AZ AGRÁRDIGITALIZÁCIÓT TÁMOGATÓ INFORMÁCIÓTECHNOLÓGIAI MEGOLDÁSOK VIZSGÁLATA

RESEARCH DIRECTIONS AND OPPORTUNITES SUPPORTING THE SPREAD OF AGRICULTURE DIGITALISATION

Nátz Katalin, Véghné Kohut Dorottya, Szalay Zsigmond Gábor

[1,2]doktorandusz, [3]egyetemi docens

[1,2,3]Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

[1,2,3]Vidékfejlesztés és Fenntartható Gazdaság Intézet

E-mail: natz.katalin@phd.uni-mate.hu [1], veghne.kohut.dorottya@phd.uni-mate.hu [2], szalay.zsigmond.gabor@uni-mate.hu [3]

Összefoglalás

A digitalizáció és az automatizáció nélkül manapság nem lehet versenyelőnyre szert tenni a mostani piaci helyzetben, és ez igaz a mezőgazdaságra is. A technológiai fejlődés lehetővé teszi, hogy olyan módszereket, gépeket, precíziós eszközöket és folyamatokat lehessen alkalmazni az agrárium területén, amely csökkenti a termelési költségeket és a környezetre gyakorolt negatív hatásokat. A költségek mérséklésével a gazdálkodók növelni tudják a termelést, annak ellenére, hogy a munkaerőpiac erőforráshiánnyal küzd, amely igaz a mezőgazdaság területére is. A megjelenő kihívásokra, mint pl. az éghajlatváltozásra, a szigorú élelmezés- és táplálkozásbiztonsági előírásokra, valamint a megváltozott fogyasztói igényekre a technológia adta lehetőségek kihasználásával lehet választ adni. A gazdálkodóknak ehhez kész megoldásokra van szükségük, amelyeknek alapját az exponenciális mértékben előálló adatok adják. Az adatokat a termelők rendelkezésére szükséges bocsátani szolgáltatások formájában, támogatva ezzel a hatékonyabb döntéshozatalt. Nem elég megteremteni hozzá a megfelelő adatkörnyezetet és a használható szolgáltatást, hanem még fontos áthidalni a generációs különbségeket és az alacsony digitális készség problémáit is. Ehhez viszont elengedhetetlen egy nonprofit módon működő adatkörnyezet létrehozása, amely gyűjti az adatokat a gazdálkodási értéklánc során használt digitális eszközökből, majd mindezt a gazdálkodók számára bocsátja felhasználásra szolgáltatások formájában. Ennek segítségével megfelelőbb gazdálkodási döntéseket tud hozni.

Abstract

Without digitalisation and automation, it is not possible to gain a competitive advantage in the current market situation, and this is also true for agriculture. Technological developments make it possible to use methods, machines, precision tools and processes in agriculture that reduce production costs and the negative impact on the environment. By reducing costs, farmers will be able to increase production, despite the fact that the labor market is struggling with a lack of resources, which is also true for agriculture. For emerging challenges such as climate change, stringent food and nutrition security standards and changing consumer needs can be addressed by seizing the opportunities offered by technology. To do this, farmers need ready-made solutions based on exponentially generated data. The data needs to be made available to producers in the form of services, thus supporting more efficient decision-making. It is not enough to create the right data environment and usable service, but it is also important to bridge the generation gap and low digital literacy problems. To do this, however, it is essential to create a non-profit data environment that collects data from the digital tools used in the business value chain and then makes it available to farmers in the form of services. This will help you make better management decisions.

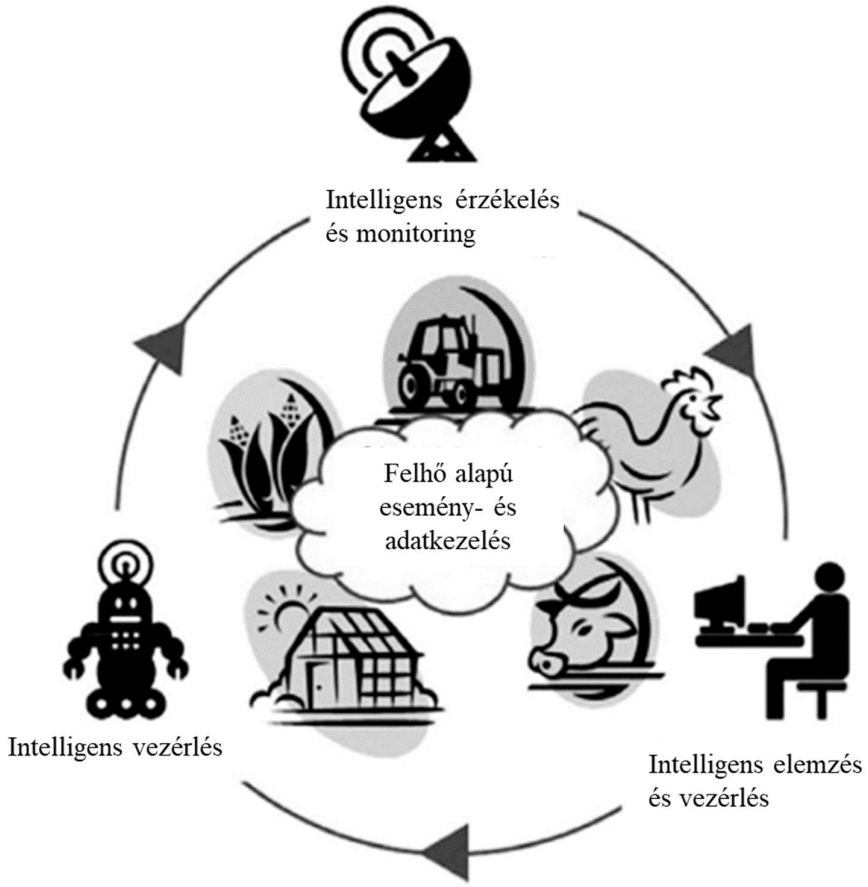
Kulcsszavak: *connectivityt, digitalizáció, agrárium, telekommunikáció, információ, innováció*
JEL besorolás: *Q55*
LCC: *S560-571.5*

Bevezetés

A mezőgazdaság súlyos kihívásokkal néz szembe az elkövetkező években, ahogy a világ többi része is. Épp ezért a gazdálkodók és a mezőgazdasági vállalatok egyre inkább a digitális technológiák felé fordulnak a termelékenység növelése, az ellátási láncok észszerűsítése és a működési költségek csökkentése érdekében.

A digitális technológiák egyre szélesebb körű elérése átalakítja a mezőgazdaságot és az élelmiszertermelést. A „smart farming" vagy „agritech" a számítógépeket és a műhold által támogatott gazdálkodást foglalja magában, a precíz digitális adatgyűjtéstől és rendelésfeldolgozástól a gépek felügyeletéig és kezeléséig. Ilyenek például az IoT-megoldások, a képeket műholdas adatokkal összekapcsoló drónok, fejőrobotok és más agráralkalmazások.

Az 1. ábrán is láthatjuk, hogy az intelligens eszközök és rendszerek miképpen válhatnak egy kiberfizikai rendszerré.



1. ábra: Smart Farming kiberfizikai rendszereinek körforgása

Forrás: Wolfert et al. (2014) alapján saját szerkesztés

A nagy teljesítményű mezőgazdasági gépek digitális érzékelőkhöz kapcsolódnak, és továbbítják a feldolgozott információkat a szántóföldön végzett további munkálatokhoz – növelve a hatékonyságot. A termőföld ilyen jellegű művelése növeli a szántóföldi kapacitást olyan élelmezési szempontból fontos terményeknél, mint például a búza, az árpa és a kukorica. Ennek eredményeként több élelmiszer áll a növekvő lakosság rendelkezésére. További előnyök közé tartozik, hogy ily módon kevésbé terhelik a környezetet, s lehetőség nyílik a növényvédelem és a műtrágya használatának optimalizálására. Kihívásokkal küzd a mezőgazdaság az élelmiszer-értéklánc „digitalizálása" terén is: olyan kérdések, mint a kiberbiztonság és az adatvédelem, a munkaerő helyettesítése és átképzése, valamint a digitális megosztottság kockázata a gazdaságok, ágazatok vagy az egyéni preferenciák között új technológiák adaptálást igényli.

Célkitűzés

A kutatói kérdések

A dolgozat célja, hogy áttekintést adjon az intelligens mezőgazdaság vagy okosgazdálkodás információtechnológiai kérdéseiről, s annak humán vetületéről.

- Hogyan illeszkedik a digitális technológia a mezőgazdasághoz, s milyen szerepet tud ebben vállalni a telekommunikációs szektor?
- Melyek a mezőgazdaságot és élelmiszertermelést átalakító digitális technológiák?
- Milyen mezőgazdasági digitalizációt mérő többtényezős mutató segítené a digitális átalakulást?
- Hogyan fest a hazai mezőgazdasági kulcsszereplők technológiai hőtérképe?

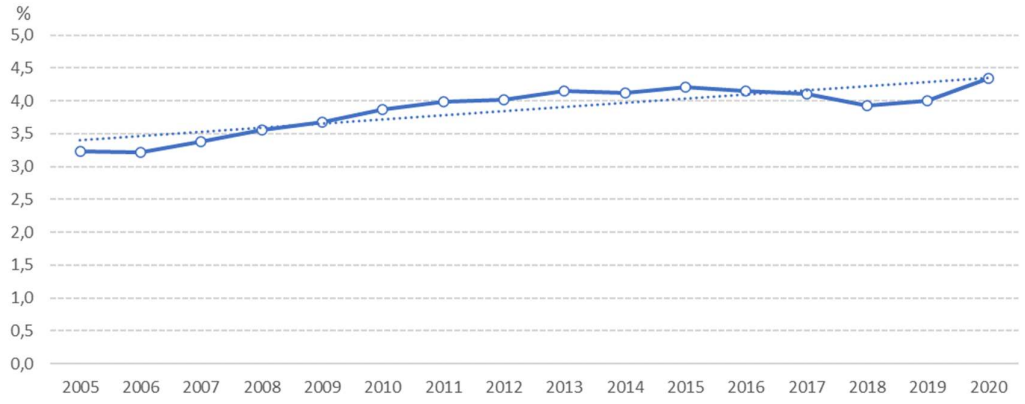
A kutatás menete

1. Szakirodalmi kutatás
    a. Az agrárdigitalizáció eddigi nemzetközi és hazai eredményei, illetve startupok és inkubátor projektek elemzése.
2. Primer kutatás
    a. Magyarországon mezőgazdasági viszonylatban rendelkezésre álló adatok elemzése döntéstámogató, prediktív és monitoring követelmények szerint.
    b. Felmérés valamint interjúk készítése az agrárpiaci szereplőkkel, az Nemzeti Agrárgazdasági Kamarával.
3. A becslési modellek összehasonlítása az agrárszoftverprojekteknél a produktivitásra vonatkozóan.
    a. Megfelelő adatbázis létrehozása és elemzése az SPSS programmal:
        i. Kutatási terv elkészítése (mintavétel, eljárások)
        ii. Minta létrehozása (n=500),
        iii. Leíró statisztika elkészítése,
        iv. Homogenitásvizsgálat,
        v. Normalitásvizsgálat,
        vi. Megfelelő statisztikai módszerek kiválasztása és alkalmazása,
    b. Anyag és módszertan fejezetben megfogalmazott vizsgálatok lebonyolítása.
4. A kapott eredmények értékelése és összevetése.

Irodalmi áttekintés

A digitalizáció megkerülhetetlen lesz a jövőben a mezőgazdaság területén, mert napjainkban még mindig vannak olyan emberek, akik éheznek világszerte. Előrejelzések alapján 2030-ra a világ népességének 8%-a még mindig alultáplált lesz (650 millió ember). Az élelmiszerek iránti kereslet folyamatosan növekszik, így 2050-re 70%-kal több élelmiszerre lesz szükség, mert 2057-re a népesség száma el fogja érni a 10 milliót a prognózisok szerint. A korlátozott erőforrások elérhetőségére, mint a termőföld és a munkaerő, továbbá az éghajlatváltozás problémáira csak innovatív megoldásokkal lehet választ adni. Ezen lehetőségek kihasználásával tudják a gazdálkodók és a felhasználók a kínálati és a keresleti egyensúlyt elérni, mindezt magas hozamok mellett, kímélve ezáltal a környezetet. A magasabb hozamok növelni fogják a világviszonylatban a mezőgazdaság részesedését a GDP-ből, amely jelenleg 4%, ahogy az 1. ábrán is látható. A Boston Consulting Group 2018-ban készült elemzése szerint öt lényeges tényező fogja meghatározni 2030-ig a mezőgazdasági ágazatot. Ezek a precíziós gazdálkodás, az automatizáció, a konszolidáció, a professzionalizmus és a munkaerőhiány. A jelentés Németországban, Franciaországban, Lengyelországban és az Egyesült Királyság térségében működő gazdálkodók válaszain alapult. A válaszolók 28 százaléka a legnagyobb problémának a szakképzett munkaerő hiányát jelölte meg, mint legnagyobb kihívást, de ez a probléma 44 százalékuk szerint az automatizációval mérsékelhető (Koerhuis, 2018.)

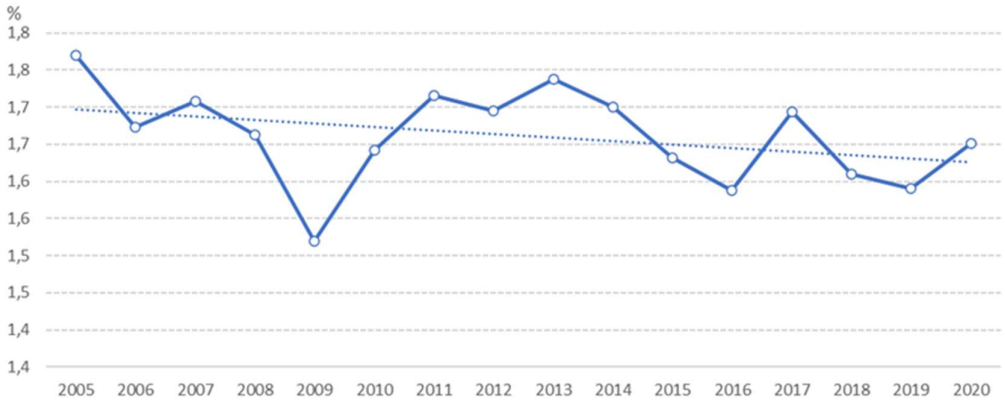
A GDP alakulása a mezőgazdaság vonatkozásában világszínvonalon emelkedő tendenciát mutat, ahogy azt a 2. ábra is szemlélteti, amely az új technológiai megoldások és az erőforrások hatékonyabb felhasználásának köszönhető.



2. ábra: A mezőgazdaság GDP aránya világviszonylatban

Forrás: World Bank adat alapján saját készítés

Viszont Európát illetően egy jelentős csökkenés figyelhető meg a 3. ábra alapján, amely



3. ábra: A mezőgazdaság GDP aránya az EU-ban

Forrás: World Bank adat alapján saját készítés

a növekvő lakosságszám mellett problémás helyzetet teremt, mert ezáltal a kibocsátás és a termelékenység is csökken, főleg azon országok esetén, ahol a digitalizációs megoldásokat kevésbé alkalmazzák.

A fentebb említett problémák miatt az agrárium működése a 21. században lassan már elképzelhetetlen információs rendszerek használata nélkül: az online számlázás, az automatizált feldolgozási folyamatok, a személyes jelenlétet nem igénylő, drónnal nyomon követett termelési folyamatok s ezen információk felhőalapú adattárolása ma már igényként merül fel a hazai kistermelők körében is. Hiszen jelenleg nagyon kevés példát látni arra, hogy a gazda maga „adatbányászik", s a levont következtetéseket használja a következő évek új telepítésekor vagy más digitális technológiát alkalmaz a meglévő termőterületeken. A mezőgazdaságban használt intelligens gazdálkodási technológiák speciális berendezésekből, szoftverekből és informatikai szolgáltatásokból fognak állni a jövőben, ahol megjelenik a kiterjesztett valóság is. Ez a technológia a számítástechnikai fejlődés következő szintje, amelynek elterjedése nagyban függ az 5G technológiától, mert ez teszi lehetővé a megnövekedett adatátviteli sebességet az internet segítségével. Ezek a technológiák ökoszisztémát hoznak létre a gazdálkodók számára, amely által valós idejű adatmegosztást tudnak végezni virtuális környezetben. Ezek a rendszerek és alkalmazásuk fogja jelenteni a Mezőgazdaság 5.0-ás generációját, amely „várhatóan a robotikán és a mesterséges intelligencia valamilyen formáján alapul majd" (Jóri, 2017.)

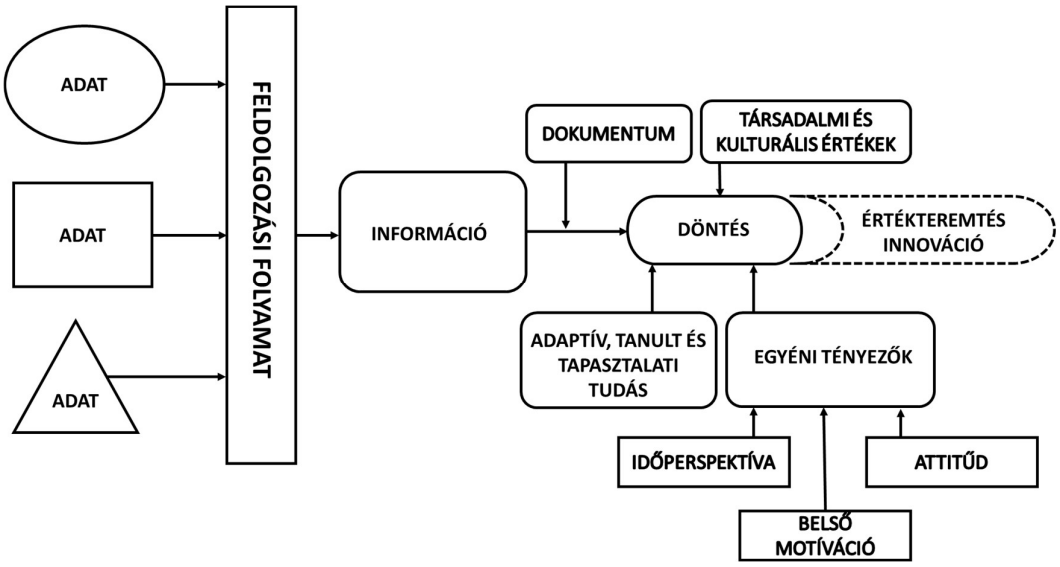
Jelenleg a Mezőgazdaság 4.0 irányába tolódnak el a folyamatok, ahol az automatizálás és a digitalizáció szorosan összefügg az ipar 4.0 fogalmával, amely innovatív technológiák sokaságát öleli fel. Az ipar 4.0-át gyakran emlegetik együtt a digitális gazdaság fogalmával. Yang szerint a digitális gazdaság a teljes gazdasági kibocsátásnak azt a részét jelenti, amely a nemzetközi dimenziókból származó digitális inputból származik, amely magában foglalja a

digitális kompetenciát, a berendezéseket (kommunikációs eszközök, szoftverek és hardverek), valamint a termelésben felhasznált köztes digitalizált szolgáltatásokat és árukat. Mindezek a digitalizált gazdaság alapjait jelentik (Williams, 2021).

A mezőgazdasági termelők számára az lesz az igazi kihívás az ipar 4.0 tekintetben, hogy a technológiák és trendek sokaságából azonosítsák azokat, amelyekkel a hosszú távú versenyképességük biztosítható (Dillinger-Messmer-Reinhart, 2021). A termelők közötti adatcsere viszont interoperabilitást, amely a különböző informatikai rendszerek együttműködésre való képességét és integrációját jelenti, és adatszuverenitást igényel. Az ipari és mezőgazdasági termelés alkalmazási területein ezért megfontolandó, sőt kívánatos az integrált megközelítés, amely magában foglalja mind az Ipar 4.0, mind az International Data Space (IDS) technológiáit (Jacoby et al., 2021). Az International Data Spaces (IDS) egy olyan adathálózat, amely az adatszuverenitásra, az adatszolgáltató azon képességére összpontosít, hogy meghatározza, ki és hogyan használhatja fel saját adatait. A központi komponens, az IDS-csatlakozó egy átjáró a hálózathoz. Az adatbiztonság és szuverenitás biztosítása érdekében ezen eszközöket folyamatosan fejlesztik. A DIN SPEC 27070 követelményeket és referenciaarchitektúrát határoz meg a biztonsági átjárókhoz, amelyek biztosítják az ipari adatok és szolgáltatások megbízható cseréjét. Ez utóbbihoz tartozik az Ipar 4.0 „digitális iker" koncepciója is, amely forró vitatéma minden olyan kezdeményezésben, amely a hálózatba kapcsolt ipari és mezőgazdasági termelés szolgáltatási és adatinfrastruktúráinak kidolgozását és létrehozását célozza meg. Bár nem újdonság, hiszen a kifejezést és a fogalmat már több mint húsz éve használták a termékéletciklus-menedzsmenttel összefüggésben, de a fizikai eszközök digitalizálása és ezáltal virtualizációja miatt egyre jobban felkelti a figyelmet az agráriumban is.

A digitális technológiák új lehetőségeket teremtenek a kistermelők számára, integrálni lehet őket a mezőgazdaság élelmiszeripari rendszerébe (USAID, 2018). A digitalizáció az agrár-élelmiszeripar minden részére kiterjed, és optimalizálja az erőforrásokat, amelyek ezáltal egyénre szabottá és intelligenssé válnak. Az értékláncok nyomon követhetőségét és összehangoltságát teszi lehetővé részletekben menően. A digitális mezőgazdaság proaktív, produktív és alkalmazkodó rendszerek létrehozását eredményezi, ahol a készség szintű gazdálkodás a technológia vezérlésével és az információk felhasználásával tudás alapú gazdálkodássá válik. Ezek a megoldások a Mezőgazdaság 4.0 korszakához köthetőek, ahol a nagy sebességű internethálózatnak köszönhetően valós idejű adatkommunikáció lehetséges, amely segíti a megfelelő döntéshozatalt. A rendszer használatával a gazdálkodók intelligens döntések meghozására képesek támaszkodva az agrár és időjárás adatokra az adatvizualizáció

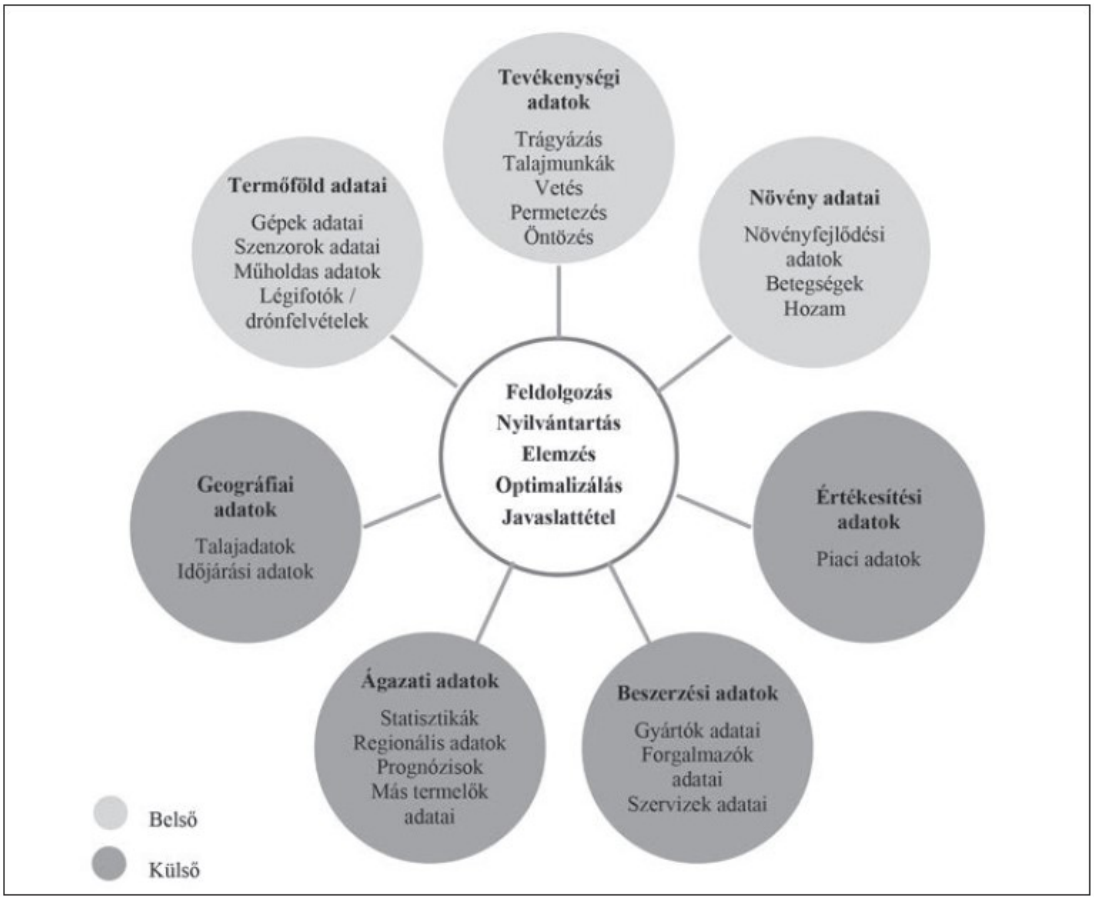
segítségével, amely minimálisra tudja csökkenteni a gazdálkodás kockázatát. Ezen megközelítés túlhalad a korábban alkalmazott precíziós gazdálkodás fogalmán, amely „olyan műszaki, informatikai, információs technológiai és termesztéstechnológiai alkalmazások összessége, amelyek hatékonyabbá teszik a szántóföldi növénytermesztést. Mindezt úgy, hogy közben a természetvédelmi és fenntarthatósági elvárásokat is egyre magasabb szinten teljesítik." (Tóth J., 2018.). Az újgenerációs mezőgazdasági működésben az adaton van a hangsúly és az abból kinyerhető információkon, amely a döntéshozatalt támogatja. Az adatok tények összessége, amely az egyéni feldolgozás által és tudással képes következtetéseket levonni, értelmezni az optimális döntés érdekében. Az 4. ábra mutatja azokat az elemeket és tényezőket, amellyel az adat eljut az információn keresztül az egyéni döntésig. Az információ segíti a gazdálkodót abban, hogy az adott helyzetben a legjobb döntés szülessen, bár az egyéni sajátosságok, mint attitűd, időprofil és motiváció is befolyásolják a döntés folyamatát. Az információgazdálkodáshoz tartozik az is, hogy egy gazdálkodó tud-e a racionalitás mellett dönteni, ha a meggyőződése és az attitűdje más. A motiváció is szerepet játszik a folyamatban, mert a belső motiváció is befolyásolja azt, hogy az egyén miképpen dolgozza fel a kapott információkat (Larson, etc, 2011). Herbert Simon korlátozott racionalitás elmélete szerint a „A komplex problémák megfogalmazásában és megoldásában, a valóságos helyzetekben előforduló problémák nagyságához viszonyítva az emberi elme kapacitása nagyon kicsi ahhoz, hogy az objektív racionalitás alapján oldhassuk meg ezeket a problémákat." (Simon, 1947) Érdekes kutatási kérdés, hogy ezt az elméletet hogyan lehet lebontani manapság az elérhető integrált rendszerekkel, szoftverekkel és alkalmazásokkal



4. ábra: A döntést befolyásoló tényezők és az adatok feldolgozási folyamata

Forrás: Gábor (1997) ötlete alapján saját szerkesztés

Az 5. ábra mutatja, hogy egy növénytermesztéssel foglalkozó vállalkozásnak milyen adatforrásai lehetnek.



5. ábra: Növénytermesztéssel foglalkozó gazdálkodás adatforrásai

Forrás: Szőke, Kovács (2020)

Az elérhető adatok megfelelő és hatékony felhasználását segítik a döntéstámogató rendszerek (Decision Support System). A temérdek mennyiségű adat a különböző tartalma miatt, képes olyan következtetésekre, amelyekre korábban nem volt példa (Szűts és Jinil, 2016). A döntéstámogató információs rendszerek segítik a különböző alternatívák létrehozását és annak értékelését, valamint azt, hogy a legjobb döntést sikerüljön meghozni (Alter, 1980). Az információk felhasználása a döntési folyamatnál bizonytalanságot csökkentő tényező. A mezőgazdasági terület működési és fejlődési folyamataihoz kapcsolódó kockázatokat és bizonytalanságot okozó tényezőket képes csökkenteni a rendszerekből kinyerhető információ a növénytermesztés, a kertészet és az állattenyésztés ágazatai közül. A nagy mennyiségű adatok kezelését teszi lehetővé a Big Data technológia, amely a mezőgazdaságban való felhasználása megváltoztathatja a szerepeket és a hatalmi viszonyokat a különböző szereplők között az élelmiszer-ellátási lánc hálózataiban (Wolfert et al., 2017; Carolan, 2017; Bronson és Knezevic,

2016; Carbonell, 2016). Itt az együttműködés és a bizalom a felek között elengedhetetlen, mert csak így lehetnek versenyképesek a piacon és az adott régión belül, ahol gazdálkodnak vagy működnek. Ennél a pontnál fontos megemlíteni a bizalomhiányt, mint társadalmi hatást, ami Magyarországra jellemző közép- és kelet európai sajátosság, amely csökkenti versenyképességünket.

A rendszerek segítségével és a kölcsönös együttműködés által a kinyert adatokat a gyártók felhasználhatják fejlesztéseikhez vagy személyre szabott új szolgáltatással léphetnek piacra. Az összekapcsoltság a munkafolyamatokat is támogatja, gondolhatunk itt a gépek távdiagnosztikájára vagy akár proaktív jelzésekre is a gazdálkodók felé. A gyártónál összegyűjtött és tárolt adatok képesek az adott lokációra vonatkozóan akár optimalizált gépbeállításokat végezni.

Az ABI Research előrejelzése szerint a dolgok internetének (IoT) kapcsolatai el fogják érni a mezőgazdaságban 2025-re a 29,7 milliót a 2020-as 13,5 millióról, amely 17,1%-os összetett éves növekedési rátát (CAGR) jelent. Az IoT-eszközöknek az egymással önálló kapcsolatot teremtő és kommunikáló eszközök hálózatát nevezzük, amely a belső és külső értéklánc digitalizációját és integrációját teszi lehetővé. Ide sorolandók a felhő alapú szolgáltatások is, ahol az adatokat, szoftvereket nem helyi adathordozón, hanem egy külsős szolgáltató eszközein, úgynevezett felhőben tárolódnak. Az IoT kapcsolatok növekedési üteme jól jelzi, hogy milyen mértékben képes az agrárszektor növekedni az adatok használatával, amely magába foglalja az időjárás adatokat, az aszálymonitoringot, a talajra vonatkozó adatokat. Az adatok korszerű felhasználásával növekedés és fejlődés érhető el, mindamellett a különbözőképpen jelentkező kihívásokra is választ tud adni. A mesterséges intelligencia alkalmazása tovább tudja növelni ennek hatékonyságát a jobb és megalapozottabb döntéshozás által. A régi és új szoftverszolgáltatók szerepe folyamatosan változik a Big Data és a gazdálkodás terén (Wolfert et al., 2017). A John Deere és a Monsanto cégek olyan technológiákba fektetnek be, amelyek különböző magvakkal, talajtípusokkal és időjárási adatokkal foglalkoznak. Cél, hogy a gazdálkodó csökkentse a termelési költségeit és növelje a termelését, amelyhez digitális gazdálkodást segítő és irányító rendszereket használ. A digitális startup-ok aktívan segítik és kínálják a különböző megoldásaikat a teljes gazdálkodási láncban, amelyek lefedik a teljes értékláncot, kezdve az infrastruktúrától az érzékelőkig és az adatokat kezelő rendszerekig (Wolfert et al., 2017). Monostori és szerzőtársai szerint ezek „együttműködő számítási entitások rendszerei, amelyek intenzív kapcsolatban állnak a környező fizikai világgal és annak folyamatban lévő folyamataival, egyidejűleg biztosítanak és használnak adathozzáférési és adatfeldolgozási szolgáltatásokat, amelyek elérhetők az interneten” (Monostori et al., 2020).

Egyszerűbben fogalmazva a fizikai rendszereket felügyelik, koordinálják, ellenőrzik és integrálják a digitális technológiával, és együtt dolgoznak a közös célok elérése érdekében (Rajkumar, Lee, Sha és Stankovic, 2010; Sousa és Rocha, 2019). Ezeket a rendszereket kiberfizikai rendszereknek (CPS) hívják, ahol a fizikai és a szoftveres rendszerek összefonódnak egymással a céloknak megfelelő módon. Ezen rendszerek lehetnek egyszerű és nagyon összetett megoldások. A területen zajló digitalizáció feltételezhetően növelni fogja az emberek és a technológiák összekapcsolhatóságát, amely a növekvő kapcsolódási lehetőségeknek köszönhető (Fielke et al., 2020). Bronson (2018) szerint bizonyos digitális innovációk a mezőgazdaságban már a tervezésüknél meg fogják erősíteni a mezőgazdasági vállalkozások hatalmát.

Anyagok és módszerek

A szerzők saját kutatásuk során a technológiai hozzáférés témakörébe tartozó vállalatirányítási rendszereket és azok funkcióit szeretnék megvizsgálni a mezőgazdaság alkalmazhatóságának szempontjából, figyelembe véve a társadalmi és a kulturális hatásokat. Cél, hogy a kutatásaik folyamán támogassák egy olyan digitális gazdálkodást segítő és irányító eszköztár létrehozását, amely megkönnyíti a gazdálkodók mindennapjait és a döntéshozatalt akár egyetlen egy rendszer használatával.

Módszerek

Szakirodalmi kutatás területei

1. Az agrárdigitalizáció eddigi nemzetközi és hazai eredményei, illetve startupok és inkubátor projektek elemzése.
2. A mezőgazdaságban már létező, illetve fejlesztés alatt álló vállalati információs szoftvereknél a kutatás során alkalmazott becslési módszerek elméleti hátterének feltárása: a hibrid modellek és a modellalapú vagy technológiaspecifikus modellek ismertetése.
3. A becslési modellek összehasonlítása az agrárdigitalizációs szoftverprojekteknél az alábbi metodikákkal: vízesés, agilis, scrum, kanban, SAFe.

Primer kutatások felépítése

1. Magyarországon mezőgazdasági viszonylatban rendelkezésre álló adatok elemzése döntéstámogató, prediktív és monitoring követelmények szerint.
2. A vállalati információs rendszerek képességeinek vizsgálata mezőgazdasági szempontok alapján.
3. A becslési modellek összehasonlítása az agrárszoftverprojekteknél a produktivitásra vonatkozóan.

A vizsgálat körülményeinek bemutatása

Az agrárdigitalizáció kérdésköre a szerzők számára 2021 novemberében néhány mintagazdaság és borászat meglátogatásakor vált kiemelten fontossá, mivel információtechnológiai, illetve innovációs kutatásokat folytatnak. A gazdák részéről adódott a kérdés, milyen informatikai eszközöket és kiértékelési módszereket lehetne az agráriumban használni a korábban összegyűlt nagy mennyiségű adat feldolgozására. A kapott eredményeket hogyan tudnák a munkatársak hatékonyan felhasználni és eddigi munkakultúrájukat ennek mentén fejleszteni.

Az egyik szerző információtechnológiai kutatása öt évvel ezelőtt azért jött létre, hogy a fejlesztés alatt álló alkalmazásokat egy adott vállalatnál még folyamatában megvizsgálja és kiértékelje a különböző becslési módszerekkel. Vagyis meghatározza azok funkcionális méretét – mint egy lakás négyzetméterét, majd a kapott eredmények alapján döntsön azok további sorsáról: továbbfejlessze-e vagy sem. Mindemellett létrehozzon egy olyan adat- és tudásbázist, amely segítségével könnyen meghatározható egy-egy szoftver üzleti értéke, amely az egyes becslési modellekkel jól előrejelezhető.

A korábban végzett produktivitási elemzések fókusza leginkább a szoftverek funkcionális méretének és produktivitásának a meghatározása volt. Nem vizsgálta még a tényleges üzleti értéket s azt sem, milyen különbségek mutatkoznak az egyes szektorokban - mint például az agráriumban. Viszont látképet kapott a telekommunikációs szektorban felhasznált technológiákról és projektekről. Így azokat csoportosíthatja abból a szempontból, hogy mely információtechnológiai eszközök lehetnek fontosak az agrárium szempontjából, s mely eszközök állnak már most is a felhasználók rendelkezésére.

A másik szerző kutatása abból indult ki három éve korábbi kutatásokra alapozva, hogy egyes kulturális dimenziók egyértelmű összefüggést mutatnak az innovációs aktivitás terén, továbbá az egyének belső motivációja befolyásolja a kreativitás létrejöttét, amely az innováció kiindulópontja. Ennek hatására a kutató érdemesnek ítélte, hogy megvizsgálja az egyének innovációra való hajlandóságát az időperspektívájukkal, amely akár befolyással lehet ugyanúgy egy nemzet innovációs aktivitására, mint a korábbi vizsgálatok. A kutatás eredménye, amely nem reprezentatív, de összefüggést mutatott az egyes idődimenziók és az innovációra való hajlandóság között.

A kutatók korábbi kutatási eredményeik alapján célszerűnek gondolták ezek összekapcsolását, megvizsgálva mindezeket különböző projektek mentén.

A vizsgálati minta bemutatása

A tényleges munka 2022 februárjában kezdődött el. Az eredeti cél az volt, hogy legalább 30 mezőgazdasági tevékenységet végző kis- és középvállalkozást vizsgáljanak meg a szerzők az agrárdigitalizációt befolyásolót tényezők és a telekommunikáció szempontjából.

Ugyanakkor közben sikerült felvenni a kapcsolatot olyan cégekkel, mint a bitkom, amely már készített egy adott országra vonatkozó agrárdigitalizációs felmérést, amely segítene egy Magyarországra vonatkozó kutatás felépítésében a szerzők kutatási kérdéseit figyelembe véve. Így alapjaiban változott meg a kutatás anyaga és menete.

A mérés / vizsgálat lebonyolítása

Tény

1. Feltérképezni, hogy jelenleg milyen technológiákat mire használnak, azok hogyan csoportosíthatók (folyamatban, részeredmények).
2. Elkészíteni a mezőgazdasági kulcsszereplők technológiai hőtérképét (folyamatban, részeredmények).

Terv

1. Felvenni a kapcsolatot olyan kutatócsoportokkal, intézetekkel, amelyek már elkezdtek foglalkozni az agrárdigitalizáció felmérésével.
    a. Kapcsolatfelvétel a bitkom vállalattal egy hazai felmérés készítésének céljából,
    b. Kapcsolatfelvétel a német és magyar agrárpiaci szereplőkkel,
    c. Kapcsolatfelvétel agrárkamarával, kutatócsoportokkal.
2. Feltérképezni, milyen kis- és középvállalkozások végeznek mezőgazdasági tevékenységet Magyarországon, csoportosítani őket profil szerint.
3. Feltérképezni, hogy jelenleg milyen technológiákat mire használnak, azok hogyan csoportosíthatók.
4. Elkészíteni a mezőgazdasági kulcsszereplők technológiai hőtérképét.
5. Megvizsgálni, hogy jelenleg az agrárium számára elérhető adatok miképpen integrálhatók egy szoftverbe, és a gazdálkodók számára hogyan tehető ingyenessé és felhasználhatóvá.
6. Eredmények értékelése becslés modellekkel a produktivitásra vonatkozóan (funkciópont-analízis és COCOMO).

Eredmények és értékelésük

Az agrárdigitalizációt befolyásoló tényezők

A rendszerek és a technológia használatának együttes célja, hogy a gazdálkodó számára csökkenjen a költség és növekedjen a megtermelhető mennyiség nagysága úgy, hogy ez a folyamat környezetkímélő és fenntartható legyen. Hogy melyek azok a tényezők, amelyek hatással lehetnek az agrárdigitalizációra és annak sikerére, azt az 6. ábra szemlélteti.

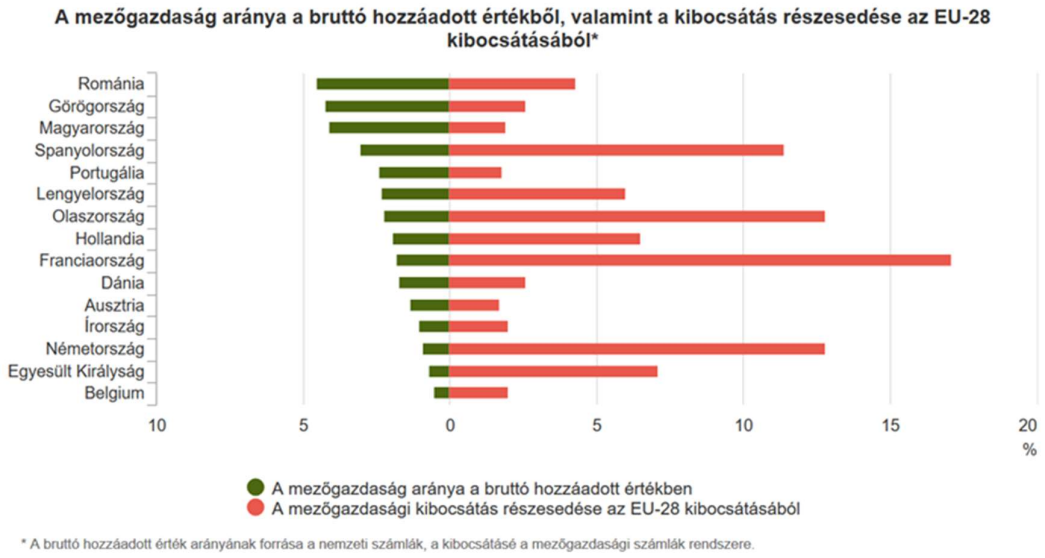
6. ábra: Az agrárdigitalizációt befolyásoló tényezők (2022)

Forrás: Saját szerkesztés (2022)

Az agrárvállalkozások hatalmi szerepén kívül a régióbéli sajátosságokkal is számolni szükséges, mert az hozzáadott érték formájában megjelenik a nemzetgazdaság teljesítményében növelve ezzel a versenyképességet. A régiók versenyképességét az agglomerációs előnyök felismerése határozza meg.

Magyarország a jelentős számú szántóföldjei révén erős mezőgazdasággal rendelkezik, amely a nemzetgazdaság hozzáadott értékének a 4,1%-át adja. Az Európai Unión belül

Magyarországon kívül Romániában és Görögországban a legnagyobb a gazdaságon belüli súlya a mezőgazdaságnak, viszont a mezőgazdasági kibocsátás részesedése alacsony a többi tagállamhoz képest, ahogy a 7. ábra szemlélteti (KSH, 2019).

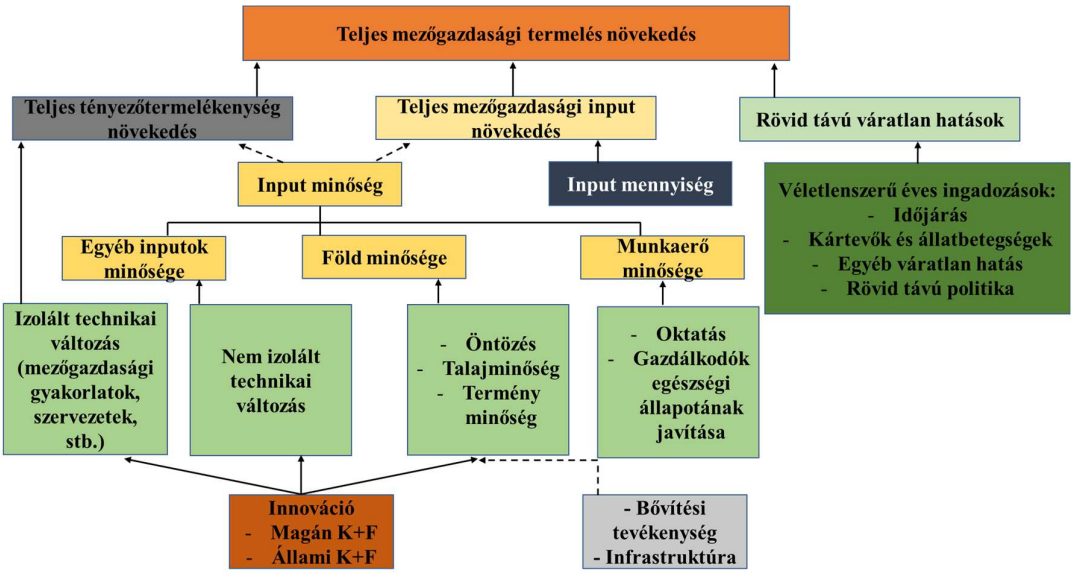


7. ábra A mezőgazdaság aránya az EU 28-on belül

Forrás: KSH (2019)

Amennyiben megvizsgáljuk, hogy az Egyesült Államok mezőgazdasági termelése hogyan változott az elmúlt 60 évben, akkor az látható, hogy átlagosan évi 1,49%-os növekedést tudtak elérni annak ellenére, hogy a mezőgazdasági inputok összes mért felhasználása minimális növekedést jelentett volna. A jelentős teljesítményt jellemzően a teljes tényezőtermelékenység (aggregált input egy egységére jutó output) növekedés eredményezte. Ezt úgy sikerült elérni, hogy a felhasznált mezőgazdasági inputok összetétele megváltozott a kiegészítő termékek megnövekedett alkalmazásával, ilyenek a növényvédő szerek vagy a műtrágya. A modellalapú előrejelzések szerint a jövőben a kutatási és fejlesztési beruházások lassú növekedése csak minimális hatással lehet a teljes tényezőtermelékenység növekedésére a következő 10 évben, de hosszú távon sokkal jobban lassítja a teljes tényezőtermelékenység növekedését. Az ország lakossága több mint kétszeresére nőtt az elmúlt hat évtizedben, az Egyesült Államokban ma körülbelül 25 százalékkal kevesebb mezőgazdasági területet használnak, mint 1950-ben. A termelékenységemelkedés hatása az, hogy körülbelül 25%-kal kevesebb mezőgazdasági területen történik gazdálkodás 1950-hez képest. Vagyis kevesebb termőterület több ember ellátását teszi lehetővé. A teljes tényezőtermelékenység a termelékenység átfogóbb vizsgálatát

teszi lehetővé az összes input hozzájárulás által, és jobban méri az általános hosszú távú technikai változásokat. Ezeket az összefüggéseket mutatja be a 8. ábra. Ezen megközelítés alapján az input minőséget, mint minőségi változást a föld minősége, a munkaerő minősége és az egyéb inputok minőség befolyásolja, amely a mezőgazdasági vegyszerekben és a mezőgazdaságban használt gépek alkalmazásából ered a mennyiségi változások mellett. Az inputok minőségét az adatok elérhetősége és mélysége határozza meg. A 8. ábra felső részén látható szaggatott vonalak azt jelzik, hogy az input minőséget befolyásolhatja a teljes tényezőtermelékenység vagy a mezőgazdasági inputnak a mértéke. Ez független az input minőség változásának kategóriába besorolásától. A téma kutatói általában egyetértenek abban, hogy az egyik fő tényező, amely a hosszú távú termelékenységnövekedést vezérli az az innováció, amelyet az állami és a magánszektor által finanszírozott kutatásban és fejlesztésben elért eredmények befolyásolnak. A bővítési tevékenységek és az elérhető infrastruktúra, mint például az utak, az elektromos áram és a távközlés, elősegíthetik az új technológiák és technikák elterjedését a gazdálkodók körében. Ennek köszönhetően csökkenthetnek a marketingköltségek, amely ezáltal hatással lehet a termelékenység hosszú távú növekedésére. Az öntözés is az infrastruktúra egyik formája, mert közvetlenül befolyásolja a talajminőséget. A bővítési tevékenységbe sorolandó az új technológiai megoldásokhoz kapcsolódó ismeretek terjesztése, amely a gazdálkodók képességeinek javítását szolgálja (Wang et al., 2015).



8. ábra: A mezőgazdasági kibocsátás növekedéséhez szükséges erőforrások és azok összefüggései

Forrás: USDA, Economic Research Service alapján saját szerkesztés

A mezőgazdaságban jelenleg extenzív gazdálkodás érvényesül, amely a munkaerőre és a tőkére épít. A technológia adta lehetőségek kihasználásával az intenzív gazdálkodás felé lenne érdemes elmozdulni, mert ezzel a munkaerő termelékenysége és a kibocsátás is növekedni tudna. Ehhez viszont a 1. ábrán szereplő agrárdigitalizáció terjedését segítő elemekkel és azok hatásaival szükséges mélyebben foglalkozni kutatási programok keretében. Az ábrán szereplő oktatáshoz kapcsolódó feladatok és kutatásfejlesztési beruházások jelentik az agrárdigitalizáció alapjait (Magalhaes, Nin-Pratt, 2018.). A mezőgazdasági kutatásba és fejlesztésbe történő befektetések magas megtérülési rátát eredményeznek (Alston et al., 2000.). Azon gazdálkodók, akik képzettebbek, azok rendelkeznek a hatékonyabb gazdálkodáshoz szükséges készségekkel és nyitottabbak az innováció alkalmazására (Knight et al, 2003.). Az agrárium digitalizációját egyértelműen gátló tényezők a következők:

- digitális készségek hiánya,
- vezetői képesség hiánya a digitális átálláshoz,
- nyitottság a technológia iránt,
- a szolgáltatások csak részterületekre fókuszálnak, nincs holisztikus nézet,
- a döntéshozatalhoz hiányzik a kézzelfogható megoldás,
- bizonytalanságtűrés és kockázatvállalási hajlandóság hiánya,
- testreszabott szolgáltatások hiánya,
- rendszerszemlélet hiánya,
- bizalom és együttműködés hiánya a piaci szereplők között,
- technológia alapú működés létrehozása,
- a mezőgazdaság digitalizációját mérő többtényezős mutató hiánya, amely mérni tudja a fejlettségi szintet.

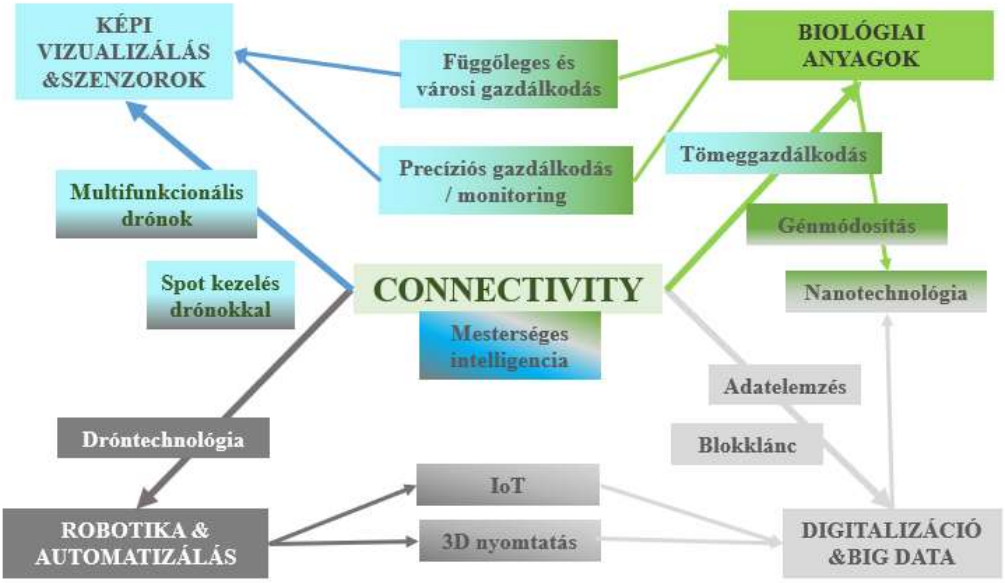
A telekommunikáció szerepe az agrárdigitalizációban

Roland Berger egy hosszabb kutatás alapján 4 elsődleges tényezőt azonosított, amelyek meghatározzák az agrárium, a precíziós mezőgazdaság és végső soron a gazdálkodás jövőjét, amelyek segíthetnek egy új mezőgazdasági ökoszisztéma kialakításában:

- képi vizualizáció és szenzorok
- robotika és automatizálás
- digitalizálás és big data
- biológiai anyagok

A középpontban a „connectitvity”, vagyis az összekapcsolódás áll az 9. ábrán, amely a technológiák közül az első hármat szorosan összefűzi a legfejlettebb számítástechnikai

technikákkal, módszerekkel és a felhőmegoldások segítségével a függőleges gazdálkodástól (https://magyarmezogazdasag.hu/2018/06/01/husz-szazalekkal-csokkentheto-fuggoleges-kertek-energiaigenye) a nanotechnológiáig.



9. ábra Mezőgazdasági ipar technológiai térképe – részlet

Forrás: Saját szerkesztés Berger (2019), De clercq et. (2018) alapján

Válogatva az információtechnológia és a telekommunikáció eszközei között, két fő terület azonosítható a tényezők alapján, amelyek hatással lehetnek az okosgazdálkodásra (smart farming). Mindezt az 1. táblázat szemlélteti:

1.táblázat Telekommunikációs technológiák az okosgazdálkodásban (smart farming)

Connectivity	Digitalization&Automation
5G/6G	Machine-learning
LEO satellite connectivity	Edge
Mesh Networks	Smart Grid
HAPS connectivity	Computing
V2X communications	Natural Language Processing
Network of Networks	Blockchain
Seamless Roaming	Energy harvesting
Energy-efficient networks	Infrastructure as a Service
Real-time xR experience	Positioning technologies
Cell on Wings	Digital Twin
Autonomous power-supply	Physical Robots
Spectrum Sharing Licensed Regimes	Function as a Service

Forrás: Mekala (2017) és Tao (2021) alapján saját szerkesztés (2022)

Ha ezeket konkrét telekommunikációs szerepekre, projekttípusokra bontjuk le, akkor az egyik lehetséges csoportosítást a 10.ábra mutatja.

10. ábra Telekommunikációs szerepek az okosgazdálkodásban (2022)

Forrás: Saját szerkesztés (2022)

A Roland Berger Farming 4.0 című tanulmányában összefoglalta, hogy kik lehetnek a kulcsszereplők az intelligens mezőgazdaságban, s készített róla egy úgynevezett hőtérképet. OEM platformokat, beszállítókat, techcégeket, egyetemeket és startuppokat vizsgált. A vállalat kutatása szerint az OEM adatplatformok és a technológiai szereplők az adatvezérelt üzleti modellekre összpontosítanak; az induló vállalkozások a talaj/termésmegfigyelésére koncentrálnak. A „Connected/Big Data" és az „Automated Technology" inkább a telekommunikáció üzletága. (Roland Berger, 2019)

Például a John Deere számos big data megoldással büszkélkedhet, amelyek magukban foglalják a flottakezelést (JDLink, AgLogic), a drónadat-kezelést (Sentera), a terméstérképezést

(Greenstar 3), a talajfigyelést (JD Field Connect), a vetőmag monitorozást (SeedStar Mobile) és a termésminőség-ellenőrzés (HarvestLab) (Roland Berger, 2019).

A Bosch például startup vállalkozásokkal együttműködve szenzoralapú mezőgazdasági megoldásokat fejleszt ki, és a hardver- és szoftverintegrációs képességekkel különbözteti meg magát. A jelenlegi alkalmazások közé tartozik a talajnedvesség és az időjárás nyomonkövetésére szolgáló szenzortechnológia, az üvegházhatást okozó alkalmazásokhoz használt betegség-előrejelző rendszerek, az optimális öntözési tervek meghatározására szolgáló vezeték nélküli faérzékelők, valamint a gyomszabályozáshoz autonóm mezőgazdasági robotok ("Bonirob"). A Bosch a Bayerrel együttműködve intelligens permetezési megoldásokat is kifejleszt a fenntartható gyomirtás érdekében (Roland Berger, 2019).

A tech cégek a fleet monitoring és a precíziós gazdálkodás előljárói. Ezen belül a GPS-alapú precíziós agrártechnológiáké a jövő (Agrárszektor, 2013). A vizsgált egyetemek mint az Illinois vagy a Harper Adams pedig egy-egy szigettel foglalkoznak csak. A startuppok pedig egy-egy területet céloznak meg tevékenységük során (Roland Berger, 2019).

Bár egy hazai hőtérkép elkészítéséhez szükség lenne a célkitűzésben vázolt kutatásra, egy rövid áttekintést már kirajzolódott a szerzőpáros munkája során a 2. táblázatban. Jól látszik, hogy a vizsgált cégeknél látszólag (honlapok alapján) elsősorban a precíziós gazdálkodás van fókuszban, de a vállalatokkal folytatott interjúk során mélyebb és pontosabb elemzésre lehet lehetőség.

A hazai piacon több nemzetközi cég van jelen az agráriumban, mint például a korábban emlegetett John Deere, Bosch vagy a NEXT Farming. De bőven találunk olyan hazai vállalatokat, akinek önálló fejlesztéseik vannak, mint például az Agrontech, Agroorg stb.

Olyan rendszer- és alkalmazásfejlesztő vállalatot vagy szervezetet egyelőre nem találtunk, amely a teljes „connectivity” palettát lefedné.

2.táblázat Kulcsszereplők az okosgazdálkodásban Magyarországban (smart farming)

Vállalatok, Intézmények	Növénytermesztési alkalmazások	Precíziós gazdálkodás	Állattenyésztési alkalmazások	Szőlő-bor ágazat
John Deere				
Bosch				
Innosmart				
PGR (KITE)				
Nextfarming				
Agrontech				
Agroorg				
HEGYIR				
BORIR				
NETIR				
Cosmoconsult				
KWS				
Agrovir				
Ro-Sys				
T-Systems				
Duplitec				
KUHN				
VacApp				
Agroninja				
Livestocker				
GNSS/FarmRTK				
viehworld				
MATE				
NYE **Fókusz**	**csekély**	**kicsi**	**médium**	**nagy**

Forrás: A felsorolt vállalatok honlapjai, Herdon (2009) és Berger (2019) alapján saját szerkesztés (2022)

A mezőgazdaság digitalizációját a rendelkezésre álló nagy mennyiségű adatok és a megjelenő digitális platformok teszik elérhetővé. Cél, hogy olyan mezőgazdasági szolgáltatások jöjjenek létre, amelyek érthető módon képesek rendelkezésre bocsátani az adatokat információk formájában a gazdálkodók számára, megszüntetve ezzel a gazdálkodók digitális korlátozottságát. Az adatokat feldolgozó vállalati információs rendszerek tekintetében meg kell vizsgálni a következőket is a telekommunikációs szektorban:

- Milyen tényezők befolyásolják a mezőgazdasági szofverek fejlesztését?
- Milyen módszerekkel lehet olyan technikai problémákat feloldani, amely hátráltatja vagy ellehetetleníti az adatok kiértékelését, amelyre a kistermelőnek szüksége van?
- Érdemes-e invesztálni az adott alkalmazásba a későbbiekben, vagy annak funkcióit más alkalmazásba kell integrálni, s az agrárszoftverprojektet leállítani?
- Milyen alkalmazás tudja segíteni a digitális átállást követően az intelligens döntések meghozását?

A mezőgazdasági digitalizáció elősegíti a társadalmi és gazdasági fejlődést, amely támogatja az egyéni jólét megteremtését. Ugyanakkor integrált oktatási programok indítására van szükség, amely kiterjed az alapvető műveltségre, számolásra, műszaki és digitális ismeretekre, képességekre. Mind az oktatók és trénerek, mind a hallgatók és oktatáson résztvevők körében.

Következtetések

A termelési folyamatokból, illetve a mezőgazdasági tevékenységekből származó szinte valamennyi információ globális elérhetősége lehetővé teszi a vevői és beszállítói folyamatok összevonását, és elképzelhetetlen rugalmasságot és hatékonyságot teremthet az agrárvilág digitalizációájban s annak logisztikájában. Ezen vízió gerincét a nagy internetes sávszélességek, az RFID, az IPv6, valamint a hatalmas adatmennyiség feldolgozására szolgáló felhő- és big data technológiák alkotják. A termelési folyamatok virtualizálása és önkontrollja alapvetően megváltoztathatja az agrárium üzleti modelljeit, és végső soron megteremti a termelési és mezőgazdasági erőforrásokhoz való globális, valós idejű hozzáférés lehetőségét.

Azonban vállalkozói kultúra gyakorlatát általában nem hozzák össze egyértelmű módon egy adott ország GDP-jével, társadalmi értékeivel és kulturális beállítottságával, pedig nagymértékben befolyásolja a digitalizáció elterjedését és az innováció létrejöttét. A fenntartható digitális mezőgazdasági vállalkozások létrehozása a kultúra egy hosszú távú politikai és gyakorlati folyamata, amelybe beletartozik a megfelelő iskolai oktatás. Olyan környezetet érdemes létrehozni a digitalizációnak, amely lehetővé teszi a kockázatvállalást, a

bizalmon alapuló kapcsolatokat az érintettek között, a pénzügyi lehetőségeket, a magas szintű szolgáltatásokat, a fenntartható digitális ökoszisztémát és a megfelelő készségek elérhetőségét. A digitális átállás sikere nagyban függ a gazdálkodók technológia iránti nyitottságától, az értéklánc szereplőinek együttműködésétől, és a szolgáltatók agrárdigitalizációs megoldásaitól, hogy azok mennyire kézzelfoghatóak a gazdálkodók számára.

A vállalatok többsége elkötelezett a nyílt digitális ökoszisztémák kialakítása mellett, amelyek hangsúlyozzák a sokszínűséget és a pluralitást, valamint támogatják a piaci szereplők közötti tisztességes versenyt – vagyis célkitűzéseiket az ipar 4.0 platformja alapján fogalmazzák már meg (Kraft-Helm-Dowling, 2021). Ugyanakkor ezen szemléletet az agráriumban is meghonosítani már nem is annyira egyszerű feladat. Mit tehet mindezért a telekommunikációs szektor?

- A co-creation (közös alkotás) a kulcs az okosgazdálkodás (smart farming)felépítésében. Az ágazat globális kihívásokkal küzd, gyors átalakuláson megy át: a technológiája szinte egyik hónapról a másikra mutat fel olyan újításokat, amelyek az eddigi üzleti modelleket alapjaiban borítják fel. Mindez óriási nyomást gyakorol és bizonytalanságot okoz a piac minden szereplője számára. Különösen a mezőgazdasági cégek és gazdálkodók, illetve a potenciális új piaci szereplők esetében, akiknek a szükségesnél nagyobb beruházási kockázatot és technológiai bizonytalanságot kell beárazniuk. A piaci szereplők döntik el, mire fogadnak ez esetben a rulettasztalon (Nátz et al., 2022)
- A kommunikációs problémák – legyen az technikai vagy emberi - áthidalásához olyan átfogó ökoszisztémára van szükség, amelynek partnerei és fenntartói megértik a jelenlegi kihívásokat, felhasználják a saját szakterületükön végzett kutatásokat és tapasztalatokat, illetve ösztönzik a közös alkotást és a partnerséget. Ez minden résztvevő számára előnyös helyzetet teremthet meg - bár a jelenlegi hazai viszonyok között talán még elég utópisztikus.
- Az európai zöld megállapodás, amely az első klímasemleges kontinens megteremtését tűzte ki célul, egyik zászlóshajója a tiszta, élvonalbeli és innovatív technológiák alkalmazása, mint az 5G/6G és más a telekommunikációs szektor által nyújtott újítás (Európai Bizottság, 2022). Mindehhez finanszírozásikeret és társadalmi elfogadottság is szükséges.
- Potenciális finanszírozás: állami programok (mint Németországban EU, BMBF, BMEL), illetve hitelalapú (KfW, LW Rentenbank) és más partnerek hozzájárulása. Az látható, hogy ebben a folyamatban a hazai állami szerepvállalás elkerülhetetlen, mert enélkül nem lehetséges az agrárium digitalizációja, az adatok gyűjtése és aggregációja.

Összefoglalás

A telekommunikációs szektornak meg kell találnia az IoT-ökoszisztémában azt a szerepét, amely képes ez eddigi portfólió átalakítására, és a globális kapcsolatok újragondolására, de új standardokat is alkot az IoT-rendszerek és -szabványok, az adatkezelés és-tárolás, a big data stb. terén, s nem feledkezik meg a mozgatórugóról, vagyis a feladatot elvégző vagy támogató munkatársról sem. Olyan lefedettségi megoldásokat is előtérbe kell helyezni, amely alkalmazkodik az ingadozó csatlakozási igényekhez, de elérhető a Mátra völgyeiben is. Nagy hangsúlyt kell fektetni a városi gazdálkodás problémáira is, figyelembe véve a fenntarthatósági szempontokat. Meg kell vizsgálni a kapcsolódó területeket (erdő, kertészet, borászat, halgazdálkodás stb.) működését és igényeit.

A lehető legtöbb agrárszereplő bevonásával felmérés készítése is javasolt, amely helyzetképet ad a jelenleg használt technológiákról, az intelligens szigetekről, az agrárium hőtérképéről és az agrárdigitalizációt befolyásoló tényezőkről. Hiszen a mesterséges intelligencia irányítója még jelenleg az ember, s nem szabad figyelmen kívül hagyni az egyéni és csoportos együttműködéseket e téren. Össze kell foglalni a tényleges igényeket, amely alapját szolgáltathatja egy átfogó cloud-megoldásnak. Segítséget nyújthat ebben a bitkom és a Német Gazdaszövetség együttműködése, illetve Roland Berger munkássága, amelyet érdemes Herdon Miklós és szerzőtársai tanulmányaival mélyebben is összehasonlítani. A DAS (Magyarország Digitális Agrár Stratégiája) eddigi eredményeivel is számolni kell, amely a „mezőgazdaság 4.0”, a jelen mezőgazdasága, adatalapú technológiai és vezetésirányítási reform összefoglaló neve (DAS, 2022). A Digitális Agrárakadémia a digitális agrároktatási programok kidolgozásában nyújthat segítséget, a Nemzeti Agrárgazdasági Kamara pedig rendelkezik már egy olyan átfogó adatbázissal, amely szintén segítségére lehet a szerzőpárosnak a későbbi kutatásaiban (NAK, 2022).

Ezek lapján fenntartható stratégia kidolgozására van szükség, amelynek alapját a digitális kormányzás és a szabályozás adja. A teljes értéklánc résztvevőinek számára edukációs programot szükséges hirdetni. Mindezek mellett a régiós adottságokat sem szabad figyelmem kívül hagyni technológiai, illetve erőforrás oldalról. A digitális technológia létfontosságú információforrást jelent a gazdálkodók számára, amely javítani tudja a termelésüket, az adatokhoz való hozzáférésüket, továbbá a mezőgazdasági termékek kiterjesztését és annak marketingjét.

Számtalan „okos” megoldás létezik már a mezőgazdaságban. De legyünk őszinték: darabokban. Jelenleg a telekommunikációs vállalatok fő fókuszában nincs a „smart agriculture”, ugyanakkor

néhány kisebb fejlesztés már elindult. Ezen cégeknek át kell értékelniük az eddigi eredményeiket, s össze kell állítaniuk a fejlesztési darabokat egy egész rendszerré. Legyen szó erdészetről, kertészetről vagy borászatról: megkezdődött a multinacionális vállalatok versenye is a jövő „termeléséért", a „digitális szüretért". Számos vállalat verseng azért – többek között a Deutsche Telekom is, hogy olyan vállalati információs rendszereket, kiértékelő szoftvereket fejlesszen le, amelyek hatékonyan fel tudják dolgozni az argrárszektorban felgyülemlett adatokat, s olyan vizualizációt tegyenek lehetővé, hogy a több mint 50 éve pályán lévő kertészmérnök is fel tudja használni a mindennapokban.

A tanulmány a II. Hallgatói Projektverseny Konferencia keretében készült.

Irodalomjegyzék

1. Agrárszektor (2013): A GPS-alapú precíziós agrártechnológiáké a jövő. https://www.agrarszektor.hu/noveny/a-gps-alapu-precizios-agrartechnologiake-a-jovo.3393.html, Letöltés: 2022.04.16.
2. Agroorg (2022): Kínálatunk. https://www.agroorg.hu/, Letöltés: 2022.04.16.
3. Agrontech (2022): Rólunk. https://agrontech.hu/agron-rolunk/, Letöltés: 2022.04.16.
4. Agrovir (2022): 4connect. https://www.agrovir.com/HU/agrovir-4connect.html, Letöltés: 2022.04.16.
5. Bronson K. (2018): Smart Farming: Including Rights Holders for Responsible Agricultural Innovation. Technology Innovation Management Review 8(2):7-14, DOI: 10.22215/timreview/1135
6. Bronson K. – Knezevic I. (2016): Big Data in food and agriculture. Big Data & Society January-June 2016: 1-5, DOI: 10.1177/2053951716648174
7. Carbonell D.A. (2016): The Worry Trick: How Your Brain Tricks You into Expecting the Worst and What You Can Do About It. Oakland, CA: New Harbinger.
8. Carolan M. (2017): Agro-Digital Governance and Life Itself: Food Politics at the Intersection of Code and Affect. Sociologia Ruralis, Volume57, Issue S1 Pages 816-835, DOI: https://doi.org/10.1111/soru.12153
9. Cosmocunsult (2022): https://www.cosmoconsult.hu/iparagak/mezogazdasag-agrar-erp-rendszer/, Letöltés:2022.04.16.
10. DAS (2022): DAS – Magyarország Digitális Agrár Stratégiája. https://digitalisjoletprogram.hu/hu/tartalom/das-magyarorszag-digitalis-agrar-strategiaja, Letöltés: 2022.04.16.
11. De Clercq et. (2018): Agriculture 4.0: The future of farming technology, World Government Summit
12. Dillinger F. et al. (2021): Industrie-4.0-Technologiekreis für produzierende Unternehmen. Identifikation und Strukturierung relevanter Industrie-4.0-Elemente für die industrielle Produktion. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Volume 116 Issue 9, DOI: https://doi.org/10.1515/zwf-2021-0145
13. Duplitec (2022): Intelligens mezógazdaság. https://www.dupliglobal.com/teruletek/enterprise/mezogazdasag, Letöltés: 2022.04.16.
14. Európai Bizottság (2022): Európai zöld megállapodás, https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_hu, Letöltés: 2022.04.20.
15. Fielke S. et al. (2019): Digitalisation of agricultural knowledge and advice networks: A state-of-the- art review. Agricultural Systems, Volume 180, April 2020, 102763, DOI: 10.1016/j.agsy.2019.102763
16. Gábor A. (1997): Információ-menedzsment. Aula Kiadó
17. GNSS/FarmRTK (2022): Egyenes út a precíziós mezőgazdaságban. http://www.farmrtk.hu/, Letöltés: 2022.04.16.
18. Herdon M. (2009): Informatikai agrárgazdasági alkalmazásokkal. Budapest, Szaktudás Kiadó Ház
19. Herdon M. – Rózsa T. (2011): Információs rendszerek az agrárgazdaságban. Budapest, Szaktudás Kiadó Ház
20. HVG (2018): Az állattenyésztésben csinálna forradalmat egy magyar vállalkozás, egy elég jó ötlete van hozzá. https://hvg.hu/tudomany/20180122_eloallat_szarvasmarha_suly_meres_digitalis_szarvasmarha_merleg_agroninja_beefie, Letöltés: 2022.04.16.

21. Innosmart (2022): Agrármegoldások. https://innosmart.hu/agrar-megoldasok/, Letöltés: 2022.04.19.
22. Jacoby M. et al. (2021): An approach for Industrie 4.0-compliant and data-sovereign Digital Twins. Realization of the Industrie 4.0 Asset Administration Shell with a data-sovereignty extension. Automatisierungstechnik, Volume 69 Issue 12, DOI: https://doi.org/10.1515/auto-2021-0074
23. John Deere (2022): Mezőgazdaság. https://www.deere.hu/hu/index.html, Letöltés: 2022.04.18.
24. KITE (2022): Precíziós gazdálkodási rendszer. https://pgr.hu/, Letöltés: 2022.04.16.
25. KITE (2022): Mezőgazdasági integrátor. https://www.kite.hu/, Letöltés: 2022.04.16.
26. Knight, J. et al. (2003): 'The Role of Education in Facilitating Risk-Taking and Innovation in Agriculture'. The Journal of Development Studies 39 (6): 1–22., DOI:
27. Koerhuis, R. (2018) Boston Consulting Group: 5 trends that will reshape farming, https://www.futurefarming.com/smart-farming/boston-consulting-group-5-trends-that-will-reshape-farming/ng, Letöltés: 2022.04.06.
28. Kraft P. et al. (2021): New business models with Industrie 4.0 in the German Mittelstand. International Journal of Technology, Policy and Management, Vol.21 No.1, pp.47 - 68, No. 1, DOI: https://www.inderscienceonline.com/doi/abs/10.1504/IJTPM.2021.114308
29. KSH (2019): Helyzetkép a mezőgazdaságról. https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/mezo/2019/index.html#alacsonyamunkaertermelkenysgazagrriumban, Letöltés: 2022.01.28.
30. KUHN (2022): Állattenyésztés alkalmazások. https://kuhn.co.hu/oldal/allattenyesztes-alkalmazasok, Letöltés: 2022.04.16..
31. KWS: Innováció. https://www.kws.com/hu/hu/innovacio/, Letöltés: 2022.04.16.
32. Livestocker (2022): The animal farm software. https://livestockerpro.com/hu, Letöltés: 2022.04.16.
33. Magalhaes E., Nin-Pratt A. (2018): Revisiting Rates of Return to Agricultural R&D Investment. IFPRI Discussion Paper 1718. Washington, DC: International Food Policy Research Institute (IFPRI), DOI: http://ebrary.ifpri.org/cdm/ref/collection/p15738coll2/id/132370
34. Mekala M.S. et al. (2017): A novel technology for smart agriculture based on IoT with cloud computing. 2017 International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC), DOI: 10.1109/I-SMAC.2017.8058280
35. Monostori T. – Kis K. – Komarek L. (2020): Mezőgazdasági és vidékfejesztési kutatások a jövő szolgálatában. Magyar Tudományos Akadémia Szegedi Akadémiai Bizottság, Mezőgazdasági szakbizottság, Szeged
36. NAK (2019): Digitális Agrárakadémia. https://www.nak.hu/szakmai-infok/digitalis-agrarakademia-2019, Letöltés: 2022.04.16.
37. Nátz et al. (2022): Smart agriculture. XVIII. Nemzetközi Tudományos Napok, Gyöngyös
38. Nextfarming (2022): Gazdálkodóknak. https://www.nextfarming.hu/gazdalkodoknak/termekek/next-farming-ag-office, Letöltés: 2022.04.18.
39. Rajkumar R.R. – Lee I. - Sha L.- Stankovic J. (2010): 44.1 Cyber-Physical Systems: The Next Computing Revolution. Conference: Proceedings of the 47th Design Automation Conference, DAC 2010, Anaheim, California, USA, July 13-18, 2010, DOI: 10.1145/1837274.1837461
40. RO-SYS (2022): Tevékenységünk. https://www.ro-sys.hu/, Letöltés: 2022.04.16.

41. Sousa M.J. – Rocha Á. (2019): Skills for disruptive digital business. Journal of Business Research, Volume 94, January 2019, Pages 257-263, DOI: https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.12.051
42. Szőke V. - Kovács L.: Mezőgazdaság 4.0 – relevancia, lehetőségek, kihívások;. 2020 Gazdálkodás 64. évfolyam 4. szám, 289-304. old., DOI: http://doi.org/10.22004/ag.econ.305196
43. Tao et al. (2021): Review of the internet of things communication technologies in smart agriculture and challenges. Computers and Electronics in Agriculture, Volume 189, DOI: https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106352
44. Tóth J. (2018): Technológiai fejlődés. In Mizik T. (szerk.): Agrárgazdaságtan II. (pp. 153–183.). Budapest: Akadémiai Kiadó, DOI:
45. USAID, 2018. Digital farmer profile: Reimagining Smallholder Agriculture. Washington D.C.: USAID 43. p.
46. VacAPP (2015): Állattenyésztés. https://vacapp.net, Letöltés: 2022.04.16.
47. viehworld (2022): Állattenyésztési alkalmazás. https://hu.viehworld.com/, Letöltés: 2022.04.16.
48. Wang S. L., Heisey P., Schimmelpfenning D., Ball V. E. (2015): Agricultural Productivity Growth in the United States: Measurement, Trends, and Drivers, Economic Research Service, Paper
49. Williams L.D. (2021): Concepts of Digital Economy and Industry 4.0 in Intelligent and information systems, International Journal of Intelligent Networks 2 (2021) 122–129, DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijin.2021.09.002
50. Wolfert S. et al. (2017): Big Data in Smart Farming – A review. Agricultural Systems, Volume 153, May 2017, Pages 69-80, DOI: 10.1016/j.agsy.2017.01.023
51. Wolfert S. et al. (2014): A Future Internet Collaboration Platform for Safe and Healthy Food from Farm to Fork, Annual SRII Global Conference
52. World Bank (2020): GDP growth (annual %). https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG, Letöltés: 2022.04.16.