

LOSONCI DÁVID–LŐRINCZ LÁSZLÓ–GRANÁT MARCELL–
DEMETER KRISZTINA

Digitalizáció és üzleti teljesítmény – hazai feldolgozóipari tapasztalatok

A digitalizáció – és a feldolgozóiparban annak csúcspontját képviselő ipar 4.0 – ma már áthatja a világ minden gazdaságát. A gazdasági és tudományos világ egyaránt arra számít – és az első eredmények alá is támasztják ezt a várakozást –, hogy a digitalizáció lesz az üzleti teljesítmény javításának legfőbb forrása. Írásunk célja ennek az alaptételnek a vizsgálata két adatbázis – a digitalizációt vizsgáló Eurostat-felmérés magyar feldolgozóipari adatai és a hazai cégek mérleg- és eredménykimutatásait tartalmazó adatbázis – összekapcsolásával. Megközelítésünk egyediségét a minta kiterjedtsége (a teljes populáció körülbelül egyharmada), a beszámolókon alapuló adatok, valamint a nagyszámú digitalizációs eszköz és teljesítménymutató szisztematikus elemzése adja. Eredményeink arra utalnak, hogy a digitalizáció kiterjedtsége a gyakorlatban egyáltalán nem olyan széles körű, ahogyan az a szakirodalomban megjelenik. Pozitív kapcsolatai a teljesítménnyel – legalábbis egyelőre – nem igazán láthatók. Mindazonáltal az is elmondható, hogy létezik egy olyan vállalati kör, amely esetében valóban érzékelhető az előrelépés, de a teljesítményre gyakorolt hatás még ott sem egyértelmű.*
Journal of Economic Literature (JEL) kód: L21, M10, M15, O33.

Mára megkerülhetetlen jelenséggé formálta a feldolgozóipar cégeinek működését a digitalizáció új hulláma, amelyre gyakran ipar 4.0-ként hivatkozunk (EC [2015], Kovács [2017]). Ennek kapcsán a szakértői anyagok a magasabb nyereség,

* Az empirikus kutatás a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal támogatásával a Versenyképes vállalat a digitalizáció korában – erőforrás-alapú megközelítés című témapályázat keretében (K 135604), az adatvásárlás a TKP2020-NKA-02. számú projekt finanszírozásában valósult meg. Köszönjük Vékás Péternek a módszertani dilemmákban nyújtott támogatását.

A tanulmányunkhoz kapcsolódó háttéranyagok a Közgazdasági Szemle internetes felületén található *Függelékben* érhetők el (<https://doi.org/10.18414/KSZ.2023.1.F1>).

Losonci Dávid a BCE Operáció és Döntés Intézet igazgatója (e-mail: david.losonci@uni-corvinus.hu).
Lőrincz László a BCE Corvinus Institute for Advanced Studies és a KRTK KTI tudományos főmunkatársa (e-mail: laszlo.lorincz@uni-corvinus.hu).

Granát Marcell a Neumann János Egyetem tanársegéde (e-mail: granat.marcell@uni-neumann.hu).
Demeter Krisztina a BCE Operáció és Döntés Intézet Ellátásilánc-menedzsment Tanszék tanszékvezető egyetemi tanára (e-mail: krisztina.demeter@uni-corvinus.hu).

A kézirat első változata 2022. szeptember 6-án érkezett szerkesztőségünkbe.

DOI: <https://doi.org/10.18414/KSZ.2023.1.82>

termelékenység, hozzáadott érték és jobb kapacitáskihasználtság mellett a beruházások megtérülésének javulására számítanak – mely indikátorok némelyike nemzetgazdasági jelentőségűvé emeli a jelenséget (*Blanchet–Rinn* [2016], *EC* [2015], *Leech és szerzőtársai* [2016], *Martin és szerzőtársai* [2018], *Gal és szerzőtársai* [2019]). A termelővállalatokkal foglalkozó kutatók elsősorban a vevői értékekhez köthető működési mutatókkal (például minőség, rugalmasság) kapcsolatos pozitív hatásokra utalnak (*López-Gómez és szerzőtársai* [2018], *Dalenogare és szerzőtársai* [2018]). Bár kevesebb publikáció foglalkozik a kérdéskörrel, de azok pozitív összefüggést találtak az üzleti teljesítmény (profitabilitás, megtérülés stb.) és a digitalizáció között (*Chen* [2021], *Tortorella és szerzőtársai* [2019], *Li és szerzőtársai* [2020]). A felsorolt tanulmányok a teljesítmény kapcsán kérdőíves módszert használnak, így annak mérése valamennyiben percepciókon alapul. A pénzügyi elemzésekre építő tanulmányok száma egyelőre elenyésző, és azok elsősorban nagyvállalati – sokszor tőzsdei – körre szűkülnek (*Alkaraan és szerzőtársai* [2022], *Bettiol és szerzőtársai* [2019], *Lin és szerzőtársai* [2019], *Yang és szerzőtársai* [2020]).

Kutatásunk a digitalizáció és az üzleti teljesítmény közötti kapcsolatot vizsgálja. Elemzésünk az üzleti teljesítményt a pénzügyi beszámolókból számolt objektív mutatókkal értékeli (a befektetések megtérülése, profitabilitás, készletforgás stb.). Munkánk további újszerű vonása, hogy míg a nemzetközi szakirodalom inkább a nagyvállalatokat helyezi középpontba, mi a nemzetgazdaság feldolgozóiparát jól reprezentáló, nagyszámú termelővállalatot elemezzük ($N = 2510$ cég). Ezáltal a termelési/összeszerelési területhez kapcsolható ipar 4.0 technológia kerül előtérbe. Kutatásunkban a digitalizáció új hullámához kapcsolható eljárások száma (107 változó) lehetőséget ad arra, hogy kitérjünk a termelő cégek marketing és értékesítés, információtechnológiai tudás stb. területeire is. Kutatásunkban tehát úgy tudjuk feltárni a termelővállalatok által követett digitalizációs irányokat, hogy azokat beszámolókból számolható üzleti teljesítménymutatók széles köréhez is hozzá tudjuk kapcsolni.

Elméleti háttér

A digitalizáció új hulláma a feldolgozóiparban

Az ipar 4.0 a 2010-es évek második felétől került a nemzetközi (*Culot és szerzőtársai* [2020], *ElMaraghy és szerzőtársai* [2021], *Leech és szerzőtársai* [2016], *Monostori és szerzőtársai* [2016], *Schuh és szerzőtársai* [2017]) és a hazai szakirodalom (*Losonci és szerzőtársai* [2019], *Szabó és szerzőtársai* [2019]) középpontjába.

Az első időszakban született munkák egyik sarkalatos pontja a jelenséghez kapcsolott technológiák azonosítása és használatuk vizsgálata. A sokféle meghatározás és megközelítés (*Culot és szerzőtársai* [2020]) mellett is leszögezhető, hogy a feldolgozóiparban a digitalizáció jelenlegi hullámát az új digitális (például *big data*, felhőszolgáltatások) és fizikai (például kollaboratív és szoftveres robotok, 3D-s nyomtatás) technológiák integrált alkalmazása jellemzi (*Demeter és szerzőtársai* [2020],

Monostori és szerzőtársai [2016]). Az ipar 4.0-ként hivatkozott átalakulásban (*Kovács* [2017]) ezen új digitalizációs megoldások gyakran a haladóbb infotechnológiai megoldásokkal, például gyártás-végrehajtási rendszerrel (MES) és az e-business hagyományosabb technikáival, mint a vállalati erőforrás-tervezéssel (ERP) vagy az ügyfélkapcsolati rendszerekkel (CRM) is együtt járnak (*Frank és szerzőtársai* [2019]) – ahogyan ez a digitális érettségi modellekben is tetten érhető (*Nick és szerzőtársai* [2021], *Schuh és szerzőtársai* [2020]).

A felhasználási területek elemzése arra világít rá, hogy az ipar 4.0 technológiai a vállalati reál- és támogató folyamatok többségében (például karbantartás, minőségmenedzsment, termelésstervezés) megjelenhetnek (*Demeter és szerzőtársai* [2021], *Kumar és szerzőtársai* [2020], *López-Gómez és szerzőtársai* [2018]), miközben egy-egy működést támogató megközelítéssel [például karcsúsított (*lean*) menedzsment] is szoros kapcsolatot mutatnak (*Bokhorst és szerzőtársai* [2022]). A technológia használatának mélysége alapján elmondható, hogy a cégek egy-egy csoportja eltérő érettségi fázisban van, amikor is kevés a digitálisan érett cég, mindössze 10-20 százalékot tesznek ki (*Frank és szerzőtársai* [2019]).

A fenti megállapításokat tartalmazó kutatások módszertani hátterét tekintve megállapítható, hogy meglehetősen sokrétű adatforrást és elemzési módszertant tartalmaznak. Empirikus munkákban meghatározók az interjúk és a rájuk építő esettanulmányok, valamint a felmérések. A felmérések között egyszerre találunk kismintás (100 feletti mintaelemszám) nemzeti (*Frank és szerzőtársai* [2019]), valamint nagymintás (700 körüli elemszám) nemzetközi (*Szász és szerzőtársai* [2021]) adatbázisokat. Ezek a minták sokszor a nyitottabb vagy jobb működési gyakorlatot folytató cégeket célozzák (például egy-egy szervezet tagsága), és kevésbé reflektálnak a minta és a sokaság viszonyára.

A digitalizáció új hulláma és a vállalati teljesítmény

A digitalizáció új hullámának vállalati teljesítménnyel mutatott kapcsolata során két markáns irányról beszélhetünk: bár domináns a működési mutatók vizsgálata, megjelenik az üzleti teljesítménymutatók elemzése is.

A működési mutatók között találjuk a vevőnek teremtett érték olyan dimenzióit, mint a minőség, rugalmasság, hatékonyság vagy éppen a belső hatékonyságra utaló készletforgás, jobb készletmenedzsment (*Büchi és szerzőtársai* [2020], *Leech és szerzőtársai* [2016], *López-Gómez és szerzőtársai* [2018], *Martin és szerzőtársai* [2018], *Winterhoff és szerzőtársai* [2016]). Bár részlegesen a költség is előkerül egy-egy tanulmányban (*Tortorella és szerzőtársai* [2019]), de ezekben a cikkekben további megtérülési mutató vagy más pénzügyi teljesítmény nem jelenik meg. Ezek a cikkek szinte kivétel nélkül a válaszadók véleményére építenek.

A másik – kevésbé markáns – irány az üzleti teljesítménnyel foglalkozik. A felhasznált adatok alapján megkülönböztethetünk kérdőív- (percepció-) alapú kutatásokat és beszámolóalapú kutatásokat. Az *1. táblázatban* összefoglaltuk a releváns tanulmányokat. A kérdőíves kutatásokban mind a teljesítmény, mind

1. táblázat

A digitalizációs kutatásokban használt adatok és teljesítménymutatók

Forrás	Chen [2021]	Tortorella és szerzőitársai [2019]	Li és szerzőitársai [2020]	Alkaraan és szerzőitársai [2022]	Yang és szerzőitársai [2020]	Bettiol és szerzőitársai [2019]	Lin és szerzőitársai [2019]
ADATOK							
Az adatforrás típusa	kérdőív	kérdőív	kérdőív	beszámoló	beszámoló	beszámoló	beszámoló
Mintanagyság (N)	93	147	188	n. a.	515	92	460
Iparági jellemzők	elsősorban feldolgozóipari cégek	feldolgozóipar (elsősorban fémfeldolgozás és gépgyártás)	feldolgozóipari vállalatok	FTSE (nem pénzügyi cégek nyilvános beszámolóval)	a Sina Finance honlapon elérhető cégek	feldolgozóipari vállalatok	nyílt részvénytársaságok
Ország	Tajvan	Brazília	Kína	Egyesült Királyság	Kína	Olaszország	Kína
Időbeli dimenzió	keresztmetszet	keresztmetszet	keresztmetszet	panel	panel	keresztmetszet	keresztmetszet
Az ipar 4.0/digitalizáció hatásának jellege a teljesítményre	közvetett, a vevői teljesítményen keresztül	közvetlen, pozitív és közvetett	közvetlen, pozitív	pozitív	pozitív	közvetlen, pozitív	közvetlen, pozitív
AZ ÜZLETI TELJESÍTMÉNY MUTATÓI							
Árbevétel-arányos nyereség (ROS)	X		X			X	X
Eszközarányos megtérülés (ROA)	X			X	X	X	X
Tőkearányos megtérülés (ROE)	X			X		X	X
Befektetésarányos megtérülés (ROI)	X		X				

Az 1. táblázat folytatása

Forrás	Chen [2021]	Tortorella és szerzőitársai [2019]	Li és szerzőitársai [2020]	Alkaraan és szerzőitársai [2022]	Yang és szerzőitársai [2020]	Bettiol és szerzőitársai [2019]	Lin és szerzőitársai [2019]
Egy részvényre jutó nyereség (EPS)	X						
Árbevétel			X				
Eladott áruk értéke	X						
Forgóeszközök		X					X
Profit					X		
Piaci részesedés					X		
Tőkeáttétel (<i>debt to asset</i>)							X
Készletforgás							X

a digitalizáció értékelése menedzseri vélemények alapján történik (*Chen [2021], Li és szerzőtársai [2020], Tortorella és szerzőtársai [2019]*). A beszámolókra építő munkák a tőzsdén jegyzett cégekkel foglalkoznak. Ezek a tanulmányok a hivatalos pénzügyi jelentésekből számítanak üzletiteljesítmény-mutatókat (*Alkaraan és szerzőtársai [2022], Bettiol és szerzőtársai [2019], Lin és szerzőtársai [2019], Yang és szerzőtársai [2020]*). Ugyanakkor a digitalizációval kapcsolatban még ezek a munkák is a percepcióra építenek (például menedzseri vélemény, menedzserek által kiadott szövegek elemzése).

A kutatások alapján kijelenthető, hogy a digitalizáció és a vállalati teljesítmény közötti kapcsolat pozitív – legyen szó akár működési, akár üzleti mutatókról. Továbbá mind a percepció, mind a jelentésalapú vizsgálatok megerősítik ezt a pozitív kapcsolatot. Bár egyes eredmények arra utalnak, hogy ez a kapcsolat nem minden esetben közvetlen (*Chen [2021]*).

Az üzleti teljesítmény kapcsán elemzett mutatók köre meglehetősen széles. Ezek közül a leggyakrabban vizsgáltak a megtérüléssel kapcsolatos mutatók. Emellett egy-egy vizsgálatban a beszámolók egyes sorai is megjelennek: például árbevétel, anyagköltség, nyereség, készlet. Végül szintén egy-egy vizsgálatban tűnnek fel olyan mutatók, mint a piaci részesedés, az adósságmutató vagy az árbevétel/eszköz arány.

Az irodalomkutatás alapján megállapítható, hogy a digitalizációs kutatások a működési- és üzletiteljesítmény-mutatókkal jellemzően pozitív kapcsolatban állnak. Ugyanakkor 1. ezeket a mutatókat szelektíven alkalmazzák, 2. a vállalatok viszonylag szűk körére terjednek ki, amelyek – akár az önbevallásos kérdőíves felméréseket, akár a tőzsdei cégeket nézzük – jellemzően a jobb vállalatok körébe tartoznak. Célunk ennek a kutatási résznek a betöltése.

Adatok

A kutatás két adatállományra épít. A digitalizációs adatok forrása az Eurostat „Community Survey on ICT Usage and Ecommerce in Enterprises” (ICT-kérdőív) 2020-as magyarországi adatbázisa (*Eurostat [2022a]*). Az üzleti teljesítmény mutatóinak számításához a mérleg- és eredménykimutatások cégszintű adatbázisát használtuk. A két adatbázis összekapcsolására a Központi Statisztikai Hivatal kutatószobájában volt lehetőségünk.

A 2020-as infokommunikációs technológiára vonatkozó ICT-kérdőíves felmérés a 10 fő feletti vállalatok 2019-es digitális erőfeszítéseiről gyűjtött információkat. Az adatfelvételt Magyarországon a Központi Statisztikai Hivatal irányította. A minta kialakítása rétegzett mintavétel segítségével történt, ágazat, cégméret és régió szerint. Tanulmányunkban a teljes mintát leszűkítettük a feldolgozóipari ágazatokra, így a teljes adatbázisból a 2510 feldolgozóipari cég adatait elemeztük (2. táblázat). Az Eurostat adatai szerint Magyarországon 2019-ben 7500 feldolgozóipari vállalatnak volt legalább 10 alkalmazottja. A válaszadó vállalatok a teljes sokaság egyharmadát fedik le.

2. táblázat

A mintában szereplő feldolgozóipari vállalatok ágazati megoszlása (10 + fő)

TEÁOR- kód	Ágazat	Teljes populáció		Elemzett minta	
		N	százalék	N	százalék
10–12	Élelmiszer, ital, dohány	1403	19	374	15
13–14	Textil és ruházat	401	5	159	6
15	Bőr és cipő	99	1	57	2
16	Fafeldolgozás	340	5	98	4
17–18	Papír és nyomda	360	5	131	5
19	Kőolaj	5	0	4	0
20–21	Vegyipar és gyógyszeripar	220	3	83	3
22	Gumi és műanyag	597	8	219	9
23	Ásványi anyagok	257	3	82	3
24–25	Fémfeldolgozás	1683	22	375	15
26–27	Számítógép, villamos berendezések	463	6	291	12
28	Gépgyártás	527	7	202	8
29–30	Autó és jármű	295	4	205	8
31–32	Bútor és egyéb	488	7	139	6
33	Javítás	362	5	91	4
Összesen		7500	100	2510	100

Forrás: Eurostat adatai alapján saját számítás.

Módszertan – a változók operacionalizálása

Üzleti teljesítmény és a gazdálkodó szervezet jellemzői

A mérleg- és eredménykimutatás adatbázisból az üzleti teljesítmény olyan kulcsváltozóit számítottuk ki, amelyek a bemutatott szakirodalom alapján összefüggésben állhatnak a digitalizációs aktivitással.

A pénzügyi eredményesség mérésére két nyereségességhez kapcsolható változót használtunk: a profitabilitást (adózás előtti eredmény/árbevétel) és a befektetett tőke hozamát (*Return on Invested Capital, ROIC*), amely az adózás előtti eredmény és a befektetett eszközök hányadosa.

A működési hatékonyság mutatói közül a készletforgás sebességét (anyagjellegű ráfordítások/készletek) emeltük ki. Ez a mutató azért hangsúlyozottan fontos, mert a digitalizációval mind a vállalati határokon belüli, mind a vállalatok közötti integráció javítható, aminek közvetlen kapcsolata lehet a készletszinttel (*Demeter–Golini [2014]*).

A hatékonyság közgazdasági értelemben vett javulásának megragadására a munkatermelékenységet használjuk, amely az egy alkalmazottra jutó hozzáadott érték – ez azonban nem független a vállalat tőkeintenzitásától.

A beszámolókból emellett számos mutató használható a gazdálkodó egység jellemzésére. Ezek közül az elemzésbe a következőket vontuk be: a vállalat méretét (a foglalkoztatottak száma, nettó árbevétel, befektetett eszközök), a tulajdonosi háttérét (többségi külföldi tulajdon), az inputjellemzőit (átlagbér és tőkeintenzitás) és a piaci irányultságát (export aránya az árbevételből). Felhasználtuk továbbá az Eurostat technológiaintenzitási mutatóját (*Eurostat [2022b]*), amely a háromjegyű TEÁOR-kód alapján sorolja négy kategóriába az iparágakat technológiaintenzitás szerint: magas, közepes, közepes-alacsony és alacsony. A teljesítménymutatók és a vállalati jellemzők kiszámításának módját az egyes mérleg- és eredménykimutatás-sorokból a 3. táblázat mutatja. A változók közti korrelációk együtthatókat az *online Függelék F1. táblázata* tartalmazza.

3. táblázat

Az üzleti teljesítmény és a vállalati jellemzők felhasznált mutatói

A mutató neve	Kiszámítás
TELJESÍTMÉNYMUTATÓK	
Árbevétel-arányos nyereség (ROS)	Üzemi üzleti tevékenység eredménye/Nettó árbevétel
Befektetett tőke hozama (ROIC)	Üzemi üzleti tevékenység eredménye/Befektetett tőke Üzemi üzleti tevékenység eredménye/(Saját tőke + Hosszú lejáratú kötelezettségek)
Készletforgás	Anyagjellegű ráfordítások/Készletek
Munkatermelékenység	Hozzáadott érték/Létszám (Nettó árbevétel + Aktivált saját teljesítmények értéke – Anyagjellegű ráfordítások)/Létszám
VÁLLALATI JELLEMZŐK	
Létszám	
Nettó árbevétel	
Tárgyi eszközök	
Külföldi tulajdon (0, 1)	1, ha a saját tőkéből a külföldi tulajdon részesedése/saját tőke > 0,5
Átlagbér	Személyi jellegű ráfordítás/Létszám
Exportarány	Exportértékesítés nettó árbevétele/Értékesítés nettó árbevétele
Technológiaintenzitás (1–4)	TEÁOR-kód első 3 jegye alapján
Tőkeintenzitás	Tárgyi eszközök/Létszám

Digitalizáció

A digitalizáció új hullámával kapcsolatos irodalom alapján a termelővállalatokban zajló digitalizációt alapvetően különféle technológiák, technikák és konkrét megoldások alapján ragadhatjuk meg. Az ICT-kérdőívből 107 változót választottunk ki az elemzéshez. A változók a következő 13 témakört fedték le a tartalmuk szerint:

- 3D-s nyomtatás (6 változó)
- Menedzsmentszoftverek, haladó e-business szoftverek (6 változó)
- Big data (16 változó)
- Felhőszolgáltatások (8 változó)
- Digitális közigazgatás (9 változó)
- Elektronikus adatcsere (EDI) (4 változó)
- Robotok (8 változó)
- A dolgok internete (IoT) (6 változó)
- IT-infrastruktúra (11 változó)
- IT-személyzet és -készségek (7 változó)
- E-kereskedelem (10 változó)
- Közösségi média és ügyfélkapcsolati rendszerek (CRM) (8 változó)
- Honlap és webshop (8 változó)

A 13 témakört és a kapcsolódó változókat az *online Függelék F2. táblázata* tartalmazza.

Eredmények

A digitális technológia elterjedtsége

Nagy eltérés figyelhető meg az egyes digitális technológiák elterjedtségében. A 4. táblázatban az egyes témakörökhöz tartozó változók átlaga szerepel, amelyek, tekintve, hogy 0 és 1 értékű indikátorokról van szó, használhatók az egyes témakörökhöz tartozó alkalmazások átlagos elterjedtségének összehasonlítására, illetve az ezek közötti relatív sorrend felállítására. Tekintve azonban, hogy akár egy-egy témakörön belül is eltér a változók mérési skálája, illetve a témakörökön belül is jelentős szórás tapasztalható az egyes technológiák elterjedtségében, pontosabb következtetések levonása érdekében célszerű áttekinteni az *online Függelék F2. táblázatában* található részleteket is.

A témakörök közül közel kétharmados elterjedtséggel kiemelkedik az alapot jelentő IT-infrastruktúra és a sok kötelező alkalmazást felvonultató digitális adminisztrációs (köz)szolgáltatás (például elektronikus közigazgatás vagy elektronikus számlázás). A cégek több mint harmadánál vannak használatban a menedzsment munkáját támogató e-business szoftverek és elektronikus adatcsere-megoldások. Ugyanilyen arányban rendelkeznek a cégek IT-személyzettel és képeznek ki infotechnológiai ismeretkörben munkatársakat.

A gyakoriság alapján következő témakörök a cégek online jelenlétéhez kapcsolódnak. Míg a cégek 77 százalékának van weboldala, addig webshopja már csak alig több

4. táblázat

A 13 témakör jelenléte a vállalati gyakorlatban

Témakör	A cégek százaléka
IT-infrastruktúra	65
Digitális adminisztrációs (köz)szolgáltatás	64
Menedzsmentszoftverek, e-business szoftverek	41
Elektronikus adatcsere (EDI)	34
IT-személyzet és -készségek	34
Honlap és webshop	26
Felhőszolgáltatások	17
Közösségi média és ügyfélkapcsolati rendszerek (CRM)	13
A dolgok internete (IoT)	8
E-kereskedelem	7
3D-s nyomtatás	6
Ipari és szolgáltató robotok	4
Big data és gépi tanulás	3

mint a tizedüknek – így jön ki a változók átlagaként a Honlap és webshop témakör 26 százalékos értéke. A felhőszolgáltatások igénybevétele és a különböző *online* platformok használata 10–20 százalék között alakul. Az e-kereskedelemre (7 százalék) az a jellemző, hogy a cégek 10 százaléka kap így megrendelést, és 10 százaléka rendel is így, miközben a piacterek használata nem jellemző (1 százalék).

Az ipar 4.0-hoz szorosabban kapcsolt megoldásoknál más nagyságrendeket látunk. Az IoT 8 százalékos elterjedtsége mögött az áll, hogy míg a gépek valamilyen összekapcsoltsága vagy távoli megfigyelése/irányítása a cégek 17 százalékánál van jelen, addig okosmegoldásokat vagy nyomon követést már jóval kevesebb, mint 10 százalék használ. A 3D-s nyomtatás a cégek szintén kevesebb mint 10 százalékánál található meg. A big data és a gépi tanulás összességében marginálisan van jelen.

Dimenziócsökkentés

A digitalizáció és az üzleti teljesítmény kapcsolatának vizsgálatához első lépésben szükségünk volt a digitalizációs profilok feltárására, azaz a jellemzően együttesen alkalmazott technológiák mintázatainak azonosítására. E probléma statisztikai megfelelője a dimenziócsökkentés. Mivel minden változónk kategóriáskálán mért, a klasszikus főkomponens-elemzés esetünkben nem volt használható. Az elemzéshez emiatt többszörös korrespondenciaanalízist (MCA) használunk, amely használható dimenziócsökkentő eljárásnént kategorikus változók esetében (Abdi-Valentin [2007]).

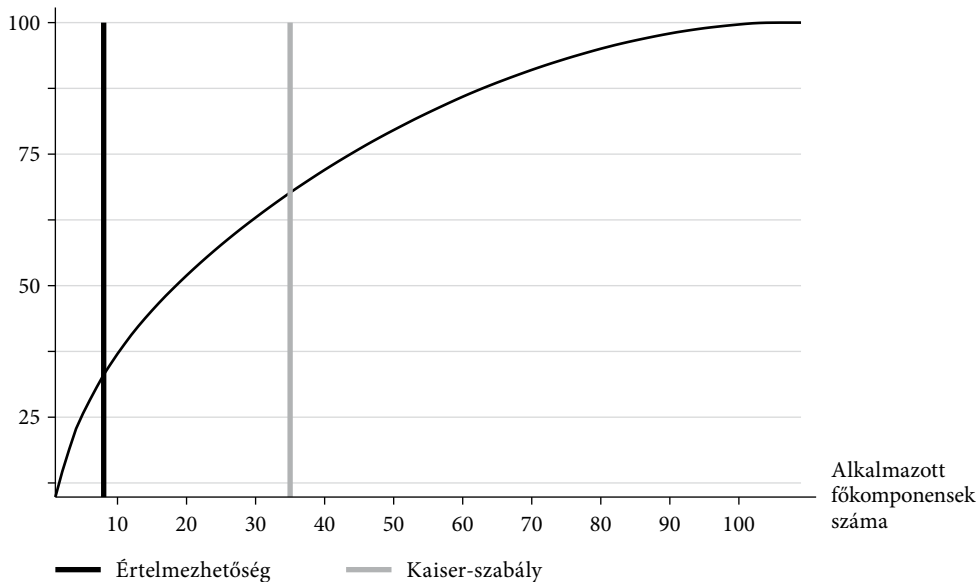
Az MCA első lépése, hogy a 0 és 1 kódolású indikátorváltozókból új változókat hoz létre úgy, hogy minden egyes változó minden lehetséges kimenetére lesz egy olyan oszlop, amelyben az érték 1, ha egy adott sorban egy adott változó az adott értéket veszi fel, és 0 egyébként (*one-hot coding*, triviális kódolás). Ezután minden változót úgy alakít át, hogy az értéket elosztja az oszlopban lévő 0 értékek számával, és kivon belőle 1-et. Az algoritmus innentől ugyanaz, mint a főkomponens-elemzés esetében (*Venables–Ripley* [2013]).

A következő fontos kérdés, hogy a faktorértékek közül hányat érdemes megtartani. A szokásos módszer ebben az esetben a *Kaiser* [1960] által felvázolt ökölszabály alkalmazása, amely szerint azokat a faktorokat érdemes megtartani, ahol a faktor sajátértéke meghaladja a faktorok sajátértékeinek átlagát. Ez a szabály esetünkben 35 faktort eredményezne. Bevett megközelítés azonban, hogy a dimenziócsökkentés során a faktorok interpretálhatósági szempontjait figyelembe véve addig tartjuk meg az első dimenziókat, ameddig még közgazdasági értelmezéssel tudjuk őket ellátni. Ez alapján mi az első nyolc faktort választottuk ki elemzésre, amelyek az adatok varianciájának összesen egyharmadát magyarázzák (1. ábra).

1. ábra

A faktorok által magyarázott variancia

Kumulált magyarázott variancia (százalék)



A kapott faktorok korrelációs együtthatóit az eredeti változókkal az *online Függelék F1. táblázata* tartalmazza. Ez teszi lehetővé az egyes faktorok egyszerű elemzését, azaz megmutatja, hogy mely (eredeti) változók értéke magasabb azon cégek esetében, amelyeknél az adott faktor nagyobb pontszámot mutat.

Az eljárás azonosított egy általános, a többihez képest aránylag nagy varianciát magyarázó *digitalizáció* főkomponenst (1. faktor). Két, viszonylag kevésbé

technológiaintenzív dimenzió a *csak az alapok* (2. faktor) és az *online értékesítés* (3. faktor). A többi faktor egy részére jellemző, hogy két témacsoport köré csoportosulnak, amelyekből az egyik negatív (4. faktor: *nincs big data*), a másik pozitív előjellel jelenik meg (például 5. faktor: *felhőszolgáltatások*, de nem *3D-s nyomtatás*, 7. faktor: *robotok*, de nem *IoT*). A faktorok leírását az 5. táblázat tartalmazza.

5. táblázat

A kapott faktorok leírása

Faktor	Elnevezés	Jellemző
1.	Digitalizáció	Pozitív korreláció az összes digitalizációs témakörrel
2.	Csak az alapok	Digitális közszolgáltatások és IT-infrastruktúra használata; negatív korreláció kifinomultabb technológiákkal, például felhőszolgáltatások és robotok
3.	Online értékesítés	Az internetes értékesítés tényezői: honlapon elérhető webshop funkcionálisai, elektronikus piactereken történő értékesítés és a hozzá tartozó ügyfélszolgálat; gyenge negatív korreláció az IT-készségekkel és -szakemberekkel, azaz ez a dimenzió nem IT-szakudás-igényes
4.	Nincs big data	A big data-használat hiányának különböző indokai jelennek meg
5.	Felhőszolgáltatások	Az internetes felhőszolgáltatásokkal pozitívan korrelál, erős negatív összefüggés a 3D-s nyomtatással
6.	3D-s nyomtatás	Pozitív összefüggés a 3D-s nyomtatással, negatív a big data-, robot- és IoT-technológiákkal
7.	Robotok	Pozitív összefüggés a szolgáltató robotokkal, negatív az IoT-vel
8.	IT-készségek	Pozitív összefüggés a menedzsmentszoftverek alkalmazásával és az informatikai szakemberekkel, negatív a 3D-s nyomtatással

A digitalizáció irányjai ágazati összehasonlításban

Az 1. faktor, a *digitalizáció* legmagasabb átlagos értékét a gyógyszeriparban találtuk. Szintén átlag feletti értékek szerepelnek az autóipar, illetve a számítógép és elektronikai ágazatban. Továbbá, ami elsőre talán kevésbé triviális, az italgyártásban is. A ruházati, bőr- és cipőipar, illetve fafeldolgozás ágazatokban pedig lényegesen alacsonyabb értékkel van jelen ez a faktor. A többi faktorról kapcsolatban is megfigyelhetünk néhány jellegzetességet. A 3. faktor, az *online értékesítés* például elsősorban az ital-, illetve a nyomdaipar esetében jellemző, ami logikusnak tűnik. Az 5. faktor, a *felhőszolgáltatások* (és nem *3D-s nyomtatás*) leginkább a gyógyszeripari válaszadókra volt jellemző. A 6. faktor, a *3D-s nyomtatás* legmagasabb értékét pedig az autóipari, műanyagipari, fémipari és villamos berendezések gyártása esetében látjuk. A 7. faktor, a *robotok* az autó- és járműgyártási ágazatokban mutatta a legmagasabb átlagot (6. táblázat).

6. táblázat
A digitalizációs faktorértékek átlagai az egyes ágazatokban

Ágazat	Digitalizáció	Csak az alapok	Online értékesítés	Nincs big data	Felhő-szolgáltatások	3D-s nyomtatás	Robotok	IT-készségek
Élelmiszergyártás	-0,06	0,04	0,03	-0,01	0,05	-0,08	-0,02	0,05
Italgártás	0,28	0,03	0,49	-0,06	-0,06	-0,06	-0,01	0,13
Textilgyártás	-0,18	0,01	0,07	0,05	0,04	0,02	0,04	0,03
Ruházat	-0,45	-0,11	0,09	-0,01	0,03	-0,05	0,02	-0,04
Bőr és cipő	-0,35	0,04	-0,03	0,02	0,01	-0,04	0,04	-0,08
Fafeldolgozás	-0,29	0,02	0,09	0,00	-0,01	-0,07	0,03	-0,07
Papírgyártás	0,09	0,02	-0,01	0,05	0,11	-0,02	0,04	0,07
Nyomda	0,13	0,01	0,26	0,05	0,03	-0,08	0,00	0,05
Vegyipar	0,00	0,15	0,02	0,01	0,07	-0,05	-0,01	0,05
Gyógyszergyártás	0,52	-0,01	-0,05	-0,08	0,32	-0,01	-0,01	0,08
Gumi és műanyag	0,02	-0,01	-0,04	-0,01	-0,01	0,06	-0,01	-0,01
Ásványi anyagok	0,18	-0,01	0,10	0,08	0,00	-0,04	0,00	0,08
Fémalapanyag	0,12	-0,03	-0,19	0,00	0,01	0,08	0,02	0,07
Fémfeldolgozás	-0,13	0,05	-0,03	0,00	0,02	-0,01	-0,02	0,01
Elektronika, számítógép	0,21	-0,10	-0,02	-0,05	-0,10	0,04	-0,01	-0,13
Villamos berendezés	0,18	-0,01	-0,09	-0,01	-0,06	0,07	0,01	-0,01
Gépgyártás	0,16	-0,02	-0,05	0,02	-0,07	0,03	-0,02	-0,01
Autóipar	0,23	-0,08	-0,23	0,00	-0,06	0,08	0,06	0,03
Egyéb jármű	-0,10	0,05	0,00	0,01	0,02	0,03	0,05	0,03
Bútorgyártás	-0,18	0,05	0,08	0,00	-0,01	0,03	0,00	-0,02
Egyéb feldolgozó	0,08	-0,02	0,12	-0,02	-0,01	0,07	0,01	-0,16
Javítás	-0,08	0,05	0,00	-0,02	0,03	0,00	-0,03	-0,02

Megjegyzés: a táblázat az ágazatok átlagos faktorértékeinek tízezerszereseit tartalmazza.

A digitalizáció és az üzleti teljesítmény összefüggései

A digitalizációs faktorok kapcsolatát a vállalati jellemzőkkel és az üzletiteljesítmény-mutatókkal kétváltozós korrelációk segítségével elemezzük.

Az 1. faktor, a *digitalizáció* mind a foglalkoztatottak száma, mind az árbevétel tekintetében leginkább nagyvállalatokra jellemző (7. táblázat). Kisebb mértékű, de szintén pozitív az összefüggés a tőkeintenzitással és a vállalat exportorientációjával. Nem meglepő módon a technológiaintenzívebb besorolású iparágakra inkább jellemző a digitalizáció is. A külföldi tulajdonosi háttérrel gyenge a korreláció. Nem látunk összefüggést az üzleti teljesítmény több változójával sem. Így például a készletforgás sebessége és a profitabilitási mutatók sem mutatnak kapcsolatot ezzel a faktorral. Emellett ez a faktor erős pozitív összefüggést mutat a termelékenységgel és ennek megfelelően a dolgozók bérével is.

7. táblázat

A digitalizációs faktorok és a vállalati jellemzők közti korrelációs együtthatók

	Digitali- záció	Csak az alapok	Online eladás	Nincs big data	Felhő- szolgál- tatások	3D-s nyomatás	Robo- tok	IT- készségek
VÁLLALATI JELLEMZŐK								
Méret (foglalkoztatottak)	0,43	-0,23	-0,23		-0,11	-0,06	0,22	
Árbevétel	0,25	-0,20	-0,16	0,10	-0,14	-0,13	0,18	
Befektetett eszközök	0,16	-0,14	-0,12	0,07	-0,14	-0,16	0,17	
Külföldi tulajdon	0,08					0,10	0,10	
Átlagbér	0,44	-0,07	-0,18			0,10	0,10	0,12
Exportarány	0,24		-0,27			0,16	0,08	
Technológiaintenzitás	0,21	-0,05	-0,15		-0,09	0,12		-0,07
Tőkeintenzitás	0,24		-0,05				0,06	0,14
TELJESÍTMÉNYMUTATÓK								
Készletforgás		-0,05					0,07	
Munkatermelékenység	0,37	-0,07	-0,07				0,06	0,12
ROS						-0,06	-0,09	
ROIC					-0,09			

Megjegyzés: csak a $p < 5$ százalékon szignifikáns együtthatók.

A következő két faktor (*csak az alapok* és *online értékesítés*) inkább a kisebb vállalatokra jellemző. Az *online* eladás emellett valamennyire az alacsonyabb fizetésekkel és a belföldi orientációval is együtt jár. E két faktor nagyon gyenge negatív kapcsolatot mutat a munkatermelékenységgel. A profitabilitás mind a két faktortól független.

A következő három faktorra (*nincs big data*, *felhőszolgáltatások* és *3D-s nyomtatás*) jellemző, hogy gyenge összefüggéseket mutatnak a vizsgált vállalati jellemzőkkel,

esetükben az összes korrelációs együttható 0,2 alatti. Ennél is gyengébb a kapcsolatuk az üzleti teljesítmény mutatóival.

A *robotok* faktor a nagyobb vállalatokra jellemző. Ráadásul ez a faktor mutatja a legnagyobb negatív korrelációt (-0,09) az üzleti teljesítmény változói közül az árbevétel-arányos nyereséggel (ROS). Az *IT-készségek* faktor összefüggései viszonylag gyengék és a várakozásnak megfelelő irányúak, azaz pozitív összefüggést mutat a bérekkel, a termelékenységgel és a tőkeintenzitással.

Ha a *digitalizáció* faktoron túlmenően specifikusan az ipar 4.0-hoz közelebb álló faktorokat emeljük ki, akkor azt látjuk, hogy a *nincs big data* faktor nem mutat semmilyen karakteres irányt. A *felhőszolgáltatások* és a *3D-s nyomtatás* inkább a kisebb cégekre, a *robotok* faktor inkább a nagyobb cégekre jellemző. A külföldi tulajdon – bár 0,1 szinten mind a *3D-s nyomtatás*, mind a *robotok* kapcsán előkerül – nem tűnik meghatározó jellemzőnek. Az üzleti teljesítmény mutatóinál arra figyelhetünk fel, hogy ez a három, az ipar 4.0-hoz közel álló faktor a nyereségeség valamelyik elemével negatív kapcsolatot mutat, ami talán nem is a kapcsolat erőssége, sokkal inkább a kapcsolatban látható tendencia miatt érdekes.

Következtetések

Magyarországon eddig többesres vállalati mintára épülő kutatás nem vizsgálta a feldolgozóipari vállalatok által követett digitalizációs irányokat, ahogyan ezen irányok vállalati jellemzőkkel és üzletiteljesítmény-mutatókkal való kapcsolatát sem. Kutatásunkat több újszerű megközelítés jellemzi (például mintavétel és elemszám, a termelővállalatoknál tapasztalható digitalizációs erőfeszítések komplex megközelítése, a teljesítménymutatók és a vállalati jellemzők beszámolóalapú számszerűsítése), ezért eredményeink a nemzetközi szakirodalomhoz is értékes hozzájárulásnak tekinthetők.

DIGITALIZÁCIÓS IRÁNYOK • A technológia elterjedtségével kapcsolatos eredményeink alátámasztották, hogy az új digitalizációs hullám térnyerése nem általános Magyarországon (*Szalavetz–Somosi* [2019]), leginkább a nagyobb – és termelékenyebb – vállalatok „költészes játszótere” (*Demeter és szerzőtársai* [2020]). Magyarország digitalizációs listákon elfoglalt helye alapján ez a következtetés nem teljesen újszerű (*IMD Digital Competitiveness, DESI index*), de kiterjedt vállalati adatbázis-elemzés eddig – ilyen részletezettséggel – nem támasztotta alá.

Komplex digitális tevékenység a nagyobb, inkább technológiaintenzív és exportorientált vállalatokra jellemző. E vállalatok egyúttal magasabb képzettségű munkaerőt alkalmaznak, ami feltétele lehet a digitalizációs programok végrehajtásának és sikerességének. Ez az eredmény egybecseng *Szász és szerzőtársai* [2021] korábbi eredményeivel, amelyek szerint a nagyobb cégek jelentősebb beruházásokat hajtanak végre. Továbbá egyértelműen rezonál *Szalavetz–Somosi* [2019] hazai tapasztalataira is.

A komplex digitális program megvalósítására utaló főkomponens azonosítása mellett számos „másodlagos” dimenziót is feltártunk. Az ipar 4.0 tendenciákkal több

faktor is összefüggésbe hozható: *felhőszolgáltatások, robotok, 3D-s nyomtatás, nincs big data*. Az ipar 4.0-nak tehát egyfajta kettőssége figyelhető meg, ami egyértelműen mutatja, hogy a cégek egy része nem komplex ipar 4.0 programokban gondolkodik, miközben a cégek egy-egy további része a jelenségnek csak egy-egy faktorba „konzentráló” dimenzióját követi markánsan.

ÜZLETI TELJESÍTMÉNY • Eredményeink szerint nincs egyértelmű kapcsolat a feldolgozóipari cégek által megvalósított digitalizációs irányok és az üzleti teljesítmények mutatói, specifikusan a működési hatékonyság és a nyereségesség szintje között. Eredményeink tehát alapvetően más képet mutatnak, mint a szakirodalom, amely a vállalatoknál a digitalizáció előtérbe kerüléséhez egyértelműen pozitív teljesítményhatásokat kapcsol.

A működési mutatókkal kapcsolatban a leggyakrabban kiemelt hatás a jobb készletmenedzsment (*Lin és szerzőtársai [2019]*), amire mi – a készletforgás mutatójával – nem találtunk bizonyítékot. A nyereségesség mutatóihoz is pozitív kapcsolatot társít a szakirodalom (*Alkaraan és szerzőtársai [2022]*, *Bettiol és szerzőtársai [2019]*, *Chen [2021]*, *Li és szerzőtársai [2020]*). Kutatásunk azonban arra utal, hogy bár gyenge a kapcsolat, de különösen az ipar 4.0 faktoroknál negatív. Mindez pozitív olvasatban arra utalhat, hogy az üzleti teljesítmények mutatóiban jó és kevésbé jó cégek egyaránt elindulhatnak a digitalizációval.

A nemzetgazdasági jelentőségű munkatermelékenység a komplex digitalizációs program megvalósulásához kapcsolódik, amely alapvetően a nagyobb és külföldi piacokon érdekelt cégek sajátja. Az erre a kapcsolatra korlátozódo pozitív összefüggés tehát árnyalja azt az elképzelést, hogy a digitalizáció formáinak térnyerése és a termelékenység kéz a kézben járnak. *Szalavetz [2019]* is felhívja a figyelmet arra, hogy a két jelenség között egy időben elhúzódó kapcsolat lehet. Eredményeink tükrében az a megállapítás is helytálló lehet, hogy a digitalizációban élen járók további termelékenységi elszakadása várható (*Gal és szerzőtársai [2019]*).

A szakirodalomban olvasottaktól való részleges eltérésnek több lehetséges oka is van. Egyrészt, eredményeink ország- vagy régióspecifikusak lehetnek. Korábbi kutatások megállapították, hogy a kelet-közép-európai gazdaságok, különösen Románia és Magyarország, lemaradásban vannak a digitalizációs tevékenységek terén a fejlett országokhoz képest (*Demeter és szerzőtársai [2018]*). E lemaradás okozhatja a digitalizáció több irányában is az adott faktor és az üzleti teljesítmény közötti kapcsolat hiányát, például azért, hogy a beruházások még nem jutottak el abba a fázisba, hogy megtérüljenek, ha egyáltalán elkezdődtek ezek a beruházások a vállalatoknál (*Demeter és szerzőtársai [2020]*).

Másrészt, ha el is fogadjuk, hogy a hatások kérdőíves (szubjektív) mérése (*Chen [2021]*, *Tortorella és szerzőtársai [2019]*, *Li és szerzőtársai [2020]*) korrelál az objektív mérésekkel, akkor is feltételezhető, hogy ezek túlbecsülik a valóságot (például a munkavállaló saját felelősségi körébe tartozó feladatokról és azok eredményeiről nyilatkozik). Az esettanulmányok pedig rendszerint sikeres digitális átalakulásokra helyezik a hangsúlyt, ami korlátozhatja ezek megállapításainak érvényességét a vállalatok összességére vonatkozóan.

Harmadrészt, bár léteznek olyan tanulmányok, amelyek kutatásunkhoz hasonlóan „objektív” pénzügyi mutatókat használnak (*Alkaraan és szerzőtársai* [2022], *Bettiol és szerzőtársai* [2019], *Lin és szerzőtársai* [2019], *Yang és szerzőtársai* [2020]), ezek kizárólag tőzsdei vállalatok adatain alapulnak, amelyek általában nagyobbak és hatékonyabbak az átlagos vállalatoknál. Ezekhez képest kutatásunk a legalább 10 főt foglalkoztató magyarországi feldolgozóipari vállalatok egyharmadának felhasználásával egy szélesebb vállalati körre vonatkozik. Maga az elemzésbe vont vállalati kör nagysága és a mintavétel is magyarázatként szolgálhat. Az eddig levont következtetések sokszor kényelmi mintavételt követő kvalitatív vagy kvantitatív mintákon alapultak. Lásd például *Frank és szerzőtársai* [2019] tanulmányát, amelyben körülbelül 100 cég adatai alapján és 15 digitálisan érett vállalat alapján fogalmaz meg következtetéseket.

Végül az is lehetséges, hogy a cégek a digitalizációtól elsősorban a vevői értékdimenziókban várnak (például minőség-, rugalmasság-) javulást. Például a digitalizációval egy cég a piac által elvárt, de nem „honorált”, egyre szélesebb termékpaletta mellett is azonos szinten tudja tartani a készletforgását.

FEJLESZTÉSI IRÁNYOK ÉS TOVÁBBI KUTATÁSOK • A digitalizáció nemzetgazdasági jelentőségét idehaza is számos munka felveti. Kiemelve egyfelől a támogató ökoszisztéma szűk keresztmetszeteit (*Szerb és szerzőtársai* [2020], *Vasvári és szerzőtársai* [2019]), másfelől felhívva a figyelmet arra, hogy a feldolgozóiparban a digitalizáció térnyerése – illetve általánosabban az innováció hiányosságai – a felzárkózási nehézségek fokozódását vetítik előre (*Szalavetz–Somosi* [2019], *Pongrácz–Nick* [2017]).

A felzárkózási dinamika kapcsán közismert összefüggés: a feldolgozóipar teljesítményének domináns részét adja az a külföldi tőkebefektetés, amely összeszerelő jellegű feladatokat költséghatékonyan lát el (*Lux* [2017]), és egy duális (*Braun–Sebestyén* [2019], *Hámori–Szabó* [2010], *Palócz* [2019]) – esetleg kettős duális (*Reszegi–Juhász* [2014]) – gazdasági szerkezetet eredményez. A duális szerkezetben a törést a hazai és a nemzetközi vállalatok közötti termelékenységtérés okozza, ami impliciten egy jobb menedzsmentgyakorlatot is feltételez. A digitalizációs irányok többségében nem látható különbség a tulajdonos kiléte szerint. Még a legkomplexebb digitalizációs faktorban is csak gyenge előnyük van a külföldi cégeknek. Eredményeink tehát inkább arra utalnak, hogy ha a digitalizáció hosszabb távon hordoz is veszélyeket a felzárkózás és a hazai feldolgozóipari „üzleti modell” kapcsán, az igazi előrelépést rövid és középtávon mégiscsak a digitalizáció fokozottabb térnyerése jelentené. A kettős dualitás elméletére közvetett „bizonyítékot” adnak eredményeink, amelyek szerint a digitalizációban mind a hazai, mind a külföldi tulajdonú cégeknek hasonló feladataik vannak.

Célunk e tanulmányban kimerül az összefüggések feltárásában és a leíró elemzésében. Ennek megfelelően nem végeztünk oksági elemzéseket arra vonatkozóan, hogy kimutassuk a digitalizáció hatását a vállalati eredményességre (profitabilitásra, termelékenységre, működési mutatókra). Ismerve, hogy e változócsoportok között az okság fordított is lehet (azaz a sikeres működés például megteremtheti a digitalizáció forrásait), továbbá mindkét változócsoportot számos más vállalati és iparági jellemző befolyásolhatja, az oksági összefüggés és a kapcsolatok időbeli változásának vizsgálatához

panelemzés és kifinomultabb ökonometriai eszköztár szükséges. Ilyen irányú kutatáshoz az adatállományok rendelkezésünkre állnak, és mind a kapcsolatok, mind az időbeli lefutások kapcsán vizsgálatokat tervezünk. Ez a kutatástervezés az általunk áttekintett szakirodalomban ma nem jellemző. Az elemzési módszertan ennek megfelelően korlátozza a következtetések levonásának lehetőségét a digitalizáció és a vállalati teljesítmény kapcsán. Például a keresztmetszeti elemzésünkben az e változók közötti kapcsolat hiánya egyszerűen származhat abból, hogy a pozitív hatások csak késve jelentkeznek.

Hivatkozások

- ABDI, H.–VALENTIN, D. [2007]: Multiple correspondence analysis. *Encyclopedia of Measurement and Statistics*, <https://personal.utdallas.edu/~herve/Abdi-MCA2007-pretty.pdf>.
- ALKARAAN, F.–ALBITAR, K.–HUSSAINEY, K.–VENKATESH, V. [2022]: Corporate transformation toward Industry 4.0 and financial performance: The influence of environmental, social, and governance (ESG). *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 175. 121423. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121423>.
- BETTIOL, M.–CAPESTRO, M.–DI MARIA, E.–FURLAN, A. [2019]: Impacts of industry 4.0 investments on firm performance. Evidence from Italy. *Dipartimento di Scienze Economiche Marco Fanno Working Paper*, 233. <https://ideas.repec.org/p/pad/wpaper/0233.html>.
- BLANCHET, M.–RINN, T. [2016]: The Industrie 4.0 transition quantified. How the fourth industrial revolution is reshuffling the economic, social, and industrial model. *Roland Berger GmbH., München*, https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_industry_40_20160609.pdf.
- BOKHORST, J.–KNOL, W.–SLOMP, J.–BORTOLOTTI, T. [2022]: Assessing to what extent smart manufacturing builds on lean principles. *International Journal of Production Economics*, Vol. 253. 108599. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108599>.
- BRAUN ERIK–SEBESTYÉN TAMÁS [2019]: A magyar járműipar beágyazottsága a hazai és nemzetközi értékesítési láncokba. *Statisztikai Szemle*, 97. évf. 7. sz. 687–720. o. <https://doi.org/10.20311/stat2019.7.hu0687>.
- BÜCHI, G.–CUGNO, M.–CASTAGNOLI, R. [2020]: Smart factory performance and Industry 4.0. *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 150. 119790. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119790>.
- CHEN, H.-L. [2021]: Impact of Industry 4.0 on corporate financial performance: A moderated mediation model. *Sustainability*, Vol. 13. 6069. <https://doi.org/10.3390/su13116069>.
- CULOT, G.–NASSIMBENI, G.–ORZES, G.–SARTOR, M. [2020]: Behind the definition of Industry 4.0: Analysis and open questions. *International Journal of Production Economics*, Vol. 226. 107617. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107617>.
- 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*, Vol. 204. 383–394. o. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.08.019>.
- DEMETER KRISZTINA–GOLINI, R. [2014]: Inventory configurations and drivers: An international study of assembling industries. *International Journal of Production Economics*, Vol. 157. 62–73. o. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.10.018>.
- DEMETER KRISZTINA–LOSONCI DÁVID–RÁCZ BÉLA–SZÁSZ LEVENTE [2018]: Assessing Industry 4.0 readiness: a multi-country industry level analysis. *EurOMA Conference*.

- http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/3911/1/AssessingIndustry4.0readiness-amulti-countryindustrylevelanalysis_final_submitted.pdf.
- DEMETER KRISZTINA–LOSONCI DÁVID–MARCINIAK RÓBERT–NAGY JUDIT–MÓRICZ PÉTER–MATYUSZ ZSOLT–BAKSA MÁTÉ–FREUND ANNA–JÁMBOR ZSÓFIA–PISTRUI BENCE–DIÓFÁSI-KOVÁCS ORSOLYA [2020]: Industry 4.0 through the lenses of technology, strategy and organization: a compilation of case study evidence. *Vezetéstudomány*, 51. évf. 11. sz. 14–25. o. <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2020.11.02>.
- DEMETER KRISZTINA–LOSONCI DÁVID–NAGY JUDIT [2021]: Road to digital manufacturing – a longitudinal case-based analysis. *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 32. No. 3. 820–839. o. <https://doi.org/10.1108/JMTM-06-2019-0226>.
- EC [2015]: Monitoring the Digital Economy–Society, 2016–2021. European Commission, <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/341889/725524/Monitoring+the+Digital+Economy+%26+Society+2016-2021/7df02d85-698a-4a87-a6b1-7994df7fbeb7>.
- ELMARAGHY, H.–MONOSTORI, L.–SCHUH, G.–ELMARAGHY, W. [2021]: Evolution and future of manufacturing systems. *CERP*, Vol. 70. No. 2. 635–658. o. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2021.05.008>.
- EUROSTAT [2022a]: ICT usage in enterprises (isoc_e). Eurostat, https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/isoc_e_esms.htm.
- EUROSTAT [2022b]: Glossary: High-tech classification of manufacturing industries, https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:High-tech_classification_of_manufacturing_industries.
- FRANK, A. G.–DALENOGARE, L. S.–AYALA, N. F. [2019]: Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, Vol. 210. 15–26. o. <https://ideas.repec.org/a/eee/proeco/v210y2019icp15-26.html>.
- GAL, P.–NICOLETTI, G.–RENAULT, T.–SORBE, S.–TIMILIOTIS, C. [2019]: Digitalisation and productivity: In search of the holy grail – Firm-level empirical evidence from EU countries. OECD Economics Department Working Papers, No. 1533. OECD Publishing, Párizs, <https://doi.org/10.1787/5080f4b6-en>.
- HÁMORI BALÁZS–SZABÓ KATALIN [2010]: A gyenge hazai innovációs teljesítmény intézményi magyarázatához. *Közgazdasági Szemle*, 57. évf. 10. sz. 876–897. o.
- KAISER, H. F. [1960]: The application of electronic computers to factor analysis. *Educational and Psychological Measurement*, Vol. 20. No. 1. <https://doi.org/10.1177/001316446002000116>.
- KOVÁCS OLIVÉR [2017]: Az ipar 4.0 komplexitása, I. *Közgazdasági Szemle*, 64. évf. 7–8. sz. 823–851. o. <https://doi.org/10.18414/KSZ.2017.7-8.823>.
- KUMAR, M.–TSOLAKIS, N.–AGARWAL, A.–SRAI, J. S. [2020]: Developing distributed manufacturing strategies from the perspective of a product-process matrix. *International Journal of Production Economics*, Vol. 219. 1–17. o. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.05.005>.
- LEECH, J.–MCCULLIE, A.–WHELAN, G.–HAWES, M.–SCHARRING, K.–NASH, S. [2016]: The Digitalisation of the UK Automotive Industry. KPMG, <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/br/pdf/2016/12/smmt-digitalisation-automotive-industry-report.pdf>.
- LI, Y.–JING, D.–LI, C. [2020]: The impact of digital technologies on economic and environmental performance in the context of industry 4.0. A moderated mediation model. *International Journal of Production Economics*, Vol. 229. 107777. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107777>.
- LIN, B.–WU, W.–SONG, M. [2019]: Industry 4.0: Driving factors and impacts on firm’s performance: An empirical study on China’s manufacturing industry. *Annals of Operations Research*. <https://doi.org/10.1007/s10479-019-03433-6>.

- LÓPEZ-GÓMEZ, C.–MCFARLANE, D.–O’SULLIVAN, E.–VELU, C. [2018]: The practical impact of digital manufacturing: results from recent international experience. Interim Report. Policy Links, Institute for Manufacturing (IfM), University of Cambridge, Cambridge, United Kingdom, https://www.ifm.eng.cam.ac.uk/uploads/Content/Images/IfM_IUK_Interim_revised.PDF.
- LOSONCI DÁVID–TAKÁCS OLGA–DEMETER KRISZTINA [2019]: Az ipar 4.0 hatásainak nyomában – a magyarországi járműipar elemzése. *Közgazdasági Szemle*, 66. évf. 2. sz. 185–218. o. <https://doi.org/10.18414/KSZ.2019.2.185>.
- LUX GÁBOR [2017]: A külföldi működő tőke által vezérelt iparfejlődési modell és határai Közép-Európában. *Tér és Társadalom*, 31. évf. 1. sz. 30–52. o. <https://doi.org/10.17649/TET.31.1.2801>.
- MARTIN, C.–SAMANS, R.–BETTI, F.–DRZENIEK-HANOUS, M.–GEIGER, T.–AURIK, J.–BLAYLOCK, A. [2018]: Readiness for the Future of Production Report 2018. Switzerland: World Economic Forum, Cologny/Geneva, <http://reports.weforum.org/country-readiness-for-future-of-production/>.
- MONOSTORI LÁSZLÓ–KÁDÁR BOTOND–BAUERNHANSL, T.–KONDOH, S.–KUMARA, S. R.–REINHART, G.–UEDA, K. [2016]: Cyber-physical systems in manufacturing. *CIRP Annals*, Vol. 65. No. 2. 621–641. o. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.005>.
- NICK GÁBOR–BEREGI RICHÁRD–DOMIÁN KRISZTINA–MEZGÁR ISTVÁN–NACSA JÁNOS–SMEJKÁL PÉTER–SZALAVETZ ANDREA–SZALLER ÁDÁM–VÁRGEDŐ TAMÁS [2021]: Ipar 4.0 érettségi felmérés kérdőíves módszertana. Ipar 4.0 Nemzeti Technológiai Platform, Budapest, https://www.i40platform.hu/sites/default/files/i40platform/2021-12/maturity%20m%C3%B3dszertan_final_Aff.pdf.
- PALÓCZ ÉVA [2019]: Adalékok a külföldi vállalatok magyarországi szerepének a megítéléséhez. *Közgazdaság*, 63. évf. 9–10. sz. 39–64. o. <https://doi.org/10.47630/KULG.2019.63.9-10.39>.
- PONGRÁCZ FERENC–NICK GÁBOR ANDRÁS [2017]: Innováció – a fenntartható növekedés kulcsa Magyarországon. *Közgazdasági Szemle*, 64. évf. 7–8. sz. 723–737. o. <https://doi.org/10.18414/KSZ.2017.7-8.723>.
- RESZEGI LÁSZLÓ–JUHÁSZ PÉTER [2014]: A vállalati teljesítmény nyomában. Nem csak tulajdonosoknak és menedzsereknek! Alinea Kiadó, Budapest.
- SCHUH, G.–ANDERL, R.–GAUSEMEIER, J.–TEN HOMPEL, M.–WAHLSTER, W. [2017]: Industrie 4.0 Maturity Index – Managing the Digital Transformation of Companies. Herbert Utz Verlag, München, <https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-managing-the-digital-transformation-of-companies/>.
- SCHUH, G.–ANDERL, R.–DUMITRESCU, R.–KRÜGER, A.–TEN HOMPEL, M. [2020]: Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies – UPDATE 2020. Acatech Study, München, <https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/download-pdf?lang=en>.
- SZABÓ Zs. ROLAND–HORVÁTH DÓRA–HORTOVÁNYI LILLA [2019]: Hálózati tanulás az ipar 4.0 korában. *Közgazdasági Szemle*, 66. évf. 1. sz. 72–94. o. <https://doi.org/10.18414/KSZ.2019.1.72>.
- SZALAVETZ ANDREA [2019]: Mesterséges intelligencia és technológiavezérelt termelékenység-emelkedés. *Közgazdaság*, 53. évf. 7–8. sz. 53–79. o. <https://doi.org/10.47630/kulg.2019.63.7-8.53>.
- SZALAVETZ ANDREA–SOMOSI SAROLTA [2019]: Ipar 4.0-technológiák és a magyarországi fejlődés-felzárkózás hajtóerőinek megváltozása – gazdaságpolitikai tanulságok. *Közgazdaság*, 63. évf. 3–4. sz. 66–93. o. <https://doi.org/10.47630/kulg.2019.63.3-4.66>.
- SZÁSZ LEVENTE–DEMETER KRISZTINA–RÁCZ BÉLA–GERGELY–LOSONCI DÁVID [2021]: Industry 4.0: a review and analysis of contingency and performance effects. *Journal of*

- Manufacturing Technology Management, Vol. 32. No. 3. 667–694. o. <https://doi.org/10.1108/JMTM-10-2019-0371>.
- SZERB LÁSZLÓ–KOMLÓSI ÉVA–PÁGER BALÁZS [2020]: Új technológiai cégek az Ipar 4.0 küszöbén. *Vezetéstudomány*, 51. évf. 6. sz. 81–96. o. <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2020.06.08>.
- TORTORELLA, G. L.–GIGLIO, R.–VAN DUN, D. H. [2019]: Industry 4.0 adoption as a moderator of the impact of lean production practices on operational performance improvement. *International Journal of Operations–Production Management*, Vol. 39. No. 6–8. 860–886. o. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-01-2019-0005>.
- VASVÁRI TAMÁS–DANKA SÁNDOR–HAUCK ZSUZSANNA [2019]: Termelés és innováció – tanulások a hazai iparpolitika számára. *Közgazdasági Szemle*, 66. évf. 10. sz. 1031–1055. o. <http://doi.org/10.18414/KSZ.2019.10.1031>.
- VENABLES, W. N.–RIPLEY, B. D. [2013]: *Modern applied statistics with S-PLUS*. Springer Science–Business Media, <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-2819-1>.
- WINTERHOFF, M.–KEESE, S.–BOEHLER, C.–HOYES, C. [2016]: *Digital factories – The renaissance of the U.S. automotive industry*. Roland Berger GmbH., München, https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_tab_digital_factories_20160217.pdf.
- YANG, J.–YING, L.–GAO, M. [2020]: The influence of intelligent manufacturing on financial performance and innovation performance: the case of China. *Enterprise Information Systems*, Vol. 14. No. 6. 812–832. o. <https://doi.org/10.1080/17517575.2020.1746407>.

Kedves Szerzőink!

Az MTA Könyvtár és Információs Központtal együttműködve cikkeinket ellátjuk a CrossRef-nél regisztrált DOI-azonosítóval. Ezért kérjük, hogy a *Hivatkozásokban* tüntessék fel a művek DOI-azonosítóját (természetesen sokszor előfordul, hogy nincs ilyen). A DOI a következő linkre kattintva kereshető meg: <http://search.crossref.org>.

Például:

BOLDRIN, M.–MONTES, A. [2005]: The intergenerational state. *Education and pensions*. *Review of Economic Studies*, Vol. 72. No. 3. 651–664. o.

A hivatkozott tételt bemásoljuk a keresőmezőbe, a találati listából pedig kiválasztjuk a megfelelő tételnél lévő hivatkozást, és beszurjuk a hivatkozás végére: BOLDRIN, M.–MONTES, A. [2005]: The intergenerational state. *Education and pensions*. *Review of Economic Studies*, Vol. 72. No. 3. 651–664. o. <https://doi.org/10.1111/j.1467-937x.2005.00346.x>.

Ne feledkezzenek meg a beszurtt hivatkozás hiperhivatkozásként való megjelöléséről a kéziratban!

A CrossRef-nél regisztrált DOI növeli a cikkek láthatóságát, könnyíti az adott, kapott hivatkozások összeszámlálását!