

MEZŐGAZDASÁGI ÉS VIDÉKFEJLESZTÉSI KUTATÁSOK A JÖVŐ SZOLGÁLATÁBAN 4.

Tudomány: válaszok a globális kihívásokra

Szerkesztette:
Hampel György
Kis Krisztián
Mikó Edit
Monostori Tamás



MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
SZEGEDI AKADÉMIAI BIZOTTSÁG
Mezőgazdasági Szakbizottság

Szeged, 2023

A tanulmánykötet megjelenését a Magyar Tudományos Akadémia támogatta.

Kiadó:

Magyar Tudományos Akadémia Szegedi Akadémiai Bizottság
Mezőgazdasági Szakbizottság
6720 Szeged, Somogyi u. 7.
Telefon: +36 62 553 910
Fax: +36 62 553 912
E-mail: szab@tab.mta.hu

Technikai szerkesztő:
Hampel György

Nyomdai munkálatok:
Innovariant Nyomdaipari Kft.
6750 Algyó, Ipartelep 4.
Telefon: +36 (62) 493-626, +36 (62) 493-638
Fax: +36 62 493 914
E-mail: nyomda@innovariant.hu

ISBN 978-615-01-9060-0

SZERKESZTŐK

<i>Dr. Hampel György</i>	PhD, főiskolai docens, Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar, Mérnöki Menedzsment és Ökonómiai Intézet (Szeged)
<i>Dr. habil. Kis Krisztián</i>	PhD, egyetemi docens, Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar, Mérnöki Menedzsment és Ökonómiai Intézet (Szeged); elnök, Agrárökonómiai Munkabizottság, X. Mezőgazdasági Szakbizottság, MTA SZAB (Szeged)
<i>Dr. habil. Mikó Edit</i>	PhD, egyetemi docens, dékán, Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar, Állattudományi és Vadgazdálkodási Intézet (Hódmezővásárhely); elnök, X. Mezőgazdasági Szakbizottság, MTA SZAB (Szeged)
<i>Dr. habil. Monostori Tamás</i>	PhD, főiskolai tanár, intézetvezető, Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar, Növénytudományi és Környezetvédelmi Intézet (Hódmezővásárhely)

TARTALOMJEGYZÉK

Előszó	9
Fekete Rita – Urbányi Béla: Az akvakultúra ágazat hozzájárulása a fenntarthatósági célokhoz Magyarországon	11
Ferencz Árpád – Komarek Levente – Csiba Anita: Egy perspektivikus szántóföldi növény precíziós termesztésének ökonómiai elemzése	35
Ferencz Árpád – Komarek Levente – Csiba Anita – Vojnich Viktor: Egy precíziós termesztést segítő pályázat hatása a napraforgótermesztés eredményességére	43
Gál József – Sáfár Szintia Fanni: A tej csomagolás funkcióinak megítélése vásárlói felmérés alapján	51
Hampel György: A mesterséges intelligencia mezőgazdasági alkalmazásának árnyoldalai	63
Horváth József – Seres Balázs: Az állattenyésztés hatása a növénytermesztési és a vállalati jövedelemre.....	81
Jakab Péter – Csontos Györgyi – Sárvári Mihály – Tar Melinda – Kristó István: Lombrágya készítmények hatásának vizsgálata a kukorica termésére és minőségére.....	95
Király Ildikó: Globális kihívások napjaink gyümölcsstermesztésében	101
Kohut Ildikó – Szabó Veronika: Néhány lágyszárú évelő dísznövény pormegkötése Budapesten, a Margit körúton.....	111
Lantos Ferenc – Hajdu Mónika – Benk Ákos: Fűszerpaprika őrlemények kísérlete tojóttyúk takarmányban.....	117
Lendvai Edina – Rózsa Viktor: Vendég-értékelések vizsgálata a Novotel Szeged szállodában.....	123
Majzinger István: Monitoring, mint a fenntartható gazdálkodás feltétele a mezei nyúl (<i>Lepus europaeus</i> , p. 1778) példáján.....	133
Mikó Edit – Gráff Myrtil – Tóth Violetta – Gémes-Matusek Krisztina – Králik Emese Virág – Benk Ákos – Köteles Dávid – Süli Ágnes: A szélsőséges időjárási viszonyok hatásának csökkentése az állattenyésztésben – irodalmi áttekintés	141
Nagy Sándor: Az agrobiznisz kihívásai a mesterséges intelligencia térnyerésének tükrében – szakirodalmi szintézis.....	159
Panyor Ágota: A gluténmentes táplálkozási szokások vizsgálata	177
Somosné Nagy Adrienn – Gyalai-Korpos Miklós: A fenntartható laskagomba-termesztés elterjesztése a modern városi környezetben és az élelmezési problémákkal küzdő szubszaharai afrikai régióban	187
Turiné Farkas Zsuzsa – Ecseri Károly: Echinacea taxonok növekedésintenzitásának összehasonlítása	195
Turiné Farkas Zsuzsa – Szabó-Dancsó Zsuzsa: A hazai vágott virág kereskedelem	203

Vályi Nagy Marianna – Rácz Attila – Irmes Katalin – Szentpéteri Lajos – Kassai M. Katalin – Tar Melinda – Kristó István: Az őszi búza terméslemeinek vizsgálata növénytársításban.....	211
Zsótér Brigitta – Nyúl-Kardos Viola – Deák Dalma: Kén-dioxid és szulfitek jelölése kapcsán felmerülő problémák a különböző élelmiszerekben	225

TABLE OF CONTENTS

Preface	9
Rita Fekete – Béla Urbányi: Contribution of the Aquaculture Sector to the Sustainability Goals in Hungary.....	11
Árpád Ferencz – Levente Komarek – Anita Csiba: Economic Analysis of the Precision Cultivation of a Perspective Field Plant.....	35
Árpád Ferencz – Levente Komarek – Anita Csiba – Viktor Vojnich: The Effect of the Tender for Precision Cultivation on the Effectiveness of Sunflower Cultivation.....	43
József Gál – Szintia Fanni Sáfár: Assessment of the Functions of Milk Packaging on the Base of a Buyer Survey.....	51
György Hampel: The Downsides of Using AI in Agriculture.....	63
József Horváth – Balázs Seres: The Effect of Livestock Farming on Crop Growing and Company Income.....	81
Péter Jakab – Györgyi Csontos – Mihály Sárvári – Melinda Tar – István Kristó: Effect of Foliar Fertilizer Products on the Yield and Quality of Maize.....	95
Ildikó Király: Global Challenges in Today’s Fruit Production.....	101
Ildikó Kohut – Veronika Szabó: Dust Capture of Some Perennial Species in Budapest, in Margit Square.....	111
Ferenc Lantos – Mónika Hajdu – Ákos Benk: Investigation of Spice Red Pepper Grits in Egg-Laying Hen Forage.....	117
Edina Lendvai – Viktor Rózsa: Analysis of Guest-Reviews in the Novotel Hotel Szeged.....	123
István Majzinger: Monitoring as the Basic Condition to Sustainable Management on the Example of the Brown Hare (<i>Lepus Europaeus</i> , P. 1778).....	133
Edit Mikó – Myrtil Gráff – Violetta Tóth – Krisztina Gémes-Matusek – Emese Virág Králik – Ákos Benk – Dávid Köteles – Ágnes Süli: Reducing the Impact of Extreme Weather Conditions on Livestock Production – A Review.....	141
Sándor Nagy: The Challenges of Agribusiness in the Mirror of the Rise of Artificial Intelligence – Literature Synthesis.....	159
Ágota Panyor: Examination of Gluten-Free Eating Habits.....	177
Adrienn Somosné Nagy – Miklós Gyalai-Korpos: Promotion of Sustainable Oyster Mushroom Production Under Urban Settings and in the Subsaharan Africa Facing Malnutrition.....	187
Zsuzsa Turiné Farkas – Károly Ecseri: Growth Intensity Studies F Echinacea Taxa.....	195
Zsuzsa Turiné Farkas – Zsuzsa Szabó-Dancsó: The Domestic Cut Flower Trade.....	203

Marianna Vályi Nagy – Attila Rácz – Katalin Irmes – Lajos Szentpéteri – Katalin M. Kassai – Melinda Tar – István Kristó:	
Examination of the Yield Components of Winter Wheat in Intercrop.....	211
Brigitta Zsótér – Viola Nyúl-Kardos – Dalma Deák:	
Problems With the Labelling of Sulphur Dioxide and Sulphites in Different Foods.....	225

A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA MEZŐGAZDASÁGI ALKALMAZÁSÁNAK ÁRNYOLDALAI

Hampel György¹

THE DOWNSIDES OF USING AI IN AGRICULTURE

¹Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar, Szeged

Absztrakt: Életünk számos területén segítenek a mesterséges intelligenciával ellátott informatikai alkalmazások. A mesterséges intelligencia (MI) alkalmazása – számos potenciális előnye következtében – egyre terjed a mezőgazdaságban is. A MI mind a növénytermesztésben, mind az állattenyésztésben segíthet a tervezésben, támogathat munkafolyamatokat, gyorsabbá, hatékonyabbá, emberi hibáktól mentessé teheti a döntéshozatalt; végső soron a MI helyes használata a gazdák, illetve gazdaságok számára nagyobb megtérülést eredményezhet. Ugyanakkor a MI alkalmazásának árnyoldalai is lehetnek: a nem megfelelően képzett gazdálkodók számára kihívást jelenthet a MI használata; a magas költségek kizárhatják az MI alkalmazásából a nem tőkeerős gazdálkodókat, ami versenyhátrányt jelenthet számukra, ezzel a mezőgazdasági területek és a tőke további koncentrációját idézve elő; a MI növelheti a magasan képzett munkaerő iránti igényt, ugyanakkor hozzájárulhat az alacsonyan képzettek körében a munkanélküliség növekedéséhez. A rendszereket és az adatokat védeni szükséges, hiszen a MI-vel kiegészített informatikai rendszerek óhatatlanul – egyre kifinomultabb – kibertámadásoknak lesz kitéve. Az adatok megfelelőségéről, helyességéről folyamatosan gondoskodni kell. Az adatokkal kapcsolatban jogi kérdések is felmerülhetnek: ki a gazdálkodónál működtetett rendszerekben összegyűjtött adatok tulajdonosa? Ha nem (csak) a gazdálkodó, akkor ez az autonómiájának elvesztéséhez vezethet. Továbbá: az adatokat ki mire és hogyan használhatja fel? A MI-vel ellátott rendszerek a gazdálkodók számára „fekete dobozok”, csak remélhetik, hogy egy adott helyzetben hatékonyak, jól működnek. Ha mégsem, és a rendszerek – anyagi és nem anyagi – kárt okoznak, akkor ki lesz a felelős: a rendszert létrehozó, a forgalmazó vagy a MI-ben vakon megbízó gazdálkodó? Ha országok, régiók mezőgazdaságában meghatározó, vagy akár megkerülhetetlen lesz a MI, akkor a mezőgazdaságban történő alkalmazásának árnyoldalait, veszélyeit globális szinten is célszerű felmérni és a lehetséges kockázatokat kezelni kell, továbbá a gazdálkodók számára ezeket tudatosítani szükséges, még azelőtt, hogy jelentős kár származna a potenciális veszélyforrások figyelmen kívül hagyásából.

Abstract: IT applications with artificial intelligence help us in many areas of our lives. The application of artificial intelligence (AI) – due to its many potential advantages – is also spreading in agriculture. AI can help with planning, support work processes, and make decision-making faster, more efficient, and free from human errors in both crop cultivation and animal husbandry; ultimately, the correct use of AI can result in greater returns for farmers and farms. At the same time, the use of AI can also have downsides: it can be challenging for farmers who are not properly trained to use AI; high costs may exclude non-capitalist farmers from the application of AI, which may put them at a competitive disadvantage, thereby causing further concentration of agricultural land and capital; AI can increase the demand for highly skilled labour, but at the same time it can contribute to the increase in unemployment among the low skilled. It is necessary to protect systems and data, as IT systems supplemented with AI will inevitably be exposed to increasingly sophisticated cyber-attacks. The adequacy and correctness of the data must be continuously ensured. Legal questions may also arise in relation to the data: who is the owner of the data collected in the systems operated by the farmer? If you are not (only) the farmer, this can lead to the loss of your autonomy. Also: who can use the data for what and how? Systems equipped with AI are "black boxes" for farmers, they can only hope that they are efficient and work well in a given situation. If not, and the systems cause – material and non-material – damage, then who will be responsible: the system creator, the distributor or the farmer

who blindly trusts AI? If AI becomes decisive or even unavoidable in the agriculture of countries and regions, then it is advisable to assess the downsides and dangers of its application in agriculture on a global level and to manage the possible risks, and it is necessary to make farmers aware of them, even before significant damage occurs to them from ignoring potential sources of danger.

Kulcsszavak: mesterséges intelligencia, mezőgazdaság, veszély, kockázat

Keywords: artificial intelligence, agriculture, dangers, risks

1. Bevezetés

Az, hogy emberi kéz helyett robotok fogják szüretelni a termést, már nem fikció, hanem kézzel fogható valóság. A mesterséges intelligencia (angolul artificial intelligence: AI, jelen szövegben továbbiakban MI), mint új technológia megjelent a hétköznapi életet megkönnyítő alkalmazásokban, valamint a termelékenységet és jövedelmezőséget fokozó rendszerekben is. Jelentőségét mutatja, hogy a globális MI piac értéke 2030-ra előrejelzések szerint elérheti az 1581 milliárd USA dollárt (Köpöncei, 2023). A MI már az egész gazdaságot átszövi; így megjelent az ipar, a pénzügy, az oktatás, a kereskedelem területén és egyre több MI-rendszerrel találkozhatunk a mezőgazdaságban is.

A mezőgazdaság és a gazdálkodás az emberi közösségekben legrégebben megjelent, legfontosabb területek és tevékenységek közé tartozik (Czékus, 2021). Bár a bruttó hazai termékhez való hozzájárulás tekintetében a mezőgazdaság egyre kisebb jelentőségű, a társadalmi jelentősége még ma is óriási (Bögel, 2018). Az ókor óta az emberiség különböző technológiák bevetésével gazdálkodik, termeszt a növényeket, hasznosítja az állatokat. A népesség növekedésével és a megművelhető földterület csökkenésével a gazdálkodást egyre hatékonyabbá és kreatívabbá kell tenni: a megművelt terület termelékenységének és a hozamának növelése érdekében erőfeszítéseket kell tenni (Czékus, 2021). A hatékonyságnövelés nem csak az élelmiszerellátás szempontjából fontos, mivel a mezőgazdaság ökológiai lábnyoma nagy, az élelmiszertermelés számos káros mellékhatással jár, és így egyszerre elszennvedője és előidézője a klímaváltozásnak (Bögel, 2018).

A mezőgazdaság digitalizációjának széleskörű elterjedése alapvetően a következő technológiai megoldásokra épít: szenzortechnológia, érzékelőkkel történő adatgyűjtés; aktuátorok, beavatkozók; mikroszámítógépek, fedélzeti kontrollerek; telekommunikációs rendszerek, adatátviteli hálózatok; adatbázisok, távoli-, vagy felhőalapú szolgáltatások, szervertechnológiák; szerver- és kliensoldali megoldások, applikációk, mobil és irodai számítógépek, eszközök (Annosi et al., 2019). Ezt egészíthetik ki a különböző a MI alkalmazások. A jövő mezőgazdaságában szintén fontos szerepe lesz a MI-vel felruházott robotoknak is, amelyek most még csak kiegészítik, segítik a mezőgazdasági munkát, egyelőre nem alkalmasak széleskörű tevékenységek elvégzésére (Ambrus, 2021; Husti, 2019).

A MI rengeteg lehetőséget kínál a munkafolyamatok megváltoztatására a mezőgazdaságban. Előnyei jól láthatók, ugyanakkor akadnak kockázatai, veszélyei az új technológia alkalmazásának (Köpöncei, 2023). A már meglévő MI alkalmazásokból leszűrhető tapasztalatokat felhasználva el kell gondolkodni azon,

hogyan a mezőgazdaságban pontosan milyen célra érdemes felhasználni a MI-t és milyen megoldandó kockázatokkal, veszélyekkel kell szembenézni; milyen árnyoldalai vannak a használatának? A válaszok keresésekor érdemes tekintetbe venni az ún. Collingridge-dilemmát is (Nagy–Hajdu, 2021), amely szerint a technológia hatását nem lehet addig megjósolni amíg azt széles körben nem kezdik el használni, de ha egyszer már beépült a mindennapi használatba, akkor az utólagos kontroll és változtatás nehézkes.

2. A mesterséges intelligencia értelmezése és előnyei

Marvin Lee Minsky (1927-2016) – aki a MI területén végzett úttörő kutatásokat – a MI-t a következőképpen definiálta: olyan gépek készítésének tudománya, amelyek olyan dolgokat csinálnak, amelyek elvégzéséhez emberi intelligencia lenne szükséges (“The science of making machines do things that would require intelligence if done by men.”) (Stonier, 1992, 107. oldal)

A MI olyan gép, illetve rendszer, amely (korlátokkal ugyan, de) képes helyettesíteni az emberi intelligencia egy részét (Köpöncei, 2023). A környezetének elemzését követően a MI képes intelligens viselkedésre, bizonyos célfeladatok önálló elvégzésére. Megvalósítása történhet szoftveres implementáció formájában, vagy lehet hardveres környezetbe implementálható (például egy robot, vagy drón). Fontos területe a gépi tanulás, amelynek keretében a MI az összegyűjtött (tanító) adatok alapján felismerő, osztályozó vagy egyéb algoritmusok hozhatók létre (Szabó, 2019).

A MI hatalmas mennyiségű, változatos adatsor gyors feldolgozásával, kombinálásával és elemzésével képes komplex helyzetek felismerésére, értelmezésére (Bögel, 2018). Nem feltétlenül szükséges, hogy minden adat és az adatok kiszámításához szükséges cél előre rögzített és ismert legyen a MI számára; a rendszernek ismeretlen adatokkal is tudnia kell dolgozni. Képes kell legyen magától megtanulnia, hogy milyen adatokat használjon egy adott célra (Russel–Norvig, 2020; Szalavetz, 2019).

Szalavetz (2019) és Taddy (2018) szerint a MI szoftvert és/vagy hardvert tartalmazó, öntanulásra, azaz saját teljesítményének további javítására képes. A MI folyamatosan beérkező adatok és különböző forrásokból származó információk feldolgozásával olyan feladatokat lát el, amelyekre korábban csak az ember volt képes. A legfejlettebb MI-megoldások a már betanított tudáselemek új kombinációit képesek létrehozni.

Bár a MI egyre nagyobb hatékonysággal támogatja különböző a problémák megoldását, ezek definiálása továbbra is emberi intelligenciát igényel (Szalavetz, 2019).

A szoftver és/vagy hardver alapú MI 3 fő típusát különböztethetjük meg (SAP, 2023; Duggal, 2023):

- Mesterséges keskeny intelligencia (artificial narrow intelligence, ANI): Célorientált, összetett algoritmusok, neurális hálózatok vezérelhetik. Tanulhatnak a tapasztalatokból, észlelhetnek és előrejelezhetnek mintákat. Ezzel együtt még messze vannak az olyan emberi összetevőktől, amelyeket

- a valódi emberi intelligenciának tulajdoníthatunk. Példák: kép- és arcfelismerő rendszerek, önvezető járművek, virtuális asszisztensek.
- Mesterséges általános intelligencia (artificial general intelligence, AGI): rendelkezik a mesterséges keskeny intelligencia képességeivel, továbbá a megszerzett tudást olyan feladatokban, helyzetekben is képes extrapolálni, amelyekhez nem kapcsolódnak szorosan a már megszerzett, feldolgozott adatok és algoritmusok. Egy ilyen intelligencia képes kell legyen ellátni minden olyan intellektuális feladatot, amire az ember is képes. A megvalósításhoz hatalmas (jelenleg még csak szuperszámítógépekben meglévő) számítási kapacitás szükséges. Példák: az ilyen rendszerek még fejlesztés alatt állnak, de szuper-, vagy kvantumszámítógépre, vagy olyan általános (generatív) modellekre, kell itt gondolnunk, mint amilyen a ChatGPT.
 - Mesterséges szuperintelligencia (artificial superintelligence, ASI): Az ilyen rendszerek már teljes önismerettel rendelkeznek, képesek az emberi viselkedés megértésére és utánzására. Az emberi tulajdonságokat kiegészítik az emberit meghaladó feldolgozási és elemzési teljesítménnyel. Bár nem valószínű, hogy a közeljövőben ilyen rendszerek fognak készülni, mégis célszerű felkészülni (etikai, jogi stb. eszközökkel) egy olyan világra, ahol a MI számos dologban felülmúlhatja, elavulttá teheti, az embert. Technikai vagy MI szingularitásnak nevezzük azt a pillanatot, amikor a MI gyors fejlődése következtében eléri azt a pontot, ahol már túlnő az ember mentális képességein.

Elmondhatjuk, hogy a MI biztosan a jövő meghatározó technológiája lesz; gépeket ruházhat fel olyan képességekkel, amelyek emberhez hasonló viselkedést tesznek lehetővé. A képességeik közé a környezet érzékelése, a tanulás, problémamegoldás, lépések megtervezése és végrehajtása konkrét célok elérése érdekében, az érvelés, valamint a kreativitás is hozzátartozhat (Európai Parlament, 2023).

Általánosságban elmondható, hogy a gazdálkodó szervezetek számára adatgyűjtés és adatfeldolgozás célja elsősorban a gazdálkodási döntések támogatása. A mesterséges intelligenciával felruházott rendszer döntési javaslatokat dolgozhat ki a döntéshozó ember számára, illetve – bizonyos esetekben – az ember akár ki is iktatható, a végrehajtás automatizálható (Bögel, 2018).

Chui és szerzőtársainak (2018) felmérése szerint a már megvalósult MI-alkalmazások döntő többségének célja a gazdálkodó szervezeteknél korábban bevezetett digitális elemző és automatizálási megoldások hatékonyságának javítása. Összességében a MI már megvalósult alkalmazásainak többsége mennyiségi változással is járt, amely azt a célt szolgálta, hogy tovább növelje az erőforrás-gazdálkodás hatékonyságát, továbbá csökkentse a költségeket (Szalavetz, 2019).

Mielőtt rátérnénk a MI használatának árnyoldalaira, célszerű áttekinteni a MI használatból származó fontosabb előnyöket (SAP, 2023; Duggal, 2023):

- Rugalmasság a vállalkozások számára: Az adatok feldolgozásában és komplex kapcsolatok felismerésében az üzleti folyamatok környezethez

igazodó és szükséges átalakításában a MI nagy segítséget jelenthet. Bonyolult folyamatok automatizálhatók, az erőforrásfelhasználás hatékonyabbá válhat, a folyamatokban, működésben keletkező zavarok és az üzleti lehetőségek jobban előrejelezhetővé válnak és jobban kihasználhatók.

- Hatékonyabb döntéshozatal: Egy szervezet vezetői arra törekcszenek, hogy időben meghozott, információn alapuló döntéseket hozzanak. Minél fontosabb egy döntés, annál nagyobb a valószínűsége annak, hogy sok összetevője és ezek között kölcsönös függőség áll fenn. A MI a gyors és fejlett adatelemzéssel és elemzésekkel járulhat hozzá az emberi döntések magabiztosságának növeléséhez, sőt bizonyos esetekben a MI önállóan is hozhat jó döntéseket.
- Hatékonyabb K+F: A gépi tanulóssal betaníthatók a MI-rendszerek arra, hogy észleljék a kiugró, váratlan értékeket az adathalmazban, vagy párosítsák az adatokat ismert mintákkal – és mindezt példátlan pontossággal és felidézési képességgel. Ez pedig gyorsabb, hatékonyabb innovációhoz vezethet.
- Elkötelezett munkaerő: A munkahelyi technológiák MI-vel kiegészített változatai csökkenthetik a rutinfeladatokkal járó terheket, lehetővé tehetik a munkavállalók számára, hogy nagyobb figyelmet fordítsanak egy-egy munka elvégzésére. A HR területén alkalmazott MI segíthet a munkaerő hatékonyságának vizsgálatában. A MI még a munka és a magánélet egészséges egyensúlyának helyreállításában is segítséget nyújthat, például a feladatok rangsorolásának elősegítésével.
- Releváns termékek és szolgáltatások biztosítása: A teljesítmény- és ügyfél-visszajelzési adatok elemzése gyorsabb és hatékonyabb lehet MI alkalmazásával. Így biztosítható a vállalkozások számára a meglévő termékek módosítása, újak bevezetése, be a legrelevánsabb és legaktuálisabb piaci és ügyféladatok figyelembevételével.
- Jobb ügyfélszolgálat: A MI segít a szervezetek számára, hogy személyre szabják a szolgáltatásaikat, az ajánlataikat, hatékonyabban kommunikáljanak ügyfeleikkel.

A mezőgazdasági döntéshozók számára a MI megfelelő módon történő felhasználása növelheti a termelékenységet, miközben a növekvő költségek mellett csökkenti a hulladékot. Néhány módszer, amivel segíti a MI a mezőgazdasági termelőt Columbus (2021), Morgan (2022) és Gonzalez (2023) munkái alapján:

- Többféle típusú adat felhasználása és elemzése: számos eszköz sokféle adattípusa áll rendelkezésre (fénykép, videó, fény, IoT-érzékelők és egyéb bemeneteket rögzítő technológiák).
- Az adatok naprakész nyomon követése: akár egyetlen növény is sok adatot szolgáltathat arról, hogy a fény, a víz, az időjárás és a környezeti változások hogyan befolyásolják a termelést, az ízt, a betegségeket stb. Idővel ez a rengeteg adat felbecsülhetetlen értékű betekintést adhat a hatékonyság növeléséhez, a hozam javításához, a becsült terményhozamok alapján az

árképzéshez, a hulladék csökkentéséhez, a tápérték növeléséhez és a csökkenő erőforrások, mint például a víz és a szántóterület csökkentéséhez, a műtrágya és növényvédő szerek optimális fajtájának, mennyiségének meghatározásához és kijuttatásához.

- Az állatállomány egészségi állapotának figyelemmel kísérése: az állatok életjeleit, a napi aktivitási szintjét és a táplálékfelvételt figyelve a MI biztosítja, hogy az állatok egészsége megfelelő legyen.
- Napi 24 órás megfigyelés mellett folyamatos gépi tanulás: folyamatos adatgyűjtéssel (például drónokkal) lehetővé válik a folyamatos tájékoztatás a terméshozamról és a környezetről, amelynek segítségével a gazdálkodók akár valós időben alkalmazkodhatnak váratlan eseményekhez.
- Autonóm rendszerek alkalmazása: a MI-n alapuló intelligens önjáró járművek, robotok, drónok megoldást jelentenek számos olyan mezőgazdasági munka elvégzésére, amelyekhez nehezen találni munkaeerőt.
- Ellátási láncok figyelése: Az ellátási láncok nyomon követhetőségének javítása a frissebb, biztonságosabb termények piacra kerülése előtt álló akadályok megszüntetésével ma már elengedhetetlen.

3. Árnyoldalak: kockázatok, veszélyek

Mint minden új technológia, a MI is számos kérdést és megoldandó kihívást hordoz magában. Az előnyökre való törekvés elkerülhetetlenül kockázatokkal is jár. Itt elsősorban a MI mezőgazdasági alkalmazásainak különböző lehetséges nem kívánt következményeit, valamint a MI más – nem mezőgazdasági – területeken történő fejlesztéseinek mezőgazdaságra gyakorolt hatásait célszerű vizsgálni. Érdemes azt is ugyanakkor figyelembe venni, hogy a MI alkalmazásából származó potenciális előnyök biztosításának elmulasztása önmagában is olyan kockázatnak számít, amelyet szintén komolyan kell mérlegelni (Sparrow et al., 2021). A MI fejlesztése során fel kell mérni minden lehetséges kockázatot, azokat mérlegelni kell (Taylor, 2022), alaposan át kell gondolni az alkalmazás lehetséges árnyoldalait az adott MI-rendszer bevezetése előtt.

Az emberi intelligenciát szimuláló gép megalkotása sok időt és erőforrást emészt fel, és így magasak a létrehozás költségei is. Naprakész hardver és szoftver szükséges a működtetéséhez, ami szintén növeli a költségeket (Duggal, 2023). Az agrárium szereplői is – a többi gazdasági ágazathoz hasonlóan – szembesülnek azokkal a korlátokkal, amelyek a MI használatával kapcsolatban felmerülnek: ezek a magas beruházási költségek, a meglévő technológiai infrastruktúrával való kompatibilitás, a működtetéshez szükséges készségek és az erőforrások biztosítása stb. (Czékus, 2021).

A MI-rendszerek működéséhez szükséges, napi rendszerességgel keletkező adatok összegyűjtéséről, tárolásáról és feldolgozásáról gondoskodni kell (BMEL, 2018). Az mezőgazdaságban összegyűjtött adatok „vegyes” minősége (Wolfert et al., 2017) problémát jelenthet a feldolgozásban. Az adatok továbbításához szélessávú (vezeték nélküli) számítógép-hálózatot kell kiépíteni. A különböző szoftverkészítők rendszerei közötti átjárhatóság megteremtése és az összegyűjtött adatok

egyértelműsítése is problémát jelenthet (Bonneau et al., 2017; BMEL, 2018). A rendszerek hatékony használata érdekében a felhasználók (gazdák) betanítására, speciális képzések megszervezése is szükség van (Deter, 2018). Végül az új technológia hatékony használatához új üzleti modellek megalkotása is elengedhetetlen (Bonneau et al., 2017; Wolfert et al., 2017).

Jogi megfontolások

A MI gyors fejlődése a mezőgazdaságban szétfeszítheti, elavulttá teheti a szabályozási kereteket, megnehezítve a biztonságos és felelősségteljes használatot.

Az adatokra alapozott mezőgazdasági technológia elterjedésének egyik akadálya az adattulajdon körüli jogi értelmezések tisztázatlansága, az adatok biztonságának kérdése (Kunisch–Kloepfer, 2017; Wolfert et al., 2017). Az Európai Unióban a személyes adatokat szigorú szabályozás védi (General Data Protection Regulation, GDPR). A mezőgazdaságban keletkező adatok egy része is értelmezhető személyes adatnak, de az adatok túlnyomó többségére nem vonatkozik szigorú szabályozás. Még 2018-ban született egy – 9 nagy jelentőségű európai mezőgazdasági szervezet részéről megfogalmazott, majd elfogadott – egyezmény a mezőgazdasági adatok kezelésének szerződésben rögzített módjáról (EU Code of conduct on agricultural data sharing by contractual agreement) (FEFAC, 2018). A dokumentum szerint az adatok tulajdonosa az adatot előállító gazdálkodó és az így keletkezett adatok – későbbi – felhasználása csakis szerződésben előzetesen rögzített beleegyezéssel és feltételekkel, díjazás ellenében lehetséges. Ez az egyezmény önkéntes alapon jött létre, az alkalmazása is önkéntes, ugyanakkor a megállapodást aláíró szervezetek nagy súlya némi garanciát jelenthet a mezőgazdasági termelőknél keletkezett adatok megosztásának és felhasználásának átláthatóságában (Szabó, 2019).

Mind a gazdálkodóknak, mind pedig a kutatóknak fontos, hogy hozzáférjenek összegyűjtött adatokhoz. Ugyanakkor ez ütközhet a gazdálkodók – jól és rosszul felfogott – érdekeivel és jogaival, akik sokszor félnék az adataik nyilvánosságra kerülésétől (Kunisch–Kloepfer, 2017). Szerződések szabályozhatják ugyan az adatbiztonságot, azonban a bizalmatlanság ennek ellenére jelen van az adatkezeléssel kapcsolatban a gazdálkodók és a vállalatok között (Pollmann, 2017).

Kérdésként merül fel, hogy ki felelős a MI által okozott károkért (Czékus, 2021)? A károkat a tulajdonos/felhasználónak, az eszköz gyártójának/forgalmazójának, vagy a programozónak kell viselnie? Ha a kárt felhasználó egyedül viseli, az a bizalmat is csökkentheti a MI-t használó technológia iránt, ugyanakkor a túl szigorú szabályozás elfojthatja az innovációt (Európai Parlament, 2020).

A MI döntéseit a nemre, életkorra, vagy egyéb emberi tulajdonságra vonatkozó adatok indokolatlanul befolyásolhatják adott szituációban (Európai Parlament, 2020). Ennek kiiktatására szintén szükség lehet jogi eszközökre.

A MI befolyásolhatja a magánélethez és az adatvédelemhez való jogot is, hiszen használható például arcfelismerő eszközökben, vagy online nyomon követésre, vagy akár profilalkotás céljából is (Európai Parlament, 2020). Az adatokkal való visszaélés veszélye miatt szintén indokolt a jogi szabályozás.

A jogi, szabályozási kérdések közül az adattulajdon és adatbiztonság témája kapja a legnagyobb hangsúlyt, azonban nem szabad megfeledkezni arról, hogy emellett számos más terület is érintett lehet, így például a repülésbiztonsági előírásokat, az önvezető közlekedési eszközök szabályozását, környezetvédelmi kérdéseket stb. is tisztázni kell (Eisenberger et al., 2017). A jogi szabályozáson túl fontos etikai kérdések is felmerülhetnek (Zsótér et al., 2022), amelyeket nem szabad figyelmen kívül hagyni.

Megbízhatósággal kapcsolatos megfontolások

Kérdés, hogy a MI jelenlegi képességei, további fejlesztései, valamint a generatív nyelvi modellek (például a ChatGPT), milyen lehetőségeket és ezzel együtt kihívásokat, veszélyeket hordoznak az emberiség – így a mezőgazdaság számára. A MI-val ellátott csevegőrobotok (chatbotok) már bárki számára elérhetők különböző keresőmotorokban. Előnyük, hogy könnyen, gyorsan kínálnak hozzáférést releváns információkhoz, akár mezőgazdasági témákban is, megspórolva ezzel a hosszadalmas kereső-, és kutatómunkát. Ilyenkor a nem megfelelő módon történő betanítás, illetve a nem körültekintő módon történő használat hordozhat veszélyeket a felhasználó számára, hiszen ez a rendszer képes akár hihetőnek hangzó, de téves (akár értelmetlen) válaszokat is adni, még akár hozzáértő számára is (Rass, 2023).

Sok MI-rendszer „fekete doboz”-nak tekinthető a felhasználó számára (Burrell, 2016). A MI egyes formáinál – különösen a gépi tanulási rendszereket alkalmazóknál – fennáll annak a veszélye, hogy egyetlen ember sem érti, hogy a rendszer miért teszi azt, amit tesz, és az is kiszámíthatatlan, hogy mit tehet váratlan körülmények között (Sparrow et al., 2021). A gépi tanulás ezen jellemzője felveti azt a kérdést, hogy mikor és milyen szerepekben érdemes megbízni az ilyen rendszerekben (High-Level Expert Group on Artificial Intelligence, 2019). Mit tegyen a gazdálkodó, ha egy MI-rendszer, amely általában nagyon megbízható, olyan cselekvési irányt javasol, amely ellentétes a gazdálkodó saját mérlegelésével? Felmerül kérdésként a MI-rendszerek által generált következményekért ki a felelős, illetve hogyan oszlik meg a felelősség (Matthias, 2004; Sparrow, 2007; Johnson, 2015; Wiseman et al., 2018) – lásd: a jogi megfontolások fejezetrészt. Mi lesz a felelősségi viszony például az eszközt alkalmazó gazda, a rendszer tervezői, vagy azok a személyek, akik megadták azokat az adatokat, amelyek alapján a betanítás készült? Fennáll annak a kockázata is, hogy nem a „hibás” felet vonják felelősségre, vagy éppen senkit sem vonnak felelősségre. Amíg ezeket a problémákat nem oldják fel, fennáll annak a veszélye, hogy a MI mezőgazdaságban rejlő potenciális előnyei nem realizálódnak, mivel a gazdálkodók, valamint a mezőgazdasági termékek és szolgáltatások termelői vonakodnak a MI elfogadásától és használatától (Sparrow et al., 2021).

Digitális (adat)biztonsággal kapcsolatos megfontolások

A magyarországi mezőgazdasági vállalkozásokban az informatikai technológiák, illetve számítógépek használata kevésbé jellemző, mint más ágazatokban (Berta, 2018). A keletkező nagy adatmennyiség – biztonságos – kezelése kihívást jelent a mezőgazdasági vállalkozások számára, miközben a hagyományos eszközök és

módszerek már nem felelnek meg a kor követelményeinek és kihívásainak, így az új, korszerűbb technikai megoldások lennének szükségesek (Pollmann, 2017).

A mezőgazdaság digitalizálása megnyitja az ajtót a kibertámadások előtt. Nem csak a más területen „szokásos” zsarolóvírusokra, szolgáltatásmegtagadási támadásokra kell gondolnunk, hanem például a MI-vezérelt gépek (autonóm permetezőgépek, önvezető traktorok és kombájnok, a terményvizsgálathoz használt robotrajok stb.) megzavarására is (Taylor, 2022), akár az MI bevetésével (Murphy, 2023). Az olyan támadások például, amelyek az autonóm traktorokat ráveszi, hogy túl mélyre ültessék a magvakat, vagy bármi egyéb módon tönkre tegyék a termést, jelentős mértékben csökkentheti akár egy egész ország mezőgazdasági kibocsátását, aminek akár katasztrofális hatásai lehetnek az élelmezésbiztonságra és súlyos gazdasági-társadalmi hatásokat generálhatnak (Sparrow et al., 2021). Ennek a kockázatnak a csökkentése érdekében fontos biztosítani a MI-rendszerek fejlesztése során megfelelő szakemberek (például etikus hackerek) bevonását a fejlesztési szakaszba (Tzachor et al., 2022).

Ha a MI kellően elterjedt lesz, és kellően fontos szerepet játszik a mezőgazdaságban, ez akár kiszolgáltatottá teheti az iparosodott országok mezőgazdasági ágazatait – háború vagy terrortámadás alatt – vagy azt megelőzően a különböző kibertámadásokkal szemben (Clarke–Knake, 2010; Sparrow et al., 2021; Dara et al., 2022).

Fennáll annak a veszélye, hogy érzékeny mezőgazdasági adatok nyilvánosságra kerülnek, vagy visszaélnék velük, megfelelő biztonsági intézkedések hiányában (Wolfert et al., 2017). Lehetséges kockázat az adatszivárgás veszélye (Taylor, 2022). Ez is súlyos következményekkel járhat a gazdálkodókra, a gazdaságokra és az élelmezésbiztonságra nézve, mivel a növényekre, az állatállományra és az ellátási láncokra vonatkozó érzékeny információk veszélybe kerülhetnek (Tzachor et al., 2022; Lennyi, 2023).

A MI-rendszerek lehetőséget adnak a mezőgazdasági szektorban dolgozók fokozott felügyelet alá helyezésére, mivel az e rendszerek által generált adatok a velük dolgozók nyomon követésére és monitorozására is szolgálnak (De Stefano, 2018). Az emberekkel fizikai érintkezésbe kerülő vagy emberi testbe integrált MI-alkalmazások további biztonsági kockázatot jelenthetnek, ha azok megtervezésére és kivitelezésére nem fordítottak kellő figyelmet, nem megfelelően használják azokat, vagy netán támadás alá kerülnek.

Algoritmikus torzítással kapcsolatos megfontolások

A gépi tanulási rendszerek kimeneteinek minősége nagymértékben függ a betanításhoz alkalmazott adatok minőségétől. Az adatok „torzítása” a GiGo-elv alapján hibás eredményekhez vezethet. A „torzítás” olyan adatot jelent, amely eltorzítja azt a valóságot, amelyet reprezentálnia kellene. Például a képfelismerő rendszereket olyan fényképek felhasználásával tanítják, amelyekben különböző fényviszonyok és hátterek találhatók, ami arra készíti a MI-t, hogy ezek alapján osztályozza az objektumokat (Slaughter et al., 2008; McCarthy et al., 2010). Kétféle torzításról beszélhetünk:

- Más régióban betanított rendszerek alkalmazása eltérő környezeti viszonyok között (Keogh–Henry, 2016) számos problémát okozhat a mezőgazdasági termelő számára.
- Problémát jelenthet az is, hogy az adatokat előállító gazdálkodási gyakorlatok és környezetek jobbra ipari gazdálkodási gyakorlatok. A világ számos részén viszont még hagyományai vannak a kisüzemi és őshonos gazdálkodásnak, amelyek valószínűleg nem generálnak olyan adatokat, amelyeket a MI-rendszerek betanításához használnak, mivel a digitális mezőgazdaság technológiái nem játszanak ott szerepet. Ennek következménye lehet, hogy a mezőgazdasági MI rosszul fogja szolgálni, vagy éppen kizárja a helyi gazdaságokat. Így a társadalom nem profitálna a helyi éghajlat, a növény- és állatvilág hagyományokban rejlő értékes ismereteiből (Sparrow et al., 2021).

Gazdasági sebezhetőséggel kapcsolatos megfontolások

Bridle (2018) szerint olyan MI-t alkalmazó rendszerek lépései, amelyek jelentősen befolyásolhatnak tőzsdei árfolyamokat, olyan gazdasági következményeket generálhatnak, amelyek kihathatnak a mezőgazdaságra, az élelmiszer alapanyagok és az élelmiszerek áraira, az elérhetőségre, és akár a teljes mezőgazdasági szektor válságát okozhatják. Az adatok nem csak a szűk értelemben vett mezőgazdasági telepről, üzemből származhatnak; a teljes értéklánc állítja elő és használja fel az adatokat, így nem csak egy adott telepre, üzemre lehetnek hatással, hanem az egész élelmiszer-vertikumra (Szöke–Kovács, 2020).

Ide kapcsolható az alkalmazott technológiától való függés is: Azon túl, hogy a hagyományos ismeretek és készségek elveszhetnek, bekövetkezhet gazdálkodási gyakorlatok sokszínűségének hiánya is. A MI technológiára való túlzott támaszkodás sebezhetővé teheti a gazdálkodókat (például rendszerhibák, adatvesztés vagy műszaki problémák során) bekövetkező zavarok esetén. Ez a tényező is jelentős kockázatot jelent a gazdálkodók és a tágabb élelmiszergazdaság számára (Dara et al., 2022).

A gazdálkodási folyamatok automatizálása a gazdálkodók autonómiájának elvesztéséhez vezethet, akik döntéshozataluk során függővé válhatnak a MI-rendszerektől (Sparrow et al., 2021), illetve azok gyártóitól (BMEL, 2018). A döntéshozatal helye megváltozhat, a mezőgazdasági szakember kezéből átkerülhet az adatokat birtokló szervezetekhez.

Gazdasági egyenlőtlenségek elmélyülésével kapcsolatos megfontolások

A MI rendszereket használó gazdálkodók versenyelőnybe kerülhetnek a technológia alacsonyabb fokán álló rendszerek használóival szemben. Konfliktusok kialakulásának lehetősége is fennáll a két csoport között (BMEL, 2018). A korszerű MI-alapú gazdaságok több és jobb információhoz jutnak, az információhoz való hozzáférés egyenlőtlenségei hozzájárulhatnak a piaci verseny torzításához.

A magas bevezetési költségek miatt a MI-eszközök nem mindig megfizethetők a kevésbé tőkeerős gazdaságok számára, ami súlyosbíthatja a mezőgazdaságban

meglévő egyenlőtlenségeket, és korlátozhatja a korszerű technológiákhoz való hozzáférést azok számára, akiknek talán a legnagyobb szükségük lenne rá. További tőke- és hatalomkoncentráció következhet be a nagy mezőgazdasági vállalkozások javára (Galaz et al., 2021; Taylor, 2022; Barangé, 2023).

A MI technológiát többnyire olyan nagyvállalatok fejlesztik és birtokolják, amelyek erejüket felhasználva uralják a piacot és irányítják az egész élelmiszerellátási láncot. Ez a hatalom- és tőkekoncentráció gazdasági-társadalmi egyenlőtlenségek elmélyüléséhez vezethet, mivel a kisebb gazdaságok nehezen vehetik fel a versenyt a nagyvállalatokkal (Wolfert et al., 2017; Fleming et al., 2018; Sparrow et al., 2021; Cropin, 2021).

Mezőgazdasági munkahelyekkel kapcsolatos megfontolások

A MI elterjedésének sokszor emlegetett, jelentősnek tartott rövid távú kockázata, a tömeges munkanélküliség kialakulása (Nagy–Hajdu, 2021), amely a mezőgazdaságban is – egyes munkakörökben – éreztetni fogja a hatását. A MI-val ellátott mezőgazdasági robotok használata leginkább az alacsonyabb képzettséget igénylő, elsősorban manuális munkát végző munkavállalókat veszélyezteti. Emellett az a gondolat is elterjedt, hogy a MI számos szellemi munkakört is megszüntethet (Brynjolfsson–McAfee, 2014). A MI tehát a mezőgazdaságban, akárcsak – a gazdaság más területein –, munkájuk elvesztésével fenyegetheti mind a fizikai, mind a szellemi munkakörben foglalkoztatottakat (Frey–Osborne, 2017).

A MI azon képessége, hogy helyettesítse az embereket a kognitív feladatok elvégzésében, vonzóvá teszi a gazdaság szereplői számára. Ha a gépek képesek nagyobb hatékonysággal ellátni azokat a feladatokat, amelyek bizonyos termékek előállításához és szolgáltatások nyújtásához szükségesek, akkor aligha lesz ösztönzés az emberi munkaerő alkalmazására. Egy munka számítógépesítésre való alkalmassága attól függ, hogy túlnyomórészt kognitív vagy manuális munkáról van-e szó, valamint, hogy rutinszerű-e vagy nem (Autor et al., 2003; Frey–Osborne, 2017). Az biztosan állíthatjuk, hogy a MI az agráriumban is a munka jellegének átalakulásához fog vezetni (Sparrow et al., 2021).

A MI elterjedése tehát várhatóan munkahelyek megszűnését is okozhatja, míg egyúttal várhatóan új, magasabb szintű szakképzettséget igénylő munkahelyeket is teremthet, továbbá lehetőséget teremt egyéb – például kreativitást igénylő – munkák elvégzésére (Duggal, 2023). Várhatóan kevesebb emberre lesz szükség a MI-rendszerek felügyeletére, de ugyanakkor ez a fajta munka magasabb szakértelmet fog igényelni (Bell et al., 2015). Várhatóan megfigyelhető lesz az is, hogy ha az emberek számára csak olyan munkák állnak majd rendelkezésre, amelyeket a gépek nem tudnak elvégezni, e megmaradt munkák közül soknak az elvégzéséhez valószínűleg a jelenleginél is kevesebb szakértelemre lesz szükség (Bell et al., 2015; Carr, 2015).

Kutatók feltételezik, hogy a jövőben egy gazdaság irányítása alig fog különbözni bármely más vállalkozás irányításától, amelyet emberekből és robotokból álló csapatok végeznek majd (Sparrow et al., 2021). Az oktatásnak, képzésnek döntő

szerepe van abban igény szerint, képzett munkaerőt biztosítson ezeken a területen (Európai Parlament, 2020).

A mezőgazdaságban a mérleg feltételezhetően végül negatív lesz: a MI alkalmazása kétségtelenül új munkahelyeket hoz létre, de az valószínűtlennek tűnik, hogy annyi munkahelyet teremtsen a mezőgazdaságban, mint amennyit megszüntetne (Sparrow et al., 2021).

Környezettel kapcsolatos megfontolások

A nem hatékony MI-rendszerek, amelyek az erőforrás-intenzív gazdálkodási gyakorlatokat részesítik előnyben, rövid távon javíthatják a hatékonyságot, növelhetik a hozamot, de ezt általában a környezet kárára teszik. A kizárólag rövid távú terméshozam maximalizálására programozott MI figyelmen kívül hagyhatja a hosszú távú környezeti következményeket (Tzachor et al., 2022). A hosszú távon jelentkező negatív környezeti hatások – például a vegyi anyagok túlzott használata megzavarhatja a helyi növény- és állatvilág kényes egyensúlyát, ami végső soron az ökoszisztémák és a biológiai sokféleség károsodásához vezethet (University of Cambridge, 2022).

A MI hozzájárulhat a monokultúra terjedéséhez, aminek közismert negatív hatásai vannak a környezetre (Tilman, 1999). A génmódosított növények kifejlesztése és nagyobb arányú alkalmazása fordulhat elő, és a mezőgazdaságot kiszolgáltatottabbá teszi, mivel a növénybetegség iránti nagyobb fogékonyság kialakulás következtében termés kiesés állhat elő (Sparrow et al., 2021).

Előfordulhat, hogy egy bizonyos régió adatai alapján képzett MI-rendszerek használata nem veszi figyelembe más régiók egyedi környezeti tényezőit és biológiai sokféleségét (Sparrow et al., 2021). Ez szintén nem kívánt következményekhez vezethet, és tovább súlyosbíthatja a biológiai sokféleség csökkenését (Taylor, 2022).

A MI technológia alkalmazása tehát környezetvédelmi költségekkel jár (Sparrow et al., 2021). A környezeti hatás minimalizálása érdekében kulcsfontosságú, hogy az új technológiákat felelősségteljesen fejlesszék és előzetesen, kísérleti körülmények között teszteljék annak biztosítása érdekében, hogy biztonságosak legyenek a nem kívánt következmények ellen (Tzachor et al., 2022; Európai Parlament, 2023).

Biztosítani kell, hogy a mezőgazdaságban a MI megoldásai hosszú távon fenntarthatóak legyenek mind gazdasági, mind környezeti szempontból, és ne mérítsék ki a természeti erőforrásokat.

A természeti világtól való elidegenedés kérdése

A MI-rendszerek leegyszerűsítik, eltorzítják a világról alkotott képünket. Mindent adatokká transzformálnak és ezzel szem előtt téveszthetjük a természeti világot (Ellul, 1964; Heidegger, 1977). Ha a MI széleskörű alkalmazása a mezőgazdaságban megváltoztatja azt, ahogyan a természeti világot és a benne elfoglalt helyünket érzékeljük és értékeljük, azáltal, hogy elsősorban az adatok szemszögéből tekintünk rá, ez alááshatja például a környezetvédelmi kezdeményezések politikai támogatottságát.

A MI helytelen alkalmazása negatív hatással lehet az állatjólétre is. Az állatok valós szenvedéseit bizonyos mezőgazdasági összefüggésekben elhomályosíthatják mind az összegyűjtött adatok, mind az azokból képzett összefüggések (Woods, 2012; Holloway et al., 2013; Holloway et al., 2014).

Ha a természetet mint elemzendő, majd manipulálandó adatrendszerként kezeljük, annak számunkra is káros következményei lehetnek. Figyelembe kell(ene) venni, hogy a világunk nem írható le csupán (szám)adatok összességével, és azt is, hogy a növények és az állatok nem gépek (Sparrow et al., 2021).

A vidék és a város kapcsolatának átalakulására vonatkozó megfontolások

Ha a MI jelentős számú munkahely megszűnéséhez vezet a vidéki térségekben, az akár demográfiai változásokhoz, valamint a vidéki és városi lakosság társadalmi és politikai kapcsolatának megváltozásához vezethet (Rotz et al., 2019). Nehezebbé válhat fenntartani a gazdálkodók és az agrárszektor – politikai és anyagi – támogatását, ha azt a fejlődés következtében pusztán az információtechnológiai szektor egyik szeletének tekintik majd, vagy ha az ágazatban a vagyonzkoncentráció (politikai) ellenérzést vált ki.

Válaszul a mezőgazdasági munkalehetőségek csökkenésére, az új vállalkozások vidéken történő megjelenése – például a vendéglátásban, vagy a turizmusban (Zsótér, 2006) –, valamint a munkahelyek átrendeződése a mezőgazdaságban fokozatosan elmoshatják a kulturális különbségeket a városi és vidéki térségek között (Gosnell–Abrams, 2011; Klerkx et al., 2019; Zsótér et al., 2020), gazdasági és politikai változásokat indukálva (Sparrow et al., 2021).

4. Záró gondolatok

A MI számos potenciális lehetőséggel rendelkezik, ez vonzóvá teszi a mezőgazdasági szektorban működő gazdálkodók, valamint az MI-rendszerek szállítói számára.

A lehetőségek és előnyök mellett számos kockázattal, veszéllyel kell szembenézni az új technológia bevezetése és alkalmazása során. A MI olyan kihívások elé állítja az agráriumot, amelyek kezelésére még nem alakultak ki, csupán alakulnak a megfelelő(nek tűnő) válaszok.

Elemzők szerint a már a közeljövőben előállhat olyan piaci-gazdasági környezet, amely nem fog kedvezni a MI további terjedésének a mezőgazdaságban sem. A fő tényezők: az új technológia iránti befektetői és felhasználói érdeklődés jelentős mérséklődése, a fejlesztés egyre növekvő költségei és a szigorú szabályozás iránti igény (Nemes, 2023).

Irodalomjegyzék

- Ambrus B. (2021): Robottechnika alkalmazási lehetőségei a szántóföldi növényvédelemben. *Acta Agronomica Óváriensis*, 62 (1): 67–97.
- Annosi, M. C., Brunetta, F., Monti, A. Nat, F. (2019): Is the trend your friend? An analysis of technology 4.0 investment decisions in agricultural SMEs. *Computers in Industry*, 109: 59–71. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.04.003>

- Autor, D., Levy, F., Murnane, R. J. (2003): The skill content of recent technological change: An empirical exploration. *The Quarterly Journal of Economics*, 118 (4): 1279–1333. <https://doi.org/10.1162/003355303322552801>
- Barangé, L. (2023): Artificial Intelligence: How could it transform agriculture? <<https://alliancebioversityciat.org/stories/artificial-intelligence-agriculture>> (2023.09.28.)
- Bell, S. E., Hullinger, A., Brislen, L. (2015): Manipulated masculinities: Agribusiness, deskilling, and the rise of the businessman–farmer in the United States. *Rural Sociology*, 80 (3): 285–313.
- Berta O. (2018): Információs technológiák használata a magyar mezőgazdasági vállalkozások menedzsmentjében: avagy egy digitális agrárgazdasági kutatás eredményei. *Gazdálkodás*, 62 (4): 337–352.
- BMEL – Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (szerk.) (2018): Digitalisierung in der Landwirtschaft 2018. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. <https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/digitalpolitik-landwirtschaft.pdf?__blob=publicationFile&v=9> (2023.09.06.)
- Bonneau, V., Copigneaux, B., Probst, L., Pedersen, B. (2017): Industry 4.0 in agriculture: Focus on IoT aspects. Digital Transformation Monitor. Európai Bizottság. <<https://ati.ec.europa.eu/sites/default/files/2020-07/Industry%204.0%20in%20Agriculture%20-%20Focus%20on%20IoT%20aspects%20%28v1%29.pdf>> (2023.08.10.)
- Bógel Gy. (2018): A dolgok internetének hatása az ellátási láncokra: a mezőgazdaság példája. *Logisztikai trendek és legjobb gyakorlatok*, 4 (2): 23–27. <https://doi.org/10.21405/logtrend.2018.4.2.23>
- Bridle, J. (2018): *New dark age: Technology and the end of the future*. Verso.
- Brynjolfsson, E., McAfee, A. (2014): *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. Norton.
- Burrell, J. (2016): How the machine ‘thinks’: Understanding opacity in machine learning algorithms. *Big Data and Society*, 3 (1): 1–12. <https://doi.org/10.1177/2053951715622512>
- Carr, N. (2015): *The glass cage: How our computers are changing us*. Vintage.
- Chui, M., Manyika, J., Miremadi, M., Henke, N., Chung, R., Nel, P., Malhotra, S. (2018): Notes from the AI frontier: Applications and value of deep learning. McKinsey Global Institute. <<https://www.mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence/notes-from-the-ai-frontier-applications-and-value-of-deep-learning>> (2023.08.10.)
- Clarke, R. A., Knake, R. (2010): *Cyber war: The next threat to national security and what to do about it*. Ecco Books.
- Columbus, L. (2021): 10 Ways AI Has The Potential To Improve Agriculture In 2021. Forbes. <<https://www.forbes.com/sites/louisacolumbus/2021/02/17/10-ways-ai-has-the-potential-to-improve-agriculture-in-2021/>> (2023.08.10.)
- Cropin (2021): Ethical and Safe AI In Agriculture: Considerations for Lending & Insurance. <<https://www.cropin.com/blogs/ethical-and-safe-ai-in-agriculture-considerations-for-lending-insurance>> (2023.08.10.)
- Czékus M. (2021): Mesterséges intelligenciával támogatott mezőgazdaság. *Mezőhír* 2021/5. <<https://mezohir.hu/2021/05/10/mesterseges-intelligencia-az-agrariumban-mezogazdasag/>> (2023.09.10.)
- Dara, R., Hazrati Fard, S. M., Kaur, J. (2022): Recommendations for ethical and responsible use of artificial intelligence in digital agriculture. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 5: 884192. <https://doi.org/10.3389/frai.2022.884192>
- De Stefano, V. (2018): Negotiating the algorithm: Automation, artificial intelligence and labour protection. Working paper. International Labor Office. <https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---emp_policy/documents/publication/wcms_634157.pdf> (2023.08.10.)
- Deter, A. (2018): Landwirtschaft 4.0 – endlich mal praktisch. *Top Agrar*, (3): 116–117. <<https://www.topagrar.com/technik/news/landwirtschaft-4-0-endlich-mal-praktisch-9372736.html>> (2023.08.10.)

- Duggal, N. (2023): Advantages and Disadvantages of Artificial Intelligence [AI]. Simplilearn. <<https://www.simplilearn.com/advantages-and-disadvantages-of-artificial-intelligence-article>> (2023.08.10.)
- Eisenberger, I., Hödl, E., Huber, A., Lachmayer, K., Mittermüller, B. (2017): „Smart Farming” – Rechtliche Perspektiven. In Norer, R., Holzer, G. (szerk.): *Agrarrecht. Jahrbuch*. NWV Verlag, Bécs. 207–223.
- Ellul, J. (1964). *The technological society*. Vintage Books.
- Európai Parlament weboldala (2023): Mi az a mesterséges intelligencia és mire használják? <<https://www.europarl.europa.eu/news/hu/headlines/society/20200827STO85804/mi-az-a-mesterseges-intelligencia-es-mire-hasznaljak>> (2023.08.10.)
- Európai Parlament weboldala (2020): A mesterséges intelligencia használata és veszélyei <<https://www.europarl.europa.eu/news/hu/headlines/society/20200918STO87404/a-mesterseges-intelligencia-hasznalata-es-veszelyei>> (2023.08.10.)
- FEFAC (2018): EU Code of conduct on agricultural data sharing by contractual agreement 2018 <https://fefac.eu/wp-content/uploads/2020/07/eu_code_of_conduct_on_agricultural_data_sharing-1.pdf> (2023.09.10.)
- Fleming, A., Jakku, E., Lim-Camacho, L., Taylor, B., Thorburn, P. (2018): Is big data for big farming or for everyone? Perceptions in the Australian grains industry. *Agronomy for Sustainable Development*, 38 (3): 24–34. <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0501-y>
- Frey, C. B., Osborne, M. A. (2017): The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114: 254–280. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>
- Galaz, V., Centeno, M. A., Callahan, P. W., Causevic, A., Patterson, Th., Brass, I., Baum, S., Farber, D., Fischer, J., Garcia, D., McPhearson, T., Jimenez, D., King, B., Larcey, P., Levy, K. (2021): Artificial intelligence, systemic risks, and sustainability. *Technology in Society*, 67: 101741. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101741>
- Gonzalez, W. (2023): How AI Is Cropping Up In The Agriculture Industry? Forbes. <<https://www.forbes.com/sites/forbesbusinesscouncil/2023/02/02/how-ai-is-cropping-up-in-the-agriculture-industry/>> (2023.08.10.)
- Gosnell, H., Abrams, J. (2011): Amenity migration: Diverse conceptualizations of drivers, socioeconomic dimensions, and emerging challenges. *GeoJournal*, 76 (4): 303–322. <https://doi.org/10.1007/s10708-009-9295-4>
- Heidegger, M. (1977): *The question concerning technology, and other essays*. Garland Publishing.
- Holloway, L., Bear, C., Wilkinson, K. (2013): Re-capturing bovine life: Robot–cow relationships, freedom and control in dairy farming. *Journal of Rural Studies*, 33: 131–140. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2013.01.006>
- Holloway, L., Bear, C., Wilkinson, K. (2014): Robotic milking technologies and renegotiating situated ethical relationships on UK dairy farms. *Agriculture and Human Values*, 31 (2): 185–199. <https://doi.org/10.1007/s10460-013-9473-3>
- Husti I. (2019): Robot vagy robot? A robotizáció térnyerése a mezőgazdaságban. *Mezőgazdasági technika*, 60 (8): 26–29. <http://technika.gmgi.hu/uploads/termek_1700/a_robotizacio_terneyerse_a_mezogazdasagban_19_08.pdf> (2023.09.10.)
- Johnson, D. G. (2015): Technology with no human responsibility? *Journal of Business Ethics*, 127 (4) 707–715. <https://doi.org/10.1007/s10551-014-2180-1>
- Keogh, M., Henry, M. (2016): *The implications of digital agriculture and big data for Australian agriculture*. Australian Farm Institute.
- Klerkx, L., Jakku, E., Labarthe, P. (2019): A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJAS – Wageningen Journal of Life Sciences*, 100315: 90–91. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>

- Köpöncei Cs. (2023): A mezőgazdaságban is hódít a mesterséges intelligencia. *Világgazdaság*. <<https://www.vg.hu/vilaggazdasag/2023/02/a-mezogazdasagban-is-hodit-a-mesterseges-intelligencia>> (2023.09.10.)
- Kunisch, M., Kloepfer, F. (2017): Landwirtschaft 4.0 im Maisanbau. *Mais*, 44 (4): 156–160.
- Lenny, D. (2023): AI in Agriculture The Future of Farming <<https://intellias.com/artificial-intelligence-in-agriculture/>> (2023.08.10.)
- Matthias, A. (2004): The responsibility gap: Ascribing responsibility for the actions of learning automata. *Ethics and Information Technology*, 6 (3): 175–183
- McCarthy, C. L., Hancock, N. H., Raine, S. R. (2010): Applied machine vision of plants: A review with implications for field deployment of automated farming operations. *Intelligent Service Robotics*, 3 (4): 209–217. <https://doi.org/10.1007/s11370-010-0075-2>
- Morgan, L. (2022): AI examples that can be used effectively in agriculture. Techtargget Network. <<https://www.techtargget.com/searchenterpriseai/feature/AI-examples-that-can-be-used-effectively-in-agriculture>> (2023.08.10.)
- Murphy, H. (2023): AI: a new tool for cyber attackers - or defenders? *Financia Times Special Report – Navigating Cyber Risk*, 2023. szeptember 21. <<https://www.ft.com/content/09d163be-0a6e-48f8-8185-6e1ba1273f42>> (2023.09.25.)
- Nagy V., Hajdu V. (2021): A mesterséges intelligencia lehetséges hatása(i) a „munka világára”. *Jelenkori társadalmi és gazdasági folyamatok*, 16 (1-2): 79–90. <https://doi.org/10.14232/jtgf.2021.1-2.79-90>
- Nemes T. (2023): Mesterséges intelligencia: már jövőre kidurrannhat a lufi. *Világgazdaság*. <<https://www.vg.hu/penz-es-tokepiac/2023/10/mesterseges-intelligencia-mar-jovore-kidurrannhat-a-lufi>> (2023.10.10.)
- Pollmann, B. (2017): Digitale Landwirtschaft: IT für Acker und Stall. <<https://biooekonomie.de/digitale-landwirtschaft-it-fuer-acker-und-stall>> (2023.09.06.)
- Rass K. (2023): Mesterséges intelligencia: áldás vagy átok? *Magyar mezőgazdaság*. <<https://magyarmezogazdasag.hu/2023/06/05/mesterseges-intelligencia-aldas-vagy-atok/>> (2023.09.10.)
- Rotz, S., Gravely, E., Mosby, I., Duncan, E., Finnis, E., Horgan, M., LeBlanc, J., Martin, R., Neufeld, H. T., Nixon, A., Pant, L., Shalla, V., Fraser, E. (2019): Automated pastures and the digital divide: How agricultural technologies are shaping labour and rural communities. *Journal of Rural Studies*, 68: 112–122. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.01.023>
- Russel, S. Norvig, P. (2010): *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Third Edition. Pearson Education Limited, New Jersey. <https://people.engr.tamu.edu/guni/csce421/files/AI_Russell_Norvig.pdf> (2023.09.10.)
- SAP (2023): Mi a mesterséges intelligencia? <<https://www.sap.com/hungary/products/artificial-intelligence/what-is-artificial-intelligence.html>> (2023.09.30.)
- Slaughter, D. C., Giles, D.K., Downey, D. (2008): Autonomous robotic weed control systems: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 61 (1): 63–78. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2007.05.008>
- Sparrow, R. (2007): Killer robots. *Journal of Applied Philosophy*, 24 (1): 62–77. <https://doi.org/10.1111/j.1468-5930.2007.00346.x>
- Sparrow, R., Howard, M., Degeling Ch. (2021): Managing the risks of artificial intelligence in agriculture. *NJAS: Impact in Agricultural and Life Sciences*, 93 (1): 172–196. <https://doi.org/10.1080/27685241.2021.2008777>
- Stonier, T. (1992). The Evolution of Machine Intelligence. In: Stoner, T. (szerk): *Beyond Information*. Springer, London. 107–133. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-1835-0_6
- Szabó I. (2019): Az agrárinformatika helyzete, fejlődési irányai hazánkban és nemzetközi kitekintésben. *Állattenyésztés és takarmányozás*, 68 (3): 185–194.
- Szalavetz A. (2019): Mesterséges intelligencia és technológiavezérelt termelési hatékonyságemelés. *Külgazdaság*, 63 (7-8): 53–79. <http://real.mtak.hu/102427/1/Szalavetz_MI_Final.pdf> (2023.09.10.)

- Szőke V., Kovács L. (2020): Mezőgazdaság 4.0 – relevancia, lehetőségek, kihívások. *Gazdálkodás*, 64 (4): 289–304. <http://real-j.mtak.hu/21239/1/gazd_2021_65_1.pdf> (2023.09.10.)
- Taddy, M. (2018): The technological elements of artificial intelligence. *National Bureau of Economic Research*. Working Papers No. 24301. <https://doi.org/10.3386/w24301>
- Taylor, M. (2022): Researchers Warn of Risks of Using AI in Agriculture. Laboratory Equipment. News. <<https://www.laboratoryequipment.com/583705-Researchers-Warn-of-Risks-of-Using-AI-in-Agriculture/>> (2023.08.10.)
- Tilman, D. (1999): Global environmental impacts of agricultural expansion: The need for sustainable and efficient practices. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96 (11): 5995–6000. <https://doi.org/10.1073/pnas.96.11.5995>
- Tzachor, A., Devare, M., King, B., Avin Sh., Ó hÉigeartaigh, S. (2022): Responsible artificial intelligence in agriculture requires systemic understanding of risks and externalities. *Nature Machine Intelligence*, 4 (2): 104–109. <https://doi.org/10.1038/s42256-022-00440-4>
- University of Cambridge (2022): Risks of using AI to grow our food are substantial and must not be ignored, warn researchers. ScienceDaily. <www.sciencedaily.com/releases/2022/02/220223111240.htm> (2023.08.10.)
- Wiseman, L., Cockburn, T., Sanderson, J. (2018): Legal consequences of autonomous farming. *Farm Policy Journal*, 15 (2): 37–46.
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., Bogaardt, M.-J. (2017): Big Data in Smart Farming – A review. *Agricultural Systems*, 153: 69–80. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023>
- Woods, A. (2012): Rethinking the history of modern agriculture: British pig production, ca. 1910–65. *Twentieth Century British History*, 23 (2): 165–191. <https://doi.org/10.1093/tcbh/hwr010>
- Zsótér B. (2006): Turizmus Mezőhegyesen: a Hotel Nonius bemutatása. In: Gál József (szerk.): Európai Unió Kutatási és Oktatási Projektek Napja és Leonardo da Vinci Learn at Work Projekt-találkozó . Delfin Computer Informatikai Zrt., Hódmezővásárhely.
- Zsótér B., Búrány Á., Deák D. (2022): Egy szeged környéki mezőgazdasági Kft. készletgazdálkodása – etikai vonatkozásokkal. *Jelenkori Társadalmi és Gazdasági Folyamatok*, 17 (3-4): 99–105. <https://doi.org/10.14232/jtgf.2022.3-4.99-105>
- Zsótér B., Illés S., Simonyi P. (2020): Model of Local Economic Development in Hungarian Countryside. *European Countryside*, 12 (1): 85–98. <https://doi.org/10.2478/euco-2020-0005>