

AZ IPAR 4.0 ÉS A DIGITALIZÁCIÓ LEGJOBB GYAKORLATAI A HAZAI ÉLELMISZERGAZDASÁGBAN

– NÉGY ESETTANULMÁNY

BEST PRACTICES WITH INDUSTRY 4.0 AND DIGITALIZATION IN THE HUNGARIAN FOOD INDUSTRY

– FOUR CASE STUDIES

A szerzők tanulmányukban az Ipar 4.0 és a digitalizáció megjelenési formáit vizsgálják az élelmiszergazdaságban. Rámutatnak arra, hogy az Ipar 4.0 ebben az ágazatban is jelen van már, és kiemelt szerepet játszhat a nyomon követésben és az élelmiszerbiztonságban. A kutatás során négy, a hús-, tej- és tésztaiparhoz tartozó vállalatot kérdeztek meg digitális fejlesztéseikről, Ipar 4.0 tapasztalataikról. Alkottak egy elemzési keretet a szakirodalomban fellelt Ipar 4.0 érettségi modellek szempontrendszer alapján, vizsgálva nemcsak a termelés, hanem a stratégia és szervezet, a munkavállalók és a vállalati kultúra változásait is. Céljük az volt, hogy e szisztematikus vizsgálat révén olyan jó gyakorlatokat mutassanak meg a vállalati szakemberek számára, amelyekből fejlesztéseikhez ötletet meríthetnek. Eredményeik azt mutatják, hogy ha nem is tudatosan az Ipar 4.0 irányába, de a digitalizáció adta lehetőségeket kihasználva hajtanak végre fejlesztéseket a vállalatok, amelynek gyakori kikényszerítő ereje a munkaerőhiány, a magasabb hatékonyság elérése és ezáltal a versenyben maradás, valamint a vállalat növekedési stratégiája.

Kulcsszavak: Ipar 4.0, digitalizáció, élelmiszergazdaság, stratégia, interjúk

In this study, the authors examine the manifestations of Industry 4.0 and digitization in the food industry. They point out that Industry 4.0 is already present in this sector and can play a key role in tracking and tracing, and food safety. During the research, the authors interviewed four companies in the meat, dairy and pasta industries about their digital developments and their Industry 4.0 experience. They developed an analytical framework based on several Industry 4.0 maturity models found in the literature, examining changes not only in production but also in strategy and organization, employees, and corporate culture. The authors' goal was to showcase best practices to corporate professionals and a systematic study from which they can draw ideas for their improvements. The results show that, although the investments made at the analysed companies are not consciously in Industry 4.0, they tried to take advantage of the opportunities offered by digitalization. Companies are making improvements under the pressure of labour shortages, to achieve higher efficiency and thus remain competitive, and to serve the company's growth strategy.

Keywords: Industry 4.0, digitalization, food industry, strategy, interviews

Finanszírozás/Funding:

A kutatást az EFOP-3.6.2-16-2017-00007 azonosító számú, Az intelligens, fenntartható és inkluzív társadalom fejlesztésének aspektusai: társadalmi, technológiai, innovációs hálózatok a foglalkoztatásban és a digitális gazdaságban című projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap és Magyarország költségvetése társfinanszírozásában valósul meg.

The research was supported by project EFOP-3.6.2-16-2017-00007 Aspects of developing a smart, sustainable and inclusive society: social, technological, innovative networks in employment and the digital economy.

The project is funded by the European Union and co-financed by the European Social Fund and the budget of Hungary.

Szerzők/Authors:

Dr. Nagy Judit, egyetemi docens, Budapesti Corvinus Egyetem, (judit.nagy@uni-corvinus.hu)

Jámbor Zsófia, egyetemi tanársegéd, Budapesti Corvinus Egyetem, (zsofia.jambor@uni-corvinus.hu)

Freund Anna, PhD-hallgató, Budapesti Corvinus Egyetem, (anna.freund@uni-corvinus.hu)

A cikk beérkezett: 2019. 07. 09-én, javítva: 2019. 09. 21-én, elfogadva: 2020. 05. 09-én.

This article was received: 09. 07. 2019, revised: 21. 09. 2019, accepted: 09. 05. 2020.

Az Ipar 4.0 kérdéskörét nemcsak a vállalati, hanem az Akadémiai szférában is élénk érdeklődés övezi. A megjelent tanulmányok nagy része technológiai oldalról (Dworschak & Zasier, 2014; Hermann, Pentek, & Otto, 2015), vagy elméleti megközelítésből (Fettig, Gačić, Köskal, Kühn, & Stuber, 2018; Dalenogare, Benitez, Avala, & Frank, 2018) tárgyalja jelenségeit, a konkrét vállalati eseteket bemutató tanulmányok száma azonban kevés. Az I40 hatása az elektronikai és gépiparban a legjelentősebb, a legtöbb kutatási beszámoló ezek megoldásait szemlélteti (Demeter, Losonci, Nagy, & Horváth, 2019; Nagy, 2019; Horváth & Szabó, 2019; Gauger, Gehres, Quinn, Schmiege, & Xu, 2017). Tanulmányunkban mi egy másik feldolgozóipari szektort, az élelmiszergazdaságot állítjuk középpontba, amely nem tipikus tárgya az Ipar 4.0 vizsgálatoknak. Az élelmiszergazdaság számos alágazatában a robotizáció és az automatizáció régóta jelen van. A valós idejű adatáramlás, a big data és a belőlük származó információ, elsőként vállalatlan belüli, majd ellátási lánc szintű megosztása élelmiszerbiztonsági és nyomon követési szempontok miatt kiemelten fontosnak számít, és az ipari digitalizációs megoldások számos lehetőséget kínálnak e területek fejlesztésére.

A világszintű tendenciák miatt is nagyon lényeges az élelmiszergazdasággal foglalkozni: egyrészt, mert a növekvő népesség ellátásához egyre hatékonyabb termelési, feldolgozási folyamatokra van szükség, másrészt napjainkban az élelmiszerbiztonság garantálása már globális elvárásnak tekinthető. A világ népessége az 1950-es évekhez képest háromszorosára növekedett, 2018 júliusában már átlépte a 7,6 milliárd főt. Ez a szám ugyan lassuló ütemben, de továbbra is növekszik, és becslések szerint várhatóan 2050-re bőven meghaladja a 9 milliárdot (KSH, 2018). A Világgazdasági Fórum becslése szerint ez ideig közel 70%-kal fog növekedni az élelmiszerigény (World Economic Forum, 2018). További fontos szempont, hogy az országok fejlődésével, a népesség életszínvonalának emelkedése miatt jelentős mértékben változik az elfogyasztani kívánt élelmiszerek köre, jóval nagyobb a lakosság energiaigénye, növekszik az állati eredetű fehérjebevitel a napi fogyasztásban (Horn, 2013). A növekvő és változó igények kielégítése és az okozott környezeti hatások, terhelések csökkentése, feloldása komoly kihívást jelent a gazdaságok számára, így az élelmiszergazdaság egyes szereplői számára.

A tanulmányban a következőkben röviden ismertetjük a magyar élelmiszergazdaság általános állapotát és a digitalizáció lehetőségeit, majd az Ipar 4.0 és a digitalizáció jelenségét, technológiáit. A módszertani részben mutatjuk be az elemzéshez használt elméleti keretet és az interjúzás módját, folyamatát. A négy interjút vizsgáló rész az elemzés tapasztalatait foglalja össze, amely után levonjuk a következtetéseket. Végül pedig a kutatási korlátokat és a jövőbeli kutatási irányokat ismertetjük.

A magyar élelmiszergazdaság helyzete

A magyar élelmiszergazdaság 2016-ban 1,9%-kal járult hozzá a GDP-hez. Az ágazat bruttó hozzáadott értéke

mintegy 2,2%-át adta a teljes nemzetgazdaságának (KSH, 2017). Az Európai Unióhoz való csatlakozásunkat (2004) követően az élelmiszergazdaság eredménye hazánkban, valamint külföldön eltérő irányt mutatott. Az élelmiszergazdaság exportja mind volumen tekintetében, mind a romló forintárfolyamnak köszönhetően növekedett, az export árbevétele így ágazaton belül megkétszereződött (Kürthy, Dudás, & Felkai, 2016). Viszont a belföldi értékesítés jelentősen visszaesett, az alacsony hazai fizetőképességnek köszönhetően csökkent a hazai fogyasztás az élelmiszergazdaság számos termékénél. Hazánk elsősorban az Európai Unió egyes tagállamaiba exportál, és onnan is importál élelmiszeripari termékeket, legfontosabb kereskedelmi partnere mindkét irányba Németország (KSH, 2017).

Az élelmiszergazdaság legfontosabb alágazatai a húsipar, a gyümölcs- és zöldségfeldolgozás, a tejfeldolgozás és a tésztafélek gyártása. Kürthy és szerzőtársai (2016) kutatásai azt támasztották alá, hogy minden alágazati összehasonlításban Magyarországon általában igen alacsony a vállalkozások nettó árbevétele és alacsony hozzáadott érték jellemzi őket. A hazai élelmiszergazdaság munkaerő-hatékonysága is elmarad az EU-ban tapasztalható munkaerő-hatékonysághoz képest, ez a hazai relatív alacsony foglalkoztatási költségekkel magyarázható, amely csökkenti a vállalkozások kedvét a technológiai fejlesztések irányába való elmozdulásban, azok kifejezetten magas költsége miatt. Egy másik dimenzióban végzett vizsgálat szerint egyértelműen kimutatható a hazai vállalkozásokról, hogy a nagyobb mértékű exporttevékenység jelentős mértékben javította a vállalkozások jövedelmezőségi és hatékonysági mutatóit (Kapronczai, 2016).

A KSH (2017) adatbázisa alapján elmondható, hogy az élelmiszergazdaságban a beruházások mértéke 198 milliárd forintot ért el, amely a teljes nemzetgazdasági beruházási volumenhez képest az iparág részarányának 1,6%-os csökkenését jelentette. Érdekesnek mondható, hogy az élelmiszergazdasági beruházások szerkezete viszont változott, hiszen a gépberuházások mértéke több mint 7% volt, viszont csökkent az épületberuházások mértéke. Így a gépberuházások mértéke eléri az összes élelmiszergazdasági beruházás 2/3-t.

Mindent összevetve látható, hogy a hazai élelmiszergazdaság az EU tagországaival való összehasonlításban komoly lemaradásban van jelenleg is ágazati szinten, néhány egyedi sikertörténetétől eltekintve.

A következő fejezetben az Ipar 4.0 és a digitalizáció által nyújtott megoldásokról, illetve azok élelmiszergazdaságban való alkalmazási lehetőségeiről lesz szó.

Az Ipar 4.0 és élelmiszergazdaság

A fogyasztói igények változékonyságának egyik leginkább kitett iparág az élelmiszergazdaság. Ha a keresett mennyiség nem is változik drasztikusan, a keresett termékek körében – pl. akár az egészségtudatos étkezés előretörésével – jelentős változások állnak be (Carpenter & Wyman, 2017). Az egészséges élelmiszerek gyártása új alapanyagokat, termelési módszereket kíván meg a

gyártóktól, amelyek révén csökkenthető a cukor- és/vagy zsírtartalom, alternatív helyettesítők használhatók, illetve magasabb vitamin és ásványi anyag tartalma marad az ételeknek. Az élelmiszergazdaságnak termékei fejlesztésekor tekintettel kell lennie pl. az európai öregedő társadalmakra és annak igényeiben bekövetkező változásra, valamint a fejlett világban egyre nagyobb problémát jelentő gyermekkori elhízásra.

A fogyasztói trendek mellett az élelmiszergazdaságnak a kiskereskedők részéről érkező nyomást is kezelnie kell, amely az alacsonyabb árat, magasabb minőséget, rendszeresen megújuló termékválasztékot, és természetesen a megkérdőjelezhetetlen élelmiszerbiztonságot jelenti. E kétfélel érkező kihívások kezelésében a digitalizáció és az Ipar 4.0 eszközei számos megoldást szolgáltathatnak. A digitalizáció első lépésben lehetővé teszi a folyamatok, eszközök számítógépes támogatását és hálózatba csatlakoztatását, akár egyedileg vagy szigtszerűen, az Ipar 4.0 pedig a technológiai eszközökre építve, a vállalati tevékenységeket átfogóan, a digitalizáció adta lehetőségek kiaknázásával magas szintre emeli a folyamatok átláthatóságát és integrálja a vállalati értékláncot és az ellátási hálózatot, új szintre emelve a vevői értékteremtést.

Az automatizáció és a robotizáció az élelmiszergazdaság számos ágazatában régóta jelen van (tésztagyártás, tejfeldolgozás), míg máshol csak részben alkalmazható, mert nagy a termékek élőmunkaigénye a kevésbé standardizálható folyamatok miatt (húsipar, sütőipari termékek). A Simutech (2016) információi szerint a gépleállítás az élelmiszerfeldolgozásban akár óránként 30.000 dollár költséggel is járhat, így a folyamatokba épített prediktív karbantartást támogató, a hiba miatti gépleállást megelőzni képes szenzorok alkalmazása hamar megtérülhet. A szenzorokkal, nyomon követéssel átláthatóvá tett folyamatok segíthetnek az energiahatékonyság növelésében, a selejt és a hulladékképződés csökkentésében. A technológia kiválasztásakor fontos szempont az agilitás, a gyors gépátállítás és a kisebb sorozatok gyártásának lehetősége (Carpenter & Wyman, 2017). A vállalatok számára meglévő technológiájuk továbbfejlesztése, vagy új vásárlása egyelőre ismeretlen mértékű, bizonytalan beruházás, kevés benchmark olvasható erről. Ez még azonban csak a hardver része az Ipar 4.0-nak, az igazi hozzáadott értéket a szoftver jellegű elemek teremtik meg, amelyek képesek a hardver által termelt adatokat strukturálni, elemezni, és a hatóságok vagy a döntéshozatal számára elérhetővé tenni. Ez további, igen jelentős beruházás, és számos olyan, egyedi ágazati, vállalati körülményt kell figyelembe venni, amely még kevésbé teszi lehetővé standard megoldások alkalmazását (Demeter et al., 2019). Az Ipar 4.0 továbbá hatással van a szervezetre (Horváth & Szabó, 2019), a munkavállalókra (Frey & Osborne, 2017) és a partnerkapcsolatokra (Pagani & Pardo, 2017) is.

A változó vevői igényeknek való megfelelés a termékfejlesztés folyamatát is átalakítja, felgyorsítja az élelmiszeriparban. A 3D nyomtatás révén a termék, vagy éppen a továbbfejlesztett csomagolás prototípusának előállítás ideje lerövidül, így a fogyasztói tesztelés sokkal rövidebb idő alatt megvalósulhat. A beruházás ez által elodázható

addig, amíg a vevői fogadtatásról meg nem bizonyosodik a cég.

A szakértők szerint (Bibi, Guillaume, Gontard, & Sorli, 2017; Carpenter & Wyman, 2017; Bottani & Rizzi, 2008) egyértelműen az élelmiszerbiztonság és nyomon követhetőség az a terület, ahol az Ipar 4.0 nagymértékben támogatni tudja az élelmiszergazdaságot. Például az EPC Global rendszerén alapuló azonosítási rendszerek nyomon követhetővé tehetik az élelmiszerbe beépülő alapanyagokat azok keletkezési helyétől a felhasználás helyéig. Így bármilyen probléma, termékviisszahívás esetén az érintett terméksorozatok egyértelműen azonosíthatók, és gyorsan kivonhatók a piacról (Bibi et al., 2017; Carpenter & Wyman, 2017).

Az élelmiszeripari nyomon követés egyik eszközeként tekintenek a kutatók a blockchain (blokklánc) technológiára (Tian, 2017; Tse, Zhang, Yang, Cheng, & Mu 2017). Habár az RFID, a vonalkód, valamint a vezeték nélküli szenzorok jól alkalmazhatók az élelmiszeripari ellátási láncban az átláthatóság és nyomon követés megvalósítására, elősorban az adatok összegyűjtésére és továbbítására, kell azonban egy közeg, amely láthatóvá teszi ezeket az adatokat. A blockchain az adatok, áruk vagy a pénz áramlásának átláthatóvá és nyomon követhetővé tételére révén emeli a bizalom szintjét. Úgy definiálható, *mint gazdasági események elektronikus naplója, amely egy adott felhasználói kör számára teljesen nyilvános, többen jogosultak benne tranzakciókat rögzíteni és azok a kör számára folyamatosan frissülnek. A rendszer nem feltörhető, és gyakorlatilag az egyes felhasználók által rögzített tevékenységeket tárolja el egymás után, naplószerűen* (Carlozo, 2017). A blokklánc rendszerben decentralizáltan követik nyomon a tranzakciókat, azaz nem egy centralizált szerveren van adattárolás, amelyhez a kliens számítógépek kapcsolódnak, hanem valamennyi tranzakció (egy blokk) egyszerre kerül mentésre valamennyi, a blokklánc platformhoz csatlakozott ponton. A blokk tartalmaz minden előzményt, és naplózza, hogy ki, mikor, milyen adatot adott hozzá. A rendszer kiválóan alkalmas lehet pl. a hűtési lánc vizsgálatára (Tian, 2017), amely úgy működhet, hogy a hűtött árut szállító konténert páratartalom és hőmérséklet-érzékelő szenzorral szerelik fel. Az adatokat bizonyos időközönként, vagy az ellátási lánc egyes szereplőinél egy RFID-tag-et leolvastva azonnal rögzítik a rendszerben.

Az élelmiszergazdaság tehát számos módon ki tudja használni az Ipar 4.0, a digitalizáció nyújtotta előnyöket. A technológiák egy része azonban még vagy drága, vagy kiforratlan, vagy még kevés a gyakorlati tapasztalat, így nincsen elérhető benchmark a tanuláshoz. Jelen tanulmányunk vizsgálja az I4.0 fejlesztések hatására bekövetkező változásokat nemcsak a termelés, hanem élelmiszeripari vállalatok szervezeti és működési folyamataiban is, ezáltal átfogó képet fest a sikeresen megvalósult projektekről és a kihívásokról. Annak érdekében, hogy szisztematikusan megvizsgáljuk, hogy a megkérdőjelezett vállalatokra milyen hatása van az Ipar 4.0-nak és a digitalizációnak, a szakirodalomban kerestünk elemzési szempontokat egy elemzési keret felállításához. Az elemzés célja, hogy e szisztemati-

kus vizsgálat révén olyan jó gyakorlatokat mutasson meg a vállalati szakemberek számára, amelyből fejlesztéseikhez ötletet meríthetnek.

Az elemzési keret

A dolgozat négy interjú alapszik és a hazai élelmiszer-gazdaság három legnagyobb ágazatában készült. Hasonlóan más kvalitatív kutatási eszközökhöz, ezen interjúk elemzésével született esettanulmányoknak nem feladata sem általánosítható, sem reprezentatív eredmény produkálása (Denzin & Lincoln, 2011). Olyan esetek bemutatására kerül sor, amelyek hozzájárulhatnak az ágazat jó gyakorlatainak megismeréséhez, további fejlesztési irányainak kijelöléséhez.

Számos szerző és tanácsadó vállalat készített érettségi modelleket, amelyekben több szempont szerint értékeli a vállalatokat, mielőtt megállapítják azok érettségi fokát. Nem célunk a vizsgált vállalatok érettségét vizsgálni, mert ahhoz nem elég nagy a mintaszám, ám az elemzési szempontok alapul szolgálhatnak saját elemzésünk keretének kijelöléséhez, mert azok számos nézőpontból vizsgálják az egyes szervezeteket (1. táblázat). A következőkben három, magas idézettségű érettségi modellt mutatunk be és hasonlítunk össze, amelyek segítségével meghatározzuk saját releváns elemzési szempontjainkat.

A legtöbbet idézet érettségi modell Schumacher, Erol és Sihn nevéhez fűződik (2018), akik hét szempont szerint vizsgálják a vállalatok digitális állapotát. Az elemzési dimenziók között megjelenik a stratégiai tudatosság, az alkalmazott technológia, az emberi tényező, a vállalati kultúra, és a termékbe, értékteremtő folyamatokba épített megoldások. A tanulmány nem részletezi mélységében a hét értékelési tényezőt, annyit árul el, hogy további 62 szempontot aggregálnak ezek a dimenziók, amelyek közül megemlíti néhányat. Az említések közül a szervezeti alkalmazkodás hiányzik szembetűnően.

Geissbauer, Vedso és Schrauf (2016) maguk is megfogalmaztak egy érettségi modellt, amelynek specialitása, hogy a vállalati határokon átnyúló, vevőkkel, beszállítókkal, egyéb érintettekkel megvalósított digitális összeköttetést is vizsgálja, és legfejlettebbnek egy, a digitális ökoszisztémába beágyazott, horizontálisan és vertikálisan is integrált vállalatot képz el. Az elemzés köre nagyon széles, a digitális üzleti modell (stratégiaaváltás), agilis IT-infrastruktúra és adatelemzés mellett, számos új szempont megjelenik, így a szervezet, az adózás és az adatelemzés.

Schuh, Anderl, Gausemeier, Hompel és Wahlster (2017) egy komplex indexet dolgoztak ki a vállalatok Ipar 4.0 érettségének meghatározására. Vizsgálják a cégek strukturális sajátosságait, így az erőforrásokat, a szervezeti struktúrát, az információs rendszereket és a kultúrát. A vállalati folyamatokat is funkcionális területenként áttekinthetjük, és ugyanezen, a fenti struktúrát vizsgáló szempontok mentén értékeli a funkcionális területek teljesítményét is. Ez a megközelítés egyedülálló abból a szempontból, hogy a funkcionális területek érettsége alapozza meg a teljes vállalat érettségét. Másrészt ez a felfogás nem tekinthető szerencsésnek, mert az Ipar 4.0 fejlesztések elsődleges területe általában a termelés (Hofmann &

Rüsch, 2017; Brettel, Friederichsen, Keller, & Rosenberg, 2014), és a többi terület később kerül sorra, ha egyáltalán bír olyan fontossággal, hogy fejlesszék. Összességében azonban így kapunk teljes képet egy vállalat Ipar 4.0 fejlettségéről, hiszen egy vállalatot nem csak termelési folyamatának fejlettsége alapján kell megítélni.

A Schuh-féle modell négy vizsgált szempontba sűrít olyan elemzési szempontokat, amelyek már a korábbi érettségi modellekben is megfigyelhetők. Az erőforrások kategória tartalmaz minden ingó erőforrást – gépek, termékek, eszközök, anyagok –, beleértve az embereket és képességeiket is. Az információs rendszerek az ICT (információs és kommunikációs technológia) mellett minden formális kommunikációs megoldást magukba foglalnak. A szervezeti struktúra a fenti technológiákat és folyamatos alkalmazkodást lehetővé tevő agilis szervezet és vállalatközi kapcsolatok meglétét vizsgálja. A kultúra mindezek szoft oldalát ragadja meg, így a tudásmenedzsmentet, a döntéshozatalt, a vállalati értékeket, az innováció ösztönzését. A vállalatot és a funkcionális egységeket is ezen szempontok szerint elemzik, kérdőíves formában.

1. táblázat

A vizsgált érettségi modellek

Szerzők	Az érettség elemzésének szempontjai	Idézők száma (Google Scholar)
Schumacher et al., 2018	Stratégia, Vezetés, Vevők, Termékek, Termelés, Kultúra, Emberek, Vállalatkormányzás, Technológia	415
Geissbauer et al., 2016	Digitális üzleti modell és vevőelérés, Termék és szolgáltatás kínálat digitalizációja, A vertikális és horizontális értéklánc integrációja és digitalizációja, Adatelemzés mint kulcsképesség, Agilis IT-infrastruktúra, Megfelelőség, biztonság, jog és adózás, Szervezet, dolgozók és kultúra	198
Schuh et al., 2017	Struktúra: Erőforrások, Szervezeti struktúra, Információs rendszerek, Kultúra Folyamatok: Funkcionális területek	80

Forrás: saját szerkesztés

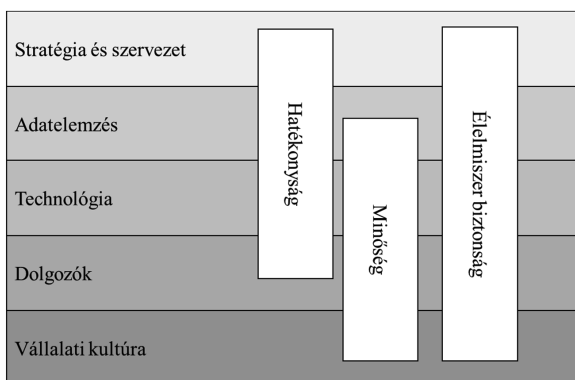
Az elemzésbe nem vonjuk be, de léteznek további, alacsonyabb idézettségű érettségi modellek is, amelyek a fenti szempontokhoz hasonlókkal, vagy azok kibővítésével próbálkoznak. Lichtblau, Stich, Bertenrath, Blum, Belider és szerzőtársaik (2015) modelljükben hat szempontot javasolnak a vállalatok érettségének meghatározásához. E hat szempont további 18-ra bomlik a részletes ismertetéskor. Gracel és Lebkowski (2018) Manufacturing Technology Maturity Modellje (MTMM) elnevezése szerint a termelés digitális támogatása mentén kívánja kategorizálni a vállalatokat, de valójában széles körű elemzést végez, nyolc szempontot alapján. A Gill és VanBoskirk (2016) által bemutatott érettségi modell rövid és áttekinthető, mindössze négy szempont szerint elemzi a vállalatokat,

amelyek a kultúra, a technológia, a szervezet és a betekintés (insights). Ez utóbbi az adatelemzést foglalja magába, azaz hogy a vállalat mennyire képes a vevőkről vagy folyamatokról nyert adatok elemzésére és felhasználására a stratégia támogatásában.

A bemutatott érettségi modellek és az azok alapját képező vizsgálati szempontok közül az elemzési keretünkben azokat a dimenziókat fogjuk felhasználni, amelyek a modellekben közös motívumként megjelennek. A dolgozatnak nem célja az érettség fokának meghatározása, hanem sokkal inkább annak a technológiai és szervezeti fejlődésnek a strukturált bemutatására törekszünk, amely a vizsgált vállalatoknál a digitalizáció következtében zajlik, és amelyek mentén más elméleti modellek a vállalatok érettségét minősítik. Alkalmazni fogjuk a *stratégia és szervezet, adatelemzés, a technológia, a dolgozók és a vállalati kultúra szempontokat*, hogy rávilágítsunk a vizsgált magyar élelmiszeripari vállalatok milyen módon alkalmazták a digitalizáció megoldásait. Ezek összefüggését az élelmiszergazdaság számára legfontosabb versenytényezőkkel az 1. ábra szemlélteti.

1. ábra

Az elemzési keret összefüggése az élelmiszeripar prioritásaival



Forrás: saját szerkesztés

Az ábrában összefoglaltuk, hogy az élelmiszeripar három prioritása – a hatékonyságnövelés, a termékminőség és az élelmiszerbiztonság hogyan függ össze az elemzési keret vizsgálati szempontjaival, és azok hogyan tudják támogatni a célkitűzések megvalósítását. A hatékonyság elérésében – amelyben Kürthy és szerzőtársai (2016) szerint komoly lemaradása van a hazai élelmiszergazdaságnak – legfontosabb tényezők a helyzet felismerése és stratégia alkotása, majd a technológia megváltoztatása, a dolgozók képzése és a keletkező adatok felhasználása a további optimalizálás érdekében. A minőségre legnagyobb hatással ugyancsak a technológia van, és az adatok elemzése révén tovább fejleszhető, gyorsabb prototípusgyártásra, kipróbálásra nyílnak lehetőségek általa. A minőség iránti elkötelezettség a vállalati kultúra része is kell legyen, ami ez által tükröződik a dolgozók munkavégzésében is. Valamennyi vizsgált terület digitális fejlesztései a magas szintű élelmiszerbiztonsági törekvéseket, a nyomon követhetőséget szolgálják.

Módszertan

Az adatgyűjtésre négy, Magyarországon, az élelmiszer-gazdaságban működő vállalatnál került sor, amelyek nevét, kérésükre, nem hozzuk nyilvánosságra. A vizsgált vállalatokról szóló legfontosabb adatokat a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat

A megkérdezett vállalatok jellemzői

Vállalat Jellemző	„A”	„B”	„C”	„D”
Ágazat	tésztagyártás	tejtermelés	tejfeldolgozás	húsfeldolgozás
Elhelyezkedés	Nyugat-Magyarország	Nyugat-Magyarország	Nyugat-Magyarország	Kelet-Magyarország
Interjúalany	gyárigazgató	telepvezető	gyárigazgató	cégvezető
Interjú időpontja	2018.08.23.	2019.02.21.	2019.04.04.	2018.08.21.

Forrás: saját szerkesztés

A vállalatvezetőkkel egyenként 1,5-2 órás strukturált interjú keretében beszélgettünk a vállalat Ipar 4.0 megközelítéséről, az alkalmazott digitalizációs megoldásokról, a projektekről és a fejlődés irányairól. Mivel valamennyi megkérdezett az adott vállalat felső vezetője, a termelési és stratégiai kérdésekkel egyaránt tisztában van, így releváns információforrásoknak tekintettük őket. Kutatásunk megbízhatóságát növeli, hogy bár az interjúk száma alacsony, azok a magyar élelmiszergazdaság három legnagyobb ágazatának szereplőivel készültek, a húsipar, a tejipar és a pékáru és tésztagyártó ipar szereplőivel.

Tapasztalataink az élelmiszeripari digitalizációval ezek alapján változatosak. Ebben az ágazatban közel sem figyelhető meg az alkalmazott technológiáknak, megoldásoknak az a széles tárháza, amely pl. az autóiparban már jelen van hazánkban is (Nagy, 2019; Demeter et al., 2019). Az ugyanakkor nagyon lényeges, hogy számos folyamat már régóta robotizált és/vagy automatizált, mivel másképpen nem lehetne megvalósítani azt a hatékonyságot és élelmiszerbiztonságot, amelyet a vevők és a hatóság elvár a vállalatoktól. Ezeknek a továbbfejlesztése, az Ipar 4.0, a digitalizáció és a big data kiaknázása azonban központi tárgya a vállalati gondolkodásnak.

A négy vállalat vizsgálata

Ebben a részben az azonosított elemzési szempontok szerint fogjuk megvizsgálni a vállalatok Ipar 4.0 gyakorlatát.

Stratégia és szervezet

A stratégia és szervezet elemzési kategóriában olyan jelenségeket vizsgáltunk, mint az Ipar 4.0 stratégia megléte, vagy az Ipar 4.0 hatása a stratégiára. Vizsgáltuk, hogy a digitalizáció következtében változott, változik-e a szerve-

zeti felépítés. Tanulságos volt az is, honnan indul a fejlesztések kezdeményezése.

A vizsgált négyből két vállalatnál az Ipar 4.0 irányába való elindulást a növekedési stratégia indukálta. A fejlesztések megindulása előtti kapacitásokkal már nem voltak képesek tovább növelni a kibocsátást, ezért meg kellett hozni a döntést: megelégednek-e a jelenlegi üzemmérettel, vagy növekedni szeretnének. Az utóbbi mellett döntöttek, és a megvásárolt technológia – ha nem is ekként vásárolták – tartalmaz digitalizációs megoldásokat.

A *téztagyár* a megvalósított beruházásokkal sokszorosára növelte kibocsátó képességét, amellyel elsősorban a hazai piaci részesedés növelésére és az exportpiac meghódítására törekszik. Kifejezetten Ipar 4.0 stratégiáról nem beszélhetünk, de az új gyár építéskor és a technológia kiválasztásakor egyértelműen ki akarták aknázni a digitális technológia adta lehetőségeket: „A gyár 21. századi színvonalú, eddig arra koncentráltunk. Most az elkövetkező évek inkább az ilyen háttértámogatásról fognak szólni, ami legalább olyan fontos.” A vállalatnál szervezeti változások még nem következtek be, de már látják a szükségességét, mert az IT- és a karbantartórészleg létszáma jelentős növekedésnek indult. A nagy volumenű fejlesztések – mint pl. az új gyár technológiájának kiválasztása – felső vezetői döntés volt, ám a tervezésbe, finomhangolásba és a kisebb fejlesztésekbe a felhasználót is bevonták.

A *tejtermelő* vállalatnál a növekedés mellett a túlélés és a hatósági megfelelés is közrejátszott. A telep a 2000-es évek végére elavult, a meglévő egységsszámmal és technológiával sem növekedni, sem hatékonyságot növelni nem volt lehetséges: „A vállalati döntés az az volt, hogy ezt a telepet fejlesztjük.” A hatósági előírások is szigorodtak, így mindenképp fejleszteniük kellett. Ennek érdekében nagyszabású projekt indult, és országosan az egyik legkiválóbb, legnagyobb hatékonyságú telepet sikerült létrehozni. A fejlesztés eredményeképpen olyan adatok gyűjtésére is lehetőség nyílt, amelyek elemzésével az állatok jólléte tovább növelhető lett. Ebben az esetben sem beszélhetünk kialakult Ipar 4.0 stratégiáról, szervezeti változásokról sem számoltak be.

A *tejfeldolgozó vállalat* egy nemzetközi vállalatcsoport tagja, amely rendelkezik Ipar 4.0 stratégiával, és amelyből a magyar leányvállalat számára is származnak feladatok. Esetében megkülönböztetünk csoportszintű fejlesztéseket, amelyek elsősorban adatgyűjtésre (big data) és azok elemzésére, az előrejelzés és tervezés pontosságának javítására vonatkoznak, illetve kisebb, helyi szintű fejlesztéseket, amelyek során egy adott vállalati probléma megszüntetéséhez használják fel az Ipar 4.0 és a digitalizáció megoldásait: „Sok a saját ötlet és sok az olyan, amit már más csoportbéli gyárban megvalósítottak és átveszünk ide.” A helyi fejlesztéseket kiváltó leggyakoribb erő a munkaerőhiány, amelyet részleges automatizációval, robotizációval próbálnak orvosolni. A vállalat a megvalósított projektekkel kifejezetten szeretné növelni az élelmiszerbiztonságot és elébe menni az előírásoknak. A szervezetben csak nemzetközi szinten jelenik meg a digitális fejlődésért felelős vezető, a magyar gyár szintjén nem. A helyi fejlesztések a szervezet bármely szintjéről

érkezhetnek, a sori dolgozók is motiválva vannak javaslatuk benyújtására.

A *húsfeldolgozó* vállalat esetében sincs kifejezetten Ipar 4.0 stratégia: „5-10 éven belül befolyásolni fogja az iparágat (az Ipar 4.0). Most még csak azoknak a vállalatvezetőknek a fejében van ez meg, akik nyitottak.” Esetükben a fejlesztések egy kockázatelemzés következtében indultak el, amely feltárta, melyek azok a munkakörök, ahol a munkaerő elvándorlásának veszélye komolyan veszélyezteti az üzem működésének fenntartását. Ezt követően tettek lépéseket a műveletek automatizálására, robotizálására. A fejlesztések másik iránya egy új üzem építéskor a szenoros adatgyűjtés, a feldolgozási folyamat monitorozása, és ez által a folyamathatékonyság növelése volt. A fejlesztési javaslatok forrásai főképpen a felső vezetés, de a szervezeti hierarchia alján dolgozóknak is van lehetőségük ötleteik benyújtására. Szervezeti változások még nem történtek a digitalizáció következtében.

Összességében elmondható a vállalatokról, hogy változó szinten, de valamennyi esetben zajlik a digitális átalakulás, amelynek kiindulópontja a felső vezetői döntés, a növekedés, a hatékonyságnövelés elérése. Az élelmiszergazdaság specialitása, hogy a fejlesztések mögött a hatósági előírásoknak való jobb megfelelés is közre játszik. Azt is megállapítottuk, hogy bár a fejlesztések elkezdődtek, ez nem változtatta meg a stratégiát, nincs kifejezetten Ipar 4.0 stratégia és a szervezet új üzleti modellnek megfelelő átalakítása sem kezdődött még meg.

Adatelemzés

A szakasz célja annak feltárása, hogy milyen adatokat és hol gyűjtenek a vállalatok, illetve miként történik azok feldolgozása, felhasználása a döntéshozatalban.

A *téztagyártó* vállalat az új gyártócsarnok építéskor kihasználta a technológia nyújtotta lehetőségeket, és a termelési folyamatról a lehető legtöbb adatot gyűjti. Az automata gépsorba beáramló alapanyag súly, nedvességtartalom, páratartalom érzékelőkön halad át. A készülő tézta állagát is kontroll alatt tartják, majd a szárító hőmérsékletét is. Az elkészült tézta több kontrollponton halad át a csomagolás előtt és után is, ahol a termelési folyamatba belekerült esetleges fémdarabkát szűrnek ki fémdetektorral, illetve a csomag súlyát, vonalkódját is ellenőrzik. A gépek fel vannak szerelve a megelőző karbantartást támogató szenzorokkal (üzemóramérő), a normától való esetleges eltérés azonnal kimutatható és lehet döntenie a szükséges beavatkozásról. A gyártó távdiagnosztikai szolgáltatást is nyújt, illetve feltölti a rendszerbe, hogy adott üzemóra eléréskor milyen karbantartási feladatokat kell elvégezni. Cél az állásidők csökkentése, vagy ha van is leállás, az okok megtalálása és a következő elkerülése. A karbantartási feladat ezek alapján ütemezhető a dolgozók számára, akik tabletre kapják a feladatot, rögzítik, hogy milyen feladatot végeztek el, milyen anyagokat használtak fel, milyen hibát hárítottak el (vagy nem, ha nem sikerült). A gép egy havi teljesítményéről, működési jellemzőiről riport is lekérhető. Az adatok elemzése egy nagy feladat a cégnél. Saját bevallásuk szerint nem számítottak rá az új üzem építéskor, hogy ennyire fontos lesz a kinyert adatok

elemzése, így a támogató IT-hátter fejlesztése kis lemaradással küzd. Céljuk, hogy a legfontosabb adatok azonnal online elérhetőek legyenek, és valós idejű döntéshozatal valósulhasson meg: „Tehát, ha mondjuk a termelésvezető rá akar nézni a termelésre, akkor ne kelljen azért leballagnia a gép mellé, és akkor megnéznie, hogy mi történik, hanem szépen előveszi a notebookját, és akkor folyamatában tudja ezt figyelni.”

A tejtermelő vállalat technológiája számos adat gyűjtését teszi lehetővé. A tejtermelési folyamatban először egyedileg azonosítják a jászágokat a fülükben lógó RFID-chip segítségével. E chip tárolja az állat azonosítóját, fajtáját, felmenőit, fizikai tulajdonságait (pl. laktációs szakasz), és mindazon beavatkozásokat, amelyben az egyednek része volt (oltások, ellés stb.). Ismertek az egyes tehenektől lefejt tejmenyiségek is, így amikor megérkezik a jászág a fejőházba, az azonosítás után a gép kalkulál egy várható tejhozamot: „Ha a laktáció elején van, akkor, nyilván fölfelé ível az elvárt tejmenyiség, ha a laktáció végén van már, tehát folyamatosan megy lefelé a tejtermelése és 200 napja ellett, akkor, nyilván lefelé fogja módosítani minden nap az elvárt tej mennyiségét. Nagyon sok adatot kapunk ebből a berendezésből.” Ha a várt tejhozam nem teljesül, először megvizsgálják, hogy a fejőgép pontosan volt-e felhelyezve, ha pedig hosszabb időtartamon keresztül elmarad a hozama, állatorvos is megvizsgálja. A fejőgép a lefejt tej minőségét, összetételét is ellenőrzi, a tej áramlási sebességéből pedig azt is kiszámolja, a fejőgépet felhelyező dolgozó megfelelően indította-e be a tejszállító reflexet (tehát a lehető legtöbb tejet adta-e le a jászág ezáltal, ami az állat egészsége szempontjából is fontos), amely a teljesítménybérében is tükröződik. A fejőházi technológia számos, különféle riport elérését teszi lehetővé. A fejési folyamat különféle összetételben, fókusszal lekérdezhető, ezek meghatározása és kiértékelése az állattenyésztő mérnök feladata. A gépek kiválasztásánál fontos szempont volt a megelőző karbantartás, távdiagnosztika elérhetősége. A gyártó folyamatosan látja a gépek állapotát és javaslatot tesz a szükséges karbantartás elvégzésére. Az állatok által fogyasztott takarmány is a számítógépes rendszerben van nyilvántartva. Az egyedek csoportokra vanna osztva koruk, tejhozamuk, laktációs státuszuk szerint, és ennek megfelelő minőségű és mennyiségű takarmányt kapnak. Az egy csoport számára szükséges élelem összetételét a takarmányozási felelős pendrive-ról tölti rá a takarmánykeverő gépre, amely így jelzi, melyik típusú takarmányból mennyit kell bele tölteni (súly alapján), majd azokat összedolgozza.

A tejfeldolgozó vállalat anyavállalata által ösztönzött digitális fejlesztés az adatgyűjtés és elemzés. Már a PLC-ből (Programmable Logic Controller) igyekeznek kinyerni és elemezni az adatokat. Ez a megelőző karbantartások esetében, vagy akár minőségügyi problémák felmerülésének elkerülésében is jelentős segítséget nyújthat, pl. a termelési folyamatba épített mérleg képes figyelni, hogy mely összetevőből mennyit adagolt a gép, és ha a normától eltér, javaslatot tesz, hogy mely összetevőből kellene több, melyikből kevesebb. Az allergén anyagok nyomon követése is élelmiszerbiztonsági elvárás: „Iparágunkban nagyon

fontos egy-egy sarzs visszakövethetősége, különösen, ha allergén anyag is van benne.” Cél, hogy olyan adatokat lássanak a termelésről, amely lehetővé teszi az azonnali beavatkozást.

A vállalat számára kiemelten fontosak azok a fejlesztések, amelyek az élelmiszerbiztonságot, a hatósági előírásoknak megfelelést biztosítják, mert a vállalatcsoport belső szabályai szigorúbbak, mint a hazai vagy akár az uniós szabályok. Pl. egy termék összetevőinek adagolásakor nyilvántartják, melyik alapanyag mely beszállító mely gyártási sorozatából lett bekeverve, biztosítva így a visszakereshetőséget. Mindez az allergén anyagok esetén még alaposabb, ott azt is nyilván tartják, ki takarította a gépet a gyártás után.

A húsipari vállalat a korábbi években épített üzemben tudatosan választott olyan technológiát, amely lehetővé teszi a folyamatok megfigyelését, a termelési sor szoros kontrollját, ez által hozzá tudott járulni a vállalati kontroll adatpontosság és a folyamathatékonyság növeléséhez, a dolgozók teljesítményberezéséhez: „Ha már újat építünk, legyen benne minden, ami az ERP, a controlling és a folyamatellenőrzés számára adatot tud szolgáltatni.” Az adatgyűjtés másik területe a megelőző karbantartás érdekében a gépek állapotának monitorozása. A gépleállítás ebben az ágazatban is jelentős költségterhelés, fontos szempont volt az ezirányú adatok gyűjtésének kiépítése.

Az adatok gyűjtése és elemzése minden vállalatnál nagyon fontos tényezője volt a technológia kiválasztásának. A cégeknek saját bevallásuk szerint is rengeteg adat áll rendelkezésükre, és küzdenek azzal, hogy azt feldolgozzák és releváns információvá alakítsák, amelynek révén az egész értelmet nyer: fel tudják használni a valós idejű döntéshozásban. Az is látszik ugyanakkor, hogy az adatok termelése és tárolása csak az egyik probléma, a másik olyan szoftverek, rendszerek fejlesztése, vásárlása, amely azokat elemezni és megjeleníteni is képes. E tekintetben valamennyi helyen kihívással küzdenek, komoly összegeket fordítanak rá.

Technológiai megoldások

Ebben a szakaszban mutatjuk be mindazon technológiai megoldásokat – legyen az automatizáció, robot vagy informatikai fejlesztés –, amely nagy előrelépést eredményezett a vállalatoknál hatékonyságban, adatfeldolgozásban egyaránt. Kitérünk a vállalatokat foglalkoztató adatbiztonság, kiberbiztonság kérdéseire is.

A térszotyártó vállalat magasfokú automatizációt és robotizációt valósít meg új gyárában. A térszotyártás a tojás feltörésétől kezdve a kész térszoty egység rakomány formájában való raktári kitéröléséig automata folyamaton halad keresztül. A térszotyártó gépben szenzorok figyelik a térszoty állapotát, nedvesség- és páratartalmát, a hőmérsékletet. A szárítási folyamatban hővisszanyerő dolgozik, amely jelentős energiamegtakarítást tesz lehetővé. A csomagolást a gyártás után automatikus csomagoló gépsor végzi, több mérlegelés és fémdetektoros átvilágítás után a térszotyacsomagok gyűjtőcsomagba kerülnek, majd a szállítópálya továbbítja azokat a raktári előkészítő területre. Itt egység rakományképző robotok fogadják a dobozokat, és a vonalkód-leolvasás révén azonosított, azonos típusú

termékekből rakatokat képeznek. A rakatokat a fóliázógép rögzíti, majd azon áthaladva automatikus jelzést küld a vezetők nélküli targoncának, amely a rakományt azonosítás után a számára kijelölt magasraktárba továbbítja, és átadja azt a magasraktári állványkiszolgáló gépnek. A kitarolási igény beérkeztekor az előbbi folyamat zajlik fordítva, az állványkiszolgáló gép megkeresi a kívánt rakatot, átadja az automata targoncának, az pedig a kiszállítási területre továbbítja.

A fenti folyamatba épített szenzorok (mérleg, vonalkód-leolvasó stb.) folyamatosan termelik az adatot, amelyet saját szervereken őriznek. A megkérdezett vezető külön kiemelte a kiberbiztonságot, amelyet egyrészt a saját szerver révén, másrészt azok megosztásával és a jogosultságok differenciálásával igyekeznek elérni.

A technológia megvásárlásánál különösen fontos volt, hogy a gépek, berendezések egymással és a gyártók központtal is tudjanak csatlakozni. A távdiagnosztika lehetővé teszi, hogy sokkal gyorsabban fény derüljön a hibára, hamarabb megrendelhető a pótalkatrész, és – külföldi gyártású gépek esetén – a szervizelő helyszínre szállításának költsége sem merül fel: *„Mindegyiknél van ilyen telepített távdiagnosztikai szolgáltatás és eszköz, ami folyamatosan monitorozza a robotok működését, erőhatásokat, hőmérsékleteket, egyebeket. Abban az esetben, hogy ha meghibásodásra vagy kopásra utaló jelet ad, vagy észlel a rendszer, akkor mi kapunk erről egy értesítést, és aztán nyilván ez alapján tudunk megfelelően szervizt kérni ezekhez az eszközökhöz.”*

A tejtermelő vállalat esetében a technológia két irányát érdemes vizsgálni, egyrészt, a fejéstechnológiát, másrészt, az állatjóléti berendezéseket. A tehének azonosítása a fülben lógó RFID-chip-ek segítségével történik, amely számos adatot tárol róluk (lásd: Adatelemzés fejezet). A fejőgép felhelyezése manuálisan történik, de a fejőgép utána 4-5 perc alatt megfeji a jóságot, és automatikusan tárolja a mennyiségi és minőségi információkat: *„Az elvárt tejet a komputer automatikusan számolja az előző nap tejtermeléséből, illetve a laktáció stádiumából.”* Az állatok jóléte alapvetően befolyásolja a tejszámot, így a telepen számos „kényelmi” megoldást lehetett megfigyelni. A jóságok számára a 25 Celsius fok feletti hőmérséklet hőstresszt okoz, ezért e hőmérsékleti határ felett bekapcsol a karámban a vízpermetező, amely automatikusan a hőmérséklet növekedésével párhuzamosan egyre gyakrabban enged vizet. Hasonlóképpen, a hőmérsékleti határ elérésekor kapcsolnak be a ventilátorok is. Az alapvetően nyitott oldalfalú karámok jó légáramlást tesznek lehetővé, de rossz idő esetén (eső, szél), automatikusan ponyva ereszkedik le, hogy megvédje az állatokat a kellemetlenségektől.

A számítógépen meghatározott takarmány-összetelt a takarmánykeverő gépben keverik össze, amely jelzi, mely tápanyagból mennyit kell adagolni az egyes jószágcsoportoknak a feltöltött terv szerint. A takarmányt a karámok mentén öntik végig, és a tehének a karámból kihajolva fogyasztják el. Evés közben óhatatlanul szétűrik az abrakot, így egy takarmánysepregető robot a nap folyamán többször végighalad a karámok előtt, hogy

visszakotorja azt arra a helyre, ahol már elérik az állatok. A takarmány beltartalmát hetente többször ellenőrzik, és felülvizsgálják az összetételt, ha szükséges.

A tejtermelő vállalatnál nem alkot annyira egységes egészet a technológia, mint a térsztyagárban. A megvalósított beruházások a kulcsfolyamatokra fókuszáltak, amelyekre vonatkozó élelmiszerbiztonsági előírások betartása nem is lenne lehetséges másképpen. A rendszer számos információt tárol az állatokról, a fejejt tejről. Ennek jelentős része előírás, más részét elemezve viszont lehetőség van az állatoknak megfelelő környezet, tápanyag és ellátás kialakítására. A gyűjtött adatokat az állatok jólétének növelésére, az optimális takarmány összeállítására és a dolgozók teljesítménybérének megállapítására használják. Habár jelentős adatmennyiség keletkezik, amit a vállalati szerverek tárolnak, a kiberbiztonság kérdéséről nem esett szó.

A *tejfeldolgozó* vállalat fejlesztései két irányban folynak. Egyrészt, az anyavállalattól érkeznek a termelékenység javítására vonatkozó elvárások és egyéb digitalizációs projektek, másrészt a vállalaton belül is nagyon kreatívak a dolgozók és tesznek fejlesztési javaslatokat. E vállalat nagyon élömunka-igényes termelési folyamatot működtet, a munkaerő azonban szűkösön áll rendelkezésre. A munkaerő kiváltására kobotokat (kooperatív robot) kezdtek alkalmazni, amelyek biztonságosan működtethetők emberek között is és átvállalja a monoton, megterhelő vagy repetitív feladatokat: *„A kobotok relatíve kisebbek, ezért olcsóbbak, mint a nagy ipari robotok és be lehet őket tenni az emberek közé. A munkabiztonság nagyon fontos.”* Hasonló palettázó robot működik, mint a térsztyagyártónál, amely nem saját fejlesztés, egy kész rendszert vásároltak és adaptáltak. A tejtermelőhöz hasonlóan számos adat gyűjtésére és feldolgozására kerül sor, amelyek egy része előírás, más része pedig az elemzés révén folyamatfejlesztésre, hatékonyságnövelésre lesz felhasználva. Az adatok tárolása részben helyben, részben csoportszinten történik, elemzés pedig minden szinten megvalósul. A cél, hogy amint rendelkezésre mutat, azonnal be lehessen avatkozni.

A *húsfeldolgozó* vállalat új üzemét kifejezetten úgy építette, hogy a folyamatról teljes áttekintést kapjon a vezetés a beépített szenzorok révén. Az üzemben az alapanyag beérkezésének, átvételének és első feldolgozásának folyamatát kísérik figyelemmel. Ez előkészíti az alapanyag továbbértékesítését, vagy a további üzemekben a feldolgozást. A szenzorok adatai alapján jobban tervezhető a bruttó beérkező alapanyagból a nettó várható mennyiség, a rendszer nemcsak a veszteséget kalkulálja (bruttó-nettó eltérése), hanem figyel az alapanyag tömegére, valamint nedvesség- és fehérjetartalmára is: *„Szenzorokat használunk az alapanyag feldolgozási folyamatban. Ez a folyamat során többször megismétlődik.”* A cél ezúttal is az azonnali beavatkozás lehetősége. Habár dolgozónként még nem tudják mérni a hatékonyságot, csak termelési sor szintjén, de ezt már fel tudják használni a teljesítménybérézéshez. További fejlesztési elem volt a gépek felszerelése olyan szenzorokkal, amelyek a karbantartási igényt jelzik (előre), így az állásidő csökkent. A vállalat korábban is al-

kalmazott lean megoldásokat, a mostani fejlesztéseket is ez a csapat koordinálta.

Összességében a technológiafejlődés kapcsán a legtöbb vállalatban találtunk digitalizációs megoldásokat. Megkezdődött a gépek hálózatra csatlakoztatása és az adatgyűjtés. Az adatokat részben elemzik és fel is használják valamilyen részben a döntéshozatal során. Ipar 4.0 megoldást a térsztyágyárban figyelhetünk meg, amelyben az előbbieken túl a gépek egymással is összeköttetésben állnak, a termelés a kiszolgáló raktárlogisztikai folyamatokkal alkot egységes egészet, számos folyamat automatizált, robotizált. A tejfeldolgozó vállalatnál a digitalizáció mellett már részben megjelenik a robotizáció és az automatizáció, de a megoldások nem alkotnak rendszert, szigetzerű fejlesztések figyelhetők meg.

A technológiai fejlesztésekre számos európai uniós és hazai pályázati forrás áll rendelkezésre. A megkérdézett vállalatok többsége élt is hasonlóval az elmúlt évtizedben, és kedvező megtérülést is tudtak elérni ez által az önrésznél. A további pályázatokon való részvételtől azonban volt olyan vélemény, hogy annyira megdrágult a technológia és az építés költsége, annyira nehéz kivitelezőt találni és a beruházást időben megtervezni, hogy az szinte lehetlenné teszi, hogy kijöjjön a projekt az arra szánt pénzügyi és időkeretből.

A dolgozók

E szempont célja annak vizsgálata, hogy a vállalat hogyan vonja be, bevonja-e dolgozóit az Ipar 4.0 fejlesztésekbe. Vajon milyen munkakörök keletkeztek, alakultak át az új technológiák, folyamatfejlesztések eredményeképpen?

A szakirodalomban leírtakkal ellentétben a vizsgált vállalatok nemhogy nem küldenek el embereket a technológiai fejlődés miatt, hanem inkább munkaerőhiánnyal küzdenek, vagy szerencsés esetben a fejlesztések révén kerülhető el a hiány.

A *térsztyágyártó* vállalat mindig is sok automatizációt használt a gyártásban, így a termelés korábban is alacsony létszámmal folyt. Jelenleg a térsztyágyár megközelítőleg 100 főt foglalkoztat, ennyi emberrel végzik az évi több mint 50 ezer tonna térszta gyártását, napi három műszakban. A mostani fejlesztések eredményeképpen azt érzékelik, olyan típusú dolgozóra lesz egyre nagyobb mértékben szükségük, aki a gépek működtetésére képes, karbantartja azokat, esetleg felprogramozza. Ilyen tekintetben egyelőre nincs gondjuk, de a létszámnövekedés megkezdődött. A karbantartók száma megduplázódott az utóbbi 5 évben, és a műszaki igazgatóság szervezete is kibővült. Összességében már 14-en dolgoznak a gyártás műszaki fenntartásának biztosításával. Mivel a termelési folyamatokban korábban is jelen volt az automatizáció, az új technológia dolgozókkal való elfogadtatása nem okozott problémát. A generációs különbségek ugyan megjelennek, a fiatalok alapvetően könnyebben megszokják a robottal való munkát, a programozásba is gyorsabban beletanulnak idősebb társaiknál. „Azzal, hogy automatizáltunk sok mindent, kiváltottunk nagyon sok kétkézi munkát vagy betanított munkát. Viszont nagyon nagy szükség van olyan dolgozói állományra, akik ezeket a gépeket nemcsak működtetni

tudják, hanem át is látják, és szükség esetén be is tudnak avatkozni” – fogalmazott az interjúalany. Fejlesztési ötletek generálásában részt vesznek a termelési soron dolgozók is, a vállalatvezetés nyitott a fejlesztési javaslatokra, bármilyen szintről érkeznek is.

A *tejtermelő* vállalat szembesül azzal a helyzettel, hogy a fejlesztések révén éppen elegendő a munkaerő: „*Itt egyre nagyobb a munkaerőhiány, és sajnós azt kell, hogy mondjam, hogy nem pénzkérdés. Mert hogyha háromszázezerrel többet fizetnék, akkor se biztos, hogy több fejő jelentkezne, aki fejni akar, és csinálná.*” Az állatorvos, az állattenyésztő-mérnök és a takarmányozási vezető munkaköre bővült a digitalizációval, ők vezetik az elektronikus nyilvántartásokat, töltik fel az állatok adatait a központi nyilvántartásba, állítják össze azokat a riportokat, amelyek a fejési eredményeket foglalják össze, és elemzik azokat, valamint elektronikusan történik az abrak összeállítása és takarmánykeverő-gépbe való feltöltése is. Feladatuk rendelkezésre álló adatokból olyan, újfajta riportok lekérdezése, összeállítása, amelyek révén a működés továbbfejleszhető. A vállalatnál a fejlesztési ötletek inkább a szellemi dolgozóktól származnak, a beruházás pedig felső vezetői döntés. Szembesült a vállalat azzal a dilemmával is, hogy tudja, hogy elérhető fejlettebb technológia, meg is vásárolná, de nagyon kevés az országban az a szakember, aki működtetni is képes lenne. Ezt egy komoly korlátnak látják.

A *tejfeldolgozó* vállalat küzd a munkaerőhiánnyal. Régiójában nagyon alacsony a munkanélküliek aránya (1-2%), így gyakran olyan dolgozót kell felvennie, akit éppen csak alkalmasnak tart a feladat elvégzésére, nagy a fluktuáció is. Fejlesztéseinek kikényszerítője is részben azon munkakörök kiváltása vagy segítése volt, amely területeken a legnagyobb a munkaerőhiány és az elvándorlás. A dolgozók elfogadják a technológiát, szívesen dolgoznak együtt a kobotokkal, modern technológiai környezetként élik meg. A vállalat a fejlesztési irányokat egyrészt a központtól kapja, másrészt belülről generálja. Ez utóbbi forrása jellemzően a mérnökség, a minőségbiztosítás vagy az üzemvezetés. Egy-egy probléma esetén azonban először a vállaltcsoport szintjén néznek szét, felmerült-e már hasonló valahol, és ott hogyan oldották meg: „*Az itteni kollégák nagyon kreatívak, van, hogy a nyugat-európai gyárakból is innen kérnek tanácsot.*” A vállalat egyelőre nem érzékeli, hogy átalakul a munkaerő struktúrája a digitalizáció és robotizáció miatt, de azt látja, hogy 5 éven belül sokkal több technikusra, PLC programozóra, karbantartóra lesz szüksége.

A *húsfeldolgozó* vállalatnál a munkaerőhiány ugyan csak tipikus probléma. Vannak olyan munkakörök, amelyekben a manuális munka betanulása igen időigényes, és a megszerzett tudás birtokában sokan Nyugat-Európában helyezkednek inkább el. Éppen ezért a fejlesztések egyik mozgatórugója az olyan munkák kiváltása, ahol nagy a kockázata az elvándorlásnak. Vannak azonban olyan komplex manuális feladatok, amelyeket nem lehet egy robotnak megtanítani: „*A termelésben csak részben, logisztikában sok lehetőséget látok (Ipar 4.0 eszközök bevezetésére), főleg raktározásban. Üzemeltetésben és*

karbantartásban is fontos.” A fejlesztési ötletek forrásai a kékgalléros és fehérgalléros dolgozók egyaránt lehetnek, a vállalat nyitott a kezdeményezésekre, az ötletlátába juttatott javaslatokért – ha azok sikeresek – jutalom jár.

A fentiek alapján látható, hogy a vállalatok érzékelik, hogy a digitalizáció következtében megváltoznak az elvárások a munkaerővel szemben, összetettebbé válnak a munkakörök, sokkal több technológiai tudásra lenne szükségük. A munkaerőhiányos időszak azonban nem kedvez az élelmiszeripari vállalatoknak, nagyon erős más ágazatok elszívó ereje.

A vállalati kultúra

A vállalati kultúra vizsgálata során azt néztük meg, hogy a vállalatok mennyire nyitottak az innovációra, dolgozóiknak mennyire van lehetőségük javaslatokat megfogalmazni és hogyan zajlik a tudásmegosztás a vállalatban.

Annak ellenére, hogy a vállalatok többsége számára a megvalósított, Ipar 4.0-hoz kapcsolódó fejlesztés részben kényszerű volt, a vállalatok nagyon fontos és jelentős beruházásokat hajtottak végre. A *tésztagyártó* vállalat a növekedés fenntartása érdekében vágott bele egy új, modern gyártóegység fejlesztésébe, amellyel nemcsak Magyarországon, hanem Közép-Kelet-Európában is jelentős szereplővé vált. A siker tényezőjeként a felsővezetés elkötelezettsége és a dolgozók bevonása kiemelendő. A technológia kiválasztásánál egyértelmű szempont volt az elérhető lehetőségek legjobb kihasználása, nem a legolcsóbb megoldásra törekedtek. Kimondottan tudásmenedzsment-rendszer nem működik a vállalatnál, de kis szervezet révén a kommunikáció közvetlenül megvalósul a tésztagyártat magába foglaló kisebb cégcsoporton belül: „*Mindig is fontos szempont volt itt nálunk, cégcsoport szintjén is, meg a tésztagyárban is a képzés, továbbképzés.*”

A *tejtermelő* vállalat a fennmaradása érdekében választotta a nagyarányú és alapvető technológiai változtatást. A döntés itt is a felsővezetésé volt, ám a tésztagyártó vállalathoz hasonlóan, nagy energiákat mozgósított a vezetés, hogy a beruházás döntéshozói megismerhessék a technológiai lehetőségeket. Külföldi tanulmányutakra jártak megismerni és megtanulni a technológiát, bőven áldoztak tehát arra, hogy megalapozott döntést hozzanak, és hogy felkészüljenek a működtetésre: „*Mi folyamatosan – ebben a felső vezetés is támogat – folyamatosan járunk ki tanulmányi utakra, illetve alkalmazunk szaktanácsadókat, akik az éppen aktuális új dolgokat, újdonságokat vezetnek be, vagy vezetjük be és honosítjuk meg.*” A vállalati kultúrát illetően elvárás a dolgozókkal szemben a folyamatos tanulás és a változások iránti nyitottság.

A *tejfeldolgozó* vállalat anyavállalatától számos megoldást átvett. Az innováció központilag nagyon fontos, és a központi digitális fejlesztéseknek magukat is alá kell vessék. A vállalatcsoport szintjén most zajlik egy tudásmegosztó portál létrehozása, amelybe a leányvállalatok feltöltik egy adott probléma megoldását, legjobb gyakorlatokat, amelyet így a vállalatcsoport közös tudásává tesznek, amit bármely más leányvállalat is felhasználhat. Az alulról jövő kezdeményezéseknek a helyi fejlesztések

esetén van kultúrája: „*A mérnökség fogja össze (az ötleteket), tervez rá megoldást, kiszámolja, mennyibe kerülne, mi lesz jobb tőle, mennyi idő alatt lehet megvalósítani, milyen megtakarítás várható.*”

A *húsipari* vállalat is nagy lépéseket tett a modernizáció, a gazdasági stabilitás és a technológiai fejlődés irányába. A megkérdezett szakember szerint nagyon fontos az olyan vezetés egy vállalatban, amelynek van jövőképe, amely fel tudja mérni, hogy merre tart az ágazat az elkövetkezendő tíz évben és meg meri hozni az ennek megfelelő döntéseket és vállalja a kockázatokat. Ahogy az interjúalany fogalmaz: „*Itt nemcsak a megtérülés alapján kell döntenie, hanem lesznek más szempontok is, pl. hogy hol lesz az iparág 10 év múlva, milyen fogyasztói igények lesznek és azoknak milyen technológiával lehet majd megfelelni.*” Az utóbbi években e szervezetben is kialakult az alulról jövő kezdeményezések befogadásának kultúrája, tudásmegosztó rendszerről azonban nem beszélhetünk.

Az előbbi fejezetekben négy, az innováció irányában elkötelezett, a változásokba bátran belevágó szervezetet ismertünk meg. A vállalati kultúra valamennyi helyen támogatja a fejlesztési kezdeményezéseket, jöjjenek azok alulról, vagy felülről, de tudásmenedzsment rendszer működése – leszámítva a nemzetközi hátterű vállalatot – nem jellemző.

Következtetések

Tanulmányunkban egy nem tipikusan high-tech iparág, az élelmiszergazdaság digitalizáció és Ipar 4.0 irányába tett lépéseit vizsgáltuk. A magyar szakirodalomban még nem vizsgálták, hogy az I40 milyen hatást gyakorol az élelmiszeripari vállalatokra, a legtöbb kutatás az autópárral foglalkozik (Demeter et al., 2019; Demeter, Losonci, Szász, & Rácz, 2020; Szalavetz, 2016; Lukovics, Udvari, Zuti, & Kézi, 2018). Kutatásunk kvalitatív, négy vállalati interjú elemzésével tártuk fel a hazai jó gyakorlatokat. Hogy átfogó képet kaphassunk, törekedtünk arra, hogy a magyar élelmiszergazdaság három legjelentősebb ágazatából egyaránt megszólaltassunk szereplőket.

A tanulmány legfontosabb megállapítása, hogy vannak az országban olyan élelmiszeripari fejlesztések, amelyek átfogóan használják ki az Ipar 4.0 nyújtotta lehetőségeket, és a digitalizáció is sok helyen elkezdődött. A főbb eredményeket a 3. táblázat foglalja össze.

Kürthy és szerzőtársai (2016) szerint a magyar élelmiszergazdaság nyugati versenytársaihoz képest hatékonyságbeli és technológiai lemaradással küzd, habár az exporttevékenység jelentősen fellendíti a vállalkozások árbevételét. Ez meg is jelenik a tésztagyárnál, amely elérte kapacitása korlátját, és az új üzem létrehozásával egyértelműen elkötelezte magát egy növekedési stratégia mellett, amelyet exportra tervez építeni. A magasabb hatékonyság elérésében a cégeket a korszerű technológia megvásárlása, és az az által termelt adatok elemzése segítheti leginkább a további optimalizálás megvalósításában és versenyképességük növelésében. A Simutech (2016) felmérésével egybevág, hogy az interjúalanyok komoly beruházásokról számoltak be (A, B, D), amelyeknél nem a technológia ára, hanem annak tudása

A tanulmány főbb megállapításai

Eredmények		Tesztgyártó (A)	Tejtermelő (B)	Tejfeldolgozó (C)	Húsfeldolgozó (D)
Stratégia és szervezet	I4.0 stratégia	Nincs	Nincs	Nemzetközi szinten van	Nincs
	Szervezeti változások	Kezdetleges	Nincs	Nincs	Nincs
Adathasználat	Adatgyűjtés	Kiterjedt	Kiterjedt	Fejlődik	Korlátozott
	Adatelemzés és -felhasználás	Fejlődik	Fejlődik	Fejlődik	Fejlődik
Technológia	Automatizáció, robotizáció	Integrált folyamat	Szigetszerű, kiterjedt	Szigetszerű	Támogató folyamatokban
Dolgozók	Létszám	Karbantartásban nő	Hiány van	Hiány van	Hiány van
	Bevonás	Megvalósul	Nincs	Megvalósul	Megvalósul
Vállalati kultúra	Innováció iránti nyitottság	Megvalósul	Megvalósul	Megvalósul	Megvalósul
	Tudásmegosztás	Csoportszinten, informálisan	Alapfokú	Formalizált, nemzetközi szintű	Alapfokú

Forrás: saját szerkesztés

volt a szempont, amelyek közül az egyik legfontosabb a prediktív karbantartás, és a lehetőségek további kihasználásán még dolgoznak. Az Ipar 4.0 kiterjedtségének alacsony fokát jelzi, hogy szervezeti változások nem voltak jellemzőek a vállalatoknál, a munkaerőhiány nemcsak mint motiváló tényező jelenik meg a beruházások esetén, hanem korlátként is, mert hiányoznak a fejlett rendszereket karbantartó, működtető képzett dolgozók.

A minőség folyamatos kontrollja és fejlesztése központi eleme a vállalati fejlesztéseknek. A megvalósított technológiai fejlesztések révén javult a termelékenység, így a vevők kedvező áron szélesebb termékválasztékot érhetnek el (A), javul és jobban ellenőrizhető a termék tartalma (B, D), és az allergén anyagokra való odafigyelés is magasabb szinten tud megvalósulni (C).

Bibi és szerzőtársai (2017), Carpenter & Wyman (2017), valamint Bottani & Rizzi (2008) kutatásaival teljesen egybevág tanulmányunk eredménye, miszerint a vizsgált vállalatoknál a technológia fejlesztése fontos eszköze az egyre szigorodó élelmiszerbiztonsági előírásoknak való megfelelésnek, a vállalat e tekintetben való fejlődésének. A nyomon követésben elsődlegesen a vonalkód játszik szerepet, de a tejtermelő telepen RFID-chipeket alkalmaznak a jószágok azonosítására, követésére. Tian (2017) teljes ellátási láncot átfogó, RFID (vagy vonalkód) alapú nyomon követhetősége még nem áll rendelkezésre, az ellátási lánc szereplői egyelőre egyenként keresnek megoldást a problémára, a blokklánc technológia alkalmazása a távoli jövő lehetősége.

A tanulmányban egy elemzési keretet létrehozva szisztematikus vizsgálatot végeztünk, amely során négy, benchmarknak is kiváló magyar vállalati gyakorlatot mutattunk be. Rávilágítottunk, hogy bár az Ipar 4.0 és a digitalizáció elsődlegesen a termelési folyamatok támogatásában jelenik meg, hatása azonban közel sem korlátozódik a termelésre, a szervezeti működés több szintjét is érinti.

Felhasznált irodalom:

- Bibi, F., Guillaume, C., Gontard, N., & Sorli, B. (2017). A review: RFID technology having sensing aptitudes for food industry and their contribution to tracking and monitoring of food products. *Trends in Food Science & Technology*, 62, 91-103. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.01.013>
- Bottani, E., & Rizzi, A. (2008). Economical assessment of the impact of RFID technology and EPC system on the fast-moving consumer goods supply chain. *International Journal of Production Economics*, 112(2), 548-569. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2007.05.007>
- Brettel, M., Friederichsen, N., Keller, M., & Rosenberg, M. (2014). How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: An Industry 4.0 Perspective. *International Journal of Mechanical, Industrial Science and Engineering*, 8(1), 37-44. <http://waset.org/Publication/9997144>
- Carlozo, L. (2017). What is blockchain? *Journal of Accountancy*, 224(1), 29.
- Carlozo, L. (2017). Understanding blockchain. *Journal of Accountancy*, 224(1), 1–29.
- Carpenter, G. & Wyman, O. (2016). Food manufacturing – Are you ready for Industry 4.0? *Marsh Report, Marsh and McLennan Companies*, Egyesült Királyság <https://www.marsh.com/uk/insights/research/food-manufacturing-are-you-ready-for-industry.html>
- Dalenogare, L.S., Benitez, G.B., Ayala, N.F. & Frank, A.G. (2018). The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. *International Journal of Production Economics*, 204, 383-394. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.08.019>

- Demeter, K., Losonci, D., Nagy, J., & Horváth, B. (2019). Tapasztalatok az Ipar 4.0-val – egy esetalapú elemzés. *Vezetéstudomány*, 50(4), 11-23. <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2019.04.02>
- Demeter, K., Losonci, D., Szász, L., & Rác, B.G. (2020). Magyarországi gyártóegységek ipar 4.0 gyakorlatának elemzése technológia, stratégia, szervezet. *Vezetéstudomány*, 51(4), 2-14. <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2020.04.01>
- Denzin, N. K. & Lincoln, Y. S. (2011). *The SAGE Handbook of Qualitative Research*. Thousand Oaks, USA: SAGE.
- Dworschak, B., & Zaiser, H. (2014). Competences for cyber-physical systems in manufacturing – first findings and scenarios. *Procedia CIRP*, 25, 345-350. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.10.048>
- Fettig, K., Gačić, T., Köskal, A., Kühn, A., & Stuber, F. (2018, June). Impact of Industry 4.0 on Organizational Structures. In *2018 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC)* (pp. 1-8). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICE.2018.8436284>
- Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017): The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254-280. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>
- Gauger, C., Gehres, B., Quinn, M., Schmieg, F. & Xu, G. (2017). *Building the digital car company of the future*. Boston, MA.: The Boston Consulting Group.
- Geissbauer, R., Vedso, J., & Schrauf, S. (2016). *Industry 4.0: Building the digital enterprise*. Retrieved from PwC Website: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf>.
- Gill, M., & VanBoskirk, S. (2016). *The digital maturity model 4.0. Benchmarks: Digital Transformation Playbook*. Retrieved from <https://forrester.nitro-digital.com/pdf/Forrester-s%20Digital%20Maturity%20Model%204.0.pdf>
- Gracel, J., & Łebkowski, P. (2018). Concept of Industry 4.0-Related Manufacturing Technology Maturity Model (ManuTech Maturity Model–MTMM). *Decision Making in Manufacturing and Services*, 12(1-2), 17-31. <https://doi.org/10.7494/dmms.2018.12.1-2.17>
- Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016). Design principles for industrie 4.0 scenarios. In *49th Hawaii international conference on system sciences (HICSS)* (pp. 3928-3937). IEEE.
- Hofmann, E. & Rüsçh, M. (2017). Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. *Computers in Industry*, 89, 23-34. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compind.2017.04.002>
- Horn, P. (2013). Korunk fő fejlődési tendenciái az élelmiszertermelésben, különös tekintettel az állati termékekre. *Gazdálkodás*, 57(6), 516-531.
- Horváth, D., & Szabó, R. Z. (2019). Driving forces and barriers of Industry 4.0: Do multinational and small and medium-sized companies have equal opportunities? *Technological Forecasting and Social Change*, 146, 119-132. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.05.021>
- Kapronczai, I. (2016). A magyar agrárgazdaság helyzete napjainkban – kockázatok és lehetőségek. *Gazdálkodás*, 60(5), 369-426.
- KSH (2017). *A mezőgazdaság szerepe a nemzetgazdaságban*. Retrieved from www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/mezo/mezoszerepel7.pdf
- KSH (2018). Népesedési világnap. *Statistikai Tükör*, 7, 1-6.
- Kürthy, Gy. Dudás, Gy., & Felkai, B.O. (eds.) (2016). *A magyarországi élelmiszeripar helyzete és jövőképe*. Budapest: Agrárgazdasági Kutató Intézet.
- Lichtblau, K., Stich, V., Bertenrath, R., Blum, M., Bleider, M., Millack, A., ... & Schröter, M. (2015). *IMPULS-industrie 4.0-readiness*. Aachen-Köln: Impuls-Stiftung des VDMA.
- Lukovics, M., Udvari, B., Zuti, B., & Kézi, B. (2018). Az önvezető autók és a felelősségteljes innováció. *Közgazdasági Szemle*, 65(9), 949-974. <http://dx.doi.org/10.18414/KSZ.2018.9.949>
- Nagy, J. (2019). Az Ipar 4.0 fogalma és kritikus kérdései – vállalati interjúk alapján. *Vezetéstudomány*, 50(1), 14-26. <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2019.01.02>
- Pagani, M. & Pardo, C. (2017). The impact of digital technology on relationships in a business network. *Industrial Marketing Management*, 67, 185-192. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2017.08.009>
- Schuh, G., Anderl, R., Gausemeier, J., ten Hompel, M., & Wahlster, W. (2017). *Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies*. Munich: Herbert Utz.
- Schumacher, A., Erol, S., & Sihn, W. (2016). A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. *Procedia Cirp*, 52, 161-166. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.040>
- Simutech (2016). *Industry 4.0: How the food industry must adapt to survive*. Retrieved from <https://www.simutechmultimedia.com/downloads/whitepapers/simutech-whitepaper-industry-4.0.pdf>
- Szalavetz, A. (2016). Az Ipar 4.0 technológiák gazdasági hatásai – Egy induló kutatás kérdései. *Külgazdaság*, 60(7-8), 27-50.
- Tian, F. (2016). An agri-food supply chain traceability system for China based on RFID & blockchain technology. In *13th international conference on service systems and service management (ICSSSM)* (pp. 1-6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICSSSM.2016.7538424>
- Tse, D., Zhang, B., Yang, Y., Cheng, C., & Mu, H. (2017). Blockchain application in food supply information security. In *2017 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)* (pp. 1357-1361). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IEEM.2017.8290114>
- World Economic Forum (2018). *The system initiative on shaping the future of food security and agriculture*. Retrieved from <https://weforum.ent.box.com/v/FSA>