

INNOVÁCIÓ A MEZŐGAZDASÁGBAN: IRODALMI KITEKINTÉS

Vargáné Dudás Piroska – Szabó-Szentgróti Gábor

Összefoglalás

Ez a tanulmány összefoglalja az önvezető járművek ígéretes lehetőségeit és kihívásait a mezőgazdaságban. A további kutatás és fejlesztések révén ezek a technológiák lehetővé tehetik a fenntarthatóbb, hatékonyabb és versenyképesebb mezőgazdasági gyakorlatokat a jövőben. Az átalakító technológia elfogadását és bevezetését befolyásoló tényezőkre megértésére összpontosítva elmélyedünk a gazdákra, az iparági érdekeltekre és a fenntartható mezőgazdaság jövőjére gyakorolt hatásokban. Ipar 4.0, önvezető traktorok, autonóm járművek, mezőgazdasági traktorok, automatizált mezőgazdaság kulcsszavakat használva, készült a szakirodalmi áttekintés azokkal a céllal, hogy átfogó képet kapjunk az önvezető traktorok használatáról hazai és nemzetközi szinten, továbbá betekintést nyerjünk az Ipar 4.0 és a mesterséges intelligencia hatására a mezőgazdaságban. Megismerjük az önvezető traktorokat és az Ipar 4.0 esetleges veszélyeit a mezőgazdaságban. Gazdálkodói szinten az önvezető traktorok átvétele paradigmaváltást jelent a mezőgazdasági feladatok végrehajtásában. Alapvető fontosságú az egyes gazdálkodókra gyakorolható hatások megértése, ideértve a munkakörben bekövetkezett változásokat, a szükséges készségeket és a lehetséges társadalmi-gazdasági hatásokat. Az autonóm technológia bevezetése megváltoztathatja a hagyományos gazdálkodási gyakorlatokat, így képzési programokra és támogatási mechanizmusokra lesz szükség a gazdálkodók számára, hogy zökkenőmentesen alkalmazkodjanak az új technológiai környezethez. Létfontosságú annak feltárása, hogy ez az átmenet hogyan befolyásolhatja az egyéni gazdálkodók megélhetését, jólétét és autonómiáját, biztosítva, hogy az önvezető traktorok előnyei méltányosak és inkluzívak legyenek.

Kulcsszavak: Ipar 4.0, önvezető traktorok, autonóm járművek, mezőgazdasági traktorok, automatizált mezőgazdaság

JEL: O13, O33, O30, Q01, Q10

INNOVATION IN AGRICULTURE: A LITERATURE REVIEW

Abstract

This article summarizes the promising opportunities and challenges of self-driving vehicles in agriculture. Through further research and development, these technologies may enable more sustainable, efficient and competitive agricultural practices in the future. Focused on understanding the factors influencing the adoption and adoption of transformative technology, we delve into the implications for farmers, industry stakeholders, and the future of sustainable agriculture. Using the keywords Industry 4.0, self-driving tractors, autonomous vehicles, agricultural tractors, automated agriculture, the literature review was prepared with the aim of getting a comprehensive picture of the use of self-driving tractors at the domestic and international level, and also gaining insight into the impact of Industry 4.0 and artificial intelligence on the in agriculture. We learn about self-driving tractors and the possible dangers of Industry 4.0 in agriculture. At the farmer level, the adoption of self-driving tractors represents a paradigm shift in the execution of agricultural tasks. Understanding the impacts on individual farmers, including changes in employment, skills

required and potential socio-economic impacts, is essential. The introduction of autonomous technology may change traditional farming practices, so training programs and support mechanisms will be needed for farmers to adapt seamlessly to the new technological environment. It is vital to explore how this transition may affect the livelihoods, well-being and autonomy of individual farmers, ensuring that the benefits of self-driving tractors are equitable and inclusive.

Keywords: Industry 4.0, self-driving tractors, autonomous vehicles, agricultural tractors, automated agriculture

JEL: O13, O33, O30, Q01, Q10

Bevezetés

Napjainkban, hosszú tervezési és fejlesztési időszak után, elértük azt a szintet, amikor már látható közelségben tudhatjuk az önvezető járműveket. Az ilyen típusú járművek, ha tömegesen megjelennek, nemcsak az emberek mindennapi életét, hanem a városok szerkezetét és a közlekedés számos aspektusát is meg fogják változtatni. A technológiai átvételi modellek alkalmazásának egyik nem titkolt célja az új technológiák átvételi sikerének növelése, azonban a legtöbb tanulmány a már létező technológiákra összpontosít. Ezért érdekes egy olyan új technológia vizsgálata, amely a közeljövőben óhatatlanul az emberiség részévé válik, és ez nem más, mint az önvezető jármű. A kutatók számos technológiaátvételi modellt dolgoztak ki, hogy kiderítsék, milyen tényezők befolyásolják egy új technológia átvételét. A technológia elfogadásával kapcsolatos kutatások egyik irányzata az egyének hajlandóságát vagy tényleges használatát vizsgálja és ennek függvényében próbálja megérteni, hogy mi motiválja az embereket arra, hogy elfogadják vagy elutasítsák az adott technológiát. A kutatások egyik irányzata a technológia egyének általi elfogadására összpontosít, függő változóként a szándékot vagy a használatot használva. (Thompson, Compeau, Higgins, & Lupton, 2008). Az önvezető járművek átvétele a mezőgazdaságban gyorsan terjed, és ezek a fejlesztés alatt álló technológiák már az adatgyűjtésről/adatfeldolgozás továbbá az adatokon alapuló végrehajtásról szólnak. A mezőgazdasági folyamatok egy részének vagy akár az egészének hatékonyabbá tételére.

Magyarországon még mindig nagy a bizonytalanság az önvezető járművek jövőjét illetően a mezőgazdaságban. A felhasználók elfogadottsága az egyik legfontosabb emberi tényező, amely megvalósítja az automatizált traktorok előnyeit. Az elfogadás szükséges feltétele annak, hogy az önvezető járművek hozzájáruljanak ahhoz, mint, például a károsanyag-kibocsátás csökkentése valamint a gazdasági helyzet javítása. Az önvezető járművek számos előnyt kínálnak a felhasználók számára, ezáltal befolyásolva mindennapi rutinjukat, ezért fontos megvizsgálni az emberek véleményét e technológia fejlődéséről. Az önvezető járművek elterjedése minden olyan területre behatol, ahol a különböző járművek használata elkerülhetetlen, és ez nincs másként a mezőgazdaságban sem, ahol az elmúlt években a technológiai fejlődése meghatározóvá vált (Schukat & Heise, 2001). A termelési rendszerek digitális átalakulásának jelzésére az "Ipar 4.0" fogalmat adaptálták, amely az automatizálás és a különböző érzékelők által közvetlenül a földekről gyűjtött adatok elemzésének eredménye (Szőke & Kovács, 2021). A digitális technológiák rendkívül fontosak és szinte elengedhetetlenek a mezőgazdaságban, hiszen a stratégiai tervezésnél és a mindennapi munkafolyamatokban is kulcsszerepet töltenek be. Az a felvetés miszerint több évtized is kell ahhoz, hogy az autonóm járművek észrevehető hatást gyakoroljanak a mikroökonómiai és a

makroökonómiai rendszerekre, valamint a foglalkoztatottságra, túl távolinak tűnik a mai gazdasági modellekből kiindulva, vagyis megfelelő megállapításokat tenni hasonlóan ahhoz a helyzethez, amit technológiai szingularitásnak neveznek, amikor is a technológiai fejlődés olyan ütemben felgyorsul, hogy az emberek nem képesek azt teljesen megjósolni és megérteni (Gyimesi, 2019). Az önvezető járművekkel kapcsolatos technológiai fejlődés Majó és Huszár (2020) hasonlata szerint “egy jéghegyhez hasonlítható: jóval több van a mélyben, mint amit ebből a társadalom a felszín felett érzékelhet” (Majó & Huszár, 2020). Az önvezető járművek elterjedése a mezőgazdaságban forradalmasíthatja az agrárium működését. Ezek a járművek alkalmazkodó és intelligens technológiájuk révén hatalmas lehetőségeket rejtenek magukban, a termelékenység növelésében, a költségek csökkentésében és a munkaerőhiány enyhítésében. Az önvezető járművek által nyújtott előnyök között szerepel a precíziós gazdálkodás lehetősége, ami lehetővé teszi a pontosabb és hatékonyabb növénytermesztést (Gaál, Humenyik, Illés, & Kiss, 2020).

Ez az ígéretes technológia lehetővé teszi a mezőgazdasági gépek önálló működését a földeken, legyen szó vetésről, permetezésről vagy akár betakarításról. Az önvezető rendszerek képesek érzékelni és reagálni a környezeti változásokra, optimalizálni a műveleteket és minimalizálni a termelés során keletkező hibákat. Ezek a járművek kiválóan alkalmazhatók a terület nagy pontosságú felmérésére és kezelésére, ami hozzájárulhat a természetes erőforrások hatékonyabb hasznosításához és a környezetvédelemhez (Markets & Markets, 2018).

Az önvezető járművek alkalmazása azonban további kihívásokat is felvet. Ezek közé tartozik az adatbiztonság és adatvédelem fontossága, valamint az emberi felügyelet szükségessége a komplex műveletek során. (Taeihagh & Lim, 2019).

A tanulmány célja az önvezető járművek elfogadottságának feltárása, olyan releváns konstrukciók keresése, amelyek befolyásolhatják az önvezető járművek felhasználói elfogadottságát, és amelyekkel a korábbi kutatások nem foglalkoztak.

Szakirodalmi áttekintés

Ez a fejezet a mezőgazdasági technológia átvételével kapcsolatos tanulmányokat és a gazdálkodók előtt álló kihívásokat tekinti át. A szakirodalmi áttekintés célja az adott tudományos területtel kapcsolatos jelenlegi kutatások, eredmények és ismeretek átfogó összegzése és elemzése.

Nemzetközi kitekintés

Az automatizált mezőgazdaság elterjedése nem egységes a világon, és nagyban befolyásolják a gazdasági és emberi tényezők, valamint a technológiai elfogadottság és a rendelkezésre álló információk ismerete. Feltehetően a fiatalabb, tőkeerősebb, magasabban képzett gazdálkodók használják ki az új technológiában rejlő lehetőségeket. (Younger, 2004).

A precíziós gazdálkodás a mezőgazdasági termelési folyamatok optimalizálására és hatékonyságának növelésére szolgáló módszer az adatgyűjtés, a digitális technológiák, a mezőgazdasági gépek és eszközök integrálásával (Fountas, FK, Gaitain-Chremaschi, & C., 2018).

A precíziós gazdálkodás elterjedésében fontos szerepet játszanak a társadalmi-gazdasági feltételek, az agroökológiai feltételek, a technológiai és szervezési tényezők, valamint a humán erőforrások minősége és rendelkezésre állása. Általánosságban elmondható, hogy a nagyobb

területekkel, magasabb iskolai végzettséggel és tőkével rendelkező fiatal gazdálkodók használják az új technológiákat (Business, 2017). A precíziós gazdálkodás először az Egyesült Államokban, Európában és Ausztráliában terjedt el, majd Dél-Amerika és néhány ázsiai ország is átvette (Fountas et al. 2018). Jelenleg az USA rendelkezik a legnagyobb piaci részesedéssel, közel 50%-kal, részben a kormányzati támogatásoknak és a magas munkaerőköltségeknek köszönhetően (Business, 2017). Az Egyesült Államok Mezőgazdasági Minisztériuma (USDA), a Nemzeti Repülési és Űrhajózási Hivatal (NASA) és a Nemzeti Óceán- és Légkörkutató Hivatal (NOAA) is hozzájárul a nagyüzemi precíziós gazdálkodás elterjedéséhez (Technavio, 2017).

Argentínában elterjedőben lévő precíziós technológiát nagy területeken alkalmazzák, és a 33 millió hektárnyi megművelt terület 21,6%-át művelik ezzel a módszerrel. Széles körben használják a vetőmagfigyelőket, a sorvezető berendezéseket és a termésterképezést, míg az automatikus kormányzás még kevésbé elterjedt (INTA, 2018).

Brazíliában a precíziós technológiát elsősorban szója és kukorica (82%), búza (22%) és bab (13%) esetében alkalmazzák. A gazdálkodók azonban nem használják ki teljes mértékben a rendelkezésre álló precíziós eszközöket, és átlagosan csak a földjeik 65%-án alkalmazzák azokat. A jármű navigáció sorvezetővel (42%) vagy automatikus kormányzással (37%) is elérhető (Bernardi & Inamasau. R.Y, 2014).

Hazai helyzet az önvezető traktorok területén

Az autonóm mezőgazdasági gépek használata még nem elterjedt Magyarországon, de az utóbbi években nőtt a helyspecifikus növénytermesztést alkalmazó gazdálkodók száma. Ez főként a szántóföldi növénytermesztésben terjed, ahol a jövedelmi lehetőségek elegendő forrást biztosítanak a gépvásárláshoz. A helyspecifikus gazdálkodás segít maximalizálni a termelékenységet, minimalizálni a költségeket és csökkenteni a környezeti hatásokat. Összességében a precíziós gazdálkodásnak és a helyspecifikus beavatkozásnak köszönhetően a mezőgazdaság hatékonyabb, fenntarthatóbb és környezetbarátabb lehet, hozzájárulva ezzel a jövő generációinak ellátásához és a természeti erőforrások megőrzéséhez. Egy 2015-ös felmérés szerint a szántóföldi növénytermesztőknek csak a fele hallott róla, és ez a gazdaság méretétől is függ. Azok a gazdák, akik használják, általában fiatalabbak, felsőfokú végzettséggel rendelkeznek és legalább 300 hektáron gazdálkodnak, ami összhangban van a nemzetközi tapasztalatokkal (Kemény, Lámfalusi, & Molnár, 2017).

A robotizáció, az önvezető járművek, a precíziós gazdálkodás és a műholdas helymeghatározás mind hozzájárulnak a mezőgazdasági hatékonyság növeléséhez és a munkaerő mennyiségének csökkentéséhez, ami jelentős költségmegtakarítást eredményezhet. Az IoT-rendszerek és az önvezető gépek egyre jobban elterjednek a mezőgazdaságban, lehetővé téve a földek emberi beavatkozás nélküli művelését.

Drónok és műholdak segítségével adatokat lehet gyűjteni, lehetővé téve a folyamatok naprakész nyomon követését és a tervezés legnagyobb részletességgel történő tervezését (Vértesy, 2023). Az önvezető traktorok elterjedése mellett természetesen szükség van a munkaerőigényes vállalkozásokra is, ezáltal elkerülhetetlen a megfelelően képzett szakmunkások alkalmazása (Magda, Marsalek, & Magda, 2017).

"Ha egyszer a gépi agyak megelőzik az embert az általános intelligencia terén, a létrejövő új szuperintelligencia hatalmas erejű lehet. Attól kezdve fajunk sorsa a gépi szuperintelligencia

akarától fog függeni, ahogy a gorillák sorsa is inkább tőlünk, emberektől függ" (Bostrom, 2014). A gépi intelligenciát azért definiálja szuperintelligenciaként, mert szerinte minden tekintetben felülmúlhatja az emberi agyat.

Az Ipar 4.0 jelensége elkerülhetetlenül érezteti hatását, a vállalkozásoknak pedig szembe kell nézni a várható pozitív hatásokkal és nehézségekkel. A negyedik ipari forradalomban olyan automatizált rendszerekről beszélünk, amelyek képesek egymással kommunikálni, hatalmas adattömegekkel dolgozva, megváltoztatják a mindennapi életünket

Az Ipar 4.0 egyik radikális újítása az önvezető traktor. Ezek a járművek teljesen automatizáltak és minden körülmények között képesek megtartani az irányítást, vagyis emberi beavatkozás nélkül képesek közlekedni. Ebben a fajta innovációban két dolgot említünk jelenleg az egyik, hogy az előrejelzések szerint alapjaiban fogja megváltoztatni az emberiség jövőjét, a másik pedig, hogy sokkal előrébb jár, mint azt a közvélemény gondolná, mivel jelenleg 76 területen zajlik a végső fázisban lévő tesztelés (Kézy, Lukovics, Udvari, & Zuti, 2018). A tudományos gondolkodásban és elemzésben is jelentős korszakos változást jelent, mert valójában egy új és összetettebb gondolkodásmódot és elemzést igényel a jövőben.

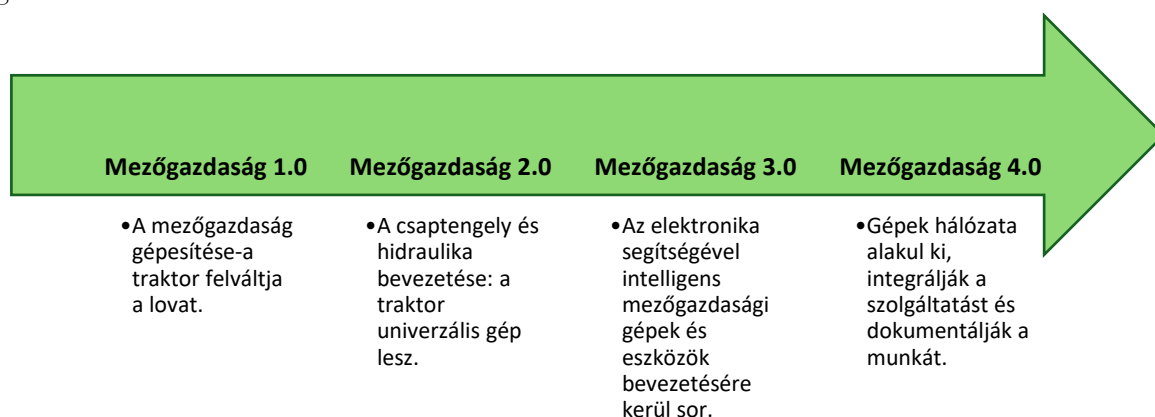
A Digitális Jóléti Program (DJP) a magyar kormány által indított hosszú távú program, amelynek célja a digitális készségek fejlesztése, az innováció támogatása és a digitális infrastruktúra bővítése Magyarországon. Ennek keretében készült el a Magyarország Digitális Agrár Stratégiája (Magyarország Digitális Agrár Stratégiája, DAS), amelynek célja a mezőgazdasági termelés digitalizálása. A DAS célja, hogy az információgyűjtés és feldolgozás, a technológiai műveletek automatizálása és robotizálása révén hozzájáruljon a mezőgazdasági termelés jövedelmezőségének növeléséhez, a rendelkezésre álló környezeti erőforrások hatékony felhasználása mellett. A mezőgazdaságban alkalmazott digitális megoldások, például a precíziós gazdálkodás, a drónok vagy a robotizált eszközök segíthetnek a hatékonyabb termelésben, a költségek csökkentésében és a termelési kapacitás növelésében. A DAS magában foglalja a digitális agrárgazdaság infrastruktúrájának fejlesztését, a digitális szolgáltatások fejlesztését, az agrárdigitalizáció szabályozását, a digitális szakemberek képzését, valamint a mezőgazdasági ágazatban alkalmazott technológiák és megoldások fejlesztését és alkalmazását

A megkérdezett gazdálkodók 61%-a használt precíziós gazdálkodási eszközt vagy eljárást az elmúlt gazdasági évben. Az alkalmazott eszközök és eljárások közül a leggyakrabban a navigációs rendszereket említették (40%), a legkevésbé pedig a változó mértékű öntözést (2%) (GÉPmax, 2021). A fent bemutatott eredmények azt mutatják, hogy a magyar mezőgazdasági ágazat egyes szereplői már tudatosan készülnek a digitális átállásra és elkezdtek a precíziós gazdálkodás irányába mozdulni. Ez arra utal, hogy középtávon tervezett beruházásaik összehangolhatók a DAS célkitűzéseivel és sikeresen pályázhatnak, a KAP (Közös Agrárpolitika) támogatására. Felmerül azonban a kérdés, hogy azok a szereplők, akik eddig halogatták a felkészülést, képesek lesznek-e felzárkózni a digitális átálláshoz (GÉPmax, 2021).

Az Ipar 4.0 meghatározása

"Az Ipar 4.0 a termelési folyamatok olyan szervezését írja le, amelyben az eszközök az értéklánc mentén, autonóm módon kommunikálnak egymással: a jövő egy "intelligens" gazdaság, amelyben a számítógép-vezérelt rendszerek figyelemmel kísérik a fizikai folyamatokat, létrehozzák a fizikai valóság virtuális másolatát és önszerveződő mechanizmusok alapján decentralizált döntéseket

hoznak." (Kuhn, 1984). Az Ipar 4.0 koncepciója először Németországban fogalmazódott meg, ahol a 2011-es hannoveri vásáron lefektették a digitalizáció alapjait (Kagermann & Wolf-Dieter, 2011 b), (Kagermann, W, & Wahlster, 2013 a). 1. ábra, az azóta eltelt években a technológiai fejlődése olyan szintű változásokat hozott, hogy a 2000-es években születettek el sem tudják képzelni az elektronikus összeköttetések és a digitalizáció megjelenése előtti kort, valamint annak nehézségeit. Az IKT (információs és kommunikációs technológiai) innovációkon túl az Ipar 4.0 most egy újfajta jövőképet jelöl, amelyben a gazdaság egészének digitalizációjáról beszélünk, amely a társadalom egészét érinti.



1. ábra. A mezőgazdasági gépesítés forradalma

Forrás: Popp, (2018) alapján saját szerkesztés

Az Ipar 4.0 fogalmát számos tanulmány a következő meghatározások és megközelítések alapján mutatja be.

2016-ban az NTP (Nemzeti Technológiai Platform) a következő nyilatkozatot tette közzé: "Az Ipar 4.0 a negyedik ipari forradalomra utal, amely a termékek teljes értékláncát a teljes életciklusuk során a szervezettség és az irányítás új szintjére emeli, amely a kiber- fizikai rendszereken, azaz a valós és virtuális valóság eddig soha nem létezett integrációján alapul. Ez a ciklus követi az egyre inkább egyénre szabott vásárlói igényeket, és a folyamat minden szakaszára kiterjed, a termék koncepcionális tervezésétől kezdve a megrendelésen, a termékfejlesztésen, a gyártáson, a végfelhasználóhoz való szállításon és végül az újrahasznosításon keresztül, beleértve a termékhez kapcsolódó szolgáltatásokat is. Mindez az összes releváns információ valós idejű rendelkezésre állásán alapul, ami az értéklánc objektumainak összekapcsolódását és azt jelenti, hogy ezekből az adatokból bármely adott időpontban meg lehet határozni az optimális értékáramlást. (NTP, 2017). A 2015. áprilisi német Ipar 4.0. eredményjelentésben szereplő meghatározáson alapul. (BITKOM, VDMA, & ZVEI, 2015) és szó szerinti fordítása a VDMA-ban már kibővített definíciónak. (VDMA, 2015) dokumentumban a kiber- fizikai rendszerek szükségességével kiegészítve. A többi megközelítés tartalma hasonló, az egyetlen különbség a szerzők fókuszterületében van.

A "hibrid", azaz a valós és virtuális világ gyártási folyamatok befolyásolásának hatását tartja a legfontosabbnak German Trade and Invest (GTAI, 2018) Ipar 4.0 definíciója, amely a központosított gyártásról a decentralizált gyártásra való áttérésre összpontosít. Ez radikálisan

megváltoztatja a hagyományos gondolkodásmódot a termelési értékláncokban, az üzleti modellekben és az ipar egészében.

A Boston Consulting Group meghatározza az Ipar 4.0 fogalmát (BCG, 2019) mint kilenc nagy technológiai újítás (szimuláció, autonóm robotok, virtuális valóság, nagy adatok, horizontális és vertikális integráció, ipari IoT (a dolgok internete), kibérbiztonság, felhőszolgáltatások, additív gyártás) által kiváltott átalakulási folyamatot. Melyben a gépek és berendezések önkonfigurációs és alkalmazkodási képessége, az adatgyűjtés és elemzés, valamint a változásokhoz való alkalmazkodás képessége alapvető fontosságú. Ez várhatóan jelentős pozitív változásokat eredményez a vállalkozások versenyképességében.

Az Ipar 4.0 definícióját vizsgálva elmondhatjuk, hogy a középpontjában a kiber-fizikai rendszerek, a virtuális és a fizikai valóság összeolvadása, az információáramlás, amely lehetővé teszi a gépek hatékony működését emberi beavatkozás nélkül, és kétségtelenül hatással van a gazdaságra. És aki nem tud, vagy nem akar lépést tartani ebben a gyorsan fejlődő világban, az valószínűleg lemarad, és hátrányba kerül a többi piaci szereplővel szemben. Az Ipar 4.0 jelenleg számos gazdaságfejlesztési stratégia alapját képezi (Blanchet, 2018).

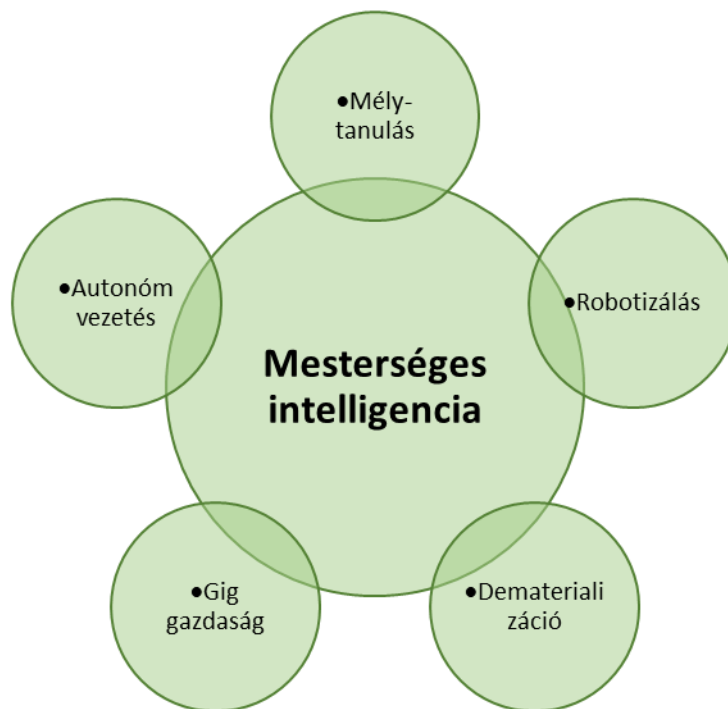
Mesterséges intelligencia hatása

Érdekesnek találom azt az elgondolást, miszerint a mesterséges intelligencia (AI) nem feltétlenül számítógép alakjában "jön el", hanem maga az emberi gondolkodás fog átalakulni és megváltozni (Gáspár, 2018). Az ilyen elméleteket a nanotechnológia és a biotechnológia kutatása erősítheti. A paradigmaváltás tulajdonképpen az, amikor egy adott területen, akár egy tudományterületen is, túllépünk saját korábbi határainkon.

A paradigma jelentősége abban áll, hogy amikor az emberek vagy csoportok egy megoldandó, akár globális problémával találkoznak, akkor azt csak egy jelentős változással tudják megoldani. Paradigmaváltások a társadalom- és gazdaságtudományokban is előfordulhatnak. A mesterséges intelligencia elterjedése pedig a mezőgazdaságban is paradigmaváltáshoz vezethet (Mohd, Abi, Ibrahim, & Rajiv, 2023).

A mesterséges intelligencia egyik erőssége, hogy hatékonyabban képes elvégezni egy feladatot, mint az ember és a rendszerek egyik olyan területe, amely nagyon érzékeny kérdéseket vet fel, az önvezető traktorok szoftvere. Ebben az esetben egy veszélyes rendszerről beszélünk, ahol a szoftverhiba lehetősége nem megengedett, mert balesethez vezethet (Tilesch & Hatamleh, 2021).

A mesterséges intelligencia a gazdaság számos területén jelen van, ami számos átalakulást hozott és fog hozni az elkövetkező időszakban. Ezek a technológiák öt kategóriába sorolhatók: Mélytanulás, robotizáció, dematerializáció, gigagazdaság és autonóm vezetés, amint azt a 2. ábra mutatja.



2. ábra. A mesterséges intelligencia öt technológiája

Forrás: Quentin et al. (2018) alapján saját szerkesztés

A mesterséges intelligencia már velünk van a mindennapjainkban, még ha mi magunk nem is vagyunk tudatában. Azokban a központokban, ahol a forgalmi torlódások kezelése, az autó- és navigációs rendszerek folyamatosan frissülő adatok alapján kiszámítják a legrövidebb, leggyorsabb vagy éppen leggazdaságosabb útvonalat, de a mesterséges intelligencia a társadalmi életünk része is. Az online térben napi szinten hozunk döntéseket, legyen szó akár tanulásról vagy szolgáltatás nyújtásáról, korábbi szokásaink alapján (Quentin, és mtsai. 2018). Mind gazdasági, mind társadalmi szempontból számos mezőgazdasági munkahely átalakul, vagy rosszabb esetben megszűnik a technológia fejlődésével. A mesterséges intelligencia olcsóbban fogja elvégezni azokat a feladatokat, amelyeket korábban emberek végeztek, de ez nemcsak a dolgozókat, hanem a mezőgazdaság egészének működését is érinti. Ez a fajta fejlődés hanyatláshoz is vezethet, ha az emelkedő tendencia stagnálni és kiegyenlítődni kezd. Ez akkor következik be, ha csökken a vásárlói érdeklődés, akár pénzhiány, akár más típusú termék iránti kereslet, akár a születések számának csökkenése miatt és ezek a tendenciák akadályozzák a gazdaságok fenntarthatóságát. Ezeket a szempontokat figyelembe kell venni a mesterséges intelligencia fejlesztésénél, hogy az embereket előtérbe helyezzék (Obermayer, Csizmadia, & Kigyós, 2021). Emellett az MIT tanulmánya (Koleva, 2019) alátámasztja azt az elképzelést, hogy az emberek és az automatizálás együttműködve hatékonyabbak lehetnek, mint a csak emberekből vagy csak automatizált munkahelyekből álló csoportok. Ezért a kizárólagosság helyett bizonyította, hogy az emberek és a robotok együttműködve hatékonyabbak lehetnek, mint a csak emberekből vagy csak robotokból álló csoportok, így kizárólagosság helyett Internet of Things, Magyar fordításban a “dolgok internete”, társadalmi- technológiai együttműködésben érdemes gondolkodni (Obermayer, Csizmadia, & Kigyós, 2021). A fent leírtak alapján megállapíthatjuk, hogy a mesterséges intelligencia akkor kifizetődő, ha azt a nézetet valjuk és úgy kezeljük, mint az emberi életét és biztonságát kiszolgáló

eszközt. A túlfejlesztés hatása lehet a munkavállalók és az eszköz helyettesítése, ami az emberek kiiktatásának (munkanélkülivé tételének) céljához vezet, ami nem szerencsés jelenség és ezt szem előtt tartva kell előre gondolkodni. Az OECD iránymutatásokat dolgozott ki a mesterséges intelligenciáról, amelyek egyfajta iránymutatásként szolgálnak arra vonatkozóan, hogy mit kell betartani e rendszerek használata során. Az első ezek közül a fenntartható fejlődés és növekedés megvalósítása az emberiség számára. Az emberi jogok, a törvények és a biztonsági intézkedések alapvető feltételei a mesterséges intelligencia rendszerek fejlesztésének, mint például az emberi beavatkozás lehetősége a mesterséges intelligencia rendszerek működésébe az igazságosság érdekében, mivel az embereknek meg kell érteniük a mesterséges intelligencia következményeit, hogy megbirkózhassanak velük. Mérlegelniük és kezelniük kell a biztonságos működést, a lehetséges kockázatokat egy igazságos társadalom érdekében. A mesterséges intelligencia rendszerekkel kapcsolatos kommunikációnak átláthatónak és elszámolhatónak kell lennie. A felhasználóknak pedig fel kell ismerniük az AI- rendszerek hatását, hogy képesek legyenek elfogadni a benne rejlő lehetőségeket. A mesterséges intelligencia rendszereknek továbbá stabil, biztonságos és védett működést kell biztosítaniuk, a lehetséges kockázatokat pedig fel kell mérni és kezelni kell (OECD, 2019).

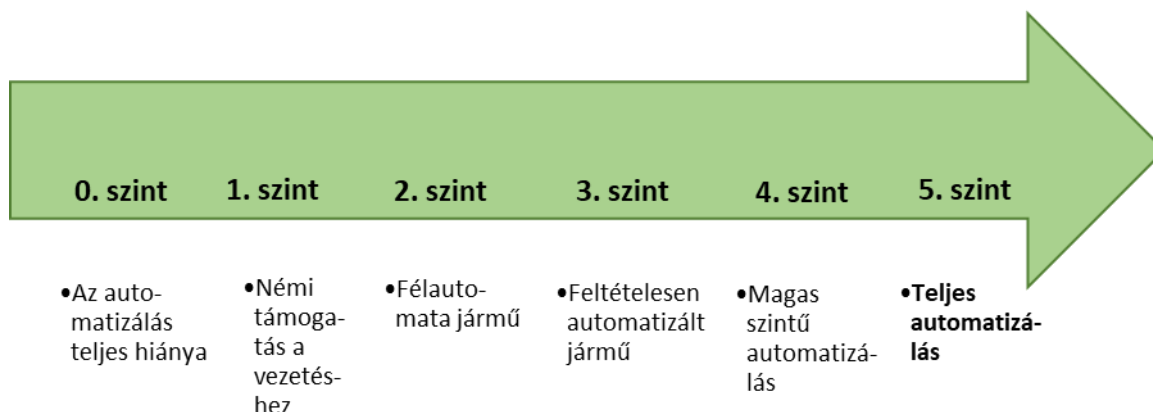
Végül, de nem utolsósorban, azokat, akik a mesterséges intelligenciát fejlesztik vagy működtetik, felelősségre vonhatónak kell lenni, hogy rendeltetésszerűen használják (Tillesh & Hatamleh, 2021). Ezen alapelvek mentén kellene az embereknek elkezdniük az AI- rendszerek beépítését annak érdekében, hogy a megvalósítás sikeres legyen, és hogy a mesterséges intelligenciát befogadók közös munkája eredményes legyen.

Az Ipar 4.0 a mezőgazdaságban

Az Ipar 4.0 egyik futurisztikus konstrukciója az önvezető jármű (autonóm jármű, vezető nélküli jármű, önvezető jármű, robotizált jármű). A járművekbe telepített szoftverek lehetővé teszik a teljes automatizálást, a járművekben egy mesterséges intelligencia rendszer fut, amely bármilyen körülmények között (időjárás vagy forgalom) képes fenntartani az irányítást, azaz emberi beavatkozás nélkül képesek vezetni. Az önvezető traktorok nem követnek rögzített pályát, és a végső cél a teljes automatizálás, ezért a digitalizálás mellett (például kamerák, ultrahangos érzékelők, beépített radar, lézer alapú távérzékelés és elektronikus vezérlőegységek) az önvezető járművek mesterséges intelligenciája és annak működése is nagy hangsúlyt és szerepet kap (Andorkó, 2016). Az önvezető traktorok azonban még nem képesek önállóan közlekedni a közutakon, hogy elérjék a megművelendő földet.

Az autonóm járművek elterjedése megváltoztatja az autóiipar és a kapcsolódó iparágak, valamint a közlekedés egészének értékláncát. Az önvezető járművekkel kapcsolatban két dolgot érdemes megjegyezni, az egyik, hogy nagymértékben meg fogják változtatni a vezetésünket és az emberiség jövőjét. A másik fontos dolog, hogy a technológia fejlesztése nem is olyan kicsi, mint azt sokan gondolják, a jelenlegi adatok szerint már 76 városi úton folyik a tesztelés (beavatkozás esetén sofőrrel az autóban, hatósági jóváhagyással) és amint ez befejeződik és az esetleges hibákat kijavítják, a technológia élesben is elindulhat, vagyis a traktorok akár az udvarból a földekre is képesek lesznek önmagukat vezetni (Schultz & Doerr, 2019). Az önvezető járművek legegyszerűbben az automatizáltsági szintek leírásával határozhatók meg, ami hozzájárul a könnyebb definícióhoz, lásd 3. ábra..

A kategóriák besorolása országtól és szervezettől függően változik, ezért bemutatom a SAE keretrendszerét (Society of Automotive Engineers) (SAE, 2018)



3. ábra. Ipar 4.0 a mezőgazdaságban - a fenti adatok alapján

Forrás: SAE,(2018) alapján saját szerkesztés

Az önvezető autók társadalmi megítélése a jelenlegi szakaszban várható előnyök ellenére sem egységes. Az elmúlt években több olyan nagyszabású nemzetközi tanulmány is született, amelyek többsége az Egyesült Államokban készült és amelyek az önvezető járművekkel kapcsolatos társadalmi megítélés tendenciáit határozták meg. 2013 óta jelentős előrelépésnek lehettünk tanúi: 2013-ban egy tesztautóban megvalósult az autonóm fékezés, gyorsítás, sávtartás sebességnél és fékezés forgalomban. Majd egy évvel később a Mercedes autók már 31 km/h sebességig képesek voltak teljes autonómiával közlekedni. 2015-re a technológia olyan szintre jutott, hogy a tesztautó képes volt autonóm módon kormányozni, változó sebességgel sávban haladni, autonóm módon használni a gázt és a sebességváltót, sőt vezető nélkül parkolni is. Továbbá, 2020-ra volt várható több autómárka saját, teljesen autonóm, vezető nélküli autója (Rowe, 2015). Az önvezető autók gazdasági hatásairól szóló számos tanulmány többnyire magán- és társadalmi előnyöket vetít előre. A társadalmi előnyöket a közlekedés minősége és biztonsága mellett az önvezető autók elterjedéséhez szükséges politikai döntések is befolyásolják.

2018 márciusában tragikus események történtek az önvezető autókkal végzett utcai kísérlet során, mind a biztonság, mind a felelősség és a társadalmi megítélés szempontjából. Egy hét leforgása alatt két önvezető autó (bár eltérő technológiai alapokon) szenvedett halálos balesetet, amelyre a társadalom nagy felháborodással reagált. Ez a fajta reakció nagyon fontos volt az önvezető autók számára, mivel megmutatta, hogy a társadalom tisztában van a technológia fontosságával és hatásával (Kohli, 2020). Ezt követően még azok közül is, akik a legnagyobb lelkesedést mutatták az önvezető autók iránt, néhányan hezitáltak azzal kapcsolatban, hogy valóban használni fogják-e azokat valamilyen formában. Azok számára, akik nyitottak és pozitívan állnak az új technológiákhoz, az autonóm járművekhez, más tényezőket is figyelembe kell venniük, amikor egy ilyen jármű használatáról van szó (Abraham. Reimer.B., Fitzgerald.C., Mehler.B., & Coughlin.J, 2018).

Önvezető traktor

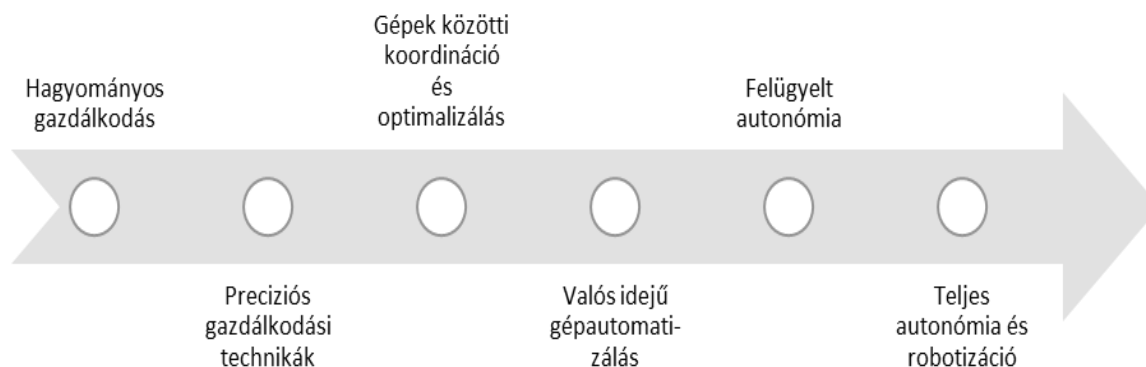
Az önvezető traktorok világszerte forradalmasítják a mezőgazdasági termelést és a gazdálkodást. A traktoron elhelyezett érzékelők és szoftverek a műholdak segítségével lehetővé teszik, hogy önállóan dolgozzanak a földeken, így a gazdák másra fordíthatják idejüket és erőforrásaikat. Az önvezető traktorok előnyei közé tartozik az idő- és üzemanyag-megtakarítás, a jobb terméshozam, az erőforrás-felhasználás és a nagyobb termelékenység. Az önvezető traktorok nagy előnye, hogy a gazdáknak többé nem kell egész nap a traktorban ülniük, a traktorokat előre beállítják a szántóföldre, elindítják az önvezető üzemmódot, majd maguk végzik el a munkát. A gazdáknak csak akkor kell visszamenniük a traktorhoz, amikor az elvégezte a munkát, és a gép további beavatkozást igényel (Mahd, Razieh, & Bagher, 2020).

Az önvezető traktorok megjelenése óta a mezőgazdaságban az innovációk lehetővé tették a kis- és nagyüzemi gazdálkodók számára a termelékenység növelését. Az önvezető traktorok lehetővé teszik a gazdák számára, hogy pontosabb műveleteket végezzenek a mezőgazdasági termelésben, például egyenletesen szórják szét az apró magvakat, pontosan és egyenletesen juttassák ki a műtrágyát vagy a permetezőszert. Az önvezető traktorok azonban még nem tökéletesek. Az érzékelők és a szoftverek néha hibázhatnak, ami befolyásolja a műveletek pontosságát. Az autonóm járművekkel kapcsolatos jogi és etikai kérdések tisztázatlanok, például hogy ki a felelős, ha egy önvezető traktor balesetet okoz (Topol, 2019). A felhasználóknak és a gyártóknak meg kell érteniük és kezelniük kell ezeket a kihívásokat ahhoz, hogy az önvezető traktorok széles körben elterjedjenek és segítsék a gazdálkodókat a termelés hatékonyságának növelésében.

Az önvezető traktorokkal kapcsolatos kutatás és fejlesztés folyamatban van. A technológiai újítások a mezőgazdaságban egyre fejlődnek, így hamarosan egyre több önvezető traktort láthatunk majd. Az önvezető traktorok használata nemcsak a munkaerőigényt csökkenti, hanem egységesebb és gördülékenyebb műveleteket is lehetővé tesz (Abidine, Heidman, Upashyaya, & Hils, 2022). A traktorok precízen dolgoznak, így a növények egyenletesen nőnek, a víz és a műtrágya pedig egyenletesen oszlik el (Lagnelöv, Larsson, Larsolle, & Hansson, 2021). Az önvezető traktorok másik előnye, hogy a termelékenységet is javítják. A traktorok nagyobb sebességgel tudnak dolgozni, mint a hagyományos traktorok és szükség esetén egész éjszaka képesek dolgozni, így rövidebb idő alatt nagyobb területet tudnak lefedni (GÉPmax, 2021).

Összességében az önvezető traktorok olyan innovatív technológiákat képviselnek, amelyek jelentős előnyökkel járnak a mezőgazdasági ágazat számára.

A robotizáció a mezőgazdasági gépek autonóm (önellátó) képességének alkalmazásával kezdődött. A robotizálás különböző mérföldkövei az 5. ábra mutatja (GÉPmax, 2021):



5. ábra. A robotizáció mérföldkövei

Forrás: GÉPmax, (2021) alapján saját szerkesztés

Az Ipar 4.0 veszélyei a mezőgazdaságban

Az Ipar 4.0-ban felismerhetjük annak lehetőségét, hogy az egyszerű, könnyen automatizálható emberi tevékenységeket gépek által automatizált döntésekkel helyettesíthetjük. A felszabaduló emberi erőforrásokat összetettebb, intuitívabb és kreatívabb, több gondolkodást igénylő feladatokra lehet felhasználni. Ez azt jelenti, hogy a kevésbé képzett vagy akár képzetlen munkaerő felszabadulhat, túlkínálatot jelenthet és a megnövekedett kereslet kielégítése munkaerőhiányhoz vezethet (Nábelek, Sturz & Tóth, 2016). Az új technológiák jelentősen megváltoztatják a munka jellegét minden iparágban és foglalkozásban, így a mezőgazdaságban is. Egyes megközelítések szerint az Ipar 4.0 hozzájárul a munkahelyek megtartásához és a foglalkoztatás gyors növekedéséhez, különösen az új technológiákhoz kapcsolódó ágazatokban és szolgáltatásokban (Digitaleurpe, 2016; Szalavetz, 2016a). Ezzel szemben a WEF (Világgazdasági Fórum) (Schwab, 2016b) vállalatok körében végzett kutatása szerint lényegesen több ember veszíti el a munkahelyét, mint ahányan újak jönnek létre, mivel a gyors technológiai fejlődés bizonyos szempontból romboló hatással van a foglalkoztatásra (Schwab, *The Fourth Industrial Revolution* WEF Geneva, 2016a), (Schwab, *The Human Capital Report* World Economic Forum, Geneva, 2016b).

Az Ipar 4.0 újra fogja definiálni a munkakörök betöltéséhez szükséges készségeket, mivel más készségekre lesz szükség, és az ember-gép interakció fontos szerepet fog játszani, de fontos figyelembe venni, hogy az automatizálásnak kiegészítő jellegűnek kell lennie, és nem szabad teljesen helyettesítenie az embert.

Konklúzió

A tanulmány megállapításai megvilágítják az autonóm traktortechnológia mezőgazdasági termelők általi elfogadásának dinamikáját és a modern mezőgazdaság jövőjére vonatkozó implikációkkal szolgálnak. Azok a gazdálkodók, akik nagyobb teljesítményelőnyöket érzékelnek, könnyen

használhatónak találják a technológiát, pozitív társadalmi befolyást tapasztalnak és megfelelő támogató rendszerrel rendelkeznek, nagyobb valószínűséggel fogadják el az autonóm traktortechnológiát.

Továbbá nyilvánvaló, hogy a bizalommal, a biztonsággal és a tudatossággal kapcsolatos aggályok kezelése alapvető fontosságú a széles körű elfogadás elősegítéséhez. Az önvezető traktorok kézzelfogható előnyeit hangsúlyozó és a megvalósításhoz támogatást nyújtó oktatási és ismeretterjesztő programok jelentősen hozzájárulhatnak a gazdálkodók körében tapasztalható ellenállás és szkepticizmus leküzdéséhez.

Az önvezető traktorok integrálása a mezőgazdaságba nemcsak technológiai változást, hanem kulturális és viselkedésbeli változást is jelent a gazdálkodók számára. Ezt felismerve a politikai döntéshozóknak, az iparági érdekelt feleknek és a kutatóknak együtt kell működniük olyan átfogó stratégiák kidolgozásában, amelyek nemcsak a technológiai infrastruktúrát fejlesztik, hanem a gazdák számára is megkönnyítik a zökkenőmentes átállást.

Ahogy haladunk előre, elengedhetetlen, hogy továbbra is figyelemmel kísérjük a technológiai fejlődést, folyamatos párbeszédet folytassunk a gazdálkodó közösséggel és a stratégiákat a változó igényekhez és aggodalmakhoz igazítsuk. Az önvezető traktorok sikeres integrációja a mezőgazdaságba holisztikus megközelítést igényel, amely nemcsak a technológiai szempontokat, hanem a modern mezőgazdasági gyakorlatok társadalmi, gazdasági és környezeti dimenzióit is figyelembe veszi. Ugyanilyen fontos az elemzés kiterjesztése az iparági érdekelt felekre. Ez magában foglalja a berendezések gyártóira, szolgáltatóira és az ellátási láncban résztvevőkre gyakorolt gazdasági következmények vizsgálatát. Az önvezető traktorok bevezetése ösztönözheti az innovációt a mezőgazdasági gépek ágazatában, lehetőséget teremtve a gyártók számára az autonóm technológiák fejlesztésére és finomítására. A karbantartás, a szoftverfrissítések és a műszaki támogatási szolgáltatások új piacának megjelenése rétegekkel gazdagítja az iparág gazdasági környezetét. E dinamikák megértése elengedhetetlen ahhoz, hogy az érdekelt felek megalapozott döntéseket hozzanak, stratégiai befektetéseket hajtsanak végre és hozzájáruljanak a mezőgazdasági technológiai szektor általános növekedéséhez.

Lényegében ez a tanulmány hozzájárul a mezőgazdaságban a technológiák elfogadásával kapcsolatos egyre bővülő ismeretanyaghoz és hangsúlyozza a felhasználó-központú megközelítés fontosságát az olyan átalakító technológiák bevezetése során, mint az önvezető traktorok. Az elfogadást befolyásoló tényezők megértésével és kezelésével hozzájárulunk egy hatékonyabb, fenntarthatóbb és technológiával támogatott jövő kialakításához a mezőgazdaság területén.

A kutatás alátámasztja azt a fajta stratégiát, amely ösztönzi a társadalmi elfogadottságot, előrevetíti a várható pozitív felhasználhatóságot és előrevetíti az akadályokat, mivel ezt a technológiát a gazdaságpolitika alapvető elemének tekintik. A mezőgazdasági ágazat digitalizálása gyorsan fejlődő terület, amely folyamatosan új technológiai megoldásokat és szolgáltatásokat hoz létre, amelyek a gazdálkodás minden aspektusára hatással lehetnek. Az ágazatban nemcsak hazai szinten történnek változások, hanem a nemzetközi piacokon is, ahol olyan új innovációk jelennek meg, amelyek közvetlen hatással lehetnek a mezőgazdaságra (GÉPmax, 2021).

Hivatkozott források

- Abidine, A. Z. Heidman, B., Upashyaya, S. & Hils, D. (2022). Autoguidance system operated at high speed causes almost no tomato damage. *Semantic Scholar*.
<https://doi.org/10.3733/ca.v058n01p44>
- Abraham. H., Reimer.B., Fitzgerald.C., Mehler.B., & Coughlin.J. (2018). Consumer Interest in Automation: Change over One Year. Proceedings of Transportation Research Board 97rd Annual Meeting.
https://www.researchgate.net/publication/322400007_Consumer_Interest_in_Automation_Change_over_One_Year, pp.50-67. <https://doi.org/10.17077/vezetési%20értékelés.1726>
- Andorkó, I. (2016). Önvezető autók? A jövő elkezdődött! – Jogi sci-fi avagy az autózás technológiai fejlődésének lehetséges hatásai a jogtudományra. *Arsboni.hu* [online]
<https://arsboni.hu/onvezeto-autok-a-jovo-elkezdodott> (letöltve:2023.12.22.)
- BCG. (2019). Boston Consulting Group, Survey Industry 4.0. [online]
https://www.bcgperspectives.com/content/articles/engineered_products_project_business_industry_40_future_productivity_growth_manufacturing_industries/ (letöltve:2024.01.12.)
- Bernardi, A., & Inamasau.R.Y. (2014). Adoção da agricultura de precisão no Brasil. Fatores de adoção. [online] <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1003682> , pp. 559-577. (letöltve:2023.11.20.)
- BITKOM, VDMA, & ZVEI. (2015). Umsetzungstrategie Industrie 4.0-Ergebnisbericht der Plattform Industrie 4.0. <https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/umsetzungsstrategie-2015.html> , k.n [online].(letöltve:2023.11.14.)
- Blanchet, M.-R. T. (2018). The Industry 4.0 Transition Quantified-How the fourth industrial revolution is reshuffling the economic, social and industrial model, Roland Berger GmbH, Munich, Germany. [online] <https://www.rolandberger.com/en/Publications/The-Industrie-4.0-transition-quantified.html> (letöltve: 2024.01.18.)
- Bostrom, N. (2014). Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies, Oxford University Press, p. 328, ISBN: 9780199678112.
- Bussiness. (2017). Precision Irrigation Market - A Global and Regional Analysis. *Business Intelligence and Strategy Research*. [online] <https://bisresearch.com/industry-report/precision-irrigation-market.html> (letöltve:2023.12.21.)
- Digitaleurope. (2016). Digitaleurope and the EC's skills strategy 2016. [online] <https://digital-europe-website-v1.s3.fr-par.scw.cloud/uploads/2019/01/DIGITALEUROPE%20-%20Position%20paper%20on%20Digital%20Skills.pdf> (letöltve:2024.04.02.)
- Fountas, S., FK, V. E., Gaitain-Chremaschi, & C., K. (2018). Can precision agriculture increase the profitability and sustainability of the production of potatoes and olives. *Sustainability* 9(10). p.1863. <https://doi.org/10.3390/su9101863>
- Gaál, M., Humenyik, N., Illés, I., & Kiss, A. (2020). A precíziós szántóföldi növénytermesztés helyzete és ökonómiai vizsgálata. Budapest: NAIK Agrárgazdasági kutatóintézet. <https://doi.org/10.7896/ak2001> ISBN: 978-963-491-613-0. pp.5-115.
- Gáspár, M. E. (2018). Mi az a technológiai szingularitás és mikor jön el. Qubit, <https://qubit.hu/2018/01/03/mi-az-a-technologiai-szingularitas-es-mikor-jon-mar-el> (letöltve:2023.11.7.)

- GÉPmax. (2021). Robotgépek és autonóm eszközök a mezőgazdaságban. H.n., 2021/5 GÉPmax [online] <https://gepmax.hu/lapozhato/2021-es-kiadvanyaink> (letöltve: 2023.12.30.)
- GTAI. (2018). Industrie 4.0 Germany Market Report and Outlook. [online] https://www.gtai.de/resource/blob/829986/e5c70ab44e4a3752251386bc32205cc2/FDI_Report_2018_GTAI.pdf (letöltve:2024.02.21.)
- Gyimesi, Á. (2019). Az autonóm gépjárművek hatása a kormányzati költségvetésre és a foglalkoztatásra. *Tér Gazdaság Ember* 7(1), pp.137-158. ISSN 2064-1176
- INTA. (2018). Competitividad y eficiencia-Tecnología precisa INTA informa Año XII#135. [online] <https://www.agleader.com/blog/inta-researching-precision-farming-in-argentina/> (letöltve:2024.01.22.)
- Kabil, M., Ali, M. A., Marzouk, A., & Dávid, L. D. (2022). Gender Perspectives in Tourism Studies: A Comparative Bibliometric Analysis in the MENA Region. *Tourism Planning&Development* [online] <https://doi.org/10.1080/21568316.2022.2050419>
- Kagermann, H., & Wolf-Dieter, L. (2011 b). Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. Industriellen Revolution VDI Nachrichten, Nr.13, p.2 <https://www.din.de/resource/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendations-for-implementing-industry-4-0-data.pdf> (letöltve:2024.01.03.)
- Kagermann, H., W., & Wahlster, H. (2013 a). Securing the Future of German Manufacturing Industry: Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0. Final report of the Industrie 4.0 Forschungsunion im Stifterverband für die Deutsche Working Group.p84. <https://www.din.de/resource/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendations-for-implementing-industry-4-0-data.pdf> (letöltve:2023.11.18.)
- Kemény, G., Lámfalusi, I., & Molnár, A. (2017). A precíziós szántóföldi növénytermesztés összehasonlító vizsgálata=Comparative study of precision arable crop production. *Agrárgazdasági könyvek Agrárgazdasági Kutató Intézet, Budapest, ISBN 978-963-491-601-7* <http://dx.doi.org/10.7896/ak1703>
- Kézy, B., Lukovics, M., Udvari, B., & Zuti, B. (2018). Az önvezető autók és a felelősségteljes innováció. *LXV. évf. pp. 949-974.* <https://doi.org/10.18414/KSZ.2018.9.949>
- Kohli, P. C. (2020). Enabling pedestrian safety using computer vision techniques: A case study of the 2018 uber inc self-driving car crash, in *Lecture Notes in Networks and System.* https://doi.org/10.1007/978-3-030-12388-8_19), pp.261-279 ISBN 978-3-030-12388-8.
- Koleva, N. (2019). An Empirical Study on Human Resources' Attitude Towards Manufacturing Digitalization, in *2019 International Conference on Creative Business for Smart and Sustainable Growth (CREBUS), IEEE 978-1-7281-3466-6/19/\$31.00, pp. 96-100, Sandanski, Bulgaria.* forrás: https://e-university.tu-sofia.bg/e-publ/files/6407_G.7_1.pdf (letöltve:2022.10.10)
- Kuhn, T. (1984). *A tudományos forradalmak szerkezete (1984. kiad.). Budapest: Gondolat kiadó. ISBN 9632813502. p.322.*
- Lagnelöv, O., Larsson, G., Larsolle, A., & Hansson, P. (2021). Life Cycle Assessment of Autonomous Electric Field Tractors in Swedish Agriculture, *Sustainability* 13(20) p.11825. <https://doi.org/10.3390/su132011285>
- Magda, S., Marsalek, S., & Magda, R. (2017). Az agrárgazdaságban foglalkoztatottak képzettsége és a jövő igénye. *GAZDÁLKODÁS: Agrárgazdaság Tudományos Közlemény, 61* [online] http://real-j.mtak.hu/20493/3/gazd_2019_63_3_.pdf), pp.437-458.

- Mahd, i. S., Razieh, P., & Bagher, A. N. (2020). FACTORS AFFECTING THE ADOPTION OF AGRICULTURAL AUTOMATION USING . *Acta Technologica Agriculturae* 1,Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, pp.30-39. <https://doi.org/10.2478/ata-2020-0006>
- Majó, -P., & Huszár, S. (2020). Autonóm járművek, önvezető autók: mit gondol a közönség? . *Közlekedéstudományi szemle*,70 (1), pp.66-75. <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2020.1.2>
- Markets, & Markets. (2018). Autonomous Tractors Market by Power Output (Up to 30 HP, 31-100 HP, 101 HP and Above),. Crop Type(Cereals & Grains, Oilseeds & Pulses, Fruits & Vegetables).Farm Application, Component, and Region - GlobalForecast to 2025., <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/autonomous-tractor-market-152038487.html> (letöltve:2023.08.14.)
- Mérő, L. (2016). *Emberi matek* (k.n.. kiad.). Budapest: Tericum Kiadó pp. 144-145. ISBN: 9789634380160
- Mohd, J., Abi, H., Ibrahim, H. K., & Rajiv, S. (2023). Understanding the potential applications of Artificial Intelligence in Agriculture Sector. *Advanced Agrochem*,Volume 2, Issue 1,, pp.15-30,Volume 2, Issue 1. <https://doi.org/10.1016/j.aac.2022.10.001>
- Mohd, J., Abid, H., Ravi, P. S., & Rajiv, S. (2022). Enhancing smart farming through the applications of Agriculture 4.0 technologies. *International Journal of Intelligent Networks*,, pp. 150-164. ISSN2666-6030 <https://doi.org/10.1016/j.ijin.2022.09.004>
- Nábelek, F. (2017 b). Az automatizáció lehetséges munkaerő-piaci hatásai Magyarországon, 2012-2016. MKIK Gazdaság-és Vállalkozáskutató Intézet GVI, Kutatási Füzetek(2017/3, Budapest), pp.1-18, https://gvi.hu/files/researches/527/aki_2017_elemzes_171110.pdf (letöltve:2023.11.22.)
- Nábelek, F., Sturcz, A., & Tóth, I. J. (2016 a). Az automatizáció munkaerő-piaci hatásai. Járási munkaerő-piacok automatizációs. MKIK Gazdaság-és Vállalkozáskutató Intézet GVI(Kutatási Füzetek 2016/4,Budapest), pp.3-43 Kutatási Füzetek 2016/4,Budapest, https://gvi.hu/files/researches/483/aki_2016_elemzes_171122.pdf (letöltve:2023.11.22.).
- NTP. (2017). (Ipar 4.0 Nemzeti Technológiai platform) Az ipar 4.0 fogalma. https://www.i40platform.hu/sites/Industrie%204.0_Definition.pdf [online](letöltve:2020.11.23).
- Obermayer, N., Csizmadia, T. H., & Kigyós, T. A. (2021). Az Ipar 4.0 implementációval kapcsolatos vezetői motivációk és akadályozó tényezők elemzése hazai vállalatvezetők véleménye alapján.Vezetéstudomány / Budapest Management Review, LII. évf. 2021. 2. szám. ISSN: 0133-0179, <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2021.02.06>
- OECD. (2019). AI Principles Overview. Letöltés dátuma: 2022.11.22, forrás: <https://oecd.ai/en/ai-principles> (letöltve:2024.01.08.)
- Popp, J. E. (2018). “ Outlook of Precision Farming in Hungary” . Forrás: *International Journal of Engineering and Management Sciences*, 3(1), pp. 133–147. <https://doi.org/10.21791/IJEMS.2018.1.15>.
- Quentin, A., Carmon, Z., Wertenbroch, K., C. A., Frank, D., Goldstein, W., Yang, H. (2018). Consumer Choice and Autonomy, in the Age of Artificial Intelligence and Big Data. *Cust. Needs Solut.* 5, p. 28–37, <https://doi.org/10.1007/s40547-017-0085-8>
- Rowe, R. (2015). Self driving cars, timeline TopSpeed. [online] <http://www.topspeed.com/cars/car-news/self-driving-cars-timeline-ar169802.html> (letöltve:2024.01.28.)

- SAE. (2018). SAE International Releases Updated Visual Chart for Its "Levels of Driving Automation" Standard for Self-Driving Vehicles. [online] <https://www.sae.org/news/press-room/2018/12/sae-international-releases-updated-visual-chart-for-its-%E2%80%9Clevels-of-driving-automation%E2%80%9D-standard-for-self-driving-vehicles> (letöltve:2024.01.07.)
- Schukat, S., & Heise, H. (2001). Towards an Understanding of the Behavioral Intentions and Actual Use of Smart Products among German Farmers, p. 24, in *Sustainability 2021*, 13, 6666, <https://doi.org/10.3390/su13126666>
- Schultz, M., & Doerr, J. E. (2019). How to Sell the Ultimate (Self-Driving) Machine . *Ad Age*. <https://adage.com/article/digital/ultimate-driving-machine/306521> (letöltve:2022.05.17.)
- Schwab, K. (2016a). *The Fourth Industrial Revolution* WEF Geneva., Klaus Schwab World Economic Forum, Geneva p.192. ISBN 978-1-5247-5886-8
- Schwab, K. (2016b). *The Human Capital Report*. World Economic Forum, Geneva. ISBN 978-1-944835-02-6
- Szalavetz, A. (2016a). Az ipar 4.0 technológiák gazdasági hatásai:egy induló kutatás kérdései. *Külgazdaság*, 60.évf(7-8 sz.), pp.27-50. ISSN 0324-4202
- Szalavetz, A. (2016b). Egy előre bejelentett forradalom krónikája Magyarországon: ipar 4.0-technológiák és a hazai feldolgozóipari leányvállalatok. *Külgazdaság* 60.évf.(9-10.sz.), pp.28-48. ISSN 0324-4202
- Szőke, V., & Kovács, L. (2021). A mezőgazdaság 4.0 technológiáinak munkaerőpiaci hatásai, *Gazdálkodás*, 65. évfolyam, 1. szám, pp. 64–85. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.309544>
- Taeihagh, A., & Lim, H. (2019). Governing autonomous vehicles:Emerging responses for safety, liability, privacy, cybersecurity, and industry risks. *Transport Reviews*, Volume 39, Issue 1, 2019. pp. 103–128. <https://doi.org/10.1080/01441647.2018.1494640>
- Technavio. (2017). *Global precision agriculture market. 2015-2019* [online] <https://www.technavio.com/report/precision-agriculture-market-industry-analysis> (letöltve:2024.03.02)
- Thompson, R., Compeau, D., Higgins, C., & Lupton, N. C. (2008). Intentions to Use Information Technologies: An Integrative Model, in San Jose State University: SJSU ScholarWorks, pp. 79-101. <https://doi.org/10.4018/978-1-59904-295-4.ch006>
- Tilesch, & Hatamleh. (2021). *Mesterséges intelligencia-Vegyük kezünkbe a sorsunkat az MI korában*. Budapest: Libri. ISBN: 9789634338291. p.248.
- Topol, E. (2019). High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nat. Med.*, pp.44-56 <https://doi.org/10.1038/s41591-018-0300-7>
- VDMA. (2015). *Industrie 4.0 Readines*. VDMA's Impuls-Stiftung Aachen Köln. [online] <https://impuls-stiftung.de/wp-content/uploads/2022/05/Industrie-4.0-Readiness-english.pdf> (letöltve:2024.03.11.)
- Vértesy, L. (2023). Szemléletváltás a növénytermesztésben: körforgássóság és fenntarthatóság: műhelytanulmány *Körforgásos gazdaság*. MATE Press, Gödöllő, ISBN 978-963-623-030-2 [online] <https://press.mater.uni-mate.hu/id/eprint/94> , p.29.
- Younger, P. (2004). Using the internet to conduct a literature search. *Nursing Standard*, 19(6), 45-51. <https://doi.org/10.7748/ns2004.10.19.6.45.c3728>

Szerzők

Vargáné Dudás Piroska

0009-00055889-4355

doktorandusz

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gazdaság- és Regionális Tudományok Doktori Iskola
dudaspiroska72@gmail.com

Szabó-Szentgróti Gábor

0000-0003-2129-9067

PhD

egyetemi docens

Széchenyi István Egyetem

szabo-szentgroti.gabor@ga.sze.hu

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

