

A farmmenedzserszoftverek meghatározása és alapvető funkcióinak áttekintése

Dajka Máté Ferenc

Összefoglalás

A digitális agronómiában számos olyan fogalommal lehet találkozni mint a komplex precíziós farmmenedzserszoftverek, adatalapú gazdálkodás, smart farming. A most következő tanulmányban ezeknek a fogalmaknak a meghatározására vállalkoztam. Különös tekintettel a farmmenedzserszoftverek fogalmára, amelyek olyan multifunkcionális technológiákként határozhatóak meg, amelyek a gazdálkodás során létrejöttek, valamint a külső forrásokból származó adatok alapján támogatást nyújtanak a gazdaságban zajló, különböző tevékenységek optimalizálására és menedzselésére. Ezek a rendszerek segítenek a gazdálkodóknak a termelési folyamatok jobb megértésében, a hozam maximalizálásában, valamint a költségek csökkentésében, miközben növelik az üzem hatékonyságát és elősegítik a fenntartható mezőgazdasági gyakorlatok alkalmazását. A farmmenedzserszoftverek meghatározása mellett a tanulmány részletesen taglalja ezek funkcióit, illetve azokat a specifikus előnyöket, amelyeket ezek a rendszerek kínálnak a modern agrárgazdaság szereplői számára. Az adatvezérelt döntéshozatal előtérbe helyezésével ezek a szoftverek kulcsfontosságúak lehetnek a mezőgazdasági termelés hatékonyságának javításában.

Kulcsszavak: FMIS, farmmenedzserszoftver, IoT, digitális gazdálkodás, Smart farming

JEL: Q10

Definition of farm manager software and overview of its basic functions

Abstract

In digital agronomy, one can come across many concepts such as complex precision farm manager software, data-driven farming, smart farming. In the following study, I have attempted to define these concepts. In particular, the concept of farm management software, which can be defined as multifunctional technologies that provide support for the optimization and management of various activities on the farm based on data generated during farming and data from external sources. These systems help farmers better understand production processes, maximize yields and reduce costs, while increasing farm efficiency and promoting sustainable agricultural practices. In addition to defining farm management software, the paper details their functions and the specific benefits they offer to operators in the modern agricultural economy. By focusing on data-driven decision making, these software can play a key role in improving the efficiency of agricultural production.

Keywords: FMIS, farm manager software, IoT, digital agronomy, Smart farming

JEL: Q10

Bevezetés

A digitális vállalatirányítási rendszerek (ERP – Enterprise Resource Planning) bevezetése számos iparágban forradalmasította a vállalatirányítást. Ezek a komplex szoftverek lehetővé tették, hogy egységes és hatékony módon kezeljék műveleteiket, optimalizálják erőforrásaikat és növeljék a termelékenységet. Az rendszerek kínálta technológiai innováció előnyei a vállalati folyamatok átláthatóságában, a szervezeti hatékonyságban és a döntések alapjául szolgáló valós idejű adatok elérhetőségében rejlenek.

A digitalizáció egyre inkább teret nyer a mezőgazdaságban is és ennek hatására rengeteg adat keletkezik az agrárvállalkozásokban. Az okostelefonok, a GPS vezérelt technológia fejlődése lehetővé tette az adatgyűjtés és adatfeldolgozás új szintjének elérését. A mindennapi munkavégzés során hatalmas mennyiségű adat halmozódik fel, amelyek csak akkor válnak értékessé, ha azok megfelelően standardizált, összehasonlítható és áttekinthető formában elérhetőek.

A Web 2.0, a Globalizáció 3.0, Ipar 4.0, a Dolgok Internetje (Internet of Things – IoT), valamint a folyamatosan az élet minden területén teret nyerő digitalizáció a mezőgazdálkodási folyamatokat is átformálja. Egyre nagyobb arányban terjednek el a mezőgazdasági döntéstámogatást elősegítő farmmenedzserszoftverek. Az adatalapú döntéshozatal abban segítséget nyújthat egy gazdálkodás számára, hogy kevesebb inputanyag ráfordítással magasabb terméshozamokat érhessen el, környezetkímélőbben működhessen és egyszerűbbé tegye a mindennapi adminisztrációt a saját belső elszámolás és a hatóságok felé egyaránt (Zambon et al. 2019, Szőke-Kovács, 2020). Egy hatékonyabban működő mezőgazdasági üzem, az adatalapú döntéshozatal segítségével képes a globális térlelésben is megállni a helyét. A mezőgazdaságban ilyen módon használt SMART megoldások folyamatosan formálják az ágazat munkaerőpiaci viszonyait is: mivel szakképzett munkaerőt igényelnek, ezért csökkenthetik az ilyen munkaerő eláramlását a rurális térségekből (Józsa-Káposzta 2017; Káposzta-Horváth 2019). Ez a folyamat hosszútávon a regionális egyenlőtlenségek csökkentéséhez is hozzájárulhat olyan módon, hogy a kisebb vagy közepes méretű gazdaságokban növeli a gazdálkodás hatékonyságát.

Az adatalapú döntéshozatal számos más iparágat átalakított és a mezőgazdaságban is egyre jelentősebb szerepet fog kapni azáltal, hogy lehetővé teszi majd a gazdálkodók számára, hogy pontosan megértsék a termelési folyamatokat és azok összefüggéseit. Ennek hatására hatékonyabban tudják kezelni az erőforrásokat, optimalizálják a termelési folyamataikat és gyorsabban tudnak reagálni a változó környezeti körülményekre. Ennek során kiemelkedő szerepet játszanak majd a farmmenedzserszoftverek, amelyek kifejezetten erre a célra lettek kifejlesztve.

A farmmenedzserszoftverek meghatározására vonatkozóan – egy új innovációról lévén szó – nincs egységes meghatározás a szakirodalomban. A mezőgazdálkodásban használt szoftverek többféle funkciót is elláthatnak: egyes programok elsősorban a mindennapi adminisztráció segítésére, a szezon végén az eredmények kiértékelését segítik, míg mások napi szintű információt nyújtanak a várható időjárásról vagy csapadékmennyiségről, mezőgazdasági folyamatokról, a raktárkészletről vagy arról, hogy az aktuális időszakban milyen kártevők vagy kórokozók ellen érdemes védekezni. Emellett vannak szoftverek, amelyek a precíziós gazdálkodás bevezetését, alkalmazását, az ott keletkezett adatok feldolgozását és kiértékelését támogatják.

Az itt közölt anyagban azt a célt tűztem ki, hogy

1. Tisztázom az ebben a témában használt kifejezések közötti különbségeket, illetve
2. Definiáljam a farmmenedzserszoftverek fogalmát,
3. Megvizsgáljam azt, hogy melyek azok a funkciók, amellyel az ilyen szoftverek rendelkeznek, valamint
4. Kategóriákba soroljam a vizsgált szoftvereket

A farmmenedzserszoftverek meghatározása

A tanulmány első részében megvizsgálom, hogy melyek azok a meghatározások, amelyekkel a mezőgazdaságban előforduló digitális megoldások tárgyalásakor a különböző szakirodalmakban találkozni lehet: precíziós gazdálkodás, smart farming, digitális agrárium, kiemelt figyelmet szentelve a farmmenedzserszoftverek (Farm Management Information Systems) fogalmára.

A precíziós gazdálkodás egy olyan stratégiát takar, amely időbeli és térbeli adatokat gyűjt és elemz, illetve ezeket olyan információkkal egészíti ki, amelyek segítségével optimalizálható a táblán belüli termesztés-technológiai folyamatokkal kapcsolatos döntéshozatal, ezzel is növelve az erőforrásfelhasználás hatékonyságát, a termelékenységet és a fenntarthatóságot a mezőgazdasági termelés során (ISPA 2024). A precíziós gazdálkodás elterjedése az előfeltétele a Mezőgazdaság 4.0 elterjedésének. A farmmenedzserszoftver használatának előfeltétele a digitalizáció, amelynek hatására elemezhető és értelmezhető adatmennyiség keletkezik (Szőke-Kovács, 2020; Porter-Heppelmann, 2014). Az adatalapú döntéshozatal pedig számos területen (operatív tervezés, hatékonyabb erőforrás allokáció, betegség előrejelzés, talaj- és öntözés menedzsment, termésbecslés stb.) hatékonyabbá teszi a termelést.

Egy másik meghatározás a „Smart Farming Technologies” meghatározást használja azokra a technológiákra, amelyek általában a precíziós mezőgazdasághoz kapcsolódnak (pl. távérzékelés, változó arányú technológiák és hozamfigyelés), a gazdaságirányítási információs rendszereket (pl. okostelefonok, számítógépek, alkalmazások és webalapú szolgáltatások), valamint az intelligens vagy digitális technológiákat (Osrof et al.). Ez a meghatározás tehát egy jóval tágabb fogalmi kerettel dolgozik, amely szerint a Smart Farming technológiák egy gyűjtőfogalmat alkotnak, amely a farmmenedzserszoftvereket is magába foglalja.

A digitális agrárium (digital agriculture) egy szintén gyakran előforduló kifejezés. Ez a modern eszközök, adatfigyelés és -elemzés, valamint adatvezérelt megoldások alkalmazását jelenti a mezőgazdaságban a mezőgazdasági rendszerek javítása és/vagy optimalizálása, a termés minőségének és hozamának növelése, a pazarlás csökkentése, valamint a kártevők és betegségek okozta nyomás kezelése céljából. A digitális mezőgazdaság alkalmazásával a mezőgazdasági termelők és kutatók képesek az információs és kommunikációs technológiát (IKT) felhasználni az adatgyűjtéssel, amelyet műholdak, érzékelők, csatlakoztatott tárgyak, okostelefonok, tárolók és adatátviteli protokollok segítségével érnek el. A digitális mezőgazdaság az ágazat legkülönbözőbb területein is felhasználható, akár a gazdaságban (a termesztési műveletek optimalizálása), akár a támogató szolgáltatásokban (az automatikusan gyűjtött adatokon alapuló mezőgazdasági döntéstámogató szolgáltatások), akár tágabb értelemben területi szinten (vízgazdálkodás, inputanyag felhasználás) vagy eszköz és infrastruktúra menedzsmentben – például géppark vagy raktározás kezelése (Abiri et al. 2023). A meghatározás kiemeli, hogy a döntések meghozásában az adatoknak van szerepe, valamint felsorolja a digitális döntéstámogatás legkülönfélébb módjait. Ugyanakkor észre kell venni, hogy ebben a rendszerben különféle megoldások egymás mellett párhuzamosan – különálló rendszerekben – létezhetnek, nem beszélhetünk integrált rendszerről.

A farmmenedzserszoftverek meghatározásához érdemes megvizsgálni az ipari termelésben használt megfelelőjét. Ahogyan a Mezőgazdaság 4.0 alapját az Ipar 4.0 tanulságai és innovációi jelentették, úgy a farmmenedzserszoftverek alapját az Ipar 4.0-ban alkalmazott ERP (Enterprise Resource Planning) rendszerek alkotják. Az ERP-rendszer egy olyan szabványosított szoftvercsomag, amely egyetlen integrált rendszerben kombinálja több üzleti funkció megoldásait (például beszerzés, könyvelés, raktározás, adminisztráció stb.). Ezáltal az ERP segít leküzdeni a szervezeti egységek és rendszerek közötti széttagoltságot. Az ERP és a farmmenedzserszoftverek más fejlődési útvonalat jár-

tak be, mivel az előbbi rendszerek merev szabványai nem voltak alkalmasak a mezőgazdasági biológiai folyamatok összetettségének kezelésére. Emiatt volt szükség olyan rendszerek fejlesztésére, amelyek alkalmasak egy mezőgazdasági vállalkozás rendszereinek az összehangolására (Verdouw et al., 2015, Ye et al. 2023). Innen ered tehát a farmmenedzserszoftverek szükségességének gondolata.

A meghatározáshoz elsőként azt vizsgáltam, hogy milyen fogalmakkal találkozni a szakmai – de nem tudományos – irodalomban és weboldalakon.

A G2.com egy, az üzleti élet különböző területein használt szoftverértékelő weboldal, amely összesítést készített a farmmenedzserszoftverekről. Egy itt talált összefoglaló szerint a farmmenedzserszoftverek központosítják, menedzselik és optimalizálják a gazdaságban zajló termelőtevékenységet. A farmmenedzserszoftver automatikusan tárolja az adatokat, figyeli és elemzi a gazdaságban zajló folyamatokat, fogyasztást és költségeket. Ezen kívül a farmmenedzserszoftver támogatja a pénzügyi menedzsmentet, különböző könyvelőprogramokkal, segíti a szezon megtervezését, a beszerzési tevékenységet és a költségvetés kialakítását (G2.com, 2021). A meghatározás automatikus adatfelvételt ígér, ezzel szemben számos farmmenedzserszoftver van a piacon használatban, amely korántsem automatikusan veszi fel az adatokat, hanem azok bevitelére, adott esetben a termelő vagy a gazdaság alkalmazottai részéről, extra adminisztrációt igényel. Ezen kívül a fent említett meghatározás nem hangsúlyozza eléggé a farmmenedzserszoftverek mezőgazdasági jellegét. Nem tartalmaz semmi olyat, ami alapján az ilyen megoldások megkülönböztethetőek lennének az ipari szektorban alkalmazott rendszerektől.

A [predictiveanalyticstoday.com](https://www.predictiveanalyticstoday.com) meghatározása nagyban hasonlít a korábban bemutatottra. Eszerint a farmmenedzserszoftvert arra használják, hogy optimalizálják és menedzseljék a gazdaságban zajló folyamatokat és termelési tevékenységet. A szoftver segít a gazdaságban zajló tevékenységek automatizálásában, úgy, mint az iratkezelés, adattárolás, tevékenységek nyomon követése és elemzése vagy akár a termelés vagy a munkarend racionalizálása. A meghatározás továbbá azt is megemlíti, hogy egy ilyen szoftver kifejezetten egy mezőgazdasági termelőegység problémáinak megoldására specializálódott ([predictiveanalyticstoday.com](https://www.predictiveanalyticstoday.com), 2021). Ez a meghatározás már érintőlegesen megemlíti a kifejezetten mezőgazdasági termelőegység számára fejlesztett funkciókat, azonban nem fejt ki részletesebben.

A MarketsAndMarkets meghatározása szerint a farmmenedzserszoftver egy olyan technológia, amely folyamat automatizálással segítséget nyújt az olyan gazdaságban zajló tevékenységek optimalizálására és menedzselésére, mint az irat- és adatkezelés, növényegészségügyi elemzések készítése vagy az állatállomány megfigyelése. A meghatározás szerint egy ilyen szoftver testre szabható megoldásokat kínál az egyes gazdaságok számára, mivel minden gazdaság különböző tevékenységeket végez. A farmmenedzserszoftvert a gazdaságokban végrehajtott feladatok tervezésére, végrehajtására, értékelésére és optimalizálására használják, és segíti a gazdákat a jobb tervezésben és a folyamatok nyomon követésében, a ráfordítások és a munkaerőköltségek megtakarításában, valamint a terméshozam javításában. A szoftver integrálva van a gazdasághoz tartozó különböző hardverekbe, eszközökbe és GPS irányítással, érzékeléssel és kommunikációs technológiák segítségével növeli a termelékenységet és csökkenti az erőforrásvesztést (MarketsAndMarkets, 2021). A meghatározás, a hagyományos vállalatirányítási rendszerek funkcióinak bemutatásán túl már részletesen kitér a mezőgazdasági folyamatokra, amelyek ellátása igazán hasznossá teszi ezt az innovációt a gazdálkodóknak.

A Digitális Agrár Akadémia meghatározása a digitális farmmenedzsmentre vonatkozóan a következő: a mezőgazdaság digitalizációja során a gazdálkodás irányítása is digitalizálódott. A farmmenedzserszoftver az adatalapú döntéshozatalra épülő, mezőgazdasági vállalatirányítási rendszer (Oláh, 2019). Fontos, hogy ez a meghatározás párhuzamba állítható a vállalatirányítási rendszerekkel, ezáltal reflektál az Ipar 4.0 és Mezőgazdaság 4.0 közötti hasonló trendekre.

A Magyar Digitális Agrár Stratégiában leírt, „komplex precíziós farmmenedzsment rendszerekre” vonatkozó meghatározás szerint a termelésben alkalmazott különböző precíziós megoldások folyamatosan adatot gyűjtenek, tárolnak és dolgoznak fel az irányítás folyamán. Az előállt adatok üzemszintű felhasználása közvetlenül javíthatja a vezetői döntések hatékonyságát. Ezen komplex rendszerek alapvető folyamata az adatgyűjtés, elemzés, döntéshozatal, beavatkozás láncolata. A Digitális Agrár Stratégia szerint a precíziós kormányzás vagy input anyag kijuttatása mellett a komplex precíziós farmmenedzsment rendszerek azok, amelyek segítségével jelentős hatékonyság növekedés elérésére képes a gazdálkodó. Ezen rendszerek folyamata az adatgyűjtés, elemzés, döntéshozatal, beavatkozás folyamata (DAS, 2019).



1. ábra. Digitális döntéshozatal alapvető folyamata

Forrás: DAS, 2019 alapján saját szerkesztés, 2022

Az 1. ábrán látható, hogy a folyamat első lépése a megfelelő információk, megbízható és érvényes adatok gyűjtése, amely a további adatelemzéseknek az alapját képezi. Egy elemzés mit sem ér, ha az elemzendő adatok minősége hibás vagy érvénytelen. Ezt követően az elemzések eredményei segítik az (adatalapú) döntéshozatalt, majd az így hozott döntések alapján következhet a megfelelő akciók végrehajtása.

Ez a meghatározás alapvetően abban különbözik a korábbiaktól, hogy az itt bemutatott rendszereknek az alapját a precíziós gazdálkodás során keletkezett adatok jelentik. Ez a meghatározás tehát beleillik a Mezőgazdaság 4.0 fejlődési folyamatába is: az adatalapú gazdálkodásnak (4.0) előfeltétele a precíziós gazdálkodás (3.0) elterjedése.

A farmmenedzserszoftverek üzemszintű bevezetésének elsődleges célja a vezetői döntéshozatal támogatása az erőforrások hatékony felhasználásának, a különböző technológiák, gazdaság és humán erőforrás területén. A hatékony döntéshozatalt az üzem adatainak összegyűjtése és a hosszútávú adatbázis építés biztosítja. A farmmenedzserszoftverek emellett összehangoltabbá teszi az együttműködést a különböző üzemterületek között (DAS, 2019). Ahogyan arra a Stratégia is rámutat a jelenleg a piacon lévő megoldások egyik részét elsősorban a gépgyártó cégek biztosították, a saját, „önálló környezetként” működő rendszerükön keresztül, amelyek a legtöbb esetben nem kompatibilisek a kifejezetten gazdaság- vagy vállalatirányítási szoftverek fejlesztésére szakosodott cégek megoldásaival, de olykor a konkurens gépgyártó cégek szolgáltatásaival sem (DAS, 2019). Ennek eredményeképpen vannak gazdaságok, ahol több rendszer egymással párhuzamosan működik, ezzel növeli az adminisztratív feladatok mennyiségét. Emellett fő problémája, hogy az egyik rendszerben tárolt adatok nem láthatóak a másik számára, ez a működés pedig továbbra is fenntartja az átláthatatlanságot.

A tudományos szakirodalomra rátérve a következő meghatározások találhatók.

Egy viszonylag korai meghatározás azokat a követelményeket rendszerezte, amelyekkel egy farmmenedzserszoftvernek rendelkeznie kell. Ezek szerint egy ilyen szoftvernek képesnek kell lennie a mezőgazdasági gépek által a működésük során generált érzékelési adatok és működési dokumentumok tárolására és rendszerezésére. Az információs rendszernek képesnek kell lennie a különböző - szabványosított és saját - adatformátumok kezelésére, valamint az adatcserére a precíziós

mezőgazdaság számára számításokat végző szolgáltatásokkal. A precíziós mezőgazdaság által megkövetelt funkciók mellett az információs rendszernek el kell tudnia látni a nyilvántartási és tervezési funkciókat is (Nikkilä et al 2010). A meghatározás kifejezetten nagy hangsúlyt fektet a precíziós gépekkel való együttműködés szükségességére, amely a többi meghatározásban kevésbé volt jelentős.

Egy másik meghatározás szerint a farmmenedzserszoftvereket arra használják, hogy támogassák egy gazdálkodásban a valós idejű döntéshozatalt, valamint a gazdálkodási előírásoknak való megfelelést, mindezt a működési adatok és az egyéb, külső paraméterek (pl. jogszabályok, legjobb gazdálkodási gyakorlatok, piaci információk stb.) automatikus adatgyűjtése és kontextualizálása révén. Az idézett tanulmány kiemeli, hogy a farmmenedzserszoftver segítségével megalapozottabbá és gyorsabbá tehetőek a döntési folyamatok (Sørensen et al. 2011).

A farmmenedzserszoftver (FMIS) a mezőgazdasági üzem működési feladatainak ellátásához szükséges adatok gyűjtésére, feldolgozására, tárolására és terjesztésére szolgáló rendszer. E funkciók közé tartozik a stratégiai és operatív tervezés, végrehajtás, valamint a földeken vagy a gazdaságokban végzett munka dokumentálása, elemzése és optimalizálása. Ezeknek a céloknak a kiszolgálására különböző döntéstámogatási- és adatbázis kezelő rendszereket alakítottak ki egy farmmenedzserszoftveren belül. A szerzők továbbá azt javasolják, hogy az intelligenciára szolgáló megoldások/eszközök a jövőben kizárólag a felhőben lesznek majd találhatóak, ezzel ellensúlyozva a stabil internetkapcsolat hiányát a vidéki területeken (Kaloxylós et al. 2012). Az idézett tanulmány ez utóbbi innovációt helyesen jóslta meg – a (szerző által ismert) farmmenedzserszoftverek azóta felhő alapú rendszerben működnek.

Egy másik, több évvel később született tanulmány (Köksal et al, 2019) a farmmenedzserszoftvert az intelligens gazdálkodás kulcselemének tekinti, amely támogatja egy gazdaság folyamatait az adatgyűjtés, a nyomon követés, a tervezés, a dokumentálás folyamatainak megkönnyítésével és a mezőgazdasági műveletek irányításának automatizálásával. A tanulmány kiemeli továbbá, hogy a farmmenedzserszoftver összekapcsolható IoT eszközökkel, például képes olyan adatok befogadására, amelyek különböző szenzorokból, gépekből, drónokból, más gazdaságokból és üvegházakból vagy egyéb rendszerekből származnak. A több forrásból származó adatokon alapuló döntések pedig eredményesebb gazdálkodást eredményezhetnek, azaz hatékonyabban ellenőrizhető a termés-hozam, a fajtakiválasztás, a kártevők elleni védekezés, az öntözés stb. (Köksal et al, 2019).

A modern farmmenedzserszoftver célja az igények kezelése a termelési költségek csökkentése, a mezőgazdasági szabványoknak való megfelelés, valamint a magas termékminőség és biztonság fenntartása érdekében az időben rendelkezésre álló információkhoz való hozzáférés, a részletes becslési, szimulációs és döntéshozatali eszközök biztosítása révén. A fentiek mindegyikét integráló döntéstámogató rendszer ezért kulcsfontosságú lépés mind a napi, mind a stratégiai döntéshozatalban (Rupnik et al. 2019). Ez a meghatározás a szimulációk, a jövőre történő becslések funkcióját is magába foglalja.

A farmmenedzserszoftverek vizsgálata során gyakran előkerül a „smart farming” kifejezés, amelynek alapja a precíziós gazdálkodás, amely során speciális digitális adatok képződnek. Az ezeken az adatokon alapuló elemzések segítik a döntéshozatalt. A smart farming egy olyan tudásalapú döntéshozatalai megközelítésre vonatkozik, amely során a különböző gépek legalább részben képesek önálló döntések meghozatalára, a gazdálkodás menedzsmentjét végző rendszerekkel együttműködésben. Ennek a rendszernek az adatain alapuló információk összegyűjtése és feldolgozása, folyamatosan, valós időben történik, a gazdaságban fellelhető gépek – mesterséges intelligencia által. Ezzel párhuzamosan a gazdálkodónak is lehetősége van a döntések korrigálására (Munz et al. 2020). Ez a meghatározás a korábbiaknál már egy lépéssel fejlettebb rendszert feltételez, ugyanis az

adatalapú döntéshozatalt már nem emberi, hanem mesterséges intelligencia végzi. Ez a mezőgazdaság jelenlegi folyamatainak túlmutat, egyúttal előre vetíti a „Mezőgazdaság 5.0” fejlődési szakaszát, az ebben várható eredményeket.

A farmmenedzserszoftverek, olyan mezőgazdasági nyilvántartó rendszerek, amelyek segítenek a gazdálkodás során keletkezett adatok menedzselésében és interpretálásában, valamint a mezőgazdasági vállalkozással kapcsolatos döntéshozatalt támogató információkat szolgáltatnak (Ammann et al. 2022). Egy másik meghatározás szerint farmmenedzserszoftvernek nevezünk azt, amikor az adatok strukturált kezelése és feldolgozása várhatóan optimalizálja a mezőgazdasági termelési láncokat és a termelés során figyelembe veszi a természeti erőforrások, például a víz és a talaj fenntartható felhasználását (Melzer et al. 2023). A meghatározás kiemeli, hogy az innovációja figyelembe veszi a társadalmi és politikai célok (fenntartható gazdálkodás) kiszolgálását, illetve optimalizálását.

A fentiek fényében véleményem szerint a farmmenedzserszoftverek a következőképpen határozhatóak meg: olyan technológia, amely a gazdálkodás során létrejött adatok alapján támogatást nyújt a gazdaságban zajló tevékenységek optimalizálására és menedzselésére. A gazdálkodás során létrejövő adatok származhatnak a gazdaságon belülről (precíziós eszközök által létrehozott adatok, saját adminisztratív adatok, saját megfigyelések (növényre, talajra, gyomfertőzőségekre, kártevőkre, kórokozókra stb. vonatkozóan)), valamint külső adatforrásból (geográfiai, ágazati, beszerzési és értékesítési adatok). A külső és belső forrásokból származó adatokat a szoftver egy rendszerben integrálja, hogy ezzel segítse a döntéshozatalt. A gazdaságban zajló tevékenységek vonatkozhatnak általános gazdaságirányításra (irat- és adatkezelés, könyvelés, munkaerő-költségek és kimutatások, folyamatok nyomon követése), valamint kifejezetten mezőgazdasági tevékenységekre (talajra vonatkozó vagy növényegészségügyi elemzések, állatállomány megfigyelése, hektár alapú statisztikák, mezőgazdasági munkagépek és munkafolyamatok nyomon követése).

Végül néhány szó a szakirodalomban szereplő terminológiákról. A szakirodalom különböző nevekkel illeti az általam farmmenedzserszoftverként meghatározott megoldásokat: adatalapú gazdálkodás, „farm management information system” (FMIS), smart farming rendszerek, komplex precíziós farmmenedzserszoftverekre stb. A továbbiakban következetesen a „farmmenedzserszoftver” kifejezést fogom használni.

A farmmenedzserszoftverek funkciói

A farm menedzser szoftverek funkcióinak elemzése során ismét érdemes először az iparban felmerülő előzményeket megvizsgálni. Az ERP rendszerek olyan multi-funkciós rendszerek amelyek az üzleti folyamatokat támogatják, úgy mint a megrendelés-kezelés, pénzügyi adminisztráció, raktár menedzsment, termelésstervezés, értékesítés, beszerzés és disztribúció. A számos funkciót ellátó rendszer lényege, hogy a folyamatmenedzsment egy integrált rendszerben zajlik, emiatt az egymásra ható folyamatok adatai automatikusan megosztásra kerülnek a teljes rendszerben közvetlenül az adatbevitelt követően (Verdouw et al., 2015). Az itt felsorolt funkciók listája korántsem teljes, hiszen ezek a rendszerek folyamatosan fejlődnek és újabb lehetőségeket biztosítanak a vállalkozások számára.

A farm menedzser szoftverek funkcióikat tekintve rendkívül széleskörű kínálatot nyújtanak. Mint ahogyan az más, Ipar 4.0 keretei között kifejlesztett, gazdaságirányítási rendszerek esetében is igaz, egy farm menedzser szoftvernek átfogó megoldásokat kell nyújtania, amelyek egy modern gazdálkodásban a legkülönbözőbb területeken képesek támogatást nyújtani. Az Ipar 4.0 számára készített vállalatirányítási rendszerekkel ellentétben a Mezőgazdaság 4.0 egy „biológiai” termelési rendszer, ahol a termelési folyamatok során nagyfokú kiszámíthatatlansággal kell számolni. Egy gazdálkodás

sikeressége függ az időjárástól, különböző kártevők és kórokozók megjelenésétől, nem lehet teljesen pontosan kiszámolni azt sem, hogy milyen gyomok milyen jellegű fertőzöttségével kell szembenéznie a gazdálkodónak az idei évben (Oláh, 2022).

A farmmenedzserszoftverek a funkciók széles skáláját fedhetik le, többek között a növénytermesztésben (pl. nitrogéntermés kiegyensúlyozása, hozamtérképezés, kijuttatási térképek), az állattenyésztésben (pl. az istállótechnológia ellenőrzése, a tevékenység nyomon követése) és az általános gazdaságüzemeltetésben (pl. biztosítások és pénzügyek, beszerzésirányítás, raktárkezelés) (Balafoutis et al., 2017, Fountas et al., 2015).

A farmmenedzserszoftverek tehát egy mezőgazdasági vállalkozás struktúráiba integrált szoftver alapú alkalmazások, különböző funkciók támogatására. Ezek között a funkciók között vannak olyanok, amelyekre minden vállalkozásnak szüksége van, úgy mint a beszerzés, készletgazdálkodás, termékmenedzsment, értékesítés, HR menedzsment, technológia menedzsment, energiagazdálkodás, ingatlangazdálkodás, minőségbiztosítás, pénzügy és számvitel. Amennyiben egy gazdálkodás növénytermesztéssel foglalkozik, akkor az olyan funkciók is fontos szerepet kapnak, mint a mezőgazdasági területek és tevékenységek menedzsmentje és riportálása, telephely menedzsment, mezőgazdasági géppark menedzsmentje. Állattartó gazdálkodások esetében ezek kiegészülhetnek a következő funkciókkal: takarmánygazdálkodás, pénzügyi menedzsment, munkaerő-gazdálkodás, tápanyag-gazdálkodás, erőforrás-gazdálkodás, készletgazdálkodás és stratégiai tervezés (Melzer et al. 2023).

A farmmenedzserszoftverek funkcióiról a S. Fountas nevével jelzett tanulmány (Fountas et al. 2015) nyújt átfogó képet. Az idézett vizsgálat 141 szoftver vizsgálata alapján 11 kategóriát határozott meg a farmmenedzserszoftverek funkcióira vonatkozóan. A továbbiakban ezeket fogom röviden bemutatni.

- *Gazdálkodási munkálatok menedzsmentje*: a mezőgazdasági tevékenységek rögzítése. Segít a tevékenységek jövőbeni tervezésében, a tervezett feladatok végrehajtásának monitorozásában. A korábban rögzített adatok alapján lehetőség van arra, hogy a korábbi eseménytörténet alapján az aktuális év tevékenységeit is tervezni lehessen.
- *Bevált gyakorlatok bemutatása*: jól bevált gyakorlatokat, feladatmegoldásokat, módszereket tartalmaz a mezőgazdálkodásra vonatkozóan. Ezek alapján lehetőség van hozambecslésre vagy annak a meghatározására, hogy egy-egy feladat elvégzésével vagy kihagyásával, várhatóan milyen eredményekre lehet számítani.
- *Pénzügyi funkciók*: becsléseket, kalkulációkat tartalmaz a gazdaság bevételeire és kiadására, a munkaerővel kapcsolatos költségekre vonatkozóan. Mindezt egységnyi, különösképpen területi (pl.: hektáronkénti) bontásban. A tervezett és aktuális költségek alapján kimutatható az, hogy a gazdálkodás mennyire életképes gazdasági szempontból.
- *Raktármenedzsment*: segíti az ellenőrzését és menedzselését minden termeléshez szükséges anyagnak, eszköznek, növényvédő szernek, műtrágyának és vetőmagnak. A mennyiségek, áruk és eszközök folyamatos kontrollja segíti a gazdálkodót a tervezésben és a menedzsmentben.
- *Nyomon követhetőség*: lehetőség biztosítása a termények, eszközök, input anyagok és földterületek állapotának és helyzetének a nyomon követhetőségére, ellenőrzésére. Az anyagok, alkalmazottak és berendezések felhasználásával kapcsolatos nyomon követhetőségi nyilvántartások könnyen archiválhatók és visszakereshetők.
- *Riportálás*: Általánosságban magában foglalja a gazdálkodási riportok készítését, így például a tervezést és irányítást, a munka előrehaladását, az utasításokat, a rendelések beszerzési költségeinek jelentését és az üzemi információkat.

- *Területi adatok:* Tartalmazza a terület jellemzőit és térképeit. Az összegyűjtött adatok elemzése útmutatásul szolgálhat a változó arányú kijuttatáshoz, legyen szó akár vetésről vagy permetezésről. Ennek a funkciónak a célja az input anyagok felhasználásának optimalizálása.
- *Értékesítés:* magába foglalja a rendelések és kiszállítások menedzsmentjét, a könyvelési rendszereket, a kifizetések nyomon követését a vállalkozások között, a szolgáltatások díjait, valamint a munkaerő, a készletek és a berendezések költségelszámolási rendszereit.
- *Gépparkmenedzsment:* Tartalmazza a gépi eszközök használatának részleteit, az átlagos munkaóránkénti vagy területegységenkénti költségeket. Magába foglalja a flottakezelést és a logisztikát is.
- *HR-menedzsment:* Ide tartozik az alkalmazottak menedzselése, beleértve például az alkalmazottak időben és térben való rendelkezésre állását. A cél a munkavállalókat érintő kérdések gyors, strukturált kezelése, mint például a munkaidő, a fizetés, a képesítés, a képzés, a teljesítmény és a szakértelem.
- *Minőség-ellenőrzés:* Tartalmazza a hatályos jogszabályi előírások szerinti folyamatfelügyeletet és a termelés értékelését (Fountas et al. 2015).

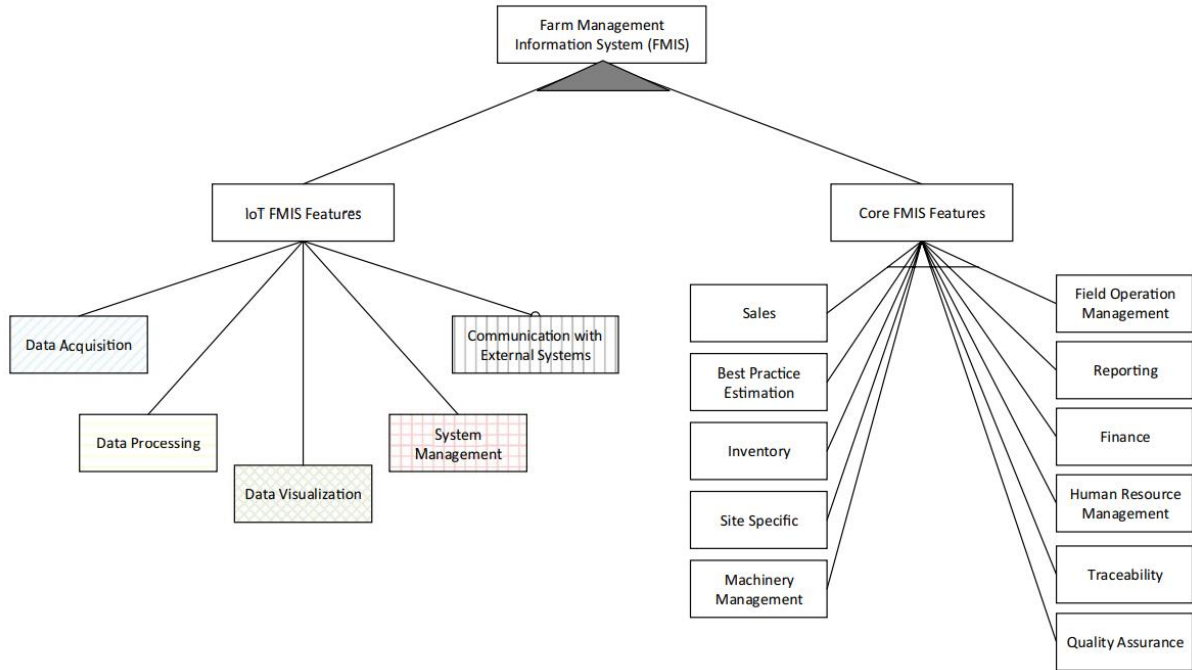
Az itt felsorolt funkciókat a következőkkel lehet kiegészíteni:

- *Döntéstámogató rendszerek integrálása:* a mindennapi gazdálkodáshoz számos olyan információ (időjárás, termény árfolyam, gombafertőzések, kártevők megjelenésére vonatkozó – előrejelzések/figyelmeztetések rendszere) szükséges, amely digitális formában is rendelkezésre áll. Ezeknek az információknak a farmmenedzserszoftverekbe való integrálásával időt lehet megtakarítani – hiszen nincs szükség egy külön applikáció vagy weboldal megnyitására.
- *Kötelező adminisztráció kitöltése, dokumentálása:* a mezőgazdasági termelőknek juttatott támogatásokhoz szükséges a megfelelő adminisztráció leadása. A farmmenedzserszoftverek egyik funkciója az, hogy ezeket az adatlapokat a megfelelő formában, leadásra készen előállítja – amennyiben előtte a szoftverben a tevékenységet megfelelően vezették.

(Például: 34/2021. (X. 6.) AM rendelet 6. §: a tápanyag-gazdálkodási tervre vonatkozó előírások. Illetve az Európai Bizottság 2011. május 25-i 540/2011/eu végrehajtási rendelete az 1107/2009/EK európai parlamenti és tanácsi rendeletnek a jóváhagyott hatóanyagok jegyzéke tekintetében történő végrehajtásáról).

A fent bemutatott funkciók valóban nagyrészt lefedik azokat a feladatokat, amelyek ellátását a gazdálkodók egy ilyen rendszertől elvárhatják. Talán egyedül egy olyan funkció van, amelyre a gazdálkodói igények felmerülhetnek, de a fenti felsorolásba nem beilleszthető. Ez nem más, mint a különböző növényvédő szerek és műtrágyák felhasználására, hatóanyag tartalmára vonatkozó információk. Ez a funkció több megismert farmmenedzserszoftver kapszán is megjelent.

A fent ismertetett funkciók két részre bonthatóak: 1) a farm menedzser alapfunkciói és 2) funkciók, amelyek ellátására IoT eszközöket vesznek igénybe. A farmmenedzserszoftverek alapfunkciói közé tartozik a sales tevékenységgel kapcsolatos funkciók, a bevált gyakorlatok értékelése, az inventory menedzsment, a géppark-, a humán erőforrás-, a minőség biztosítás-, a mezőgazdasági munkálatok menedzsmentje, valamint a riportálás, a pénzügyek és a nyomon követhetőség. A farmmenedzserszoftverek IoT funkciói közé tartoznak az adatbeszerzés, az adatfeldolgozás, az adatvizualizáció, az adatbázis menedzsment és a külső rendszerekkel történő kommunikáció (Köksal et al, 2019). Ezt a meghatározást ismerteti a 2. ábrán bemutatott felosztás:



2. ábra. Farmmenedzserszoftverek funkciói

Forrás: Köksal et al, 2019

A farmmenedzserszoftverek kategorizálása

A Farmmenedzserszoftverek egy heterogén csoportot alkotnak, amelyek funkcióikat tekintve a különböző feladatok ellátására lehetnek képesek. Egy 2015-ben készült tanulmány négy kategóriába sorolja őket: (1) általános rendszerek, (2) sales orientált rendszerek, (3) helyspecifikus rendszerek, és (4) komplett rendszerek. Az alaprendszerek korlátozott számú funkciót kínálnak, amelyek jellemzően a hagyományos gazdálkodást támogatják. A sales orientált rendszerek elsősorban az termékértékesítésre és a marketingre koncentrálnak, valamint a raktármenedzsmentre és a pénzügyi funkciók ellátására. A harmadik csoportba tartozók, amely a helyspecifikus rendszerek elnevezést kapta, a precíziós gazdálkodást hivatottak támogatni. Végül a negyedik csoportba, azaz a komplett rendszerek közé soroltak a korábban említett funkciók közül többet is elláthatnak. A tanulmány szerint az ebbe a kategóriába tartozó szoftverek között volt a legmagasabb a web-alapú szoftverek és mobilalapú applikációk aránya (Fountas et al. 2015).

A tanulmány arra is rámutat, hogy különbséget lehet tenni a kutatásra használt farmmenedzserszoftverek és az üzleti céllal forgalomba hozott szoftverek között. A kutatási célú szoftverek gyakrabban használnak komplex elemzéseket, például kapcsolatban állnak a „dolgok internetének” fogalmához (Internet of Things – IoT) kapcsolódó decentralizált rendszerekkel és a rendszeren kívüli web szerverekkel. Emellett a kutatási célú farmmenedzserszoftverek a szabványoknak való megfeleléssel, az automatizált adatrögzítéssel és az interoperabilitási (folyamatok egymáshoz alakításával vagy igazításával kapcsolatos) kérdésekkel foglalkoznak.

Ezzel szemben az üzleti céllal forgalomba hozott szoftverek esetében gyakoribbak a napi munkát támogató funkciók, amelyek a hatékonyabb erőforrás-gazdálkodást vagy termelésstervezést támogatják. Ilyen, mindennapi munkát támogató funkciók közé tartozik az olyan irodai feladatok ellátása, mint például költségvetés-tervezés, pénzügyek, nyilvántartás, gépkezelés és dokumentálás (Köksal et al, 2019).

Anyag és módszer

A kutatás során forrásfeldolgozást használtam és arra törekedtem, hogy áttekintsem, illetve egy feltáró munka keretében ismertessem a témában megjelent releváns hazai és nemzetközi szakirodalmat. Jelen tanulmány összefüggésrendszerben értelmezi és dolgozza fel az eddig rendelkezésre álló ismereteket.

Ez a munka kiinduló pontja a későbbi, nagy adatbázisokon alapuló kutatásoknak, valamint megalapozza a jövő publikációimnak a keretrendszerét.

Eredmények

A digitális agronómiában előforduló kifejezésekre vonatkozóan nincs egységes definíció. Az ezzel foglalkozó tudományos szakirodalom számos kifejezést használ.

Az adatalapú gazdálkodás azt a döntési rendszert jelenti, amely segítséget nyújthat abban, hogy egy gazdaság kevesebb inputanyag ráfordítással magasabb termés hozamokat érhesse el, környezetkímélőbben működhessen, hatékonyabban használhassa fel a rendelkezésre álló erőforrásait és a döntéseit egzakt mérésekre alapozva hozhassa meg.

A precíziós gazdálkodás egy olyan stratégiát takar, amely időbeli és térbeli adatokat gyűjt és elemz, illetve ezeket olyan információkkal egészíti ki, amelyek segítségével optimalizálható az adott területen belüli termesztés-technológiai folyamat, ezzel is növelve az erőforrásfelhasználás hatékonyságát.

A smart farming olyan precíziós gazdálkodáson alapuló rendszer, amelyben a különböző gépek legalább részben képesek önálló döntések meghozatalára, a gazdálkodás menedzsmentjét végző rendszerekkel együttműködésben.

A farmmenedzserszoftverek (FMIS) a következőképpen határozhatóak meg: olyan multifunkcionális technológia, amely a gazdálkodás során létrejött, valamint a külső forrásokból származó adatok alapján támogatást nyújt a gazdaságban zajló, különböző tevékenységek optimalizálására és menedzselésére.

A farmmenedzserszoftverek funkciói között megtalálható a gazdálkodási munkálatok menedzsmentje, a bevált gyakorlatok bemutatása, a pénzügyi funkciók, a raktár menedzsment, a nyomon követhetőség, a riportálás, a területi adatok, az értékesítés, a géppark menedzsment, a HR menedzsment, a minőség ellenőrzés, valamint a döntéstámogató rendszerek integrálása és a kötelező adminisztráció kitöltésére, dokumentálására kialakított funkciók.

A kategóriákat tekintve beszélhetünk általános rendszerekről, sales orientált rendszerekről, helyspecifikus rendszerekről és komplett rendszerekről.

A téma fentiek alapján történő feldolgozása után a következő kutatási kérdések vetődnek fel:

- a. Milyen a nyitottság az ágazatban dolgozó gazdálkodók részéről a farmmenedzserszoftverek mindennapi használatának bevezetésére vonatkozóan?
- b. Kimutatható-e hatékonyság vagy eredményesség növekedés az olyan gazdaságok körében, amelyek integrálták a farmmenedzserszoftverek használatát a mindennapi működésükbe azokkal szemben, akik nem?
- c. A felhasználói tapasztalatok alapján a farmmenedzserszoftverek egyszerűbbé teszik-e a kötelező adminisztráció (termesztési napló, műtrágya felhasználás stb.) riportálását a hatóságok felé?

- d. Milyen nehézségei vagy akadályozó tényezői vannak egy ilyen szoftver bevezetésének? Milyen lépéseket lehet megkülönböztetni a bevezetés folyamatában?
- e. Segíti-e a gazdálkodást és a gazdaság irányítását a farmmenedzserszoftverek bevezetése?
- f. Vannak-e hiányzó megoldások, amelyeket jelenleg nem tartalmaznak a farmmenedzserszoftverek és a végfelhasználók részéről igény mutatkozik ezeknek a funkcióknak a fejlesztésére?

További empirikus vizsgálat indokolt a jelen tanulmányban megfogalmazott kutatási kérdések alapos vizsgálatához. A fentebb megfogalmazott kérdések vizsgálatához kvantitatív, nagymintás kérdőíves módszertani megközelítés lenne a legmegfelelőbb és leghatékonyabb, amivel biztosítani lehetne a statisztikai érvényességet és megbízhatóságot. Egy ilyen kutatás lehetővé tenné a többváltozós elemzéseket és a korrelációk és az ok-okozati összefüggések lehetséges azonosítását, szignifikáns összefüggések kimutatását. Ez a megközelítés megkönnyítené azt, hogy átfogó képet kapjunk arról, hogyan viszonyulnak a gazdálkodók, mint végfelhasználók a farmmenedzserszoftverek témájához.

Az ebben a cikkben megvilágított operatív meghatározások és fogalmi keret szilárd alapot nyújtanak a későbbi tudományos vizsgálatokhoz, a hipotézisek felállításához és további kutatási terv kidolgozásához. Ez a munka nagy mértékben hozzájárulhat majd a jövőbeli vizsgálatok sikeres kivitelezéséhez.

Hivatkozott források

- Abiri, R. – Rizan, N. – Balasundram, S. K. – Shahbazi, A. B. – Abdul-Hamid, H. (2023): Application of digital technologies for ensuring agricultural productivity. *Heliyon* 9 (2023) e22601. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22601>
- Ammann, J. – Walter, A. – El Benni, N. (2022): Adoption and perception of farm management information systems by future Swiss farm managers – An online study. *Journal of Rural Studies*, 89, 298-305. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.12.008>
- Boldt, J. – Hansen, U. E. – Nygaard, I. – Traerup, S. L. M. (2012): Overcoming Barriers to the Transfer and Diffusion of Climate Technologies. Roskilde.
https://www.researchgate.net/figure/The-S-curve-of-technology-diffusion_fig5_323265110
https://www.researchgate.net/publication/323265110_Overcoming_Barriers_to_the_Transfer_and_Diffusion_of_Climate_Technologies A letöltés ideje: 2022.03.12
- Digitális Jólét Program, Magyarország Digitális Agrár Stratégiája 2019-2022; 2019 augusztus. <https://digitalisjoletprogram.hu/files/24/2e/242e263bd2b441f6f30cf400e06e1e4a.pdf>
A letöltés ideje: 2022.03.12
- Fountas, S. – Carli, G. – Sørensen, C.G. – Tsiropoulos, Z. – Cavalaris, C. – Vatsanidou, A. – Liakos, B. – Canavari M. – Wiebensohn, J. – Tisserye, B. (2015): Farm management information systems: Current situation and future perspectives. *Computers and Electronics in Agriculture*, 115. 40-50. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.05.011>
- G2.com: Best Farm Management Software – What is Farm Management software?
<https://www.g2.com/categories/farm-management> A letöltés ideje: 2021.09.17
- International Society of Precision Agriculture (ISPA): Precision Agriculture Definition. Revised January 2024. <https://www.ispag.org/about/definition> A letöltés ideje: 2024.02.19

- Józsa, V. – Káposzta, J. – Nagy, H. (2017): Is smartness the privilege of cities? Pilot development and application in the Hungarian-Slovak border region. *Romanian Journal of Regional Science*. Vol. 11, No.2, Winter. <https://rjrs.ase.ro/wp-content/uploads/2017/03/V112/V1122.Josza.pdf>
- Kaloxylou, A. – Eigenmann, R. – Teye, F. – Politopoulou, Z. – Wolfert, S. – Shrank, C. – Pesonen, L. (2012): Farm management systems and the future internet era. *Computers and Electronics in Agriculture*. 89, 130–144. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2012.09.002>
- Káposzta, J. – Horváth, P. (2019): A smart falu koncepciójának főbb összefüggései és kapcsolódása a hazai vidékgazdaság fejlesztésstratégiájához. *Tér és Társadalom*. 33-1. <https://doi.org/10.17649/TET.33.1.3091>
- Köksal, Ö. – Tekinerdogan, B. (2019): Architecture design approach for IoT-based farm management information systems. *Precision Agriculture*. 20, 926–958. <https://doi.org/10.1007/s11119-018-09624-8>
- Markets & Markets, Farm Management Software Market with Covid-19 Impact Analysis by Application (Precision Farming, Livestock, Aquaculture) <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/farm-management-software-market-217016636.html> A letöltés ideje: 2021.09.17
- Melzer, M. – Bellingrath-Kimura, S. – Gandorfer, M. (2023): Commercial farm management information systems - A demand-oriented analysis of functions in practical use. *Smart Agricultural Technology* 4 (2023) 100203. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2023.100203>
- Munz, J. – Gindele, N. – Doluschitz, R. (2020): Exploring the characteristics and utilisation of Farm Management, Information Systems (FMIS) in Germany. *Computers and Electronics in Agriculture*, 170. szám, 105-246 old. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105246>
- Nikkilä, R. – Seilonen, I. – Koskinen, K. (2010): Software architecture for farm management information systems in precision agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture* 70 328–336. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2009.08.013>
- Oláh, I.: Nemzeti Agrárgazdasági Kamara Digitális Agrár Akadémia programja, 2019 <https://www.nak.hu/kiadvanyok/digitalis-agrarakademia-2019/3-digitalis-farm-menedzsment> A letöltés ideje: 2022.03.12
- Osrof, H. Y – Tan, C.L. – Angappa, G. – Yeo, S.F. – Tan, K. H. (2023): Adoption of smart farming technologies in field operations: A systematic review and future research agenda. *Technology in Society* 75. 102400. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2023.102400>
- Porter, M.E. – Heppelmann J.E. (2014): Wie smarte Produkte den Wettbewerb verändern. *Harvard Business manager*. 12, 1-28. <https://docplayer.org/12324512-Wie-smarte-produkte-den-wettbewerb-veraendern.html> A letöltés ideje: 2022.03.17
- Rupnik, R. – Kukar, M. – Vračar, P – Košir, D. – Pevec, D. – Bosnić, Z. (2019): AgroDSS: A decision support system for agriculture and farming. *Computers and Electronics in Agriculture* 161. 260–271. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.04.001>
- Sørensen, C. G. – Pesonen, L. – Bochtis, D. D. – Vougioukas, S. G. – Suomi, P. (2011): Functional requirements for a future farm management information system. *Computers and Electronics in Agriculture*, 76(2), 266–276. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2011.02.005>
- Szőke, V. – Kovács, L. (2020): Mezőgazdaság 4.0 – relevancia, lehetőségek, kihívások. *Gazdálkodás*. 64(4), 289-304. https://www.researchgate.net/publication/344284006_Mezogazdasag_40_-_relevancia_lehetosegek_kihivasok A letöltés ideje: 2023.10.10

- Top 9 Farm Management Software <https://www.predictiveanalyticstoday.com/top-farm-management-software/> A letöltés ideje: 2021.09.17
- Verdouw, C.N. – Robbemon, R.M. – Wolfert, J. (2015): ERP in agriculture: Lessons learned from the Dutch horticulture. *Computers and Electronics in Agriculture*. 114. 125–133. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.04.002>
- Ye, H. – Wang, Y. – Zhang, Y. – Hu, X. – Wei, C. – Zhao, W. – Li X. (2023): Digital transformation of agriculture: A new integrated modeling framework for arable farm enterprises. *Computers and Electronics in Agriculture*. 212.108041. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.108041>
- Zambon, I. – Cecchini, M. – Egidi, G. – Saporito, M. G. – Colantoni, A. (2019): Revolution 4.0: Industry vs. Agriculture in a Future Development for SMEs. *Processes*. 7, 1-36. <https://doi.org/10.3390/pr7010036>

Szerző

Dajka Máté Ferenc

ORCID <https://orcid.org/0009-0005-3608-5442>

Doktorandusz hallgató

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gazdaság- és Regionális Tudományok Doktori Iskola

E-mail-cím: dajka.mate@gmail.com

*This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License /
A cikkre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik*
[CC-BY-NC-ND-4.0.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

