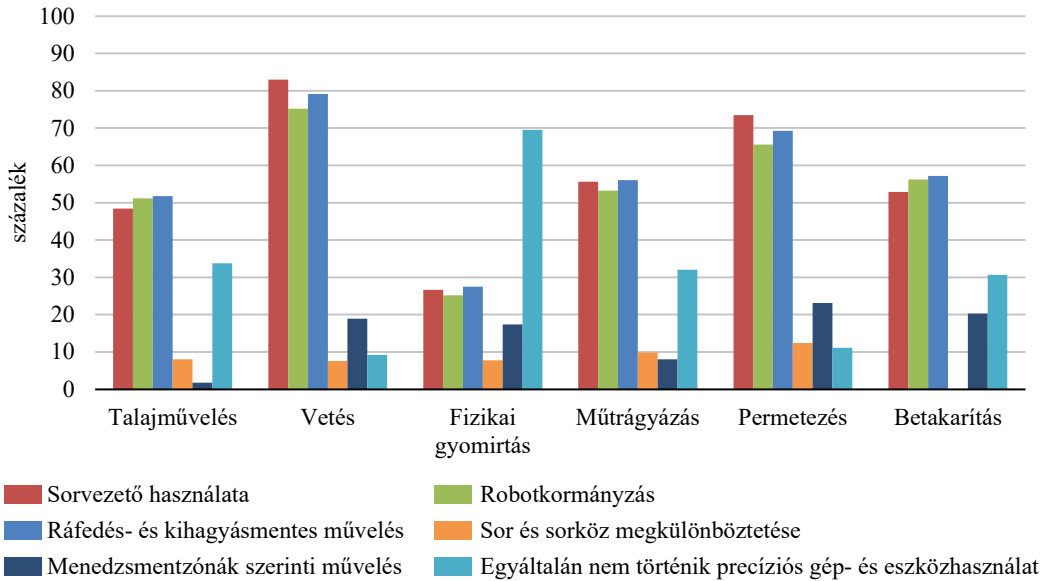
64. ábra: **Precíziós tevékenységek/eszközök alkalmazása az agrotechnikai műveletek során az őszi búzánál, 2018 (N=46)**



Forrás: A 2018. évi kérdőíves felmérés adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

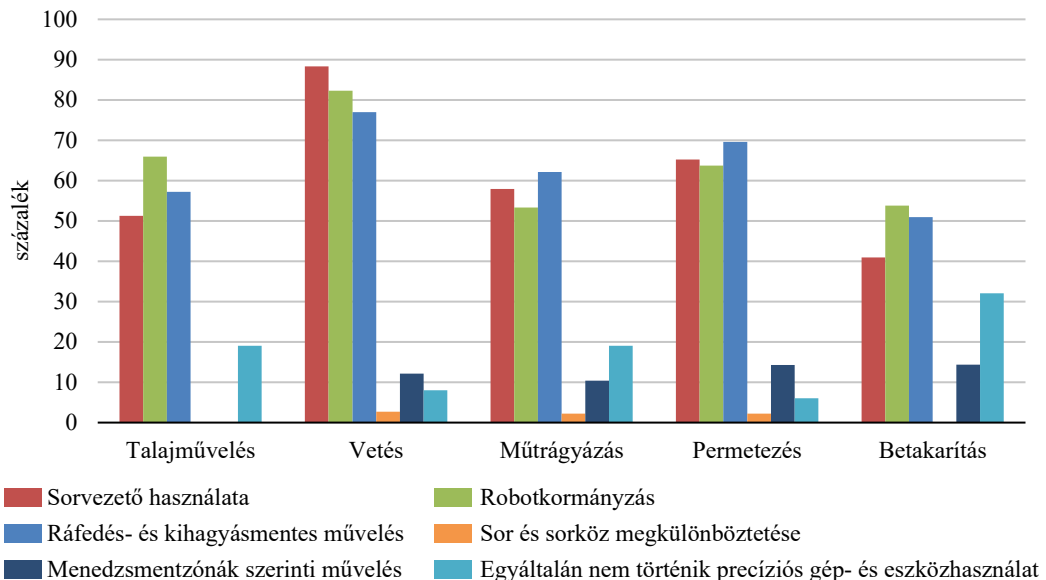
Az őszi káposztarepcében és a napraforgóban nagyobb arányú volt menedzsmentzónák szerinti permetezés, a vetésterület 14,3, illetve 23,1 százalékán valósult meg (65–66. ábra).

65. ábra: **Precíziós tevékenységek/eszközök alkalmazása az agrotechnikai műveletek során a napraforgónál, 2018 (N=44)**



Forrás: A 2018. évi kérdőíves felmérés adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

66. ábra: **Precíziós tevékenységek/eszközök alkalmazása az agrotechnikai műveletek során az őszi káposztarepcénél, 2018 (N=30)**

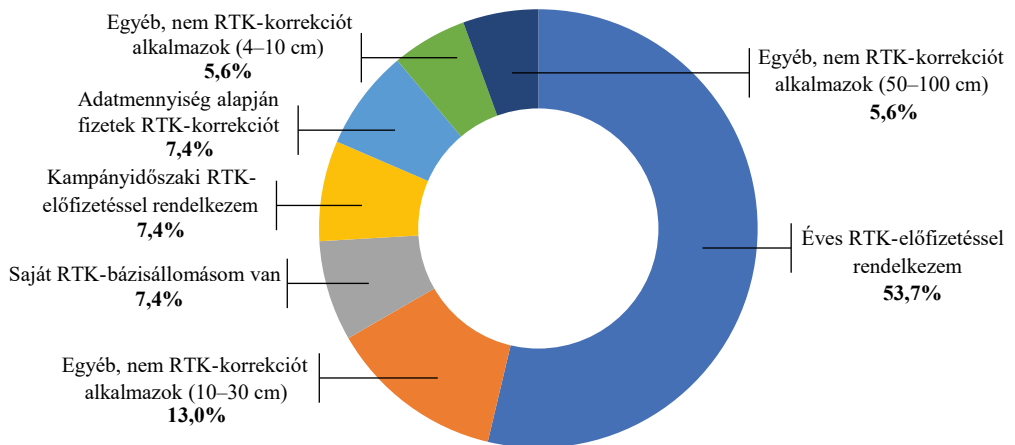


Forrás: A 2018. évi kérdőíves felmérés adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

## Műszaki háttér

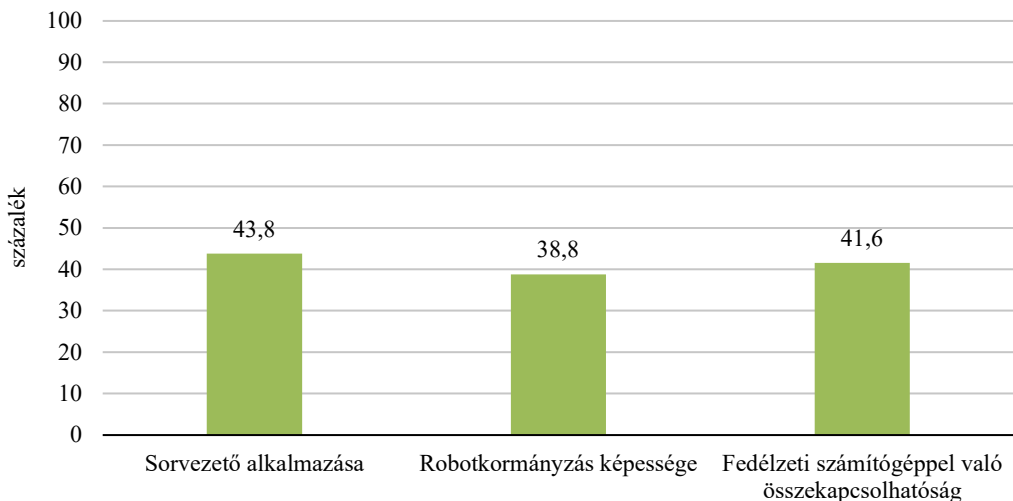
A felmérésben szereplő 54 gazdaság zöme a  $\pm 2$  centiméter pontosságú művelést – azaz az RTK-jel vételét – éves előfizetéssel valósítja meg (67. ábra). Mindössze 4 termelő rendelkezik saját RTK-bázisállomással, ugyanennyi kampányidőszaki előfizetéssel, valamint 4 termelő adatmennyiség alapján fizet RTK-korrekciót. 13 termelő RTK helyett más korrekciót alkalmaz, akik közül 3 gazdaság 4–10 centiméter, 7 üzem 10–30 centiméter és további 3 gazdaság 50–100 centiméter pontosságú művelésre képes.

67. ábra: **GPS-jelkorrekciók alkalmazásának megoszlása a precíziós gazdaságok körében, 2018 (N=54)**



Forrás: A 2018. évi kérdőíves felmérés adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

68. ábra: **Precíziós munkavégzésre alkalmas erőgépek aránya az üzemben használt összes géphez viszonyítva, 2018 (N=54)**

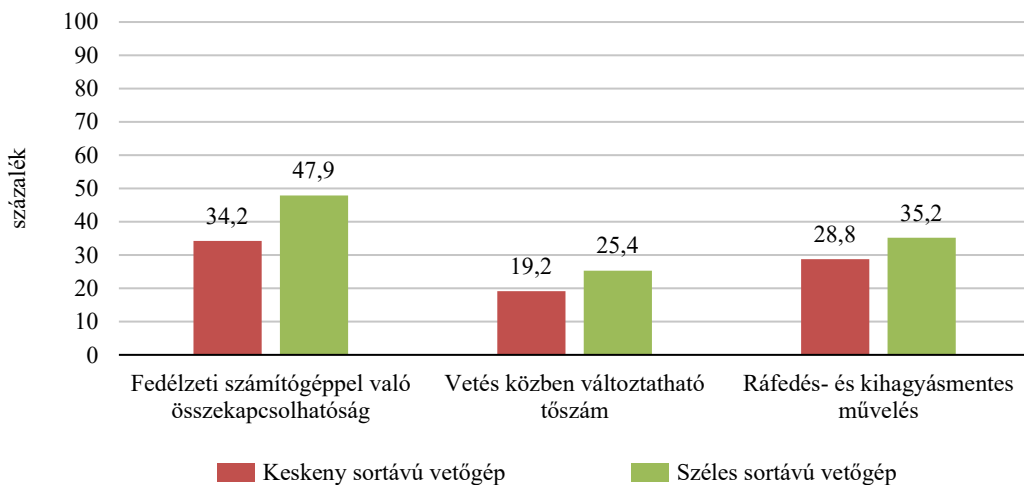


Forrás: A 2018. évi kérdőíves felmérés adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

Az 54 gazdaság összesen 320 erőgéppel rendelkezett. Az erőgépek 43,8 százaléka sorvezetővel ellátott, 41,6 százaléka fedélzeti számítógéppel összekapcsolható, 38,8 százaléka pedig robotkormányzásra képes (68. ábra).

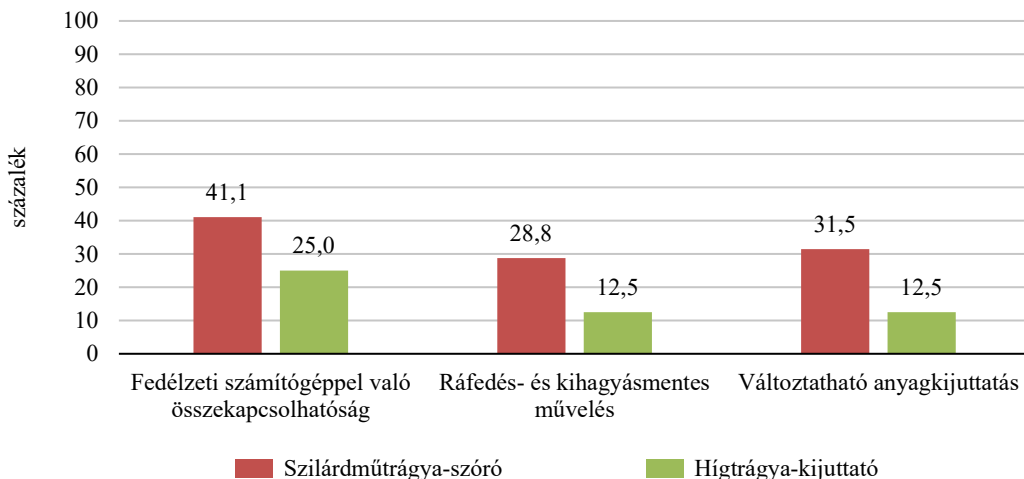
A precíziós gazdaságok együttesen 71 darab széles és 73 darab keskeny sortávú vetőgépet használtak (bérelt és saját gép egyaránt). A széles sortávú vetőgépek közel fele (47,9 százalék), a keskeny sortávúaknak több mint egyharmada kapcsolható össze fedélzeti számítógéppel. Előbbi 35,2 százaléka, utóbbi 28,8 százaléka képes a ráfedés- és kihagyásmentes művelésre, ezáltal a többletkijuttatás kizárhatóságára. A széles sortávú vetőgépek egynegyede, a keskeny sortávúak 19,2 százaléka képes a differenciált tőszámú vetésre (69. ábra).

69. ábra: **Precíziós vetőgépek aránya az üzemben használt összes géphez viszonyítva, 2018 (N=54)**



Forrás: A 2018. évi kérdőíves felmérés adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

70. ábra: **Precíziós műtrágyaszórók aránya az üzemben használt összes géphez viszonyítva, 2018 (N=54)**



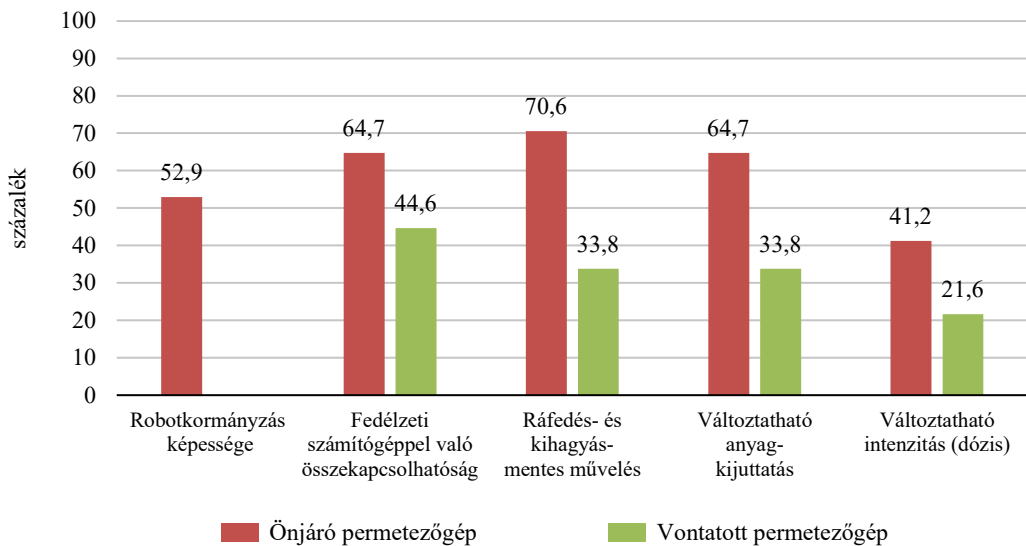
Forrás: A 2018. évi kérdőíves felmérés adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán



A 73 darab szilárd műtrágya kijuttatására alkalmas műtrágyaszóróból 30 fedélzeti számítógéppel való összekapcsolásra alkalmas, 23 munkafolyamat közben tudja változtatni a kijuttatott műtrágya mennyiségét, és 21 rendelkezik a többlet anyagkijuttatást eredményező ráfedés, illetve a művelésből kimaradó területek minimalizálásának képességével. Az üzemeknél lévő összesen 8 darab hígrágya-kijuttatásra alkalmas munkagép egynegyede kapcsolható össze fedélzeti számítógéppel, 12,5 százaléka képes a ráfedések kiküszöbölésére és ugyanekkora hányada a változtatható mennyiségű anyagkijuttatásra (70. ábra).

A permetezőgépek közül kizárólag az önjáró permetezőgép képes önmagában a robotkormányzásra, míg a vontatott permetezőgép esetében az erőgép végzi ezt a feladatot. A 13 darab önjáró permetező több mint fele van ellátva robotkormányval, a ráfedések elkerülésére pedig már a gépek 70,6 százaléka képes sorvezető használatával (71. ábra). Fedélzeti számítógéppel az önjáró permetezők 64,7 százaléka kapcsolható össze és ugyanennyi képes a kijuttatott szer anyagának differenciálására (pl. egyszikű- és/vagy kétszikű gyomok elleni permetezés), továbbá 41,2 százaléka az intenzitás (lémennyiség) változtatására ad lehetőséget a munkafolyamat közben. A 74 darab vontatott permetezőgép kisebb arányban rendelkezik precíziós képességekkel, viszont számuk az önjárókénak több mint négyszerese.

71. ábra: **Precíziós permetezőgépek aránya az üzemben használt összes géphez viszonyítva, 2018 (N=54)**



Forrás: A 2018. évi kérdőíves felmérés adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

A 82 darab betakarítógép közel egyharmada kapcsolható össze fedélzeti számítógéppel, 28,0 százaléka robotkormányzásra képes és 23,2 százaléka hozamtérképezővel van ellátva.

Az 54 precíziós gazdaság által használt 394 talajművelő gép még nem képes munka közben művelési mélység változtatására, azonban 11,2 százalékuk összekapcsolható fedélzeti számítógéppel.

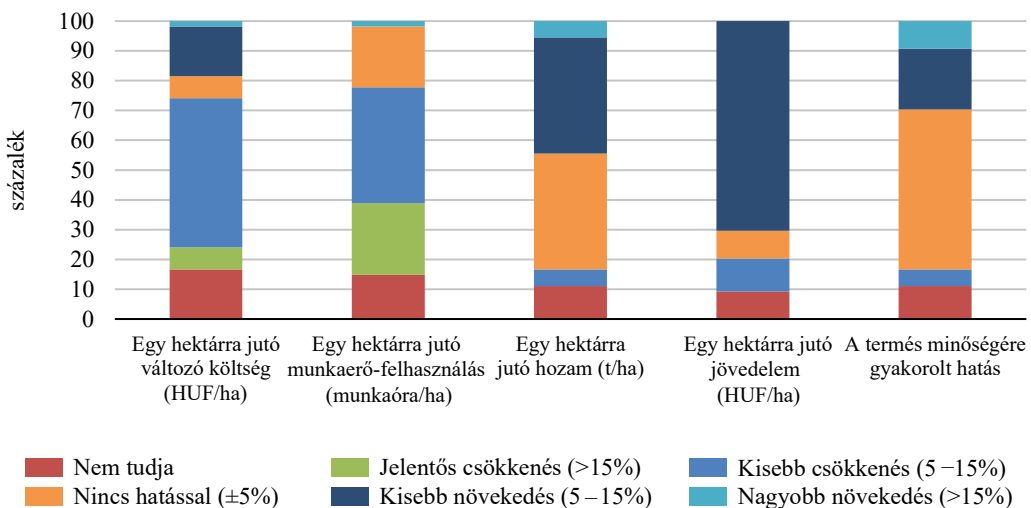
Szükségszerű megemlíteni, hogy a gépek fedélzeti számítógéppel való összekapcsolhatóságát a válaszadók eltérően értelmezheték, ugyanis a munkagépeket többféle módon lehet vezérelni. Nem derül ki a válaszokból, hogy a gazdaságban használt precíziós munkagép külső vezérlő jel fogadására alkalmas, avagy önálló szakaszvezérlésre, vagy dózisszabályozásra, esetleg ISOBUS vezérlésre képes. A külső vezérlő jel fogadása esetén a GPS-es monitor küld utasítást a munkagépnek, hogy mikor nyissa/zárja a szakaszokat, vagy mekkora dózist juttasson ki. Az önálló szakaszvezérlés esetén

a munkagép kizárólag GPS-információt fogad külső GPS-vevőtől. Az ISOBUS-képes munkagép esetén pedig a Task Controller funkció segítségével végzi a munkagép a szakasz- vagy tervalapú dózisszabályozást.

### A technológia bevezetésének hatása

A precíziós technológia alkalmazása a gazdaságok esetében eltérő hatást gyakorolt az egy hektárra jutó változó költségre, a munkaerő-felhasználásra, a hozamra, a jövedelemre és a termés minőségére. A precíziós szántóföldi növénytermesztő gazdaságok fele kisebb mértékű csökkenést tapasztalt az egy hektárra jutó változó költségekben és további 7,4 százaléka számolt be a költségek jelentős mértékű csökkenéséről (72. ábra). Hasonló arányt képviseltek azok a termelők, akik szerint a precíziós technológia a változó költségre nem volt hatással. A szakirodalommal is összhangban áll az a megállapítás, miszerint a precíziós gazdálkodásra való átállás az inputanyagköltségek növekedését eredményezi az intenzitás emelkedésének okán: a termelők 16,7 százaléka kisebb mértékű, 1,9 százaléka jelentősebb növekedést tapasztalt a változó költségekben. A precíziós technológiák alkalmazása a munkaerő-felhasználás tekintetében a gazdaságok 63,0 százalékában csökkenést eredményezett, 20,4 százaléka semmilyen változást nem tapasztalt a hektárra vetített munkaórában. A precíziós gazdálkodás a termelők 44,4 százalékánál hozamnövekedést indukált, 38,9 százaléka nem tapasztalt bővülést az egy hektárra jutó termésmennyiségben. A jövedelem esetében már sokkal egységesebb a termelői vélekedés: a gazdaságok 70,4 százalékának kisebb mértékben, azaz 5–15 százalékkal nőtt a jövedelme a precíziós technológiák alkalmazásával. A precíziós gazdálkodás a termelők több mint fele szerint a termés minőségére nem gyakorolt hatást, közel 30 százaléka szerint viszont javulást eredményezett a technológia.

72. ábra: A precíziós technológia üzemre gyakorolt hatásai, 2018 (N=54)

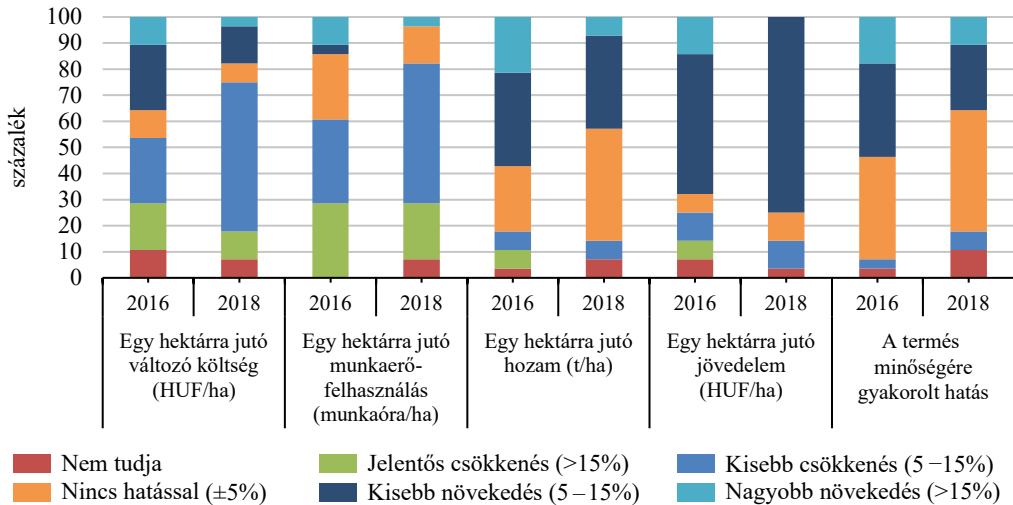


Forrás: A 2018. évi kérdőíves felmérés adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

A már legalább 3 éve precíziós gazdálkodást folytató üzemek mindössze 42,9 százaléka számolt be korábban az egy hektárra jutó változó költségekben tapasztalt kisebb mértékű vagy jelentősebb csökkenésről. 2018-ban azonban már a termelők több mint kétharmada érzékelt mérséklődést a változó költségekben (73. ábra). Ezen túlmenően a változó költségek növekedéséről beszámoló gazdák száma felére csökkent. A hektárra vetített munkaerő-felhasználás a termelők több mint fele szerint kisebb mértékben csökkent, 21,4 százalék szerint jelentős mértékű csökkenés volt tapasztalható a munkaóra tekintetében. A 2016-os felmérés alapján több gazdálkodó tapasztalt jelentős mértékű

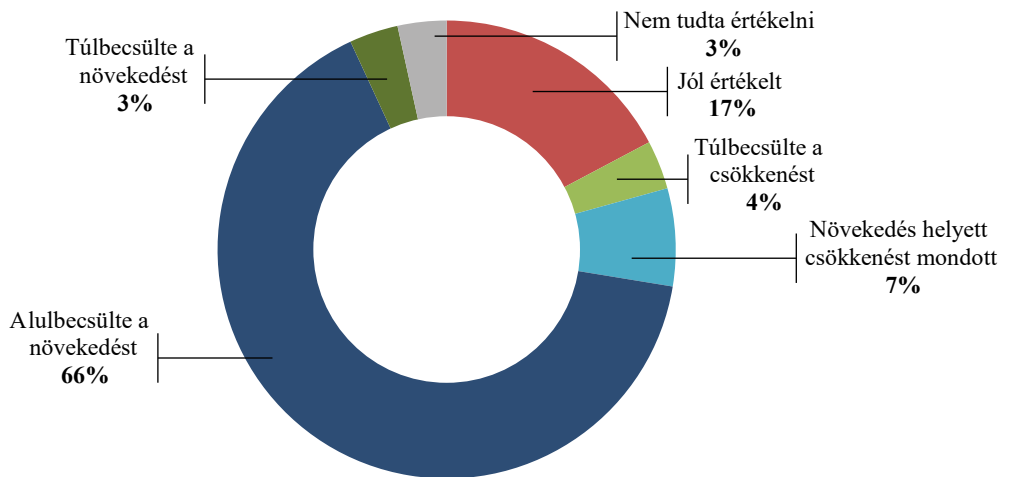
csökkenést, viszont kevesebben számoltak be kisebb mértékű csökkenésről. A gazdálkodók jövedelemről alkotott véleményében egyre nő az összhang: 75 százalékuk kisebb mértékű növekedést tapasztalt az egy hektárra jutó jövedelemben. Egyre több termelő vélekedik úgy, hogy a precíziós gazdálkodás a termés minőségére nem gyakorol hatást, emellett csökkent azon termelők száma, akik 2016-ban még minőségjavulásról számoltak be. Az egy hektárra jutó termésmennyiség esetében egyre több gazdálkodó számolt be arról, hogy a precíziós technológia alkalmazása nincs hatással annak növekedésére. Míg korábban a termelők több mint fele kisebb vagy nagyobb mértékű növekedésről adott számot, addig 2018-ban már mindössze 42,9 százalékra csökkent.

73. ábra: A precíziós technológia üzemre gyakorolt hatásai (N=28 [2016]; N=28 [2018])



Forrás: Kérdőíves felmérések adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

74. ábra: A hozamváltozás értékelésének viszonya a tesztüzemi adatokból számítható változáshoz képest (N=29)

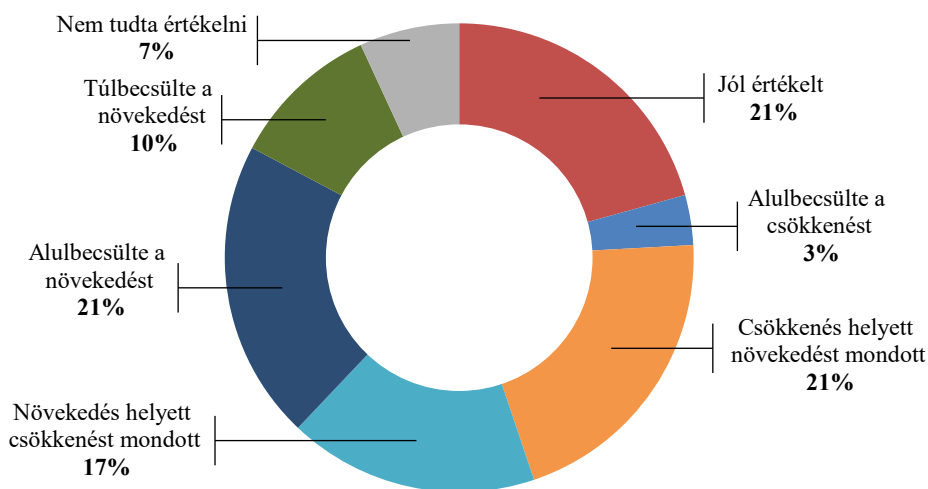


Forrás: Tesztüzemi adatok és a 2018. évi kérdőíves felmérés adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

A termelők véleményének ellenőrzésére a hozamok változására adott válaszaikat összehasonlítottuk a tesztüzemi rendszerben megadott adataikkal. Növényenként meghatároztuk a precíziós gazdálkodás bevezetését megelőző három év, valamint a precíziós gazdálkodásban eltöltött utolsó három év hozamának eltérését, ezeket a kérdőívben szereplő változási kategóriákba soroltuk, majd üzemenként átlagoltuk. Az így kapott értékeket a gazdálkodók véleményével összehasonlítva azt tapasztaltuk, hogy jellemzően alulértékelték a hozamok növekedését (74. ábra). Ennek lehetséges oka, hogy a válaszok során megpróbálták ténylegesen a precíziós technológiából adódó hatásokat becsülni, figyelmen kívül hagyva a más hatásoknak tulajdonítható változásokat, vagy a különböző növényeknél elért eltérő mértékű változások együttes értékelése okoz gondot számukra. Ezt érdemes a jövőben részletesebben vizsgálni.

Hasonló módon elemeztük az egy hektárra jutó jövedelem (ágazati eredmény) változására adott válaszaikat is. Ez esetben többen (21 százalék) értékelték helyesen, de ugyanilyen arányban alulbecsülték a jövedelem növekedését. Közel azonos azoknak az aránya is, akik a jövedelem növekedése helyett annak csökkenését jelölték meg, vagy éppen növekedést mondtak az adatokból kimutatható csökkenés helyett (75. ábra). Ezek a téves értékelések jellemzően azoknál tapasztalhatók, akiknél a különböző növényekre vonatkozóan nagyon eltérő eredmények adódtak, vagy a vizsgált évek között volt jelentős különbség.

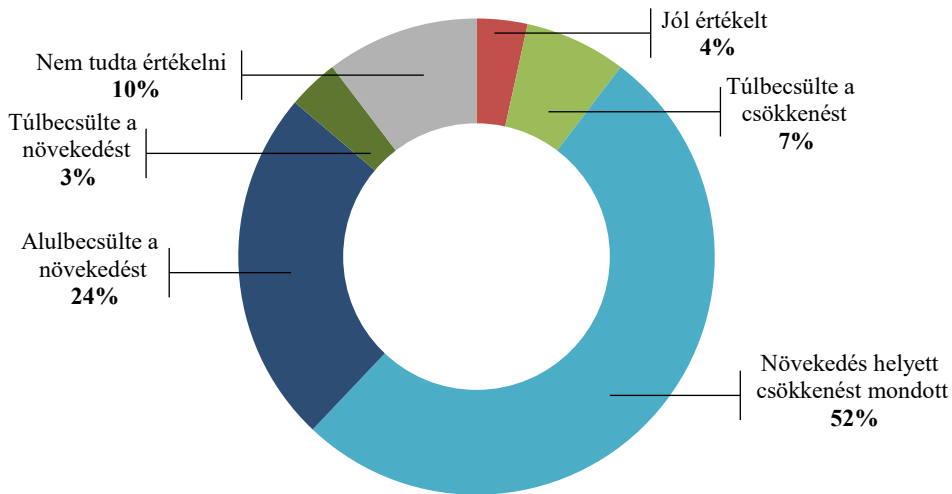
75. ábra: **A jövedelemváltozás értékelésének viszonya a tesztüzemi adatokból számítható változáshoz képest (N=29)**



Forrás: Tesztüzemi adatok és a 2018. évi kérdőíves felmérés adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

A változó költséggel kapcsolatban szinte senki nem azt jelölte meg, ami a tesztüzemi adatokból látható (76. ábra). Legtöbben a változó költség növekedése helyett annak csökkenését jelölték meg vagy alulbecsülték a növekedését. Több vizsgálat kimutatta, hogy a precíziós gazdálkodásra való áttérés sok esetben a változó költségek növekedésével jár, így a jelentős eltérés okát érdemes a továbbiakban vizsgálni. Egyik lehetséges ok, ha a gazdálkodók más tényezőket értettek a változó költségek alatt, mint amik a számításban szerepeltek, másrészt adódhat a nyilvántartási rendszerek hiányosságából (78. ábra).

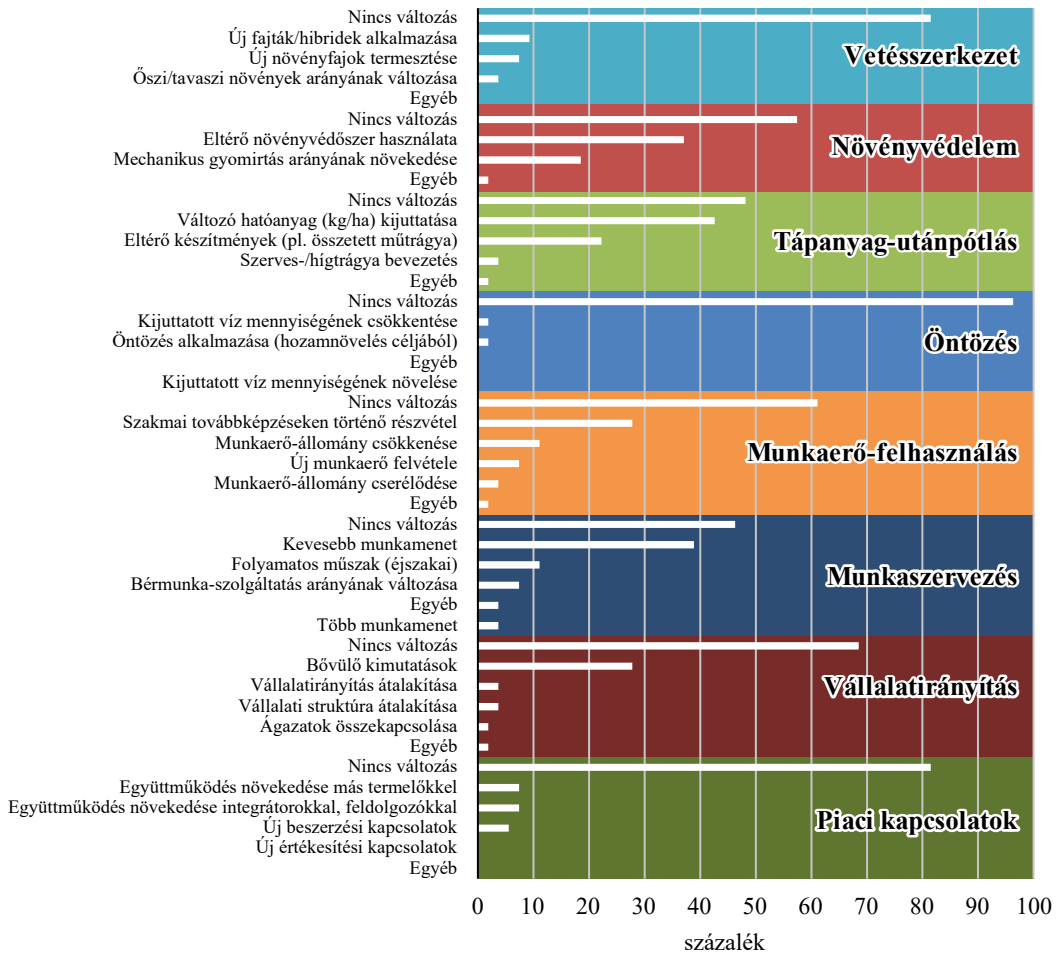
76. ábra: A változó költség értékelésének viszonya a tesztüzemi adatokból számítható változáshoz képest (N=29)



Forrás: Tesztüzemi adatok és a 2018. évi kérdőíves felmérés adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

A precíziós gazdálkodás bevezetése a gazdaságok zömében nem eredményezett változást a növénytermesztési gyakorlatban. Mindössze 5 gazdaság számolt be arról, hogy a vetésszerkezetében új fajtákat/hibrideket alkalmazott, 4 üzem pedig új növényfajok termesztésébe kezdett a technológia hatására. Az őszi-tavaszi növények arányának változása mindössze 2 gazdaságnál volt megfigyelhető. A növényvédelemben a termelők nagy részénél (több mint fele) nem történt változás, 37,0 százaléka a megszokottól eltérő növényvédő szert használt, 18,9 százaléka pedig növelte a mechanikus gyomirtás arányát (77. ábra). A precíziós gazdálkodás bevezetése a tápanyag-utánpótlás gyakorlatában már a gazdaságok 42,6 százalékában változó mennyiségű hatóanyag-kijuttatást eredményezett, 22,2 százaléka a korábban kijuttatottól eltérő készítményeket használt. A tápanyag-utánpótlás gyakorlatában a termelők 48,1 százalékánál nem történt változás a precíziós gazdálkodásra való áttérés hatására. A vizsgált precíziós gazdaságok között egy üzem öntöz differenciáltan. Esetében a technológia bevezetése a kijuttatott víz mennyiségének csökkenését eredményezte. Az 54 gazdaság közül mindössze egy kezdett bele az öntözésbe hozamnövelés céljából (de nem precíziós technológiával). A termelők többségénél nem történt változás a munkaerő-állományban a precíziós gazdálkodás bevezetésének hatására, azonban a hektárra vetített munkaórában zömében csökkenést tapasztaltak. A termelők 27,8 százaléka számolt be arról, hogy a munkavállalók szakmai továbbképzéseken vettek részt, a gazdaságok 11,1 százalékánál pedig csökkent a munkaerő-állomány. A precíziós technológiák bevezetése kevesebb munkamenetet eredményezett a termelők mintegy 40 százalékánál, 11,1 százaléka folyamatos – rossz látási viszonyok közötti – műszakot is képes megvalósítani. A bér munka-szolgáltatás aránya a gazdaságok 7,4 százalékánál módosult. A vállalatirányítás a termelők közel 70 százalékánál nem változott, 27,8 százalékánál bővültek a kimutatások és mindössze 2 gazdaság alakította át a vállalati struktúráját és a vállalatirányítást. A gazdaságok piaci kapcsolataira jellemzően nem gyakorolt hatást a precíziós technológia bevezetése. 4 gazdaság számolt be a termelőkkel való, ugyanennyi pedig az integrátorokkal, feldolgozókkal, inputanyag-kereskedőkkel való együttműködés növekedéséről, 3 gazdaság számára pedig új beszerzési kapcsolatokat eredményezett a precíziós technológiákra való áttérés.

77. ábra: **A precíziós gazdálkodás bevezetésének hatása a növénytermesztés gyakorlatában, 2018 (N=54)**



Forrás: A 2018. évi kérdőíves felmérés adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

## Nyilvántartási és vállalatirányítási rendszerek használata

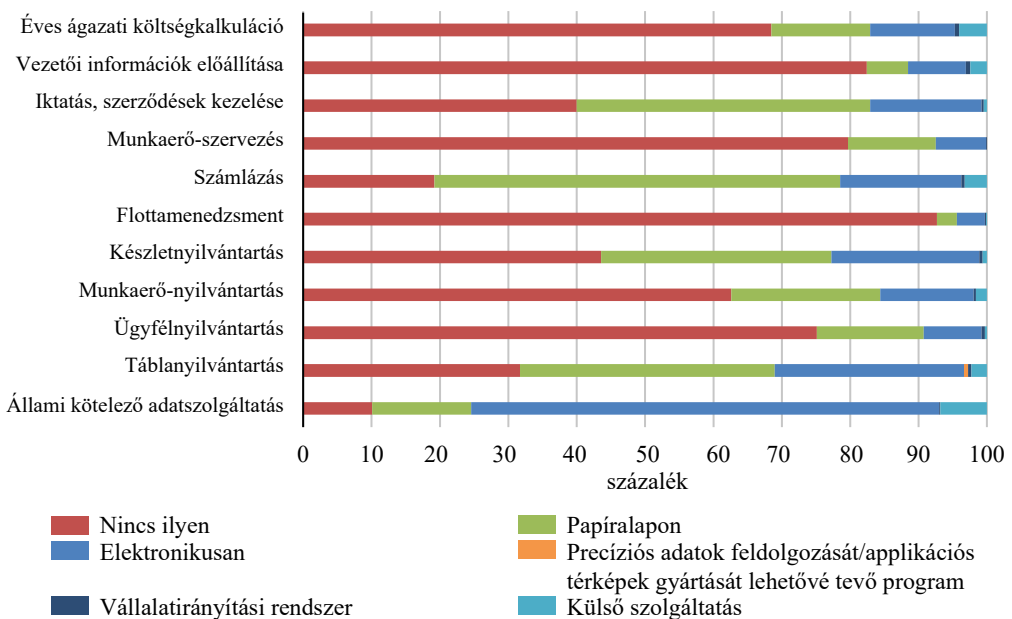
Az állami kötelező adatszolgáltatást a termelők 68,5 százaléka elektronikusan végzi, papíralapon csupán 14,5 százalékuk tesz eleget annak. Az elektronikus formában adatot szolgáltató gazdaságok közel egyharmada már a 2000-es évek előtt is ilyen formában teljesítette adminisztrációs kötelezettségeit, 45 százaléka 2000 és 2010 között állt át az elektronikus teljesítésre, míg 23,8 százaléka csak 2010 után váltott. Ennek egyik oka lehet, hogy az egységes kérelem (EK) benyújtására 2009-től csak elektronikusan van lehetőség. Igen alacsony, mindössze 6,8 százalék azon gazdaságok aránya, akik külső szolgáltató közreműködésével tesznek eleget a kötelező adatszolgáltatásnak (78. ábra). Táblanyilvántartást még napjainkban is többen végeznek papíralapon (37,2 százalék), mint elektronikus formában (27,8 százalék). Ez a nyilvántartási rendszer a 2000-es évekig a gazdaságok mindössze 37,3 százalékára volt jellemző, de továbbra is rendkívül magas azoknak a gazdaságoknak az aránya (31,7 százalék), amelyek egyáltalán nem vezetnek nyilvántartást a tábláikról. Ügyfélnyilvántartást a táblanyilvántartásnál is kevesebben végeznek, a termelők mindössze egynegyede tartja számon – jellemzően papíralapon – az ügyfeleit. Az ügyfelekről nyilvántartást vezető termelők 62,2 száza-

léka már 2000 előtt is készített. A munkaerőről a gazdaságok 62,6 százaléka nem vezet nyilvántartást, viszont ezek az üzemek zömében (95,6 százalék) egyéni gazdaságok, így a munkaerő-nyilvántartás vezetése esetükben nem releváns. A felmérésben szereplő üzemek 35,4 százaléka rögzíti valamilyen formában a munkaerő-állomány alakulását. Ezen üzemek 61,5 százaléka papíralapon, 39,5 százaléka elektronikusan vezeti a nyilvántartást. Az elektronikus forma bevezetése 2000 és 2010 között volt a legjellemzőbb. A készletek esetében fordított az arány, az üzemek többsége nyilvántartja a készleteit: míg 33,7 százaléka papíron, 21,6 százaléka már elektronikusan teszi azt. Az elektronikus készletnyilvántartás szintén a 2000-es években vált elterjedté, a gazdálkodók több mint fele – akik ezt a nyilvántartási formát alkalmazzák – 2000 és 2010 között vezette be az elektronikus készletrögzítést. Flottamenedzsmentet mindössze a gazdaságok 7 százaléka alkalmaz. A számlázás továbbra is a gazdaságok több mint felében (59,4 százalék) papíralapon történik, a termelők mindössze 17,7 százaléka képes elektronikusan számlázásra. A munkaerő-szervezést a gazdaságok 20 százaléka tartja nyilván, zömében papíralapon. Az iktatás és a szerződések kezelése még mindig jellemzően papíralapon történik a gazdaságok nagy részében.

A felmérésben részt vevő 615 gazdaság közül mindössze 4 alkalmaz vállalatirányítási rendszert. A vállalatirányítási rendszert legkorábban bevezető gazdaság 2000-ben alkalmazta azt először az ügyfél-, a munkaerő- és a készletnyilvántartásban, továbbá a számlázás, az iktatás és az ágazati költségkalkuláció készítéséhez, döntést előkészítő vezetői információkat csak évekkel később, 2005-ben állítottak elő először. 2003-ban és 2004-ben újabb üzemekkel bővült a vállalatirányítási rendszer használóinak száma. Az üzemek között akadt olyan, amely – az állami adatszolgáltatás kivételével – teljeskörűen, minden nyilvántartási rendszerre kiterjedően vezette be a vállalatirányítási rendszert. Vezetői döntést támogató információkat a gazdaságok 17,6 százaléka állít elő, ágazati költségkalkulációt kevesebb mint az üzemek egyharmada készít.

Azon termelők, akik jelenleg nem alkalmazzák a nyilvántartásokat, jellemzően nem is tervezik bevezetésüket.

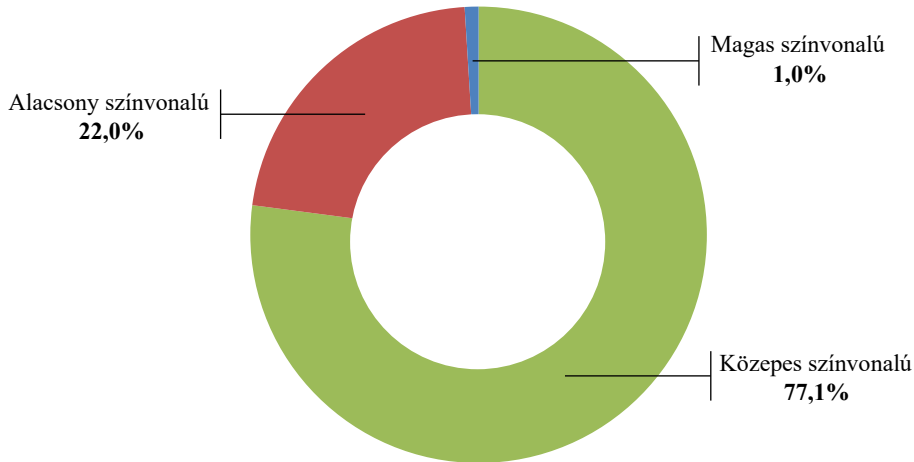
78. ábra: Alkalmazott megoldások megoszlása a nyilvántartási rendszerekben, 2018 (N=615)



Forrás: A 2018. évi kérdőíves felmérés adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

Összességében elmondható, hogy a szántóföldi növénytermesztő gazdaságok túlnyomó többsége (77,1 százalék) közepes színvonalú nyilvántartást vezet, azaz esetükben a papíralapú nyilvántartást már több nyilvántartási rendszerben felváltotta az elektronikus adatrögzítés, de még nem alkalmaznak vállalatirányítási rendszert. A gazdaságok 22,0 százaléka esetében alacsony a nyilvántartás színvonala, vagyis még a papíralapú nyilvántartást preferálja, és mindössze 1 százalékuk vezet a nyilvántartását precíziós adatok feldolgozására alkalmas és/vagy vállalatirányítási rendszer segítségével (79. ábra).

79. ábra: **Nyilvántartás-vezetés színvonala a gazdaságok körében, 2018 (N=615)**



Forrás: A 2018. évi kérdőíves felmérés adatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

Az elektronikus nyilvántartásra áttért gazdaságok mintegy háromnegyede nem tapasztalt változást az adminisztrációs költségekben, annak ellenére, hogy 95,7 százalékuk kismértékű javulást várt ettől. A gazdaságok mindössze 22,6 százaléka számolt be az adminisztrációs költségek mérséklődéséről. A 6 magas szintű nyilvántartást végző üzem fele szintén nem érzékelt változást a nyilvántartási rendszer bevezetésének hatására az adminisztrációs költségekben. Az irányítás hatékonyságában a javarészt elektronikus nyilvántartási rendszert vezető üzemek 86,8 százaléka kismértékű javulást várt, azonban mindössze 30,3 százalékánál volt érzékelhető javulás, míg a gazdaságok zöme – mintegy 65 százaléka – továbbra sem tapasztalt változást. Miközben a papíralapú nyilvántartás-vezetésről elektronikusra áttért gazdaságok mintegy 96,0 százaléka kismértékű javulásra számított, 30,7 százalékuknál eredményezett javulást a jövedelmezőségben a nyilvántartási rendszer alkalmazása. A munkabér költsége esetében hasonló volt a várakozás, azonban az üzemek nagyobb arányban (81,9 százalék) nem tapasztaltak változást. A termelők zöme szintén kismértékű javulást várt a munkaerő-hatékonyságban, azonban a gazdaságok kevesebb mint fele (44,8 százaléka) tapasztalt javulást a magasabb szintű nyilvántartási rendszer bevezetésének hatására.



## A precíziós szántóföldi növénytermesztők körében végzett statisztikai vizsgálatok

### A technológia gazdasági hatásainak kimutatása a precíziós üzemek körében, a kontrollcsoport adataihoz viszonyítva

A precíziós technológia gazdasági hatásainak kimutatására a kérdőívet kitöltő precíziós gazdaságok ágazati mutatóinak átlagát hasonlítottuk össze a kontrollcsoportjukba tartozó hagyományos művelést folytató üzemek átlagadataival. Annak érdekében, hogy az üzemeket az adottságaiknak megfelelően tudjuk összehasonlítani, figyelembe vettük a területi elhelyezkedésüket regionális szinten. A kontrollcsoportképzés további alapelve volt a méretkategóriákon belül való elhelyezkedés. Az egyéni gazdaságoknál a következő méretkategóriákat határoztuk meg: 50 hektárnál kevesebb, 50–100 hektár közötti és 100 hektárnál is nagyobb területet művelnek az adott ágazatban. A társas vállalkozásoknál a méretkategóriákat kibővítettük: 200 hektár alatti, 200–500 hektár közötti és 500 hektár feletti művelt területet különítettünk el. A méretkategóriákon belül hagyományos szántóföldi növénytermesztő üzemeket társítottunk a tesztüzemben szereplő gazdaságok köréből. Ez azt is jelenti, hogy a precíziós gazdálkodást folytató egyéni gazdaságokat hagyományos művelést végző egyéni gazdaságokkal, a társas vállalkozásokat pedig szintén társas vállalkozásokkal hasonlítottuk össze. Ennek megfelelően egy precíziós gazdasághoz több kontrollüzemet is tudtunk társítani, így a precíziós technológiát alkalmazók eredményeinek szemléltetéséhez a hagyományos gazdálkodást folytató üzemek átlagos értékeit viszonyítottuk. Az elemzés a négy fő szántóföldi növénykultúrára (őszi búza, kukorica, napraforgó, őszi káposztarepce) korlátozódik, amelyet kezdetben a 2016/2017-es gazdasági évre vonatkozóan, ezt követően pedig a precíziós gazdálkodásban eltöltött utolsó három év átlagában is elvégeztük.

#### A 2016/2017-es gazdasági év vizsgálata

A precíziós technológiát alkalmazó 54 gazdaságból 2016/17-ben 40 folytatott őszi búza termesztést, 42 kukoricatermesztést, 37 napraforgó-termesztést, míg 26 termesztett őszi káposztarepce-t. A hagyományos szántóföldi növénytermesztők és a precíziós gazdaságok ágazati mutatóinak vizsgálata során (4. táblázat) minden növénykultúra esetében magasabb termésátlag volt tapasztalható precíziós gazdálkodással, mint hagyományos műveléssel. A precíziós gazdaságok esetében kiemelkedően magas, 19 százalékkal nagyobb volt az őszi búza hozama a hagyományos szántóföldi növénytermesztőkhöz viszonyítva. A hozammal együtt a termelési érték is jelentősen (15–23 százalékkal) meghaladta a hagyományos gazdaságokét. Az intenzívebb termelésnek köszönhetően a szűkített költség is magasabbnak bizonyult a precíziós növénytermesztés során, amely a kukorica esetében volt a legnagyobb (+24 százalék). A precíziós gazdaságoknál főként a műtrágya- és növényvédőszer-költségben tapasztalt eltérés ad magyarázatot a hagyományos szántóföldi növénytermesztőknél jelentősen nagyobb szűkített költségre, miközben a precíziós technológia alkalmazása a vetőmagköltségben kizárólag a kukorica esetében eredményezett említésre méltó eltérést (+7 százalék). A gépköltség esetében a két művelési mód között mindössze  $\pm 5$  százalék közötti eltérés volt tapasztalható a 2016/2017-es gazdálkodási évben. Az intenzívebb inputanyagfelhasználás ellenére a precíziós technológiát folytató gazdaságok fedezeti hozzájárulása 10–23 százalékkal haladta meg a hagyományos szántóföldi növénytermesztőkéét az egyes ágazatokban. Összességében elmondható, hogy a növénykultúrák termesztése során nagyobb ágazati eredményt tudtak realizálni a gazdaságok precíziós technológiák alkalmazásával, amely az őszi búza esetében 34 százalékkal, az őszi káposztarepce-nél 23 százalékkal, a kukoricánál 15, míg a napraforgónál 14 százalékkal magasabb jövedelmet jelentett. Az ágazati eredmény számítása során a termelési érték megállapításához egységárral való korrekciót végeztünk. A 2016/2017-es gazdasági év esetén a KSH átlagos értékesítési

árait vettük alapul, ezáltal az őszi búzánál 43,7 ezer forintos, a kukoricánál 42,6 ezer forintos, a napraforgónál 99,8 ezer forintos és az őszi káposztarepcénél 111,9 ezer forintos egységárral számoltunk. Az egységárral való korrekciót követően a jövedelembeli különbség mérséklődött ugyan, de még így is minden ágazatban a precíziós gazdaságok bizonyultak eredményesebbnek. A főtermék önköltségének vizsgálata alapján az őszi búzát és az őszi káposztarepcét precíziós módon termesztők, a költségarányos jövedelem (szűkített, korrigált) alapján azonban már csak az őszi búzát termesztők bizonyultak hatékonyabbnak a hagyományos szántóföldi növénytermesztőkhöz képest.

4. táblázat: **A precíziós gazdaságok ágazati mutatói a hagyományos szántóföldi növénytermesztőkéhez képest a 2016/2017-es gazdasági évben**

Ágazati mutatók	Őszi búza	Kukorica	Napraforgó	százalék
				Őszi káposztarepce
Hozam	+19	+15	+8	+14
Termelési érték	+23	+19	+15	+20
Szűkített költség	+12	+24	+17	+16
ebből: vetőmagköltség	-2	+7	+4	+3
műtrágyaköltség	+21	+46	+22	+21
növényvédőszer-költség	+33	+50	+49	+32
gépköltség	-5	+5	+1	+2
Termelési költség	+24	+34	+27	+24
Fedezeti hozzájárulás (szűkített)	+23	+14	+10	+17
Ágazati eredmény (szűkített)	+34	+15	+14	+23
Ágazati eredmény (szűkített, korrigált)	+26	+8	+1	+13
Főtermék önköltsége	-8	+3	+5	-2
Költségarányos jövedelem (szűkített)	+20	-7	0	+6
Költségarányos jövedelem (szűkített, korrigált)	+13	-13	-14	-3

Forrás: Tesztüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

### A precíziós gazdálkodásban eltöltött utolsó három év vizsgálata

Mivel egy év elemzése nem kielégítő a precíziós és hagyományos technológiával elérhető eredmények összehasonlítására, így a következőkben a precíziós gazdaságoknak a technológia alkalmazásában eltöltött utolsó 3 évre vonatkozó átlagértékeit vetjük össze a kontrollcsoportba tartozó hagyományos üzemek ugyanazon 3 éves átlag adataival. Ennek eredményeképpen minden gazdaságnál más évek képezik a vizsgálat tárgyát. A három év figyelembevételénél az elemzésben résztvevő üzemek köre szűkült, 28 gazdaság termesztett legalább három évben precíziós technológiával őszi búzát, 25 kukoricát, 23 napraforgót, illetve 11 őszi káposztarepcét. Mivel az elemzésben a vizsgált időszak három évre bővült, az egységárral korrigált ágazati eredmény számítása során a korábbi elemzéstől eltérő egységárral számoltunk. Ennek eredményeképpen az értékesítési árakat a következőképpen határoztuk meg: őszi búzánál 41,5 ezer forint, kukoricánál 39,8 ezer forint, a napraforgónál 90,1 ezer forint és az őszi káposztarepcénél 94,9 ezer forint.

Az egyéves vizsgálathoz hasonlóan a három év elemzésénél is megállapítható, hogy a növénykultúrák esetében átlagosan magasabb hozamot értek el a precíziós üzemek, mint a hagyományos gazdaságok (5. táblázat). Az őszi búza esetében 8, az őszi káposztarepcénél 7, a kukoricánál 6 százalékkal, a napraforgónál pedig 3 százalékkal magasabb termésátlagot realizáltak a precíziós üzemek a három év átlagában. A termelési érték a hozamokhoz hasonlóan alakult: a precíziós gazdaságoké meghaladta a szántóföldi növénytermesztőkét. Az intenzívebb technológia magasabb termelési költségeket eredményezett a precíziós gazdálkodást folytatóknál. A precíziós üzemek szűkített költsége, az őszi káposztarepce esetében 7, az őszi búza esetében 6, a kukorica esetében 5, a napraforgónál pedig 2 százalékkal

meghaladta a hagyományos gazdaságokét. A precíziós növénytermesztésben mutatkozó magasabb termelési költség leginkább a nagyobb műtrágya- és növényvédőszer-költségből ered. A vetőmagköltség az őszi búza, a kukorica és a napraforgó esetében alacsonyabb volt a kontrollüzemekénél, 5-5, illetve 1 százalékkal. A precíziós és a hagyományos szántóföldi növénytermesztő üzemek gépköltségeinek eltérése az őszi káposztarepce esetében bizonyult a legnagyobbknak (+10 százalék). A gépköltségek az őszi búza és kukorica esetében 7, illetve 5 százalékkal voltak magasabbak a precíziós gazdaságoknál, miközben a napraforgónál a hagyományos növénytermesztést folytató gazdaságoké 3 százalékkal meghaladta a precíziós technológiát alkalmazókét. A magasabb költségek ellenére a precíziós gazdaságok fedezeti hozzájárulása minden esetben nagyobb volt, mint a hagyományosoké. Összességében a magasabb termelési értékhez magasabb költségek is párosultak, ennek ellenére az ágazati eredmény a három év átlagában minden növény esetében nagyobb volt a precíziós technológiát alkalmazó üzemenknél. A precíziós gazdaságok az őszi búza termesztésében érték el a legnagyobb jövedelemtöbbletet (+11 százalék), emellett a kukorica- és az őszi káposztarepce-termesztők 7-7 százalékkal, a napraforgó-termesztők pedig 4 százalékkal magasabb ágazati eredményt realizáltak a technológia alkalmazásában az egységárral korrigált mutató szerint.

5. táblázat: **A precíziós gazdaságok ágazati mutatói a hagyományos szántóföldi növénytermesztőkéhez képest a vizsgált három év átlagában**

Ágazati mutatók	százalék			
	Őszi búza	Kukorica	Napraforgó	Őszi káposztarepce
Hozam	+8	+6	+3	+7
Termelési érték	+8	+5	+5	+7
Szűkített költség	+6	+5	+2	+7
ebből: vetőmagköltség	-5	-5	-1	+5
műtrágyaköltség	+12	+14	+11	+4
növényvédőszer-költség	+3	+3	+4	+9
gépköltség	+7	+5	-3	+10
Termelési költség	+8	+6	+2	+7
Fedezeti hozzájárulás (szűkített)	+8	+6	+5	+7
Ágazati eredmény (szűkített)	+10	+6	+7	+6
Ágazati eredmény (szűkített, korrigált)	+11	+7	+4	+7
Főtermék önköltsége	-3	-4	-3	-4
Költségarányos jövedelem (szűkített)	+3	+1	-6	-1
Költségarányos jövedelem (szűkített, korrigált)	+5	+2	+2	0

Forrás: Tesztüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

A precíziós gazdaságok technológia alkalmazásában eltöltött utolsó 3 évre vonatkozó átlagértékeknek és a kontrollcsoportba tartozó hagyományos üzemek ugyanazon 3 éves átlag adatainak összevetése esetén további statisztikai vizsgálatokat végeztünk. A gazdaságok főbb ágazati mutatói közül a hozamot és az egységárral korrigált ágazati eredményt statisztikai módszerekkel is vizsgáltuk. A szűkített költségre vonatkozóan nem végeztünk statisztikai elemzést, mivel az a kontrollcsoportképzés során feltételként szerepelt. Elsőként minden mutató esetében Kolmogorov–Smirnov-próbával vizsgáltuk az adatok normalitását. A napraforgó-termesztés során precíziós technológiát alkalmazó gazdaságok hozamadatainak normalitását 95 százalékos megbízhatósági szinten nem lehetett kimutatni (7. melléklet), viszont a párosított adatok különbségének vizsgálata során a normalitás teljesült ( $p=0,119$ ). A többi adatsornál minden esetben elfogadható volt az adatok normális eloszlása (7–8. melléklet). Ezt követően a precíziós, illetve hagyományos művelést folytató gazdaságok ágazati mutatóinak várható értékét párosított t-próbákkal hasonlítottuk össze.

A minták statisztikai elemzése során megállapítható, hogy a precíziós gazdaságok hozamainak szórása mintegy kétszerese a hagyományos szántóföldi növénytermesztőkének (6. táblázat). Ez abból adódhat, hogy a vizsgált gazdaságok különböző technológiai szinten állnak. Az őszi búza termesztése során precíziós technológiát alkalmazó 28 gazdaság átlagosan 5,9 tonna termést takarított be egy hektárról, miközben a hagyományos szántóföldi növénytermesztők 5,5 tonnát. A kukorica esetében a precíziós gazdálkodással átlagosan 8,3 tonna/hektáros, hagyományos szántóföldi növénytermesztéssel pedig 7,9 tonna/hektáros termésátlagot értek el a gazdaságok. A napraforgó esetében a különbség kisebb volt, 3,0, illetve 2,9 tonna/hektár az eltérő termesztésmódoknál. Az őszi káposztarepce termesztése során precíziós technológiát alkalmazók hozama 3,2 tonna/hektár volt, a hagyományos szántóföldi növénytermesztőké ennél 0,21 tonna/hektárral kevesebb, 3,0 tonna/hektár. A párosított t-próba eredményeképpen az őszi búza hozamában mutatkozó 0,46 tonna/hektáros eltérés szignifikánsnak mondható, a kukoricánál, a napraforgónál és az őszi káposztarepcénél azonban nem lehet szignifikáns eltérést megállapítani. Ez részben a hozamokban tapasztalt kismértékű eltérésekből adódik, részben pedig a kis elemszámból.

6. táblázat: A statisztikai vizsgálat eredményei a hozam (tonna/hektár) esetében

Növény- kultúra	Precíziós gazdaságok		Hagyományos szántóföldi növénytermesztők		Átlagok eltérése	t-érték	Szignifikanciaszint (kétoldalú)
	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás			
Őszi búza	5,9	0,90	5,5	0,45	0,46	3,235	0,003
Kukorica	8,3	1,63	7,9	0,86	0,47	1,652	0,112
Napraforgó	3,0	0,33	2,9	0,16	0,09	1,383	0,181
Őszi káposztarepce	3,2	0,65	3,0	0,27	0,21	1,239	0,244

Forrás: Tesztüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

Az őszi búzát termeszto precíziós gazdaságok a technológia alkalmazásával eltöltött utolsó három évben átlagosan 11,8 ezer forint/hektárral több (118,9 ezer forint/hektár) ágazati eredményt értek el, mint a hagyományos szántóföldi növénytermesztők (7. táblázat). A kukorica esetében ez az érték átlagosan 12,4 ezer forint/hektárral volt több a precíziós gazdaságoknál, ami 187,4 ezer forint/hektárt jelentett. A napraforgó esetében 5,7 ezer forint/hektár volt ez a különbség, ezáltal a napraforgó-termesztésben precíziós technológiát alkalmazó gazdaságok átlagosan 148,7 ezer forint ágazati eredményt realizáltak hektáronként. Az őszi káposztarepce-termeszto precíziós gazdaságok ágazati eredménye 140,9 ezer forint/hektár volt, amely 8,8 ezer forint/hektárral haladta meg a hagyományos szántóföldi növénytermesztőket. A hozamokhoz hasonlóan az ágazati eredmény vizsgálata során is csak az őszi búzatermesztésnél mutatkozik szignifikáns eltérés a precíziós technológiát alkalmazók és a hagyományos szántóföldi növénytermesztők között.

7. táblázat: A statisztikai vizsgálat eredményei az ágazati eredmény (HUF/hektár) esetében

Növény- kultúra	Precíziós gazdaságok		Hagyományos szántóföldi növénytermesztők		Átlagok eltérése	t-érték	Szignifikanciaszint (kétoldalú)
	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás			
Őszi búza	118 864	31 620	107 029	13 776	11 835	2,067	0,048
Kukorica	187 368	54 437	174 938	24 521	12 429	1,120	0,274
Napraforgó	148 675	31 244	142 960	18 305	5 715	0,983	0,336
Őszi káposztarepce	140 854	38 936	132 034	14 901	8 820	0,660	0,524

Forrás: Tesztüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

## A precíziós technológia gazdasági hatásainak kimutatása az üzemek körében, 6 év adatai alapján

A precíziós technológia gazdasági hatásainak kimutatása érdekében a precíziós gazdaságoknál a technológia bevezetése előtti és az alkalmazásban eltöltött utolsó három évet vizsgáltuk. A vizsgálatba azok az üzemek kerültek bevonásra, amelyeknél ennek megfelelő adatok rendelkezésre álltak, így a kontrollcsoportos vizsgálatnál szűkebb kör elemzésére adódott lehetőségünk. Az őszi búzát termesztő precíziós gazdaságok száma változatlan maradt (28 üzem), a kukoricatermesztőké 25-ről 24-re, a napraforgó-termesztőké 23-ról 21-re, az őszi káposztarepcében precíziós technológiát alkalmazóké pedig 11-ről 9-re csökkent.

A továbbiakban a jelzett gazdaságok költség- és jövedelemadatainak változását mutatjuk be a főbb ágazati mutatók esetében az egyes növénykultúrákban. Vizsgáljuk az üzemek termésátlagát (hozam) és szűkített költségét, valamint az egységárral korrigált ágazati eredményét. Ez utóbbi mutató számítása során az előző elemzésnél alkalmazott egységárakkal számoltunk, azaz az őszi búzánál 41,5 ezer forintos, kukoricánál 39,8 ezer forintos, a napraforgónál 90,1 ezer forintos és az őszi káposztarepcénél 94,9 ezer forintos értékesítési árat határoztunk meg. A szűkített költség mutató számítása során, mivel az inputanyagok esetében nem állt rendelkezésünkre mennyiségi adat, a műtrágya-, a növényvédőszer- és a vetőmagköltséget egyaránt defláltuk a Központi Statisztikai Hivatal által meghatározott ráfordítás-árindex adatai alapján.

Mivel a gazdaságok eltérő években vezették be a precíziós termelést, a vizsgált időszakok üzemenként eltérők. A gazdaságokat sorszámokkal láttuk el, így minden mutató esetében azonos sorszám jelöli ugyanazt az üzemet. Az ágazati költség- és jövedelemmutatók változásának minél szemléletesebb megjelenítése érdekében a gazdaságok – a hozamok kivételével – az adott mutató változási arányának csökkenő sorrendjében követik egymást. Az egyes mutatók százalékos eltérései esetén vízszintes vonal jelöli az átlagos változást.

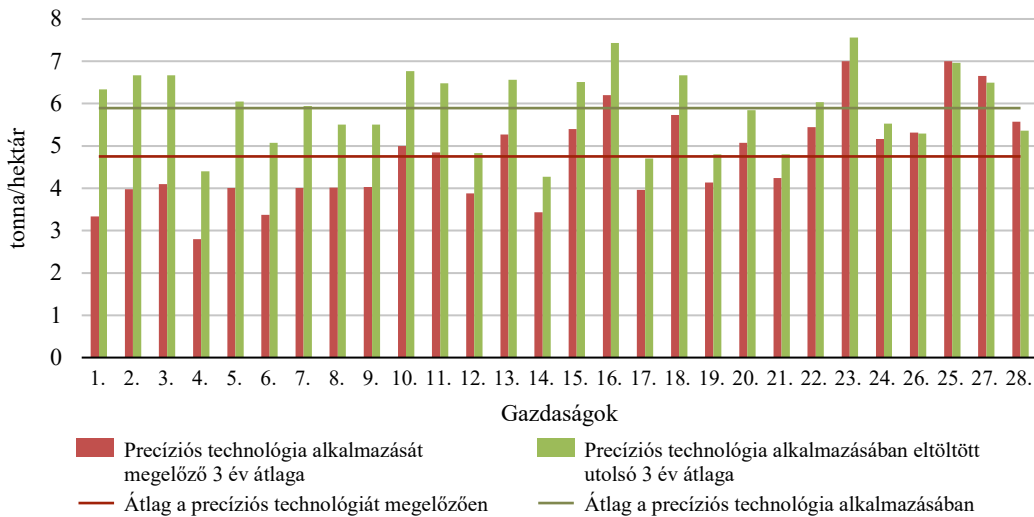
A precíziós technológia bevezetésének hatását párosított t-próbákkal is elemeztük. Az őszi búza termesztés során a precíziós technológiát megelőző három év átlagában a hozam adatok normalitását 95 százalékos megbízhatósági szinten nem lehetett kimutatni, viszont a párosított adatok különbségének vizsgálata során a normalitás teljesült ( $p=0,200$ ). A többi adatsornál minden esetben elfogadható volt az adatok normális eloszlása (9. melléklet, 11. melléklet, 13. melléklet).

### Őszi búza főbb ágazati mutatóinak alakulása

Az őszi búzát termesztő precíziós üzemek átlagosan hektáronként 1,1 tonnával, vagyis 24,1 százalékkal növelték termésátlagukat a vizsgált időszakban. A növénykultúra hozama a technológiát megelőző években átlagosan 4,7 tonna/hektár volt, az alkalmazásban eltöltött utolsó három évben ez az átlag megközelítette a 6 tonna/hektárt is (80. ábra).

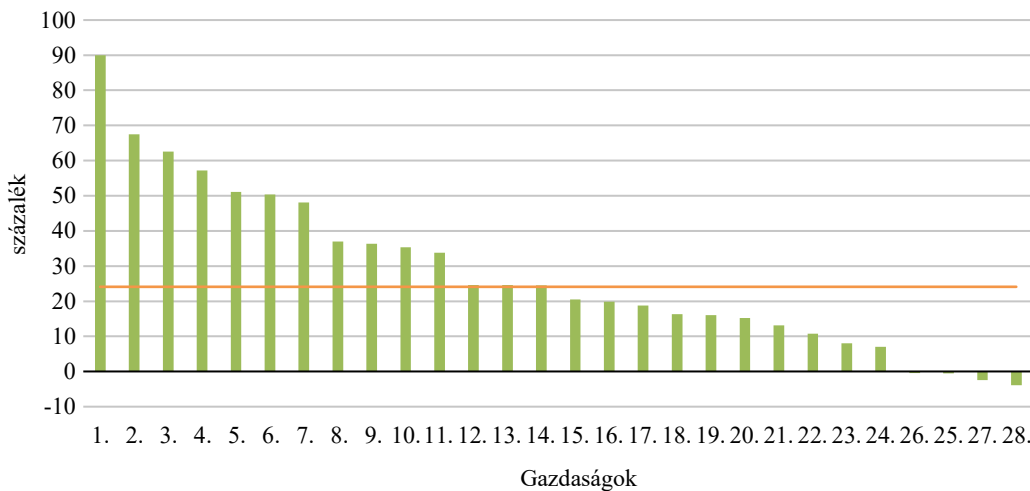
A gazdaságok túlnyomó többsége – a 28 gazdaságból 24 – esetében megfigyelhető volt a hozamnövekedés, amely 6 üzemenél az 50 százalékot is meghaladta. A fennmaradó négy gazdaság termésátlaga nem változott érdemben, esetükben csupán legfeljebb 4 százalékos hozamcsökkenés volt tapasztalható. A kimagasló hozamnövekedést elért őszi búzatermesztők közül is az 1. számú gazdaság eredménye kiemelkedő: az üzem termésátlaga csaknem duplájára nőtt a vizsgált években (81. ábra). Itt azonban fontos megjegyezni, hogy a gazdaság alapvetően alacsony bázisról érte el ezt a kimagasló eredményt, a precíziós technológiára való átállást megelőző években átlagosan mindössze 3,3 tonna termést takarított be egy hektárról.

80. ábra: Az őszi búza termésátlagának alakulása a vizsgált gazdaságokban



Forrás: Tesztüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

81. ábra: Az őszi búza termésátlagának változása a vizsgált gazdaságokban



Forrás: Tesztüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

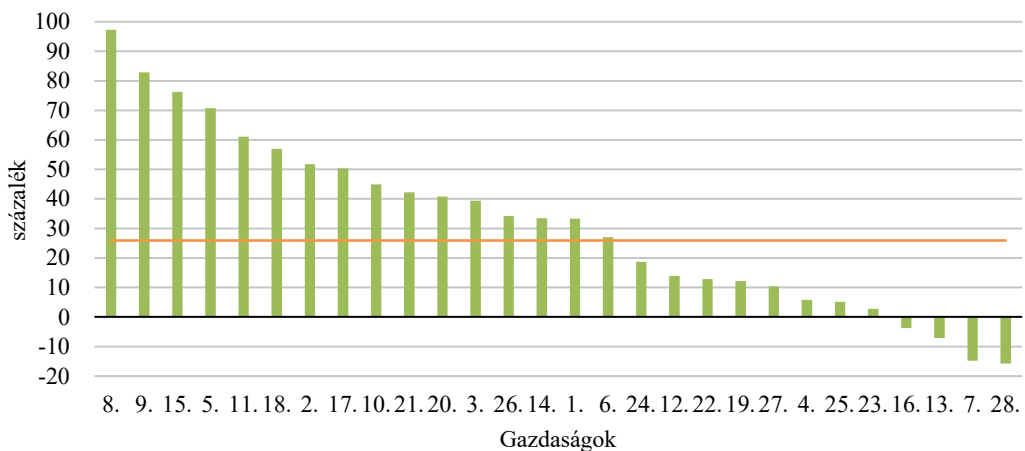
A statisztikai vizsgálatból látható, hogy a precíziós technológia alkalmazását megelőzően nagyobb volt az őszi búza termésátlagainak szórása, mint a technológia alkalmazásában eltöltött utolsó években (10. melléklet). A párosított t-próba eredményeképpen megállapítható, hogy az őszi búzát termeszto precíziós gazdaságok által elért 1,1 tonna/hektáros (+24,1 százalék) termésátlag növekedés szignifikánsnak ( $p=0,000$ ) mondható.

Miközben a termésátlag az üzemek 85,7 százalékánál növekedett, a termelési érték már csupán 60,7 százalékánál nőtt. A két mutató különbsége az egységár változását tükrözi, amely rendkívül hektikusan alakult a vizsgált évek során. A gazdaságok egynegyede magasabb áron értékesítette a terményét a precíziós technológia alkalmazásában eltöltött években, míg a fennmaradók (75 százalék) esetében az értékesítési ár alacsonyabb volt, mint a technológia bevezetését megelőzően. Átlagosan

7 százalékkal csökkentek az árak a vizsgált években, azonban ehhez az értékhez igen magas szórás társult (10,3 ezer forint). Az értékesítési árat számos tényező befolyásolja, többek között az eltérő időjárási körülmények (aszályos évben magasabb ár) okozta termésmennyiség és a piaci kapcsolatok, így az üzemek eredményének értékelése során az árak ingadozását figyelmen kívül hagyva is elvégeztük az elemzést.

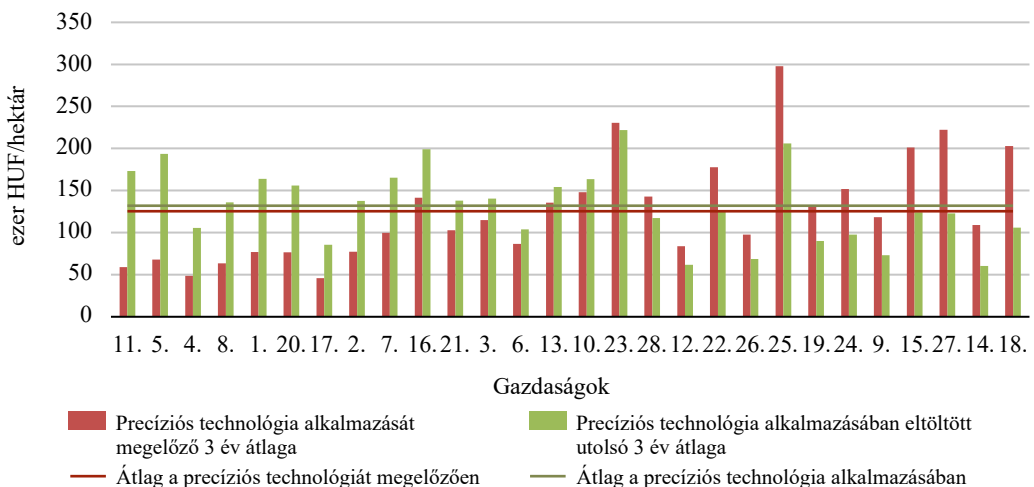
Az őszi búzát termeszto gazdaságokra a precíziós technológiára való áttérést követően intenzívebb inputanyag-felhasználás volt jellemző, az üzemek gépköltséggel növelt inputanyagköltsége átlagosan 25,9 százalékkal haladta meg a precíziós gazdálkodás bevezetése előtti (82. ábra). A gazdaságok zöme (85,7 százaléka) növelte a szűkített költségét, 16 gazdaság kevesebb mint 50 százalékkal, 8 gazdaság pedig 50 százalékot is meghaladó mértékben. Mindössze 4 gazdaság esetében csökkent a szűkített költség – átlagosan 10 százalékkal – a vizsgált időszakban.

82. ábra: Az őszi búza szűkített költségének változása a vizsgált gazdaságokban



Forrás: Tesztüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

83. ábra: Az őszi búza szűkített költséggel számított ágazati eredményének alakulása a vizsgált gazdaságokban



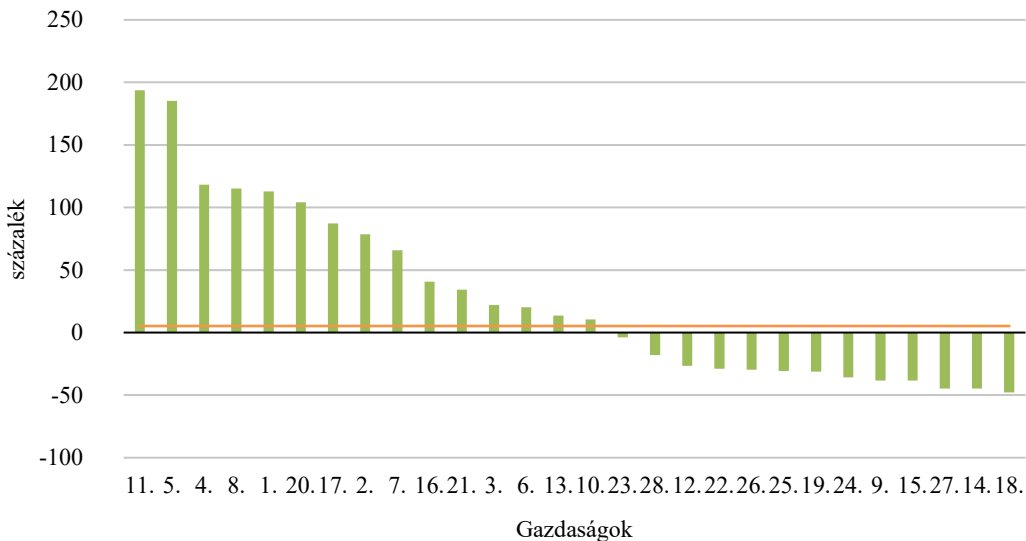
Forrás: Tesztüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

A statisztikai vizsgálatokból megállapítható, hogy a precíziós technológia alkalmazását megelőző években nagyobb volt a mutató értékeinek szórása, mint az alkalmazást követő vizsgált időszakban, az őszi búzát termeszítő precíziós gazdaságok szűkített költségének növekedése (+25,9 százalék) pedig szignifikánsnak minősült ( $p=0,000$ ) (12. melléklet).

Az üzemek a technológiaváltást megelőző három évben átlagosan 125,3 ezer forint/hektár szűkített költséggel számított ágazati eredményt realizáltak. Ez az érték az áttérést követő években hektáronként 6,4 ezer forinttal, 131,8 ezer forintra nőtt (83. ábra). A mutató alapján 28 gazdaság közül 15 üzemnél nőtt az ágazati eredmény a vizsgált időszakban, ami 9 üzem esetében meghaladta az 50 százalékot.

Az ágazati eredmény – amely mutató még magában foglalja az értékesítési árakat – a termésátlaghoz képest már kevesebb üzemnél volt kedvezőbb a technológiaváltást követően, de még így is a gazdaságok több mint felénél (53,6 százalék) eredményezett növekedést a technológiai elemek alkalmazása. Átlagosan 5,1 százalékkal nőtt az őszi búzát precíziós technológiával termesztek ágazati eredménye a vizsgált időszakban (84. ábra).

84. ábra: Az őszi búza szűkített költséggel számított ágazati eredményének változása a vizsgált gazdaságokban



Forrás: Tesztüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

Annak érdekében, hogy a fent említett értékesítési árak torzító hatását ne vegyük figyelembe az elemzés során, a szűkített költséggel számított ágazati eredmény esetében a precíziós technológia bevezetését megelőzően és az alkalmazásban eltöltött utolsó három évben egyaránt 41 531 forint/tonna egységárral<sup>8</sup> számoltunk.

Az eredményekből kiderül, hogy az árak jelentős hatást gyakoroltak az ágazati eredményre. Az egységárral korrigált mutató alapján a gazdaságok átlagosan 5,1 százalék helyett 22,3 százalékkal nagyobb ágazati eredményt realizáltak a vizsgált években (85. ábra). Az árakkal való korrekciót követően a mutató értéke 6 gazdaság esetében csökkent, 4 üzemnél érdemben nem változott (a változás mértéke nem haladta meg az 5 százalékot), 18 gazdaságnál azonban növekedett. Utóbbiból 9 üzem esetében legfeljebb 50 százalékkal nőtt, további 9 gazdaságnál pedig az 50 százalékot is

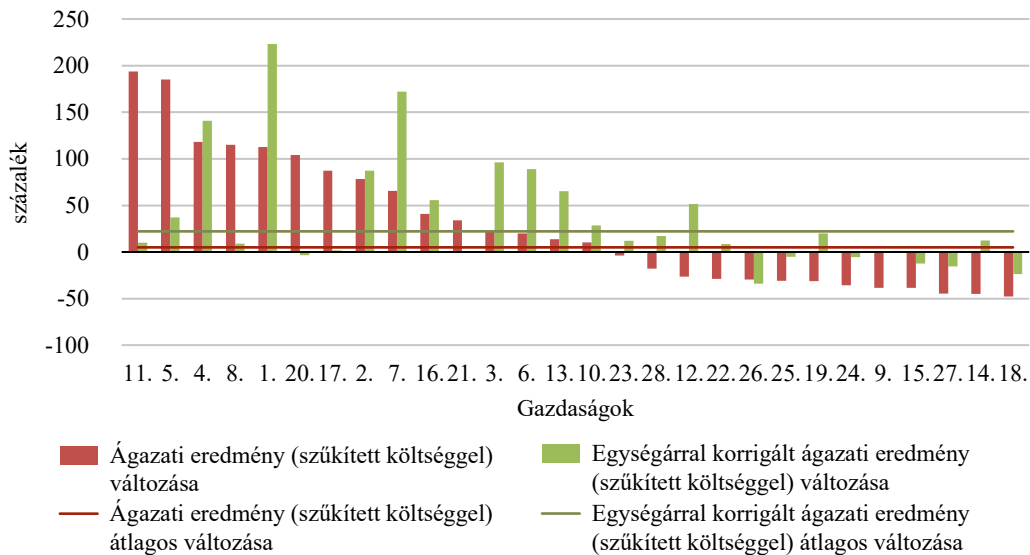
<sup>8</sup> Az egységár meghatározásakor figyelembe vettük az üzemek első (2005) és utolsó (2017) vizsgált évét, ezáltal a búza esetében a 2005–2017-es évek átlagárával számoltunk. Forrás: KSH STADAT – 3.6.13. A fontosabb növénytermesztési termékek felvásárlási átlagára (2002–).



meghaladta a növekedés. Az arány 6 üzemnél megfordult: míg az eredeti árak figyelembevételével a precíziós gazdálkodás bevezetését követő vizsgált években kisebb ágazati eredményt realizáltak, addig a korrigált mutató esetében már nagyobb eredményt értek el a technológia alkalmazásával.

Összességében megállapítható, hogy a korrigált mutató alapján a 28 gazdaságból 21 esetében javulást lehet kimutatni a precíziós technológia alkalmazását követően.

85. ábra: Az őszi búza szűkített költséggel számított és az egységárral korrigált ágazati eredménynek változása a vizsgált gazdaságokban



Forrás: Tesztüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

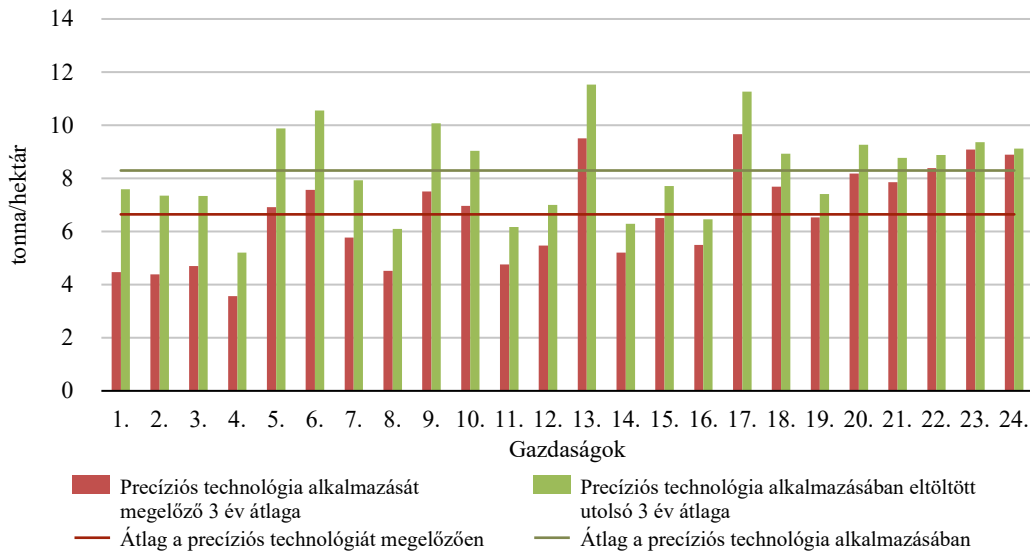
A precíziós technológia alkalmazását megelőzően ez esetben is nagyobb volt az ágazati eredmények szórása, az egységárral korrigált ágazati eredmény pedig szignifikánsan ( $p=0,003$ ) nagyobb volt (+22,3 százalék) a technológia alkalmazásában eltöltött utolsó három évben, mint a precíziós technológiák alkalmazását megelőzően (14. melléklet).

### Kukorica főbb ágazati mutatóinak alakulása

A kukoricatermesztésben precíziós technológiát alkalmazó 24 üzem egytől egyig növelni tudta az egy hektárra jutó termésmennyiségét, átlagosan 1,7 tonna/hektárral, vagyis 24,8 százalékkal a vizsgált időszakban (86. ábra). A precíziós gazdálkodást megelőzően betakarított átlagosan 6,6 tonna/hektár termésmennyiség 8,3 tonna/hektárra nőtt a technológia adaptációját követő időszakban.

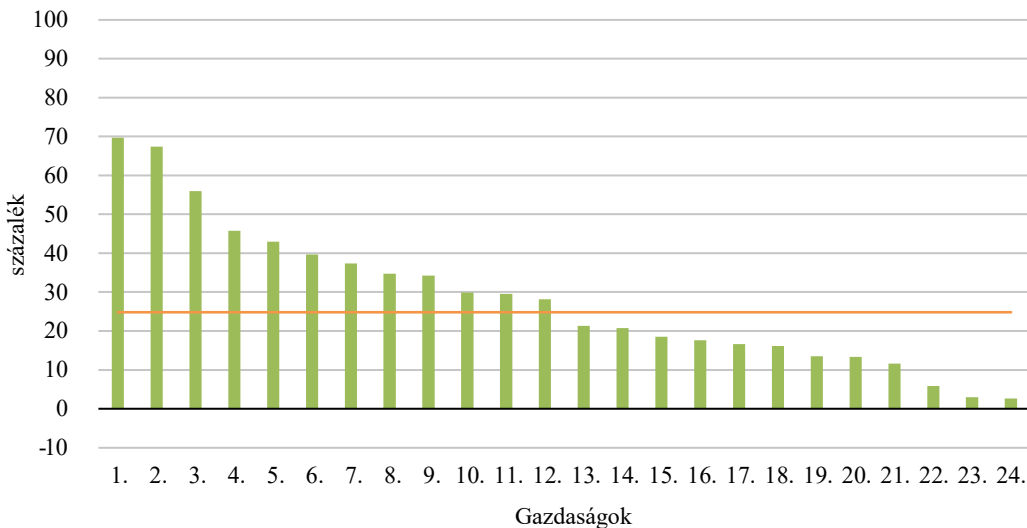
A hozamot legnagyobb mértékben növelni tudó üzemek (1., 2. és 3.) több mint 55 százalékkal magasabb (69,7, 67,4 és 56,0 százalék) termésátlagot értek el a technológia alkalmazását követő utolsó három évben, míg a legkisebb hozamnövekedés 3 százalék körül alakult (87. ábra). A gazdaságok fele 25 százaléknál kisebb, 37,5 százaléka 25 százalékot meghaladó, de legfeljebb 50 százalék, 12,5 százaléka 50 százaléknál is nagyobb hozamtöbbletet ért el a vizsgált időszakban.

86. ábra: **A kukorica termésátlagának alakulása a vizsgált gazdaságokban**



Forrás: Tesztüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

87. ábra: **A kukorica termésátlagának változása a vizsgált gazdaságokban**



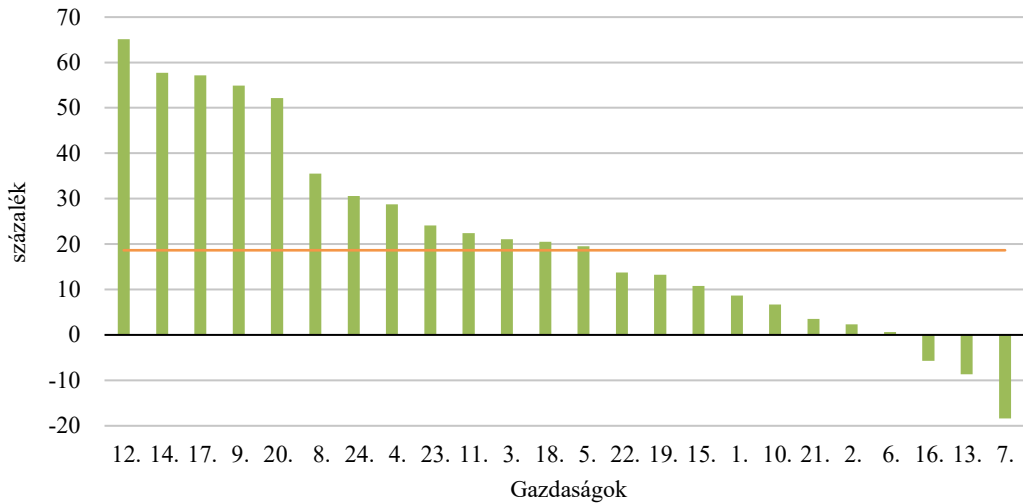
Forrás: Tesztüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

A statisztikai vizsgálatból látható, hogy a precíziós technológia alkalmazását megelőzően nagyobb volt a kukorica termésátlagainak szórása, mint a technológia alkalmazásában eltöltött utolsó években, azonban az eltérés nem volt számottevő. A párosított t-próba eredményeképpen megállapítható, hogy a kukoricatermesztő precíziós gazdaságok által elért 1,7 tonna/hektáros (+24,8 százalék) termésátlag növekedés szignifikánsnak ( $p=0,000$ ) tekinthető (10. melléklet).

Míg a hozamok az összes gazdaságnál növekedtek, a termelési érték az üzemek 79,2 százalékánál volt nagyobb a technológia alkalmazásával. A két mutató közti eltérést – ahogy az az őszi búza esetében említésre került – az árak változása okozta. A kukorica értékesítési árai átlagosan 4 százalékkal

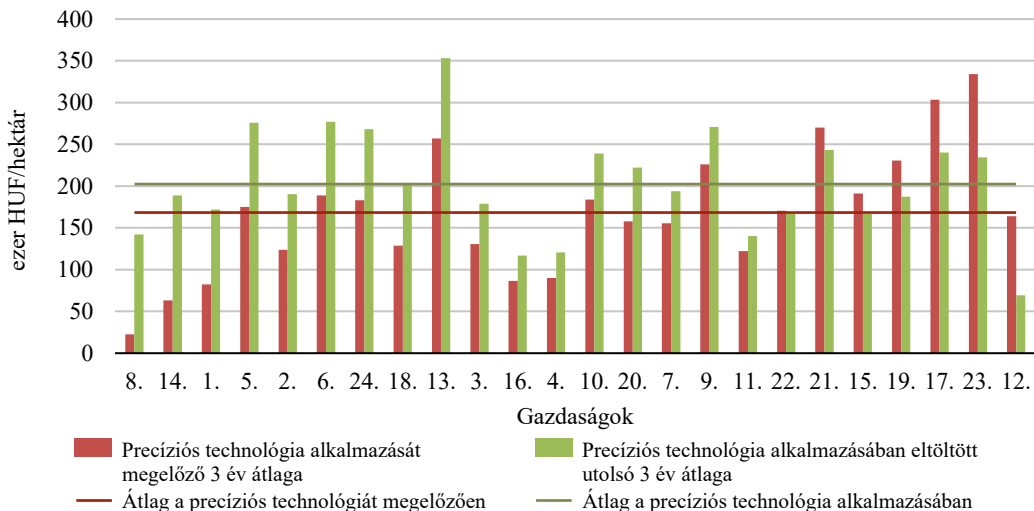
kal voltak alacsonyabbak a precíziós gazdálkodás utolsó három évében, azonban ehhez az értékhez rendkívül magas szórás társult (9,5 ezer forint/tonna). Annak érdekében, hogy a precíziós gazdálkodás eredményének megállapításakor az árak torzító hatása ne érvényesüljön, az ágazati eredményt egységárral is kiszámítottuk.

88. ábra: A kukorica szűkített költségének változása a vizsgált gazdaságokban



Forrás: Tesztüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

89. ábra: A kukorica szűkített költséggel számított ágazati eredményének alakulása a vizsgált gazdaságokban



Forrás: Tesztüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

A szakirodalmi forrásokkal megegyezően a legtöbb kukoricatermesztő gazdaság intenzívebb gazdálkodást folytatott a precíziós technológia bevezetését követően. Mindössze 3 gazdaság csökkentette a gépköltséggel növelt inputanyagköltségét és ugyanennyi esetben nem történt érdemi változás – vagyis a költségnövekedés mértéke 5 százaléknál is kevesebb volt – a vizsgált időszakban

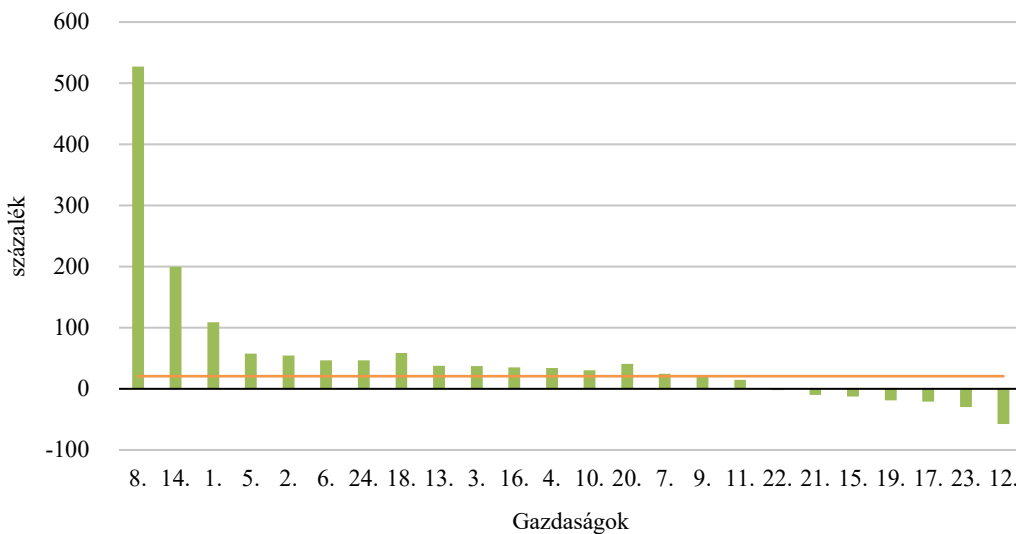
(88. ábra). A gazdaságok több mint felénél legfeljebb 50 százalékkal emelkedett a szűkített költség. A költségnövekedés 5 üzem esetében még az 50 százalékot is meghaladta a vizsgált időszakban.

A kukorica esetében a precíziós technológia alkalmazását megelőző években és az alkalmazást követő vizsgált időszakban szinte megegyezett a szűkített költség mutató értékeinek szórása. A kukoricatermesztés során precíziós technológiát alkalmazó gazdaságok szűkített költségének növekedése (+18,6 százalék) szignifikánsnak minősült ( $p=0,000$ ) (12. melléklet).

A gazdaságok átlagosan 168,3 ezer forint/hektár szűkített költséggel számított ágazati eredményt realizáltak a technológiaváltást megelőző három évben. Ez az érték az áttérést követően hektáronként 34,2 ezer forinttal, vagyis 20,3 százalékkal, 202,5 ezer forintra nőtt (89. ábra).

Az ágazati eredmény a 24 üzem közül 17-ben nőtt, ami 6 gazdaság esetében meghaladta az 50 százalékot. A kukoricatermesztők közül három gazdaságnak kimagaslóan emelkedett az ágazati eredménye a precíziós technológia bevezetésének hatására, a 8. sorszámú üzemnek több mint 500 százalékkal, a 14. sorszámúnak 200 százalékkal, az 1. sorszámúnak pedig 109 százalékkal. Fontos megjegyezni, hogy a gazdaságok rendkívül alacsony ágazati eredményt értek el a precíziós gazdálkodást megelőző években. Az ágazati eredmény egy gazdaságnál érdemben nem változott, 6 gazdaság esetében kisebb volt a precíziós gazdálkodás utolsó éveiben, azonban a csökkenés mértéke nem volt számottevő. Az ágazati eredmény mindössze egy üzem esetében csökkent 30 százalékot is meghaladó mértékben (57,8 százalék) (90. ábra).

90. ábra: A kukorica szűkített költséggel számított ágazati eredményének változása a vizsgált gazdaságokban



Forrás: Tesztüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

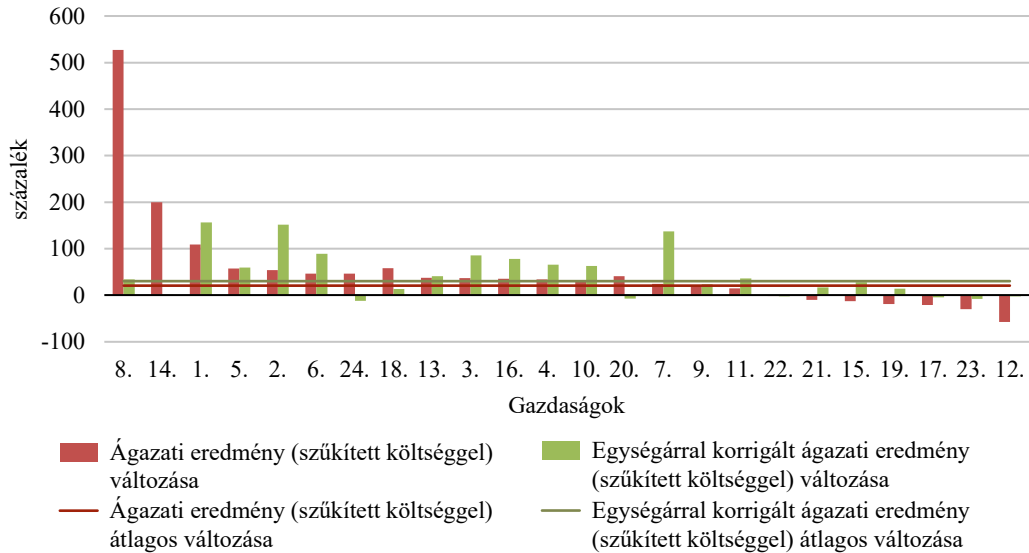
Annak érdekében, hogy az árváltozások eredményeket torzító hatását figyelmen kívül hagyjuk az elemzés során, a kukorica esetében 39 842 forint/tonna<sup>9</sup> egységárral korrigáltuk a szűkített költséggel számított ágazati eredményt. Ez alapján a mutató értéke a következőképpen alakult.

A gazdaságok átlagosan 20,3 százalék helyett 29,9 százalékkal növelték az ágazati eredményüket a vizsgált időszakban, amely összege 17 üzemben volt magasabb a technológia alkalmazását köve-

<sup>9</sup> Az egységár meghatározásakor figyelembe vettük az üzemek első (2006) és utolsó (2017) vizsgált évét, ezáltal a kukorica esetében a 2006–2017-es évek átlagárával számoltunk. Forrás: KSH STADAT – 3.6.13. A fontosabb növénytermesztési termékek felvásárlási átlagára (2002–).

tően, ami a gazdaságok csaknem felében az 50 százalékot is meghaladta. Megállapítható, hogy a kimagasló növekedést elért gazdaságok (8. és 14. sorszámú) ágazati eredménye az eltérő értékesítési árakból fakad. Az üzemek közül – amelyek az előző mutatónál csökkenést tapasztaltak – 3 esetben növekedés volt megfigyelhető, 18 gazdaságnál pedig kedvezőbben alakult a mutató értéke az egységárral való korrekció után (91. ábra).

91. ábra: A kukorica szűkített költséggel számított és az egységárral korrigált ágazati eredményének változása a vizsgált gazdaságokban



Forrás: Tesztüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

A párosított mintákat vizsgálva megállapítható, hogy a precíziós technológia alkalmazását megelőzően nagyobb volt az ágazati eredmények szórása, a kukorica szűkített költséggel számított és egységárral korrigált ágazati eredménye (+29,9 százalék) pedig szignifikánsan nagyobb volt ( $p=0,000$ ) a technológia alkalmazásában eltöltött utolsó három évben, mint a precíziós technológiák alkalmazását megelőzően (14. melléklet).

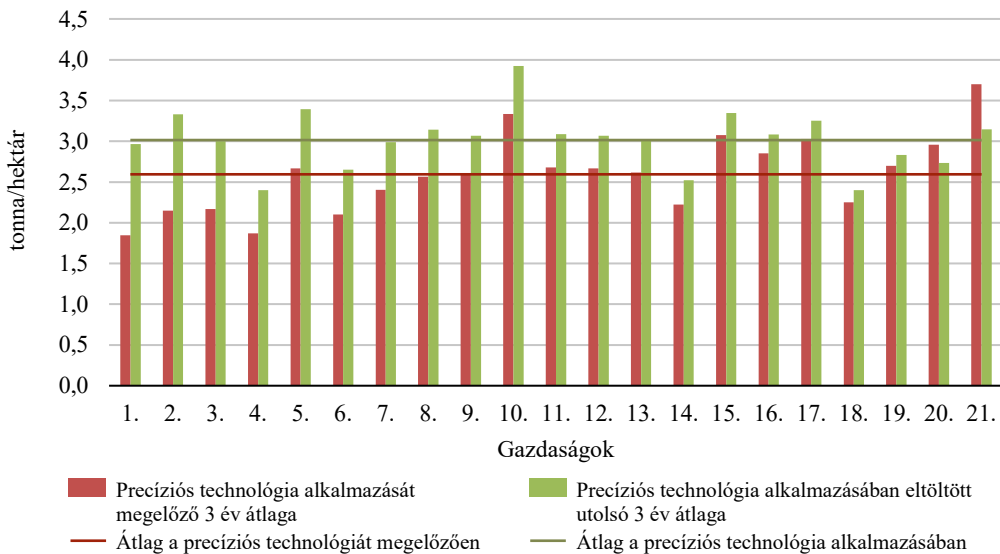
### Napraforgó főbb ágazati mutatóinak alakulása

A napraforgót precíziós technológiával termesztő 21 gazdaság közül 19 növelte a hozamait a technológia alkalmazásával eltöltött utolsó években. Az üzemek hagyományos műveléssel átlagosan 2,6 tonna/hektár termésátlagot értek el, precíziós gazdálkodással 0,42 tonna/hektárral többet, átlagosan 3,0 tonnát takarítottak be egy hektárról (92. ábra).

A 21 gazdaságnál átlagosan 16,3 százalékkal nőttek a hozamok a vizsgált időszakban (93. ábra). A hozamnövekedés 13 gazdaság esetében legfeljebb 25 százalék volt, 4 gazdaságnál a 25 százalékot is meghaladta és két gazdaságnál 50 százaléknál is nagyobb volt.

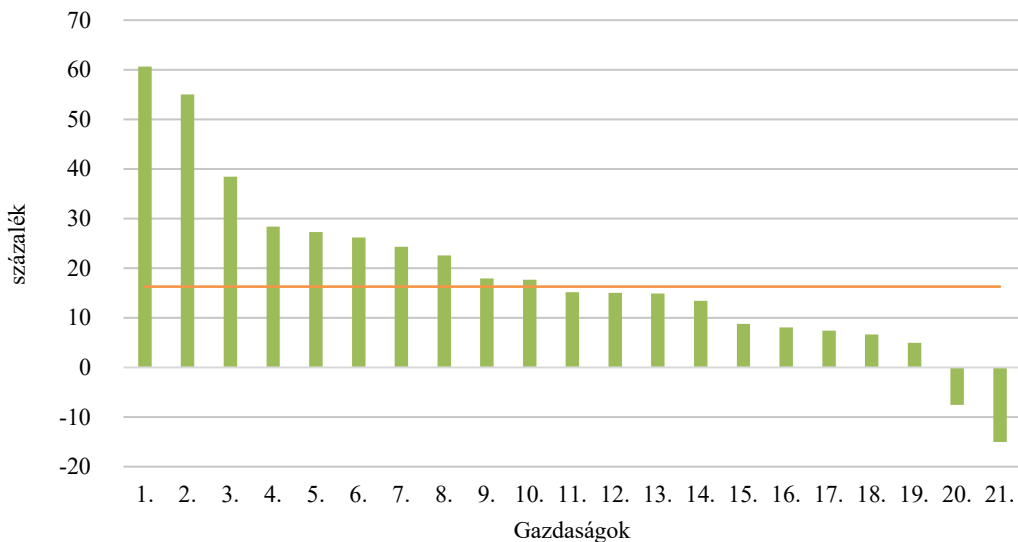
A statisztikai vizsgálatból látható, hogy a precíziós technológia alkalmazását megelőzően nagyobb volt a napraforgó termésátlagainak szórása, mint a technológia alkalmazásában eltöltött utolsó években, azonban az eltérés nem volt számottevő. A párosított t-próba eredményeképpen ( $p=0,000$ ) megállapítható, hogy a napraforgót termesztő precíziós gazdaságok által elért 0,42 tonna/hektáros (+16,3 százalék) termésátlag növekedés szignifikánsnak mondható (10. melléklet).

92. ábra: **A napraforgó termésátlagának alakulása a vizsgált gazdaságokban**



Forrás: Tesztüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

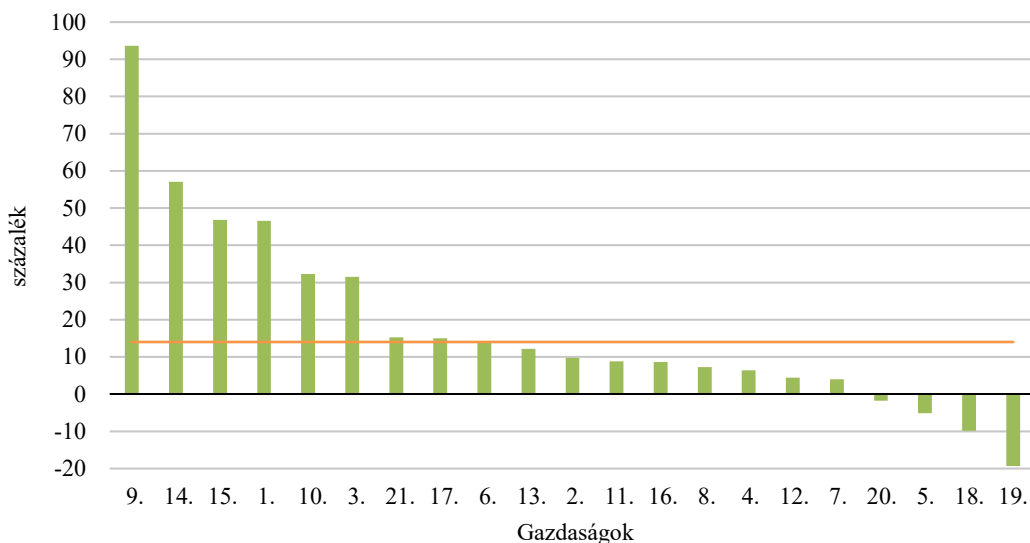
93. ábra: **A napraforgó termésátlagának változása a vizsgált gazdaságokban**



Forrás: Tesztüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

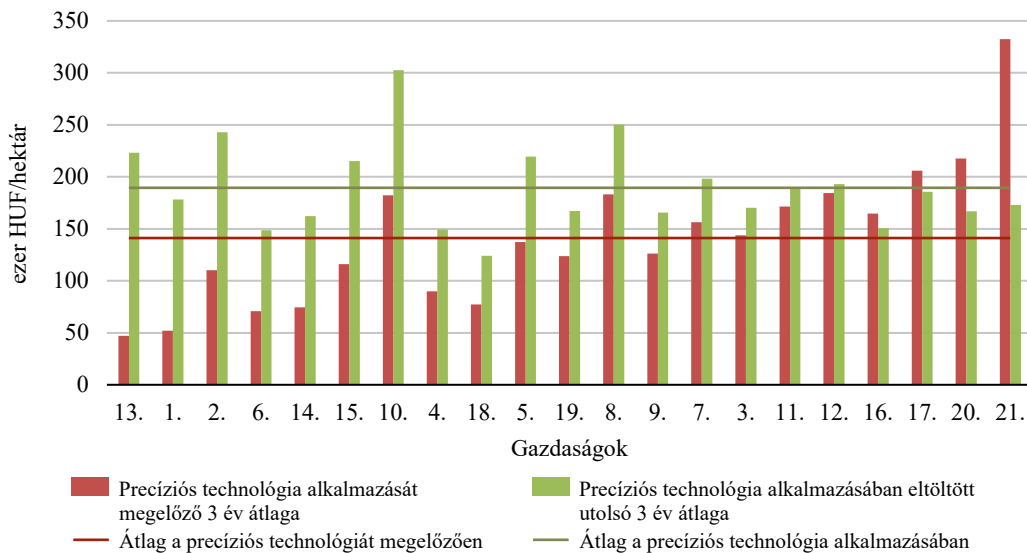
A termelési érték 18 üzemben volt nagyobb a technológia alkalmazásának utolsó három évében. Az árváltozások szórását tekintve (20,5 ezer forint/tonna) az értékesítési árak rendkívül hektikusan alakultak a gazdaságoknál. A napraforgó-termesztők a technológia adaptációját megelőzően 94,5 ezer forint/tonna áron, a precíziós gazdálkodás utolsó éveiben 9 százalékkal magasabb, 103,1 forint/tonna áron értékesítették a napraforgómagot. Az áremelkedés vélhetően nem függ össze azzal, hogy a termelő precíziós gazdálkodást folytatott, így a technológia által elérhető jövedelem megállapítása érdekében a későbbiekben a napraforgó esetében is vizsgáljuk az egységárral korrigált szűkített költséggel számított ágazati eredményt.

94. ábra: A napraforgó szűkített költségének változása a vizsgált gazdaságokban



Forrás: Tesztüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

95. ábra: A napraforgó szűkített költséggel számított ágazati eredményének alakulása a vizsgált gazdaságokban



Forrás: Tesztüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

A szűkített költség a napraforgó-termesztők 81,0 százalékánál nagyobb volt a technológia alkalmazását követően, mint az azt megelőző időszakban. A 21 gazdaságnál átlagosan 14,0 százalékkal emelkedett a gépköltséggel növelt inputanyagköltség a vizsgált időszakban (94. ábra). A napraforgó-termesztők 52,4 százaléka kevesebb mint 25 százalékkal növelte a szűkített költségét. A költségnövekedés két gazdaságnál az 50 százalékot is meghaladta.

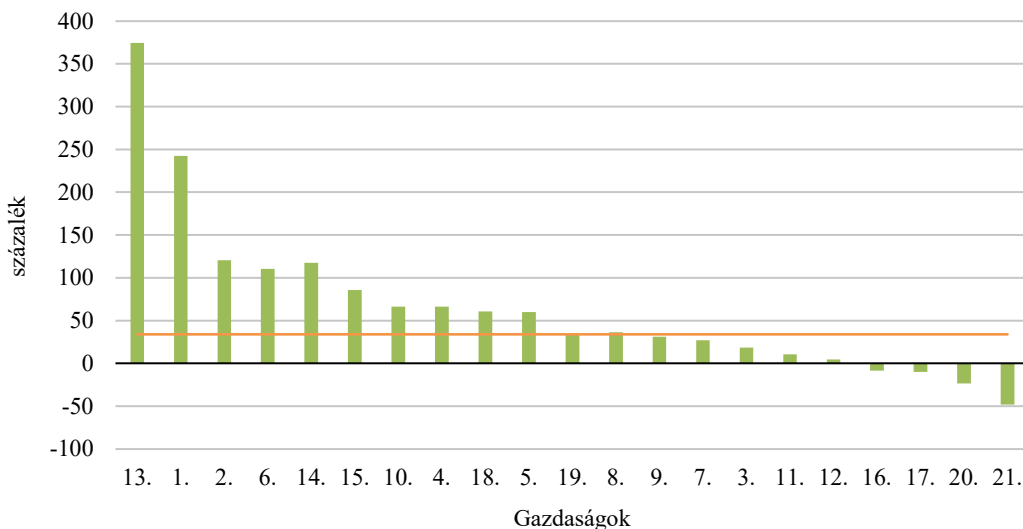
A napraforgó esetében is a precíziós technológia alkalmazását megelőző években nagyobb volt a szűkített költség mutató szórása, mint az alkalmazást követő vizsgált időszakban (12. melléklet).

A napraforgó-termesztés során precíziós technológiát alkalmazó gazdaságok szűkített költségének növekedése (+14,0 százalék) szignifikánsnak minősült ( $p=0,004$ ).

A napraforgó-termesztő gazdaságok átlagosan 141,2 ezer forint/hektár szűkített költséggel számított ágazati eredményt realizáltak a technológiaváltást megelőző években. Ez az érték az áttérést követően hektáronként 48,1 ezer forinttal, 189,3 ezer forintra nőtt (95. ábra).

Az ágazati eredmény a napraforgót termesztő precíziós gazdaságok 81,0 százalékánál, azaz a 21-ből 17 gazdaság esetében kedvezőbben alakult, mint a precíziós technológia bevezetése előtti években. Az üzemek átlagosan 34,0 százalékkal növelték az ágazati eredményüket a vizsgált időszakban (96. ábra). Az ágazati eredmény növekedése 7 gazdaságnál nem érte el az 50 százalékot, 5 üzemnél azonban meghaladta azt. Az ágazati eredmény 5 gazdaság esetében több mint kétszeresére nőtt. Ebből is a 13. és az 1. gazdaság kiemelendő, mivel esetükben a növekedés a 200 százalékot is meghaladta. Ezeknél az üzemeknél a technológiaváltást megelőzően rendkívül alacsony volt az ágazati eredmény összege (47,0 és 52,1 ezer forint/hektár).

96. ábra: **A napraforgó szűkített költséggel számított ágazati eredményének változása a vizsgált gazdaságokban**



Forrás: Tesztüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

Annak érdekében, hogy az elemzés során az árváltozások eredményeket torzító hatását figyelmen kívül hagyjuk, a napraforgó esetében 90,1 ezer forint/tonna<sup>10</sup> egységárral korrigáltuk a szűkített költséggel számított ágazati eredményt. Ez alapján a mutató értéke a következőre módosult.

A korrigált mutató a 21 napraforgó-termesztőnél átlagosan 18,3 százalékkal növekedett. Ez 15,7 százalékponttal kevesebb, mint a gazdaságok értékesítési áraival számolva. Az ágazati eredmény egy üzemben érdemben nem változott, 15 üzemnél pedig nagyobb volt a technológiaváltást követően. A növekedés 5 üzemnél legfeljebb 25 százalékot tett ki, 3 gazdaságnál az 50 százalékot is meghaladta.

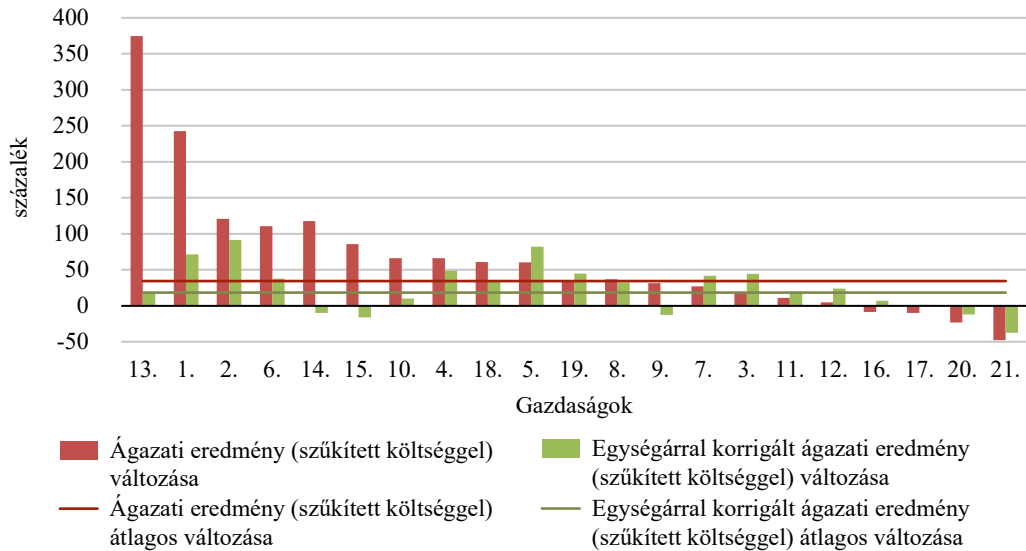
Megállapítható, hogy a 13. gazdaság precíziós gazdálkodás során elért – a technológia bevezetését megelőzőnél jóval nagyobb – ágazati eredménye az eltérő értékesítési árakból fakad. A másik kiugró változást mutató gazdaságnál (1. sorszámú) 242 százalékról 71 százalékra csökkent az eltérés a vizs-

<sup>10</sup> Az egységár meghatározásakor figyelembe vettük az üzemek első (2005) és utolsó (2017) vizsgált évét, ezáltal a napraforgó esetében a 2005–2017-es évek átlagárával számoltunk. Forrás: KSH STADAT – 3.6.13. A fontosabb növénytermesztési termékek felvásárlási átlagára (2002–).



gált időszakok között. A mutató értéke kedvezőtlenül alakult 3 gazdaságnál (14., 15. és 9. sorszámú). Esetükben a korábbi növekedés az árváltozás következményének volt tulajdonítható. Ezzel szemben 10 gazdaságnál az egységárral való korrekció kedvező változást eredményezett (97. ábra).

97. ábra: A napraforgó szűkített költséggel számított és egységárral korrigált ágazati eredményének változása a vizsgált gazdaságokban



Forrás: Tesztüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

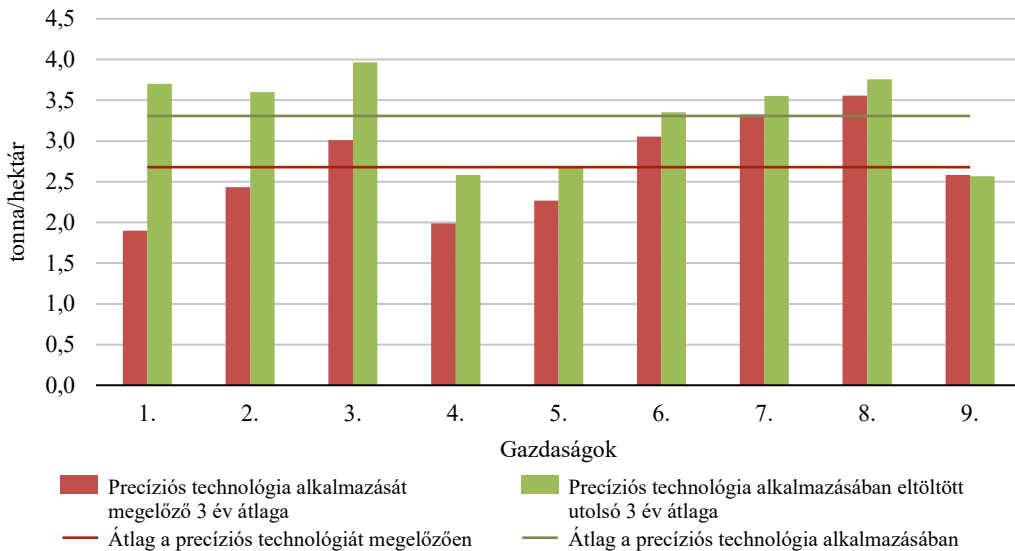
A precíziós technológia alkalmazását megelőzően nagyobb volt az ágazati eredmények szórása, a napraforgó szűkített költséggel számított és egységárral korrigált ágazati eredménye (+18,3 százalék) pedig szignifikánsan nagyobb volt ( $p=0,013$ ) a technológia alkalmazásában eltöltött utolsó három évben, mint a precíziós technológiák alkalmazását megelőzően (14. melléklet).

### Őszi káposztarepce főbb ágazati mutatóinak alakulása

A 9 őszi káposztarepce termesző precíziós gazdaság átlagosan 0,62 tonna/hektárral növelte hozamait, 2,7 tonna/hektár helyett 3,3 tonna/hektár termésátlagot ért el a technológia alkalmazását követő utolsó években. Kizárólag a 9. üzem nem tapasztalt hozamnövekedést a vizsgált időszakban (98. ábra).

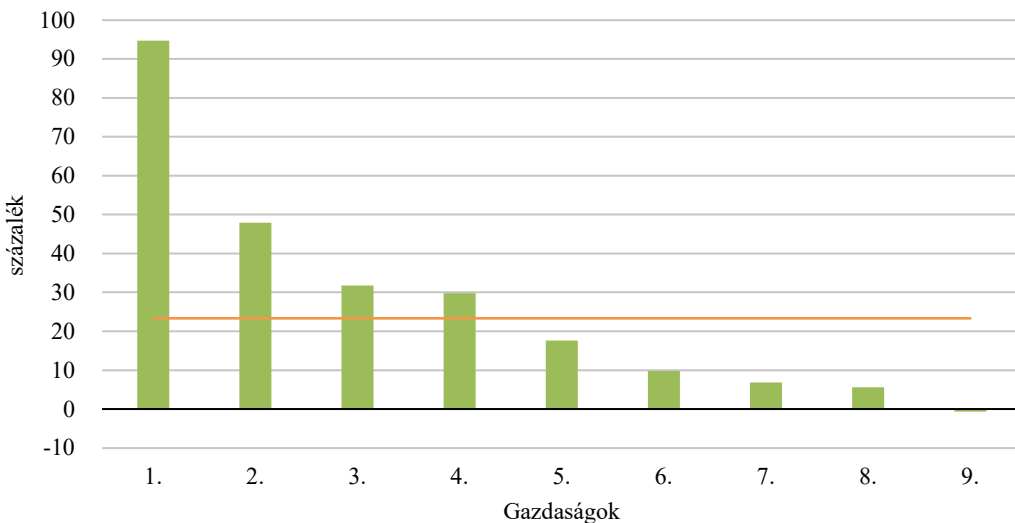
A növénykultúrát termesző gazdaságok átlagosan 23,3 százalékkal növelték termésátlagukat a precíziós technológia bevezetését követő utolsó években (99. ábra). Az 1. sorszámú üzem hozamnövekedése kimagasló, a gazdaság termésátlaga 1,9 tonna/hektárról 3,7 tonna/hektárra, azaz közel kétszeresére nőtt a vizsgált időszakban. A legtöbb gazdaság 25 százaléknál kisebb mértékben növelte a hozamát. A termésátlag növekedése 3 üzemnél meghaladta ugyan a 25 százalékot, de nem érte el az 50 százalékot.

98. ábra: Az őszi káposztarepce termésátlagának alakulása a vizsgált gazdaságokban



Forrás: Tesztüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

99. ábra: Az őszi káposztarepce termésátlagának változása a vizsgált gazdaságokban



Forrás: Tesztüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

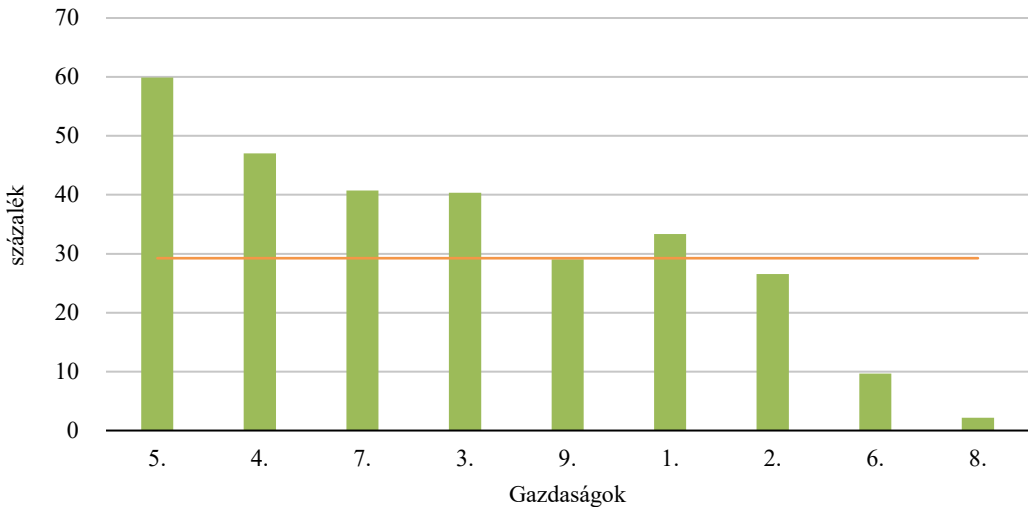
A statisztikai vizsgálatból látható, hogy a precíziós technológia alkalmazását megelőzően és a technológia alkalmazásában eltöltött utolsó években szinte azonos volt a mutató értékeinek szórása (10. melléklet). A párosított t-próba eredményeképpen megállapítható, hogy az őszi káposztarepce termesző precíziós gazdaságok által elért 0,62 tonna/hektáros (+23,3 százalék) termésátlagnövekedés szignifikánsnak ( $p=0,012$ ) mondható.

A termelési érték a hozamokhoz hasonlóan 8 üzemnél volt nagyobb a precíziós technológia alkalmazását követően, azonban nem az az üzem tapasztalt csökkenést a termelési értékében, mint amelyik a termésátlagában. Ebből, és az értékesítési árak alakulásának szórásából (10 ezer forint/tonna)

következően az árak szintén torzítják az eredmények alakulását, így indokolt az egységárral korrigált ágazati eredményt is vizsgálni a továbbiakban.

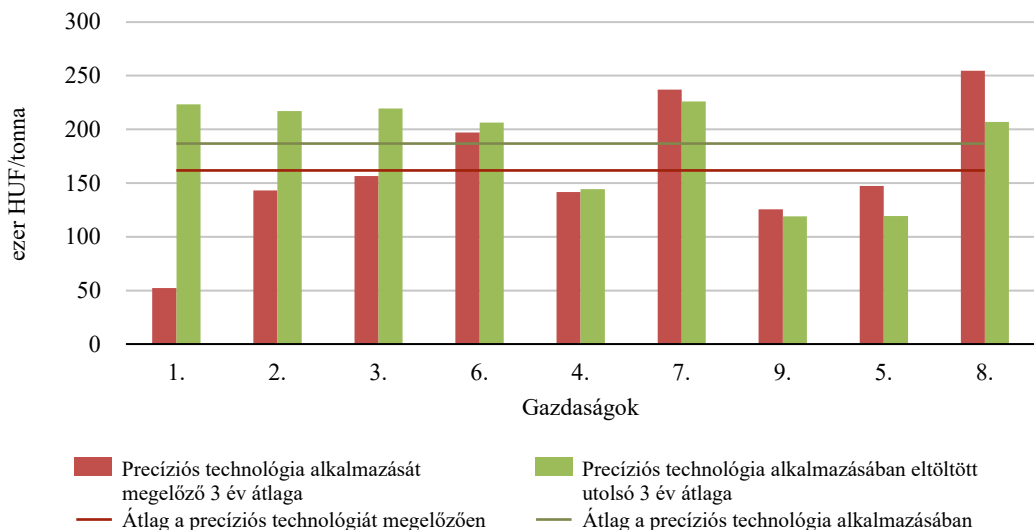
A technológiaváltás – mint minden előbb felsorolt növénykultúrában – az őszi káposztarepce-termesztőknél is az inputanyagköltségek növekedését eredményezte. A 9 gazdaság átlagosan 29,2 százalékkal növelte a szűkített költségét a vizsgált időszakban (100. ábra). A növénykultúrát termesztők többsége (8 gazdaság) jellemzően 50 százaléknál kisebb költségnövekedést tapasztalt a technológia bevezetését követő utolsó három évben.

100. ábra: Az őszi káposztarepce szűkített költségének változása a vizsgált gazdaságokban



Forrás: Tesztüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

101. ábra: Az őszi káposztarepce szűkített költséggel számított ágazati eredményének alakulása a vizsgált gazdaságokban



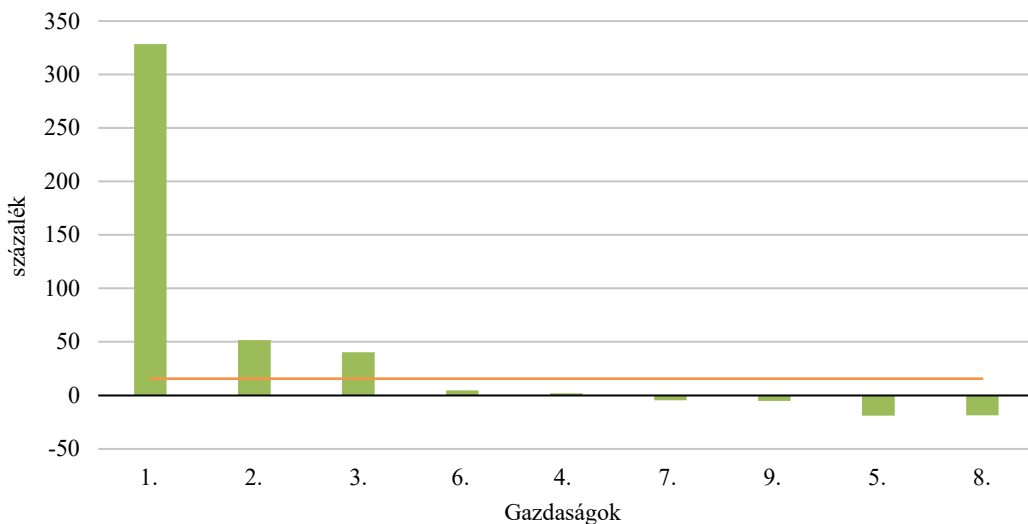
Forrás: Tesztüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

Az őszi káposztarepce esetében a precíziós technológia alkalmazását megelőző években számottevően nagyobb volt a szűkített költség-mutató szórása, mint az alkalmazást követő vizsgált időszakban (12. melléklet). A precíziós technológiát alkalmazó gazdaságok szűkített költségének növekedése (+29,2 százalék) szignifikánsnak minősült ( $p=0,000$ ).

Az őszi káposztarepce-termesztők ágazati eredménye 25,2 ezer forint/hektárral, 161,7 ezer forint/hektárról 186,9 ezer forint/hektárra nőtt a vizsgált időszakban (101. ábra).

Az ágazati eredmény átlagosan 15,6 százalékkal nagyobb volt a vizsgált időszakban. A mutató értéke 4 gazdaság esetében kedvezőbben alakult, ugyanennyinél azonban csökkent a precíziós technológia alkalmazását követő utolsó években. A 4. sorszámú gazdaság esetében nem lehet érdemi különbséget felfedezni az ágazati eredmény alakulásában (102. ábra). Azok a gazdaságok, amelyek ágazati eredménye nagyobb volt az utolsó vizsgált években, javarészt legfeljebb 50 százalékos növekedést tapasztaltak.

102. ábra: Az őszi káposztarepce szűkített költséggel számított ágazati eredményének változása a vizsgált gazdaságokban



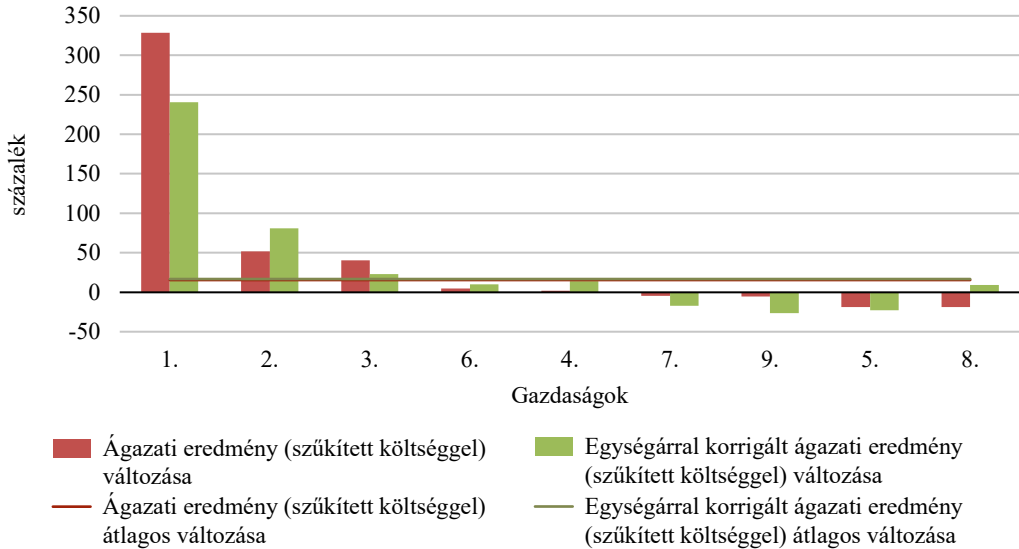
Forrás: Tesztüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

Annak érdekében, hogy az elemzés során az árváltozások eredményeket torzító hatását figyelmen kívül hagyjuk, az őszi káposztarepcénél 94 852 forint/tonna<sup>11</sup> egységárral korrigáltuk a szűkített költséggel számított ágazati eredményt. Ez alapján a mutató értéke a következőre módosult. A korrigált mutató a 9 őszi káposztarepce-termesztőnél átlagosan 16,8 százalékkal emelkedett, ami 1,2 százalékponttal nagyobb, mint a gazdaságok értékesítési áraival számolva. Az ágazati eredmény 6 üzemnél nőtt a technológiaváltást követően, ami 4 üzemnél legfeljebb 50 százalékos, 2 gazdaságnál az 50 százalékot is meghaladó növekedésnek felelt meg.

A mutató értéke 5 gazdaságnál kedvezőtlenül alakult az egységárral való korrekciót követően. Esetükben a vizsgált időszakban tapasztalt eltérés (növekedés, vagy csökkenés) egy része az értékesítési ár alakulásának tulajdonítható. Ezzel szemben 4 gazdaságnál az egységárral korrigált mutató kedvező változást mutat (103. ábra).

<sup>11</sup> Az egységár meghatározásakor figyelembe vettük az üzemek első (2005) és utolsó (2017) vizsgált évét, ezáltal a napraforgó esetében a 2005–2017-es évek átlagárával számoltunk. Forrás: KSH Tájékoztatási adatbázis. Statinfo.

103. ábra: Az őszi káposztarepce szűkített költséggel számított és egységárral korrigált ágazati eredményének változása a vizsgált gazdaságokban



Forrás: Tesztüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

A párosított mintákat vizsgálva megállapítható, hogy a precíziós technológia alkalmazását megelőzően jelentősen nagyobb volt az ágazati eredmények szórása (14. melléklet). Az őszi káposztarepce szűkített költséggel számított és egységárral korrigált ágazati eredménye esetében jelentősnek tűnik a változás (+16,8 százalék), de a kis elemszám miatt nem lehet szignifikáns eltérést kimutatni ( $p=0,283$ ) a precíziós technológiák alkalmazását megelőzően és a technológia alkalmazásában eltöltött utolsó három évben.

## Statisztikai vizsgálatok eredményeinek összefoglalása

Összességében megállapítható, hogy a precíziós gazdaságok a technológiaváltást követően jelentősen nagyobb hozamokat értek el a négy fő szántóföldi növénykultúrában, amely növekedés statisztikailag igazolható (8. táblázat). A magasabb hozamok mellett intenzívebb gazdálkodás is jellemezte a gazdaságok zömét, a szűkített költség növekedése szignifikánsnak bizonyult minden növénykultúrában. A szűkített költség növekedését azonban nem minden esetben kompenzálta a jelentős hozamtöbblet, ezáltal kevesebb gazdaság esetében nőtt az ágazati eredmény összege, mint a természetlag a technológiaváltást követő utolsó három évben. Az eredmények alapján elmondható, hogy az értékesítési árak hektikus alakulása jelentősen torzítja a mutató értékét, így minden növénykultúránál kedvezőbb eredményre vezetett az egységárral való korrekció. A számított mutató alapján a kukoricatermesztők tapasztalták a legnagyobb növekedést (átlagosan 29,9 százalék), de az őszi búza termesztők ágazati eredménye is meghaladta a 20 százalékot (+22,3 százalék) a vizsgált időszakban. Őket követték a napraforgó-termesztők 18,3 százalékkal, majd az őszi káposztarepce-termesztők 16,8 százalékkal. Az őszi káposztarepce kivételével a vizsgált növénykultúrák mindegyikében statisztikai vizsgálatokkal is igazolható volt a korrigált ágazati eredményben tapasztalt növekedés. A legtöbb mutató esetén a precíziós technológia alkalmazását megelőzően nagyobb szórás figyelhető meg, ami a precíziós technológiák egyfajta stabilizáló hatását mutatja.

## 8. táblázat: A precíziós gazdaságok főbb ágazati mutatóinak alakulása a vizsgálatokban

százalék

Vizsgálat	Őszi búza	Kukorica	Napraforgó	Őszi káposztarepce
<b>Hozam</b>				
2016/2017-es gazdasági év (kontrollesoporthoz viszonyítva)	+19	+15	+8	+14
Precíziós gazdálkodásban eltöltött utolsó három év (kontrollesoporthoz viszonyítva)	+8 <sup>a)</sup>	+6	+3	+7
Üzemen belül (precíziós gazdálkodásban eltöltött utolsó három év a technológia alkalmazását megelőzőhöz viszonyítva)	+24 <sup>a)</sup>	+25 <sup>a)</sup>	+16 <sup>a)</sup>	+23 <sup>a)</sup>
<b>Szűkített költség</b>				
2016/2017-es gazdasági év (kontrollesoporthoz viszonyítva)	+12	+24	+17	+16
Precíziós gazdálkodásban eltöltött utolsó három év (kontrollesoporthoz viszonyítva)	+6	+5	+2	+7
Üzemen belül (precíziós gazdálkodásban eltöltött utolsó három év a technológia alkalmazását megelőzőhöz viszonyítva)	+26 <sup>a)</sup>	+19 <sup>a)</sup>	+14 <sup>a)</sup>	+29 <sup>a)</sup>
<b>Ágazati eredmény (szűkített, korrigált)</b>				
2016/2017-es gazdasági év (kontrollesoporthoz viszonyítva)	+26	+8	+1	+13
Precíziós gazdálkodásban eltöltött utolsó három év (kontrollesoporthoz viszonyítva)	+11 <sup>a)</sup>	+7	+4	+7
Üzemen belül (precíziós gazdálkodásban eltöltött utolsó három év a technológia alkalmazását megelőzőhöz viszonyítva)	+22 <sup>a)</sup>	+30 <sup>a)</sup>	+18 <sup>a)</sup>	+17

<sup>a)</sup> A jelölt eltérések statisztikailag igazolhatók.

Forrás: Tesztüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

# Executive Summary

## Introduction

The increasing need for food security and sustainability, as well as environmental considerations, focuses attention on the efficient use of agricultural resources. The digital transformation of agriculture is crucial to achieving this. One of the requirements of the European Union's agricultural support instrument, the Common Agricultural Policy, for the period 2021-2027 is to ensure that agriculture plays its full role in relation to the environment and climate challenge. To do so, it needs to fully accommodate digital innovations that make the jobs of farmers easier, reduce bureaucracy and support generational renewal (EC, 2018a). Digital technologies are changing business models in the agri-food sector, creating new challenges and opportunities for farmers. However, the lack of information about new technologies, the lack of digital skills and limited availability of reliable cost/benefit analyses of the new technologies are barriers to their adoption (EC, 2019a; Trendov et al., 2019).

The National Digital Agriculture Strategy is intended to foster the digitalisation of Hungarian agriculture. The stated objectives include the development of farmers' digital competences and knowledge, as well as the promotion of the use of precision agriculture (PA) technologies. In order to develop the evaluation and indicator system of the strategy, it is necessary to know the current situation as accurately as possible. This study provides up-to-date information on the current situation of precision farming for those working in agricultural administration, as well as for farmers and agricultural machinery distributors.

## Methodology

The study provides an overview of the trends observed in the digitalisation of agriculture, and the international and domestic situation of precision arable crop production. The process and experiences of the transition to precision farming are also presented through a case study of a domestic farm.

Opinions related to precision agriculture and the applied technologies were examined among the arable farms of the Hungarian Farm Accountancy Data Network (FADN). The Research Institute of Agricultural Economics (currently part of the National Agricultural Research and Innovation Centre) conducted its first precision agriculture questionnaire survey in 2016 (Kemény et al., 2017), and this was repeated in 2018 with some changes. During the survey, we investigated how different information sources are used by farmers to obtain knowledge about PA; sought farmers' opinions on the barriers and drivers to the diffusion of these technologies; recorded their judgement on the contribution of PA to sustainability; and collected their experiences (if any) following the adoption of these technologies. For information sources and judgement on sustainability, differences by regions and age groups were evaluated by Chi-square tests. Besides the assessment of the current situation, the analysis of the questionnaires allowed us to compare the differences and changes between the two surveys. The 2018 survey contained additional questions about the application of registers and enterprise management systems, and sociological aspects of PA were also examined.

Using the results of the survey together with the balance sheet and profit and loss statement data available in the FADN system, economic assessment was completed regarding the yield, input cost, production value and income. One part of the analysis was based on the comparison of PA farms to control groups of conventional farms with similar characteristics. For farms using PA technologies for at least three years, the results of the last three years and the three years prior to the introduction of PA were also compared. The main results of the economic indicators were confirmed by statistical analysis. The normality of the datasets was examined by the Kolmogorov-Smirnov test, then the mean values were compared by paired t-tests. Economic analyses focused on winter wheat, maize, sunflower and oilseed rape production.

## Results

Even though producers recognise both the benefits of precision farming and its disadvantages (increasing economic disparities, competitive disadvantage) if they do not start using the technology, an ‘explosive’ adaptation is still to come.

Owing to the different sample populations, surveys give different results on the adoption of precision technologies in Hungary. In a survey among the arable FADN farms, less than 9 per cent of farmers were precision farmers. According to other surveys, machine guidance by GPS is used by 20-27 per cent of Hungarian farmers, followed by the variable rate applications (11-17 per cent). But even the results of the more favourable surveys lag significantly behind those observed in the USA and Canada, and there is also a lag compared to Western European countries.

It is unfavourable that some farmers (1-5 per cent, depending on the technology examined) have tools suitable for PA but do not use them, and approximately 70 per cent of the non-adopters do not plan to adopt any of the examined tools and technologies. The planned digital investments are of low value (typically below HUF 500,000, which is enough to buy at most sensors or accessories), but it depends on the farm size. Respondents aged between 31 and 40 years have better digital competences and the greatest willingness to invest.

Based on the questionnaire surveys, the main barriers to widespread adoption of PA technology are the excessive investment cost and the fact that the technology cannot work effectively for the farm size. Additional key problems are the lack of adequate funding and the lack of appropriate knowledge.

Higher profitability and an investment subsidy (from the Rural Development Programme) would be the main drivers of PA adoption. Extensive adoption is also significantly influenced by the legal and political environment, including the development of legislation enabling the security of long-term land use (81 per cent) and predictable agricultural policy (79 per cent). Sixty-one per cent of the farmers would prefer fair tax rules tailored to precision farmers, and 58 per cent indicated that a PA-friendly agricultural policy would foster the wider uptake of the technology.

The first FADN farm among the respondents adopted PA in 2003. There was a dynamic increase in the number of PA farmers from 2012, however, a slowing trend of adoption can be observed in the last five years. In 2018, 54 of the 615 respondents claimed to be involved in PA to some extent.

Most of the PA farms (71 per cent) stated that the lightbar guidance was the first technology to be adopted. It was followed by the field boundary mapping (52 per cent) and auto-steering, with which half of the farmers started precision farming. Preparation of variable-rate nutrient application plans/maps was introduced as the first technology by 27 per cent of the PA farms. It is important to note, however, that half of the farms started precision farming with three or more technologies.

In 2018, the lightbar guidance and auto-steering had the highest adoption rates. The former was used by about 80 per cent and the latter by two thirds of the PA farms. Those not using lightbar guidance typically differentiated the input applications not within the field, but between the fields, or applied auto-steering. Field boundary mapping was applied by 61 per cent of the respondents, and nutrient application plans/maps by 44 per cent. Pest, disease or weed mapping was carried out by 37 per cent of the farms. Precision soil sampling and mapping, as well as pesticide application plans/maps were each applied by 31 per cent of the respondents. Variable rate seeding and yield mapping were less commonly used technologies. The less frequent use of yield mapping is also in line with previous national surveys. Nearly half of the precision farms in the survey (48 per cent) had adopted four or more PA technologies by 2018.

More than 80 per cent of the 54 PA farms (47 farms) applied the technology in maize, 46 farms in winter wheat, and 44 farms in sunflower production in the crop year 2016/2017. More than half



of the farms cultivated oilseed rape, and 27 per cent of them winter barley by PA. The total PA area cultivated by the farms involved in the survey was 27,000 hectares, of which 88 per cent were covered by the four main crops.

Comparing the yield differences perceived following the introduction of PA and the data obtained from the FADN system, we found that farmers typically underestimated the changes. This may be due to the fact that farmers tried to estimate only the effects of precision technology, ignoring the changes attributable to other effects. Alternatively, the joint assessment of the different degrees of change achieved in different crops was a problem for them. Only 21 per cent of farmers rated the crop income per hectare correctly, and the same proportion underestimated the increase in income. The proportion of those who indicated a decrease in income instead of an increase, or an increase in income rather than a decrease were also very similar. These incorrect estimations are typical for farmers having very different results for the various cultivated crops or among the years examined. Regarding the variable costs, almost no one identified what was calculated from the FADN data. Most of the farmers indicated a decrease in the variable costs instead of the increase, or underestimated their increase. This also draws attention to the shortcomings of registers and enterprise management systems.

In the crop year 2016/2017, the yields of PA farms exceeded the control group's results for each crop examined. Based on FADN data PA farms were able to achieve higher incomes for winter wheat (+26 per cent), oilseed rape (+13 per cent), maize (+8 per cent) and sunflower (+1 per cent). Based on the unit cost of the main product, PA farms cultivating winter wheat and oilseed rape proved to be more effective than conventional farms. However, based on the crop income (with unit price adjustment), only the winter wheat producers were more effective.

Considering the results of the last three years spent in precision farming, PA farms achieved 3-8 per cent higher yield and 5-8 per cent higher production value than farms in the control group. The three-year average sectoral income of the PA farms was also higher. Significant crop income excess (+11) was achieved by PA farms growing winter wheat. The higher yield and price-adjusted crop income in winter wheat were statistically significant.

For farms using PA technologies for at least three years, yields, and the cost and income data of the last three years and the three years prior to the introduction of PA were also compared. Most of the farms were able to increase yields for each crop, resulting in an average increase of 16 per cent for sunflower, and 23-25 per cent for the other crops examined. The technology shift was accompanied by more intensive input use and a 14–29 per cent increase in variable costs; however, sectoral income values also became higher. Owing to the changes in prices, the price-adjusted crop income should be considered, which resulted in larger increases in all sectors, except sunflower, than with the calculation using actual prices. Based on the adjusted sectoral income values, the largest changes were achieved by maize growers (+30 per cent) and winter wheat growers (+22 per cent), while an 18 per cent increase was reached for sunflower, and a 17 per cent for oilseed rape. These results – except the sectoral income for oilseed rape – were statistically confirmed.

The number of PA adopters among the arable FADN farms has not increased considerably compared to the previous survey. However, the number of farms introducing the technology is constantly increasing, therefore the monitoring and further evaluation of the adaptation are recommended.



## Kivonat

### **A precíziós szántóföldi növénytermesztés helyzete és ökonómiai vizsgálata**

Gaál Márta (szerk.) és Illés Ivett (szerk.)

Az élelmiszer-biztonság és a fenntarthatóság iránti növekvő igény, a környezetvédelmi szempontok, valamint a klímaváltozáshoz való alkalmazkodás a mezőgazdasági források hatékony felhasználásának jelentőségére hívják fel a figyelmet. Ennek egyik eszköze lehet a precíziós gazdálkodás, amellyel kapcsolatban az Agrárgazdasági Kutató Intézet (jelenleg Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ Agrárgazdasági Kutatóintézet) második alkalommal végzett kérdőíves felmérést a magyarországi tesztüzemi rendszer szántóföldi növénytermesztő üzemének körében. A felmérés kiterjedt a precíziós gazdálkodással kapcsolatos ismeretek forrásaira, a technológia terjedését gátló, illetve segítő tényezőkre, a fenntarthatósághoz való hozzájárulás megítélésére, az alkalmazott technológiákra, valamint a precíziós gazdálkodás bevezetésének üzemre gyakorolt hatásaira. Az üzemek ágazati költség- és jövedelemadatai alapján vizsgáltuk a precíziós gazdálkodás bevezetésének gazdasági hatásait az őszi búza, a kukorica, a napraforgó és az őszi káposztarepce termesztése esetén. A tanulmányban részletesen bemutatjuk a precíziós szántóföldi növénytermesztés nemzetközi és hazai helyzetét, valamint a tesztüzemi rendszer gazdasági körében végzett kérdőíves felmérések és gazdasági elemzések eredményeit. A várakozásokkal ellentétben a technológia terjedése nem mutat jelentős növekedést az utóbbi években. A számítások a hozamok és az ágazati eredmény növekedését támasztották alá, de az eltérések nem minden esetben statisztikailag szignifikánsak. A technológiai átállás intenzívebb inputanyag-felhasználással, a szűkített költség növekedésével is járt.

## Abstract

### **Situation and economic assessment of precision arable crop production**

GAÁL, Márta and ILLÉS, Ivett (eds)

The increasing need for food security and sustainability, as well as environmental considerations, focuses attention on the efficient use of agricultural resources. Precision agriculture (PA) can be an effective tool to achieve this. Therefore, the Research Institute of Agricultural Economics (currently part of the National Agricultural Research and Innovation Centre) conducted a questionnaire survey for the second time among the arable farms of the Hungarian Farm Accountancy Data Network (FADN). During the survey, we investigated how different information sources are used by farmers to obtain knowledge about PA; sought farmers' opinions on the barriers and drivers to the diffusion of these technologies; recorded their judgement on the contribution of PA to sustainability; and collected their experiences (if any) following the adoption of these technologies. Based on the sectoral cost and income data of the farms, the economic assessment of PA was completed regarding cultivation of winter wheat, maize, sunflower and oilseed rape. The study provides a detailed overview of the trends observed in the digitalisation of agriculture, and the international and domestic situation of precision arable crop production, as well as the results of the questionnaire survey among the FADN farms and the results of the economic assessment. Contrary to our expectations, the spread of technology has not increased significantly in recent years. Our calculations revealed increases in yields and incomes, but the differences were not always statistically significant. The technology shift was accompanied by more intensive input use and increases in variable costs.

## Mellékletek

### Mellékletek jegyzéke

1. melléklet: Őszi búza megyei átlaghozamának alakulása (regresszió számítás) .....	124
2. melléklet: A mintagazdaság őszi búza hozamainak alakulása (regresszió számítás) .....	124
3. melléklet: Precíziós gazdálkodásról való értesülés és a korcsoportok közötti összefüggés vizsgálata (Khí-négyzet-próba).....	125
4. melléklet: A precíziós gazdálkodás gazdasági fenntarthatósághoz való hozzájárulásának mértéke és a technológia alkalmazása közötti összefüggés vizsgálata (Khí-négyzet-próba) .....	126
5. melléklet: A precíziós gazdálkodás fenntarthatósághoz való hozzájárulásának mértéke és a gazdálkodók regionális elhelyezkedése közti összefüggés (Khí-négyzet-próba) .....	126
6. melléklet: A precíziós gazdálkodás fenntarthatósághoz való hozzájárulásának mértéke és a gazdálkodók regionális elhelyezkedése közti összefüggés erőssége (Cramer-féle V-együttható).....	127
7. melléklet: Normál eloszlás vizsgálatának eredményei a hozam esetében (Kolmogorov–Smirnov-próba).....	127
8. melléklet: Normál eloszlás vizsgálatának eredményei az ágazati eredmény esetében (Kolmogorov–Smirnov-próba).....	127
9. melléklet: Normál eloszlás vizsgálatának eredményei a termésátlag esetében (Kolmogorov–Smirnov-próba).....	128
10. melléklet: A minták statisztikai elemzése a termésátlag (tonna/hektár) esetében (párosított t-próba).....	128
11. melléklet: Normál eloszlás vizsgálatának eredményei a szűkített költség esetében (Kolmogorov–Smirnov-próba).....	128
12. melléklet: A minták statisztikai elemzése a szűkített költség (forint/hektár) esetében (párosított t-próba).....	128
13. melléklet: Normál eloszlás vizsgálatának eredményei a szűkített költséggel számított, egységárral korrigált ágazati eredmény esetében (Kolmogorov–Smirnov-próba).....	129
14. melléklet: A minták statisztikai elemzése a szűkített költséggel számított, egységárral korrigált ágazati eredmény (forint/hektár) esetében (párosított t-próba).....	129
15. melléklet: Kérdőíves felmérés – Precíziós szántóföldi növénytermesztés elterjedtsége a magyar mezőgazdaságban (2018) .....	130

1. melléklet: **Őszi búza megyei átlaghozamának alakulása (regresszió számítás)**

<b>Regressziós statisztika</b>	
r értéke	0,847944
r-négyzet	0,719009
Korrigált r-négyzet	0,662811
Standard hiba	0,359801
Megfigyelések	7

<b>VARIANCIAANALÍZIS</b>					
	<b>Szabadság-fok</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>F szignifikanciája</b>
Regresszió	1	1,65629	1,65629	12,79418	0,01593
Maradék	5	0,64728	0,12946		
Összesen	6	2,30357			

	<b>Koefficien- sek</b>	<b>Standard hiba</b>	<b>t-érték</b>	<b>p-érték</b>	<b>Alsó 95%</b>	<b>Felső 95%</b>
Tengelymetszet	4,1414	0,3041	13,6192	0,0000	3,3597	4,9231
X változó 1	0,2432	0,0680	3,5769	0,0159	0,0684	0,4180

Forrás: A tesztüzemi rendszer ágazati hozamadatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

2. melléklet: **A mintagazdaság őszi búza hozamainak alakulása (regresszió számítás)**

<b>Regressziós statisztika</b>	
r értéke	0,911793
r-négyzet	0,831367
Korrigált r-négyzet	0,797641
Standard hiba	0,669042
Megfigyelések	7

<b>VARIANCIAANALÍZIS</b>					
	<b>Szabadság-fok</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>F szignifikanciája</b>
Regresszió	1	11,03387	11,03387	24,6502	0,00423
Maradék	5	2,238088	0,447618		
Összesen	6	13,27195			

	<b>Koefficien- sek</b>	<b>Standard hiba</b>	<b>t-érték</b>	<b>p-érték</b>	<b>Alsó 95%</b>	<b>Felső 95%</b>
Tengelymetszet	4,2611	0,5654	7,5358	0,0007	2,8075	5,7146
X változó 1	0,6277	0,1264	4,9649	0,0042	0,3027	0,9528

Forrás: A mintagazdaság hozamadatai alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

3. melléklet: **Precíziós gazdálkodásról való értesülés és a korcsoportok közötti összefüggés vizsgálata (Khi-négyzet-próba)**

		Milyen forrásból értesült a precíziós gazdálkodásról?						Összesen	
		Még nem hallott róla	Nyomtatott és online szaklap	Kiállítás, vásár, bemutató	Tanácsadó	Más gazdálkodó	Egyéb		
Korcsoport	40 év alatt	Válaszok száma	2	38	31	27	28	7	133
		Elvárt gyakoriság	5,1	39,4	30,3	25,4	27,3	5,5	133,0
	40–50 év között	Válaszok száma	8	89	74	55	56	16	298
		Elvárt gyakoriság	11,5	88,3	68,0	56,9	61,1	12,2	298,0
	50–60 év között	Válaszok száma	19	128	89	89	87	15	427
		Elvárt gyakoriság	16,5	126,6	97,4	81,5	87,6	17,5	427,0
	60 év felett	Válaszok száma	33	222	173	136	159	28	751
		Elvárt gyakoriság	28,9	222,6	171,3	143,3	154,0	30,8	751,0
	Összesen	Válaszok száma	62	477	367	307	330	66	1 609
		Válaszok százalékos aránya	3,9	29,6	22,8	19,1	20,5	4,1	100,0

	Érték	Szabadságfok	Szign. szint (kétoldali)
Khi-négyzet-próba	9,354	15	,858
Valószínűségi arány	9,906	15	,826
Elemezhető esetek száma	1 609		

Forrás: A 2018. évi kérdőíves felmérés és teszttüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

4. melléklet: **A precíziós gazdálkodás gazdasági fenntarthatósághoz való hozzájárulásának mértéke és a technológia alkalmazása közötti összefüggés vizsgálata (Khí-négyzet-próba)**

		Gazdasági fenntarthatósághoz való hozzájárulás				Összesen	
		Nem járul hozzá	Kis mértékben járul hozzá	Számottevő mértékben járul hozzá	Jelentős mértékben járul hozzá		
Termesztési mód	Hagyományos szántóföldi növénytermesztők	Válaszok száma	37	186	214	63	500
		Elvárt gyakoriság	34,3	181,4	211,2	73,1	500,0
		Válaszok százalékos aránya	7,4	37,2	42,8	12,6	100,0
	Precíziós gazdaságok	Válaszok száma	1	15	20	18	54
		Elvárt gyakoriság	3,7	19,6	22,8	7,9	54,0
		Válaszok százalékos aránya	1,9	27,8	37,0	33,3	100,0
Összesen	Válaszok száma összesen	38	201	234	81	554	

	Érték	Szabadságfok	Szign. szint (kétoldali)
Khí-négyzet-próba	18,092	3	,000
Valószínűségi arány	15,607	3	,001
Elemezhető esetek száma	554		

Gazdasági fenntarthatóság		Érték	Szign. szint.
Nominal by Nominal	Phi-együttható	,181	,000
	Cramer-féle V-együttható	,181	,000
Elemezhető esetek száma		554	

Forrás: A 2018. évi kérdőíves felmérés és tesztiemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

5. melléklet: **A precíziós gazdálkodás fenntarthatósághoz való hozzájárulásának mértéke és a gazdálkodók regionális elhelyezkedése közti összefüggés (Khí-négyzet-próba)**

Környezeti fenntarthatóság		Érték	Szabadságfok	Szign. szint (kétoldali)
Khí-négyzet-próba		55,369	18	,000
Valószínűségi arány		53,651	18	,000
Elemezhető esetek száma		554		
Gazdasági fenntarthatóság		Érték	Szabadságfok	Szign. szint (kétoldali)
Khí-négyzet-próba		87,101	18	,000
Valószínűségi arány		91,329	18	,000
Elemezhető esetek száma		554		
Társadalmi fenntarthatóság		Érték	Szabadságfok	Szign. szint (kétoldali)
Khí-négyzet-próba		82,604	18	,000
Valószínűségi arány		87,280	18	,000
Elemezhető esetek száma		554		

Forrás: A 2018. évi kérdőíves felmérés és tesztiemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán



**6. melléklet: A precíziós gazdálkodás fenntarthatóságához való hozzájárulásának mértéke és a gazdálkodók regionális elhelyezkedése közti összefüggés erőssége (Cramer-féle V-együttható)**

<b>Környezeti fenntarthatóság</b>		<b>Érték</b>	<b>Szign. szint.</b>
Nominal by Nominal	Phi-együttható	,316	,000
	Cramer-féle V-együttható	,183	,000
Elemezhető esetek száma		554	
<b>Gazdasági fenntarthatóság</b>		<b>Érték</b>	<b>Szign. szint</b>
Nominal by Nominal	Phi-együttható	,397	,000
	Cramer-féle V-együttható	,229	,000
Elemezhető esetek száma		554	
<b>Társadalmi fenntarthatóság</b>		<b>Érték</b>	<b>Szign. szint</b>
Nominal by Nominal	Phi-együttható	,386	,000
	Cramer-féle V-együttható	,223	,000
Elemezhető esetek száma		554	

Forrás: A 2018. évi kérdőíves felmérés és teszttüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

**7. melléklet: Normál eloszlás vizsgálatának eredményei a hozam esetében (Kolmogorov–Smirnov-próba)**

<b>Növénykultúra</b>	<b>Precíziós gazdaságok</b>		<b>Hagyományos szántóföldi növénytermesztők</b>	
	<b>Kolmogorov–Smirnov Z-érték</b>	<b>Szignifikanciaszint</b>	<b>Kolmogorov–Smirnov Z-érték</b>	<b>Szignifikanciaszint</b>
Őszi búza	0,122	0,200	0,097	0,200
Kukorica	0,108	0,200	0,085	0,200
Napraforgó	0,190	0,031	0,171	0,080
Őszi káposztarepce	0,148	0,200	0,181	0,200

Forrás: Tesztüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

**8. melléklet: Normál eloszlás vizsgálatának eredményei az ágazati eredmény esetében (Kolmogorov–Smirnov-próba)**

<b>Növénykultúra</b>	<b>Precíziós gazdaságok</b>		<b>Hagyományos szántóföldi növénytermesztők</b>	
	<b>Kolmogorov–Smirnov Z-érték</b>	<b>Szignifikanciaszint</b>	<b>Kolmogorov–Smirnov Z-érték</b>	<b>Szignifikanciaszint</b>
Őszi búza	0,112	0,200	0,138	0,184
Kukorica	0,084	0,200	0,156	0,117
Napraforgó	0,107	0,200	0,140	0,200
Őszi káposztarepce	0,146	0,200	0,243	0,068

Forrás: Tesztüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

9. melléklet: Normál eloszlás vizsgálatának eredményei a termésátlag esetében  
(Kolmogorov–Smirnov-próba)

Növénykultúra	Precíziós technológia alkalmazását megelőző 3 év átlaga		Precíziós technológia alkalmazásában eltöltött utolsó 3 év átlaga	
	Kolmogorov–Smirnov Z-érték	Szignifikanciaszint	Kolmogorov–Smirnov Z-érték	Szignifikanciaszint
Őszi búza	0,175	0,029	0,134	0,200
Kukorica	0,113	0,200	0,109	0,200
Napraforgó	0,126	0,200	0,163	0,150
Őszi káposztarepce	0,156	0,200	0,227	0,200

Forrás: Tesztüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

10. melléklet: A minták statisztikai elemzése a termésátlag (tonna/hektár) esetében  
(párosított t-próba)

Növénykultúra	Precíziós technológia alkalmazását megelőző 3 év		Precíziós technológia alkalmazásában eltöltött utolsó 3 év		Átlagok eltérése	t-érték	Szignifikanciaszint (kétoldalu)
	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás			
Őszi búza	4,7	1,12	5,9	0,91	-1,15	-7,161	0,000
Kukorica	6,6	1,80	8,3	1,69	-1,65	-9,208	0,000
Napraforgó	2,6	0,47	3,0	0,36	-0,42	-4,910	0,000
Őszi káposztarepce	2,7	0,59	3,3	0,55	-0,62	-3,224	0,012

Forrás: Tesztüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

11. melléklet: Normál eloszlás vizsgálatának eredményei a szűkített költség esetében  
(Kolmogorov–Smirnov-próba)

Növénykultúra	Precíziós technológia alkalmazását megelőző 3 év átlaga		Precíziós technológia alkalmazásában eltöltött utolsó 3 év átlaga	
	Kolmogorov–Smirnov Z-érték	Szignifikanciaszint	Kolmogorov–Smirnov Z-érték	Szignifikanciaszint
Őszi búza	0,083	0,200	0,124	0,200
Kukorica	0,113	0,200	0,126	0,200
Napraforgó	0,147	0,200	0,172	0,107
Őszi káposztarepce	0,105	0,200	0,210	0,200

Forrás: Tesztüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

12. melléklet: A minták statisztikai elemzése a szűkített költség (forint/hektár) esetében  
(párosított t-próba)

Növénykultúra	Precíziós technológia alkalmazását megelőző 3 év		Precíziós technológia alkalmazásában eltöltött utolsó 3 év		Átlagok eltérése	t-érték	Szignifikanciaszint (kétoldalu)
	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás			
Őszi búza	99 277	27 292	125 022	24 837	-25 745	-5,584	0,000
Kukorica	119 461	28 978	141 738	29 780	-22 277	-4,415	0,000
Napraforgó	107 477	28 593	122 509	24 989	-15 032	-3,207	0,004
Őszi káposztarepce	132 948	28 085	171 829	21 118	-38 881	-6,046	0,000

Forrás: Tesztüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

13. melléklet: Normál eloszlás vizsgálatának eredményei a szűkített költséggel számított, egységárral korrigált ágazati eredmény esetében (Kolmogorov–Smirnov-próba)

Növénykultúra	Precíziós technológia alkalmazását megelőző 3 év átlaga		Precíziós technológia alkalmazásában eltöltött utolsó 3 év átlaga	
	Kolmogorov–Smirnov Z-érték	Szignifikanciaszint	Kolmogorov–Smirnov Z-érték	Szignifikanciaszint
Őszi búza	0,086	0,200	0,084	0,200
Kukorica	0,126	0,200	0,110	0,200
Napraforgó	0,131	0,200	0,110	0,200
Őszi káposztarepce	0,106	0,200	0,184	0,200

Forrás: Tesztüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

14. melléklet: A minták statisztikai elemzése a szűkített költséggel számított, egységárral korrigált ágazati eredmény (forint/hektár) esetében (párosított t-próba)

Növénykultúra	Precíziós technológia alkalmazását megelőző 3 év		Precíziós technológia alkalmazásában eltöltött utolsó 3 év		Átlagok eltérése	t-érték	Szignifikanciaszint (kétoldalú)
	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás			
Őszi búza	97 933	33 911	119 727	29 292	-21 794	-3,258	0,003
Kukorica	145 395	60 615	188 894	54 259	-43 498	-4,488	0,000
Napraforgó	126 294	35 530	149 397	31 474	-23 104	-2,728	0,013
Őszi káposztarepce	121 239	38 963	141 630	36 199	-20 391	-1,152	0,283

Forrás: Tesztüzemi adatok alapján készült a NAIK AKI Fenntarthatósági Kutatások Főosztályán

15. melléklet: **Kérdőíves felmérés – Precíziós szántóföldi növénytermesztés elterjedtsége a magyar mezőgazdaságban (2018)**

**A precíziós szántóföldi növénytermesztés ismertsége, elterjedtsége**

**1.1. Honnan szerzett tudomást a precíziós gazdálkodásról?**

*Válaszát/válaszait kérjük X-szel jelölje! Több választ is megjelölhet! Ha egyéb tényezőket jelöl meg, azokat kérjük, alul nevezze meg!*

	Precíziós gazdálkodás
Még nem hallott róla	
Nyomtatott szakmai lap	
Internetes szakmai oldal	
Szaktanácsadó	
Szaktanácsadó	
Kiállítás/vásár	
Oktatás	
Más gazdálkodótól	
Alapanyag- vagy gépforgalmazó	
Szakmai bemutató	
Egyéb, éspedig: .....	

**1.2. Ön szerint mely tényezők segíthetnék a leginkább a precíziós gazdálkodás elterjedését?**

*Kérjük, ötöt jelöljön meg, továbbá 1-gyel jelölje a legfontosabb, 5-tel a legkevésbé fontos okot! Ha egyéb tényezőket jelölt meg, azokat kérjük, alul nevezze meg!*

	Precíziós gazdálkodás
Több és/vagy részletesebb információ	
Képzettebb munkaerő rendelkezésre állása	
Szaktanácsadás igénybevételének lehetősége	
Gazdálkodással kapcsolatos szakképzés	
Kompatibilitás a technológiák között	
Magasabb jövedelmezőség	
Jövedelempótló támogatás a technológiát alkalmazók részére	
Magasabb felvásárlási ár (pl. előnyöket biztosító tanúsítvány)	
Beruházási támogatás a Vidékfejlesztési Programban	
Közösen használt eszközök támogatása (pl. gépkör)	
Egyéb termelői szerveződések (TÉSZ, TCS)	
Integrátoroktól bérlés	
Külső bérvállalkozóktól bérlés	
Hitelfelvétel segítségével beruházás és bérszolgáltatás végzése	
Vállalatirányítási rendszerhez kapcsolt adatrögzítés	
Egyéb, éspedig: .....	

### 1.3. Ön szerint a precíziós szántóföldi növénytermesztés milyen mértékben járul hozzá a fenntartható (környezeti és/vagy gazdasági és/vagy társadalmi értelemben vett) gazdálkodáshoz?

1-től 4-ig, ahol: 1=nem járul hozzá; 2=kismértékben; 3=számottevő mértékben; 4=jelentős mértékben. A megfelelőt kérjük, válassza ki!

	A környezeti fenntarthatósághoz való hozzájárulás mértéke	A gazdasági fenntarthatósághoz való hozzájárulás mértéke	A társadalmi fenntarthatósághoz való hozzájárulás mértéke
A precíziós gazdálkodás			

### 1.4. Alkalmaz Ön precíziós növénytermesztési technológiát a gazdaságában?

A megfelelő választ kérjük jelölje meg!

- Igen
- Nem, de tervezem
- Alkalmaztam, de abbahagytam
- Nem

### 1.5. Ha még nem alkalmazott precíziós technológiát, mik annak a legfontosabb okai?

Kérjük, válassza ki az öt legfontosabb tényezőt! 1-gyel jelölje a legfontosabb, 5-tel a legkevésbé fontos okot! Ha egyéb tényezőket jelölt meg, azokat kérjük, alul nevezze meg!

	Precíziós gazdálkodás
Megfelelő információ és ismeretek hiánya	
Beruházás többletköltsége	
Üzemeltetés többletköltsége	
Új technológia bevezetéséhez szükséges idő	
Üzemeltetési tapasztalat hiánya	
Bizalmatlanság az új technológiákkal szemben	
Megfelelő finanszírozás hiánya	
Elérhető szaktanácsadás hiánya	
Megfelelő képzettségű munkaerő hiánya	
Nem illeszkedik a gazdaság méretéhez	
Birtokstruktúrával kapcsolatos nehézségek	
Nem vehetők igénybe a hiányzó technológiai elemek szolgáltatásként	
Egyéb, éspedig: .....	

### 1.6. Ha korábban alkalmazott precíziós technológiát, miért hagyott fel az alkalmazásával?

*Kérjük, válassza ki az öt legfontosabb tényezőt! 1-gyel jelölje a legfontosabb, 5-tel a legkevésbé fontos okot! Ha egyéb tényezőket jelölt meg, azokat kérjük, alul nevezze meg!*

Megfelelő szakértelem hiánya miatt nem tudtam alkalmazni/megvalósítani	
Munkaerő hiánya miatt nem tudtam alkalmazni/megvalósítani	
Szaktanácsadás hiánya miatt nem tudtam alkalmazni/megvalósítani	
Technikai nehézség (RTK-jelvesztés, kompatibilitás) miatt nem tudtam alkalmazni/megvalósítani	
Nem csökkentette a várakozások szerint a tápanyag-gazdálkodás költségeit	
Nem csökkentette a várakozások szerint az öntözés költségeit	
Nem csökkentette a várakozások szerint a vetés költségeit	
Nem csökkentette a várakozások szerint a növényvédelem költségeit	
Nem csökkentette a várakozások szerint a talajművelés költségeit	
Nem csökkentette a várakozások szerint a betakarítás költségeit	
Nem növelte a várakozások szerint a hozamot	
Nem növelte a várakozások szerint a hozambiztonságot	
Nem csökkentette a munkaidőt	
Nem csökkentette a műveletek számát	
Nem volt megbízható (pl. szervizháttér)	
Birtokstruktúrával kapcsolatos nehézségek	
Egyéb, éspedig: .....	

Ha Ön nem alkalmaz precíziós növénytermesztési technológiát a gazdaságában (vagy felhagyott az alkalmazásával), kérjük a további kérdések közül csak a vállalatirányítási rendszerre vonatkozó (4. rész), illetve a szociológiai kérdéseket (5. rész) válaszolja meg!

## Precíziós technológia alkalmazása az üzemben

**2.1. Kérjük, töltsé ki az alábbi táblázatot a megadott tevékenységekre vonatkozóan! Szántóterületének hány százalékán alkalmazza az adott precíziós tevékenységet üzeme összterületéhez képest?**

*Jelölje X-szel, hogy ezt milyen módon alkalmazza!*

Tevékenység	Szántóterület arány (%)	Saját készítés/alkalmazás	Külső szolgáltatás	Alkalmazás első éve
Táblakontúr (táblahatár) felvétele				
Sorvezető használata				
Robotkormányzás				
Precíziós talajminta-vételezés és talajtérképezés				
Precíziós hozamtérképezés				
Precíziós növényállapot-felvételezés (NDVI-vegetációs index drónnal vagy traktorra szerelt szenzorral)				
Növényvédelmi felvételezés (bejárással vagy drónnal)				
Tápanyag-kijuttatási terv/applikációs térkép készítése				
Növényvédőszer-kijuttatási terv/applikációs térkép készítése				
Vetőmag-kijuttatási terv/applikációs térkép készítése				

**2.2. Kérjük, adja meg, hogy mely növénykultúrák termesztésében alkalmazott már valamilyen precíziós technológiát (legalább egy technológiai elemet), és hogy mikor kezdte a technológia alkalmazását!**

*Ha egyéb növénykultúrát jelöl meg, azokat kérjük, alul nevezze meg!*

	Növénykultúra	Alkalmazás első éve
Őszi búza	<input type="checkbox"/>	
Kukorica	<input type="checkbox"/>	
Őszi káposztarepce	<input type="checkbox"/>	
Napraforgó	<input type="checkbox"/>	
Őszi árpa	<input type="checkbox"/>	
Csemegekukorica	<input type="checkbox"/>	
Egyéb 1.	<input type="checkbox"/>	
Egyéb 2.	<input type="checkbox"/>	
Egyéb 3.	<input type="checkbox"/>	

**2.3. Kérjük, adja meg, hogy a 2016/2017-es termelési évben mely növénykultúrákat termesztette precíziós technológiával (legalább egy technológiai elemet alkalmazott)!**

	Növénykultúra	Terület (ha)
Őszi búza	<input type="checkbox"/>	
Kukorica	<input type="checkbox"/>	
Őszi káposztarepce	<input type="checkbox"/>	
Napraforgó	<input type="checkbox"/>	
Őszi árpa	<input type="checkbox"/>	
Csemegekukorica	<input type="checkbox"/>	
Egyéb 1.	<input type="checkbox"/>	
Egyéb 2.	<input type="checkbox"/>	
Egyéb 3.	<input type="checkbox"/>	

**2.4. Kérjük, adja meg, hogy az őszi búza esetében műveletenként (sorok) és technológiai mélységenként (oszlopok) mekkora területen (hektár) történik az adott műveletnél a precíziós technikai eszközök használata!**

	Sorvezető használata (ha)	Robotkor-mányzás (ha)	Ráfedés- és kihagyás-mentes művelés (ha)	Sormű-velés; sor és sorköz megkülönböztetése (ha)	Menedzs-ment zónák szerinti művelés (ha)	Egyáltalán nem történik precíziós gép és eszköz használata (ha)
Talajművelés (tarlóhántás, hengerezés, szántás, lazítás, tárcsázás, elmunkálás)						
Vetés						
Fizikai gyomirtás						
Műtrágyázás						
Permetezés						
Betakarítás						

**2.5. Kérjük, adja meg, hogy a kukorica esetében műveletenként (sorok) és technológiai mélységenként (oszlopok) mekkora területen (hektár) történik az adott műveletnél a precíziós technikai eszközök használata!**

	Sorvezető használata (ha)	Robotkor-mányzás (ha)	Ráfedés- és kihagyás-mentes művelés (ha)	Sormű-velés; sor és sorköz megkülönböztetése (ha)	Menedzs-ment zónák szerinti művelés (ha)	Egyáltalán nem történik precíziós gép és eszköz használata (ha)
Talajművelés (tarlóhántás, hengerezés, szántás, lazítás, tárcsázás, elmunkálás)						
Vetés						
Fizikai gyomirtás						
Műtrágyázás						
Permetezés						
Betakarítás						



**2.6. Kérjük, adja meg, hogy az őszi káposztarepce esetében műveletenként (sorok) és technológiai mélységként (oszlopok) mekkora területen (hektár) történik az adott műveletnél a precíziós technikai eszközök használata!**

	Sorvezető használata (ha)	Robotkor-mányzás (ha)	Ráfedés- és kihagyás-mentes művelés (ha)	Sormű-velés; sor és sorköz megkülön-böztetése (ha)	Menedzs-ment zó-nák szerin-ti művelés (ha)	Egyáltalán nem tör-ténik pre-cíziós gép és eszköz használata (ha)
Talajművelés (tarlóhántás, hengerezés, szántás, lazítás, tárcsázás, elmunkálás)						
Vetés						
Fizikai gyomirtás						
Műtrágyázás						
Permetezés						
Betakarítás						

**2.7. Kérjük, adja meg, hogy a napraforgó esetében műveletenként (sorok) és technológiai mélységként (oszlopok) mekkora területen (hektár) történik az adott műveletnél a precíziós technikai eszközök használata!**

	Sorvezető használata (ha)	Robotkor-mányzás (ha)	Ráfedés- és kihagyás-mentes művelés (ha)	Sormű-velés; sor és sorköz megkülön-böztetése (ha)	Menedzs-ment zó-nák szerin-ti művelés (ha)	Egyáltalán nem tör-ténik pre-cíziós gép és eszköz használata (ha)
Talajművelés (tarlóhántás, hengerezés, szántás, lazítás, tárcsázás, elmunkálás)						
Vetés						
Fizikai gyomirtás						
Műtrágyázás						
Permetezés						
Betakarítás						

**2.8. Kérjük, adja meg, hogy az őszi árpa esetében műveletenként (sorok) és technológiai mélységenként (oszlopok) mekkora területen (hektár) történik az adott műveletnél a precíziós technikai eszközök használata!**

	Sorvezető használata (ha)	Robotkor-mányzás (ha)	Ráfedés- és kihagyás-mentes művelés (ha)	Sormű-velés; sor és sorköz megkülön-böztetése (ha)	Menedzs-ment zó-nák szerin-ti művelés (ha)	Egyáltalán nem tör-ténik pre-cíziós gép és eszköz használata (ha)
Talajművelés (tarlóhántás, hengerezés, szántás, lazítás, tárcsázás, elmunkálás)						
Vetés						
Fizikai gyomirtás						
Műtrágyázás						
Permetezés						
Betakarítás						

**2.9. Kérjük, adja meg, hogy a csemegekukorica esetében műveletenként (sorok) és technológiai mélységenként (oszlopok) mekkora területen (hektár) történik az adott műveletnél a precíziós technikai eszközök használata!**

	Sorvezető használata (ha)	Robotkor-mányzás (ha)	Ráfedés- és kihagyás-mentes művelés (ha)	Sormű-velés; sor és sorköz megkülön-böztetése (ha)	Menedzs-ment zó-nák szerin-ti művelés (ha)	Egyáltalán nem tör-ténik pre-cíziós gép és eszköz használata (ha)
Talajművelés (tarlóhántás, hengerezés, szántás, lazítás, tárcsázás, elmunkálás)						
Vetés						
Fizikai gyomirtás						
Műtrágyázás						
Permetezés						
Betakarítás						

**2.100. Kérjük, adja meg, hogy az egyéb 1. növény esetében műveletenként (sorok) és technológiai mélységenként (oszlopok) mekkora területen (hektár) történik az adott műveletnél a precíziós technikai eszközök használata!**

*Kérjük a 2.3 kérdésnél megadott „egyéb 1.” növénykultúrát nevezze meg!*

	Sorvezető használata (ha)	Robotkormányzás (ha)	Ráfedés- és kihagyásmentes művelés (ha)	Sorművelés; sor és sorköz megkülönböztetése (ha)	Menedzsment zónák szerinti művelés (ha)	Egyáltalán nem történik precíziós gép és eszköz használata (ha)	Növénykultúra
Növénykultúra							
Talajművelés (tarlóhántás, hengerezés, szántás, lazítás, tárcsázás, elmunkálás)							
Vetés							
Fizikai gyomirtás							
Műtrágyázás							
Permetezés							
Betakarítás							

**2.101. Kérjük, adja meg, hogy az egyéb 2. növény esetében műveletenként (sorok) és technológiai mélységenként (oszlopok) mekkora területen (hektár) történik az adott műveletnél a precíziós technikai eszközök használata!**

*Kérjük a 2.3 kérdésnél megadott „egyéb 2.” növénykultúrát nevezze meg!*

	Sorvezető használata (ha)	Robotkormányzás (ha)	Ráfedés- és kihagyásmentes művelés (ha)	Sorművelés; sor és sorköz megkülönböztetése (ha)	Menedzsment zónák szerinti művelés (ha)	Egyáltalán nem történik precíziós gép és eszköz használata (ha)	Növénykultúra
Növénykultúra							
Talajművelés (tarlóhántás, hengerezés, szántás, lazítás, tárcsázás, elmunkálás)							
Vetés							
Fizikai gyomirtás							
Műtrágyázás							
Permetezés							
Betakarítás							

**2.102. Kérjük, adja meg, hogy az egyéb 3. növény esetében műveletenként (sorok) és technológiai mélységenként (oszlopok) mekkora területen (hektár) történik az adott műveletnél a precíziós technikai eszközök használata!**

*Kérjük a 2.3 kérdésnél megadott „egyéb 3.” növénykultúrát nevezze meg!*

	Sorvezető használata (ha)	Robotkormányzás (ha)	Ráfedés- és kihagyásmentes művelés (ha)	Sorművelés; sor és sorköz megkülönböztetése (ha)	Menedzsment zónák szerinti művelés (ha)	Egyáltalán nem történik precíziós gép és eszköz használata (ha)	Növénykultúra
Növénykultúra							
Talajművelés (tarlóhántás, hengerezés, szántás, lazítás, tárcsázás, elmunkálás)							
Vetés							
Fizikai gyomirtás							
Műtrágyázás							
Permetezés							
Betakarítás							

**2.11. Kérjük, töltsse ki az alábbi táblázatot az erőgépekre vonatkozóan!**

*Írja be azon gépek darabszámát (saját és bérelt gépeket egyaránt), amelyek képesek az alábbi műveletek elvégzésére, és adja meg az első, precíziós képességekkel rendelkező gép beszerzési idejét!*

	Üzemben használt összes gép	Sorvezető alkalmazása	Robotkormányzás képessége	Fedélzeti számítógéppel való összekapcsolhatóság	Az első, precíziós gép beszerzési éve
Erőgép					

**2.12. Kérjük, töltsse ki az alábbi táblázatot a vetőgépekre vonatkozóan!**

*Írja be azon gépek darabszámát (saját és bérelt gépeket egyaránt), amelyek képesek az alábbi műveletek elvégzésére, és adja meg az első, precíziós képességekkel rendelkező gép beszerzési idejét!*

	Üzemben használt összes gép	Fedélzeti számítógéppel való összekapcsolhatóság	Vetés közben változtatható tőszám	Többletkijuttatást eredményező átfedés automata zárhatósága	Az első, precíziós gép beszerzési éve
Keskeny sortávú vetőgép					
Széles sortávú vetőgép					

**2.13. Kérjük, töltsse ki az alábbi táblázatot a trágyaszórókra vonatkozóan!**

Írja be azon gépek darabszámát (saját és bérelt gépeket egyaránt), amelyek képesek az alábbi műveletek elvégzésére, és adja meg az első, precíziós képességekkel rendelkező gép beszerzési idejét!

	Üzemben használt összes gép	Fedélzeti számítógéppel való összekapcsolhatóság	Többletkijuttatást eredményező átfedés automata kizárhatósága	Munkafolyamat közbeni, táblán változtatható anyagkijuttatás	Az első, precíziós gép beszerzési éve
Szilárdműtrágyaszóró					
Hígtrágyakijuttató					
Szervestrágyaszóró					

**2.14. Kérjük, töltsse ki az alábbi táblázatot az öntözőberendezésekre vonatkozóan!**

Írja be azon gépek darabszámát (saját és bérelt gépeket egyaránt), amelyek képesek az alábbi műveletek elvégzésére, és adja meg az első, precíziós képességekkel rendelkező gép beszerzési idejét!

	Üzemben használt összes gép	Többletkijuttatást eredményező átfedés automata kizárhatósága	Munkafolyamat közbeni, táblán változtatható anyagkijuttatás	Az első, precíziós gép beszerzési éve
Öntözőberendezés				

**2.15. Kérjük, töltsse ki az alábbi táblázatot az önjáró permetező gépekre vonatkozóan!**

Írja be azon gépek darabszámát (saját és bérelt gépeket egyaránt), amelyek képesek az alábbi műveletek elvégzésére, és adja meg az első, precíziós képességekkel rendelkező gép beszerzési idejét!

	Üzemben használt összes gép	Robotkormányzás képessége	Fedélzeti számítógéppel való összekapcsolhatóság	Többletkijuttatást eredményező átfedés automata kizárhatósága	Munkafolyamat közbeni, táblán változtatható anyagkijuttatás	Munkafolyamat közbeni, táblán változtatható intenzitás (dózis)	Az első, precíziós gép beszerzési éve
Önjáró permetezőgép							

**2.16. Kérjük, töltsse ki az alábbi táblázatot a vontatott permetezőgépekre vonatkozóan!**

Írja be azon gépek darabszámát (saját és bérelt gépeket egyaránt), amelyek képesek az alábbi műveletek elvégzésére, és adja meg az első, precíziós képességekkel rendelkező gép beszerzési idejét!

	Üzemben használt összes gép	Fedélzeti számítógéppel való összekapcsolhatóság	Többletkijuttatást eredményező átfedés automata kizárhatósága	Munkafolyamat közbeni, táblán változtatható anyagkijuttatás	Munkafolyamat közbeni, táblán változtatható intenzitás (dózis)	Az első, precíziós gép beszerzési éve
Vontatott permetezőgép						

**2.17. Kérjük, töltsse ki az alábbi táblázatot a betakarítógépekre vonatkozóan!**

Írja be azon gépek darabszámát (saját és bérelt gépeket egyaránt), amelyek képesek az alábbi műveletek elvégzésére, és adja meg az első, precíziós képességekkel rendelkező gép beszerzési idejét!

	Üzemben használt összes gép	Robotkormányzás képessége	Fedélzeti számítógéppel való összekapcsolhatóság	Hozamterképezés	Az első, precíziós gép beszerzési éve
Betakarítógép					

**2.18. Kérjük, töltsse ki az alábbi táblázatot a talajművelő gépekre (pl.: kultivátor) vonatkozóan!**

Írja be azon gépek darabszámát (saját és bérelt gépeket egyaránt), amelyek képesek az alábbi műveletek elvégzésére, és adja meg az első, precíziós képességekkel rendelkező gép beszerzési idejét!

	Üzemben használt összes gép	Fedélzeti számítógéppel való összekapcsolhatóság	Munkafolyamat közbeni, táblán változtatható művelésmélység	Az első, precíziós gép beszerzési éve
Talajművelő gép				

**2.19. Kérjük, értékelje az Ön által alkalmazott precíziós technológiák hatását!**

Tényező	Precíziós technológia hatása az üzemre
Egy hektárra jutó változóköltség (Ft/ha)	nem tudja jelentős mértékű csökkenés (több mint 15%) kisebb mértékű csökkenés (5–15%) nincs hatással ( $\pm 5\%$ ) kisebb mértékű növekedés (5–15%) nagyobb mértékű növekedés (több mint 15%)
Egy hektárra jutó munkaerő-felhasználás (munkaóra/ha)	nem tudja jelentős mértékű csökkenés (több mint 15%) kisebb mértékű csökkenés (5–15%) nincs hatással ( $\pm 5\%$ ) kisebb mértékű növekedés (5–15%) nagyobb mértékű növekedés (több mint 15%)
Egy hektárra jutó hozam (t/ha)	nem tudja jelentős mértékű csökkenés (több mint 15%) kisebb mértékű csökkenés (5–15%) nincs hatással ( $\pm 5\%$ ) kisebb mértékű növekedés (5–15%) nagyobb mértékű növekedés (több mint 15%)
Egy hektárra jutó jövedelem (Ft/ha)	nem tudja jelentős mértékű csökkenés (több mint 15%) kisebb mértékű csökkenés (5–15%) nincs hatással ( $\pm 5\%$ ) kisebb mértékű növekedés (5–15%) nagyobb mértékű növekedés (több mint 15%)
A termés minőségére gyakorolt hatása	nem tudja jelentős mértékű csökkenés (több mint 15%) kisebb mértékű csökkenés (5–15%) nincs hatással ( $\pm 5\%$ ) kisebb mértékű növekedés (5–15%) nagyobb mértékű növekedés (több mint 15%)

## 2.20. Eredményezett-e változást a növénytermesztés gyakorlatában a precíziós gazdálkodás bevezetése az alábbiakra?

A megfelelő választ kérjük, jelölje meg! Egy gyakorlaton belül több válasz is lehetséges. Ha egyéb tényezőket jelölt meg, azokat kérjük, nevezze meg!

Terület	Változás
Vetésszerkezet	<input type="checkbox"/> új növényfajok termesztése <input type="checkbox"/> új fajták/hibridek alkalmazása <input type="checkbox"/> őszi-tavaszi növények arányának változása <input type="checkbox"/> egyéb: ..... <input type="checkbox"/> nincs változás
Növényvédelem	<input type="checkbox"/> eltérő növényvédő szer használata <input type="checkbox"/> mechanikus gyomirtás arányának növekedése <input type="checkbox"/> egyéb: ..... <input type="checkbox"/> nincs változás
Tápanyag-utánpótlás	<input type="checkbox"/> eltérő készítmények (pl. összetett műtrágya) <input type="checkbox"/> változó hatóanyag (kg/ha) kijuttatása <input type="checkbox"/> szerves-trágya-hígtrágya bevezetés <input type="checkbox"/> egyéb: ..... <input type="checkbox"/> nincs változás
Öntözés	<input type="checkbox"/> öntözés alkalmazása (hozamnövelés céljából) <input type="checkbox"/> kijuttatott víz mennyiségének növelése <input type="checkbox"/> kijuttatott víz mennyiségének csökkentése <input type="checkbox"/> egyéb: ..... <input type="checkbox"/> nincs változás
Munkaerő-felhasználás	<input type="checkbox"/> új munkaerő felvétele <input type="checkbox"/> munkaerő-állomány cserélődése <input type="checkbox"/> munkaerő-állomány csökkenése <input type="checkbox"/> szakmai továbbképzéseken történő részvétel <input type="checkbox"/> egyéb: ..... <input type="checkbox"/> nincs változás
Munkaszervezés	<input type="checkbox"/> kevesebb munkamenet <input type="checkbox"/> több munkamenet <input type="checkbox"/> folyamatos műszak (éjszakai) <input type="checkbox"/> bér munka-szolgáltatás arányának változása <input type="checkbox"/> egyéb: ..... <input type="checkbox"/> nincs változás
Vállalatirányítás	<input type="checkbox"/> bővülő kimutatások <input type="checkbox"/> ágazatok összekapcsolása <input type="checkbox"/> vállalati struktúra átalakítása <input type="checkbox"/> vállalatirányítás átalakítása <input type="checkbox"/> egyéb: ..... <input type="checkbox"/> nincs változás
Piaci kapcsolatok	<input type="checkbox"/> új értékesítési kapcsolatok <input type="checkbox"/> új beszerzési kapcsolatok <input type="checkbox"/> együttműködés növekedése más termelőkkel <input type="checkbox"/> együttműködés növekedése integrátorokkal/ feldolgozókkal/ inputanyag-kereskedőkkel <input type="checkbox"/> egyéb: ..... <input type="checkbox"/> nincs változás



### 2.21. Milyen GPS korrekciót alkalmaz?

Válaszát kérjük, jelölje X-szel! Ha egyéb nem RTK (~2 cm pontosságú) korrekciót használ, kérjük annak pontosságát aláhúzással jelölje!

Saját RTK-bázisállomásom van	
Éves RTK-előfizetéssel rendelkezem	
Kampányidőszaki RTK-előfizetéssel rendelkezem	
Adatmennyiség alapján fizetek RTK-korrekciót	
Egyéb, nem RTK-korrekciót alkalmazok	4–10 cm 10–30 cm 30–50 cm 50–100 cm 100–200 cm

## Nyilvántartási/vállalatirányítási rendszer alkalmazása az üzemben

### 3.1. Kérjük, töltsse ki az alábbi táblázatot az Ön által alkalmazott nyilvántartási/vállalatirányítási rendszer(ek) használatára vonatkozóan!

*Kérjük, jelölje válaszait a táblázatban! Ha egyéb nyilvántartási rendszert jelöl meg, azt kérjük, alul nevezze meg! Amennyiben nem alkalmazza az adott nyilvántartási/vállalatirányítási rendszert a „Nincs ilyen” kategóriát válassza.*

Felhasználási cél	Alkalmazott megoldás	Alkalmazás első éve	Ha még nem használja, akkor mikor tervezi a bevezetését?
Állami kötelező adatszolgáltatás	Nincs ilyen Papíralapon Elektronikusan (általános irodai szoftver, webes alkalmazás) Precíziós adatok feldolgozását/applikációs térképek gyártását lehetővé tevő program Vállalatirányítási rendszer Külső szolgáltatás		
Táblanyilvántartás	Nincs ilyen Papíralapon Elektronikusan (általános irodai szoftver, webes alkalmazás) Precíziós adatok feldolgozását/applikációs térképek gyártását lehetővé tevő program Vállalatirányítási rendszer Külső szolgáltatás		1–3 éven belül 3–5 éven belül több mint 5 év múlva nem tervezem
Ügyfélnyilvántartás	Nincs ilyen Papíralapon Elektronikusan (általános irodai szoftver, webes alkalmazás) Precíziós adatok feldolgozását/applikációs térképek gyártását lehetővé tevő program Vállalatirányítási rendszer Külső szolgáltatás		1–3 éven belül 3–5 éven belül több mint 5 év múlva nem tervezem
Munkaerő-nyilvántartás	Nincs ilyen Papíralapon Elektronikusan (általános irodai szoftver, webes alkalmazás) Precíziós adatok feldolgozását/applikációs térképek gyártását lehetővé tevő program Vállalatirányítási rendszer Külső szolgáltatás		1–3 éven belül 3–5 éven belül több mint 5 év múlva nem tervezem
Készletnyilvántartás	Nincs ilyen Papíralapon Elektronikusan (általános irodai szoftver, webes alkalmazás) Precíziós adatok feldolgozását/applikációs térképek gyártását lehetővé tevő program Vállalatirányítási rendszer Külső szolgáltatás		1–3 éven belül 3–5 éven belül több mint 5 év múlva nem tervezem

Felhasználási cél	Alkalmazott megoldás	Alkalmazás első éve	Ha még nem használja, akkor mikor tervezi a bevezetését?
Flottamenedzsment	Nincs ilyen Papíralapon Elektronikusan (általános irodai szoftver, webes alkalmazás) Precíziós adatok feldolgozását/applikációs térképek gyártását lehetővé tevő program Vállalatirányítási rendszer Külső szolgáltatás		1–3 éven belül 3–5 éven belül több mint 5 év múlva nem tervezem
Számlázás	Nincs ilyen Papíralapon Elektronikusan (általános irodai szoftver, webes alkalmazás) Precíziós adatok feldolgozását/applikációs térképek gyártását lehetővé tevő program Vállalatirányítási rendszer Külső szolgáltatás		1–3 éven belül 3–5 éven belül több mint 5 év múlva nem tervezem
Munkaerő-szervezés	Nincs ilyen Papíralapon Elektronikusan (általános irodai szoftver, webes alkalmazás) Precíziós adatok feldolgozását/applikációs térképek gyártását lehetővé tevő program Vállalatirányítási rendszer Külső szolgáltatás		1–3 éven belül 3–5 éven belül több mint 5 év múlva nem tervezem
Iktatás, szerződések kezelése (pl. földbérlet, szolgáltatások, bér munka)	Nincs ilyen Papíralapon Elektronikusan (általános irodai szoftver, webes alkalmazás) Precíziós adatok feldolgozását/applikációs térképek gyártását lehetővé tevő program Vállalatirányítási rendszer Külső szolgáltatás		1–3 éven belül 3–5 éven belül több mint 5 év múlva nem tervezem
Vezetői információk előállítása (kimutatások, grafikonok, rendszeres költség/működés kontroll)	Nincs ilyen Papíralapon Elektronikusan (általános irodai szoftver, webes alkalmazás) Precíziós adatok feldolgozását/applikációs térképek gyártását lehetővé tevő program Vállalatirányítási rendszer Külső szolgáltatás		1–3 éven belül 3–5 éven belül több mint 5 év múlva nem tervezem
Éves ágazati költségkalkuláció	Nincs ilyen Papíralapon Elektronikusan (általános irodai szoftver, webes alkalmazás) Precíziós adatok feldolgozását/applikációs térképek gyártását lehetővé tevő program Vállalatirányítási rendszer Külső szolgáltatás		1–3 éven belül 3–5 éven belül több mint 5 év múlva nem tervezem

Felhasználási cél	Alkalmazott megoldás	Alkalma- zás első éve	Ha még nem használja, akkor mikor tervezi a bevezetését?
Egyéb, éspedig: ..... ..... .....	Nincs ilyen Papíralapon Elektronikusan (általános irodai szoftver, webes alkalmazás) Precíziós adatok feldolgozását/applikációs térképek gyártását lehetővé tevő program Vállalatirányítási rendszer Külső szolgáltatás		1–3 éven belül 3–5 éven belül több mint 5 év múlva nem tervezem

**3.2. Kérjük, értékelje a vállalatirányítási rendszer üzemre gyakorolt hatását az elvárásai tükrében! Kérjük, jelölje válaszait a táblázatban!**

	Várakozások a vállalatirányítási rendszer hatására vonatkozóan	Tapasztalt hatások a vállalatirányítási rendszer bevezetését követően
Irányítás hatékonysága	kismértékű javulás jelentős javulás	érdemi javulás javulás nem változott romlás érdemi romlás
Munkaerő-hatékonyság	kismértékű javulás jelentős javulás	érdemi javulás javulás nem változott romlás érdemi romlás
Hatása az adminisztrációs költségekre	kismértékű javulás jelentős javulás	érdemi javulás javulás nem változott romlás érdemi romlás
Hatása a munkabér költségre	kismértékű javulás jelentős javulás	érdemi javulás javulás nem változott romlás érdemi romlás
Hatása a jövedelmezőségre	kismértékű javulás jelentős javulás	érdemi javulás javulás nem változott romlás érdemi romlás

## Szociológiai kérdések

### 4.1. Ön szerint mennyire befolyásolják a precíziós gazdálkodás fejlődését az alábbi tényezők?

Kérjük, egy ötfokú skála segítségével válaszoljon, ahol az 1-es azt jelenti, hogy nem befolyásolja, az 5-ös pedig, hogy komolyan befolyásolja!

	Egyáltalán nem befolyásolja ←→ Komolyan befolyásolja				
<b>Költségtényezők</b>					
a) Saját tőke rendelkezésre állása	1	2	3	4	5
b) Állami források elérhetősége	1	2	3	4	5
c) Nem állami források elérhetősége	1	2	3	4	5
<b>Humánerőforrás</b>					
d) Megfelelő szakképzettséggel rendelkező munkaerő	1	2	3	4	5
e) Családon belüli utánpótlás/gazdaságátadás	1	2	3	4	5
<b>Tudás, készség, ismeret, helyi társadalmi környezet</b>					
a) Naprakész természetsi, technológiai ismeretek	1	2	3	4	5
b) Üzleti információk rendelkezésre állása	1	2	3	4	5
c) Együttműködési hajlandóság	1	2	3	4	5
<b>Jogi, politikai környezet</b>					
d) A tartós földhasználat biztonságát lehetővé tevő jogszabályok	1	2	3	4	5
e) Méltányos, a precíziós gazdaságokra szabott adózási szabályok	1	2	3	4	5
f) Precíziós gazdálkodásbarát politikai környezet	1	2	3	4	5
g) Hosszú távú, kiszámítható agrárpolitika	1	2	3	4	5
<b>Piaci környezet</b>					
h) Birtokgyarapítást lehetővé tevő földpiac	1	2	3	4	5
i) Sikeres marketing	1	2	3	4	5
j) Megbízható üzleti partnerek	1	2	3	4	5
k) Infokommunikációs környezet	1	2	3	4	5
l) Kiszámítható/hosszú távú szerződéses kapcsolatok	1	2	3	4	5

**4.2. Kérjük, mondja meg, mennyire ért egyet azzal, hogy az alább felsoroltak a precíziós gazdálkodás pozitív társadalmi, gazdasági következményei!**

*Kérjük, egy ötfokú skála segítségével válaszoljon, ahol az 1-es azt jelenti, hogy nem ért egyet, az 5-ös, hogy teljesen egyetért!*

	Egyáltalán nem ért egyet		Teljes mértékben egyetért		
	←→				
a) Hozzájárul a vidék felemelkedéséhez	1	2	3	4	5
b) Hozzájárul a társadalmi egyenlőtlenségek csökkentéséhez	1	2	3	4	5
c) Növeli a mezőgazdasági termelés hatékonyságát	1	2	3	4	5
d) Hozzájárul a magyar gazdák megerősödéséhez	1	2	3	4	5
e) Alapvetően hozzájárul az új termelési technikák elterjesztéséhez	1	2	3	4	5
f) Alapvetően hozzájárul a fiatalok mezőgazdasági foglalkoztatottságához	1	2	3	4	5
g) Hozzájárul a fenntartható mezőgazdaság fejlődéséhez	1	2	3	4	5
h) Hozzájárul a környezet megóvásához	1	2	3	4	5
i) Hozzájárul a mezőgazdaság presztízsének növekedéséhez	1	2	3	4	5

**4.3. Kérjük, mondja meg, mennyire ért egyet azzal, hogy az alább felsoroltak a precíziós gazdálkodás problémás/negatív társadalmi, gazdasági következményei!**

*Kérjük, egy ötfokú skála segítségével válaszoljon, ahol az 1-es azt jelenti, hogy nem jelent problémát, az 5-ös, hogy komoly problémát jelent!*

	Egyáltalán nem jelent problémát		Komoly problémát jelent		
	←→				
a) Növeli a gazdasági különbségeket a gazdálkodók között	1	2	3	4	5
b) Versenyelőnyhöz juttatja az informatikai, technológiai ismeretekkel rendelkezőket	1	2	3	4	5
c) Versenyelőnyhöz juttatja a kapcsolatokkal rendelkezőket	1	2	3	4	5
d) A képzetlenebb munkaerő kiszorul a mezőgazdaságból	1	2	3	4	5
e) Elősegíti a kisebb gazdaságok elsorvadását	1	2	3	4	5
f) Kiszolgáltatottá teszi a gazdákat a nagy szervezeteknek	1	2	3	4	5
g) Fontos termelési, értékesítési, technológiai információk kerülnek ki az egyes gazdaságokból	1	2	3	4	5

## Hivatkozások jegyzéke

1. Adamchuk, V. I., Dobermann, A. and Ping, J. (2007): Listening to the story told by yield maps. University of Nebraska Cooperative Extension EC 04-704. <http://extensionpublications.unl.edu/assets/pdf/ec704.pdf>
2. Agrárin (2018): Smart-gazda projekt. <https://agrarin.hu/ginop.html>
3. AgrárUnió (2019): Precíziós gazdálkodás: segít az Agroker. <https://www.agrarunio.hu/hirek/21-gepesites/4962-precizios-gazdalkodas-segit-az-agroker>
4. Agrofil (2017): Tápanyag reakcióra alapozott, okszerű precíziós növénytaplálási módszerek kimunkálása... – GINOP-2.1.7-15-2016-01618. <https://agrofil.hu/category/palyazatok>
5. Agro Napló (2018): A precíziós technológia hazai elterjedésének legfőbb gátjai. Agro Napló 2018 (4): 59–62.
6. Agro Napló (2019): Digitális agrár-rezsicsökkentéssel segítené az állam a modernizációt. <https://agronaplo.hu/hirek/digitalis-agrar-rezsicsokkentessel-segitene-az-allam-a-modernizaciot>
7. AXIÁL (2019): Vantage – Precíziós gazdálkodási eszköz- és szolgáltatáscsomag az Axiáltól. AXIÁL Híradó 4: 32–34.
8. Baranyiné Hutai A. (2019): Kihelyezett Trimble gépkezelői oktatás Szerencsen. <https://www.axial.hu/cikkek/hirek/kihelyezett-trimble-gepkezeloi-oktatas-szerencsen>
9. Barnes, A. P., Soto, I., Eory, V., Beck, B., Balafoutis, A., Sánchez, B., Vangeyted, J., Fountas, A., van der Wal, T. and Gómez-Barbero, M. (2019): Exploring the adoption of precision agricultural technologies: A cross regional study of EU farmers. Land Use Policy 80: 163–174. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.10.004>
10. Bártfai, Z., Blahunka, Z., Bognár, I. és Faust, D. (2018): Robotok a mezőgazdaságban. Mezőgazdasági Technika, 2018. október, 2–7.
11. Boiko, I. (2019): Precision agriculture in the Ukraine. ISPA Newsletter 7 (1) January 219. <https://www.ispag.org/about/newsletters?preview=84>
12. Borgia, R., Kukk, M., Agugli, L., Furlan, A. and Marquardt, D. (2020): Selected survey results on the uptake of precision agriculture technologies – Challenges & drivers. EIP-AGRI Seminar: New skills for digital farming. 5–6 February, 2020, Aranjuez, Spain
13. Bógel, Gy. (2017): Competing in a smart world: the need for digital agriculture. In Illés, Cs. B., Nowicka-Skowron, M., Horská, E. and Dunay, A. (eds): Management and Organization: Concepts, Tools and Applications. Pearson, Harlow, pp. 11–28. <http://real.mtak.hu/54836>
14. CEMA (2017): Digital Farming: what does it really mean? Position Papers, 2017-02-13. [https://www.cema-agri.org/images/publications/position-papers/CEMA\\_Digital\\_Farming\\_-\\_Agriculture\\_4.0\\_13\\_02\\_2017\\_0.pdf](https://www.cema-agri.org/images/publications/position-papers/CEMA_Digital_Farming_-_Agriculture_4.0_13_02_2017_0.pdf)
15. Csurja Zs. (2019): Egymillió szaktanácsolt hektár a KITE célja. Agro Napló, <https://agronaplo.hu/termekinformaciok/egymillio-szaktanacsolt-hektar-a-kite-celja>
16. Délmagyar.hu (2018): Galamb József Mezőgazdasági Szakgimnázium és Szakközépiskola. <https://www.delmagyar.hu/pr/galamb-jozsef-mezogazdasagi-szakgimnazium-es-szakkozepiskola-1443265/>
17. DJP (2019): Magyarország Digitális Agrár Stratégiája 2019-2022. <https://www.kormany.hu/download/3/fb/a1000/Magyarorszag-Digitalis-Agrar-Strategiája.pdf>

18. DroneDeploy (2019): 2019 commercial drone industry predictions. <https://www.dronedeploy.com/resources/ebooks/commercial-drone-industry-predictions/>
19. Dryancour, G. (2017): Smart agriculture for all farms. What needs to be done to help small farms access precision agriculture? How can the next CAP help? CEMA European Agricultural Machinery Industry Association, Brussels, Belgium
20. DST (2018): Præcisionslandbrug. Nyt fra Danmarks Statistik Nr. 380. <https://www.dst.dk/da/Statistik/nyt/NytHtml?cid=30775>
21. EC (2018a): Uniós költségvetés: a közös agrárpolitika 2020 után. Európai Bizottság – Tájékoztató. [https://europa.eu/rapid/press-release\\_MEMO-18-3974\\_hu.htm](https://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-18-3974_hu.htm)
22. EC (2018b): Connectivity – Broadband market developments in the EU. DESI Report, [http://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc\\_id=52245](http://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=52245)
23. EC (2019a): A smart and sustainable digital future for European agriculture and rural areas. Declaration. [https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc\\_id=58563](https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=58563)
24. EC (2019b): A Bizottság (EU) 2019/947 végrehajtási rendelete (2019. május 24.) a pilóta nélküli légi járművekkel végzett műveletekre vonatkozó szabályokról és eljárásokról. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0947&from=EN>
25. eNET (2019): Idehaza is hódít a precíziós mezőgazdaság: kutyukkal a jobb hozamért. <https://enet.hu/hirek/idehaza-is-hodit-a-precizios-mezogazdasag-kutyukkal-a-jobb-hozamert/>
26. Erickson, B., Lowenberg-DeBoer, J. and Bradford, J. (2017): 2017 Precision agriculture dealership survey. Departments of Agricultural Economics and Agronomy, Purdue University, <http://agribusiness.purdue.edu/files/file/croplife-purdue-2017-precision-dealer-survey-report.pdf>
27. Erickson, B. and Lowenberg-DeBoer, J. (2019): 2019 CropLife/Purdue Precision agriculture dealership survey: More moves toward decision agriculture. InfoAg 2019 Conference, July 23 – July 25, 2019, Union Station St. Louis, Missouri, USA [https://infoag.org/media/abstracts/6258\\_Conference\\_presentation\\_\(pdf\)\\_1564522005\\_Bruce Erickson 2019 CropLife-Purdue Precision Agriculture Dealer Survey. More Moves Toward Decision Agriculture.pdf](https://infoag.org/media/abstracts/6258_Conference_presentation_(pdf)_1564522005_Bruce%20Erickson%202019%20CropLife-Purdue%20Precision%20Agriculture%20Dealer%20Survey.%20More%20Moves%20Toward%20Decision%20Agriculture.pdf)
28. Ferro, A. and Olveira, E. (2019): Digital farming: Potential market and adoption in Brazil. Céleres. Uberlandia – Minas Geraise
29. Furlan, A. (2019): Information on the EU survey on Precision Farming Technologies. 14th Meeting of the permanent Subgroup on Innovation for agricultural productivity and sustainability, 14 June 2019, Belgium, [https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/agri-eip/files/field\\_event\\_attachments/20190614\\_sgi14\\_andrea\\_furlan\\_eu\\_survey\\_pat.pdf](https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/agri-eip/files/field_event_attachments/20190614_sgi14_andrea_furlan_eu_survey_pat.pdf)
30. Grand View Research (2019): Precision Farming/Agriculture Market Size, Share & Trends Analysis Report By Offering (Hardware, Software, Services), By Application (Yield Monitoring, Irrigation Management) and Segment Forecasts, 2019–2025. Report ID: GVR-1-68038-376-8, <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/precision-farming-market>
31. Griffin, T. W., Miller, N. J., Bergtold, J., Shanoyan, A., Sharda, A. and Ciampitti, I. A. (2017): Farm’s sequence of adoption of information-intensive precision agricultural technology. *Applied Engineering in Agriculture* 33 (4) 521–527. <https://doi.org/10.13031/aea.12228>
32. Griffin, T. W. and Yeager, E. A. (2018): Adoption of precision agriculture technology: A duration analysis. In *Proceedings of the 14th International Conference on Precision Agriculture* (unpaginated, online). Monticello, IL: International Society of Precision Agriculture, <https://www.ispag.org/proceedings/?action=abstract&id=5271>



33. GSA (2018): Report on agriculture. User needs and requirements. Outcome of the European GNSS' User Consultation Platform. [https://www.gsc-europa.eu/system/files/galileo\\_documents/Agri-Report-on-User-Needs-and-Requirements-v1.0.pdf](https://www.gsc-europa.eu/system/files/galileo_documents/Agri-Report-on-User-Needs-and-Requirements-v1.0.pdf)
34. Hajdú, J. (2017): Új csúcsmínőségű IDEAL gabonakombájnok az AGCO-tól. *Mezőgazdasági Technika*, 2017. október, 16–19.
35. ISPA (2019): ISPA forms official definition of 'Precision Agriculture' <https://www.precisionag.com/market-watch/ispa-forms-official-definition-of-precision-agriculture>
36. ITM (2020): Elkészült a Mesterséges intelligencia stratégia. <https://www.kormany.hu/hu/innovacios-es-technologiai-miniszterium/hirek/elkeszult-a-mesterseges-intelligencia-strategia>
37. Jóri, J. I. (2019): A precíziós gazdálkodás gépesítési kérdései. *Magyar Mezőgazdaság Kertészet és Szőlészet melléklete* 16 (1) 20–21. <https://magyarmezogazdasag.hu/2019/02/05/precizios-gazdalkodas-gepesitesi-kerdesei>
38. Kalmár N. (2018): PONT, avagy íme a Profit Optimalizált Növénytermesztési Tanácsadás. *Agrárgazat* XIX (4), 98. <https://agrargazat.hu/hir/pont-avagy-ime-profit-optimalizalt>
39. Kelemen, Z. (2019): A precíziós eszközöket keresik a termelők. *Világgazdaság*, <https://www.vg.hu/vallalatok/mezogazdasag/a-precizios-eszkozoket-keresik-a-termelok-2-1467202/>
40. Kemény, G., Lámfalusi, I. és Molnár, A. (szerk.) (2017): A precíziós szántóföldi növénytermesztés összehasonlító vizsgálata. Agrárgazdasági Kutató Intézet, Budapest. *Agrárgazdasági Könyvek*
41. Kiss, D. (2019): Nemzetközi továbbképzésben vesz részt a Galamb. *Makó Híradó*, <https://makohirado.hu/2019/03/08/nemzetkozi-tovabbkepzesben-vesz-reszt-a-galamb/>
42. KITE (2020): Indul a PGR. KITE Mezőgazdasági hírek, aktualitások. <https://www.kite.hu/mezogazdasagi-hirek-aktualitasok/indul-a-pgr/396>
43. Koerhuis, R. (2018): Boston Consulting Group: 5 trends that will reshape farming. <https://www.futurefarming.com/Smart-farmers/Articles/2018/7/Boston-Consulting-Group-5-trends-that-will-reshape-farming-307748E/>
44. Köpöncei Cs. (2019): Kombajn automata kormányzással. A világujdonságok és a legmodernebb eszközök is elérhetők a hazai piacon. *Magyar Nemzet*, <https://magyarnemzet.hu/gazdasag/kombajn-automata-kormanyzassal-7270592/>
45. Kurth, T., Rubel, H., Walker, D., Meyer zum Felde, A., Jerratsch, J-F. and Zielcke, S. (2018): It's time to plant the seeds of sustainable growth in agriculture. Boston Consulting Group, [http://image-src.bcg.com/Images/BCG-Its-Time-to-Plant-the-Seeds-of-Sustainable-Growth-in-Agriculture-Sep-2018-rev\\_tcm9-205184.pdf](http://image-src.bcg.com/Images/BCG-Its-Time-to-Plant-the-Seeds-of-Sustainable-Growth-in-Agriculture-Sep-2018-rev_tcm9-205184.pdf)
46. Lencsés, E., Takács, I. and Takács-György, K. (2014): Farmers' perception of precision farming technology among Hungarian farmers. *Sustainability* 6: 8452–8465. <https://doi.org/10.3390/su6128452>
47. Lencsés, E. and Kovács, A. (2019): Artificial intelligence in the agriculture. In Dunay, A. (ed): *Proceedings of the 9th International Conference on Management: „People, Planet and Profit: Sustainable business and society”*. Vol. II. Szent István Egyetemi Kiadó Nonprofit Kft., Gödöllő, pp. 185–191. [http://icom2019.gtk.szie.hu/sites/default/files/upload/page/proceedings-icom-2019jun13-volume\\_ii-doi-ed\\_da.pdf](http://icom2019.gtk.szie.hu/sites/default/files/upload/page/proceedings-icom-2019jun13-volume_ii-doi-ed_da.pdf)
48. Lowenberg-DeBoer, J. (2019): The economics of precision agriculture. In Stafford, J. (ed.): *Precision agriculture for sustainability*. Burleigh Dodds Science Publishing, Cambridge, UK, [https://www.researchgate.net/publication/328906884\\_The\\_economics\\_of\\_precision\\_agriculture](https://www.researchgate.net/publication/328906884_The_economics_of_precision_agriculture)

49. Markets and Markets (2018): Autonomous Tractors Market by Power Output (Up to 30 HP, 31–100 HP, 101 HP and Above), Crop Type (Cereals & Grains, Oilseeds & Pulses, Fruits & Vegetables), Farm Application, Component, and Region - Global Forecast to 2025. <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/autonomous-tractor-market-152038487.html>
50. Marquardt, D. (2018): Data collection on precision farming. Background notes. EEA, Copenhagen, Denmark, <https://www.eea.europa.eu/themes/agriculture/background-note-data-collection-on>
51. MEGOSZ (2019): Precíziós mezőgazdasági logisztika. <https://megosz.eu/wp-content/uploads/2019/11/Precíziós-agrár-logisztika.pdf>
52. Melchiori, R. J. M., Albarenque, S. M. and Kemerer, A. C. (2018): Evolucion y cambios en la adopción de la agricultura de precisión en Argentina. <http://www.agriculturadeprecision.org/descargaItem.asp?item=%2Farticulos%2Fvarios%2FEvolucion%2Dy%2DCambios%2DAdopcion%2DAP%2Den%2DArgentina%2Epdf>
53. Mesterházi, P. Á. (2019): A precíziós gazdálkodás kényszere. <https://www.axial.hu/cikkek/hirek/a-precizios-gazdalkodas-kenyszere>
54. Milics G. és Szabó Sz. (2017): Zérótól a precíziós gazdálkodásig – Nézzük a gyakorlatot. Agro Napló. [https://issuu.com/agronaplo/docs/zerotol\\_a\\_precizios\\_gazdalkodasig\\_2](https://issuu.com/agronaplo/docs/zerotol_a_precizios_gazdalkodasig_2)
55. Milics, G. (2019): Application of UAVs in Precision Agriculture. In Palocz-Andresen, M., Szalay, D., Gosztom, A., Sípos, L. és Taligás, T. (szerk.): International Climate Protection. Springer International Publishing, Cham (Svájc), pp. 93–97. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-03816-8\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-030-03816-8_13)
56. Mitchell, S., Weersink, A. and Erickson, B. (2018): Adoption of precision agriculture technologies in Ontario crop production. Canadian Journal of Plant Science 98 (6) 1384–1388. <https://doi.org/10.1139/cjps-2017-0342>
57. MTI (2018): HungaroControl: sürgős szükség van a drónok szabályozásra. <https://haon.hu/magyarorszag/hungarocontrol-surgos-szukseg-van-a-dronok-szabalyozasra-3181951/>
58. NÉBIH (2019): Gazdálkodók és drón-forgalmazók figyelmébe. <http://portal.nebih.gov.hu/-/gazdalkodok-es-dron-forgalmazok-figyelmebe>
59. Neményi, M. (2019): Precision crop production and artificial intelligence – the future of sustainable agriculture. Acta Agraria Debreceniensis 150: 47–58. <https://doi.org/10.34101/actaagrar/150/1701>
60. Papp T. (2016): A növényvédelem gépesítésének gazdasági vizsgálata. Szakdolgozat (Debreceni Egyetem Gazdaságtudományi Kar)
61. Pólya Á. és Varanka M. (2019): Információszerzés és döntéstámogatás az agráriumban. Piackutatási jelentés. AgroStratégia
62. PwC (2018): Digitalizáció az agrárszektorban – Életképek a jövő okosfarmjáról. [www.pwc.com/hu/hu/kiadvanyok/assets/pdf/digitalizacio\\_az\\_agrarszektorban.pdf](http://www.pwc.com/hu/hu/kiadvanyok/assets/pdf/digitalizacio_az_agrarszektorban.pdf)
63. Reports and Data (2019): Precision Farming/Agriculture Market Analysis, By Component (Hardware, Software, Service), By Technology (Guidance Technology, Remote Sensing, Variable-Rate Technology), By Application (Yield Monitoring, Field Mapping, Crop Scouting, Weather Tracking & Forecasting, Irrigation Management, Inventory Management, Farm Labor Management, Financial Management), By Region Forecasts to 2026. Report ID: RND\_001291 <https://www.reportsanddata.com/report-detail/precision-farming-agriculture-market>

64. Samborski, S. (2019): Precision agriculture in Poland. ISPA Newsletter 7 (2) February 2019, <https://www.ispag.org/about/newsletters?preview=85>
65. Steele, D. (2017): Analysis of precision agriculture adoption & barriers in western Canada. Producer survey of western Canada.
66. Sulecki, J. C. (2018): 2019 outlook for global precision agriculture. Meister Media Worldwide, <https://www.meistermedia.com/global-precision-initiative/>
67. Tagarakis, A. C., van Evert, F., Kempenaar, C., Ljubicic, N., Milic, D., Crnojevic-Bengin, V. and Crnojevic, V. (2018): Opportunities for precision agriculture in Serbia. In Proceedings of the 14th International Conference on Precision Agriculture (unpaginated, online). Monticello, IL: International Society of Precision Agriculture
68. Takácsné, Gy. K. (2018): The innovation process of precision crop production – along with economic theories. In Milics, G. (ed.): Prega Science Scientific Conference on Precision Agriculture and Agro-Informatics. Agroinform Média Kft., Budapest, pp. 17–19.
69. Tamás J. (2017): Az aszály. Magyar tudomány 178 (10) 1228–1237. <https://doi.org/10.1556/2065.178.2017.10.6>
70. Technavio (2018): Global precision agriculture market 2018-2022. <https://www.technavio.com/report/global-precision-agriculture-market-analysis-share-2018>
71. Tey, Y. S. and Brindal, M. (2012): Factors influencing the adoption of precision agricultural technologies: a review for policy implications. Precision Agriculture 13: 713–730.
72. Thompson, N. M., Bir, C., Widmar, D. A. and Mintert, J. R. (2018): Farmers perceptions of precision agriculture technology benefits. Journal of Agricultural and Applied Economics 51 (1) 142–163. <https://doi.org/10.1017/aae.2018.27>
73. Trendov, N. M., Varas, S. and Zeng, M. (2019): Digital technologies in agriculture and rural areas. Status Report, FAO, Rome. <http://www.fao.org/3/ca4985en/ca4985en.pdf>
74. Van Bogaert, T., Janssens, R. and Maertens, E. (2018): Adoption of Precision farming by Flemish farmers. Departement Landbouw en Visserij, Brussel

