

# Mesterséges intelligencia a mezőgazdaságban – kutatásfejlesztés Magyarországon

## Zrubka Márk

Óbudai Egyetem, Innováció Menedzsment Doktori Iskola,  
mark.zrubka@stud.uni-obuda.hu

## Tóth Bence

Óbudai Egyetem, Innováció Menedzsment Doktori Iskola,  
t.bence@stud.uni-obuda.hu

*Absztrakt: A globális folyamatok a tudásalapú társadalmak és gazdasági berendezkedések irányába mutatnak, melyen belül kiemelt jelentőséggel bír a kutatás-fejlesztés és az innováció. A mezőgazdaság, mint stratégiai ágazat fejlesztése az Európai Unióban és Magyarországon is kiemelt figyelmet kap. Az agrárszektor nemzetközi versenyképességét az új technológiák fejlesztése, meghonosítása, azaz az innováció képes hatékonyan támogatni. Egyre inkább felgyorsult az általános technológiai fejlődés, amelyet a mesterséges intelligencia alapú megoldások gyors terjedése az elmúlt években tovább fokozott. A téma folyamatos szakmai és társadalmi párbeszéd alatt áll, rengeteg szabályozási, erkölcsi és etikai kérdésre keresi a világ a választ. A mesterséges intelligencia ma már minden iparágban jelen van, így a mezőgazdaságban is. Jelen tanulmány azt kívánja bemutatni, hogy ez a kutatási és fejlesztési terület hogyan áll ma Magyarországon, melyet a témában született tudományos publikációkon és megvalósított innovációkon keresztül kíván megközelíteni.*

*Kulcsszavak: mesterséges intelligencia, gépi tanulás, mezőgazdaság, innováció, kutatás-fejlesztés*

## 1 A K+F és innováció jelentősége a mezőgazdaságban

Az innováció, mint kifejezés egyre elterjedtebb lett napjainkban. A közgazdaságtanban a XX. század második felében kezdték el a kapcsolódó fogalomkészlet tudományos kidolgozását és használatát. A szorosan hozzátartozó kutatás-fejlesztéssel együtt (a továbbiakban együtt: KFI) önálló szakpolitikává vált a gazdasági kormányzásban, hiszen a versenyképesség egyik fontos pillére (Carayannis & Grigoroudis 2014). A terület felértékelődését és önállósodását a

forráselosztási mechanizmusokban való megjelenése is mutatja, hiszen az Európai Unió hétéves pénzügyi ciklusaiban és a hazai költségvetésben is jelentős önálló fejezet.

Az innováció szerepe a piacgazdaságban rendkívül jelentős, annak klasszikus elméleti háttérét a piac húzó- és a tudomány toló hatásában képzelték el eredetileg, azonban ezen teóriák rengeteget fejlődtek az elmúlt évtizedekben (Vukoszavlyev et al., 2019). Mivel a KFI stratégiai célokat is szolgál, ezért nem csak a piaci szereplők érdekeltek benne. A kormányok és nemzetközi szervezetek további ösztönzőkkel támogatják a kutatóműhelyeket, felsőoktatási intézményeket és az ipari szereplőket, hogy új tudást hozzanak létre, melyek hasznosítása kedvező gazdasági és társadalmi hatásokkal jár (Hyytinen & Toivanen, 2005; Birkner et al., 2022).

Magyarországon kiemelt nemzetgazdasági területként, stratégiai ágazatként van számon tartva a mezőgazdaság. A közbeszédben is a *Magyarország agrárország* kép tapintható ki a mindennapokban. A hazai mezőgazdaság jelentősége természetesen eltagadhatatlan a gazdaság szerkezetében. Az ágazat fontos szerepet tölt be a vidék foglalkoztatási és népességmegtartó képességében is. A vonatkozó tudományos és technológiai vívmányok segíthetnek a környezet- és klímavédelem területén megjelenő kihívások megválaszolásában (Kyriakopoulos et al., 2023). A KFI területen betöltött fontos szerepét tükrözi, hogy az agrárium a Nemzeti Intelligens Szakosodási Stratégia (2021) egyik nemzetgazdasági prioritása, a Neumann János Programban (2023) pedig a hazai innováció-politika egyik fókuszterületként került meghatározásra. Az agrárinnováció fő tématerületi kapcsolódásai tehát a gazdaságfejlesztés, társadalompolitika és vidékfejlesztés, valamint a környezet- és klímavédelem tengelyén helyezhetők el.

## 2 Mesterséges intelligencia a mezőgazdaságban

A mesterséges intelligencia (artificial intelligence, AI) egy olyan gyűjtőfogalom, amely az intelligens gépekre és számítógépes programokra utal. Az intelligencia itt értelmezhető számítási képességnek, amely célok elérését teszi lehetővé embereknek, állatoknak vagy gépeknek (McCarthy, 2007). A mesterséges intelligencia egyik alcsoportját képezi a gépi tanulás (machine learning, ML). Ez egy olyan ága a számítástudományoknak, amely adatok és algoritmusok felhasználásával szimulálja az emberi tanulást, és ezzel fokozatosan növeli a gépek vagy programok pontosságát (IBM, 2024). A gépi tanulás alá tartoznak többek között a regressziós modellek, döntésfa-alapú modellek és a neurális hálók is, amelyeknek egy alcsoportját képezi a mély tanulás (deep learning). A köznyelvben gyakran használják a mesterséges intelligencia kifejezést a gépi tanulásra, azonban a két fogalom nem felcserélhető (Kersting, 2018). Számtalan olyan mesterséges intelligencia létezik, ami nem alkalmaz gépi tanulást, ilyen

például a Deep Blue sakkszoftver is. A mezőgazdaságban az utóbbi években egyre szélesebb körben alkalmazott digitális adatgyűjtési eszközöknek köszönhetően, hatalmas mennyiségű, heterogén tulajdonságú adatokból álló adatbázisok jönnek létre. Ezeket az adatokat a gépi tanulási módszerekkel érdemes és lehetséges eredményesen elemzeni, ezért a továbbiakban elsősorban ezt a terminológiát használjuk.

A gépi tanulás módszerek a mezőgazdaság bármelyik szektorában alkalmazhatóak, ahol adatok elemzésével oldanak meg problémákat, azonban a leggyakrabban a precíziós gazdálkodásban használják. Az International Society of Precision Agriculture (2024) hivatalos definíciója szerint „a precíziós gazdálkodás egy olyan menedzsment stratégia, amely időbeli, térbeli és egyedi - a növénytermesztéshez illetve állattenyésztéshez szükséges - adatokat gyűjt, dolgoz fel és elemez, valamint azokat egyéb információkkal egészíti ki, annak érdekében, hogy segítse a változatosságot kezelő döntéstámogatási folyamatokat, növelve ezzel az erőforrások felhasználásának hatékonyságát, a produktivitást, a minőséget, a jövedelmezőséget és a fenntarthatóságot a mezőgazdasági termelés során”. A korábbi definíciók elsősorban a növénytermesztésre fókuszáltak, azonban az új meghatározás alapján a precíziós gazdálkodás magában foglalja precíziós állattartást (precision livestock farming), az okos és digitális mezőgazdaságot (smart farming, digital agriculture) és a mezőgazdaság 4.0-t is.

A növényi és állati eredetű élelmiszertermelési folyamatok legfontosabb szempontja az ökonómiailag, ökológiailag és társadalmilag elfogadható mennyiségű és minőségű élelmiszerelőállítás. Az erőforrások felhasználhatóságának időbeli és térbeli korlátozottsága is fontossá teszi a különböző termelési tényezők közötti belső összefüggések, interakciók felismerését gépi tanulással. A gépi tanulást a precíziós gazdálkodáson belül leggyakrabban a növénytermesztés, az állattartás, a talajkezelés és a vízgazdálkodás területén alkalmazzák (Liakos et al., 2018; Benos et al., 2021). A növénytermesztésen belül használják a termés hozam előrejelzésére, betegségek és gyomnövények detektálására, a termés felismerésére és minőségellenőrzésére. Az állattartáson belül elsősorban az állatok egészségügyi státuszának megállapítását, az állatjólét növelését és a termelés kiértékelését segíti. A gépi tanulás modellek sokféle szenzor adataiból képesek előrejelzéseket készíteni, mint például időjárásérzékelők vagy szarvasmarháknál GPS-es füljelzők, pedométer és nyaki transzponderek (Alexy et al., 2023). A statikus- és mozgóképek feldolgozására alkalmas gépi látási-modellek egyre dominánsabb szerepet töltenek be a precíziós gazdálkodásban (Petrovic et al., 2023). A gépi látás alkalmazásai között van például a tojótyúk jöléti viselkedésének felismerése statikus képekről (Sozzi et al., 2023) és a szőjabab betegségeinek detektálása a beszkenelt levelek mintái alapján (Pires et al., 2016). A nem gépi látás alapú kutatásra példa a kávé termés hozamának megbecslése a talaj termékenységi mutatóiból (Kouadio et al., 2018), és a brojlercsirkékben kialakuló Coccidiózis betegség előrejelzése a levegőminőség alapján (Borgonovo et al., 2020).

A precíziós gazdálkodás Magyarországon egyre népszerűbbé válik a gyakorlatban (Gaál et al., 2017). A magyar mezőgazdasági szakirodalomban is jelennek meg elméleti összefoglaló cikkek, illetve gyakorlati esettanulmányok a precíziós technológiákról. Az elméleti cikkek között találhatóak összefoglalások a technológiai fejlődés szerepéről a fenntarthatóságban (Takácsné György, 2022) és a mesterséges intelligencia módszerek elfogadásáról a gazdák körében (Horváthné Kovács et al., 2024). A gyakorlati esettanulmányok közé tartozik az okosfarmok hatásának gazdasági elemzése (Szöllősi et al., 2021) és hízókacsák súlybecslése gépi látási módszerekkel (Szabó & Alexy, 2022).

Magyarország 2020-ban elfogadott Mesterséges Intelligencia Stratégiája a gazdaság technológiai fejlettségére vonatkozó adatok alapján összesen kilenc már bevett felhasználási területet jelölt meg, köztük az agráriumot. Ennek alapján ma az alábbi területeken van információnk az alkalmazásról: mezőgazdasági gépek autonóm irányítása, precíziós növényvédő szer- és növényi tápanyag kijuttatás, terményproblémák azonosítása drónképek elemzésével, beteg állatok azonosítása mozgás alapján kameraképpel, súlybecslés kameraképpel és tápanyagok automatikus adagolása állatok egyedi igényei alapján.

### 3 A kutatás célja és módszertan

A vizsgálat célja feltérképezni, hogy Magyarország globálisan hol helyezkedik el a mezőgazdaságban alkalmazott mesterséges intelligencia tudományterületén. Ennek érdekében áttekintettük a gépi tanulás (mesterséges intelligencia), mint kutatás-fejlesztési tématerület helyzetét és popularitását Magyarországon. Az alkalmazott módszertant tekintve a tudományos kutatások aspektusában a témában született publikációk számosságát, a megvalósult innovációk szempontjából pedig a kapcsolódó K+F projekteket vizsgáltuk.

Elsőként irodalomkutatást végeztünk a *Scopus* és a *Web of Science* adatbázisokban. A gépi tanulás és mesterséges intelligencia témában megjelent tudományos közlemények keresésére egy olyan kutatás keresőszavait vettük alapul, ahol a cukorbetegség vizsgálatában alkalmazott gépi tanulás módszereket vizsgálták (Zrubka et al., 2024). A keresést kibővítettük további gépi tanulási és gépi látási modellek és algoritmusok kifejezéseivel, amelyek a mezőgazdasági irodalmi összefoglaló cikkekben találhatóak (Liakos et al., 2018; Benos et al., 2021; Petrovic et al., 2023). A mezőgazdaságra vonatkozó publikációkat egy rövid, de általános keresőkifejezéssel gyűjtöttük:

("agriculture" OR "farming" OR "irrigation" OR ("crop" OR "crops")) OR "livestock" OR "poultry" OR "pig" OR "cattle")

Ez a keresés lefedi az olyan fő területeket, mint a precíziós gazdálkodás vagy a digitális mezőgazdaság. A releváns irodalom lefedettségét úgy növeltük, hogy a keresőkifejezéseket a cikkek címében, absztraktjában és kulcsszavaiban is megnéztük. Külön keresést futtattunk a mezőgazdasági és gépi tanulás cikkekre, illetve a két szakirodalom metszetére a kifejezések kombinálásával. A keresést öt teljes év vonatkozásában (2019-2023) között végeztük el. A magyar cikkeket az ország szűrő (country/territory) segítségével választottuk ki, amely a szerző affiliációjának országát jelöli. A keresőkifejezések teljes listáját az 1. és 2. melléklet tartalmazzák.

Második lépésben a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból vagy nemzetközi forrásból, de hazai kezelésben lévő, pályázati úton támogatott K+F projektek listáját és szöveges ismertetőjét tekintettük át ugyanezen időszakban. A vizsgált mintába ( $N=5185$ ) azon pályázati konstrukciók tartoztak, ahol kutató-tudásközvetítő vagy gazdálkodó szervezet nyerhetett támogatást - tehát az egyéni vagy kutatócsoportban végzett alapkutatások nem. Ezen felül azon projekteket vizsgáltuk, ahol minden a vizsgálatához szükséges információ (tudományági besorolás) rendelkezésre állt. A projektcímek és a projekt leírások publikus adatbázisában kulcsszó (*mesterséges intelligencia*) és tudományági besorolás (*agrártudomány*) alapján futtattunk kereséseket.

## 4 Eredmények

A Scopus keresőben a megadott keresőkifejezéssel összesen 561 681 mezőgazdasági témájú publikációt találtunk (1. táblázat), melyből 2 755 (0,49%) köthető hazai affiliációhoz. A vizsgált időszakban összesen 2 396 719 gépi tanulással kapcsolatos közlemény jelent meg, ezen belül 7 563 (0,32%) magyar. A mezőgazdaságban alkalmazott gépi tanulás cikkekből 55 887 jelent meg, mindössze 209 (0,37%) magyar affiliációval.

Keresett kulcsszó	Összes	Magyarország	Hazai arány
Gépi tanulás	2 396 719	7 563	0,32%
Mezőgazdaság	561 681	2 755	0,49%
Kombinált keresés	55 887	209	0,37%

1. táblázat: A Scopus adatbázisban talált publikációk, 2019-2023. A kombinált keresés a mezőgazdaságban alkalmazott mesterséges intelligencia cikkekre utal.

A Web of Science rendszerben futtatott keresések (2. táblázat) hasonló eredményeket mutattak. A mezőgazdasági témában írt cikkek 0,54%-a rendelkezett magyar affiliációval, a gépi tanulás témájú cikkeknek 0,36%-a, a mezőgazdaságban alkalmazott gépi tanulás témájában pedig a cikkek 0,52%-a volt Magyarországhoz köthető.

Vállalkozásfejlesztés a XXI. században 2024/1. kötet  
 Újszerű meglátások és hagyományos megoldások napjaink gazdasági és  
 társadalmi problémáinak kezelésében

Keresett kulcsszó	Összes	Magyarország	Hazai arány
Gépi tanulás	1 637 846	5 849	0,36%
Mezőgazdaság	393 056	2 130	0,54%
Kombinált keresés	33 213	172	0,52%

2. táblázat: A Web of Science adatbázisban talált publikációk, 2019-2023. A kombinált keresés a mezőgazdaságban alkalmazott mesterséges intelligencia cikkekre utal.

A két adatbázis rendszerében futtatott keresések eredménye alapján nemzetközi szinten a gépi tanulással foglalkozó kutatások és publikációk körülbelül 2%-a (Scopus: 2,33%; Web of Science: 2,03%) foglalkozik mezőgazdasági témával. Míg ez az arány Magyarországon mindkét adatbázis esetében magasabb (Scopus: 2,76%; Web of Science: 2,94%). Az eredményeket Khí-négyzet próbával ellenőriztük – a gépi tanulás szakirodalomban a magyar affiliációjú cikkeknel szignifikánsan magasabb volt a mezőgazdasági témák aránya a Web of Science-ben  $\chi^2(1, N = 1\,637\,846) = 24.62, p < 0.001$ , viszont a Scopus-ban nem mutatkozott szignifikáns különbség  $\chi^2(1, N = 2\,396\,719) = 6.21, p = 0.01$ .

A pályázati úton támogatott KFI projektek esetében 286 kapcsolódott a mesterséges intelligenciához az elmúlt öt évben, ami a teljes mintának ( $N=5185$ ) 5,52%-a. Agrártudományi besorolással 405 projekt került támogatásra (7,81%), amelyből összesen hétnek volt kapcsolata a mesterséges intelligenciával, azonban ehhez kapcsolódó releváns fejlesztést csupán öt projekt végzett (3. táblázat). Ez azt jelenti, hogy a mesterséges intelligenciához kapcsolódó KFI projektek 1,75%-a fejlesztett csupán az agrárium területére.

#### Mesterséges intelligenciával foglalkozó agrártudományi KFI projektek

Dinamikus mérlegmodellekkel támogatott oldott oxigén és megvilágítás szabályozás a precíziós akvakultúrában

Precíziós öntözési szaktanácsadási rendszer kiépítése

Mezőgazdasági biztosítási és kockázatelemző rendszer

Műhold alapú erdőmonitoring rendszer fejlesztése

Távérzékeléses technikán és térképezésen alapuló szántóföldi gyomnövény monitorozó szolgáltatás

3. táblázat: KFI projektekre vonatkozó keresés eredménye, 2019-2023

## **Összefoglalás**

Az Európai Unióban az agrárium kiemelt stratégiai ágazatnak számít, amely Magyarországon kulturális és természeti okokból méginkább jelentős. A Green Deal elfogadását követően kifejezetten fontos, hogy a gazdaság elmozduljon a klímasemlegesség irányába, amely alól a mezőgazdaság sem kivétel. A kitűzött célok elérését a technológiai fejlesztések és az innovációk képesek hatékonyan támogatni, melynek rendkívül fontos eszköztára a precíziós gazdálkodás és a mesterséges intelligencia tudatos használata. Magyarországon az innováció-politika négy fókuszterületéből a digitális átállás szorosan kapcsolódik a gépi tanulást támogató fejlesztésekhez, a zöld átállás és körforgásos gazdaság pedig az agrárinnovációk ösztönzéséhez. 2020 óta rendelkezünk Mesterséges Intelligencia Stratégiával, amely jó példaként említi az agráriumot, ahol a technológiát már alkalmazzák a gyakorlatban. A fentiekkel összhangban áll a jelen vizsgálat eredménye. A gépi tanúlással foglalkozó és azon belül mezőgazdasági témához kapcsolódó tudományos publikációk hazai aránya (Scopus: 2,76%; Web of Science: 2,94%) magasabb a nemzetközihez képest (Scopus:2,33%; Web of Science: 2,03%). Megállapítható ugyanakkor, hogy a KFI projektek aránya ennél alacsonyabb (1,75%), amely azt mutatja, hogy jelenleg a tudományos alap kutatás jelentősebb, mint az innovációs célzatú kutatás-fejlesztés. Fontos megjegyezni, hogy kutatásunk nem fedi le teljesen a magyar precíziós gazdálkodás szakirodalmát. Egy következő kutatás feladata összefoglalót készíteni a mezőgazdaságban alkalmazott gépi tanulásról Magyarországon. A jelen keresések eredményeit az AgEcon Search és a Matarka adatbázisok találataival célszerű kiegészíteni.

## **Köszönetnyilvánítás**

Az OE-RH-442/2024. számú projekt a vállalatoknál végezhető doktoranduszi kutatómunka elősegítését és eredmények hasznosulását ösztönző együttműködések - hazai KFI programokkal releváns - támogatására megalapított Óbudai Egyetem Kooperatív Doktori Hallgatói Ösztöndíj Program keretében valósul meg, az Óbudai Egyetem Tehetséggondozó Alapjából.

Továbbá köszönjük a témavezetőinknek, Dr. Szabó Istvánnak, Dr. Takácsné Prof. Dr. György Katalinnak és Angyalné Dr. Alexy Mártának a támogatást és a kézirat lektorálását.

### Hivatkozások

- [1] 1428/2021. (VII. 2.) Korm. határozat a 2021–2027. évekre vonatkozó Nemzeti Intelligens Szakosodási Stratégia (S3) elfogadásáról
- [2] Alexy, M., Biskup, M., Barkó, B., Balogh, P., Pajor, G., Szabó, S., & Molnár, B. (2023). Digital solutions for tracking livestock movement in outdoor farming systems. In IEEE (szerk.), 2nd International Conference on Cognitive Mobility (CogMob) pp. 10-16.
- [3] Benos, L., Tagarakis, A. C., Dolias, G., Berruto, R., Kateris, D., & Bochtis, D. (2021). Machine Learning in Agriculture: A Comprehensive Updated Review. *Sensors*, 21(11), Article 11. <https://doi.org/10.3390/s21113758>
- [4] Birkner, Z., Mészáros, Á., Szabó, I. (2022): Handling regional research, development and innovation (RDI) disparities in Hungary: New measures of university-based innovation ecosystem. *Regional Statistics* 12(4), pp. 27-55. <http://doi.org/10.15196/RS120402>
- [5] Borgonovo, F., Ferrante, V., Grilli, G., Pascuzzo, R., Vantini, S., & Guarino, M. (2020). A Data-Driven Prediction Method for an Early Warning of Coccidiosis in Intensive Livestock Systems: A Preliminary Study. *Animals*, 10(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/ani10040747>
- [6] Carayannis, E., Grigoroudis, E. (2014). Linking innovation, productivity, and competitiveness: Implications for policy and practice. *Journal of Technology Transfer* 39(2), pp. 199-218. <https://doi.org/10.1007/s10961-012-9295-2>
- [7] Gaál M., Kiss A., Péter K., Sulyok D., Takácsné György K., Domán C., Illés I., & Keményné Horváth Z. (2017). A precíziós szántóföldi növénytermesztés összehasonlító vizsgálata (Kemény G., Lámfalusi I., & Molnár A., Eds.). Agrárgazdasági Kutató Intézet. <https://doi.org/10.7896/ak1703>
- [8] Hyytinen, A., Toivanen, O. (2005). Do financial constraints hold back innovation and growth?: Evidence on the role of public policy. *Research Policy* 34(9), pp. 1385-1403. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2005.06.004>
- [9] Horváthné Kovács, B., Zörög, Z., & Bús, B. G. (2024). Mesterséges intelligencia a precíziós állattartók vezetői döntéseiben: Bízna-e a gazdák az adatokban? *Gazdálkodás*, 68(1), pp. 18–42. [https://doi.org/10.53079/GAZDALKODAS.68.1.t.pp\\_18-42](https://doi.org/10.53079/GAZDALKODAS.68.1.t.pp_18-42)
- [10] IBM. What Is Machine Learning (ML)? | IBM. <https://www.ibm.com/topics/machine-learning> (Letöltve: 2024. április 5.)



- [11] International Society of Precision Agriculture. (2024). Precision Ag Definition | International Society of Precision Agriculture. <https://www.ispag.org/about/definition>
- [12] Kersting, K. (2018). Machine Learning and Artificial Intelligence: Two Fellow Travelers on the Quest for Intelligent Behavior in Machines. *Frontiers in Big Data*, 1, 6. <https://doi.org/10.3389/fdata.2018.00006>
- [13] Kouadio, L., Deo, R. C., Byrareddy, V., Adamowski, J. F., Mushtaq, S., & Phuong Nguyen, V. (2018). Artificial intelligence approach for the prediction of Robusta coffee yield using soil fertility properties. *Computers and Electronics in Agriculture*, 155, pp. 324–338. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.10.014>
- [14] Kulturális és Innovációs Minisztérium (2023). Neumann János Program <https://nkfih.gov.hu/hivatalrol/hivatal-kiadvanyai/neumann-janos-program> (Letöltve: 2024. április 30.)
- [15] Kyriakopoulos, G. L., Sebos, I., Triantafyllou, E., Stamopoulos, D., Dimas, P. (2023). *Applied Sciences* 13(4), 2216. <https://doi.org/10.3390/app13042216>
- [16] Liakos, K., Busato, P., Moshou, D., Pearson, S., & Bochtis, D. (2018). Machine Learning in Agriculture: A Review. *Sensors*, 18(8), 2674. <https://doi.org/10.3390/s18082674>
- [17] McCarthy, J. (2007). WHAT IS ARTIFICIAL INTELLIGENCE? Technical report, Stanford University, Available online at: <https://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai.pdf> (Letöltve: 2024. április 5.)
- [18] Petrovic, B., Tunguz, V., & Bartos, P. (2023). Application of computer vision in livestock and crop production—A review. 1(1).
- [19] Pires, R. D. L., Gonçalves, D. N., Oruê, J. P. M., Kanashiro, W. E. S., Rodrigues, J. F., Machado, B. B., & Gonçalves, W. N. (2016). Local descriptors for soybean disease recognition. *Computers and Electronics in Agriculture*, 125, pp. 48–55. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2016.04.032>
- [20] Sozzi, M., Pillan, G., Ciarelli, C., Marinello, F., Pirrone, F., Bordignon, F., Bordignon, A., Xiccato, G., & Trocino, A. (2023). Measuring Comfort Behaviours in Laying Hens Using Deep-Learning Tools. *Animals*, 13(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/ani13010033>
- [21] Szabó, S., & Alexy, M. (2022). Practical Aspects of Weight Measurement Using Image Processing Methods in Waterfowl Production. *Agriculture*, 12(11), 1869. <https://doi.org/10.3390/agriculture12111869>
- [22] Szöllösi, L., Béres, E., & Szűcs, I. (2021). Effects of modern technology on broiler chicken performance and economic indicators – a Hungarian case

study. *Italian Journal of Animal Science*, 20(1), pp. 188–194.  
<https://doi.org/10.1080/1828051X.2021.1877575>

- [23] Takácsné György K. (2022). A technológiai fejlődés hozzájárulása a fenntarthatósághoz az agrárgazdaságban. *Gazdálkodás*, 66(5), 395–413.  
[https://doi.org/10.53079/GAZDALKODAS.66.5.t.pp\\_395-413](https://doi.org/10.53079/GAZDALKODAS.66.5.t.pp_395-413)
- [24] Vukoszavlyev, Sz., Polereczki, Zs., Kovács, B. (2019). Az innováció fogalmának fejlődése. *Egészségpiaci kutatások*, 185-195.
- [25] Zrubka, Z., Kertész, G., Gulácsi, L., Czere, J., Hölgyesi, Á., Nezhad, H. M., Mosavi, A., Kovács, L., Butte, A. J., & Péntek, M. (2024). The Reporting Quality of Machine Learning Studies on Pediatric Diabetes Mellitus: Systematic Review. *Journal of Medical Internet Research*, 26(1), e47430. <https://doi.org/10.2196/47430>

## 1. Melléklet: Scopus keresőkifejezések

( TITLE-ABS-KEY ( "agriculture" OR "farming" OR "irrigation" OR ( "crop" OR "crops" ) OR "livestock" OR "poultry" OR "pig" OR "cattle" )

AND

TITLE-ABS-KEY ( "machine learning" OR " Scikit-Learn" OR ( "classification" AND "decision tree" ) OR ( "classification" AND "decision trees" ) OR ( "classification" AND ( "computer" OR "computers" ) ) OR ( "knowledge acquisition" AND ( "computer" OR "computers" ) ) OR ( "knowledge base" AND ( "computer" OR "computers" ) ) OR ( "knowledge bases" AND ( "computer" OR "computers" ) ) OR ( "knowledge representation" AND ( "computer" OR "computers" ) ) OR "ai artificial intelligence" OR "algorithm" OR "algorithms" OR "ANFIS" OR "ARIMA" OR "artificial intelligence" OR "artificial learning" OR "artificial neural" OR "arules" OR "auto encoder" OR "autoencoder" OR "autoregressive integrated moving average" OR "back propagation neural" OR "bagging" OR "boltzmann machine" OR "boltzmann machines" OR "boosting algorithm" OR "boosting machine" OR "CARET" OR "catboost" OR "computational intelligence" OR "computational intelligent" OR "computational reasoning" OR "computer reasoning" OR "computer vision system" OR "computer vision systems" OR "connectionist model" OR "connectionist models" OR "continuous ranked probability score" OR "convolutional neural" OR "darch" OR "DataExplorer" OR "decision tree" OR "decision trees" OR "deep belief network" OR "deep belief networks" OR "deep learning" OR "deep reinforcement learning" OR "deepnet" OR "deepr" OR "dimensionality reduction" OR "dplyr" OR "e1071" OR "evolutionary computation" OR "expert system" OR "expert systems" OR "extreme learning machine" OR "extreme learning machines" OR "feed forward neural" OR "fuzzy inference" OR "fuzzy logic" OR "fuzzy wavelet" OR "ggplot2" OR "gradient boosting" OR "hierarchical learning" OR "igraph" OR "k-means" OR "k-nearest" OR "Keras" OR "KernLab" OR "KNIME" OR "knowledgebase" OR "knowledgebases" OR "LightGBM" OR "long-short term memory" OR "lstm" OR "machine intelligence" OR "markov chain monte carlo" OR "Matplotlib" OR "mboost" OR "MICE Package" OR "MXNetR" OR "natural language processing" OR "net

reclassification" OR "neural fuzzy" OR "neural network" OR "neural networks" OR "neuro-fuzzy" OR "neurofuzzy" OR "nnet" OR "nonlinear auto regressive" OR "nonlinear autoregressive" OR "NumPy" OR "Orange3" OR "Pandas" OR "perceptron" OR "perceptrons" OR "persistence model" OR "persistence models" OR "predictive algorithm" OR "predictive algorithms" OR "PyTorch" OR "radial basis function" OR "random forest" OR "random matrix theory" OR "randomForest" OR "Rapid Miner" OR "recurrent wavelet" OR "ROCR" OR "Rpart" OR "Scikit-learn" OR "SciPy" OR "semi-supervised learning" OR "shiny" OR "Sisense" OR "SSDT" OR "support vector machine" OR "support vector" OR "TensorFlow" OR "Theano" OR "tidyr" OR "transfer learning" OR "wavelet neural" OR "Weka" OR "Wordcloud" OR "XGBoost" OR "Xplenty" OR "you only look once" OR ("yolo v") OR "bootstrap" OR "bayesian belief network" OR "bayesian network" OR "back-propagation network" OR "classification and regression trees" OR "chi-square automatic interaction detector" OR "counter propagation" OR "neural network" OR "expectation maximisation" OR "naive bayes" OR "generalised regression" OR "linear discriminant analysis" OR "learning vector quantization" OR "locally weighted learning" OR "multivariate adaptive regression splines" OR "linear regression" OR "least squares regression" OR "ensemble learning" OR "instance based learning" OR "principal component analysis" OR "self-organising map" ) )

AND

PUBYEAR > 2018 AND PUBYEAR < 2024 AND ( LIMIT-TO ( AFFILCOUNTRY , "Hungary" ) )

## **2. Melléklet: Web of Science keresőkifejezések**

TS=("agriculture" OR "farming" OR "irrigation" OR ( "crop" OR "crops" ) OR "livestock" OR "poultry" OR "pig" OR "cattle")

AND

TS=("machine learning" OR " Scikit-Learn" OR ("classification" AND "decision tree") OR ("classification" AND "decision trees") OR ("classification" AND ("computer" OR "computers"))) OR ("knowledge acquisition" AND ("computer" OR "computers")) OR ("knowledge base" AND ("computer" OR "computers")) OR ("knowledge bases" AND ("computer" OR "computers")) OR ("knowledge representation" AND ("computer" OR "computers")) OR "ai artificial intelligence" OR "algorithm" OR "algorithms" OR "ANFIS" OR "ARIMA" OR "artificial intelligence" OR "artificial learning" OR "artificial neural" OR "arules" OR "auto encoder" OR "autoencoder" OR "autoregressive integrated moving average" OR "back propagation neural" OR "bagging" OR "boltzmann machine" OR "boltzmann machines" OR "boosting algorithm" OR "boosting machine" OR "CARET" OR "catboost" OR "computational intelligence" OR "computational intelligent" OR "computational reasoning" OR "computer reasoning" OR "computer vision system" OR "computer vision systems" OR "connectionist model" OR "connectionist models" OR "continuous ranked probability score" OR "convolutional neural" OR "darch" OR "DataExplorer" OR "decision tree" OR "decision trees" OR "deep belief network" OR "deep belief networks" OR "deep learning" OR "deep reinforcement learning" OR "deepnet" OR "depr" OR "dimensionality reduction" OR "dplyr" OR "e1071" OR "evolutionary computation" OR "expert system" OR "expert systems" OR "extreme learning machine" OR "extreme learning machines" OR "feed forward neural" OR "fuzzy inference" OR "fuzzy logic" OR "fuzzy wavelet" OR "ggplot2" OR "gradient boosting" OR "hierarchical learning" OR "igraph" OR "k-means" OR "k-nearest" OR "Keras" OR "KernLab" OR "KNIME" OR "knowledgebase" OR

Vállalkozásfejlesztés a XXI. században 2024/1. kötet  
Újszerű meglátások és hagyományos megoldások napjaink gazdasági és  
társadalmi problémáinak kezelésében

"knowledgebases" OR "LightGBM" OR "long-short term memory" OR "lstm" OR "machine intelligence" OR "markov chain monte carlo" OR "Matplotlib" OR "mboost" OR "MICE Package" OR "MXNetR" OR "natural language processing" OR "net reclassification" OR "neural fuzzy" OR "neural network" OR "neural networks" OR "neuro-fuzzy" OR "neurofuzzy" OR "nnet" OR "nonlinear auto regressive" OR "nonlinear autoregressive" OR "NumPy" OR "Orange3" OR "Pandas" OR "perceptron" OR "perceptrons" OR "persistence model" OR "persistence models" OR "predictive algorithm" OR "predictive algorithms" OR "PyTorch" OR "radial basis function" OR "random forest" OR "random matrix theory" OR "randomForest" OR "Rapid Miner" OR "recurrent wavelet" OR "ROCR" OR "Rpart" OR "Scikit-learn" OR "SciPy" OR "semi-supervised learning" OR "shiny" OR "Sisense" OR "SSDT" OR "support vector machine" OR "support vector" OR "TensorFlow" OR "Theano" OR "tidyr" OR "transfer learning" OR "wavelet neural" OR "Weka" OR "Wordcloud" OR "XGBoost" OR "Xplenty" OR "you only look once" OR ("yolo v") OR "bootstrap" OR "bayesian belief network" OR "bayesian network" OR "back-propagation network" OR "classification and regression trees" OR "chi-square automatic interaction detector" OR "counter propagation" OR "neural network" OR "expectation maximisation" OR "naive bayes" OR "generalised regression" OR "linear discriminant analysis" OR "learning vector quantization" OR "locally weighted learning" OR "multivariate adaptive regression splines" OR "linear regression" OR "least squares regression" OR "ensemble learning" OR "instance based learning" OR "principal component analysis" OR "self-organising map" )

AND CU=HUNGARY

Refined by: PUBLICATION YEARS: ( 2019 OR 2020 OR 2021 OR 2022 OR 2023)