

Körforgásos gazdaság

Precíziós mezőgazdaság: helyzetkép és gazdasági megfontolások

**KÖRFORGÁSOS GAZDASÁG
ELEMZŐ KÖZPONT**



ENERGIAÜGYI MINISZTERIUM

MATE

MAGYAR AGRÁR- ÉS
ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

MATE Press
Gödöllő, 2023



Precíziós mezőgazdaság:
helyzetkép és gazdasági megfontolások

Körforgásos gazdaság

Sorozatszerkesztő:

Prof. Dr. Boros Anita

Vértesy László

Precíziós mezőgazdaság:
helyzetkép és gazdasági megfontolások

Műhelytanulmány

MATE Press
Gödöllő, 2023

Szerző:
Dr. habil. Vértesy László, 2023

Lektorálta: Bognár Kitti Annamária

© Vértesy László, 2023
A műre a Creative commons 4.0 standard licenc
alábbi típusa vonatkozik: [CC-BY-NC-ND](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



ISBN 978-963-623-039-5 (PDF)
DOI: 10.54597/mate.0092

A kiadvány az ÉZFF / 212 / 2022 Zöldinnovációs és Energiahatékonysági
Expo és Zöld Fesztivál / Zöld Egyetemi Napok Projekt
keretén belül valósult meg.

Kiadja a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Kiadó székhelye: H-2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.
Felelős kiadó: Prof. Dr. Gyuricza Csaba, rektor

Közreadja a Körforgásos Gazdaság Elemző Központ
Magyar Agrár- És Élettudományi Egyetem
H-2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

KÖRFORGÁSOS GAZDASÁG ELEMZŐ KÖZPONT



ENERGIAÜGYI MINISZTERIUM



MAGYAR AGRÁR- ÉS
ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

Tartalomjegyzék

Előszó	7
1. A korszerűsödés szükségessége	9
2. A precíziós mezőgazdaság fogalma és fejlődése	12
3. Mit tud?	17
3.1. A gép, mint technika	18
3.2. Trendek	22
3.3. Magyarország.....	26
4. Hogyan terjed?	29
4.1. Nemzetközi.....	29
4.2. Magyarország.....	32
5. Gazdasági megfontolások	41
5.1. Agrárfinanszírozás (agri-finance).....	43
5.2. A precíziós mezőgazdaság finanszírozása	45
5.3. USA: PA hitelprogramról szóló törvényjavaslat	48
6. Támogatások	50
Forrásjegyzék	54

Előszó

Tisztelt Olvasó!

A Körforgásos Gazdaság című műhelytanulmány sorozat a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetemen működő Körforgásos Gazdaság Elemző Központ keretében végzett kutatások publikációs fóruma. A Központ egyik fontos célja a körforgásos gazdasági kutatások nemzetközi és hazai eredményeinek nyomon követése, a körforgásos gazdasági modellre való átállás nemzet- és makrogazdasági elemzése, az egyes szakterületeken megjelenő, hatékonyabb, fenntarthatóbb, klímasemleges megoldások feltérképezése és elemzése. Tevékenysége széleskörű: önálló projekteket koordinál, elemzési, kutatási szolgáltatásokat végez, nyilvántartja az Egyetemen folyó a körforgásos gazdasághoz kapcsolódó kutatási és oktatási tevékenységeket és azok eredményeit, továbbá a social media felületein keresztül biztosítani a legújabb ismeretek naprakész megosztását.

Weboldalunkon tovább tájékozódhat: <https://korforgas.uni-mate.hu/>

Prof. Dr. Boros Anita
központvezető,
sorozatszerkesztő

1. A korszerűsödés szükségessége

A magyar mezőgazdaság új kihívások előtt áll. Gyorsan és szakszerűen kell ezekre reagálni, ha magyar gazda versenyképesebbek akar lenni vagy legalább pozícióját tartani szeretné. Az agráriumban is mindinkább előtérbe kerül a fenntarthatóság, a klímavédelem, a körköröség. Ezek napjaink fontos kihívásai, aki itt nem felel meg, az a piacról mindinkább kiszorul. Új tudás, új technológia, új gépek kellenek.

A mezőgazdaság fejlődése

1.0 hagyományos mezőgazdaság	1784-1870 körül	<ul style="list-style-type: none"> • az emberi és állati erőforrások • kézimunka szükséglet fő probléma: a működés alacsony hatékonysága
2.0 gépesített mezőgazdaság	20. század	<ul style="list-style-type: none"> • gépesítés, traktorok megjelenése • műtrágya és növényvédőszer használat • minőségi vetőmagok • termés növekedés • hatékonyság növelés fő probléma az erőforrások nem hatékony felhasználása
3.0 automatikus mezőgazdaság	1992-2017 között	<ul style="list-style-type: none"> • új agrotechnikai gyakorlat • automata kormányzási rendszerek • termény térképezés, telematika • változtatható adagú kijuttatás • adat feldolgozás fő probléma az alacsony intelligencia
4.0 intelligens mezőgazdaság	2017-	<ul style="list-style-type: none"> • a modern információs technológia alkalmazása • pilóta nélküli működés • valós idejű gazdaságirányítási rendszerek • hozzáadott értékű szolgáltatások • automatizálási képesség • fejlett feldolgozási folyamatok és élelmiszerérték-láncok (adat platformok) fő probléma a megfelelő kapacitás

Forrás: saját szerkesztés Zhai, Z., Martínez, J. F., Beltran, V., & Martínez, N. L. (2020). Decision support systems for agriculture 4.0: Survey and challenges. *Computers and Electronics in Agriculture*, 170, 105256. (<https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105256>) és Xing Yang et al. (2021): A Survey on Smart Agriculture: Development Modes, Technologies, and Security and Privacy Challenges, *IEEE/CAA J. Autom. Sinica*, vol. 8, no. 2, pp. 273–302, Feb. 2021. (<https://doi.org/10.1109/JAS.2020.1003536>) alapján

A legutóbbi időben két nem várt, különleges hátráltató esemény zavarta meg a hazai gazdákat, lényegében egy időben. Az egyik politikai, másik természeti. A tanulmány szempontjából az a közös bennük, hogy a precíziós mezőgazdaság meghonosítása és elterjesztése mindháromban (tudás, technológia, gépek) legalább enyhítést, de inkább jelentős javulást tud eredményezni.

A politikai gond az ukrainai háború hatása. Nem rendelkezünk olyan kristálygömbbel, mely jelezné befejeződésének pontos idejét, de valószínűsíthető, hogy nem tart örökké. Az is várható, hogy a béke megszületése magasságában az unió kedvezményeket ad Ukrajnának a tagsági minimum teljesítésére, ami a mezőgazdaságban úgy csapódik majd le, hogy a vám-, kontingens- s egyéb kedvezmények/mentességek révén keleti szomszédunk agrártermékei nagy tételben és olcsón jelennek meg az uniós, s így a magyar piacon. Különösen érzékenyen érint ez minket búza, kukorica és napraforgó vonatkozásában, illetve bizonyos állati termékeknél. A magyar előállítási költség lényegesen több, mint az ukrán, az uniós és hazai támogatások együttese ezt mérsékelni képes, de nem teljesen feloldani. A precíziós mezőgazdaságra történő áttérés csökkenti az előállítási költségeket s javítja a hozamokat, így fontos lépés a megoldás felé.

A 2022-es év időjárása nem kedvezett a mezőgazdaságnak. A különleges szárazság rámutatott az amúgy is gyér és évtizedek óta elhanyagolt hazai öntözési rendszer problémáira. Különösen igaz volt ez a kukorica (korábban itt a világ 15. legnagyobbja voltunk!) és napraforgó terméseredménye esetében. Megfelelő öntözőcsatorna rendszer kiépítése több év, ha nem évtized, ráadásul a dunántúli oldalon és az Északi Középhegységben a terepviszonyok miatt nem is gazdaságos. A klímaváltozással bizonyosan sűrűbben lesznek aszályos évek, ha nem is állandóan. A precíziós mezőgazdasági technika itt is alkalmas lehet: figyelni tudja, hol van öntözésre a legnagyobb szükség, a meglévő vízkészletet hogyan lehet optimalizálni és eljuttatni mind hely mind időpont vonatkozásában. Ráadásul ezt nem csak a gazdaság egészében, táblaszinten is jelezni képes.

Van egy harmadik szempont is, de ez már folyamatosan jelenlevő. A környezetvédelem, a biogazdálkodás, a hulladékmentes termelés megannyi olyan kritérium, melyet a piac és a közvélemény, de még az uniós pályázati rendszer is igényel. A versenyképesség sem megkerülhető. Ha a magyar agrárium pozícióját tartani, de még inkább erősíteni szeretné a nemzetközi

mezőnyben, akkor szükség van innovatív megoldásokra, ezek egyike a precíziós mezőgazdaság. Hozzáértő alkalmazásával javul a minőség, nő a mennyiség, kisebb lesz a költség. Okoseszközeivel és azok programjaival hozzájárul a klímavédelemhez, a fenntarthatósághoz, a körkörös gazdálkodás kialakításához, a zöldítés erősítéséhez. A precíziós megoldás itt szinte csodaszer: képes kiváltani az egyre dráguló munkaerőt is. Ráadásul az új típusú, 2023-tól induló, kifejezetten erre a területre jutó uniós céltámogatások figyelembe vételével és a sorozatgyártások mind több területen történő megjelenésével egyre elérhetőbb áron lehet hozzájutni.

2. A precíziós mezőgazdaság fogalma és fejlődése

A precíziós mezőgazdaság (precision agriculture, PA) egy olyan menedzsment stratégia, amely időbeli, térbeli és egyedi adatokat gyűjt, dolgoz fel és elemez, valamint azokat egyéb információkkal egészíti ki, annak érdekében, hogy támogassa a táblán belüli változatosságot kezelő döntéstámogatási folyamatokat, növelve ezzel az erőforrások felhasználásának hatékonyságát, a produktivitást, a minőséget, a jövedelmezőséget és a fenntarthatóságot a mezőgazdasági termelés során.¹ Egyszerűbben: precíziós eszközöket alkalmazunk a jobb eredmények eléréséért. A PA-t néha precíziós gazdálkodásnak, műholdas mezőgazdaságnak, szükség szerinti gazdálkodásnak és helyspecifikus növénygazdálkodásnak (site-specific crop management – SSCM) is nevezik.

A precíziós gazdálkodás elsősorban a szántóföldi növénytermesztés (precision crop production – PCP) kapcsán használatos kifejezés. Az agrár-informatikai megoldások használata az automatizált rendszerek és a digitális adatgyűjtés, adatelemzés révén az állattenyésztő telepek (precision livestock farming – PLF), a szabadföldi, illetve különösen az utóbbi időben az üvegházás kertészet valamint szintén nemrégiben indult erőteljes fejlődése révén a szőlészet (precision viticulture – PV) területén is jelen van.²

A precíziós mezőgazdálkodás fogalmi értelmezésére további számos definíció található az irodalomban, ugyanakkor a különféle megközelítésekben közös elemek a következők:³

- új/újyszerű mezőgazdasági fejlesztési koncepció, mely új termelési és menedzsment módszerekre épül;
- a koncepció a mezőgazdálkodás számos területén érvényesíthető, azonban eddig a leglátványosabb eredmények a növénytermesztésben születtek;
- intenzíven használja a hely- és termékspecifikus adatokat,

¹ Milics Gábor et al. (2021): Precision Ag Definition. International Society of Precision Agriculture (<https://ispag.org/about/definition>)

² Jóri J. István (2019): A precíziós gazdálkodás gépesítési kérdései. Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ

³ Husti István (2018): Gondolatok és vélemények a precíziós mezőgazdálkodásról. Mezőgazdasági Technika. 2018. július. pp. 2-6.

- szenzortechnológiák és alkalmazási módszerek révén alkalmas a termelési feltételek és eljárások optimalizására,
- ellentétben a hagyományos mezőgazdasági módszerekkel, a digitalizált megoldások elősegítik az erőforrás-takarékosságot, a költséghatékonyt és a káros környezeti hatások csökkentését.⁴

Az Európai Bizottság 2021-es közleményében is szerepel a lehetséges mezőgazdasági tevékenységek/gyakorlatok listáján a precíziós gazdálkodás, amely – összhangban a zöld megállapodásban foglaltakkal – hozzájárulhatnak az agro ökológiai alapprogramban megfogalmazott célok eléréséhez.⁵ Ide sorolandó a

- tápanyag-gazdálkodási terv, innovatív megközelítések alkalmazása a tápanyagvesztések minimalizálása érdekében, optimális pH a tápanyagok felvételéhez, körkörös mezőgazdaság;
- precíziós növénytermesztés az alapanyagfelhasználás (műtrágyák, víz, növényvédő szerek) csökkentése érdekében;
- az öntözés hatékonyságának javítása.

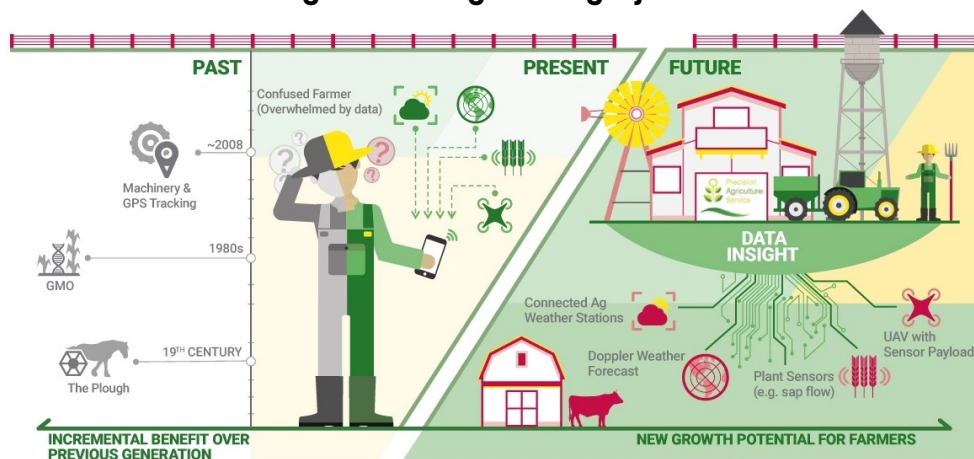
A precíziós mezőgazdaság nagy előnye, hogy szervesen illeszkedik a vonatkozó fősodorba: jelesül a klímavédelembe és a körkörös gazdaságba. Modern, 21. századi megoldásról van szó, valódi, nagy átütő erejű innovációról. Alkalmazása révén csökkenhetnek a költségek, nőhetnek a terméshozamok, fenntarthatóbbá válhat az agrárium. Megannyi előny, s szinte karnyújtásnyira. Létrejöttét a PC és IT világ robusztus fejlődése segítette elő. Elég csak arra gondolni, hogy 4 évtizede még a legkorszerűbb nyugat-európai farmokon is úgy nézett ki a gazdák számítógépes támogatása, hogy kaptak egy Commodore gépet, mellékelve hozzá a pályázati/támogatási

⁴ Giesler S. (2018): Digitisation in agriculture - from precision farming to farming 4.0. Bioeconomy BW. <https://www.biooekonomie-bw.de/en/articles/dossiers/digitisation-in-agriculture-from-precision-farming-to-farming-40/>

⁵ European Commission (2021): List of potential agricultural practices that eco-schemes could support (https://agriculture.ec.europa.eu/news/commission-publishes-list-potential-eco-schemes-2021-01-14_hu), és Oláh Endre (2021): Agro ökológia alapprogramban (eco scheme) támogatandó tevékenységek (<http://www.mosz.agrar.hu/energia-koernyezetvedelem/1802-agro-okologia-alapprogramban-eco-scheme-tamogatando-tevekenysegek>)

programot magnókazettán, internet sehol. Magyarországon ilyenkor még TSz-világ van, nincsenek magángazdaságok és számítógépek se. Mára már az okos eszközök korát éljük, tömeges alkalmazásuk és mind több részterületen történő megjelenésük egyre valószínűbb. Mostani évszázadunk vívmánya, hogy a digitalizáció terjedésével olyan eszközök jelennek meg, amelyek akár lehetővé teszik egy-egy terület differenciált művelését. Egyértelműen a jövő útja.

A digitális mezőgazdaság fejlődése



Forrás: Duncan, E., Glaros, A., Ross, D.Z. et al. New but for whom? Discourses of innovation in precision agriculture. *Agric Hum Values* 38, 1181–1199 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10460-021-10244-8>. <https://web.archive.org/web/20200309230626/https://www.accenture.com/us-en/insight-accenture-digital-agriculture-solutions>

Rövid, pársoros áttekintés a precíziós mezőgazdasági fejlődés fő állomásairól. Az alábbi évszámok Amerikához kapcsolódnak, Európa, de különösen annak keletibb része több évtizedes késéssel indul, s bár azóta az időbeli lemaradás mérséklődött, az USA továbbra is előnyben van. Kelet-Közép-Európa vonatkozásában ne feledjük, a vazallus államokra a kilencvenes évek elejéig vonatkozott egy ún. COCOM lista,⁶ mi szerint a fejlett Nyugat megtiltotta a legkorszerűbb eszközök, technológiák eljuttatását ezekbe

⁶ A COCOM-lista a keleti blokk országait érintő többoldalú kereskedelmi embargó volt, amelyet az 1947-ben alapított Coordinating Committee for Multilateral Export Controls (Multilaterális Exportellenőrzések Koordinációs Bizottsága) készített. Ezen a feketelistán szereplő high-

az országokba, továbbá az itteni rendszerváltások, illetve rezsimmódosulások a mezőgazdasági tulajdonviszonyokat nagyban – eseteiben alapjaiban – átrendezték (kárpótlási jegy stb.), és évekre, eseteiben több évtizedre visszavetették.

A precíziós mezőgazdaság kialakulásának főbb állomásai

Évszám	Elért eredmény
1970–1980	A GPS technológia bevezetése, az első helymeghatározó kombájnra szerelve
1984	Az első minőség helymeghatározó térképek bemutatása (GPS-sel)
1991	Alkalmazási térképek (GIS alapú) bevezetése
1995–1998	Földi és műholdas/légi érzékelő rendszerek a termés állapotának mérésére (klorofil tartalom)
1999 – 2002	A talaj elektromos vezetőképesség-mérésének és légi/műholdas mérésének bevezetése
2000	A mezőgazdaságban alkalmazott RTK rendszerek bevezetése
2000 – 2002	Első próbálkozás gyomirtó rendszerrel és precíz vetéssel
2003	Az automata kormányzás bevezetése a mezőgazdaságban
2008	Az első irányított közlekedési rendszerek bevezetése a gazdálkodók körében
2011	UAV-ok (drónok) bevezetése az alkalmazási térképekhez
2015	Az első robotrendszerek bevezetése a nagy értékű növények termesztésében/kertészetben

Forrás: saját szerkesztés Pedersen, Søren Marcus, Kim Martin Lind (ed. 2017): Precision Agriculture – From Mapping to SiteSpecific Application. In: Precision Agriculture: Technology and Economic Perspectives. Springer <https://doi.org/10.1007/978-3-319-68715-5> és Jóri J. István (2019): A precíziós gazdálkodás gépesítési kérdései. Nemzeti Agrárkutatói és Innovációs Központ alapján. RTK: Real Time Kinematics – valós idejű kinematikus korrekció, UAV: Unmanned Aerial Vehicle – Pilóta Nélküli Légi Jármű

tech termékeket nem engedték exportálni az embargó hatálya alá tartozó országokba (FÁK, Kína), így azok tovább lemaradtak a technológiai (és fegyverkezési) versenyben.

Az új rendszer három fő része:

- adatgyűjtési technológiák: ez a kategória tartalmazza az összes földmérést, térképezést, navigációs és érzékelő technológiákat;
- adatelemzési és -kiértékelési technológiák: ezek a technológiák jelentik a számítógépes döntési modelleket a komplex gazdaságirányításhoz és az informatikai adatokat tartalmazó rendszerekhez;
- precíziós alkalmazási technológiák: ez a kategória magában foglalja az összes alkalmazástechnológiát, a változó alapadatokra és ennek megfelelő irányítási technológiákra összpontosítva.

3. Mit tud?

Mit tud a precíziós mezőgazdasági alkalmazás? Sokat, nagyon is sokat. A hagyományos gazdálkodásban egy-egy parcellán a traktor ugyanolyan beállítással halad végig, ugyanannyi növényvédőt, műtrágyát szór ki, holott a legkritikább esetben homogén a talaj, a kártevők se egyenletesen oszlanak meg és a terepadottságokból adódóan még egy-egy részterületnek is más a vízellátottsága – egyik helyen többre, másutt kevesebbre lenne szükség. A jelenlegi technika már lehetővé teszi a szelektív művelést, a GPS pontossága rendkívül kicsi eltéréseket enged, az okosgépek jó része programozható, távolról vezérelhető, így működtetésükhöz állandó emberi irányítás nem is szükséges.

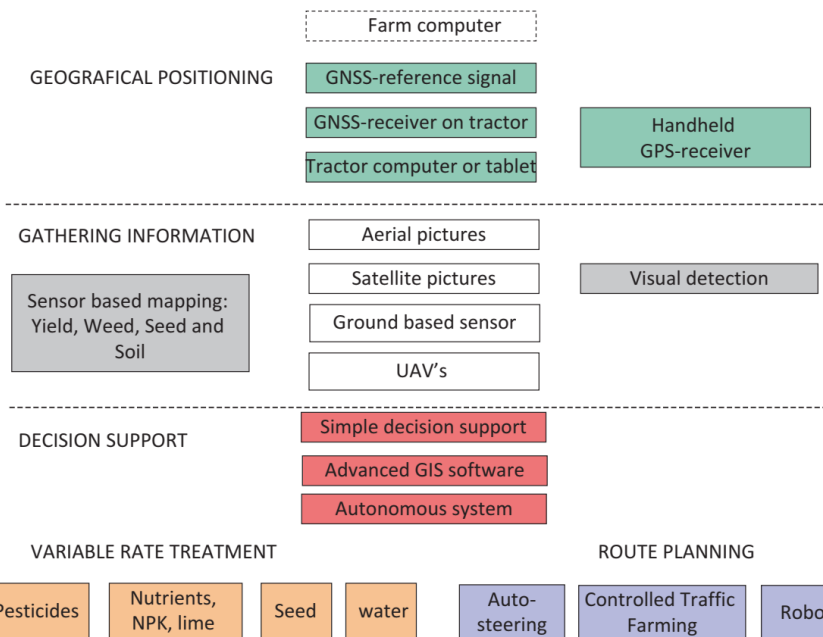
A precíziós mezőgazdaság előnyei, kihívási, korlátai

Precíziós mezőgazdaság	
Előnyök	Kihívások
<ul style="list-style-type: none"> • termelékenység és a hozam növekedése • hatékonyság javulás (tápanyag és növényvédőszer alkalmazások) • költségek csökkenése • jobb, magasabb, egységesebb termékminőség • az élelmiszerbiztonság növekedése • a természeti erőforrások hatékonyabban kezelése • innovációk adaptálása • környezetvédelem • könnyebb üzemeltetés • nagyobb rugalmasság • jobb dokumentáció és tervezés • valós idejű monitoring 	<ul style="list-style-type: none"> • magas kezdeti, bekerülési, és karbantartási költségek • komplexitás • a technológia szabványosítása platformok között • csatlakozási, kapcsolódási, összeköttetési kihívások • adatkezelés (big data) a mezőgazdaságban • megbízhatósági, adatbiztonsági kérdések: adatvesztés, rendszerfrissítések, koordináták enyhe eltolódása • technológiai hiba lehetősége • megnövekedett energiaigény • a képzési háttér, költségek • jogszabályi és szabályozási kérdések (szellemi tulajdonjogok is)

Forrás: saját szerkesztés

Be kell látni, hogy a számítástechnika, az informatika, térinformatika lassan fontosabb az eredményes gazdálkodásban, mint a növénytermesztési szakismeretek magas szintű birtoklása. A jövő trendje az emberi tényező minél teljesebb kikapcsolása a folyamatból.⁷

A PA-ban alkalmazott érzékelők és műszaki rendszerek



Forrás: Pedersen, Søren Marcus, Kim Martin Lind (ed. 2017): Precision Agriculture – From Mapping to SiteSpecific Application. In: Precision Agriculture: Technology and Economic Perspectives. Springer <https://doi.org/10.1007/978-3-319-68715-5>

3.1. A gép, mint technika

A világ növénytermesztésének és állattenyésztésének legfőbb alapgépe az erőgép vagy a hétköznapiakban gyakrabban használt nevén a traktor. A „klasszikus” traktor mindinkább a múlté. A régi csehszlovák Zetor és szovjet

⁷ MAGRO (2021): Precíziós termesztés a Gyermelyinél: hozamtérkép, adatgyűjtés, informatikai tudású traktoros (<https://www.magro.hu/agrarhirek/precizios-termesztes-a-gyermelyinel-hozamterkep-adatgyujtes-informatikai-tudasu-traktoros/>) és Behaviour (2021): Alig találni „jövőálló” szakembereket az agráriumban (<https://behaviour.hu/alig-talalni-jovoallo-a-szakembereket-az-agrariumban/>)

MTZ már csak a használtcikk piacon van elől, az újakat már kevésbé választják a gazdák, pedig utódként mind a cseh, mind a belorusz cég gyárt. Napjainkban a legkeresettebb márkák a hazai piacon az amerikai John Deere, a Solis (az indiai gyár japán technológiával dolgozik, darabszámban világelső) és a szintén USA gyártotta New Holland.⁸ A piaci első John Deere most kezdi árusítani önvezető traktorát, ami különösen azoknak a gazdáknak éri meg, akik évente kettő vagy több fajta növényt termesztenek a földjeiken, nagy területeken. Az új gépcsalád hasonlít az UAV-hoz, azaz ember nélküli szántóföldi gépek. Az önvezető technológiával az erőgépek akár a nap 24 órájában, jóformán szünet nélkül üzemelhetnek. Ez lehetővé teszi a gazdáknak, hogy extra ültetvényekkel bővítsék a tevékenységüket. A traktorgyárral együtt dolgozó neves robotgyár, a Bear Flag Robotics megoldása a tökéletes egyvelege a lidar (lézer alapú távérzékelés), a radar és a kameraszensorok által nyújtott technológiai lehetőségeknek, kiegészülve egy szoftveres távvezérlő funkcióval. A John Deere ezt a technológiát fogja összehozni a saját önvezető találmányával, amellyel piacvezető lehet.⁹ A ma traktora valóban okos: nemcsak a hagyományos tevékenységeket ismeri, hanem adatokat gyűjt a szántástól a vetésen, műtrágyázáson, permetezésen át a betakarításig szinte mindenről s ezeket fel is dolgozza. Amit a legkorszerűbb személyautók, szinte ez a traktor is mindent tud: jelzi a fogyasztást, a guminyomást, a motor és a kiszolgáló szervek adatait, a szervizigényt, az aktuális alkatrészcserét stb. – emellett a legújabbak önvezetnek is.

A másik ilyen UAV eszköz a drón és a quadcopter.¹⁰ Egyszerűbb szerkezetei különféle felvételek készítésére képesek, aminek kiemelésével lehet pontos döntéseket hozni. Egyik ilyen változata a Matrice 300 RTK típus, amelyik egy teljesen új szabványt állít fel az intelligencia, a nagy teljesítmény és

⁸ Kónya Ádám(2022): Ezek a magyar gazdák kedvenc traktorjai. Haszon- agrár (<https://haszon.hu/haszonagrar/innovacio/traktor-traktorpiac-traktormarkak>)

⁹ Molnár Balázs (2021): A John Deere hamarosan önvezető traktorokkal forradalmasítja a mezőgazdaságot. Haszon- agrár (<https://haszon.hu/haszonagrar/innovacio/john-deere-onvezetes>)

¹⁰ A drón, drone az általános kifejezés minden pilóta nélküli járműre, ezek távvezérléssel vagy előre programozott és a fedélzeten elhelyezett számítógéppel vezérelhetők. A quadcopter a négykerekűek négy fő rotorral rendelkeznek, és nincs farokrotor; ez megkülönbözteti azokat a helikopterektől. (<https://hu.weblogographic.com/difference-between-drones-uavs-and-quadcopters-753800>)

a páratlan megbízhatóság ötvözésével. Fejlett AI képességek, 6 irányú érzékelés az ismételhető összetett megfigyelési feladatok számára. A platform a Micasense Antum KIT+ DJI Skyport rendszerrel van szerelve, mely alkalmas multispektrális felvételekre viszonylag jelentős, közel egy óras üzemidővel. A T 30-as változata már lényegesen többet tud, akár 30-40 liter permetezőszer kiszállítására és terítésére is képes. Az eszköz felszerelhető granulátum kijuttató egységgel is, mellyel ilyen anyagok, műtrágyák is kijuttathatók.¹¹

Mindegyik eszköz óriási előnye a művelt terület kímélése. Az erógép mindig ugyanabban a nyomban halad, ráadásul kevesebbszer megy végig egy táblán. A hagyományos művelés esetén mintegy 12-szer kellett a területre rámenni, ez sávos művelés esetén 8-ra csökken, ezért a költség is lényegesen kisebb. A drón és a quad pedig semmit se tapos le, így a talajminőség az egyik esetben csak részben, a másokban semmit se veszít értékéből. Különösen figyelni kell erre, mert a Magyar Talajtani Társaság adatai szerint a hazai termőföldek minősége folyamatosan romlik, bár az erógépek nyomvonalra csak nagyon kicsi részben oka ennek, de hozzájárul. Sokkal inkább gond az intenzív gazdálkodás, a műtrágyázás és a mélyszántás okozta pusztítás, a humusz mennyisége így például a felére csökkenhet a természetes állapothoz képest.¹²

Mivel a precíziós mezőgazdaság a mezőgazdasági termékek előállítására szolgáló legújabb technológia alkalmazásának tanulmányozásával foglalkozik, célja, hogy a hagyományos mezőgazdasági módszerekkel összehasonlítva lényegesen jobban megfeleljen a világ élelmiszerszükségletének, és csökkentse a környezetre gyakorolt káros hatást, valamint illeszkedni tudjon a körforgásos gazdálkodás követelményeihez is. A precíziós mezőgazdaság egy integrált információs és mezőgazdasági irányítási rendszer, amely számos technikai eszközön alapul, mint például a globális

¹¹ DJI (2023): <https://www.dji.com/hu/matrice-300>

<https://www.kite.hu/gepek-eszkozok/mezogazdasag-digitalis-atallashoz-kapcsolodo-precizios-fejlesztések/dji-matrice-300-rtk-eszkozhordozo-dron/98/867>

¹² Michéli, E., Csorba, Á., Láng, V., Szegi, T., Székács, A., Várszegi, G., ... & Dobos, E. (2022). Soil priorities for Hungary. *Geoderma Regional*, 29, e00521. (<https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2022.e00521>)

Csorba, Á., Jones, A., Szegi, T., Dobos, E., & Michéli, E. (2022). The diagnostic continua of the soils of Europe. *Hungarian Geographical Bulletin*, 7(4), 313-323. (<https://doi.org/10.15201/hun-geobull.71.4.1>)

helymeghatározó rendszer, a földrajzi információs rendszer és a távérzékelés. A precíziós gazdálkodást úgy tervezték, hogy növelje a teljes gazdaság termelési hatékonyságát alacsony költségkihatással, miközben elkerüli a környezeti terhelésének nem kívánt hatásait.

Főbb GNSS rendszerek

Rendszer	GPS	GLONASS	Galileo	BeiDou
Tulajdonos	USA	Oroszország	Európai Unió	Kína
Webhely	www.gps.gov	www.glonass-iac.ru	www.gsa.europa.eu	en.beidou.gov.cn
Típus	Katonai	Katonai	Polgári Kereskedelmi	Katonai Kereskedelmi
Kódolás	CDMA	FDMA	CDMA	CDMA
Orbitális magasság	20,180 km	19,130 km	23,222 km	21,150 km
Pontosság	5 m	3–10 m	1 m 0,01 m titkosítva	10 m 0,01 m titkosítva
Periódus	11.97 óra	11.26 óra	14.08 óra	12.63 óra
N° műholdak	31	28 + 2 + 2	4 + 8 + 22	5 + 30
Bevezetés	1995	2015	2020	2012, 2020

Forrás: Balafoutis, Athanasios T., Bert Beck: Smart Farming Technologies – Description, Taxonomy and Economic Impact. In Pedersen, Søren Marcus, Kim Martin Lind (ed. 2017): Precision Agriculture: Technology and Economic Perspectives. Springer https://doi.org/10.1007/978-3-319-68715-5_26.

A helymeghatározáshoz a GPS-nél sokkal precízebb technológiák is készen állnak. A Galileo egy 2016-ban üzembe helyezett globális navigációs műholdrendszer (GNSS), amelyet az Európai Unió hozott létre az Európai Űrügynökségen (ESA) keresztül, amelyet az Európai Unió Űrprogram-ügynöksége (EUSPA) üzemeltet Prágai központtal. A rendszert elsősorban polgári használatra szánják, ellentétben az Egyesült Államok (GPS), Oroszország (GLONASS) és Kína (BeiDou) inkább katonai célú rendszereivel. Pontossága nagyobb, mint a GPS, sugárzott efemerisz (GPS: 3 m) használatakor 1 m-nél kisebb a pontossága, és 1,6 cm-es jel-úrtávolsági hibája (SISRE) (a GPS: 2,3 cm, a GLONASS és BeiDou: 4–6 cm), ha valós idejű korrekciót alkalmazunk a

műholdak pályájára és az órákra.¹³ 2022-ben a Nature-ben publikálták a Vrije Universiteit Amsterdam, a Delft University of Technology és a VSL kutatói, hogy olyan alternatív helymeghatározó rendszert fejlesztettek ki, amely robusztusabb és pontosabb, mint a GPS, különösen városi környezetben. Az új mobilhálózati infrastruktúrát bemutató működő prototípus 10 centiméteres pontosságot ért el.¹⁴

3.2. Trendek

A precíziós növénytermeztésben az elmúlt években egyre nagyobb teret hódít, és a gazdálkodók számos precíziós technikát alkalmaznak, mint például a változó arányú műtrágyák, talajnedvesség-érzékelők és GPS-vezérelt traktorok a termés hozam javítása és az inputköltségek csökkentése érdekében. A robotizáció, a drónok alkalmazásával az élőmunka lényegesen csökkenthető, ez a termelési költségre is kihat. A táblaszinten, durvább felbontással meghatározott tápanyag-utánpótláshoz képest nemcsak költségeket takaríthatunk meg, de csökkentjük a felesleges, nem hasznosuló tápanyag kimosódásából adódó környezeti terhelést, biztosítjuk a növény optimális tápanyag-ellátottságát, javítjuk az energiaméreteget.¹⁵ A fejlődés egyenes következménye lesz a „Hands Free Hectare” elterjedése. Vagyis emberi kéz érintése nélkül, szenzorok, IoT rendszerek (Internet of Things, hálózatba kötött intelligens eszközök), önvezető gépek összehangolásával fogják művelni a táblákat.

A 2020-as évek várható slágere a precíziós állattenyésztés (precision livestock farming – PLF) számos új és innovatív technológiai fejlesztésen alapuló, az egyik legdinamikusabban fejlődő gazdálkodási forma, amely potenciálisan forradalmasíthatja az állattenyésztést.¹⁶ Például a legeltetési

¹³ <https://www.gsc-europa.eu/>

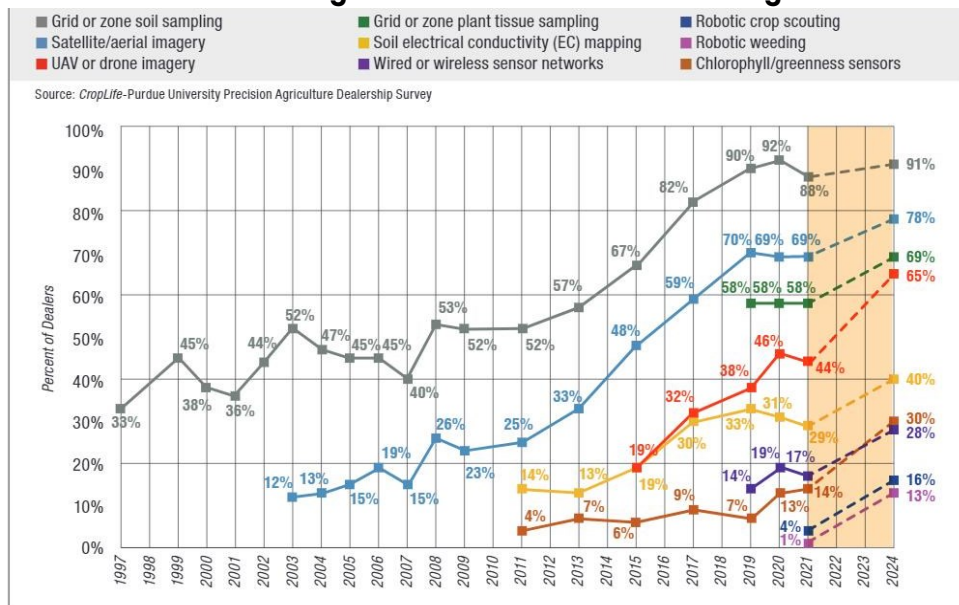
¹⁴ Koelemeij, J.C.J., Dun, H., Diouf, C.E.V. *et al.* (2022) A hybrid optical-wireless network for decimetre-level terrestrial positioning. *Nature* 611, 473–478 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41586-022-05315-7>

¹⁵ Dobos, Attila Csaba (2013): Precíziós növénytermeztés. Debreceni Egyetem. Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma. 6.

¹⁶ NAK-AM, 2021. Nemzeti Agrárgazdasági Kamara és Agrárminisztérium: Klímavédelmi szempontrendszer integrálása a mezőgazdasági szaktanácsadásba III. Az állattenyésztés és a klímaváltozás (<https://www.nak.hu/kiadvanyok/kiadvanyok/3705-az-allattenyesztes-es-a-klimavaltozas/file>)

rendszerekben egyes PLF-alkalmazások jelentősen javíthatják az állatállomány feletti gazdálkodói kontrollt a legelők hasznosításával és kezelésével, valamint az állatok megfigyelésével és ellenőrzésével kapcsolatos problémák leküzdésével. Szintén ide tartozik a rádiófrekvenciás azonosító cédula, a járó-súlymérő platformok, az automatikus itatórendszerek, a testhőmérséklet távoli mérésére szolgáló termográfiai alkalmazások, a globális helymeghatározó rendszer és a gyorsulásmérők (az állatok helyének meghatározására, lopásmegelőzésre, a legelő állatok tevékenységi költségvetésének, viselkedésének és takarmányfelvételének felmérésére, valamint szaporodási monitorozásra), a műholdképekkel végzett távérzékelés, a virtuális kerítés.¹⁷

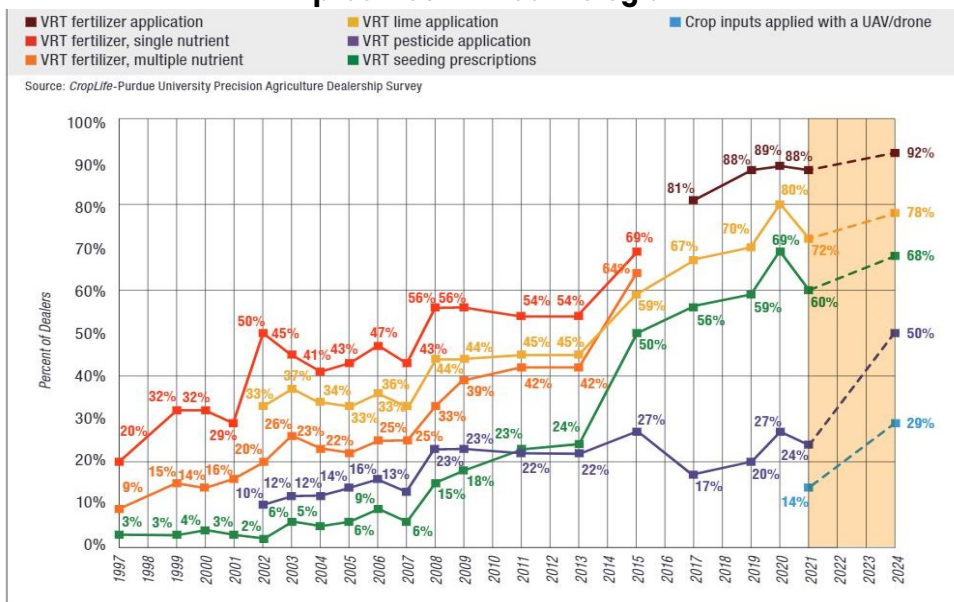
Precíziós szolgáltatások és érzékelő technológiák



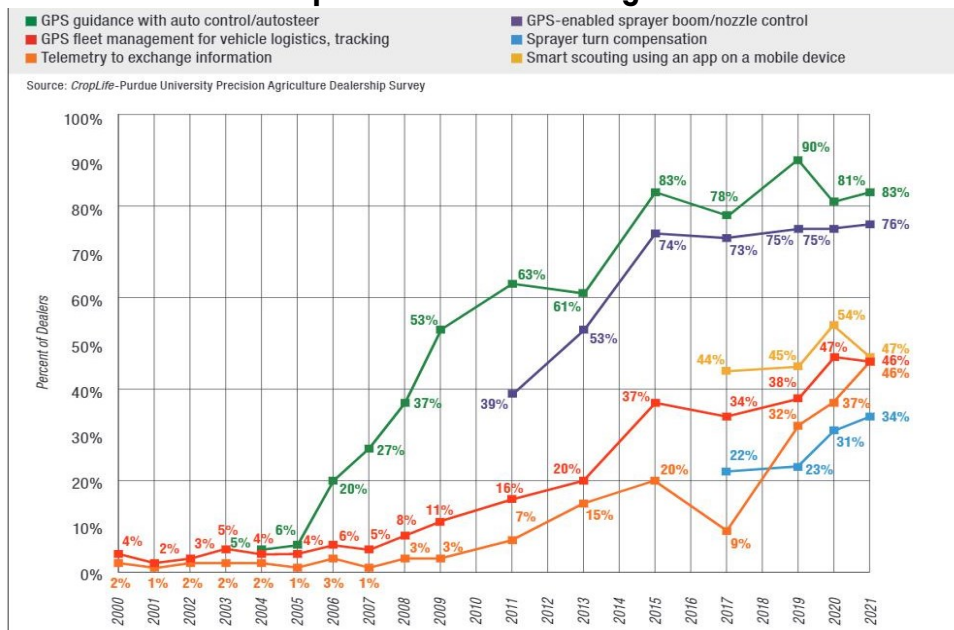
Forrás: Mike Boehlje (2021): The Value of Data/Information and the Payoff of Precision Farming. Purdue University Center for Commercial Agriculture és Lowenberg-DeBoer, J., and Erickson, B. (2019): Setting the Record Straight on Precision Agriculture Adoption. *Agron. J.* 111:1-18 (2019) és 2021 Precision Agriculture Dealership Survey Confirms A Data Driven Market For Retailers (<https://www.croplife.com/management/2021-precision-agriculture-dealership-survey-confirms-a-data-driven-market-for-retailers/>)

¹⁷ Aquilani et al., 2022. Aquilani, C., Confessore, A., Bozzi, R., Sirtori, F., & Pugliese, C. (2022). Precision Livestock Farming technologies in pasture-based livestock systems. *Animal*, 16(1), 100429.

A precíziós VRT technológiák



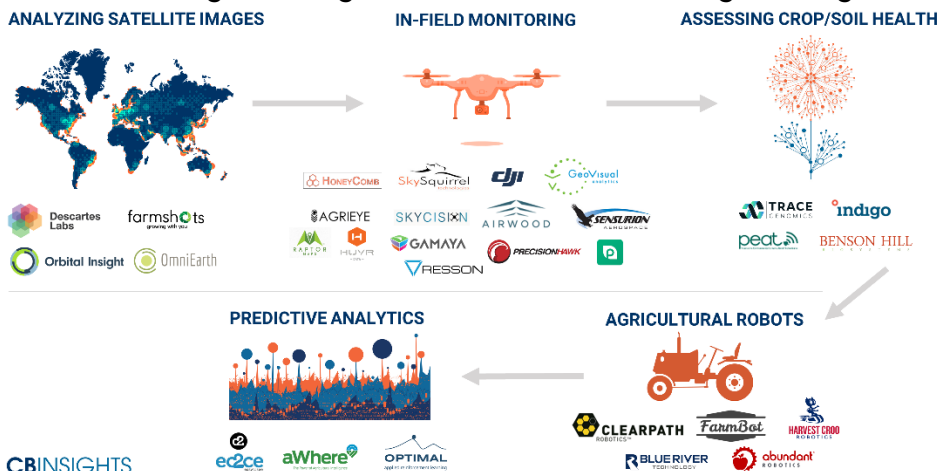
A precíziós GPS technológiák



Forrás: Lowenberg-DeBoer, J., and Erickson, B. (2021): Precision Agriculture Dealership Survey Confirms A Data Driven Market For Retailers (<https://www.croplife.com/management/2021-precision-agriculture-dealership-survey-confirms-a-data-driven-market-for-retailers/>)

A programozásába a legújabb agrárgazdálkodási irányelvek szempontrendszere is belefér, így ma már nem ritka a szántás teljes elhagyása vagy mélységének csökkentése, a műtrágyázás pótlása a szerves trágyával, a hulladékmentes termelés, a körkörös mezőgazdaság és a zöldítés más elemeinek megjelenítése. Kezdeti elterjedése Európában napjainkban valósul meg, de még messze nem domináns, jóllehet a KAP is támogatja. A precíziós rendszerrel ez úgy függ össze, hogy a műholdas adatokból, talajmintából stb. összeáll egy termőképességi térkép, ahol a földi erőgép és/vagy a drón, műhold szolgáltatja az adatokat, ennek segítségével pontosan programozható, hogy egy-egy területen – akár táblarészen – mennyi vetőmag, műtrágya, permetszer stb. szükséges.

A mesterséges intelligencia és a robotika a mezőgazdaságban



Forrás: CB Insights (2017): AI, Robotics, And The Future Of Precision Agriculture. CB Information Services (<https://www.cbinsights.com/research/ai-robotics-agriculture-tech-startups-future/>)

3.3. Magyarország

A precíziós traktorokhoz és drónhoz már Magyarországon is rendelkezésre áll a helymeghatározó rendszer, az RTK¹⁸ (Real Time Kinematic), mintegy 3000 mezőgazdasági gépnek szolgáltat RTK-jelet.¹⁹ Ez mintegy 1,2 millió hektár földterületet érint, azaz már több mint a negyedét (a teljes magyar termőterület 4,5 millió ha). A jelérzékelés és továbbítás pontos: az eltérés a tervezett eredeti nyomvonalától maximum 1-2 cm lehet. A nádudvari KITE, a piacvezető magyar mezőgazdasági integrátor lényegében már fel is készült erre, sőt a gyakorlatban használja is. A PGR (Precíziós Gazdálkodási Rendszer) megalkotásával egy olyan informatikai szolgáltatásrendszert hozott létre a KITE Zrt., amely az innovatív műszaki, agrotechnológiai és informatikai megoldásai közös platformon megjelenő integrációjaként az agrármenedzsment új generációját jelenti. A Big Data korában a mezőgazdaság műszaki és egyéb eszközei ontják magukból a munkaműveletek alatt megképződött adatokat, melynek döntéselőkészítő feldolgozásához és azokból a gazdálkodás segítségére levő információk megképzéséhez szükség van egy feldolgozási folyamatra.²⁰

Jól indul a precíziós mezőgazdasági szakember képzés. A tanulmány írásakor ilyent lehet elsajátítani számos egyetemen, így Gödöllőn, Debrecenben, Kaposvárott, Mosonmagyaróváron, Székesfehérváron, Győrött, Budapesten, Szegeden. Utóbbi szerényen így hirdeti magát: „Vegyen részt ön is az ország legsikeresebb precíziós képzésében, ami egyedülálló módon a drónos alkalmazásokat állítja a középpontba!”²¹ (3 félév Költségtérítési díj: 200.000 Ft/félév)

A Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem precíziós mezőgazdasági szakmérnök szakirányú továbbképzés helyszínei: Gödöllő, Kaposvár, Keszthely. Célja olyan speciális ismeretekkel és szemléletmóddal rendelkező



¹⁸ RTK: Real Time Kinematics – valós idejű kinematikus korrekció: egy GNSS műholdas adatkorrekciós rendszer, amelyet a mezőgazdaságban használnak annak biztosítására, hogy a földmérések, a mezőgazdasági vizsgálatok és a térképek a valós élethez igazodjanak.

¹⁹ HVG 2023/8. szám 51.

²⁰ <https://pgr.hu/osszes-hirek/396/indul-a-pgr>

²¹ SZTE (2023): Precíziós agrárgazdálkodási szakmérnöki képzés (<https://www.agrotrend.hu/hireink/precizios-agrargazdalkodasi-szakmernoki-kepzes-indul-szegeden>)

szakemberek képzése, akik precíziós technológiák elterjedésével megjelent új eszközöket és technológiákat ismerik és használják, az így keletkezett igen sokrétű, összetett, egymásra épülő helyspecifikus információt integrálják, értelmezik majd felhasználják a mezőgazdasági termelésben. A képzésben kiemelten fontos szerepet kap a természettudományos ismeretek átadása és rendszerezése is, így átfogó, rendszerezett és felhasználható tudást szereznek a hallgatók. A képzés 2 féléves, a költségtérítési díj: 250.000 Ft/félév, a részvétel feltétele: agrár vagy műszaki képzési területen legalább alapképzésben (BSc) szerzett mérnöki oklevél.²²

Az oktatással kapcsolatos konkrét eredményekről a hazai gyakorlatban egyelőre még nem tudunk beszámolni, hiszen a végzést követően legalább 2-3 évnek kell eltelnie a realisan értékelhető eredmények elemzéséhez. Változik a tananyag struktúrája is, mind hangsúlyosabban előtérbe kerülnek a számítógépes ismeretek, hovatovább a mezőgazdasági szaktudás másodlagosság válhat. Ugyanakkor a kettő szorosan összefügg, mert a fenntarthatóságot, klímavédelmet, zöldítést, körkörös gazdálkodást csak együtt lehet sikeresen megoldani.

A modernizáció és a folyamatosan fejlődő technikák, a megújuló digitalizációs folyamatok próbák elé állítják a nemzedékek óta gazdálkodókat. Nincs elég képzett szakember, az újabb gépek kezeléséhez pedig egyelőre nincs elegendő rutinjuk a mezőgazdászoknak, ugyanis ezekhez már nem elegendő az évtizedekkel ezelőtti gépészeti tudás. A folyamatos gépberuházások és fejlesztések ellenére a gépeket kezelő mezőgépészek nélkül kényszerszünet lehet a földeken. A legjellemzőbb hiányt a betakarítási munkálatok idején tapasztalják, mint például málna-, eper-, alma- vagy a szőlőszüret. Bár a földeken ma már a 15.000 Ft fölötti napi bér sem ritka, az idenymunkások nagy része mégis inkább külföldi országokban keres munkát. A gazdálkodók próbálják kiküszöbölni a problémát, külföldi munkavállalókkal is (Pakisztán) de nehezen és egyre kevésbé tudnak úrrá lenni rajta.²³

²² MATE (2023): Precíziós mezőgazdasági szakmérnök szakirányú továbbképzés (<https://uni-mate.hu/k%C3%A9pz%C3%A9s/-/content-viewer/prec%C3%ADzi%C3%B3s-mez%C5%91gazdas%C3%A1gi-szaktud%C3%A9rt%C3%A9kel%C3%A9s-2023>)

²³ Magro (2023): Több mint tízezer forintos órabérért sincs elegendő munkaeő (https://www.magro.hu/agrarhirek/tobb-mint-tizezer-forintos-oraberert-sincs-elegendomunkaeo/?utm_source=related&utm_medium=www.magro.hu&utm_campaign=widge)

Itt szükséges kitérni arra is, hogy olyan tudás elsajátításáról van szó, ami rendszeresen és sűrűn megújul, azaz várható, hogy a végzettek 3–4 évente továbbképzésre iratkoznak be. Mind a számítógépek világa, mind a drónoké olyan gyors fejlődésen megy át, hogy az ismeretanyag hasznossága nagyon megkopik pár év alatt, itt is igazi LLL²⁴-re van szükség. Továbbá megalapozott remény van arra is, hogy a végzettek egyre növekvő száma és különösen eredményes munkája révén a precíziós rendszer mindinkább ismert lesz, egyre jobban terjed, s ez a tanulási kedvre is kihat.

3857784) és Agroinform (2021): Napi bérek és órabérek – traktoros, kertészeti és fakitermelő munkákért (<https://www.agroinform.hu/gepeszet/elkepeszto-napi-berek-es-oraberek-traktoros-kerteszeti-fakitermelo-52654-001>)

²⁴ lifelong learning (röviden LLL), az egész életen át tartó tanulásfolyamatos, önkéntes és önmotivált tudásszerzés személyes vagy szakmai okokból. Fontos az egyén versenyképessége és foglalkoztathatósága szempontjából, de fokozza a társadalmi befogadást, az aktív állampolgárságot és a személyes fejlődést is. Célja a kulcskompetenciák és alapkészségek, képességek kialakítására, megszerzésére irányul az együttműködés készségének elsajátítása, fejlesztése mellett. Az elmúlt években ennek az okai között nagy szerepet játszik a digitális technológiai innováció, amely lehetővé teszi, hogy a felhasználók a mindennapi helyzetekben is folyamatosan tanuljanak. Az iskolarendszerben megszerzett tudás nem elégséges a munkaerő-piaci igényekhez képest, szükséges az új, gyakorlati készségek megszerzése is.

4. Hogyan terjed?

A precíziós mezőgazdaság – mint minden találmány – nem új ötlet. Néhány évtizeddel, évszázaddal ezelőtt a gazdaságok jórészt kicsi részekből álltak, a nagyok is jól oszthatók voltak, és a gazda minden évben többször bejárta a mezőket. Lehetséges volt, hogy megfigyeljen minden területen belüli eltérést, és mindegyikre hozza meg a megfelelő kezelési döntéseket. Így több mag hozzáadása azokon a részeken, ahol ritkábban kelt ki, vagy több trágyát/műtrágyát használjon, ahol gyenge növekedés volt tapasztalható. Ez a tudás azonban attól függött, hogy milyen a gazda emlékezete és szaktudása, és a legtöbb esetben a végső döntéseket inkább az befolyásolta, hogy milyenek az elmúlt évek eredményei, amelyeket megőrizett az emlékezetében. De a hozamokat jobban befolyásolta az időjárás vagy más olyan tényezők, amelyek a következő években esetleg nem következtek be.²⁵

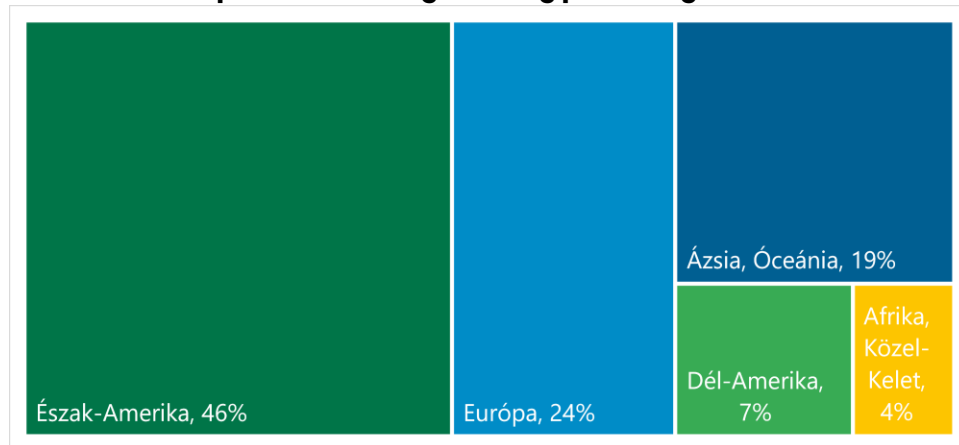
4.1. Nemzetközi

A Precedence Research szerint a precíziós mezőgazdaságot illetően Észak-Amerika rendelkezik a legnagyobb bevételi részesedéssel. A régió technológiai, korai alkalmazó. A korszerű mezőgazdasági technológiák átvételét segítő megnövekedett kormányzati tevékenység, valamint a fejlett infrastruktúra egyaránt hozzájárult a területi piac magas bevételéhez. A gazdálkodók figyelmének felkeltése érdekében a National Institute of Food and Agriculture (NIFA), amely az Egyesült Államok Mezőgazdasági Minisztériumának része, térinformatikai, érzékelő- és precíziós technológiai projekteket hajt végre. A Land-Grant egyetemekkel együttműködve a NIFA segítséget nyújt a gazdálkodóknak robusztus érzékelők, kísérőszoftverek, valamint komplex biológiai anyagok és folyamatok széles körének modellezésére, monitorozására és értékelésére szolgáló eszközök fejlesztésében. Ezenkívül a kanadai kormány 2016 novemberében 425.000 \$-ral finanszírozott a Clean Seed Capital Group számára, hogy segítse a piaci precíziós gazdálkodási technológia fejlesztését. A beruházás célja a túlzott műtrágya- és

²⁵ Már az ókorban is volt ennek hagyománya. A Római Birodalom nagy költőtriászának egyike a veteránként kapott földjén esténként borozgat a rabszolgákkal s megbeszéli az egy-egy táblán szükséges akut teendőket. Nagyon szépen említi ezt Cs. Szabó László a Római muzsikában. Magvető Kiadó, Budapest, 1988.

növényvédőszer-használat csökkentése. Ezen alapok segítségével a cég a CX6 SMART vetőgépet is kifejlesztette a gazdálkodók számára.

A precíziós mezőgazdaság piaci megoszlása



Forrás: Precedence Research (2022): Report Scope of the Precision Farming Market. (<https://www.precedenceresearch.com/precision-farming-market>)

Az előrejelzések szerint 2022 és 2030 között a precíziós gazdálkodás piaca az ázsiai csendes-óceáni térségben fog a leggyorsabban fejlődni. A regionális precíziós gazdálkodási piac növekedésének egyik fő tényezője a mezőgazdaság fokozódó modernizációja olyan országokban, mint Kína, India és Indonézia. A precíziós mezőgazdasági berendezések iránti kereslet növekszik, mivel a régió feltörekvő országainak népességnövekedése nyomást gyakorol a mezőgazdaságra a termelés növelése érdekében. Számos kormányzati kezdeményezést hajtanak végre a fejlődő országokban, például Indiában, Srí Lankán és Nigériában, hogy ösztönözzék a modern precíziós gazdálkodási technológiák alkalmazását, ezáltal maximalizálva a hozamot. Kína és Izrael 2017 szeptemberében 300 millió \$ értékű kereskedelmi megállapodást írt alá az izraeli környezetbarát technológiák Kínába irányuló exportjának elősegítésére. Ezenkívül egy hatékony adminisztratív keret lehetővé teszi a gazdálkodók számára, hogy teljes körű ismereteket szerezzenek a precíziós mezőgazdasági berendezések megfelelő használatáról és karbantartásáról.²⁶

²⁶ Precedence Research (2022): Report Scope of the Precision Farming Market. (<https://www.precedenceresearch.com/precision-farming-market>)

A precíziós mezőgazdaság természetesen az interneten is elérhető. A találati számok jellemzően növekednek.

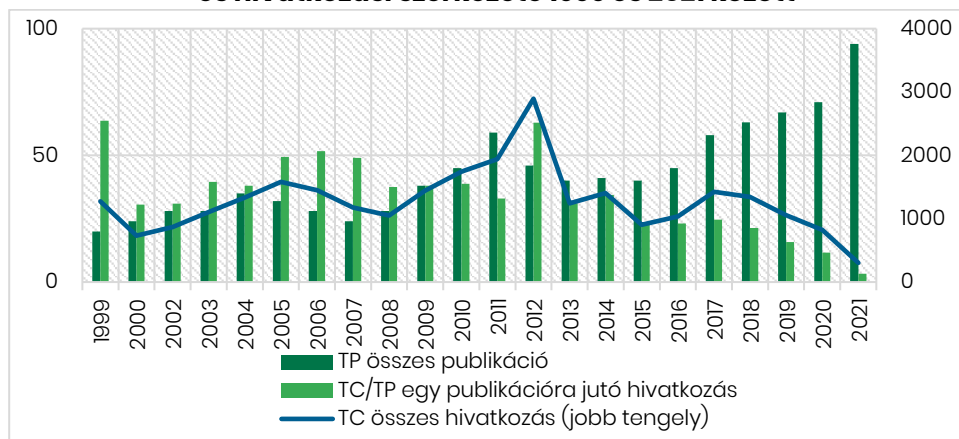
Precíziós mezőgazdaság a Google-on

Kifejezés	Találat			
	2018	2019. VI.	2019. IX.	2023. III.
Precision Agriculture	79.500.000	94.700.000	151.000.000	157.000.000
Precision Agriculture Machinery	16.800.000	26.300.000	29.000.000	15.000.000
Precíziós mezőgazdaság	116.000	121.000	197.000	191.000
Precíziós mezőgazdasági gépek	61.000	139.000	157.000	636.000

Forrás: Erdeiné Késmárki-Gally Szilvia (2020): A precíziós gazdálkodás jelentősége a mezőgazdaság versenyképességében. Multidiszciplináris kihívások, sokszínű válaszok 2020/2. szám (<https://doi.org/10.33565/MKSV.2020.02.03>) saját kiegészítéssel

A tudomány szempontjából a Google Scholar nagyjából 3 640 000 találatot ad a precision agriculture kifejezésre, a precíziós mezőgazdaságra pedig 1 530 találatot. Az Elsevier honlapján az összes eredmény: 4.056, továbbá 636 weboldal, 3.255 könyv és 155 folyóiratot sorol fel, amelyek profiljába illeszkedik ez a témakör.²⁷

A Precision Agriculture-ben megjelenő publikációk éves megoszlása és hivatkozási szerkezete 1999 és 2021 között



Forrás: saját szerkesztés Misara, R., Verma, D., Mishra, N., Rai, S. K., & Mishra, S. (2022). Twenty-two years of precision agriculture: A bibliometric review. Precision Agriculture, 1-24. alapján

²⁷ <https://www.elsevier.com/search-results?query=Precision%20Agriculture>

A Precision Agriculture (PRAG) a precíziós gazdálkodás fejlődésével foglalkozó vezető nemzetközi folyóirat, amelyet 1999-ben alapítottak és hatékony platformként szolgál az alap és alkalmazott kutatások és ismeretek terjesztéséhez a precíziós gazdálkodás folyamatosan fejlődő területén. Az eredmények azt mutatják, hogy ez a folyóirat gyors ütemű növekedést tapasztalt, ezáltal vonzza és ösztönzi a kutatókat és szerzőket, hogy járuljanak hozzá e terület fejlesztéséhez. A folyóirat a precíziós mezőgazdaság fejlődésével kapcsolatos ismeretek vezető forrásává vált, és valószínűleg továbbra is a témával kapcsolatos változatos szakirodalom vezető publikációs forrása lesz.

4.2. Magyarország

A gazdálkodó kapcsolata a földekkel a gépesítéssel és a gazdaságok méretének növelésével csökkent. Így inkább egy átlagos szabályt kezdtek használni a mezőgazdasági táblák minősítésre a termőképesség, fekvésé, művelhetőség mutatójaként.²⁸ Magyarországon ez lett az aranykorona érték. A földértékelés rendszerét az 1875. évi VII. törvénycikk a földadó szabályozásáról vezette be,²⁹ és mai napig használatos, jelenleg a 47/2017. (IX. 29.) FM rendelet a földminősítés részletes szabályairól hatályos (kataszteri tiszta jövedelem: a földterület minőségét aranykorona értékben kifejező értékszám). Az értékek jelenleg hektárra (10 000 m²) vannak megadva, ezek tört értékek, mert a kerek, eredeti aranykorona értékek 1 holdra voltak számítva, azaz 400 × 400 öl = 1600 négyszögöl (5755 m²) területre. Az adott területre érvényes besorolások a földhivatalban vannak nyilvántartva, és az ingatlan tulajdoni lapján is feltüntetésre kerülnek. Az aranykorona értékek szinte községenként mások és mások. Vannak úgynevezett községi mintateretek, ame-

²⁸ Pál, B. (1996). Az aranykorona és a termőföld-érték. *Acta Universitatis Szegediensis de Attila József nominatae: Acta oeconomica*,(1), 73-82.

²⁹ 1875. évi VII. törvénycikk a földadó szabályozásáról 8. § A föld tiszta jövedelmének vétetik a közönséges gazdálkodás mellett tartósan nyerhető középtermésnek értéke, levonván belőle a gazdálkodási rendes költségeket. A földbirtokkal összekötött jogok, ugyszintén annak valamely iparággal vagy más földbirtokkal való gazdasági összefüggése a tiszta jövedelem kiszámításánál tekintetbe nem vétetnek, de viszont az azon fekvő terhek is figyelmen kívül hagyatnak. 9. § A tiszta jövedelem mivelési ágak és minőségi osztályok szerint becslés útján nyomoztatik ki.

lyekkel össze lehet hasonlítani egy adott terület földértékét. Ezt a földhivatalok mezőgazdasági végzik. Ha például egy földrészlet minőségi osztálya Sz 5 (szántó művelési ág, 5-ös minőségi osztály és aranykorona értéke 9,40 AK/ha), aminek a területe 27,4873 ha, akkor $27,4873 \times 9,40 = 258,38062$, vagyis a földrészlet tulajdoni lapján szereplő AK érték: 258,38.30 A szakma túlnyomó része egyetért abban, hogy ez a rendszer már rég túlhaladottá vált, mert

- nem tartalmazza a talajtan tudományos eredményeit, azokra nem alapoz;
- a földek termőképessége (a művelés, a talajerózió- és savanyodás vagy a meliorációs beavatkozások hatására) az ország különböző részein eltérően változott, ezért országos összehasonlításra nincs mód;
- a művelésmód és a termesztett növényfajták genetikai hozamképessége jelentősen átalakult;
- az aranykorona-rendszerben a közgazdasági tényezők elválaszthatatlanul összekapcsolódtak az ökológiaiakkal;
- a szállítás jelentősége az árutermelés, a szakosodás elterjedésével párhuzamosan megnőtt, a szállítási irányok módosultak. számos piac vonzáskörzete kisebb-nagyobb részével együtt a trianoni határ túloldalára került;
- az AK-rendszer nem veszi figyelembe, hogy a városkörnyéki területek földhasználata átrendeződött, annak belterjessége módosult, legtöbbször megnövekedett.³¹

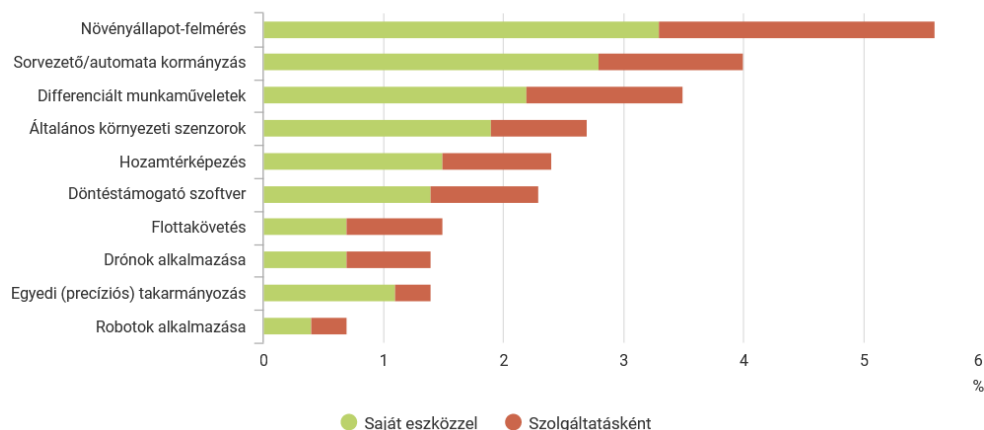
Amikor az első hozamfigyelőket kifejlesztették és a termésterképek elkészültek, bebizonyosodott, hogy a termés hozam és a talajtulajdonságok eltérőek még egy-egy táblán belül is. Ez a tény a helyspecifikus technikák fejlődését igényelte, ez pedig a precíziós mezőgazdaság. Előnye, hogy bármely szántóföldre vagy növényre alkalmazható, kiegészül olyan kezelések

³⁰ Földhivatali portál (2009): Aranykorona érték meghatározása... (<https://www.foldhivatal.hu/content/view/155/128/>)

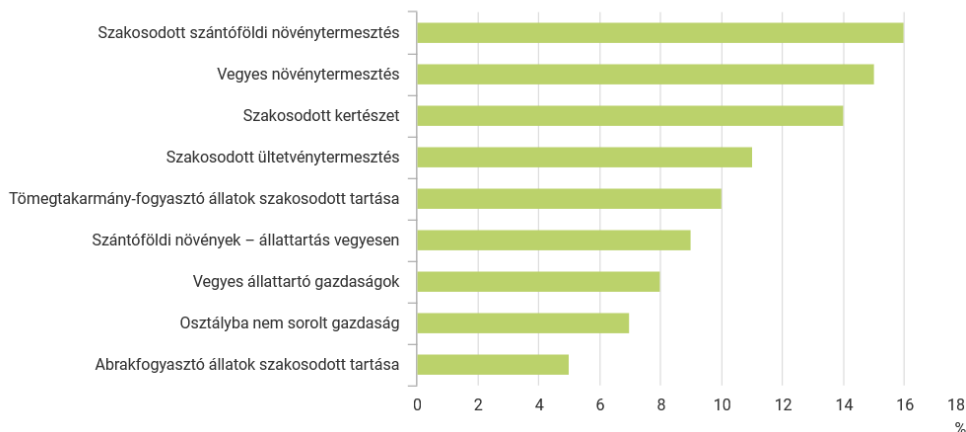
³¹ Mireider Máté (2017): Pontosan mit mutat az aranykorona? (<https://agraragazat.hu/hir/pontosan-mit-mutat-az-aranykorona/>)

alkalmazásával, ami az átlagos szakterülettől eltérő kezelést igénylő területeken különösen igény, és amely lehetővé teszi a növénygazdálkodási rendszerek finomhangolását.

Precíziós eszközök használatának aránya, 2020



Precíziós eszközök használatának aránya gazdaságtípusonként, 2020



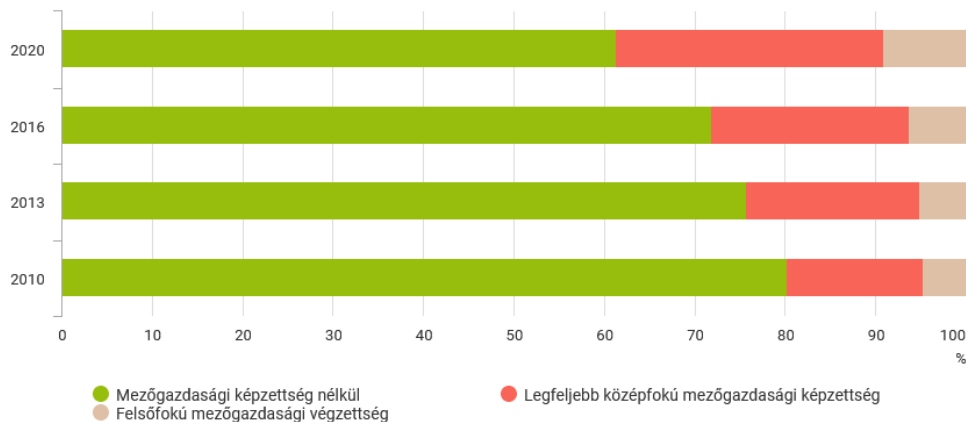
Forrás: KSH (2020): Agrárcenzus-eredmények – Agrárdigitalizáció
(<https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/ac2020/agrardigitalizacio/index.html>)

A KSH adatai szerint gazdaságok 38 %-a használt valamilyen digitális eszközt 2020-ban; a gazdálkodók leginkább banki és e-kormányzattal kapcsolatos ügyeket intéztek elektronikusan. A precíziós gazdálkodáshoz kapcsolódó eszközöket 12 %-uk használta, ezen belül a növényállapot-felmérésnek a legnagyobb az elterjedtsége: az összes gazdaság 5,6 %-a alkalmazta.

Szaktanácsadót a gazdaságok 15 %-a vett igénybe, a termelők leggyakrabban növényvédelmi kérdésekben konzultáltak.³²

A precíziós mezőgazdaság költségei nem csak a technológia megvásárlását jelenti, hanem idő- és tudásfejlesztésben is sokat követelnek a vállalkozótól.

A gazdaságok számának megoszlása az irányító képzettsége szerint



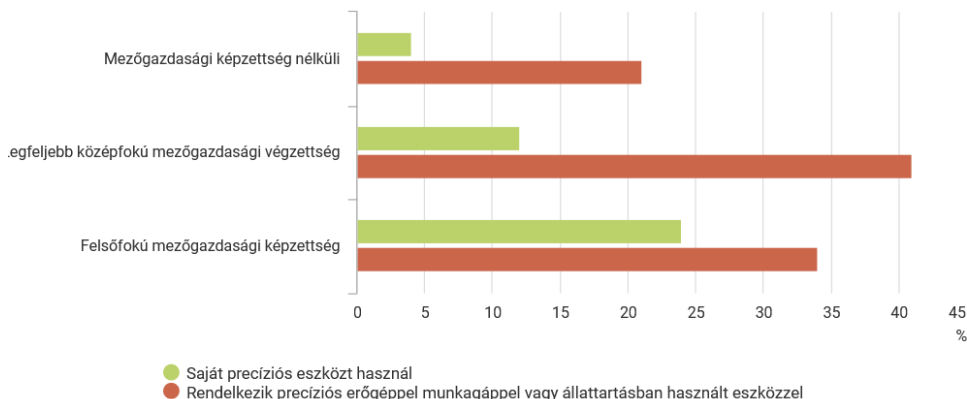
Forrás: KSH (2020): Agrárcenzus-eredmények – Mezőgazdasági munkaerő, generációváltás (https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/ac2020/mezogazdasagi_munkaero_generaciovaltasi/index.html)

A gazdaságok irányítóinak körében jelentősen esett azoknak az aránya, akik mezőgazdasági képzettség nélkül, csak a tapasztalataikra támaszkodva vezetik a gazdaságot. Arányuk a 2010-ben megfigyelt 80 %-ról 61 %-ra csökkent, de közel 150 ezer gazdaságot továbbra is valódi mezőgazdasági képzettség nélkül irányítanak. A mezőgazdasági végzettséggel rendelkező irányítóknak nemcsak aránya, hanem abszolút száma is nőtt az elmúlt 10 év során.³³

³² KSH (2020): Agrárcenzus-eredmények – Mezőgazdasági munkaerő, generációváltás (<https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/ac2020/agrardigitalizacio/index.html>)

³³ KSH (2020): Agrárcenzus-eredmények – Mezőgazdasági munkaerő, generációváltás (https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/ac2020/mezogazdasagi_munkaero_generaciovaltasi/index.html)

Precíziós gépek meglétének és használatának aránya az irányítók legmagasabb mezőgazdasági képzettsége szerint, 2020



Forrás: KSH (2020): Agrárcenzus-eredmények – Agrárdigitalizáció

(<https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/ac2020/agrardigitalizacio/index.html>)

A precíziós gépeket, technológiát megfelelő szaktudással kezelni kell, anélkül semmit se ér. Az átlagos aranykalászos gazda ismeretei jelenleg alacsony. Viszont köztudott, hogy jelenleg ez a legolcsóbb agrárképzés, 100 ezer – 150 ezer forintért hozzá lehet jutni, egy-két hónap alatt elsajátítható, szerepe nem is abban van, hogy a végzettek az agrárgazdálkodás virtuózai lesznek (bár sokuknak elég ez az alapismeret), hanem leginkább abban van, hogy államilag elismert oktatás, s ezért földvásárláshoz és nem egyenes ágú földörökléshez (1 ha fölött) tökéletesen megfelel, bár ez a tudás a precíziós agráriumban nagyon-nagyon kevés (másutt is). Az új módszer ugyanis jelentős IT-tájékozottságot feltételez, kezdve az adatgyűjtéstől annak feldolgozásán át a döntések meghozataláig, horribile scriptu még programozási ismeret is kell(het). A nagyok ezt viszonylag könnyen megoldják, hiszen tőkeerejük, szellemi kapacitásuk rendelkezésre áll, de a kicsiknél mindkettőben jelentős hiány van. A továbbfejlődés tehát valószínűleg egy szelektív pályázati rendszerben rejlik, illetve a széles körű és magas fokú új típusú agrártudás terjesztésében.

A digitális és precíziós eszközök mellőzésének oka az ilyen eszközt nem használó gazdálkodók szerint standard termelési érték nagyságkategóriánként, 2020

Standard termelési érték nagyságkategória	Nincs rá szükségem a gazdaság termeléséhez kapcsolódóan	Nem rendelkezem a szükséges ismeretekkel	Korlátozottan érhető el képzés és tanácsadás	A digitális eszközökhöz magas az ára	Gazdaságban található eszközök nem alkalmasak a technológia használatára
Standard termelési érték nélkül	91	12	2	6	6
<4 000 euró	90	14	1	4	4
4 000–14 999 euró	84	19	1	8	7
15 000–99 999 euró	78	22	2	13	11
100 000–499 999 euró	69	28	6	18	15
500 000– euró	87	22	19	28	21

Forrás: KSH (2020): Agrárcenzus-eredmények – Agrárdigitalizáció
(<https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/ac2020/agrardigitalizacio/index.html>)

A KSH megállapításával összhangban a jövőben a precíziós eszközök terjedését segítő tényezők lehetnek:³⁴

- Az Európai Unió Tanácsa 2021. december végén hivatalosan is elfogadta a 2023–2027-es időszakra vonatkozó közös agrárpolitikát. Az új jogszabályok szerint méltányosabb, nagyobb mértékben környezetbarát és teljesítményalapú szabályozás szükséges, amelynek célja, hogy fenntartható jövőt biztosítson az európai mezőgazdasági termelők számára és célzottabb támogatást nyújtson a kisebb gazdaságoknak. További cél, hogy nagyobb rugalmasságot tegyen lehetővé a tagállamok számára, úgy, hogy az intézkedéseket a helyi viszonyokhoz igazítsák.
- Az egyre bővülő kényelmi funkciók is nagyban hozzájárulhatnak az elterjedéshez, hiszen a magas szintű technológiai alkalmazások a nehéz fizikai munkát (pl.: traktorkormányzás, fejés) kiváltják, rövidítik

³⁴ KSH (2020): Agrárcenzus-eredmények – Agrárdigitalizáció
(<https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/ac2020/agrardigitalizacio/index.html>)

az elvégzendő munka időtartamát, illetve a munkaerő számára komfortosabbá teszik a munkakörnyezetet.

- Emellett hazánkban a Digitális Agrárstratégia is segítheti a precíziós gazdálkodás terjedését. Magyarország Digitális Agrárstratégiája céljának teljesüléséhez ugyanis szükséges, hogy a precíziós gazdálkodás minél szélesebb körben alkalmazásra kerüljön.

A kezdeti tapasztalat az, hogy ha döntés is születik bizonyos precíziós gazdálkodás bevezetéséről, az átvétel időzítését késleltetheti az olyan mögöttes gépek berendezéscsere ciklusának problémája, miszerint a nem teljesen új eszközöket nem kell, nem indokolt lecserélni, hanem egyszerűbb és olcsóbb globális helymeghatározó rendszereket GPS és/vagy GNSS, szenzorokat és egyéb kapcsolódó elektronikát kell rájuk telepíteni. Így az egyes gazdák utólag szerelik fel meglévő gépeiket, de sok gazdálkodó ezt nem szívesen tette/teszi meg. Ez ugyan valóban olcsóbb, de az elektronikával kapcsolatos tapasztalatok hiánya, a telepítési szolgáltatások költsége, a szabványosítás problematikája, de leginkább a vonatkozó tudás csekély-sége csökkentette az utólagos felszerelések költséghatékonyságát.

A kész rendszerek átvétele ugyan jóval problémamentesebb, de árát csak az igazán nagyok tudják megfizetni – Nyugaton is. A beruházások ugyanis jelentős induló költséggel járnak, és gazdálkodók többsége, akik többet törődtek/törődnek az azonnali nyereséggel, mint hogy később bizonytalan nyereségük legyen, még akkor is, ha az utóbbi nagyobb, inkább halaszt. (Egy-egy 2022-höz hasonló aszályos év nagyon visszaveti a fejlesztésre szánt pénzeket.)

Ahogy az unió más országaiban, Magyarországon is a vonatkozó szakminisztérium írja ki hozzá a megfelelő pályázatokat, s az érdekelt gazdák jelentkeznek. Az Agrárminisztérium 2021-ben 100 milliárd forint keretösszegű pályázatot írt ki precíziós technológia vásárlására, amire mintegy 1000 – 1500 jelentkezőt vártak. A határidő lezárultával 2900 igény érkezett 212 milliárd forintra kétszer annyi jelentkezővel, így a tárca 2022 áprilisában ezt az összeget megduplázta. Érdeklődés, igény tehát már induláskor mutatkozott, méghozzá annak ellenére, hogy a gazdáknak 40-50 %-os önrészt kellett

vállalniuk, tehát összességében mintegy 400 milliárd forint állt/áll rendelkezésre.³⁵

Az újdonság okán persze eredményekről még nem tudunk beszámolni, de már az is nagyon jó jel, hogy ekkora konkrét érdeklődés mutatkozott. Továbbá kiderült, hogy a gazdák többsége egy jó ideig nem veszi igénybe a lehetőséget, mivel sem a háttértudása, sem az anyagi helyzete nem teszi ezt lehetővé. Előbbinél probléma az alacsony iskolázottság: a KSH 2020-as agrárcenzusa szerint a gazdálkodók 61,3 %-a semmilyen mezőgazdasági iskolába nem járt, mindössze 9,1 %-ának van felsőfokú végzettsége, utóbbinál fő gond a pénzhiány, ami még hitellel sem oldható meg, mert ha egy-két, a 2022-höz hasonló aszályos év jön, akkor nagyon lassan termelődik ki a törlesztés.

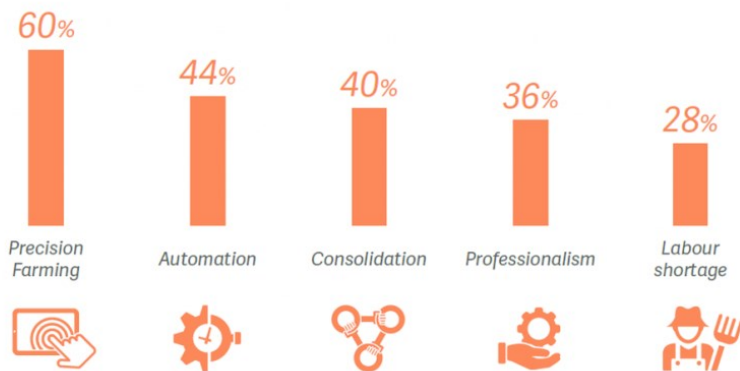
A K&H bank 2022-es agrárkutatása szerint azonban egyelőre csak a cégek kis része helyezi előtérbe a technológiai újításokat. Mindössze 12 százalék tartja magát vezető innovátornak az ágazatban, és 10-ből 7 cég inkább óvatos, ha digitalizációról, innovációról van szó. Ennek hátterében az lehet, hogy a mezőgazdasági tevékenység sok esetben generációról generációra öröklődik, ezért a hagyományoknak és tapasztalatoknak nagyobb szerepe van, mintsem az újdonságra nyitott szemléletnek. Habár a digitális transzformáció egyelőre kevés agrárcégnél lényegi stratégiai kérdés (7 %), egy jelentős részük foglalkozik vele, sok más fontosabb feladattal együtt (37 %), az ágazat átlagosan az árbevétel 17 %-át forgatta vissza ilyen jellegű fejlesztésekbe.³⁶

³⁵ VP2-4.1.8-21 Mezőgazdaság digitális átállásához kapcsolódó precíziós fejlesztések támogatása (<https://www.palyazat.gov.hu/-vp2-418-21-mezgazdasg-digitlis-tllshoz-kapcsold-preczis-fejlesztsek-tmogatsa>)

³⁶ Tresó István (2023): Fokozódó piaci elvárásoknak kell megfelelnie a hazai agráriumnak (<https://agrarkozosseg.hu/fokozodo-piaci-elvarasoknak-kell-megfelelnie-a-hazai-agrariumnak-2/>)

A mezőgazdaságot befolyásoló egyes tényezők 2030-ra várható alakulása

Most influential trends affecting farming practices and structures through 2030



Forrás: Jóri J. István (2019): A jövő mezőgazdasága – fókuszban a hatékonyság. A precíziós gazdálkodás gépesítési kérdései. Nemzeti Agrárkutatói és Innovációs Központ

5. Gazdasági megfontolások

A precíziós mezőgazdasági egyik központi kérdése az alkalmazott technikák, technológiák, módszerek költséghatékonyságának felmérése a terméshozam, a termelés és a jövedelmezőség javításában. A kulcskérdések jellemzően a következők: Milyen hatással vannak a precíziós mezőgazdasági technikák a terméshozamra és a minőségre, valamint a ráfordítási költségekre és a jövedelmezőségre? Melyek azok a tényezők, amelyek befolyásolják a precíziós mezőgazdasági technikák gazdálkodók általi elfogadását? A szükséges beruházásokhoz van-e elérhető finanszírozás hozzá?

Bebizonyosodott, hogy a precíziós mezőgazdasági technikák képesek javítani a terméshozamot, csökkenteni a ráfordítási költségeket és növelni a jövedelmezőséget. Számos tanulmány értékelt a precíziós mezőgazdasági technikák költséghatékonyságát, és az eredmények ígértesek.

A Kentucky Egyetem egyik tanulmánya megállapította, hogy a precíziós mezőgazdasági technikák, mint például a változó dózisu műtrágya alkalmazása, 12 %-kal csökkenthetik a műtrágyahasználatot és 9 %-kal növelhetik a terméshozamot, ami átlagosan 20 dolláros nettó bevételnövekedést eredményez hektáronként egészen 35 dollárig.³⁷ A precíziós mezőgazdasági technikákat a fejlődő országok kistermelői számára is költséghatékonyak találták. Egy Etiópiában végzett tanulmány megállapította, hogy a precíziós mezőgazdasági technikák, mint például a talajvizsgálat és a műtrágya-ajánlások, 46 %-os termésnövekedést és 51 %-os nettó bevételnövekedést eredményezhetnek, 4,9-es haszon-költség arány mellett.³⁸

A következő szakirodalmi válogatás az egyes precíziós mezőgazdasági technológiák (precision agriculture technologies, PAT) jövedelmezőségét összegzi.

³⁷ Wang, X., Fan, J., Xing, Y., Xu, G., Wang, H., Deng, J., ... & Li, Z. (2019). The effects of mulch and nitrogen fertilizer on the soil environment of crop plants. *Advances in agronomy*, 153, 121-173.

³⁸ Kosec, K., Ghebru, H., Holtemeyer, B., Mueller, V., & Schmidt, E. (2018). The effect of land access on youth employment and migration decisions: Evidence from rural Ethiopia. *American Journal of Agricultural Economics*, 100(3), 931-954.

Az egyes precíziós mezőgazdasági technológiák jövedelmezőségé a szakirodalomban

Referencia	Termény	PA technológia	Nyereségesség
Bauer et al., 2000	Kukorica	VRT vetéshez	Jövedelmező
Sindir és Tekin, 2002	Pamut	VRT műtrágyákhoz	Jövedelmező
Wang et al., 2003	Kukorica	VRT N és mész szá- mára	Jövedelmező
Lu et al., 2005	Kukorica	VRT öntözéshez	Nem nyereséges
Notron et al. 2005	Pamut	VRT: P	Jövedelmező
Mallarino és Wittry, 2006	Szójabab	VRT: P & K	Jövedelmező
Velandia et al. 2008	Pamut	VRT N	Jövedelmező
Ehsani és mtsai, 2009	Citrusfélék	VRT: műtrágya	Jövedelmező
Mitchell, 2009	Meg nem ha- tározott	GPS	Jövedelmező
Ortiz et al. 2013	Földimogyoró	RTK-GPS	Jövedelmező
Schimmelpfennig és Ebel, 2016	Kukorica	VRT: műtrágya és talajtérképezés	Jövedelmező
Baio et al., 2017	Pamut	VRT: műtrágya	Jövedelmező
van Evert et al. 2017	Burgonya	VRT: perticidek	Jövedelmező
Saavos, 2018	Földimogyoró	VRT: P, K és mész	Nem nyereséges
		VRT: műtrágya	Jövedelmező
Tona et al. 2018	Szőlő és alma	GPS és talajtérképezés	Jövedelmező
		Precíziós permetezés	Nem nyereséges

VRT: Variable Rate Technology - változó (differenciált) kijuttatási technológia; RTK: Real Time Kinematics - Valós Idejű Kinematikus Korrekció. GPS: Global Positioning System - Globális Helymeghatározó Rendszer

Forrás: Sumiahadi, A., Direk, Mihát, & Acar, Ramazan (2019): Economic assessment of precision agriculture: A short review. 6th International Conference on Sustainable Agriculture and Environment. October 3-5, 2019, City of KONYA – TURKEY Proceeding Book. 11.

A kínált megoldások változatosak, többek között közös, kollektív akciók, zónalehatárolás, mezőhatár-felderítés, együttműködési szövetkezetek; alacsony költségű technológia, általános géphasználat; oktatás, (köz)ismeret, szabványhasználat, egyszerű és felhasználóbarát technológia; eladók, tanácsadók szakmai támogatása, mezőgazdasági vállalkozói szolgáltatások; illetve a szakpolitika által kezdeményezett beruházások és megfelelő szabályozások, ill. Az alacsonyabb költségű, moduláris technológiák segíthetnek felgyorsítani a PA-felvételt.³⁹

5.1. Agrárfinanszírozás (agri-finance)

Az agrárfinanszírozás (agri-finance) a mezőgazdasági vállalatok hitelnyújtására vonatkozik,⁴⁰ és az agrárhitelezésen belüli kockázatok kezelésére.⁴¹ A mezőgazdaságon belüli hitelrendszereket korán felismerték, és Európa régóta az élen jár a mezőgazdasági hitelek terén. A mezőgazdasági banki hitelezés előtt általánosak voltak a hitelszövetkezetek. Az első szövetkezeti rendszer New Londonban, Connecticutban már 1732-ben létrejött, az 1850-es években Németországban mezőgazdasági hitelszövetkezetek alakultak.⁴² Az USA-ban a szövetségi mezőgazdasági hiteltörvényt a kongresszus 1916-ban fogadta el.⁴³

A Világbank becslése szerint évente további 80 milliárd dollár finanszírozásra van szükség ahhoz, hogy 2050-re elérjük a világ élelmezéséhez

³⁹ Mizik, T. (2023). How can precision farming work on a small scale? A systematic literature review. *Precision Agriculture*, 24(1), 384–406.

⁴⁰ van der Kamp, R. (2017) 'Six myths of farmer finance', *Enterprise Development and Microfinance*, 28(3), pp. 212–227. doi: 10.3362/1755-1986.15-00043

⁴¹ Skees, J. R. (2003) *Risk Management Challenges in Rural Financial Markets: Blending Risk Management Innovations with Rural Finance*, Risk Management. Washington D.C. (http://www.fao.org/docs/up/easypol/532/3-5_riskmanagement-challenges-rural-finmfts_162en.pdf)

⁴² Guinnane, T. W. (2001) 'Cooperatives as Information Machines: German Rural Credit Cooperatives, 1883-1914', *The Journal of Economic History*, 61(2), pp. 366–389. doi:10.1017/S0022050701028042.

⁴³ FCA (2016) History of FCA and the FCS. Available at: https://www.fca.gov/about/history/historyfca_fcs.html

szükséges 70 %-os élelmiszerellátás-növekedést.⁴⁴ A termelés e növekedésének elérésének egyik sarokköve várhatóan a mezőgazdasági technológia fejlesztése lesz, ahol az egyik legújabb kiegészítés a precíziós mezőgazdaság.

Hangsúlyos kiindulópont, hogy a mezőgazdasági finanszírozás szezonaritása és egyéb specifikus tényezők miatt különbözik a többi iparágtól. A legnagyobb kockázatok mind a gazdálkodók, mind a bankok számára a termelési kockázat, a hitelkockázat és a piaci kockázat. A tőkekövetelmények előírják, hogy a bankok nyilvánosságra hozzák a hitelfelvételek kockázataival kapcsolatos információkat. A bankok hitelkockázati modelleket használnak a gazdaságok különböző hitelminőségi osztályokba történő besorolására, ami hatással lesz a hitelösszegre, a tőke költségre és a gazdaságoknak kínált biztosítékokra. A politikai és általános jogi kockázatokhoz tartozik, hogy a kormányok, más szervezetek meghatározta politika, törvények és ajánlások Európa-szerte, sőt globális szinten is hatással vannak a gazdaságok működésére. A mezőgazdaság nagyon ingadozó lehet, ami növeli a bankok kockázatát és a hitelfelvételek tőke költséget. Az aszimmetrikus információ problémája növeli a mezőgazdasági hitelezés költségeit és kockázatait. Míg a biztosítékok minimalizálhatják a kockázatokat és az erkölcsi kockázatot (moral hazard), a föld fedezetként való felhasználása valószínűleg nem a leghatékonyabb megoldás.

Annak ellenére, hogy az agrárhitelek kockázatos hitelnek számítanak más hiteltípusokhoz képest; nem vetítik előre megfelelően a banki nemteljesítéseket (bank defaults). A felügyeleti és kontrollrendszereket ki kell fejleszteni és frissíteni kell, hogy megfeleljenek az agrárfinanszírozás igényeinek.⁴⁵ Jelenleg a pénzintézetek számára a gazdálkodóknak nyújtott hitelezés során a jövedelmi ingadozás (income volatility) és a termelékenység növekedése (increase in productivity) befolyásolja leginkább a bankok mezőgazdasági hitelezését.

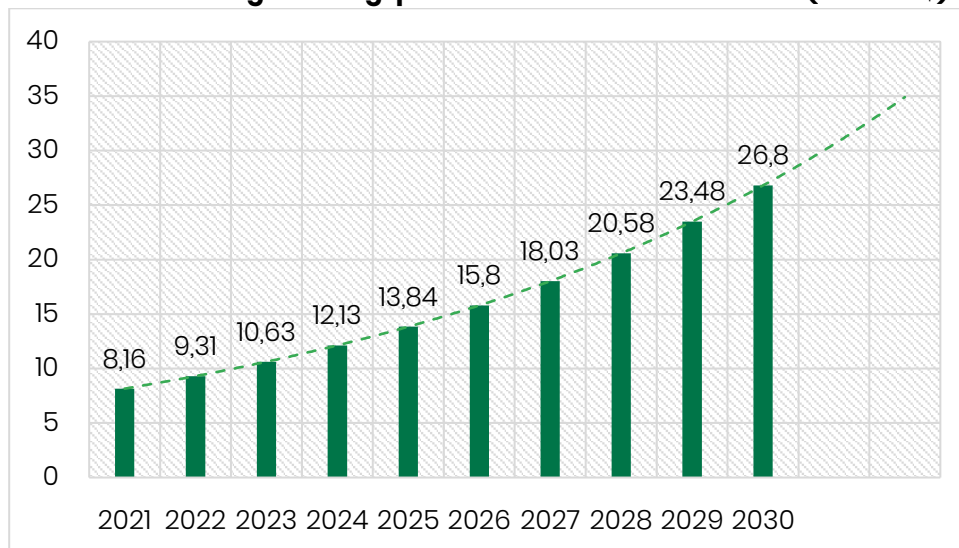
⁴⁴ World Bank (2022): Agriculture Finance & Agriculture Insurance (<https://www.worldbank.org/en/topic/financialsector/brief/agriculture-finance>)

⁴⁵ Lundblad, L., & Rissanen, A. L. (2018). Precision Agriculture and Access to Agri-Finance: How precision technology can make farmers better applicants. DiVA, id: diva2:1223690

5.2. A precíziós mezőgazdaság finanszírozása

A precíziós gazdálkodás globális piacának méretét 2021-ben 8,16 milliárd USA \$-ra becsülték, és az előrejelzések szerint 2030-ra meghaladja majd a 26,8 milliárd \$-t 14,13 %-os kumulált éves növekedési rátával (compound annual growth rate, CAGR) a 2022 és 2030 közötti előrejelzési időszakban.

Precíziós mezőgazdasági piac mérete 2022-2030 között (milliárd \$)



Forrás: Precedence Research (2022): Report Scope of the Precision Farming Market. (<https://www.precedenceresearch.com/precision-farming-market>)

A Precedence Research kutatása kiemeli, hogy az észak-amerikai precíziós gazdálkodási piac értéke 2021-ben 3,4 milliárd \$ volt, 2022 és 2030 között 11,5 %-os CAGR-értékkel. Az ázsiai csendes-óceáni régió az előrejelzések szerint 15,5 %-os CAGR-növekedést fog elérni 2022 és 2030 között. Észak-Amerika piaci részesedése körülbelül 46 % volt 2021-ben. Az európai régió 2021-ben mintegy 24 %-os bevételi részesedést ért el. Az időjárás-követő és előrejelző alkalmazások szegmense 17,8 %-os CAGR-rel nő az előrejelzési időszakban. A hardverszegmens piaci részesedése körülbelül 69 %, a szoftverszegmens pedig az előrejelzések szerint 15,8 %-os CAGR-rel fog növe-

kedni. Az alkalmazások körben a hozamfigyelő szegmens 45 %-os piaci részesedést szerzett, a technológia területén távérzékelés és a változó díjas szegmens pedig 58 %-os piaci részesedést képvisel.⁴⁶

A precíziós mezőgazdasági gyakorlatok jelentős kezdeti beruházást igényelnek a berendezésekbe, szoftverekbe és képzésbe. Ez a beruházás azonban akadályt jelenthet a gazdálkodók számára, különösen a kis- és középvállalkozások számára. A bankok segíthetnek leküzdeni ezt az akadályt azáltal, hogy finanszírozási lehetőségeket biztosítanak a precíziós mezőgazdasági gyakorlatokba fektetni kívánó gazdálkodók számára. A technológiába való befektetés pénzének a magánszektorból kell származnia, de a pénzügyi intézetek vonakodnak kölcsönt adni a gazdáknak. A precíziós mezőgazdasági technológiák öt fő korlátja kisüzemi szinten a

- a kis területméret,
- az átvétel magas költsége,
- a technológiai nehézségek,
- a szakmai támogatás hiánya és
- a támogató politika hiánya.

A fentebbi tanulmányok azonban alátámasztják, hogy a PA elősegíti a magasabb és konzisztensebb terméshozam elérést, fenntartását. Emiatt várható, hogy a precíziós mezőgazdasági technológiák fokozott elterjedésével a gazdálkodók körében mindkét hitelképességi tényező javulását tapasztaljuk. Az eredmények azt mutatják, hogy a PAT bevezetése átlagosan körülbelül 4 %-kal csökkentette a gazdálkodók jövedelmének ingadozását, és ez szorosan összefügg a megnövekedett hektárhozammal (79,86 %). Például a svédországi átvétel előtti és utáni átlagos hektártermés különbsége nagyjából 1 metrikus tonna, ami 23,7 %-os növekedést jelent a PA előtti időszakhoz képest.⁴⁷

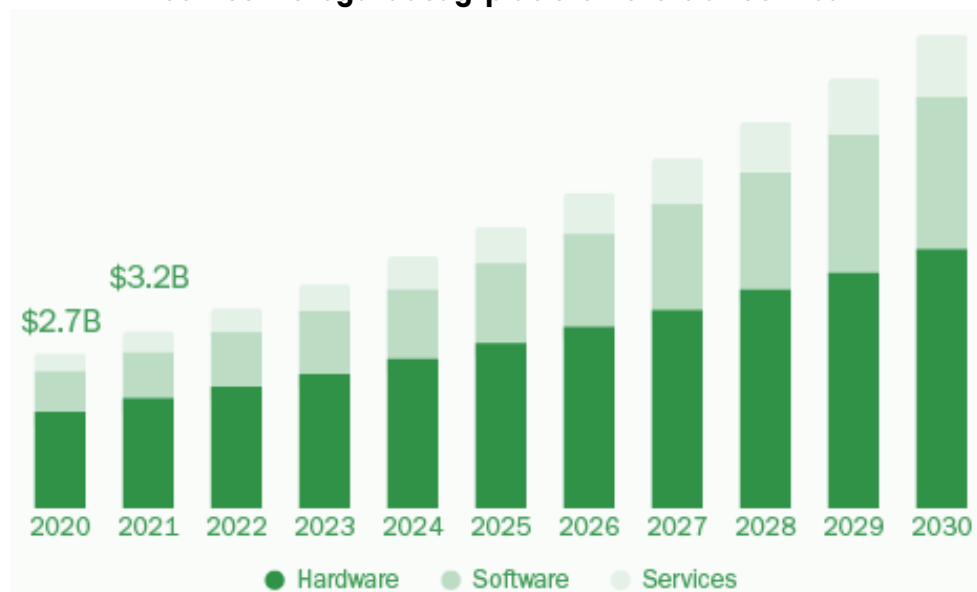
Azt is fontos hangsúlyozni, hogy a pénzügyi közvetítők oldaláról a precíziós mezőgazdaság jelentős lehetőséget kínál a bankok számára hitelport-

⁴⁶ Precedence Research (2022): Report Scope of the Precision Farming Market. (<https://www.precedenceresearch.com/precision-farming-market>)

⁴⁷ Lundblad, L., & Rissanen, A. L. (2018). Precision Agriculture and Access to Agri-Finance: How precision technology can make farmers better applicants. DiVA, id: diva2:1223690

fóliójuk bővítésére és a mezőgazdasági ügyfelekkel való kapcsolatuk elmélyítésére, valamint új ügyfélkör bővítésére is. A finanszírozási lehetőségek mellett a bankok a precíziós mezőgazdasági gyakorlatokhoz kapcsolódó pénzügyi kockázatok kezelésében is segíthetnek a gazdálkodóknak optimalizálni működésüket és javítani pénzügyi teljesítményüket. A precíziós mezőgazdasági gyakorlatok elterjedésének további támogatása érdekében a bankok a technológiai szolgáltatókkal és a mezőgazdasági ágazat más érdekelt feleivel is együttműködhetnek, így hozzájárulhatnak új finanszírozási modellek kidolgozásához, javíthatják a finanszírozáshoz való hozzáférést, és felgyorsíthatják az új technológiák bevezetését. Az előrejelzésekéből az is látható, hogy a hardware mellet a szoftverek és a szolgáltatások értéke is növekedni fog.

Precíziós mezőgazdasági piac szerkezete az USA-ban



Forrás: Grand View Research (2022): Precision Farming Market Size, Share & Trends Analysis Report (<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/precision-farming-market>)

Az USA-ban például két mezőgazdaságot finanszírozó két vezető pénzintézet a Rabobank és a Farm Credit. A Rabobank számos finanszírozási lehetőséget kínál a precíziós mezőgazdasági berendezésekhez és szolgáltatásokhoz, beleértve a hiteleket, lízingeket és hitelkereteket. Felhívják a figyelmet arra, hogy a digitális mezőgazdaság az iparági innováció legújabb –

és talán a legígéretesebb – hullámát képviseli, de ehhez egy közös adatplatformra, operációs rendszerre lenne szükség az adatgyűjtéshez, együttműködéshez és elemzéshez, amely kulcsfontosságú az értéklánc többi szereplője számára is.⁴⁸ A Farm Credit az ügyfelek tulajdonában lévő szövetkezeti hitelintézet, amely kis- és közepes méretű gazdálkodókat és állattenyésztőket is finanszíroz lowában, Nebraskában, Dél-Dakotában és Wyomingban. A legutóbbi kimutatásuk szerint az ügyfélkör több mint 604.000, és ez 963 530 kölcsönszerződést jelent országszerte, az elmúlt évben 25,6 milliárd \$ volt az új hitelek állománya, és 350,3 milliárd \$ a teljes hitelállomány. Hasonlóképpen, a Rabobankhoz A Farm Credit finanszírozási lehetőségeket kínál precíziós mezőgazdasági berendezésekhez és szolgáltatásokhoz, valamint oktatási forrásokat kínál, hogy segítse a gazdákat az új technológiák megismerésében.⁴⁹

5.3. USA: PA hitelprogramról szóló törvényjavaslat

Deb Fischer amerikai szenátor 2021-ben nyújtotta be a precíziós mezőgazdasági hitelprogramról szóló törvényjavaslatot.⁵⁰ A javaslat a 2008-as Élelmiszer-, megőrzés- és energiatörvényt kívánja módosítani, létrehozva egy hitelprogramot a Farm Service Agency-n belül, hogy segítse a mezőgazdasági termelőket precíziós mezőgazdasági berendezések, például térképezési, adatkezelő és elemző szoftverek, valamint hálózati csatlakozási termékek és megoldások vásárlásában. A törvényjavaslat tárgyalása folyamatban van.⁵¹

A precíziós mezőgazdaság kifejezés a növény- vagy állattenyésztési ráfordítások kezelését, nyomon követését vagy csökkentését jelenti, beleértve a vetőmagot, a takarmányt, a műtrágyát, a vegyszereket, a vizet és az időt, a térbeli és időbeli részletesség fokozott szintjén. a hatékonyság javítása, a

⁴⁸ Rabobank (2023): Cracking the Code on Precision Farming and Digital Agriculture (<https://research.rabobank.com/far/en/sectors/farm-inputs/Cracking-the-Code-on-Precision-Farming-and-Digital-Ag.html>)

⁴⁹ Farm Credit (2023): Financing Climate-Smart Agriculture (<https://farmcredit.com/about>)

⁵⁰ Precision Agriculture Loan Program Act of 2021. (<https://www.congress.gov/bill/117th-congress/senate-bill/2750>)

⁵¹ Elizabeth Gore (2023): 'Precision Agriculture Loan Act' Unlocks New Financing for Climate Solutions. Environmental Defense Fund (<https://www.edf.org/media/precision-agriculture-loan-act-unlocks-new-financing-climate-solutions>)

hulladék mennyiségének csökkentése és a környezet minőségének megőrzése érdekében.

A szöveg tágan értelmezi a precíziós mezőgazdasági berendezés fogalmát, így az minden olyan berendezést vagy technológiát jelent, amely közvetlenül hozzájárul a növénytermesztésben vagy az állattenyésztésben felhasznált ráfordítások csökkentéséhez vagy hatékonyságának javításához, beleértve a következőket: globális helymeghatározó rendszer alapú vagy térinformatikai térképezés; műhold- vagy légifelvételek; hozamfigyelők; talajtérképezés; érzékelők a termés, a talaj vagy az állatállomány állapotára vonatkozó adatok gyűjtésére; IoT és telematikai technológiák; adatkezelő szoftver és fejlett analitika; hálózati csatlakozási termékek és megoldások; globális helymeghatározó rendszer irányító vagy automatikus kormányzási rendszerek; változó sebességű technológia bemenetek (szakaszvezérlés alkalmazására); és a miniszter által meghatározott bármely más technológia, amely a növény- és állattenyésztési ráfordítások csökkenéséhez vagy hatékonyságának javításához vezet, beleértve a vetőmagot, takarmányt, műtrágyát, vegyszereket, vizet és időt.

Az precíziós mezőgazdasági kölcsönt bármely olyan termelő rendelkezésére kell bocsátani, aki megfelelő hiteltörténettel rendelkezik; a hitelforrásokat precíziós mezőgazdasági berendezések vásárlására használja fel; és a kölcsön visszafizetésére való képességet bizonyítja. A kölcsönök futamideje legfeljebb 12 év, a maximális összesített hitelösszeg 500.000 USD. A precíziós kölcsön jóváhagyása megköveteli, hogy a hitelfelvevő hitelbiztosítékot nyújtson, a következő lehetséges formában: zálogjog a vásárolt precíziós mezőgazdasági berendezésekre; vagy a miniszter számára elfogadható egyéb biztosíték.

6. Támogatások

Napjainkban éljük az újonnan induló uniós agrártámogatási ciklusra való felkészülés időszakát, a 2027-ig tartó Közös Agrárpolitika ugyanis számos újdonságot, megváltozott feltételeket, új támogatási formákat tartalmaz. A mezőgazdaságot sújtó aszály, az alapanyag-drágulás, az értékesítési nehézségek felértékelték a támogatások jelentőségét. Ezért is fontos, hogy a magyar gazdálkodók jövedelembiztonságát szolgáló közvetlen támogatások nagyságrendje annak ellenére sem csökkent, hogy a KAP forráskerete uniós szinten 10 %-kal kevesebb a korábinál. A megemelt nemzeti költségvetési forrás a másik oldalon már a 2021–2022. év során lehetővé tette, hogy eddig több mint 10.800 gazdaság, élelmiszeripari vállalkozás és önkormányzat fejlesztéseihez mintegy 1.325 milliárd forint értékű támogatást ítélték oda. Kiemelkedik ebből a gazdálkodók precíziós gazdálkodásra történő átállását segítő pályázat, amely az inputanyag felhasználást és a termelést optimalizáló, helyspecifikus művelést lehető tevő, digitális technológiával felszerelt erőgépek, munkagépek, valamint az ezekhez kapcsolódó szolgáltatások megvásárlásában adott segítséget.⁵²

A KAP Stratégiai Terv keretében pályázat támogatási lehetőséget nyújt a mezőgazdasági termelőknek arra, hogy a korszerű technológiák alkalmazásával, adatalapú döntéshozatallal javíthassák üzemi eredményeiket, megfeleljenek az egyre növekvő adatszolgáltatási kötelezettségnek és a fenntarthatósági elveknek, racionalizálják, esetleg csökkentsék a felhasznált inputanyagok mennyiségét, csökkentsék az ammónia- és ÜHG-kibocsátásukat, valamint a felszíni és felszín alatti vizek terhelését. A digitális technológiák hozzájárulnak ahhoz, hogy hosszú távon jobb legyen a talaj állapot. Az alaptámogatás a jogosult költségek legfeljebb 50 %-a, maximális összege: 1 000 000 €/projekt. A támogatás intenzitása növelhető 65 %-ig például azzal, ha fiatal mezőgazdasági termelő a pályázó, vagy gazdaságátadás történik. OKO minősítéssel rendelkező terméket előállító támogatást igénylő esetén és kollektív beruházás meglétekor 10 %-kal meg-

⁵² Agrárminisztérium- Sajtóiroda (2023): Munka, tudás, nyitottság – ez az eredményesség záloga az agráriumban (<https://kormany.hu/hirek/munka-tudas-nyitottsag-ez-az-eredmenyesség-zaloga-az-agrariumban>)

emelt támogatási intenzitás adható. A részletes kiírás jelen tanulmány lezárta után, várhatóan 2023 közepén fog megjelenni.⁵³ A jelenlegi, 2027-ig érvényes támogatásból az üzemszintű digitalizációs terv megvalósításához szükséges fejlesztéseket lehet megvalósítani:

- meglevő és újonnan vásárolt erő- és munkagépek helyspecifikus művelésre való alkalmassá tétele (sorvezető, automata kormány beszerzése; egyéb érzékelők, szenzorok vásárlása; permetezőgépek precíziós szakaszolásának kialakítása; betakarítógépek hozamméréshez szükséges hardver és szoftver eszközeinek beszerzése; automatikus működés/hatékonyság ellenőrzés);
- agrometeorológiai szenzorok és állomások kiépítése;
- post-harvest osztályozó, válogató gép digitalizációs fejlesztése;
- élelmiszeriparban alkalmazott szenzortechnológiák beszerzése;
- precíziós állattenyésztési rendszerek kiépítéséhez szükséges gépek, eszközök beszerzése (állatokon, vagy állatokban elhelyezett szenzorok: ivarzás-megfigyelés, állategészségügyi előrejelzés céljából; tartási körülmények detektálása (fény, hang, levegő stb.) és automatikus szabályozása: hűtés, szellőzés, energiafelhasználás stb.);
- precíziós takarmányozás kialakításához szükséges gépek, eszközök beszerzése (automatizált takarmányozási rendszerek, takarmánykiosztó robotok, precíziós etetők stb.);
- az egyes ágazatokban alkalmazható autonóm robotok (kapálórobot, fejőrobot, takarmánykiosztó robot stb.), drónok és egyéb hatékonyságnövelő eszközök, gépek beszerzése;
- a rendszeres és szisztematikus üzemi szintű adatgyűjtés megteremtésére, adatbázisok és adatkapcsolatok létrehozására sziget-szerű rendszerek integrációja, farmmenedzsment szoftverek és vállalati irányítási rendszerek beszerzése az üzemszintű adatkezelés és döntéstámogatás céljából, adatgyűjtésre és elemzésre alkalmas szenzortechnológiák az egyes ágazatok specifikációi szerint;

⁵³ Sarok Edit (2023): Ilyen lehet az új precíziós pályázat. Agroinform (<https://www.agroinform.hu/palyazatok/precizios-palyazat-kozos-agrapolitika-61568-001>) RD02_D01_FRM_73 számú, Mezőgazdasági üzemek digitális átállásának támogatása

- "okosfarm" rendszerek kiépítése többek között komplex telepírányítási rendszerek alkalmazása (kamerarendszerek); abiotikus környezeti tényezők automatikus szabályozása (páratartalom, LED világítás, szellőztetés), precíziós víz és tápanyag-utánpótlás zárt termesztő-berendezésekben, precíziós/energiahatékony szárítás kialakítása, raktári terménymonitoring, élelmiszer-nyomonkövetési módszerek fejlesztése, minőségbiztosítás;
- digitális átállást segítő szolgáltatások igénybe vétele.

Európai Unió új, 2027-ig szóló agrártámogatási rendszerének is része ez.⁵⁴ Kidolgozói azt állítják, hogy az új pályázatok lehetővé teszik majd a gazdálkodóknak, hogy kevesebb erőforrás felhasználásával többet termelhesse- nek, ezzel is csökkentve a környezeti hatásokat. A kritikusok azonban bizonytalanok a technológia elérhetőségével kapcsolatban, mivel az unió mezőgazdasági termelőinek egyharmada 65 éves vagy annál idősebb és nem rendelkezik digitális készségekkel.

A precíziós gazdálkodással kapcsolatban felmerülő másik kérdés a megfizethetőség. A pályázati rendszerben ugyanis önerő szükséges, nem minden gazdálkodó engedheti meg ugyanis magának, hogy e technika alkalmazására álljon át. A közeljövőben nem várható lényegi változás, a 2027-ig szóló KAP támogatási keretei, ha nem is véglegesen, sokat nem változnak.⁵⁵ Ismerve a hazai mizerábilis költségvetési helyzetet, az sem várható, hogy a magyar kormány jelentős támogatást tudjon a területnek nyújtani. A gépek drágák, és alkalmazásukhoz nagy méretgazdaságosságra lenne szükség. Az egy farmra jutó mezőgazdasági terület gazdaságos művelése 100 ha-nál kezdődik. A gépek zöme is erre a méretre áll rá. Az észak-amerikai mezőgazdaság sikeressége elsősorban a farmméretnek köszönhető.

Ezzel szemben az európai mezőgazdaság – nem csak a magyar – leginkább kicsi vagy nagyon kicsi, zömmel családi gazdaságokból áll, amelyek gyakran nem képesek életképes jövedelmet biztosítani sem a mezőgazdasági termelőknek, sem pedig családjuk számára. Európában továbbra is a

⁵⁴ Részletesebben lásd: Európai Bizottság (2023): Az új közös agrárpolitika: 2023–2027 (https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/cap-2023-27_hu) és <https://www.nak.hu/kap-2023-2027>

⁵⁵ <https://magyarmezogazdasag.hu/2017/10/03/beemelnek-precizios-gazdalkodast-kap-ba>

kisméretű gazdaságok a mérvadók, mivel a gazdaságok 86 %-a kisebb, mint 20 hektár méretű. A precíziós agrártechnológiák terjedése napjainkban a 100 hektárt meghaladó gazdaságokban figyelhető meg, mert ezalatt nincs elegendő bevétel. Ami azt jelenti, hogy az EU gazdaságainak csak mintegy 25 %-a használhatja.⁵⁶ Nincs nagyon más választás. Aki ebben nem vesz részt, egy idő után lemarad, s ha azt érezve se vált, akkor végleg kiesik. Annál is inkább, mert a precíziós mezőgazdaság a modern kihívásoknak megfelel, hozzájárul a fenntarthatósághoz, a klímavédelemhez, a körkörös gazdálkodás terjesztéséhez is.

⁵⁶ https://mgi.naik.hu/system/files/uploads/2019-01/dr_jori_j_istvan_a_precizios_gazdalkodas_gepesitesi_kerdesei.pdf

Forrásjegyzék

1875. évi VII. törvénycikk a földadó szabályozásáról

47/2017. (IX. 29.) FM rendelet a földminősítés részletes szabályairól

Agrárminisztérium - Sajtóiroda (2023): Munka, tudás, nyitottság – ez az eredményesség záloga az agráriumban (<https://kormany.hu/hirek/munka-tudas-nyitottsag-ez-az-eredmenyesseg-zaloga-az-agrariumban>)

Agroinform (2021): Napi bérek és órabérek – traktoros, kertészeti és fakitermelő munkákért (<https://www.agroinform.hu/gepeszet/elkeszito-napi-berek-es-oraberek-traktoros-kerteszeti-fakitermelo-52654-001>)

Aquilani, C., Confessore, A., Bozzi, R., Sirtori, F., & Pugliese, C. (2022). Precision Livestock Farming technologies in pasture-based livestock systems. *Animal*, 16(1), 100429. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100429>

Baio FHR, da Silva SP, Camolese HS & Neves DC. 2017. Financial analysis of the investment in precision agriculture techniques on cotton production. *Journal of Brazilian Association of Agriculture* 37(4):838–847.

Bauer MG, Davis JG, Sudduth KA & Drummond ST. 2000. Agronomic and economic evaluation of variable-rate seeding on Missouri soils. *Proceedings of the 5th International Conference on Precision Agriculture*. Minnesota. USA. pp. 1-13.

Behaviour (2021): Alig találni „jövőálló” szakembereket az agráriumban (<https://behaviour.hu/alig-talalni-jovoallo-a-szakembereket-az-agrariumban/>)

CB Insights (2017): AI, Robotics, And The Future Of Precision Agriculture. CB Information Services (<https://www.cbinsights.com/research/ai-robotics-agriculture-tech-startups-future/>)

Cs. Szabó László a Római muzsikában. Magvető Kiadó, Budapest, 1988.

Csorba, Á., Jones, A., Szegi, T., Dobos, E., & Michéli, E. (2022). The diagnostic continua of the soils of Europe. *Hungarian Geographical Bulletin*, 71(4), 313–323. (<https://doi.org/10.15201/hungeobull.71.4.1>)

DJI (2023): <https://www.dji.com/hu/matrice-300>

- Dobos, Attila Csaba (2013): Precíziós növénytermesztés. Debreceni Egyetem. Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma. 6.
- Duncan, E., Glaros, A., Ross, D.Z. et al. New but for whom? Discourses of innovation in precision agriculture. *Agric Hum Values* 38, 1181–1199 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10460-021-10244-8>.
- Ehsani R, Schumann A & Salyani M. 2009. Variable rate technology for florida citrus. Florida Cooperative Extension Service No. AE444. IFAS University of Florida. Florida. USA.
- Elizabeth Gore (2023): 'Precision Agriculture Loan Act' Unlocks New Financing for Climate Solutions. Environmental Defense Fund (<https://www.edf.org/media/precision-agriculture-loan-act-unlocks-new-financing-climate-solutions>)
- Európai Bizottság (2021): List of potential agricultural practices that eco-schemes could support (https://agriculture.ec.europa.eu/news/commission-publishes-list-potential-eco-schemes-2021-01-14_hu)
- Európai Bizottság (2023): Az új közös agrárpolitika: 2023–2027 (https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/cap-2023-27_hu) és <https://www.nak.hu/kap-2023-2027>
- Farm Credit (2023): Financing Climate-Smart Agriculture (<https://farmcredit.com/about>)
- FCA (2016) History of FCA and the FCS. (https://www.fca.gov/about/history/historyfca_fcs.html)
- Földhivatali portál (2009): Aranykorona érték meghatározása.. (<https://www.foldhivatal.hu/content/view/155/128/>)
- Giesler S. (2018): Digitisation in agriculture - from precision farming to farming 4.0. Bioeconomy BW. <https://www.biooekonomie-bw.de/en/articles/dossiers/digitisation-in-agriculture-from-precision-farming-to-farming-40/>
- Guinnane, T. W. (2001) 'Cooperatives as Information Machines: German Rural Credit Cooperatives, 1883-1914', *The Journal of Economic History*, 61(2), pp. 366–389. doi:[10.1017/S0022050701028042](https://doi.org/10.1017/S0022050701028042).
- Husti István (2018): Gondolatok és vélemények a precíziós mezőgazdálkodásról. *Mezőgazdasági Technika*. 2018. július. pp. 2-6.

- Jóri J. István (2019): A jövő mezőgazdasága – fókuszban a hatékonyság. A precíziós gazdálkodás gépesítési kérdései. Nemzeti Agrárkutatói és Innovációs Központ https://mgi.naik.hu/system/files/uploads/2019-01/dr_jori_j_istvan_a_precizios_gazdalkodas_gepesitesi_kerde-sei.pdf
- Jóri J. István (2019): A precíziós gazdálkodás gépesítési kérdései. Nemzeti Agrárkutatói és Innovációs Központ
- Koelemeij, J.C.J., Dun, H., Diouf, C.E.V. et al. (2022) A hybrid optical–wireless network for decimetre–level terrestrial positioning. Nature 611, 473–478 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41586-022-05315-7>
- Kónya Ádám(2022): Ezek a magyar gazdák kedvenc traktorjai. Haszon-agrár (<https://haszon.hu/haszonagrar/innovacio/traktor-traktoriac-traktormarkak>)
- Kosec, K., Ghebru, H., Holtemeyer, B., Mueller, V., & Schmidt, E. (2018). The effect of land access on youth employment and migration decisions: Evidence from rural Ethiopia. American Journal of Agricultural Economics, 100(3), 931–954.
- KSH (2020): Agrárcenzus-eredmények – Agrárdigitalizáció (<https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/ac2020/agrardigitalizacio/index.html>)
- KSH (2020): Agrárcenzus-eredmények – Mezőgazdasági munkaerő, generációváltás (https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/ac2020/mezo-gazdasagi_munkaero_generaciovaltasi/index.html)
- Lowenberg–DeBoer, J., and Erickson, B. (2019): Setting the Record Straight on Precision Agriculture Adoption. Agron. J. 111:1–18 (2019) <https://doi.org/10.2134/agronj2018.12.0779>
- Lowenberg–DeBoer, J., and Erickson, B. (2021): Precision Agriculture Dealership Survey Confirms A Data Driven Market For Retailers (<https://www.croplife.com/management/2021-precision-agriculture-dealership-survey-confirms-a-data-driven-market-for-retailers/>)
- Lundblad, L., & Rissanen, A. L. (2018). Precision Agriculture and Access to Agri-Finance: How precision technology can make farmers better applicants. DiVA, id: diva2:1223690

- MAGRO (2021): Precíziós termesztés a Gyermelyinél: hozamtérkép, adatgyűjtés, informatikai tudású traktoros (<https://www.magro.hu/agrarhirek/precizios-termesztes-a-gyermelyinel-hozamterkep-adatgyujtes-informatikai-tudasu-traktoros/>)
- MAGRO (2023): Több mint tízezer forintos órabérért sincs elegendő munkaerő (https://www.magro.hu/agrarhirek/tobb-mint-tizezer-forintos-oraberert-sincs-elegendo-munkaero/?utm_source=related&utm_medium=www.magro.hu&utm_campaign=widget-3857784)
- Mallarino AP & Wittry DJ. 2006. Variable-rate application for phosphorus and potassium: Impact on yield and nutrient management. Integrated Crop Management Conference. Iowa State University. Iowa, USA. Mitchell P. 2009. Can NZ arable farmers profitably adopt GPS guidance technology?. Kellogg Rural Leadership Programme 2009. Omaru. New Zealand.
- MATE (2023): Precíziós mezőgazdasági szakmérnök szakirányú továbbképzés (<https://uni-mate.hu/k%C3%A9pz%C3%A9s/-/content-viewer/prec%C3%ADzi%C3%B3s-mez%C5%9Cgazdas%C3%A9g-szakm%C3%A9rn%C3%B3k-szakir%C3%A1ny%C3%BA-tov%C3%A1bbk%C3%A9pz%C3%A9s/2023>)
- Michéli, E., Csorba, Á., Láng, V., Szegi, T., Székács, A., Várszegi, G., ... & Dobos, E. (2022). Soil priorities for Hungary. Geoderma Regional, 29, e00521. (<https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2022.e00521>)
- Mike Boehlje (2021): The Value of Data/Information and the Payoff of Precision Farming. Purdue University Center for Commercial Agriculture
- Milics Gábor et al. (2021): Precision Ag Definition. International Society of Precision Agriculture (<https://ispag.org/about/definition>)
- Mireider Máté (2017): Pontosan mit mutat az aranykorona? (<https://agrara-gazat.hu/hir/pontosan-mit-mutat-az-aranykorona/>)
- Misara, R., Verma, D., Mishra, N., Rai, S. K., & Mishra, S. (2022). Twenty-two years of precision agriculture: A bibliometric review. Precision Agriculture, 1-24.

- Mitchell P. 2009. Can NZ arable farmers profitably adopt GPS guidance technology?. Kellogg Rural Leadership Programme 2009. Omaru. New Zeland. <https://hdl.handle.net/10182/6005>
- Mizik, T. (2023). How can precision farming work on a small scale? A systematic literature review. Precision Agriculture, 24(1), 384-406. <https://doi.org/10.1007/s11119-022-09934-y>
- Molnár Balázs (2021): A John Deere hamarosan önvezető traktorokkal forradalmasítja a mezőgazdaságot. Haszon- agrár (<https://haszon.hu/haszonagrar/innovacio/john-deere-onvezetes>)
- Nemzeti Agrárgazdasági Kamara és Agrárminisztérium (2021): Klímavédelmi szempontrendszer integrálása a mezőgazdasági szaktanácsadásba III. Az állattenyésztés és a klímaváltozás (<https://www.nak.hu/kiadvanyok/kiadvanyok/3705-az-allattenyesztes-es-a-klimavaltozas/file>)
- Norton ER, Clark LJ & Borrego H. 2005. Evaluation of variable rate fertilizer applications in an Arizona cotton production system. Arizona Cotton Report No. P-142: 145-161.
- Oláh Endre (2021): Agro ökológia alapprogramban (eco scheme) támogató tevékenységek (<http://www.mosz.agrar.hu/energia-koernyezetvedelem/1802-agro-okologia-alapprogramban-eco-scheme-tamogatando-tevekenysegek>)
- Ortiz BV, Balkcom KB, Duzy L, van Santen E & Hartzog DL. (2013): Evaluation of agronomic and economic benefits of using RTK-GPS-based auto-steer guidance systems for peanut digging operations. Precision Agric. 14(4): 357-375. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201400173381> és <https://doi.org/10.1007/s11119-012-9297-y>
- Pál, B. (1996). Az aranykorona és a termőföld-érték. Acta Universitatis Szegediensis de Attila József nominatae: Acta oeconomica,(1), 73-82.
- Precedence Research (2022): Report Scope of the Precision Farming Market. (<https://www.precedenceresearch.com/precision-farming-market>)
- Precision Agriculture Loan Program Act of 2021. (<https://www.congress.gov/bill/117th-congress/senate-bill/2750>)

- Rabobank (2023): Cracking the Code on Precision Farming and Digital Agriculture (<https://research.rabobank.com/far/en/sectors/farm-inputs/Cracking-the-Code-on-Precision-Farming-and-Digital-Ag.html>)
- Saavoss M. 2018. Productivity and profitability of precision agriculture technologies of peanut farms. 2018 Annual Meeting of Southern Agricultural Economics Association. Florida. USA. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.266586>
- Sarok Edit (2023): Ilyen lehet az új precíziós pályázat. Agroinform (<https://www.agroinform.hu/palyazatok/precizios-palyazat-kozos-agrarpolitika-61568-001>) RD02_D01_FRM_73 számú, Mezőgazdasági üzemek digitális átállásának támogatása
- Schimmelpfennig D & Ebel R. 2016. Sequential adoption and cost savings from precision agriculture. Journal of Agricultural Resource Economics 41(1): 97-115. <https://www.jstor.org/stable/44131378>
- Skees, J. R. (2003) Risk Management Risk Management Challenges in Rural Financial Markets : Blending Risk Management Innovations with Rural Finance, Risk Management. Washington D.C. (http://www.fao.org/docs/up/easypol/532/3-5_riskmanagement-challenges-rural-finmkts_162en.pdf)
- Pedersen, Søren Marcus, Kim Martin Lind (ed. 2017): Precision Agriculture: Technology and Economic Perspectives. Springer <https://doi.org/10.1007/978-3-319-68715-5>
- Sumiahadi, A., Direk, Mihat, & Acar, Ramazan (2019): Economic assessment of precision agriculture: A short review. 6th International Conference on Sustainable Agriculture and Environment. October 3-5, 2019, City of KONYA – TURKEY Proceeding Book. 11.
- SZTE (2023): Precíziós agrárgazdálkodási szakmérnöki képzés (<https://www.agrotrend.hu/hireink/precizios-agrargazdalkodasi-szakmernoki-kepzes-indul-szegeden>)
- Tona E, Calcante A & Roberto O. 2018. The profitability of precision spraying on specialty crops: a technical-economic analysis of protection equipment at increasing technological levels. Precision Agric. 19: 606-629. <https://doi.org/10.1007/s11119-017-9543-4>

- Tresó István (2023): Fokozódó piaci elvárásoknak kell megfelelnie a hazai agráriumnak (<https://agrarkozosseg.hu/fokozodo-piaci-elvarasoknak-kell-megfelelnie-a-hazai-agrariumnak-2/>)
- van der Kamp, R. (2017) 'Six myths of farmer finance', Enterprise Development and Microfinance, 28(3), pp. 212–227. doi: [10.3362/1755-1986.15-00043](https://doi.org/10.3362/1755-1986.15-00043)
- Van Evert FK, Gaitain-Cremaschi D, Fountas S, Kempenaar C. 2017. Can precision agriculture increase the profitability and sustainability of the production of potatoes and olives. Sustainability 9, 1863. <https://doi.org/10.3390/su9101863>
- Velandia M, Rejesus RM, Borson K & Segarra E. 2008. Economic of management zone delineation in cotton precision agriculture. Journal of Cotton Science 12:210–227.
- VP2-4.1.8-21 Mezőgazdaság digitális átállásához kapcsolódó precíziós fejlesztések támogatása (<https://www.palyazat.gov.hu/-vp2-418-21-mezgazdasg-digitlis-tllshoz-kapcsold-preczis-fejlesztsek-tmogatsa>)
- Wang, X., Fan, J., Xing, Y., Xu, G., Wang, H., Deng, J., ... & Li, Z. (2019). The effects of mulch and nitrogen fertilizer on the soil environment of crop plants. Advances in agronomy, 153, 121-173. doi: [10.1016/bs.agron.2018.08.003](https://doi.org/10.1016/bs.agron.2018.08.003)
- World Bank (2022): Agriculture Finance & Agriculture Insurance (<https://www.worldbank.org/en/topic/financialsector/brief/agriculture-finance>)
- Xing Yang et al. (2021): A Survey on Smart Agriculture: Development Modes, Technologies, and Security and Privacy Challenges, IEEE/CAA J. Autom. Sinica, vol. 8, no. 2, pp. 273-302, Feb. 2021. <https://doi.org/10.1109/JAS.2020.1003536>
- Zhai, Z., Martínez, J. F., Beltran, V., & Martínez, N. L. (2020). Decision support systems for agriculture 4.0: Survey and challenges. Computers and Electronics in Agriculture, 170, 105256. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105256>