

Közzététel: 2021. október 7.

A tanulmány címe:

Az Ipar 4.0 technológiák szerepe az élelmiszergyártó vállalatok innovációs tevékenységében

Szerzők:

ERDEI EDINA, a Debreceni Egyetem PhD-hallgatója

E-mail: erdei.edina@econ.unideb.hu

POPP JÓZSEF, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem intézetigazgató egyetemi tanára

E-mail: popp.jozsef@uni-mate.hu

NEMÉNYI MIKLÓS, a Széchenyi István Egyetem egyetemi tanára

E-mail: nemenyi.miklos@sze.hu

OLÁH JUDIT, a Debreceni Egyetem egyetemi docense

E-mail: olah.judit@econ.unideb.hu

DOI: <https://doi.org/10.20311/stat2021.10.hu0978>

Az alábbi feltételek érvényesek minden, a Központi Statisztikai Hivatal (a továbbiakban: KSH) Statisztikai Szemle c. folyóiratában (a továbbiakban: Folyóirat) megjelenő tanulmányra. Felhasználó a tanulmány vagy annak részei felhasználásával egyidejűleg tudomásul veszi a jelen dokumentumban foglalt felhasználási feltételeket, és azokat magára nézve kötelezőnek fogadja el. Tudomásul veszi, hogy a jelen feltételek megszegéséből eredő valamennyi kárért felelősséggel tartozik.

1. A jogszabályi tartalom kivételével a tanulmányok a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXVI. törvény (Szt.) szerint szerzői műnek minősülnek. A szerzői jog jogosultja a KSH.
2. A KSH földrajzi és időbeli korlátozás nélküli, nem kizárólagos, nem átadható, térítésmentes felhasználási jogot biztosít a Felhasználó részére a tanulmány vonatkozásában.
3. A felhasználási jog keretében a Felhasználó jogosult a tanulmány:
 - a) oktatási és kutatási célú felhasználására (nyilvánosságra hozatalára és továbbítására a 4. pontban foglalt kivétellel) a Folyóirat és a szerző(k) feltüntetésével;
 - b) tartalmáról összefoglaló készítésére az írott és az elektronikus médiában a Folyóirat és a szerző(k) feltüntetésével;
 - c) részletének idézésére – az átvevő mű jellege és célja által indokolt terjedelemben és az eredetihez híven – a forrás, valamint az ott megjelölt szerző(k) megnevezésével.
4. A Felhasználó nem jogosult a tanulmány továbbértékesítésére, haszonszerzési célú felhasználására. Ez a korlátozás nem érinti a tanulmány felhasználásával előállított, de az Szt. szerint önálló szerzői műnek minősülő mű ilyen célú felhasználását.
5. A tanulmány átdolgozása, újra publikálása tilos.
6. A 3. a)–c.) pontban foglaltak alapján a Folyóiratot és a szerző(ke)t az alábbiak szerint kell feltüntetni:
*„Forrás: Statisztikai Szemle c. folyóirat 99. évfolyam 10. számában megjelent, **Erdei Edina, Popp József, Neményi Miklós, Oláh Judit** által írt, 'Az Ipar 4.0 technológiák szerepe az élelmiszergyártó vállalatok innovációs tevékenységében' című tanulmány (link csatolása)”*
7. A Folyóiratban megjelenő tanulmányok kutatói véleményeket tükröznek, amelyek nem esnek szükségképpen egybe a KSH vagy a szerzők által képviselt intézmények hivatalos álláspontjával.

Erdei Edina – Popp József – Neményi Miklós – Oláh Judit

Az Ipar 4.0 technológiák szerepe az élelmiszergyártó vállalatok innovációs tevékenységében*

The role of Industry 4.0 technologies in the innovation activities of food manufacturing companies

ERDEI EDINA,
a Debreceni Egyetem PhD-hallgatója
E-mail: erdei.edina@econ.unideb.hu

POPP JÓZSEF,
a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
intézetigazgató egyetemi tanára
E-mail: popp.jozsef@uni-mate.hu

NEMÉNYI MIKLÓS,
a Széchenyi István Egyetem egyetemi tanára
E-mail: nemenyi.miklos@sze.hu

OLÁH JUDIT,
a Debreceni Egyetem egyetemi docense
E-mail: olah.judit@econ.unideb.hu

A szerzők a magyarországi élelmiszergyártó vállalatok fejlesztéseit, beruházásait akadályozó és elősegítő tényezőkről szerzett tapasztalatokat elemzik, illetve az Ipar 4.0 vállalati üzleti teljesítményre gyakorolt hatását veszik górcső alá. Kutatásuk alapját egy 2019 és 2020 között végzett kérdőíves felmérés képezi. Ennek keretében 276 élelmiszergyártó vállalattól gyűjtöttek adatokat, melyeket több statisztikai módszerrel, faktoranalízissel, K-közép klaszterezéssel, egyszempontos varianciaanalízissel, keresztábra-elemzéssel vizsgáltak. Tanulmányuk célja a vállalati folyamat-innovációs problémák feltárása és az Ipar 4.0 eszközök növekvő használatának bemutatása.

KULCSSZÓ: Ipar 4.0 eszközök, fejlesztések, klaszteranalízis

This study analyses the opinions of Hungarian food production companies on driving forces and barriers of Industry 4.0 investments and their impact on the companies' business performance. A questionnaire survey was carried out between 2019 and 2020 with data collection from 276 food manufacturing companies. Subsequently, the data were analysed by several statistical methods: factor analysis, K-means clustering, one-way analysis of variance, and cross-tabulation analysis. The goal of this study is to explore the process innovation problems of enterprises and introduce the increasing use of Industry 4.0 tools.

KEYWORD: Industry 4.0 tools, developments, cluster analysis

* A tanulmány az Innovációs és Technológiai Minisztérium Kooperatív Doktori Program Doktori Hallgatói Ösztöndíj Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

Az Ipar 4.0 a termelési folyamatok olyan hatékony szervezését írja le, amelynek keretében az eszközök önállóan kommunikálnak, és összehangoltan működnek az anyagáram mentén. Segítségével megvalósul a folyamatok digitalizálása, és ez megkönnyíti a gépek hatékonyabb és versenyképesebb termelését.

Az Ipar 4.0 technológiai fejlesztések során indokolt megvizsgálni, hogy a vállalatok mely területek hosszú távú erősítését tervezik. Ennek keretében azonban nem elhanyagolható annak tanulmányozása sem, hogy mely tényezők segíthetik elő, illetve melyek akadályozhatják e beruházásokat.

Kutatásunk célja az Ipar 4.0 fejlesztéseket, eszközberuházásokat előmozdító, illetve az azokat korlátozó tényezők feltárása, az Ipar 4.0 eszközök előnyeinek és hátrányainak bemutatása, valamint azok vállalati eredményességre és hatékonyságra gyakorolt pozitív és negatív hatásainak elemzése.

Vizsgálatunk egyik tárgyát az a kutatási kérdés képezi, hogy van-e bármilyen összefüggés az élelmiszergyártó vállalatok innováció alapján kialakított klaszterei és az üzleti tevékenységük időtartama (éve) között. Klaszterezéskor az innováción kívül fontos szempontnak tekintettük az üzleti teljesítményre vonatkozó faktort, valamint az innovációt támogató és akadályozó tényezőket is. Az elemzés során ezért az élelmiszergyártó vállalatokat az üzleti teljesítményük, az Ipar 4.0 eszközök használata és az azt támogató, illetve akadályozó tényezők figyelembevételével soroltuk csoportokba, majd megvizsgáltuk, hogy van-e összefüggés a klaszterek és a hozzájuk tartozó vállalatok területi elhelyezkedése, tulajdonosi szerkezete, jogi formája, élelmiszergyártási alágazata, foglalkoztatottjainak száma, üzleti tevékenységének éve, valamint nettó árbevétele között.

Célkitűzéseink közé tartozik, hogy feltárjuk az Ipar 4.0 eszközök használatának, az innovációnak az üzleti teljesítményre gyakorolt hatását, hiszen az élelmiszergyártó vállalatok számára kiemelt szempont az üzleti teljesítményük minél hatékonyabb növelése. A tanulmány áttekintést ad a témában korábban publikált kutatási eredményekről, melyek arra is rávilágítanak, hogy napjaikban egyre inkább előtérbe kerül a minőség, a rugalmasság és a gyorsaság, valamint a fogyasztói igények teljes körű kielégítésének kérdése.

Az Ipar 4.0 az egész vállalatra kiterjedő szemléletmód, amely hosszú távon a minőség, a rugalmasság és a termelékenység növelését, javítását állítja a középpontba. E koncepció megjelenése kapcsán elengedhetetlen az új, Ipar 4.0 technológiákba és informatikai eszközökbe vetett bizalom vizsgálata is. Reményeink szerint elemzésünk gazdagítani fogja a szakterületen eddig született kutatási eredményeket, valamint felkészültebbé teszi az élelmiszergyártó vállalatokat a stratégiai kihívások kezelésére.

1. Szakirodalmi áttekintés

1.1. Az Ipar 4.0 beruházásokat támogató és akadályozó tényezők

Vágási–Piskóti–Buzás [2006] tanulmányukban kihangsúlyozzák, hogy amennyiben a vállalat a hosszú távú növekedést részesíti előnyben a rövid távú profittal szemben, akkor stratégiai céljainak megvalósítása érdekében beruházásba fog kezdeni. A folyamatinnováció azért fontos szempont a vállalkozások számára, mert csak hatékonysággal, gyorsasággal és ügyfélközpontú megközelítéssel „felszerelve” lehetnek versenyképesek a piacon. Az ilyen jellegű tevékenységek fő célja a minőség és a hatékonyság javítása. A folyamatos innováció koncepciója szerint nincs olyan minőségi színvonal és gyártási folyamat, amelyen ne lehetne javítani. Ennek a filozófiának elismert képviselője Japán, ahol már több mint 30 éve folyamatos fejlesztésekre kerül sor, sőt az ezekre irányuló javaslatok száma évről évre növekszik. 1988-ban például egy japán munkavállaló átlagosan 24 javaslatot terjesztett elő, amelyek 82 százaléka a gyakorlatban is megvalósult, viszont egy egyesült államokbeli munkavállaló csupán 0,16 javaslatot, és ezeknek csak 22 százaléka realizálódott (*Wallace* [2017]).

A folyamatinnovációs módszerek segítik a termelési folyamatok felgyorsítását és a jobb minőség elérését, versenyelőnyt biztosítva ezzel az őket alkalmazó vállalkozások számára. Akár 30 százalékos termelékenységnövekedés és ugyanilyen mértékű költség-, készlet-, illetve szállításiidő-csökkenés is elérhető általuk (*Adrodegari–Pashou–Saccani* [2017]). A folyamatfejlesztés során nincs szükség összetett és bonyolult eljárásokra. Az egyszerű technológiák és gyártási eszközök ereje abban rejlik, hogy a munkaerő képes megtanulni, megérteni és alkalmazni azokat, illetve gyors visszajelzést adni a működésükről.

A magyarországi vállalatvezetők arra számítanak, hogy a mai technológiai változások a korábbi időszakhoz képest sokkal nagyobb hatással lesznek a vállalkozásokra. A megkérdezett hazai vezérigazgatók 62 százaléka úgy véli, hogy azok a piaci versenyt is befolyásolják a jövőben. Ma csak kevesen gondolják azt, hogy az újabb és újabb technológiák bevezetése a következő években nem fog fontos szerepet játszani a termelés és a szolgáltatás átalakításában. Úgy tűnik, hogy globális szinten, így Magyarországon is, a digitális és technológiai képességek megléte, az emberi erőforrás fejlesztése, illetve a folyamatos innováció a jövő kulcsa (*PwC* [2017]). Hazánkban a gyártási folyamat legfontosabb sikertényezői az informatikai fejlesztések és a rugalmasság, melyek hatással vannak a pénzügyi eredményekre (*Oláh–Máté–Popp* [2017]). *Nagy et al.* [2012] szerint azonban nem lehet egyértelműen kimutatni, hogy a vállalati méret és az eltelt idő pozitívan vagy negatívan járul-e hozzá a gazdasági szereplők stratégiai céljainak megvalósításához.

Egy vállalat számára kiemelt szempont kell, hogy legyen a piaci fenyegetések és veszélyek azonosítása, valamint a piaci változásokra történő gyors reagálás képességének kialakítása (*Lainez et al.* [2018]). Az innovációt elősegítő tényezők körébe tartozik a technológiai befektetési hajlandóság is. Ha ugyanis a cég stratégiai céljai között nem szerepelnek technológiai beruházási tervek, akkor nem képes újítani, függetlenül attól, hogy milyen anyagi erőforrásokkal rendelkezik (*Demeter et al.* [2019]). A szakmai és az új ismeretek befogadására vonatkozó készségek szintén a támogató tényezők közé sorolhatók.

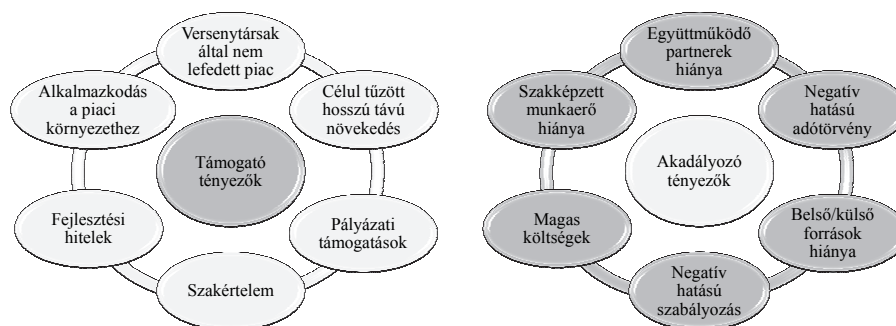
Az innovációt számos tényező akadályozhatja. Vannak olyanok, amelyek gátolják az innovációs tevékenységek megkezdését, míg mások lassítják az innovációs folyamatot és ezáltal negatívan befolyásolják a várt eredményeket (*Popp et al.* [2018]). Közéjük tartoznak azok a vállalati, gazdasági és jogi tényezők, amelyek hátráltatják a fejlődést elősegítő fejlesztéseket és az új eszközökbe történő befektetéseket. Ilyen például az alacsony kereslet, a váratlanul magas költségek, a képzett munkaerő vagy tudás hiánya, valamint a vállalat működésére negatív hatást kifejtő adótörvények és szabályozások bevezetése is (*Nagy et al.* [2012]).

Az *OECD* (Organisation for Economic Co-operation and Development – Gazdasági Együtműködési és Fejlesztési Szervezet) egyik kutatása szerint [2005] az innováció akadályai a következő öt csoportra oszthatók: költség-, tudás-, intézményi, piaci és egyéb tényezők. Az első csoportba tartoznak például a magas költségek és a nagy kockázatok, valamint a külső és belső erőforrások hiánya. A tudástényezőkhöz sorolható a kutatás, valamint az alkalmazottak szakképzettségének (tehát a megfelelő műszaki és piaci ismeretek) hiánya, továbbá a vállalaton belüli rugalmatlanság, a partnerek nehézségei és az alacsony innovációs potenciál. Az elégtelen kereslet és a növekvő piaci verseny innovációt gátló piaci tényezők, a nem megfelelő infrastruktúra, adózás és szabályozás viszont intézményiek. Egyéb tényezőnek tekinthető például az, ha a vállalat szerint a kereslethiány miatt nincs szükség további innovációra (*OECD* [2005]).

Hashi–Stojcic [2013] két fő kategóriába sorolják az innovációs akadályokat. Az egyikhez a magas költségeket, míg a másikhoz a tudás megszerzésével kapcsolatos nehézségeket rendelik. *Raj et al.* [2020] hangsúlyozzák, hogy a fejlesztés legfőbb gátja a növekedéshez szükséges pénzügyi források hiánya, amely egyben a saját források hiányát is jelenti. Továbbá kiemelik, hogy az alacsony innovációs potenciál, a szakképzett munkaerő és a piaci információk hiánya, illetve az elégtelen állami támogatások is nagy problémát jelentenek. *Nagy et al.* ugyanakkor egy [2018] tanulmányukban azt állapítják meg, hogy a legfontosabb fejlesztéseket, beruházásokat akadályozó tényezők a K+F-szakértők és a fejlesztési erőforrások hiánya. A képzett munkaerő hiányának számos oka lehet, például a műszaki és technológiai szakemberek toborzásának, alkalmazásának nehézségei.

A KSH [2005] 2003. évi kutatása szerint az innovációs tevékenység gátjai közül az első helyen a tőkehiány szerepel, a második helyen pedig hasonló súllyal a magas innovációs költségek. A szakképzett munkaerő hiányának csak kismértékű, a nem elégséges információknak elhanyagolható a negatív hatásuk. Az Ipar 4.0 beruházásokat akadályozó és támogató tényezőket az 1. ábra mutatja be.

1. ábra. Az Ipar 4.0 beruházások támogató és akadályozó tényezői
(Driving forces and barriers of Industry 4.0 investments)



A vállalkozások innovációs tevékenységét elemző nemzetközi kutatások alapján a következő tényezők akadályozhatják leginkább a befektetéseket: finanszírozási kérdések, magas innovációs költségek, gazdasági, társadalmi és ökológiai kockázatok, piaci és technológiai információk hiánya, illetve a munkavállalók lázadásai az új rendszerek ellen (Nagy [2019]).

Az Ipar 4.0-nak két alapvető akadálya van a hazai vállalatok esetén: a tudás és az erőforrások hiánya. Ezért hasznos lehet a tudás és a bevált gyakorlatok átvétele a külföldi (főleg német) vállalatoktól. Ennek érdekében meg kell találni azokat a hazai kis- és középvállalkozásokat, amelyek érdeklődnek az Ipar 4.0 iránt, és szeretnének elindulni a digitalizáció útján, további szakmai ismereteket szerezve közben. Ezeknek egyedi, a profiljukhoz igazított fejlesztési, beruházási és üzleti tervet indokolt kidolgozniuk, amely segítségével megvalósítható az Ipar 4.0-ra történő váltás (Oláh *et al.* [2020]).

Az állami és az EU-s tervek enyhítették az erőforráshiány problémáját. A Gazdaságfejlesztési és Innovációs Operatív Program keretében megvalósuló Modern Vállalkozások Programban a digitálisan felkészült vállalatok legalább 1, de maximum 24 millió forint vissza nem térítendő támogatásra pályázhattak, melyet a megvalósítás maximum 40 százalékáig hívhattak le. A Nemzeti Fejlesztési Minisztérium 2017-ben újabb informatikai projektet indított: info- és telekommunikációs eszköztár fejlesztésére írt ki pályázatot mikro-, kis- és középvállalkozások számára 39,4 milliárd Ft-os keretösszeggel, amelyből a vissza nem térítendő támogatás összege 17,5 milliárd Ft, a kedvezményes hiteleké pedig 21,9 milliárd Ft volt (Molnár [2020]).

1.2. A fenntartható Ipar 4.0 eszközök előnyeiről

Az Ipar 4.0 bevezetésének egyik legnagyobb előnye, hogy az értéklánc egészében optimalizálja a gyártási folyamatokat, a ma még elszigetelt termelési egységek helyett integrált és automatizált gyártósor jön létre. Ezáltal növekszik a termelékenység, illetve a gyártási folyamat minősége és sebessége (*Mairesse–Mohnen* [2010]).

A gyártási folyamat és annak automatizálása, illetve a terméktervezés egy integrált folyamat keretében valósul meg az ügyfelek, a beszállítók és a gyártók közreműködésével. Ez növeli a gyártási folyamat rugalmasságát, ráadásul lehetővé teszi az egyedi és kissorozatú termékek gazdaságos gyártását is. Az egymással kommunikáló robotok, intelligens gépek és termékek által teremtett rugalmasság segíti a döntéshozatalt. Néhány nemzetközi tanulmány (köztük *Chiarini* [2021]) rávilágít arra, hogy a folyamat- és termékinnováció fokozza a termelékenységet. Francia és holland paneladatok elemzése szintén megerősíti ezt az összefüggést (*Raymond et al.* [2013]).

Magyarországon az egyes iparágakban végzett informatikai beruházások pozitív hatással vannak a vállalkozások pénzügyi sikerességére és az adatok egy rendszerbe történő integrációjára. Főleg a nagyobb vállalkozások esetén javíthatják az ipari folyamatok hatékonyságát és a cégek által nyújtott szolgáltatások minőségét, hiszen többnyire ezek ruháznak be informatikai fejlesztésekbe (*Oláh–Máté–Popp* [2017]). A piaci verseny fokozódásával a cégeknek növelniük kell a kibocsátásukat. Ennek egyik módja lehet a hulladékanyagok csökkentése. Az Ipar 4.0 megoldások jelentősen visszazsoríthatják a hulladék mennyiségét azáltal, hogy felülírják az eddigi gyártási folyamatokat, és meghatározzák a selejt keletkezésének okait. Magyarországon az Ipar 4.0 innovációs tervek megvalósítása még mindig gyerekcipőben jár, de a pozitívum az, hogy a digitalizációban rejlő potenciál óriási. A magyar ipar bruttó hazai terméken belüli súlya Európa más országaihoz képest ma is magasnak tekinthető (*Losonci–Demeter* [2013]), ugyanakkor hazánk az Ipar 4.0-ra történő felkészülést tekintve az átlag alatt van. A kelet-közép-európai régió országai közül megelőzi Szlovákia és Csehország *Roland Berger* „Ipar 4.0 felkészültség” indexét tekintve (*Losonci–Demeter* [2013]).

Az elmúlt évtizedben az informatikai rendszerek jelentőségének növekedésével párhuzamosan az informatikai rendszerektől való függőség is nőtt, és ezáltal (a korábban a működési kockázatnak csak kis részét kitevő) informatikai kockázat komoly veszélyforrássá vált, amelyet a vállalatoknak indokolt azonosítaniuk és kezelniük (*Marcucci et al.* [2021]). Az Ipar 4.0 területén ez jelenti a legnagyobb kockázati forrást. A termelőüzemek számára veszélyes lehet például, ha rövid időre elvesztik az ellenőrzést a gyártás felett. Nemcsak egy, hanem akár több ezer termék is meghibásodhat, különösen a nagyon összetett rendszerek esetén. Ezeknek az integrált rendszereknek a védelme és biztonsága ezért a jövőben egyre fontosabb lesz.

1.3. Várható fejlesztések

A negyedik ipari forradalom számos vállalatnál elősegítette/elősegíti a gyártás digitalizációját, az integrált rendszerek és a felhőalapú szolgáltatások bevezetését, a mobilalapú technológiák kínálta előnyök kihasználását és a Big Data valós idejű kiértékelésének azonnali lehetőségét. Míg az Ipar 4.0 az integrált rendszerek, gépek összekapcsolhatóságára fekteti a hangsúlyt, addig az időközben kialakult Ipar 5.0 forradalomban (bár további jelentős technológiai újításokra kerül sor) egyvalami új: az embereké a főszerep. Mivel a robotok automatizáltsága mellett szükség van az emberi érzékszervekre is, a gép és az ember közötti együttműködés újradefiniálódik. A következő évtizedekben a cél az, hogy a gépek ne elvegyék a munkát a dolgozóktól, hanem csak az ismétlődő, unalmas munkafolyamatokat végezzék el helyettük, miközben a dolgozók felügyelik őket és a munkafolyamatokat is. További cél, hogy minden megrendelő egyedi termékekhez jusson, annak ellenére, hogy azok standardizált folyamatokon haladnak keresztül. Ez úgy valósítható meg, hogy a vásárlók szabadon választhatnak a termékek előre meghatározott alkotóelemei közül (Özdemir–Hekim [2018]). A kérdés nem az lesz, hogy az adott iparágban terveznek-e vállalatfejlesztéseket, és ezáltal a cégek ki tudják-e használni az új technológia előnyeit, hanem az, hogy miként kell bevezetni és alkalmazni az új technológiákat (Slusarczyk *et al.* [2020]).

2. Módszertan

2.1. A kutatás bemutatása és a kutatási terület lehatárolása

Az adatgyűjtés első mozzanata a kérdőív elkészítése volt a magyarországi élelmiszeripari vállalatok számára. A lekérdezések 2020 második felében zajlottak jellemzően online szakmai rendezvényeken, valamint személyes és telefonos megkezesések útján. A kérdések összetételét, szerkezetét és a lehetséges válaszokat szakirodalmi források segítségével, illetve öt élelmiszeripari vállalat vezetőjével tartott előzetes egyeztetések alapján határoztuk meg.

Magyarországon összesen 1 157 cég tartozik a Gazdasági tevékenységek egysegés ágazati osztályozási rendszerének (TEÁOR'08) 10. Élelmiszeripari ágazatába, és ezek szétszórtnak helyezkednek el az országban. A működő élelmiszeripari vállalatok száma az elmúlt években évről-évre változott. Legmagasabb 2016-ban volt, ezt követően viszont jelentősen visszaesett. Majd 2020-ban 11,5 százalékkal nőtt az előző évhez képest.

A kérdőív 4 fő témaköréhez (akadályozó tényezők, támogató tényezők, Ipar 4.0 eszközök használata, üzleti teljesítmény) összesen 38 állítást rendeltünk. A lekérdezést követően 276 kitöltött kérdőív állt a rendelkezésünkre, melyek száma az adattisztítás után 259-re csökkent. Legnagyobb számban a húsfeldolgozással, -tartósítással és húskészítmények gyártásával foglalkozó vállalatok (97 db) vettek részt az adatfelvételben, őket a pékárukat, tésztaféléket előállítók (60 db), majd a gyümölcs- és zöldségfeldolgozás, -tartósítás területén tevékenykedők (46 db) követték. Rajtuk kívül még a következő alágazatokban tevékenykedő vállalatoktól érkezett válasz: malomipari termék és keményítő gyártása (22 db), tejfeldolgozás (13 db), növényi, állati olaj gyártása (4 db), takarmány gyártása (5 db), halfeldolgozás, -tartósítás (3 db) és egyéb élelmiszer gyártása (9 db).

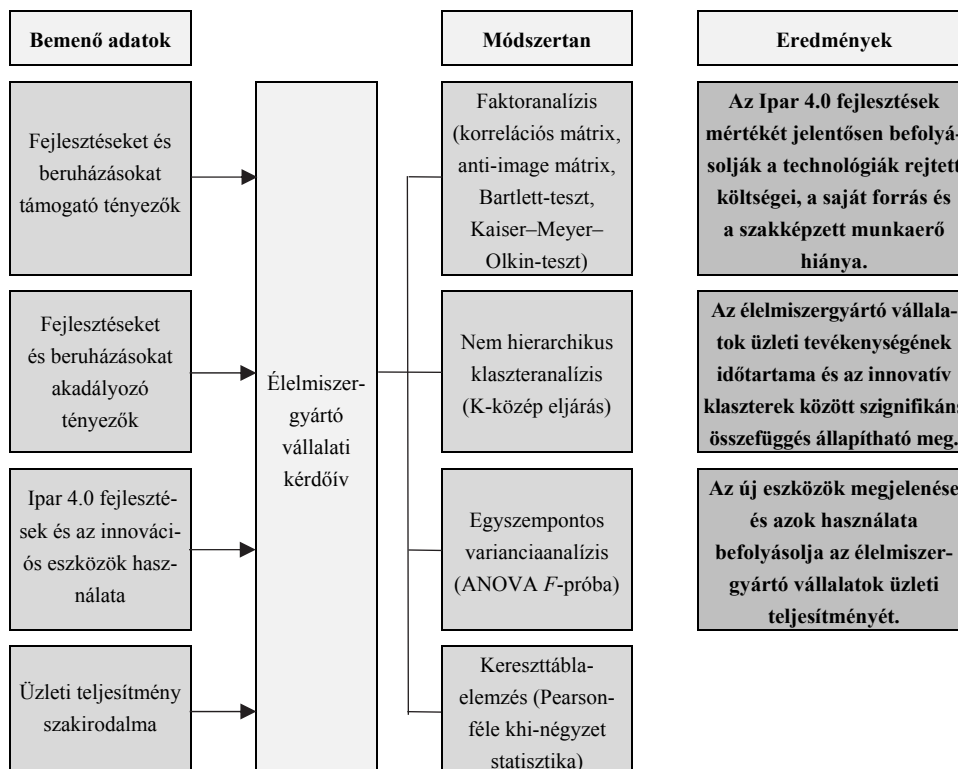
2.2. A kutatás során alkalmazott módszerek

Fontosnak tartjuk a komplex szemléletű vizsgálatot, ezért indokoltnak tekintettük a témát érintő összefüggések minél pontosabb feltárását. A gyűjtött adatok feldolgozása során alkalmazott statisztikai módszereket a 2. ábra ismerteti.

Adatgyűjtésünket egy *pilot kutatás* előzte meg, amelynek keretében 45 kérdést tettünk fel a válaszadóknak. Az így összegyűjtött válaszok, az e-mailen érkezett észrevételek és a levont tapasztalatok alapján véglegesítettük a kérdőívet, majd validáltuk azt. (A pilot kutatás eredményeit nem használtuk fel az elemzésekhez.) A validálást *faktoranalízissel* végeztük, amelynek segítségével a nagyobb számú eredeti változóból kevesebb új változót hoztunk létre. Ehhez a következőknek kellett teljesülnie:

- a mintában szereplő változók korrelációja, melyeket a *korrelációs mátrix* tükröz;
- a mintában szereplő változók szórásnégyzetének felbontása *magyarázott (image)* és *nem magyarázott szórásnégyzetre (anti-image)*, amit az anti-image kovariancia-/korrelációs mátrix mutat;
- a változók lehetőleg minél erősebb korrelációja; az alapsokaság változóinak korrelálatlansága (vagyis az, hogy vajon csak véletlenül térnek-e el 0-tól a korrelációs mátrix főátlón kívüli elemei) *Bartlett-teszttel* határozható meg;
- a változók faktoranalízisre való alkalmassága, amely a *Kaiser–Meyer–Olkin- (KMO-) értékkel* vizsgálható (minél magasabb a KMO-érték, annál alkalmasabbak a változók az elemzésre; 0,5 alatt viszont nem tekinthetők annak).

2. ábra. A kutatás főbb részletei
(Main details of the research)



Megjegyzés. ANOVA (analysis of variance): varianciaanalízis.

Kutatásunkban *keresztábra-elemzést* is végeztünk, amely segítségével az Ipar 4.0 eszközök alkalmazásában rejlő előnyöket és az alágazatok közötti kapcsolatokat tanulmányoztuk. A nominális változók közötti szignifikáns kapcsolat meglétének eldöntésére *Pearson-féle khi-négyzet-próbát* hajtottunk végre, amellyel a nullhipotézist (a vizsgált változók között nincs összefüggés) ellenőriztük.

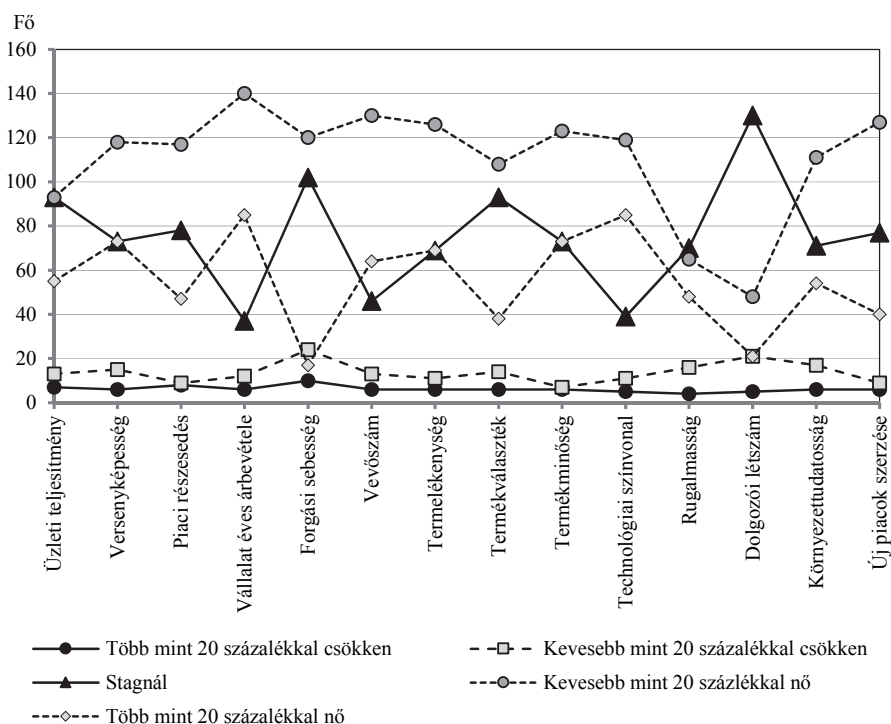
Klaszterezésre a *K-közép klaszterezési eljárást* választottuk. Ez a klaszterközpontokat a klaszterszám függvényében határozza meg, és minden klaszterhez egy középpontot rendel. A cél az, hogy az összes klaszterben a középponttól vett távolság minimális legyen (*Kovács-Balogh [2007]*).

3. Eredmények

3.1. A vizsgált vállalatok milyen előnyöket várnak az Ipar 4.0 eszközök bevezetésétől?

Elsőként a vállalatok arra adott válaszait vizsgáltuk meg, hogy az Ipar 4.0 eszközök miként befolyásolják a következő 14 tényező alakulását: üzleti teljesítmény, versenyképesség, piaci részesedés, vállalat éves árbevétele, forgási sebesség, vevőszám, termelékenység, termékválaszték, termékminőség, technológiai színvonal, rugalmasság, dolgozói létszám, környezettudatosság, új piacok szerzése. (Lásd a 3. ábrát.) Döntő többségük bízik az új technológiai eszközök pozitív hatásában. Több mint 30 százalékuk gondolja úgy, hogy a cégük technológiai színvonala jelentősen, 20 százaléknál is nagyobb mértékben növekszik, ha új eszközökbe ruház be.

3. ábra. Az Ipar 4.0 eszközök előnyei a válaszadók szerint
(Benefits of Industry 4.0 devices according to respondents)



Megjegyzés. Az ábra pontjait csupán a jobb áttekinthetőség érdekében kötöttük össze, a közöttük levő értékek nem értelmezhetők.

A válaszadók a dolgozói létszám változását tartják leginkább kétségesnek. Több mint felük (130) szerint a dolgozói létszám stagnálni fog, növekedést kevesebben prognosztizáltak. A vevői igények kielégítését célzó gyors reagálás, vagyis a rugalmasság kapcsán a cégek szintén bizonytalanok, hiszen 70-en gondolták úgy, hogy az nem fog változni az új technológiák bevezetése következtében. A vélemények alapján a termelékenység, a termékválaszték, a termékminőség, a vállalat éves árbevétele, vevőinek száma és technológiai színvonala egyértelműen növekedésnek indul az új technológiai eszközöknek köszönhetően.

3.2. A modellben szereplő faktorok és indikátorok

Első lépésként a fejlesztéseket és beruházásokat támogató, illetve akadályozó tényezőket, az Ipar 4.0 eszközöket és az üzleti teljesítményt befolyásoló faktorokat, valamint ezek indikátorait azonosítottuk, melyek összegyűjtésében segítségünkre voltak a szakirodalmi források és a vállalatvezetőkkel folytatott konzultációk.

Mint már említettük, a KMO-érték az egyik legfontosabb mérőszám annak megítélésére, hogy a változók alkalmasak-e a faktoranalízisre. Esetünkben a KMO-teszt eredménye az egész mintára nézve 0,85 volt, ami igazolta a minta megfelelőségét, sőt a 0,80 feletti érték nagyon jónak minősül.

Az anti-image kovariancia-/korrelációs mátrix átlóban található értékei esetünkben 1,0-hez közeli, tehát a változókat a többi változó hiba nélkül becsüli. A faktorelemzés során meghatároztuk az egyes indikátorokhoz rendelt súlyokat, ezt követően pedig a 0,4-hez közeli és az az alatti értékeket eltávolítottuk a modellből. Majd újra lefuttattuk a faktoranalízist, hogy a változókat csoportosítva azok számát csökkentjük. Az eredményeket, melyek megfelelnek az elvárásoknak, az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

Faktorok a faktorsúlyok alacsony értékeinek eltávolítása után
(Factors after removing low values of factor weights)

Faktor	Indikátor	Faktorsúly	Faktor	Indikátor	Faktorsúly
Fejlesztéseket és beruházásokat támogató tényezők (TT_FACT)	TT1	0,550	Fejlesztéseket és beruházásokat akadályozó tényezők (AT_FACT)	AT1	0,556
	TT2	0,353		AT2	0,625
	TT3	0,550		AT3	0,658
	TT4	0,682		AT4	0,718
	TT5	0,728		AT5	0,693
	TT6	0,743		AT6	0,642
	TT7	0,451		AT7	0,603

(A táblázat folytatása a következő oldalon)

(Folytatás)

Faktor	Indikátor	Faktorsúly	Faktor	Indikátor	Faktorsúly
Üzleti teljesítmény (UT_FACT)	UT1	0,716	Fejlesztéseket és beruházásokat akadályozó tényezők (AT_FACT)	AT8	0,606
	UT2	0,674		AT9	0,692
	UT3	0,733		AT10	0,634
	UT4	0,664		AT11	0,493
	UT5	0,686			
	UT6	0,758			
	UT7	0,749			
	UT8	0,742			
Ipar 4.0 eszközök használata (IE_FACT)	IE1	0,632	Ipar 4.0 eszközök használata (IE_FACT)	IE6	0,696
	IE2	0,523		IE7	0,562
	IE3	0,602		IE8	0,509
	IE4	0,684		IE9	0,518
	IE5	0,667		IE10	0,524

Megjegyzés. TT1: Saját forrás, TT2: Fejlesztési hitelek, TT3: Pályázati támogatások, TT4: Belső stratégiai cél, TT5: Szakértelem megléte, TT6: Alkalmazkodás a piaci környezethez, TT7: Versenytársak által nem lefedett piac; AT1: Túl magas innovációs költségek, AT2: Innovációra fordítható saját forrás hiánya, AT3: Külső finanszírozás hiánya, AT4: Szakképzett munkaerő hiánya a vállalatban belül, AT5: Együttműködő partnerek hiánya, AT6: Szabályozások, adótörvények bevezetése, AT7: Versenytársak által teljesen lefedett piac, AT8: Technológiákba történő befektetések bizonytalan megtérülése, AT9: Adatintegrációs problémák, AT10: Megfelelő technológiai szolgáltatók hiánya, AT11: Kiberbiztonság; UT1: Eszközarányos megtérülési mutató, UT2: Sajátátöke-arányos megtérülés, UT3: Árbevétel-arányos megtérülés, UT4: Befektetésarányos megtérülés, UT5: Vállalat értéke trend, UT6: Értékesítés nettó árbevétele trend, UT7: Üzemi eredmény trend, UT8: Adózás előtti eredmény trend; IE1: Robotizálás, IE2: Automatizált raktár, IE3: Big Data valós idejű kiértékelése, IE4: Gépek közötti kommunikáció, IE5: IoT- (Internet of Things – dolgok internete) platformok, IE6: Szenzortechnológia, IE7: RFID (radio-frequency identification – rádiófrekvenciás azonosítás), IE8: Felhőalapú számítástechnika, IE9: Mobilalapú eszközök használata, IE10: Helymeghatározási technológiák.

3.3. Az élelmiszergyártó vállalatok klaszterekbe sorolása innovációs beruházásaik alapján

Mint már említettük, a klaszterezést egy nem hierarchikus csoportosítási módszerrel, a K-közép eljárással végeztük. Sorrendben a következő faktorokat vettük figyelembe: üzleti teljesítmény (UT_FACT), Ipar 4.0 eszközök használata (IE_FACT), fejlesztéseket és beruházásokat támogató (TT_FACT), illetve akadályozó tényezők (AT_FACT). Az elemzés alapján a vállalkozások három csoportját különböztethetjük meg e négy faktort tekintetbe véve:

Innovatívak: E cégek célja a magas üzleti teljesítmény elérése. Kiterjedten használnak Ipar 4.0 eszközöket, élnek a fejlesztéseket,

beruházásokat támogató tényezőkkel és az általuk nyújtotta lehetőségekkel, illetve szem előtt tartják az azok alkalmazását akadályozó tényezőket. A többi klaszterhez képest számukra a legfontosabb az üzleti teljesítmény növelése (amit a legmagasabb UT_FACT faktorsúly [0,343] is jelez; lásd a 2. táblázatot).

Megőrzők: A klaszter vállalkozásai a jelenlegi helyzet fenntartására törekednek, Ipar 4.0 technológiai eszközökbe nem terveznek befektetéseket, a fejlesztéseket és beruházásokat támogató/akadályozó tényezőket pedig kevésbé érdeklik őket (AT_FACT faktorsúly [-0,396]).

Elzárkózók: Az ide sorolható, jellemzően alacsony üzleti teljesítményű szervezetek ugyan használnak Ipar 4.0 eszközöket, de nem az elvárt mértékben, ezért a fejlesztéseket és beruházásokat támogató (legalacsonyabb TT_FACT faktorsúly [-3,448]), illetve akadályozó tényezőkkel sem foglalkoznak.

Az első klaszterbe (innovatívak) tehát a saját üzleti teljesítményükre és az Ipar 4.0 eszközök használatára odafigyelő, tudatos élelmiszergyártó vállalatok tartoznak. Ezek teszik ki a minta 44 százalékát. A megőrzők klaszterébe a válaszadók 54 százaléka került. Az élelmiszergyártó vállalatok e csoportja a jelenlegi helyzet fenntartására törekszik, azaz célja a piaci igényekhez való igazodás, de jelentős mértékű beruházást nem tervez. A harmadik klaszterbe (elzárkózók) azok a vállalatok kerültek, amelyek csak kismértékben (átlag alatti szinten) ügyelnek a fejlesztéseket, beruházásokat elősegítő tényezőkre, a válaszadók közül a legkevésbé tartják szem előtt az üzleti teljesítményük növelését, és ugyan használnak Ipar 4.0 eszközöket, de nem az elvárt mértékben.

2. táblázat

A vizsgált faktorok súlya az élelmiszergyártó vállalatok klaszterei szerint
(Factor weights by clusters of food manufacturing companies)

Faktor	Klaszter			ANOVA
	Innovatívak	Megtartók	Elzárkózók	F-érték
UT_FACT	0,343	-0,202	-1,769	46,767
IE_FACT	0,614	-0,423	-1,703	80,806
TT_FACT	0,454	-0,219	-3,448	119,565
AT_FACT	0,588	-0,396	-1,842	70,939
Klaszterbe került vállalkozások száma	113	140	6	

Megjegyzés. A sötét háttérrel jelölt értékekről a szövegben teszünk említést.

A 2. táblázatban bemutatott faktorok ANOVA F -értéke közül a legmagasabb a fejlesztéseket és beruházásokat támogató tényezőké (119,565), ami azt jelenti, hogy ezeknek volt a klaszterek kialakítására a legnagyobb befolyása. Ezt az Ipar 4.0 eszközök használatára vonatkozó faktor F -értéke (80,806) követi, majd a fejlesztéseket, beruházásokat akadályozó tényezőké (70,939). Az üzleti teljesítmény faktor F -értéke 46,767, tehát ez hat a legkevésbé a klaszterképzésre.

3.4. Az élelmiszergyártó vállalatok klaszterei és a változók közötti összefüggések

Elemzésünk során a három klaszter (innovatív, megőrzők, elzárkózók) és a vállalatokra jellemző egyes általános változók közötti összefüggéseket vizsgáltuk meg. A következő változókat vettük figyelembe: a vállalatok területi eloszlása, tulajdonosi szerkezete, jogi formája, foglalkoztatottjaik száma, nettó árbevétele.

Először a három klaszter és az élelmiszergyártó vállalatok területi eloszlását tanulmányoztuk annak feltárásához, hogy a különböző megyékben milyen típusú vállalatok alkotnak többséget. E célból keresztábra-elemzést végeztünk. A Pearson-féle khi-négyzet értéke (39,568) és a 0,066-es szignifikanciaszint alapján megállapítható, hogy nincs összefüggés a klaszterek és a megyék között. Tehát Magyarország minden megyéjében egyaránt előfordulnak innovatív, megőrző és elzárkózó vállalatok is.

Az élelmiszergyártási alágazatokat szintén nem lehet egyértelműen a klaszterekhez rendelni (Pearson-féle khi-négyzet: 10,595; $p > 0,05$), és nincs összefüggés a vállalatok csoportjai, valamint a tulajdonosi szerkezetük (Pearson-féle khi-négyzet: 3,773; $p = 0,438$), a jogi formájuk (Pearson-féle khi-négyzet: 10,570; $p = 0,103$), a foglalkoztatottjaik száma (Pearson-féle khi-négyzet: 9,359; $p = 0,154$) és a nettó árbevételük (Pearson-féle khi-négyzet: 8,796; $p = 0,720$) között sem.

Tanulmányoztuk azt is, hogy van-e kapcsolat a klaszterek és a vállalatok üzleti tevékenységének időtartama között. A válaszadók „A vállalat mióta folytat üzleti tevékenységet?” kérdésre négy lehetőség közül választhattak: legfeljebb 3 éve; több mint 3, de legfeljebb 5 éve; több mint 5, de legfeljebb 10 éve; több mint 10 éve. Mivel a Pearson-féle khi-négyzet értéke 19,811, a szignifikanciaszint pedig 0,003, elvethető a nullhipotézis (nincs kapcsolat a változók között), tehát az üzleti tevékenység időtartama és a klaszterek között szignifikáns összefüggés állapítható meg.

3. táblázat

Az élelmiszergyártó vállalatok klaszterei és az üzleti tevékenység időtartama közötti összefüggés
(Relationship between the clusters and business duration of food manufacturing companies)

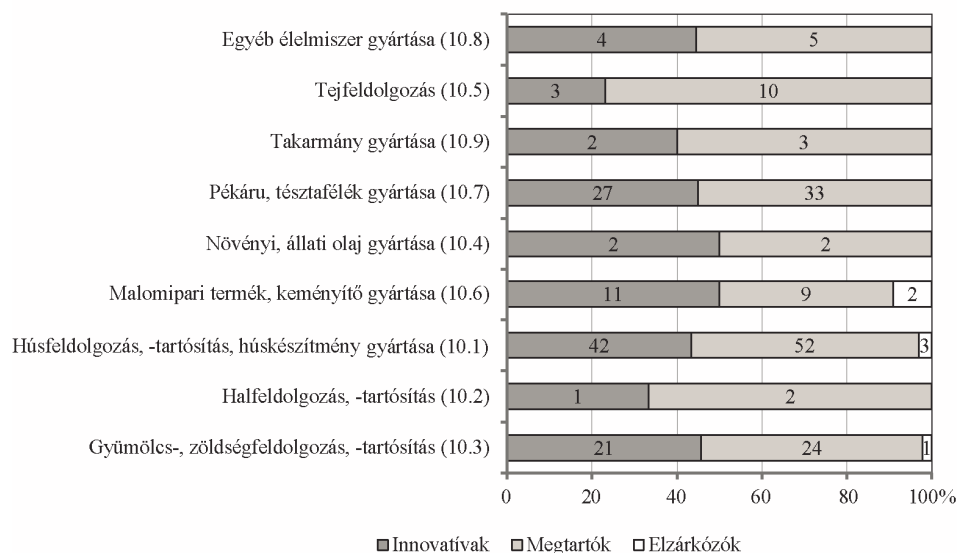
Megnevezés		Klaszter			Összesen
		1	2	3	
Legfeljebb 3 éve üzleti tevékenységet végző válaszadók	száma	13	19	4	36
	klaszterbeli aránya (%)	11,5	13,6	66,7	13,9
Több mint 3, de legfeljebb 5 éve üzleti tevékenységet végző válaszadók	száma	22	42	1	65
	klaszterbeli aránya (%)	19,5	30,0	16,7	25,1
Több mint 5, de legfeljebb 10 éve üzleti tevékenységet végző válaszadók	száma	44	40	1	85
	klaszterbeli aránya (%)	38,9	28,6	16,7	32,8
Több mint 10 éve üzleti tevékenységet végző válaszadók	száma	34	39	0	73
	klaszterbeli aránya (%)	30,1	27,9	0,0	28,2
Összesen	Válaszadók száma	113	140	6	259
	Mintabeli arány (%)	43,6	54,1	2,3	100,0

Megjegyzés. 1. klaszter: innovatívak; 2. klaszter: megtartók; 3. klaszter: elzárkózók. A legmagasabb klaszterbeli arányokat szürke háttérrel jelöltük.

A 3. táblázat szerint az *innovatív csoport* 38,9 százaléka 5 évnél hosszabb, de legfeljebb 10 éve folytat üzleti tevékenységet, számukra fontos szempont a fejlesztések és az innovációk folyamatos figyelemmel követése. (Lásd a 3. táblázatot.) A *megőrzők klaszterébe* tartozó válaszadók 30,0 százalékanak üzleti tevékenysége 3-nál több, de legfeljebb 5 évre nyúlik vissza. Mint már említettük, a válaszadók 54 százaléka tartozik ebbe a csoportba. Az *elzárkózók* nagy része 3 éve vagy annál rövidebb ideje végez üzleti tevékenységet. Ezek tehát még fiatal vállalkozások, így nincs elég tőkéjük a megfelelő léptékű fejlesztésekhez.

Az innovatív vállalatok leginkább húsfeldolgozással, -tartósítással és húskészítmények gyártásával, pékáruk és tésztafélék gyártásával, illetve gyümölcs- és zöldségfeldolgozással, -tartósítással foglalkoznak. (Lásd a 4. ábrát.) A malomiparban tevékenykedő vállalatok feléne is szerepel a stratégiai tervében az Ipar 4.0 eszközök bevezetése és új technológiák megismerése. A megkérdezett 13 tejfeldolgozó vállalat közül 10 ugyan alkalmazkodik a piaci igényekhez, de jelentős innovatív beruházásokban nem gondolkodik. Az innovációtól teljesen elzárkózó 6 vállalat pedig a következő három alágazatba sorolható: malomipari termék, keményítő gyártása; húsfeldolgozás, -tartósítás, húskészítmény gyártása; valamint gyümölcs-, zöldségfeldolgozás, -tartósítás. Nem állapítható meg tehát egyértelmű összefüggés egy-egy élelmiszergyártási alágazat és a klaszterek között.

4. ábra. A három klaszterbe tartozó vállalkozások száma és megoszlása élelmiszergyártási alágazatok szerint
(Number and distribution of food manufacturing companies
in the three clusters by groups of food manufacture)



Megjegyzés. Az élelmiszergyártási alágazatok neve mellett azok TEÁOR'08 szerinti kódját tüntettük fel.

4. Következtetések

Vizsgálatunk kezdeti fázisában kutatási kérdéseket fogalmaztunk meg négy fő témakörre (fejlesztéseket és beruházásokat akadályozó tényezők, támogató tényezők, Ipar 4.0 eszközök használata, vállalatok üzleti teljesítménye), valamint a közöttük levő összefüggésekre vonatkozóan.

A vevői igények teljes körű kielégítése és az üzleti teljesítmény növelése érdekében a munkaműveletek folyamatos felülvizsgálatára, új eljárások, módszerek kidolgozására és alkalmazására van szükség. Ahhoz, hogy a vállalatok olyan gyártási ütemtervet és optimalizált folyamatot alakítsanak ki, amelyekkel az üzleti tevékenységük sokkal eredményesebbé válik, nélkülözhetetlen a technológiai eszközeik jelentős fejlesztését is magában foglaló, hosszú távú stratégiai célok kimunkálása.

Az informatikai beruházások révén nő a termelés, ezáltal pedig a bevétel és a nyereség. Az új eszközök bevezetésének eredményeképpen nagyobb teljesítmény érhető el, és ezzel párhuzamosan növekszik a gyártási folyamatok megbízhatósága,

átláthatósága, illetve jobb lesz a termékek minősége is. A döntéstámogatási rendszereknek köszönhetően a menedzsment informáltabbá, a stratégiai döntések megalapozottabbakká válnak.

Az intelligens termelési rendszerek segítségével előállított adatállományok vizsgálata és annak eredményei alapján a termelési rendszerek folyamatosan módosíthatók, amely szintén jelentős anyag- és munkaerő-megtakarítást, növekvő hatékonyságot és termelékenységet eredményez. A Big Data elemzése által a vezetők meghatározhatják és tanulmányozhatják a belső, üzletmenetet befolyásoló hibákat, majd ezek kijavításával vagy mérséklésével, illetve a pozitív tényezők erősítésével tovább javíthatják cégük termelékenységét, hatékonyságát és versenyképességét. Számottevő pozitív hatást gyakorol az üzleti teljesítményre többek között a gépek közötti kommunikáció és az adatkiértékelés, valamint a szenzortechnológia és a gépfejlesztés is.

5. Összefoglalás

Jelen tanulmány célja az Ipar 4.0 beruházásokat támogató és akadályozó tényezők feltárása, az Ipar 4.0 eszközök alkalmazásával járó előnyök és hátrányok ismeretése, valamint ezen eszközök vállalati hatékonyságra, nyereségességre gyakorolt hatásának vizsgálata volt. A kutatás során választ kerestünk arra, hogy a vállalatok 14 tényezőt tekintve mit gondolnak az Ipar 4.0 eszközök nyújtotta előnyökről. A válaszadók többsége bízik abban, hogy az új technológiai eszközök pozitív hatást gyakorolnak a vállalati tevékenységre. Több mint felük (130) úgy gondolja, hogy ezek a dolgozói létszám alakulását nem befolyásolják, így az stagnálni fog. A válaszok a vevők igényeinek rugalmas kielégítését tekintve sem voltak túl optimisták, hiszen 70 cég szerint az nem fog változni az új technológiák következtében.

Az elemzés során megállapítottuk, hogy az élelmiszergyártó vállalatok három, egymástól jól elkülöníthető csoportba tartoznak. Az első nagy csoportot „innovatívoknak” neveztük el; ez a minta 44 százalékát teszi ki. Ide a több mint 5 éve üzleti tevékenységet végző vállalatokat soroltuk, amelyek kellő piaci tapasztalattal rendelkeznek, és fejlesztés(eke)t terveznek, ezért jelentős érdeklődést mutatnak az Ipar 4.0 eszközök iránt. A második csoport a „megőrzőké”, vagyis azon vállalatoké, amelyek nem terveznek befektetést az Ipar 4.0 technológiai eszközökbe, és csak csekély érdeklődést mutatnak a fejlesztéseket, beruházásokat támogató, illetve az azokat akadályozó tényezők iránt. A válaszadók 54 százaléka tartozik ezek közé. A harmadik klasztert az „elzárkózó” vállalatok alkotják, amelyek a minta 2 százalékát teszik ki. Ezek 3 évnél rövidebb ideje végeznek üzleti tevékenységet, üzleti teljesítményük még alacsony, és nem az elvárt mértékben használnak Ipar 4.0 eszközöket,

ezért a fejlesztéseket, beruházásokat támogató és akadályozó tényezőkkel sem foglalkoznak.

Az elmúlt években megjelent publikációk nagy száma bizonyítja, hogy a vállalatok termelésében az innováció és az eredményesség a jövőben is központi kérdés lesz. A tudományos közlemények – köztük jelen tanulmány is – és viták hozzájárulhatnak az élelmiszergyártó vállalatok innovációs tevékenységének további fejlesztéséhez.

Irodalom

- ADRODEGARI, F. – PASHOU, T. – SACCANI, N. [2017]: Business model innovation: Process and tools for service transformation of industrial firms. *Procedia CIRP*. Volume G4. pp. 103–108. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.056>
- CHIARINI, A. [2021]: Industry 4.0 technologies in the manufacturing sector: Are we sure they are all relevant for environmental performance? *Business Strategy and the Environment*. 10 April. pp. 1–14. <https://doi.org/10.1002/bse.2797>
- DEMETER K. – LOSONCI D. – NAGY J. – HORVÁTH B. [2019]: Tapasztalatok az ipar 4.0-val – egy esetalapú elemzés. *Vezetéstudomány/Budapest Management Review*. 50. évf. 4. sz. 11–23. old. <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2019.04.02>
- HASHI, I. – STOJICIC, N. [2013]: The impact of innovation activities on firm performance using a multi-stage model: Evidence from Community Innovation Survey 4. *Research Policy*. Vol. 42. No. 2. pp. 353–366. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.09.011>
- KOVÁCS S. – BALOGH P. [2007]: A klaszteranalízis, mint sertéstelepeket minősítő eljárás. *Agrártudományi Közlemények/Acta Agraria Debreceniensis*. 27. évf. 165–174. old.
- KSH (KÖZPONTI STATISZTIKAI HIVATAL) [2005]: *Innováció*. Budapest. <https://www.ksh.hu/pls/ksh/docs/hun/xftp/idoszaki/innovacio/innovacio03.pdf>
- LAINEZ, M. – GONZÁLEZ, J. M. – AGUILAR, A. – VELA, C. [2018]: Spanish strategy on bioeconomy: Towards a knowledge based sustainable innovation. *New Biotechnology*. Vol. 40. Part A. pp. 87–95. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.05.006>
- LOSONCI, D. – DEMETER, K. [2013]: Lean production and business performance – International empirical results. *An International Business Journal*. Vol. 23. No. 3. pp. 218–233. <https://doi.org/10.1108/10595421311319816>
- MAIRESSE, J. – MOHNEN, P. [2010]: *Using Innovation Surveys for Econometric Analysis*. NBER Working Paper No. 15857. National Bureau of Economic Research. Cambridge. https://www.nber.org/system/files/working_papers/w15857/w15857.pdf
- MARCUCCI, G. – AN TOMARIONI, S. – CIARAPICA, F. E. – BEVILACQUA, M. [2021]: The impact of operations and IT-related Industry 4.0 key technologies on organizational resilience. *Production Planning & Control, The Management of Operations*. 25 January. <https://doi.org/10.1080/09537287.2021.1874702>
- MOLNÁR A. B. [2020]: *A hazai kis- és középvállalkozások stratégiájának finanszírozási lehetőségei pályázati forrásból*. Diplomadolgozat. Soproni Egyetem. Sopron.

- NAGY J. [2019]: Az ipar 4.0 fogalma és kritikus kérdései – vállalati interjúk alapján. *Vezetéstudomány/ Budapest Management Review*. 50. évf. 1. sz. 14–26. old. <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2019.01.02>
- NAGY, J. – OLÁH, J. – ERDEI, E. – MÁTÉ, D. – 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*. Vol. 10. No. 10. Article No. 3491. <https://doi.org/10.3390/su10103491>
- NAGY, SZ. – PISKOTI, I. – MOLNAR, L. – MARIEN, A. [2012]: The relationship between values and general environmental behaviour. *Economics and Management*. Vol. 17. No. 1. pp. 272–278. <http://dx.doi.org/10.5755/j01.em.17.1.2278>
- OECD (ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT) [2005]: *Oslo Manual – Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*. Paris.
- OLÁH, J. – MÁTÉ, D. – POPP, J. [2017]: An examination of servitization as a breakthrough success factor along the supply chain. *SEA-Practical Application of Science*. Vol. V. Issue 15. pp. 373–379. <http://spas.seaopenresearch.eu/online-first.html>
- OLÁH, J. – ABURUMMAN, N. – POPP, J. – KHAN, M. A. – HADDAD, H. – KITUKUTHA, N. [2020]: Impact of Industry 4.0 on environmental sustainability. *Sustainability*. Vol. 12. No. 11. Article No. 4674. <https://doi.org/10.3390/su12114674>
- ÖZDEMİR, V. – HEKİM, N. [2018]: Birth of Industry 5.0. Making sense of big data with artificial intelligence, ‘the Internet of Things’ and next-generation technology policy. *OMICS: Journal of Integrative Biology*. Vol. 22. No. 1. pp. 65–76. <https://doi.org/10.1089/omi.2017.0194>
- POPP, J. – BALOGH, P. – OLÁH, J. – KOT, S. – HARANGI, M. – LENGYEL, P. [2018]: Social network analysis of scientific articles published by Food Policy. *Sustainability*. Vol. 10. No. 3. Article No. 577. <https://doi.org/10.3390/su10030577>
- PWC [2017]: *PwC Magyarországi Vezérigazgató Felmérés*. Március 9. <https://www.pwc.com/hu/hu/ceo/2017.html>
- RAJ, A. – DWIVEDI, G. – SHARMA, A. – JOBBOUR, A. – RAJAK, S. [2020]: Barriers to the adoption of Industry 4.0 technologies in the manufacturing sector. *An Inter-Country Comparative Perspective*. Vol. 224. June. Article No. 107546. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.107546>
- RAYMOND, W. – MAIRESSE, J. – MOHNEN, P. – PALM, F. [2013]: *Dynamic Models of R&D, Innovation and Productivity. Panel Data Evidence for Dutch and French Manufacturing*. Merit Working Papers. Paper No. 2013-025. United Nations University. Maastricht.
- SLUSARCZYK, B. – TVARONAVICIENE, M. – UL HAQUE, A. – OLÁH, J. [2020]: Predictors of Industry 4.0 technologies affecting logistic enterprises’ performance: International perspective from economic lens. *Technological and Economic Development of Economy*. Vol. 26. No. 6. pp. 1263–1283. <https://doi.org/10.3846/tede.2020.13376>
- VÁGÁSI M. – PISKÓTI I. – BUZÁS N. [2006]: *Innovációmarketing*. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- WALLACE, D. [2017]: *Environmental Policy and Industrial Innovation, Strategies in Europe, the USA and Japan*. Routledge. London.