



**AgEcon** SEARCH  
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

# *A mezőgazdaság 4.0 technológiáinak munkaerőpiaci hatásai*

**SZÓKE VIKTÓRIA – KOVÁCS LÁSZLÓ**

**Kulcsszavak:** mezőgazdaság 4.0, digitális mezőgazdaság, munkaerőpiaci hatások  
**JEL-kód:** Q10, Q16

## **ÖSSZEFOGLALÓ MEGÁLLAPÍTÁSOK, KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK**

A mezőgazdaság 4.0 forradalma napjainkban zajlik. A jelenleg elérhető és fejlesztés alatt lévő technológiák és megoldások már nem elsősorban a termelési eszközök helyezik középpontba, hanem az adatok köré épülnek: az adatgyűjtésről, az adatfeldolgozásról, valamint az adatokon alapuló végrehajtásról szólnak, sok esetben automatizálva a mezőgazdasági folyamatok egy részét vagy egészét.

A tanulmány szakirodalmi áttekintés alapján fogalmaz meg következtetéseket és javaslatokat a mezőgazdaság 4.0 várható munkaerőpiaci hatásaival kapcsolatban. A tanulmány első fele a 4.0 technológiák rövid áttekintését adja, bemutatva egyes adatgyűjtésre, illetve munkavégzésre kifejlesztett digitális eszközök jelenlegi fejlesztési irányait. Emellett rámutat a digitális átalakulás kontextusaira is.

Ez az áttekintés alapozza meg a tanulmány második felében leírt következtetéseket, amelyek rávilágítanak arra, hogy a fejlesztés alatt lévő mezőgazdasági technológiák várhatóan milyen hatással lesznek a munkaerőpiacra az oktatás, a farmmedzsment és a munkahelyteremtés összefüggésrendszerében. Az oktatásnak a jövő munkavállalóját a gyorsan változó digitális környezet kihívásaira kell felkészítenie. A gazdaságok vezetőinek feladatköre átalakul, mivel előtérbe kerül a megfelelő munkaerő megszerzésének, illetve a munkaerő megtartásának feladata. A munkahelyekre az átalakulás kettős hatást fejt ki: míg a mezőgazdasági telepeken munkahelyek megszűnésével járhat, addig a kutatás-fejlesztés, illetve a mezőgazdaság adatainak gyűjtésére és feldolgozására épülő startupok területén magasan kvalifikált munkahelyek létrejöttét eredményezi.

A tanulmány utolsó nagyobb egysége a mezőgazdasági telepek vezetői számára fogalmaz meg javaslatokat: a mezőgazdaság digitalizálódása az új munkavállalók felvételekor szükségessé teszi majd a jelentkezők digitális tudásának felmérését is. Emellett a telepek vezetőinek olyan soft skillek elsajátítására lesz szükségük, amelyek segítenek a munkaerő megtartásában.

## **BEVEZETÉS**

A 2020-as évek elején a mezőgazdasági fejlődés irányát a mezőgazdaság 4.0 fogalmával lehet leginkább jellemezni.

A mezőgazdaság 4.0 az ipar 4.0 fogalmának analógiájára jött létre (CEMA, 2017). A mezőgazdaság 1.0 fogalmáról a 19. századtól, az iparosítás, a gőzgépek és

a villamosság kapcsán beszélhetünk; a mezőgazdaság 2.0 az 1950-es évekhez, a robbanómotorokhoz és a tömeggyártott mezőgazdasági gépekhez köthető; míg a mezőgazdaság 3.0 átalakulása az 1980-as évektől zajlott, amikortól informatikai megoldások is segítik a (hatékonyabb) gazdálkodást (vö. Krombholz, 2018; Szóke és Kovács, 2020).

A mezőgazdaság 4.0 – más szerzőknél okosgazdálkodás – az adatokról szól: a különböző, a mezőgazdasági vállalkozáson belüli és kívüli adatforrásokból származó adatok gyűjtéséről, a gyűjtött adatok összekapcsolásáról, illetve hatékony feldolgozásáról; majd az adatok alapján a termelési folyamatok optimalizálásáról és (automatikus) javaslattetelekről (vö. Bonneau et al., 2017; Klerkx, Jakkub és Labarthech, 2019). Mivel a mezőgazdaság 4.0 fogalma – szemben az ipar 4.0 fogalmával – kevésbé ismert, ezért egy definíció megadását is elengedhetetlennek tartjuk: mezőgazdaság 4.0-án „olyan, a mezőgazdasági termelést befolyásoló megoldásokat értünk, amelyek egymással kapcsolatban álló, a környezetet és a populáció egyedeit folyamatosan monitorozó technikai eszközök segítségével lehetővé teszik, hogy a természetett növények, illetve tenyésztett állatok nagyon kis csoportjának vagy egyes egyedeinek igényeit és szükségleteit figyelembe véve azokat egyedileg kezeljék. Ezek a megoldások a sok forrásból származó nagy mennyiségű adat integrálásával és feldolgozásával megkönnyítik – és részben automatizálják – a döntéshozatalt, a döntési folyamatokba az értéklánc és a termelést befolyásoló külső tényezők adatait is bekapcsolva.” (Szőke és Kovács, 2020: 294)

Az adatok megjelenése a mezőgazdaságban akkora jelentőségű, hogy Bögel (2018: 25) a kontextusban adatrobbanásról beszél: „a korábbinál sokkal több és többféle adat gyűjthető a talaj kémiai és biológiai összetételéről, a növények és az állatok állapotáról, a (mikro)klímáról és más, a gazdálkodást befolyásoló tényezőkről”.

A mezőgazdaság 4.0 adataalapú megoldásai a hatékony gazdálkodást segítik elő: a felhasznált inputanyag mennyisége csökken, a folyamatok optimalizálhatók, a hozam növelhető; illetve az állandóan rendelkezésre álló adatok alapján a beavatkozás szükségessége automatikusan jelezhető, és a beavatkozás végrehajtható.

A tanulmány célja, hogy bemutassuk a mezőgazdaság 4.0 átalakulásának munkaerőpiacra gyakorolt hatását. Az összefoglalás szükségességét és aktualitását két tényező adja.

1. A mezőgazdaság 4.0 forradalma napjainkban zajlik; annak hatásai rövid és hosszú távon is befolyásolják a mezőgazdasági munkaerő iránti keresletet.

2. A 2020 tavaszi Covid-19-járvány megmutatta, hogy a jelenlegi mezőgazdasági termelési folyamatok mennyire sérülékenyek: Nyugat-Európa mezőgazdasága részben erős függést mutat a kelet-európai idénymunkásoktól.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A mezőgazdaság 4.0 a mezőgazdaság minden területét érinti, a tanulmányban azonban tudatosan csak a növénytermesztéssel kapcsolatos fejlesztéseket írjuk le. Egyrészt a minden ágazatra kiterjedő elemzés meghaladná egy tanulmány kereteit, másrészt a szerzők ágazati információi és személyes tapasztalatai is növénytermesztési vállalkozásokból származnak.

Ahhoz, hogy a hatásokat pontosan átlássuk, a személyes tapasztalatok kiemelt fontosságúak, és azokat nem helyettesíthetik statisztikai adatok. Egy példán keresztül szemléltetve: a KSH szerint 2019. III. negyedévben a mezőgazdaságban foglalkoztatottak száma 200 000 fő, 3,8%-kal kevesebb az előző év azonos időszakához képest (KSH, 2019a: 51). A KSH 2019. első félévi adatai szerint a mezőgazdaságban a munkaerőhiány kicsi, 1,1% (KSH, 2019b: 3). Ezeknek a számoknak ellentmondanak azok az ágazati információk, amelyek szerint a munkaerőhiány a mezőgazdaságot is erősen sújtja (vö. Mizsei, 2020), és amelyek szerint a szektorban a munkavállalók nagy része 50 év feletti és kevésbé iskolázott, ami a mezőgazdasági gépek nem megfelelő használatát, ezen keresztül azok káreseményeit is eredményezi (Hatalmas a munkaerőhiány, 2018). A hivatalos adatoknak

(KSH: kis munkaerőhiány) ellentmond az ágazatot ismerők véleménye (munkaerőhiány és gyakorlattal rendelkező, szakképzett munkaerő hiánya).

A tanulmányban szakirodalmi feldolgozást végzünk, elsősorban a releváns német nyelvű publikációk alapján, de egyúttal a magyar szakirodalmat is szem előtt tartva. Az aktuális fejlesztések bemutatása során az adott vállalatok angol nyelvű honlapjaira támaszkodunk.

A tanulmány első fele a fejlesztés alatt lévő technológiákba nyújt bepillantást. Az összes folyamatban lévő fejlesztés áttekintésére helyhiány miatt itt nincs lehetőségünk, így csupán pillanatképszerű betekintést adhatunk egy olyan területre, ahol a jelenleg is létező több ezer megoldás mellett folyamatos fejlesztés folyik világszerte, multinacionális vállalatoknál éppúgy, mint kis, néhány fős startupoknál (Day, 2019).

A fejlesztés alatt levő technológiák bemutatása során a gondolatmenet vázát Höner (2019) német nyelvű összefoglalója adja. Az általa leírt logikát követve csoportosítottuk az egyes fejlesztéseket, majd az egyes csoportokra aktuális példákat hozunk. Az áttekintésnél utalunk egyben a technológia munkaerőpiacra kapcsolatos hatásaira is.

A következő pont a mezőgazdaság 4.0 kontextusrendszerébe ad betekintést; a bemutatott technológiák ugyanis nem légtüres térben léteznek: a technológia megléte – vagy lehetősége – nem jelenti automatikusan annak alkalmazását. Ez a fejezet a mezőgazdaság 4.0 azon kontextusaira világít rá, amelyek a fejlesztések alkalmazásával függnek össze. Itt a német nyelvterület tapasztalatai mellett hangsúlyt kapnak a témában végzett magyar kutatások és fejlesztések is.

A következőzések fejezetben az eddig bemutatott fejlesztések hatásait vetítjük ki munkaerőpiaci összefüggésekre. Itt elsősorban azokat a szakirodalmakat tekintjük át, amelyek a várható munkaerőpiaci hatá-

sokat prognosztizálják. Ezeket a várható hatásokat részben saját tapasztalatokkal is kiegészítjük.

Az utolsó fejezet felhívja a figyelmet azokra az összefüggésekre, amelyek egy telep munkaerő-gazdálkodását befolyásolják, és javaslatok formájában megfogalmazza, hogy hogyan készülhetnek fel a mezőgazdasági telepek vezetői a digitális átállás munkaerővel kapcsolatos hatásaira.

## MEZŐGAZDASÁG 4.0 TECHNOLÓGIÁK

A hagyományos mezőgazdasági folyamatot – ahol egy informatikai eszközt nélkülöző gép, például egy Rába Steiger traktor vontatja a munkagépet – felváltja a modern technológiákat használó komplex, gép–gép–számítógép–adatrendszer.

Ezeknek a közeljövőben a mezőgazdasági termelést hatékonyabbá tevő rendszereknek kiválasztott elemeit mutatjuk be a következőkben. Mint látni fogjuk, ezek a megoldások már nem elsősorban a termelési eszközt helyezik középpontba, hanem az adatok köré épülnek: az adatgyűjtésről, az adatfeldolgozásról, valamint az adatokon alapuló végrehajtásról szólnak; sok esetben már automatizálva is a mezőgazdasági folyamatok egy részét vagy egészét (vö. Csótó, 2017).

A mezőgazdasági termelés legfontosabb egységei továbbra is a termőföldi, beavatkozást végző rendszerek, ezek azonban csak akkor tudnak hatékonyan működni, ha a környezetről megfelelő adatok állnak rendelkezésre. Az adatok alapján a döntéshozás valós időben, ma már részben automatikusan is történhet – akár egy irodában, több kilométerre a földterülettől, vagy akár egy másik kontinensen, az adatokat valós időben látó szakértők segítségével.

### Termőföldi rendszerek

#### *Traktorok és vontatmányok*

A növénytermesztés multifunkcionális, a legtöbb feladatra bevethető erőgépe a traktor, amely egyfajta „vezérlőegység”

szerepét tölti be számos mezőgazdasági munkafolyamatban. A traktorok és az általuk irányított eszközök működését, illetve optimális feladatvégzését a 3.0 (precíziós) technológiák mellett számos 4.0 technológia is elősegít(het)i (Höner, 2019):

– Az Isobus (gyártótól függetlenül) univerzális kapcsolatot teremt a traktor és a vontatott munkagépek között.

– Az automatikus kormányzási rendszerek és a sorvezetők révén a traktorok egyre precízebb munkára képesek. Az önvezető gépek mára már elterjedtek a mezőgazdaságban: Németországban például már az értékesített nagy traktorok több mint 75%-a rendelkezik automatikus kormányzási rendszerrel, melynek köszönhetően a földeken centiméteres pontossággal tudnak dolgozni (Pollmann, 2017). Az új önműködő rendszerek már nemcsak a traktort, hanem az azzal vontatott munkagépet is képesek irányítani, hogy azok pontosabban végezhesék el feladatukat (Deter, 2018; Takácsné György és Takács, 2018).

– Telemetrikus adatok gyűjtése és továbbítása, ami lehetővé teszi a gyártó számára a termék valós körülmények közötti működésének vizsgálatát és a fellépő hibák pontosabb elemzését. A CAN-bus (*Controller Area Network*) rendszer segítségével számos műszaki adatot kiolvashatunk a munkagép által a feladat végrehajtása során gyűjtött információkból, mint például a gépterheltség, a sebesség, a motor terhelése/fordulatszama, az üzemanyag-fogyasztás, a permetezési idő és nyomásadatok (Kemény et al., 2017a). Ezen információk ismeretében a munkavégzés hatékonyabbá tehető, illetve az így nyert adatok felhasználhatók a gép műszaki állapotának hosszú távú megővésére, valamint jövőbeli fejlesztésekre is. A Yanmar Smartassist szolgáltatása a gép diagnosztikája mellett már például az esetleges hibákról is azonnal tájékoztatást küld, ezzel gyorsítva a megoldás keresését (Yanmar Smartassist, 2020).

– Támogató rendszerek, amelyek egyes

munkafolyamatokat rögzítenek és automatikusan végrehajtanak.

### *Permetezőgép*

A permetezőgépek – az új szenzorok és mérés technika – korszerűsödésének köszönhetően lehetővé válik a folyékony műtrágya és a növényvédő szerek pontos kijuttatása. Egy szenzor érzékeli például a burgonya gumójának méretét, ez alapján ki tudja számolni, hogy mennyi növényvédő szer kijuttatására van szüksége az adott növénynek, ennek eredményeként akár a növényvédő szer 20%-át megspórolhatja a gazdálkodó (Pollmann, 2017; Wagner, 2018).

A Fendt kifejlesztette a Teach-and-Playback nevű technológiát. Ez a technológia automatizál: a gyümölcsösben permetezés során a munkagép eltérő az adott területen az útvonalat és a feladatot, majd a legközelebbi permetezés során elő tudja hívni az adatokat a permetezéshez a Probotiq Fendt Xpert rendszerből, és a korábban megtanult útvonal és munkafolyamat alapján önállóan képes elvégezni az adott munkát (Pollmann, 2017).

### *Betakarítógép/kombájn*

A betakarítás költségét, illetve sebességét a kombájnok típusa és felszereltsége nagymértékben meghatározza. A betakarítógépek esetében fontos megjegyezni, hogy minden terményfajtára külön automatizálási megoldásra van szükség, amely figyelembe veszi az adott növény betakarításával kapcsolatos speciális kihívásokat, illetve szükségleteket is.

A Claas és a Deutsche Telekom közösen fejlesztették a gép-gép közötti kommunikáció (*machine to machine*, M2M) egy új megoldását. A kifejlesztett program a betakarítógépeket hálózatba foglalja és a betakarítás teljes folyamatát digitalizálja. A szenzorok és a mobiltechnológia segítségével másodpercenként gyűjti az adatokat és valós időben tájékoztatja a gépezelőt a

betakarítás aktuális állapotáról. A kombájn, ahogy telítődik, automatikus jelet küld a traktornak, hogy az pontosan oda tudjon érni, amikor a kombájn ürít, így nincs felesleges állási idő. Az automatizálásnak és az M2M kommunikációnak köszönhetően optimalizálódnak a munkafolyamatok, hatékonyabb a termények elszállítása és a raktárkezelés (Pollmann, 2017).

Az automatizálás a gyümölcsök szedését is megkönnyíti: a Harvest Croo (2020) olyan automata eperszedő robotokat épít, amelyek – az emberekhez hasonlóan – fel-emelik az eper levelét, szenzorokkal megvizsgálják az eper érettségét, majd csak azt a termést szedik le, amelyik már érett.

#### *Termőföldi rendszerek munkaerőpiaci hatása*

1. Tovább növekszik a specializált szak tudás iránti igény. A megfelelő jogosítvány meglétéén túl nem elég a tapasztalat, hanem az is szükséges, hogy a vezető a gép elektronikai rendszereit kezelni tudja; és a feladat a vezetésen túl több monitor folyamatos figyelését, azok programozását is jelenti. Ez nem gyakorlati úton, pár nap alatt elsajátítható tudást jelent: jelenleg egy felsőkategóriás traktor gépkönyve több száz oldal.

2. A gépek elektronikus rendszereinek javítása és szervizelése speciális elektronikai eszközöket, diagnosztikai programokat, finomhangolást igényel; a javítások egy része így nem oldható meg mechanikus alkatrészek cseréjével, hanem a szakszerviz részben szoftveres beavatkozását igényli. Emiatt a telepen saját alkalmazottakkal elvégezhető javítások száma csökken.

#### *Érzékelő és adatgyűjtő rendszerek*

A modern mezőgazdasági gépek működéséhez szükség van az érzékelőkre és az adatgyűjtő rendszerekre.

A különböző érzékelőrendszerek elengedhetetlenek az automata kormányzáshoz, a sorfelismeréshez, a gyomnövények felis-

meréséhez, illetve a hatóanyag kijuttatásához. Mindezek mellett ezek az adatgyűjtő rendszerek és gyűjtött adataik képezik az alapját azoknak a döntéstámogató megoldásoknak, amelyek speciális szoftverekkel segítik a gazdálkodó munkáját.

#### *Kamerarendszerek*

A használatos kamerarendszerek teljesítményét számos tényező befolyásolja, így az adott célra megfelelő rendszer megtalálása meglehetősen komplex feladat (vö. Pajares et al., 2016). A szerzők összefoglalójukban ezért áttekintik azokat a fő jellemzőket (érzékelési spektrumok, képszenzorok és optikai rendszerek, az érzékelőrendszerek geometriája adott eszközön), amelyek ismerete elengedhetetlen a kamerarendszerek működésének megértéséhez, illetve a megfelelő rendszer kiválasztásához. A kamerarendszerek természetesen legtöbb esetben a vásárolt eszköz részei, ugyanakkor fontos, hogy a gazdálkodó ismerje annak lényegesebb tulajdonságait. Így képes megállapítani, megfelel-e számára, valamint hogy az általa elérni kívánt feladatra optimálisan alkalmazható lesz-e.

Jelenleg – hogy csak egy példát említsünk – olyan kamerarendszerek vannak fejlesztés alatt, amelyek az infravörös képet (hőképet) és a vizuális képet egy olcsó kamerarendszerben ötvözik, ezzel az egyes növények hőképe költséghatékonyan vizsgálható, melynek eredményeként lehetővé válik például a növények egyéni öntözése (Drew et al., 2019).

#### *Szenzorrendszerek*

A különböző, mezőgazdasági tevékenységre rendelkezésre álló vezeték nélküli szenzorhálózatok a mezőgazdaság 4.0 legfontosabb eszközei (Shafi et al., 2019). A különböző szenzorok, illetve azok megfelelő működése, valamint az általuk összegyűjtött adatok hatékony feldolgozása teszi lehetővé az egyedre szabott beavatkozást (öntözés, permetezés, műtrágyázás stb.).

Magát a beavatkozást szintén szenzorok szabályozzák és monitorozzák. A vezeték nélküli szenzorrendszer (*wireless sensor network*, WSN) egy adatgyűjtő szenzorból, az adatokat feldolgozó egységből és a szenzoron kívüli kommunikációt biztosító adóvevőkből áll. Az egyes szenzorok, illetve az adatfeldolgozó egységek különböző adatok gyűjtésére, valamint a specifikus adatok feldolgozására alkalmasak (Shafi et al., 2019). Az adatfeldolgozás és a gyűjtött adatokból a megfelelő döntések meghozatala nem helyben, hanem a felhőben történik.

### Távérzékelés

A légi érzékelés, illetve adatgyűjtés három formában történhet: műholdakkal, hagyományos légi járművekkel és pilóta nélküli légi járművekkel. Az egyes platformok jellemzőit Shafi et al. (2019) alapján a következőképpen foglalhatjuk össze (1. táblázat).

A műholdak által gyűjtött adatok a növénytermesztési tevékenységek szinte összes komponensét befolyásolhatják, illetve számos rendszerrel állnak kapcsolatban (1. ábra).

A drónok pilóta nélküli légi járművek, amelyeket egyre szélesebb körben használnak a mezőgazdaságban. A drónokat

elsősorban megfigyelésre és adatgyűjtésre használják – például a drónok képesek lehetnek egy növény egy egyedének egyes leveleit vizsgálni akár 120 méter magasságból (Veroustraete, 2015).

Napjainkban azonban a drónok feladatkörei is átalakulóban vannak: Milics (2020) rámutat arra, hogy a drónokat már nemcsak megfigyelésre alkalmazzák (felvételezésre alkalmazott drónok), hanem munkavégzésre is (munkavégző drónok).

### Talajpróbák

A talaj folyamatos vizsgálata azért fontos, mert az adatok megmutatják, hogy hol van szükség beavatkozásra. A mezőgazdaság 4.0 alternatív megoldásokat kínál a hagyományos, kézi talajpróbák vétele és az adatok lassú, időigényes elemzése helyett is.

A Teralytic (Teralytic, 2020) telepített talajelemző eszköz 26 szenzora egyszerre 3 mélységből és a levegőből gyűjt adatokat, és azonnali információt nyújt a talaj és a környezet jellemzőiről, ezzel téve lehetővé a megfelelő és gyors beavatkozást.

A SoilOptix (SoilOptix, 2020) járműre szerelhető gammasugárzás-érzékelő szenzora a talajban fellelhető tápanyagokról és a talaj főbb jellemzőiről ad részletes képet anélkül, hogy a talajjal érintkezne.

I. táblázat

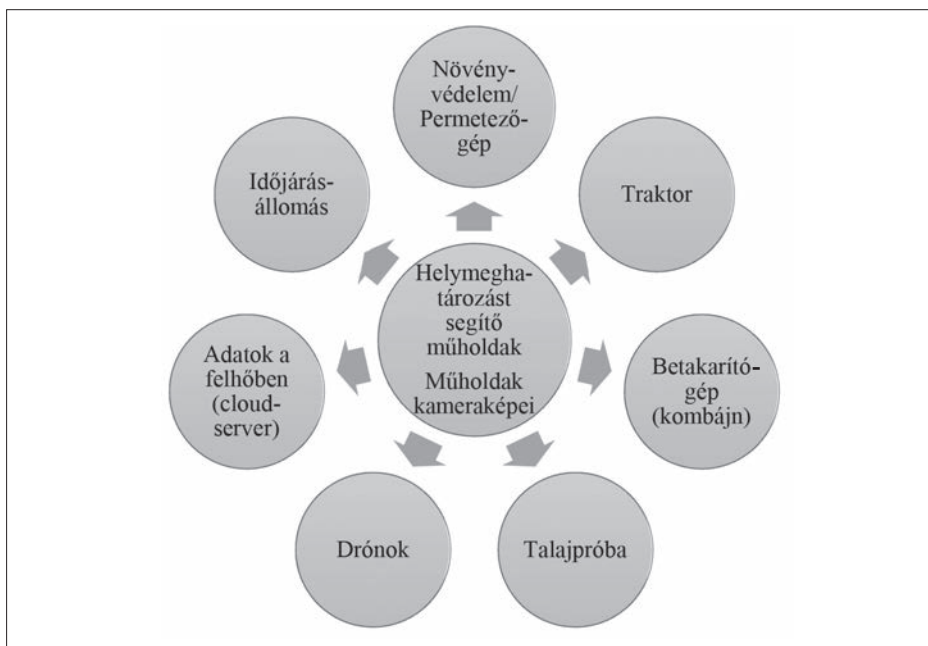
Légi érzékelés és adatgyűjtés formái  
(Forms and devices of aerial data collection)

	Műhold	Légi	Pilóta nélküli
Lefedett terület	globális	regionális	helyi
Felbontás	30 cm – 300 m	5–25 cm	5–10 cm
Pontosság	1–3 m	1–25 cm	5–10 cm
Tulajdon	csak az adatok megvásárolhatók	nagy költséggel megvásárolható, közepes költséggel bérelhető	kis költséggel megvásárolható
Adatfelvétel tervezése	fix pálya – nem rugalmas	pár órára előre tervezhető	azonnal tervezhető
Érzékelők	multispektrális, látható fény, rövid hullámú infravörös, hiperspektrális, radar	kamera/LiDAR radar (GeoSAR, InSAR)	kamera/LiDAR

Forrás: Shafi et al. (2019); az egyes érzékelőkkel és funkcióikkal kapcsolatban vö. pl. Tamás és Fórián (2008); a műholdaknak a távérzékelés mellett a helymeghatározásban is kiemelt szerep jut (vö. Takácsné György és Takács, 2018)

I. ábra

**Műholdak adatait használó rendszerek, eszközök  
(Systems and devices using satellite data in agriculture 4.0)**



Forrás: saját szerkesztés Höner (2019: 84–85) alapján

A Stenon (Stenon, 2020) kézi talaj-elemzője az azonnali elemzés lehetőségét kínálja, így a talajmintát nem szükséges laboratóriumba küldeni.

#### *Meteorológiai állomások*

A meteorológiai állomások a földterület mikroklimatikus viszonyait elemzik, és a helyben gyűjtött adatok, illetve más szolgáltatók adatai alapján rövid, illetve középtávú előrejelzéseket adnak.

A modern mérőállomások nemcsak rögzítik az adatokat, hanem adott esemény bekövetkezésekor – például adott hőfok elérése – jelzést is küldenek mobiltelefonra, illetve javaslatot tesznek az aktuális adatok és előrejelzések figyelembevételével a permetezés ideális időpontjára (Lemken, 2020).

#### *Távérzékelés munkaerőpiaci hatása*

A hatás elsősorban a telep vezetőjét/tulajdonosát érinti, akinek ismernie kell az adott rendszer lehetőségeit, előnyeit és korlátait, tudnia kell a kapott adatokat kiértékelni és azok alapján optimális döntést hozni. A telepen fontossá válik ezért az adatok begyűjtése, rendszerezése és továbbítása. Így szükség van olyan munkaerőre – vagy szoftveres megoldásokra – is, akik (amelyek) az adatokat gyűjtik, rendszerezik és feldolgozzák; utóbbit akár helyben, akár egy távolabbi helyen.

#### **Döntéshozó és menedzsmentszoftverek**

##### *Döntéshozó/javaslattevő szoftverek*

A döntéstámogató szoftverek jellemzője, hogy a gépeken és a telepen elhelyezett



szenzorok, adatbázisok, illetve egyéb jellemzők figyelembevételével tesznek javaslatot az egyes munkafeladatok optimális időzítésére, az ideális munkaszervezésre, ezzel minimalizálva az inputanyag-felhasználást és egyben maximalizálva a hozamot és a profitot.

– A Topcon (Topcon, 2017) okos megoldásai és szenzorrendszerei együtt a vállalat SGIS nevű szoftverével komplex megoldásokat kínálnak, és javaslatokat tesznek az optimális hozam eléréséhez.

– A francia Irstea kutatóintézet által kifejlesztett Pilote alkalmazás a talaj víztartalma, a levélindeks és az időjárási adatok segítségével megbecsüli a várható hozamot, továbbá javaslatot tesz az optimális öntözésre is (Pilote, 2013).

– A 365 FarmNet moduláris szoftver egy platformon kínál megoldást a legtöbb termőfölddel kapcsolatban felmerülő tevékenység szervezésére és monitorozására (365 FarmNet, 2020).

A döntéstámogató rendszerek azonban – habár már ma is működnek – részben olyan gyerekbetegségekkel küzdenek, mint a bonyolult grafikus felhasználói felületek, az emberi szakértők bevonásának hiánya a döntési mechanizmusok fejlesztésébe vagy a múltbeli adatok nem megfelelő figyelembevétele (vö. Zhai et al., 2020).

#### *Telepmenedzsment, dokumentációs és nyilvántartásszoftverek*

A digitalizált mezőgazdasági vállalkozások esetében minden, a működést befolyásoló, illetve rögzítő releváns információnak egy felületen is elérhetőnek kell lennie, ezért a farmmenedzsmentszoftverek a telep minden fontos tevékenységét rögzítik és nyilvántartják a földterületeken folyó napi tevékenységektől a termény értékesítésén keresztül a készletnyilvántartásokig és leltárokig. Ilyen komplex szoftverek például az Agrivi, a Granular, a Conservis, a FarmERP vagy a FarmLogs.

#### *Speciális szoftverek*

Számos olyan speciális szoftver létezik már, amelyek a mezőgazdasági tevékenység folyamatának egy-egy szakaszában vagy területén nyújtanak célzott segítséget. A Cropio és az EOS Crop például műholdas képek segítségével elemzi a növényzet állapotát, a Trimble Ag Premium Weather szoftvere a csapadék mennyiségéről ad információt, a Farmers Business Network az egyesült államokbeli gazdálkodóknak kínál lehetőséget együttműködésre, illetve lehetőséget arra, hogy egymás tapasztalatait hasznosítsák, míg a Winedirect lehetővé teszi, hogy a borászatok közvetlenül értékesíthessék boraikat a fogyasztóknak.

#### *Döntéshozó szoftverek munkaerőpiaci hatása*

A hatás elsősorban a telep vezetőjét/tulajdonosát érinti, akinek ismernie kell a piacon lévő szoftvereket, tudnia kell, hogy az értékláncba melyik szoftver kapcsolható be hatékonyan, melyik növeli a termelés hatékonyságát és/vagy a nyereséget.

### **A MEZŐGAZDASÁG 4.0 KONTEXTUSAI**

A fentiekben a mezőgazdaság 4.0 legfontosabb kontextusába, a technológiai fejlesztések adta lehetőségekbe adtunk betekintést. A technológiai fejlesztések és azok elméleti alkalmazhatósága (= a technológia létezik és megvásárolható) azonban csak az egyik összetevője a jelenleg zajló átalakulásoknak. A technológia ugyanis nem légtüres térben, önmagában létezik: a 4.0 technológiák elterjedését számos tényező befolyásolhatja (ipar 4.0 tekintetében vö. Nagy et al., 2018). A következőkben ezeket a technológia körüli kontextusokat mutatjuk be röviden.

#### **Jogi környezet**

Az új technológiák elterjedése és használata jogi kérdéseket vet fel. Egy drón

reptetése például repülésbiztonsági és egyben adatvédelmi kérdés is – amennyiben a drón felvételt készít, akkor akár személyes adatok kezeléséről is beszélhetünk (vö. Eisenberger et al., 2017).

Az autonóm (vezető nélküli) gépek használata magánterületen kevésbé problémás; kérdéses azonban alkalmazásuk közterületen, azaz például a földterület megközelítése közúton (vö. Eisenberger et al., 2017).

A technológiák alkalmazása így egyrészt naprakész jogi ismereteket feltételez, másrészt a jogalkotásnak meg kellene előznie ezen eszközök használatát. Ez sok esetben nem adott: például a drónok használatáról sokéves vita lezárásaként 2020-ban egy Európa-szerte egységes szabályozás jött létre (A Bizottság 2019/947 végrehajtási rendelete, 2019). Kérdéses egyelőre természetesen a jog gyakorlati alkalmazása, illetve azon funkciók szabályozása és szabályozhatósága, amelyek drónok esetében jelenleg még tervben sincsenek.

### Politikai támogatottság

A politikai támogatottság is erősen befolyásolhatja egyes 4.0 megoldások elterjedését. A politikai támogatottságot Magyarországon elsősorban Magyarország Digitális Agrár Stratégiája (DAS) jelenti, amelynek „célja az agrárgazdaság intelligens eszközökre és megoldásokra épülő digitalizációs átalakítása, fejlesztése annak érdekében, hogy a Magyarország Élelmiszer- és Élelmiszeripari Stratégiájában (2017–2050) lefektetett célokat támogatva minél nagyobb mértékben járuljon hozzá a hazai agrárgazdaság hatékonyságának növeléséhez” (Magyarország Digitális Agrár Stratégiája, 2019: 4).

A digitális agrárstratégia várható hatásai:

1. növekszik a fogadókészség a digitális megoldásokra,
2. nőni fog az automatizált folyamatok száma,
3. a környezeti terhelés csökken,
4. növeli a termelők jövedelmét (Ma-

gyarország Digitális Agrár Stratégiája, 2019: 7).

A digitális agrárstratégia három pillérre épül – mezőgazdasági termelés, mezőgazdasági üzem, termékpályák –, míg horizontálisan a humán erőforrás; a kutatás-fejlesztés-innováció; a közigazgatási és közszolgáltatások, valamint a fejlesztéspolitikai és támogatások területeit fedi le (Magyarország Digitális Agrár Stratégiája, 2019: 9–13).

A stratégia megvalósítását 2022-ig, a Digitális Jólét Program 2.0 keretei között tervezik (Magyarország Digitális Agrár Stratégiája, 2019).

A terv rövid és hosszú távú, konkrét intézkedéseket is megfogalmaz; azonban a jelenlegi járványügyi helyzetben ezek megvalósítása kérdésessé válhat.

### A tulajdonos

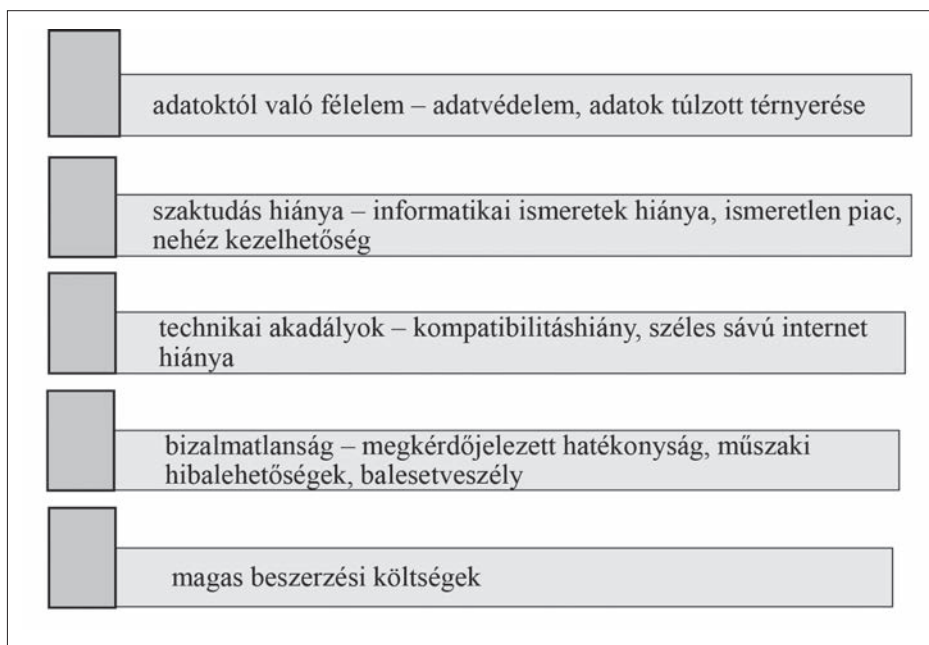
Egy technológia akkor képes betölteni szerepét a termelésben, ha azt alkalmazzák is. A mezőgazdaság 4.0 esetében az új technológiák használatának egyik akadálya maga a célcsoport, amely számára a technológia készült (Popp et al., 2018).

Egy 2016-os bajorországi felmérés során gazdálkodókat kérdeztek meg a modern mezőgazdasági technológiák használatáról. A megkérdezett gazdálkodók 53%-a használt már valamilyen 4.0 technológiát, 16%-uk viszont azt válaszolta, hogy a jövőben sem szeretne ilyen eszközöket alkalmazni (Gandorfer et al., 2017: 13).

Magyarországon egy 2019-es felmérés szerint a megkérdezett 1400 gazdálkodó 60%-a használ valamilyen precíziós eljárást (Agrotrend, 2020); hozzátéve, hogy ezek egy része – például GPS – a mezőgazdaság 3.0-hoz kapcsolható (vö. Szóke és Kovács, 2020). Árnyaltabb a kép azonban, ha azt is megnézzük, hogy a valóban a mezőgazdaság 4.0-hoz köthető alkalmazásokat (pl. változó öntözés, változó mértékű tápanyag-utánpótlás, automati-

2. ábra

**Miért nem használják a gazdálkodók a digitális technológiákat?  
(Reasons why farmers do not use digital technologies)**



Forrás: saját szerkesztés Gandorfer et al., 2017: 15 alapján

kus kormányzás) legfeljebb 17% használ, szenzorokat 4%, hozamtérképezést pedig 5% alkalmaz (Agrotrend, 2020), míg 40% semmilyen ilyen technológiát nem használ (Agrotrend, 2020) – annak ellenére, hogy ezek hatékonysága bizonyított (Kemény et al., 2017b).

A fent említett német felmérés esetében a válaszadók a 2. ábrán látható okokat jelelték meg arra a kérdésre, hogy miért nem használják a rendelkezésre álló digitális technológiákat.

Mennyire vannak jelen ezek az okok Magyarországon?

Az adatoktól való félelem jelen esetben az adatbirtoklás kérdését takarja: a gazdálkodó adatait adott szoftver üzemeltetője is látja, és esetlegesen az adatokkal vissza is élhet, sőt, függőségi viszony is kialakulhat (vö. Digitalisierung in der Landwirtschaft, 2018; Kunisch és Kloepfer, 2017). Ez a féle-

lem Magyarországon is éppúgy jelen lehet, mint bármely másik országban.

A szaktudás hiánya valószínűleg Magyarországon is erős visszatartó erő: Berta (2018) rámutat, hogy a mezőgazdaság számítógéphasználata más ágazatokéhoz viszonyítva elmaradott. Erről azonban keveset tudunk, ugyanis annak ellenére, hogy az új technológiák elfogadásának mechanizmusa több évtizede vizsgált terület (vö. Deutsch et al., 2019; Keszeý és Zsukk, 2017), Magyarországon a témával kapcsolatban viszonylag kevés kutatást végeztek (Keszeý és Zsukk, 2017), és mezőgazdasággal kapcsolatos publikált kutatásról nincs is tudomásunk.

A technikai akadályok esetében a kompatibilitáshiány egyértelműen jelen van Magyarországon is; jellemző az egy telepen belül különböző márkák (és ezzel részben különböző szabványok) használata.

Az új technológiák hatékonyságának

esetleges megkérdőjelezése sokkal inkább a kevésbé innovatív gondolkodásból fakadhat és nem valós tényeken alapul: magyar kutatók is kimutatták, hogy már a kisebb gazdaságok is profitálhatnak az új rendszerekből (Kemény et al., 2017b).

A be nem vezetés oka Magyarországon valószínűleg ezen megoldások magas ára is (vö. Berta, 2018).

### A felhasználó

A tulajdonos mellett a technológia felhasználója is a környezet részét képezi. Egy kisebb, 4-5 fős gazdaság esetében is elképzelhetetlen, hogy a komplex digitális megoldásokkal csak a tulajdonos foglalkozzon – a 4.0 megoldások lényege pontosan az összekapcsoltság, az eszközök megfelelő beállítása és használata, az adatok gyűjtése és továbbítása. Az eszközöket így a telep legtöbb munkatársának megfelelő hatékonysággal kell tudnia használni ahhoz, hogy a fejlesztések kifizetődőek legyenek és a várt hasznot hozzák.

A fejlesztések a legtöbb esetben azt célozzák, hogy adott eszköz – legyen az egy szenzor vagy egy betakarítógép – felhasználóbarát legyen, és laikusok számára is könnyen értelmezhető „eredményeket” produkáljon. A meteorológiai mérőállomás például elemezve a lokális időjárást, az előrejelzéseket és a talaj víztartalmát javasolja, hogy öntözzünk. Mindehhez „csak” egy szoftvert kell letöltenünk, illetve 2-3 mérőállomást „telepítenünk”, és a megoldást kézhez kapjuk. Egy másik példa: a permetező kerekei a traktor korábbi adatait használva „önmaguktól” pontosan a traktor kerekeinek nyomvonalát követik, hogy a lehető legkevesebb terményt tapossák le. Hasonlóan működik a betakarítógép is, pontosan kikerüli a földterületen a villanyoszlopot, illetve ideális íven mozogva maximalizálja a betakarítás hatékonyságát – természetesen a megfelelő adatok birtokában.

Ezek a megoldások nagyon felhasználóbarátok, hiszen a gép például elvezeti ön-

magát, amennyiben minden adat megfelelő, minden optimális beállítás megtörtént – ehhez azonban komoly informatikai-digitális tudás szükséges. Ismerni kell az összefüggéseket, a beállítási lehetőségeket, a saját, specifikus adatainkat (például a földterület jellemzőit), majd a gépeket ezek ismeretében kell beállítani, illetve finomhangolni. Egyes esetekben ezek a beállítások egyszerűbbek, automatikusak, máskor felmerülnek kisebb-nagyobb kompatibilitási problémák, amelyek megoldása nem mindig egyszerű (vö. Huesmann, 2020). Ezek a finomhangolások és beállítások teljesen más tudást (is) feltételeznek, mint a hagyományos mezőgazdasági szaktudás. Ennélfogva – mint korábban láttuk – ezen technológiák elterjedésének egyik gátjaként a szaktudás hiányát jelölik meg a gazdálkodók.

### KÖVETKEZTETÉSEK

A mezőgazdaság jövőjét, a következő évek új megoldásait tehát kevésbé a hagyományos műszaki fejlesztés határozza meg, sokkal inkább a meglévő eszközök digitalizálása, illetve automatizálása, valamint olyan megoldások megjelenése, amelyek a gyűjtött és összekapcsolt adatok segítségével érnek el hozamnövekedést. Mindezek mellett a folyamatok optimalizálásával a kiadások is csökkenhetnek, például az inputanyagokat csak a szükséges mennyiségben és helyekre juttatják ki; a munkafolyamatok optimalizálásával és automatizált megoldásokkal csökken a humán munkaórák száma.

A tanulmányban felsorolt technológiák társadalmi összefüggéseit, illetve hatását több megközelítésben is vizsgálhatjuk. Klerkx, Jakkub és Labarthee (2019) tanulmányukban több mint száz olyan publikáció áttekintését adják, amelyek a mezőgazdaság 4.0 és a társadalomtudományok interdiszciplináris összefüggéseit vizsgálják. A tanulmányokat a következő nagy tématerületekbe sorolják (Klerkx, Jakkub és Labarthee, 2019: 4):

- a digitális technológiák alkalmazásának összefüggései,
- a digitalizálás hatása a gazdálkodó identitására, készségeire és munkájára,
- a digitalizált termelés és értéklánc hatalmi, tulajdonjogi, adatvédelmi és etikai összefüggései,
- digitalizáció, mezőgazdasági szaktudás és innováció összefüggései,
- a digitalizált mezőgazdasági termelési rendszerek és értéklánckok gazdasági és menedzsmenttel kapcsolatos összefüggései.

Ezek a fő tématerületek a digitalizációs hatások teljes vertikumát lefedik a gazdálkodó bevezetéssel kapcsolatos kételyeitől és döntéseitől kezdve a technológia bevezetésének rövid és hosszú távú hatásán keresztül az átalakulás jogrendszeri és ökonomiai összefüggéseig (vö. továbbá Csótó, 2017 konferenciabeszámolóját). Az összefüggésszisztemek közül jelen tanulmányban a fent leírt átalakulás munkaerőpiacra összefüggő hatásaira térünk ki.

A munkaerőpiacra gyakorolt legfontosabb hatás abból következik, hogy a mezőgazdaságban az alkalmazott technológiák átalakulóban vannak. Ez az átalakulás nem lesz hasonlítható azonban a korábbi változásokhoz: az eddigi műszaki fejlődéssel szemben a digitális megoldások kerülnek túlsúlyba, valamint a változás folyamata maga is felgyorsulni látszik.

A változást és a mezőgazdaság 4.0 sokirányú digitális-szoftveres átalakulását jól jellemzi az a számos eszköz és szoftver, amelyeket elsősorban startupok hoztak és hoznak létre (Animal Agtech Market Map, 2019; The Ag Tech Market Map, 2017; Day, 2019). Ezen új megközelítések száma ezres nagyságrendű (vö. Day, 2019).

A gyors változás két összefüggésben is megemlítendő. Egyrészt szinte naponta bővül a rendelkezésre álló hardveres, illetve szoftveres megoldások száma. Ezek az új megoldások egyes esetekben a már meglévő technológia újítását, digitalizálását jelentik,

más esetekben viszont az új megoldások teljesen új, adatintegráción és adatfeldolgozáson alapuló eszközöket takarnak (vö. a Day, 2019 által említett vállalkozásokat).

Másrészt a gyors változás a szoftverek gyakori aktualizálásában és frissítésében is tetten érhető. Ez utóbbi azért tekinthető releváns kérdésnek, mivel az alkalmazott szoftverek egy része okostelefonon fut, így azokat legkésőbb az okostelefon cseréjekor újra telepíteni kell – a legaktuálisabb verzióban. Ez az egyik oldalról emberi erőforrást és munkaidőt jelent – az esetleges kompatibilitási problémákról, nem teljesen kompatibilis adatokról nem beszélve –, a másik oldalról pedig egy-egy szoftverfrissítés mindig magával hordozza a nem felhasználóbarát – vagy csak nem megszokott – változtatások veszélyét.

Az új technológiák bevezetése és alkalmazása egy telep esetében így komplex problémaként jelenik meg. Nem elég a megfelelő technológia megléte, majd annak megvásárlása: figyelembe kell venni a szoftverkezelés elsajátításának kérdéseit; a betanulás idejét, a várható erőfeszítést vagy a használat egyszerűségét ahhoz, hogy a technológiát a telepen elfogadják és megfelelően használni is tudják (részletesen lásd Deutsch et al., 2019).

A vásárlási döntés maga itt egy technológiai rendszer melletti döntés is: mivel a legtöbb eszköz csak akkor tud hatékony lenni, ha a többi eszközzel együttműködik, így az átállás egy új márkára azt is jelentheti, hogy az adatátvitel bizonyos eszközök között nem optimális.

A technológia vásárlójának és használójának – amely sok esetben nem ugyanaz a személy – így ismernie kell az adott rendszer lehetőségeit, előnyeit és korlátait, kompatibilitását, valamint tudnia kell a kapott adatokat kiértékelni és azok alapján optimális döntést hozni.

Az új technológiák bevezetésének hatása azonban ennél is sokkal összetettebb. A német DZ Bank (2017) készített előrejel-

zést a mezőgazdaság jövőjére vonatkozóan, mely szerint a 4.0 befektetések költségigényessége miatt hosszú távon csökkenni fog a kisebb mezőgazdasági üzemek száma és növekszik az egy üzemre eső terület nagysága; ennek következtében a mezőgazdasági tevékenységgel foglalkozó vállalkozások száma is csökken. Míg Németországban 1960-ban 1,5 millió (Nyugat-Németország) vállalkozás foglalkozott mezőgazdasággal, jelenleg ez a szám 275 000; 2040-re pedig 100 000 lesz. A vállalkozásonként átlagosan megművelt terület nagysága várhatóan 60 ha helyett 160 ha lesz (DZ Bank, 2017: 28). Ezzel párhuzamosan a prognózisok szerint a mezőgazdaságban foglalkoztatott munkaerő létszáma is csökkenni fog: a várható létszáma 2040-re 325 000 fő, azaz a mai mezőgazdasági foglalkoztatottak számának a fele lesz (DZ Bank, 2017: 28).

A digitális átalakulás így legalább három összefüggésben fejt ki a hatását a munkaerőpiac kontextusában. Ezek az oktatás, a telepmenedzsment és a munkahelyteremtés.

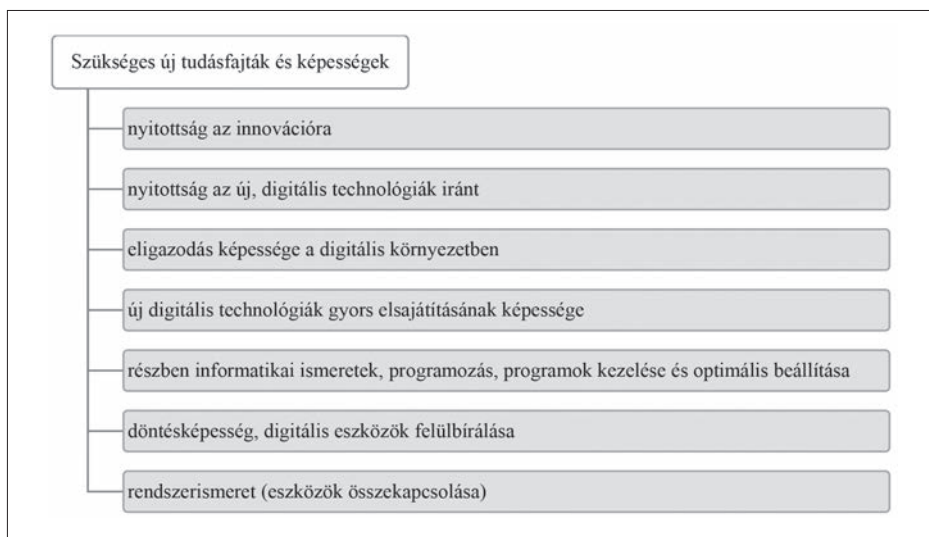
## Oktatás

Az egyik legfontosabb kérdés a mezőgazdaság 4.0-val kapcsolatban, hogy a digitális technológiák milyen elvárásokat támasztanak a mezőgazdasági képzésekkel szemben.

Az oktatással kapcsolatban az európai *Agriculture Knowledge and Innovation Systems* által megfogalmazott irányelvek rámutatnak az oktatás megváltozott szerepére a mezőgazdaságban: habár még mindig a tapasztalaton alapuló mezőgazdasági tevékenység jellemző a legtöbb országban, kimutatható, hogy a végzettség és a mélyebb szakmai ismeretek hatása a nagyobb hozam és nyereség lesz (Standing Committee of Agricultural Research, 2017). A formális (iskolai) képzettség az innováció felismerésében és megítélésében is szerepet játszik: a megfelelő magasabb képzettséggel rendelkezők nyitottabbak az innovációra és jobban meg tudják ítélni egy új megoldás hasznosságát (Heanue és O'Donoghue, 2014; vö. magyar viszonylatban Göllény-Kovács et al., 2020 eredményeivel).

3. ábra

### Új tudásfajták a mezőgazdaság 4.0 átalakulásának eredményeként (New types of knowledge as a result of agriculture 4.0)



Forrás: saját szerkesztés

Mint láttuk, a jelen és a (közel)jövő mezőgazdasági fejlesztései elsősorban digitális jellegűek és az adatokon, valamint a különböző okoseszközökön alapulnak. Az új megoldások nagy része informatikai jellegű, így ezek megértéséhez és megfelelő kihasználásához informatikai háttértudás szükséges, amely kiegészíti a mezőgazdasági gépek hagyományos műszaki ismereteit.

Egy mezőgazdasági telepen így megváltozik a munkavégzéshez szükséges tudás: az eddigi ismeretek mellett a 3. ábrán látható tudásfajtákra is szükség van.

Amire szükség van a közeljövő mezőgazdasági telephelyén, az így a digitális és a hagyományos tudás ötvözete.

A fenti tudás releváns, mivel csak ezen ismeretek és tudások birtokában lehet a korábban leírt eszközök lehetőségeit teljes mértékben kihasználni. Egy „elméletben” okos gép beszerzése akkor térül meg, ha az általa nyújtott lehetőségeket a vállalkozás ki is tudja használni. Ehhez azonban szükséges a gép lehetőségeinek, a megfelelő programozási és beállítási lehetőségeinek ismerete, a földterületek jellemzőinek pontos ismerete, a gép optimális beállítása, figyelembe véve a földterület jellemzőit stb. Ezek a feladatok részben a gép kezelőjére hárulnak.

Így a mezőgazdaság 4.0 esetében fokozottan ki kell emelnünk azt, hogy a képzéseken nem csupán egy aktuális eszköz használatának megtanítása kell, hogy cél legyen, hanem olyan alkalmazkodóképes tudás átadása, amely képes az elsajátított alapvető készségeket egy nagyon gyorsan változó, egyre jobban digitalizált környezetben alkalmazni, vagy ha szükséges, újratanulni (vö. Popp et al., 2018). Ez utóbbi elsősorban a szoftverek helyes kezelésének gyors elsajátítására irányul.

Ehhez a kérdéshez tartozik a munkavállaló idegen nyelvi kompetenciájának kérdése is. A fent leírt szoftverek nagy része elsősorban angol nyelvre optimalizálva készül; annak honosítását – ha készül egy-

általán – pedig ritka esetben végzik szakemberek. Így kérdéses, hogy adott szoftver milyen nyelvű, a szoftver vagy eszköz dokumentációja milyen nyelven elérhető, illetve hogy adott nyelven a szoftverben használt terminusok megfelelőek-e.

A jövő mezőgazdasági munkavállalóinak képzése során így – a „hagyományos” tudás átadása mellett – a következő elemekre célszerű koncentrálni:

- A digitális kompetenciák minél sokrétűbb fejlesztése, például a minél többféle szoftveres környezet megismertetésével.

- Olyan készségek, képességek és szak tudás (*skillek*) átadása, amelyek a különböző rendszerek közös elemeire és a rendszerek közötti összefüggésekre koncentrálnak.

- Szükséges az önálló tanulás képességének megtanítása.

- Információkeresési és információszűrés technikák elsajátítása a releváns információ megtalálására, illetve kiszűrésére (egy 1000 oldalas, elektronikus műszaki leírás nem olvasható végig – nem is ez a funkciója).

- Szakmai nyelvi (elsősorban angol nyelvi) ismeretek oktatása.

Ezek mellett az oktatást a lehetőség szerint minél több *stakeholderrel* egyeztetve, minél szélesebb alapokra kell helyezni. Így szükséges az alábbi lépések megtétele (Standing Committee of Agricultural Research, 2017: 7):

- A rendelkezésre álló helyi tudás és a rendelkezésre álló legaktuálisabb tudás ötvözése.

- A teljes mezőgazdasági oktatási értéklánc – agrárpolitika, oktatáspolitikai, kutatók, oktatók, tanácsadók, mezőgazdasági vállalkozások – érdekeinek integrálása és figyelembe vétele az oktatás tervezése és szervezése során.

- Ágazatokon átnyúló ismeretanyag átadása, például klímaváltozás, környezetvédelem, mezőgazdasági ökológia, de akár informatika, egészségügy, vízmenedzsment.

– Az egymástól való tanulás lehetőségének (*peer-to-peer learning*) minél szélesebb körű megteremtése.

– Digitális eszközök alkalmazása az oktatásban.

A fent leírt folyamatok azt is implikálják, hogy a mezőgazdaság stakeholdereinek különböző együttműködéseire van szükség ahhoz, hogy a digitális mezőgazdasági munkaerőpiaci kihívásainak a mezőgazdasági oktatás meg tudjon felelni. Ezek az együttműködések a következők (Standing Committee of Agricultural Research, 2017):

– kutatók és oktatók/tanárok közötti együttműködés,

– kutatás és a mezőgazdasági tanácsadás közötti együttműködés,

– az új innovációk és az innovatív gondolkodás bemutatását célzó és egyben alkalmazására ösztönző képzések segítségével,

– a tanulók/hallgatók mélyebb bevonása a képzési folyamatba, például gamifikáció (*gamification*) segítségével (lásd pl. a *Legeyel Te is mezőgépész!* magyar programot).

### Telepmenedzsment

A digitális átalakulás következtében a mezőgazdasági telepen a telep működése megváltozik, így a telep vezetője által ellátandó funkciók is átalakulnak.

Az egyik elsődleges feladat egy mezőgazdasági vállalkozás esetében már nem egy konkrét gép beszerzésének kérdése, a gép üzemeltetése vagy egyes elszigetelt döntések meghozása, hanem sokkal inkább a telep egészének átfogó menedzsmentje, így a humán erőforrás menedzsmentje és motiválása, a vállalat kapcsolatainak kialakítása, a termelés és az értéklánc egészének átlátása, a minőség biztosítása (CEDEFOP, 2008; Standing Committee of Agricultural Research, 2017). A mezőgazdasági vállalkozás vezetőjének ezekhez már nem csak szakmai (*hard*) tudásra, hanem a fenti feladatokkal kapcsolatos *soft* *skillekre* is

egyre nagyobb szüksége van (CEDEFOP, 2008; Standing Committee of Agricultural Research, 2017).

Az egyik kiemelt feladat lesz így a megfelelő munkaerő megtalálása, illetve megtartása. A munkaerővel kapcsolatban elvárt tudás azonban a specifikus, *hard skilltől* (mezőgazdasági ismeretek) részben elmozdul olyan „*soft*” ismeretek felé (digitális környezet ismerete, innovációs nyitottság stb.), amely készségek és képességek nemcsak a mezőgazdaságban, hanem más ágazatokban is keresettek. A munkaerő megtartása így kiemelt szerepet kap: hogyan ösztönözzön a vezető egy munkavállalót arra, hogy egy mezőgazdasági telepen, a részben szabadban töltött munkát és a szezonálisan változó munkaterhelést részesítse előnyben például egy nagyváros klimatizált irodájával és kiszámítható munkarendjével szemben?

A vezető döntési funkciója emellett megmarad, így természetesen meghatározza a megfelelő technikai és informatikai eszközök beszerzését a szoftverek hatékonyságának megítélése, valamint dönt azok alkalmazásáról, illetve alkalmazhatóságáról is. Ezeknél a döntéseknél ugyanakkor figyelembe kell vennie, hogy milyen készségekkel és képességekkel rendelkeznek a munkavállalók. Ha egy új eszköz beszerzése ugyanis hosszú, komplex tanulási folyamattal jár – például egy ismeretlen szoftverrel üzemel adott eszköz –, akkor ezt a tényezőt – azaz a tanulási folyamatot, annak költségvonatát, a folyamatból eredő hibákat – is figyelembe kell venni az eszköz beszerzésekor.

A döntéshozó szoftverek alkalmazására való átállás szintén nem egyszerű és egyértelmű döntési folyamat: figyelembe kell venni, hogy a gazdálkodók elsősorban ma is a saját tudásukra és részben a termőhelyhez kötött korábbi tapasztalataikra építenek, és kevésbé nyitottak az automatizált előrejelzéseket kínáló megoldások alkalmazására, így ezeknek a rendszereknek a bevezetése



időigényes folyamat, ahol a gazdálkodók hozzáállásának megváltoztatása az elsődleges feladat (vö. Lundström és Lindholm, 2018).

A telep vezetőinek nyelvtudása is releváns kérdéssé válik: a kapcsolatok építése mellett a nyelvtudás a beszerzésben és az értékesítésben is segítséget jelent. A nyelvtudás abból a szempontból is előnyös lehet, hogy angol nyelven sokkal előbb értesülhetnek a gazdák az újabb fejlesztésekről, így *early adopterként* (korai befogadó) versenylőnybe is kerülhetnek azokhoz a gazdálkodókhoz képest, akik a nyelvi korlátok eredményeként egyes fejlesztésekről csak később, akár hónapok, évek múlva értesülnek.

### Új munkahelyek teremtése

A mezőgazdaság 4.0 technológiái megoldást jelentenek a fent említett, a mezőgazdaságban tapasztalható munkaerőhiányra (Stine, 2019). A Smart Ag (2020) megoldásai – a vállalat mezőgazdasági gépeket szerel fel olyan megoldásokkal, amelyekkel azok precíziós gazdálkodásra alkalmasak lesznek, illetve amelyek így vezető nélkül is el tudnak végezni feladatokat – például segítenek abban, hogy a feladatok kevesebb emberi munkaerővel is elláthatók legyenek. A különböző említett robotmegoldások szintén elősegítik, hogy a szükséges feladatokat kevesebb emberi munkaerő bevonásával végezzék el.

Ezzel összefüggésben az is elkerülhetetlen, hogy a telep működtetéséhez szükséges tudás egy részét kiszervezzék – nem várható el ugyanis, hogy egy kisebb (néhány főt foglalkoztató) mezőgazdasági telepen minden szükséges, sok esetben nagyon specializált tudás rendelkezésre álljon.

*Milyen feladatok kerülnek kiszervezésre?*

– Innováció: ma már szinte elképzelhetetlen, hogy egy gazdálkodó vállalkozás alkosson olyan új, áttörő megoldást, ami nagyban növeli a hatékonyságot és a hoza-

mot – pontosan azért, mivel a hatékonyság a hagyományos megoldásokkal már csak kismértékben növelhető.

– Azon fejlesztések, amelyek az okoseszközök révén az informatikához is kötöttek. A digitalizált mezőgazdaságban ugyanis sok esetben nem elég egy eszközt megbarkácsolni (pl. egy megfelelő fémből készült részt felhegeszteni): a megoldásnak hatékonynak is kell lennie és a rendszerbe kell illeszkednie.

– Részben a prognosztizálás-elemzés és a döntések meghozatala, vagy legalábbis a döntés-előkészítés. Az elemzések szerint ugyanis ma már az okosmegoldások „nyernek”: nem elég sem a sokéves tapasztalat, sem a szakirányú végzettség – a megfelelő szoftverek és eszközök segítségével a hozam nagymértékben növelhető (vö. Kemény et al., 2017b; Molnár et al., 2018).

– Szerviztevékenység egy része, illetve a szoftverek felügyelete/üzemeltetése/optimalizálása, valamint a programozás.

A 4. ábra azt mutatja be, milyen feladatok kerülnek kiszervezésre – illetve nem lesznek elvégezhetőek a mezőgazdasági telepen – a mezőgazdaság 4.0 átalakulásának hatására.

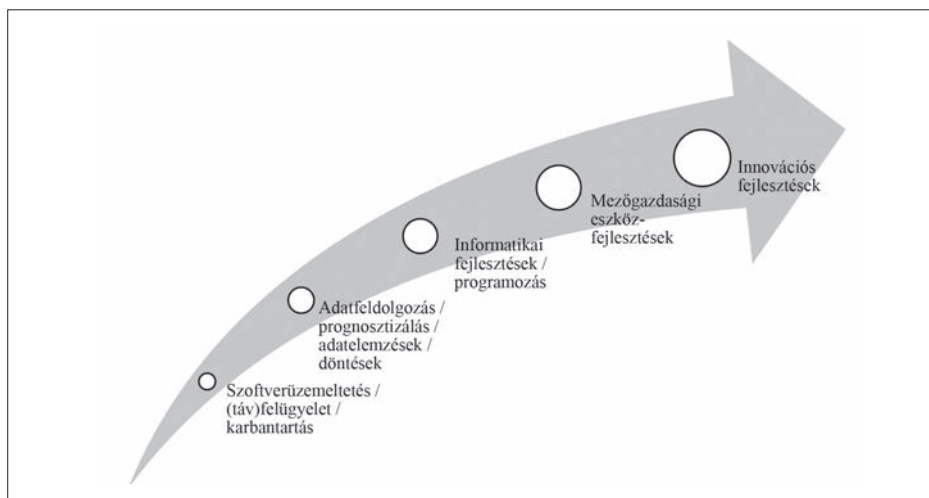
Ezt a strukturális átalakulást látva és erre építve jöttek és jönnek létre azok a kisebb vállalkozások – legtöbbször startupok –, amelyek egy speciális problémára kínálnak szakértői megoldást, amely megoldás inputelvárása nagyon felhasználóbarát (például az eszközt nem kell beállítani és hosszasan beüzemelni), outputja – azaz a legtöbb esetben a generált információ – pedig közérthetően kerül megjelenítésre.

Így a digitalizált mezőgazdaság amellett, hogy munkahelyeket szüntet meg (illetve részben megoldja a munkaerőhiányt), más kontextusban munkahelyeket is teremt. Ezek a munkahelyek nem szükségszerűen a telepen, hanem a mezőgazdasági technológia tág kontextusában jönnek létre.

Így a következő összefüggésekben ge-

4. ábra

**A kiszervezésre kerülő feladatok  
(Outsourced tasks)**



Forrás: saját szerkesztés

nerál új munkahelyeket a digitális mezőgazdaság:

– *Innováció: szoftverfejlesztő, adat-elemző/adatbányász, kutató-fejlesztő, geoinformatikus, termékfejlesztő.*

Azt gondolhatnánk a felsorolásból, hogy ezek „régí” szakmák. Árnyalja a képet azonban, ha ránézünk a konkrét álláshirdetésekre. A világ legnagyobb startupközössége, az AngelList 2020. január végén többek között a következő állásokat hirdette „Agriculture Tech & Startup Jobs” kategóriában: *Full-Stack Developer, User Researcher, Interface Designer, Android Engineer, Digital Product Designer, Embedded Systems Engineer [Wireless Low Power Sensing Systems], Modelling and Control Engineer, Robotics Software Engineer, Data Scientist, Bioinformatics – Machine Learning or Software Developer, Frontend Engineer, Content Creator, Digital Marketing Manager, Mean stack developer, API Software Application Developer* (Agriculture Tech & Startup Jobs, 2020).

Az állások nevét nem próbáljuk meg – és nem is szükséges – lefordítani. Azt azonban

azonnal láthatjuk, hogy ezek a munkakörök nagyon messze vannak azoktól az álláshirdetésektől, amelyeket hagyományosan a mezőgazdasággal, illetve a mezőgazdaság informatikai oldalával kapcsolnánk össze.

– *Szerviz: részben informatikus/programozó.*

A szerviz ma és a jövőben már nem kizárólag a mechanikai alkatrészek javításáról szól, hanem az eszköz optimális működéséről, ami digitális vagy erősen digitalizált eszközök esetében szükségessé teszi informatikai háttértudás bevonását is a szervizfolyamatba.

– *Tanácsadás: termékfejlesztő, adat-elemző/adatbányász, szoftverfejlesztő.*

A tanácsadás a jövőben nem csupán helyszíni, alkalmi tanácsadást jelent, hanem szükség szerint a telep működésének folyamatos, 24 órás monitorozását és döntéseket támogató javaslatok adását számos kontextusban. Ehhez vagy valamilyen létező szoftveres megoldás megvásárlása szükséges, vagy saját szoftver fejlesztése; amely esetben a tanácsadás és az innovációs folyamat összeolvad.

A munkahelyek megszűnése és a munkahelyek teremtése azonban jelen esetben földrajzilag egymástól távol eső területeken történik. Míg a digitális eszközök helyben (adott (kis)településen, illetve megyében) jelentik a sok esetben alacsonyabb végzettséget feltételező munkahelyek megszűnését – illetve a munkaerőhiány megoldását –, addig a létrejövő állások egyrészt országon belül, a (nagy)városokban keletkeznek, magasabb képzettséget elvárva, másrészt a világ távoli pontjain, startupközpontjaiban; vagy informatikai szaktudásra, vagy nagyon speciális mezőgazdasági-informatikai, illetve interdiszciplináris tudásra támaszkodva.

### JAVASLATOK

A mezőgazdaság digitális átalakulása új kihívások elé állítja a munkaerőpiac szereplőit. Az átalakulások elsősorban a mezőgazdasági telep vezetőinek munkájára lesznek hatással. A következőkben így javaslatokat fogalmazunk meg azzal kapcsolatban, hogy hogyan lehet egy telep a digitális átalakulás nyertese, és az hogyan tud a mezőgazdaság digitális átállásával kapcsolatos kihívásokra reagálni.

#### Új munkavállalók alkalmazása

– Hasznos lehet az új munkavállaló általános és mezőgazdaságspecifikus digitális tudásának felmérése; azaz pontosan milyen programokat milyen kontextusban használt a munkavállaló; illetve mennyire gyorsan képes adott szoftver kezelését elsajátítani.

– Fiatalkorú munkavállalók esetében különösen releváns lesz a képzési hely digitális kontextusa: amennyiben a képzési helyen a digitális mezőgazdaság megoldásait (is) oktatták, akkor a fiatal munkaerő valószínűleg könnyebben sajátítja el új rendszerek kezelését.

– Figyelembe kell venni, hogy a mezőgazdasági telepre jelentkező munkaerő tudása nem csak a mezőgazdaságban lehet alkalmazható; így a munkaerőért vívott

harcban nem csak a többi mezőgazdasági telep lesz versenytárs.

– A nyelvtudás megléte és szerepe felértékelődik, ha idegen nyelvű szoftvert is alkalmaznak a telepen.

#### Munkavállalók megtartása

– Mezőgazdasági telepek vezetőinek szükséges lesz a vezetéssel, munkaerőmotiválással, munkahelyi konfliktusok megoldásával kapcsolatos *soft skilleket* is fejleszteni ahhoz, hogy a munkaerőt hosszú távon is meg tudják tartani. Ez azért lesz kiemelt fontosságú, mert a jó digitális készségekkel rendelkező, mezőgazdasági végzettségű munkaerő nemcsak a mezőgazdaságban tud elhelyezkedni, hanem azon fejlesztő cégeknek is, amelyek a digitális átállás szoftveres megoldásait készítik; illetve a digitális készségek nem csak mezőgazdaságspecifikus vállalatoknál lesznek keresettek.

– Fontos lesz a már meglévő digitális tudás ismeretére alapozva olyan cégen belüli képzések tartása, amelyek az új eszközök használatát tanítják a munkavállalóknak. Oktatások során vagy a cég vezetője kényszerül oktatói szerepkörbe, vagy külső megbízottal kell együtt dolgoznia. A folyamatos továbbképzés azért kap kiemelt szerepet, mivel képzésekkel adott cégre optimalizálva adható át az a tudás egy néhány napos továbbképzés során, amely különben csak hetek vagy hónapok alatt, a „*trial and error*” heurisztikus tanulási folyamat eredményeként jönne létre (vö. ipar 4.0 kontextusában Tóth-Kaszás, 2021, megjelenés alatt).

#### Állandó fejlesztés

– A digitális képzések nem csak a munkavállalóknak szervezendők; a telepek vezetőinek is lehetőleg minél több digitális mezőgazdasággal kapcsolatos képzésen kell részt venniük ahhoz, hogy a komplex összefüggéseket átláthassák. Ehhez nagy segítséget jelenthetnek azok a nem helyhez

és időhöz kötött online MOOC (*Massive Open Online Course*) tanfolyamok, amelyek bárki számára elvégezhetőek és amelyeket már a világ számos egyeteme kínál.

– A telepen célszerű egy, a digitális megoldásokért felelős személy kinevezése, aki nemcsak a telep dolgozóinak digitális képességeivel van tisztában, hanem a telep teljes digitális működését, az egyes szoftverek előnyeit és hátrányait, valamint a használatuk során jelentkező problémákat is átlátja. Ez a személy lesz az, aki egy új beszerzés előtt a specifikációk, valamint a saját és mások tapasztalatai alapján hoz döntést egyik vagy másik rendszer mellett – átlátva nemcsak az előnyöket, hanem a hátrányokat is. Elképzelhető például, hogy egy új márkájú traktor vásárlása „rejtett költségként” maga után vonja egy olyan új telepmenedzsment-szoftver beszerzését, amelybe újra rögzíteni kell minden egyes termőföld pontos adatait. Kisebb telepek esetében ez a feladatkör szinte szükségszerűen a telepvezetőre hárul.

– Elkerülhetetlen, hogy a telepen a digitális megoldásokért felelős személy állandóan figyelje a piacon megjelenő új szoftveres megoldásokat azért, hogy mindig a lehető legjobb módszert alkalmazzák a telepen. A szoftveres megoldások egy része nem helyhez kötött és viszonylag kis befektetéssel beszerezhető; mint például egy a korábbiaknál pontosabb időjárás-előrejelző alkalmazás.

## ÖSSZEFOGLALÁS

A tanulmányban rámutattunk, hogy a mezőgazdaság digitális átalakulásának jelenleg is zajló folyamata a munkaerőpiacot is befolyásolja.

Ehhez először bemutattunk néhány olyan fejlesztést – a több ezer közül –, amelyek jól illusztrálják, hogy miért beszélhetünk digitális forradalomról a mezőgazdaságban, és hogy milyen megoldásokkal találkozhatunk egy mezőgazdasági telepre ellátogatva a közeljövőben. A tanulmány első felét így sokkal inkább „szemnyitogatónak” szántuk, hogy bemutassuk, hogy az ipar 4.0 mellett mezőgazdaság 4.0-ról is beszélhetünk (részletesen vö. Szóke és Kovács, 2020). Emellett itt mutattuk be a mezőgazdaság 4.0 kontextusait is.

A tanulmány második felében arra próbáltunk röviden választ keresni, hogy ezek a fejlesztések milyen hatással lehetnek a mezőgazdasággal kapcsolatos munkaerőpiacra. Rámutattunk, hogy a mezőgazdaság jelenleg zajló digitális átalakulása munkaerőpiaci összefüggésekben is kifejti hatását. Részben új feladatok elé állítja a mezőgazdasággal kapcsolatos oktatást, átalakítja a mezőgazdasági telep vezetését és hatással van a munkaerőpiacra is. Ez utóbbi esetében a digitalizált mezőgazdaság – az egész képet szem előtt tartva – munkaerőpiaci hatása pozitív: részben megoldja a helyi munkaerőhiányt, emellett pedig olyan munkahelyeket teremt, amelyek innovatív megoldások segítségével könnyítik meg és optimalizálják a mezőgazdasági termelést.

A tanulmány utolsó pontjában javaslatokat fogalmaztunk meg azzal kapcsolatban, hogy a digitális átalakulás hatására milyen összefüggéseket célszerű figyelembe venni egy telep vezetése során; például új munkaerő alkalmazásakor, illetve a munkaerő megtartása céljából.

## FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

- 365 FarmNet (2020). <https://www.365farmnet.com/en/> Letöltve 2020.07.30.
- Agriculture Tech & Startup Jobs (2020). <https://angel.co/agriculture/jobs> Letöltve 2020.01.29.
- Agrotrend (2020). *Mezőgazdaság 4.0 – a jelen*. <https://www.agrotrend.hu/innovacio/precizios-gazdalkodas/mezogazdasag-40--a-jelen> Letöltve 2020.07.28.
- Berta, O. (2018). Információs technológiák használata a magyar mezőgazdasági vállalkozások menedzsmentjében: avagy egy digitális agrárgazdasági kutatás eredményei. *Gazdálkodás*, 62(4), 337–352. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.276215>
- A Bizottság (EU) 2019/947 végrehajtási rendelete (2019. május 24.) a pilóta nélküli légi járművekkel végzett műveletekre vonatkozó szabályokról és eljárásokról. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0947&from=EN>
- Bonneau, V., Copigneaux, B., Probst, L. és Pedersen, B. (2017). *Industry 4.0 in agriculture: Focus on IoT aspects*. European Commission. [https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/sites/default/files/DTM\\_Agriculture%204.0%20IoT%20v1.pdf](https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/sites/default/files/DTM_Agriculture%204.0%20IoT%20v1.pdf)
- Bögel, Gy. (2018). A dolgok internetének hatása az ellátási láncokra: a mezőgazdaság példája. *Logisztika trendek és legjobb gyakorlatok*, 4(2), 23–27. <https://doi.org/10.21405/logtrend.2018.4.2.23>
- CEDEFOP (European Centre for the Development of Vocational Training) (2008). *CEDEFOP SKILLSnet SECTORFLASH: agrifood*. Future skill needs in innovative agri-food and forestry-wood chains (Cedefop online publication). [https://www.cedefop.europa.eu/files/agrifood\\_flash.pdf](https://www.cedefop.europa.eu/files/agrifood_flash.pdf)
- CEMA aisbl - European Agricultural Machinery (2017). *Digital Farming: what does it really mean?* [https://www.cema-agri.org/images/publications/position-papers/CEMA\\_Digital\\_Farming\\_-\\_Agriculture\\_4.0\\_\\_13\\_02\\_2017\\_o.pdf](https://www.cema-agri.org/images/publications/position-papers/CEMA_Digital_Farming_-_Agriculture_4.0__13_02_2017_o.pdf)
- Csótó, M. (2017): Az infokommunikációs eszközök jövője a mezőgazdaságban. *Információs Társadalom*, 17(3), 89–93. <https://doi.org/10.22503/infars.XVII.2017.3.6>
- Day, S. (2019). *Agtech Landscape: Tracking 1,600+ Startups Innovating on the Farm and in the Supply Chain*. <https://www.forbes.com/sites/themixingbowl/2019/09/03/agtech-landscape-tracking-1600-startups-innovating-on-the-farm-and-in-the-supply-chain/#771935e73b62> Letöltve 2020.04.08.
- Deter, A. (2018). Landwirtschaft 4.0 – endlich mal praktisch. *Top Agrar*, 2018(3), 116–117.
- Deutsch, N., Hoffer, I., Berényi, L. és Nagy-Borsy, V. (2019). *A technológia szerepének stratégiai felértékelődése*. Corvinus. Budapesti Corvinus Egyetem. [http://real.mtak.hu/93337/1/Deutsch\\_Hoffer\\_konyv.pdf](http://real.mtak.hu/93337/1/Deutsch_Hoffer_konyv.pdf)
- Digitalisierung in der Landwirtschaft* (2018). Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft.
- Drew, P. L., Sudduth, K. A., Sadler, J. E. és Thompson, A. L. (2019): Development of a multi-band sensor for crop temperature measurement. *Computers and Electronics in Agriculture*, 162, 269–280. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.04.007>
- DZ Bank AG. (2017). „Agrar 4.0” – Abschied vom bäuerlichen Familienbetrieb? [https://bielmeiersblog.dzbank.de/wp-content/uploads/2018/01/Branchenanalysen\\_Agrar-4\\_0.pdf](https://bielmeiersblog.dzbank.de/wp-content/uploads/2018/01/Branchenanalysen_Agrar-4_0.pdf)
- Eisenberger, I., Hödl, E., Huber, A., Lachmayer, K. és Mittermüller, B. (2017). „Smart Farming” – Rechtliche Perspektiven. In Norer, R. – Holzer, G. (Hrsg.): *Agrarrecht. Jahrbuch 2017* (pp. 207–223.). Wien: NWV Verlag.
- Gandorfer, M., Schleicher, S., Heuser, S., Pfeiffer, J. és Demmel, M. (2017). Landwirtschaft 4.0 – Digitalisierung und ihre Herausforderungen. In Wendl, G. (Hrsg.): *Ackerbau - technische Lösungen für die Zukunft* (pp. 9–20). Freising: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft.
- Göllény-Kovács, N., Péter, E. és Németh, K. (2020). Merre van az előre? Innovációs folyamatok megjelenése a dunántúli mezőgazdasági vállalkozásoknál. *Magyar Tudomány*, 181(2), 242–251. <https://doi.org/10.1556/2065.181.2020.2.10>
- Harvest Croo Robotics (2020): <https://harvestcroo.com/about/#technology-highlights> Letöltve 2020.04.16.
- Hatalmas a munkaerőhiány a mezőgazdaságban*, 2018. <https://www.portfolio.hu/gazdasag/20180821/hatalmas-a-munkaerohiany-a-mezogazdasagban-295216> Letöltve 2020.04.08.

- Heanue, K. és O'Donoghue, C. (2014). *The Economic Returns to Formal Agricultural Education*. [https://www.teagasc.ie/media/website/publications/2014/Teagasc\\_Impact\\_of\\_Education\\_Report.pdf](https://www.teagasc.ie/media/website/publications/2014/Teagasc_Impact_of_Education_Report.pdf)
- Höner, G. (2019). Weniger Diesel – mehr Daten. *Top Agrar*, 2019(6), 84–89.
- Huesmann, A. (2020). Isobus: Wo klappt es – wo hakt es? *Top Agrar*, 2020(2), 96–104.
- Keane, M. (2019). *Animal Agtech Market Map: 95 startups innovating for the livestock farming industry*. AFN (AgFunderNews). <https://agfundernews.com/animal-agtech-market-map-95-startups-innovating-for-the-livestock-farming-industry.html> Letöltve 2020.03.04.
- Kemény, G., Lámfalusi, I. és Molnár, A. (szerk.) (2017a). *A precíziós szántóföldi növénytermesztés összehasonlító vizsgálata*. Agrárgazdasági Kutató Intézet.
- Kemény, G., Takácsné György, K., Gaál, M. és Keményné Horváth, Zs. (2017b). A precíziós szántóföldi növénytermesztési technológiára való áttérés becsült makrogazdasági hatásai, különös tekintettel a beruházási költségekre és megtérülésére. *Gazdálkodás*, 61(3), 223–234. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.265267>
- Keszey, T. és Zsukk, J. (2017). Az új technológiák fogyasztói elfogadása. *Vezetéstudomány*, 48(10), 38–47.
- Klerkx, L., Jakkub, E. és Labarthe, P. (2019). A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJAS – Wageningen Journal of Life Sciences*, 90–91, 100315. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>
- Krombholz, K. (2018). Gedanken zur Vorgeschichte von Landwirtschaft 4.0. In Frerichs, L. (Hrsg.): *Jahrbuch Agrartechnik 2018* (pp. 238–255). Braunschweig: TU Braunschweig.
- KSH (2019a). *Magyarország, 2019. I–III. negyedév: 51* <https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/mone/mo1909.pdf>
- KSH (2019b). *Munkaerőpiaci folyamatok, 2019. I. félév*. <https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/mpf/mpf1906.pdf>
- Kunisch, M. és Kloepper, F. (2017). Landwirtschaft 4.0 im Maisanbau. *Mais*, 2017(4) 156–160.
- Lemken (2020). <https://smartfarming.lemken.com/> Letöltve 2020.04.10.
- Lundström, C. és Lindblom, J. (2018). Considering farmers' situated knowledge of using agricultural decision support systems (AgriDSS) to Foster farming practices: The case of CropSAT. *Agricultural Systems*, 159, 9–20. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2017.10.004>
- Magyarország Digitális Agrár Stratégiája 2019-2022*. <https://digitalisjoletprogram.hu/files/24/2e/24e263bd2b441f6f30cf400e061e4a.pdf>
- Milics, G. (2020). Így segítik a drónok a jövő mezőgazdaságát. *AgroNapló*, 2020(9) 57–59.
- Mizsei, B. (2020). Partnerkezelés mindenkifelett, a digitalizáció korszakában is. Interjú Pintér Zsolttal. *AXIÁL Híradó*, AgrárgépShow különszám 2020. január, 8–11.
- Molnár, A., Kiss, A., Illés, I. és Lámfalusi, I. (2018). A precíziós és a konvencionális szántóföldi növénytermesztés összehasonlító vizsgálata. *Gazdálkodás*, 62(2), 123–134. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.272934>
- Nagy, J., Oláh, J., Erdei, E., Máté, D. és Popp, J. (2018). The Role and Impact of Industry 4.0 and the Internet of Things on the Business Strategy of the Value Chain – The Case of Hungary. *Sustainability*, 10(10), 3491. <https://doi.org/10.3390/su10103491>
- Pajares, G., García-Santillán, I., Campos, Y., Montalvo, M., Guerrero, J. M., Emmi, L., Romeo, J., Guijarro, M. és Gonzalez-de-Santos, P. (2016). Machine-Vision Systems Selection for Agricultural Vehicles: A Guide. *Journal of Imaging*, 2(4), 34. <https://doi.org/10.3390/jimaging2040034>
- Pilote, the future of irrigation working for agriculture* (2013). <https://www.irstea.fr/en/all-news/institute/pilote-future-irrigation-working-agriculture> Letöltve 2020.04.15.
- Pollmann, B. (2017). Digitale Landwirtschaft: IT für Acker und Stall. <https://biooekonomie.de/digitale-landwirtschaft-it-fuer-acker-und-stall> Letöltve 2020.01.12.
- Popp, J., Erdei, E. és Oláh, J. (2018). A precíziós gazdálkodás kilátásai Magyarországon. *International Journal of Engineering and Management Sciences (IJEMS)/ Műszaki és Menedzsment Tudományi Közlemények*, 3(1), 133–147. <https://doi.org/10.21791/IJEMS.2018.1.15>,

- Shafi, U., Mumtaz, R., García-Nieto, J., Ali Hassan, S., Zaidi, A. R. és Iqbal, N. (2019). Precision Agriculture Techniques and Practices: From Considerations to Applications. *Sensors*, 19(17), 3796. <https://doi.org/10.3390/s19173796>
- Smart AG. (2020). <https://www.smart-ag.com/> Letöltve 2020.04.17.
- Soiloptix (2020). <https://soiloptix.com/> Letöltve 2020.04.12.
- Standing Committee of Agricultural Research (SCAR) (2017). *SWG SCAR-AKIS Policy Brief on New approaches on Agricultural Education Systems*. [https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/agri-eip/files/policy\\_brief\\_on\\_education\\_systems\\_scar\\_akis\\_06102017.pdf](https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/agri-eip/files/policy_brief_on_education_systems_scar_akis_06102017.pdf)
- Stenon (2020). <https://stenon.io/en/> Letöltve 2020.04.15.
- Stine, L. (2019). A Q&A with Robert Saik: It's Time to Get Big or Go Home for Agriculture Robotics. <https://agfundernews.com/a-qa-with-robert-saik-its-time-to-get-big-or-go-home-for-agriculture-robotics.html> Letöltve 2020.05.03.
- Szőke, V. és Kovács, L. (2020). Mezőgazdaság 4.0 – relevancia, lehetőségek, kihívások. *Gazdálkodás*, 64(4), 289–304. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.305196>
- Takácsné György, K. és Takács, I. (2018). Precíziós mezőgazdaság. In Mizik T. (szerk.): *Agrárgazdaságtan II.* (pp. 211–228). Akadémiai Kiadó.
- Tamás, J. és Fórián, T. (2008). *Geoinformatics*. Debreceni Egyetem.
- Teralytic (2020). <https://teralytic.com/> Letöltve 2020.04.28.
- The Ag Tech Market Map: 100+ Startups Powering The Future Of Farming And Agribusiness* (2017. május 18.). iGrowNews. <https://www.igrow.news/igrownews/the-ag-tech-market-map-100-startups-powering-the-future-of-farming-and-agribusiness>
- Topcon (2017). [https://www.topconpositioning.com/sites/default/files/precision\\_ag\\_catalog\\_7010-2193\\_reve\\_sm.pdf](https://www.topconpositioning.com/sites/default/files/precision_ag_catalog_7010-2193_reve_sm.pdf)
- Tóth-Kaszás, N. (2021, megjelenés alatt). A humán erőforrás fejlesztés kihívásai a digitális átállás fényében – kihívások, reakciók, törekvések és várakozások. *Vezetéstudomány*.
- Veroustraete, F. (2015). The Rise of the Drones in Agriculture. *EC Agriculture*, 2(2), 325–327.
- Wagner, K. (2018): Ertrag von oben bestimmen. *Top Agrar*, 2018(2), 96–98.
- Yanmar Smartassist (2020). [https://www.yanmar.com/global/technology/smart\\_assist.html](https://www.yanmar.com/global/technology/smart_assist.html) Letöltve 2020.04.28.
- Zhai, Z., Martínez, J. F., Beltran, V. és Martínez, N. L. (2020). Decision support systems for agriculture 4.0: Survey and challenges. *Computers and Electronics in Agriculture*, 170, 105256. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105256>

---

## **AGRICULTURE 4.0: TECHNOLOGIES AND THEIR EFFECTS ON THE LABOR MARKET**

**By: Szőke, Viktória – Kovács, László**

**Keywords: agriculture 4.0, digital agriculture, labour market effects**

**JEL: Q10, Q16**

The 4.0 revolution of agriculture is taking place today. The technologies and solutions under development no longer focus on the means of production, but on data: data collection, data processing and data-based implementation. Some agricultural processes are automated already today.

Based on a literature review the study draws conclusions and formulates recommendations regarding the expected labour market effects of agriculture 4.0. The first part of the study gives a brief overview of these technologies, presenting the current development trends of digital devices for agricultural data collection and work. This provides the basis for the second part of the study, which highlights the potential impact of the current agricultural technologies on the labour market in the context of education, farm management and job creation.

Education must equip future employees with the challenges of a rapidly changing digital environment. The responsibilities of the farm managers are changing: getting and retaining the best available workforce comes to the forefront.

The digital transformation of agriculture will have a dual impact on jobs: while on farms it may lead to job losses, it will create highly skilled jobs in R&D and start-ups.

The last part of the study makes suggestions to farm managers: the digitalisation of agriculture will require an assessment of a new applicants' digital literacy skills. In addition, plant managers will need to acquire soft skills that will help retain agricultural workforce.