

## A feldolgozóipar és az Ipar 4.0 technológiák területi összefüggései Magyarországon a negyedik ipari forradalom elején

### *Territorial relations of manufacturing industry and Industry 4.0 technologies in Hungary at the beginning of the fourth industrial revolution*

KISS ÉVA, PÁGER BALÁZS,

**KISS Éva:** tudományos tanácsadó, HUN-REN Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Földrajztudományi Intézet, MTA Kiváló Kutatóhely; 1112 Budapest, Budaörsi út 45; [kiss.eva@csfk.org](mailto:kiss.eva@csfk.org), [kisse@helka.iif.hu](mailto:kisse@helka.iif.hu); <https://orcid.org/0000-0003-3605-9402>

**PÁGER Balázs:** tudományos munkatárs, HUN-REN Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont, Regionális Kutatások Intézete; 1097 Budapest, Tóth Kálmán u. 4.; Department of Geography and Regional Research, University of Vienna, Ausztria; [pager.balazs@krtk.hun-ren.hu](mailto:pager.balazs@krtk.hun-ren.hu); <https://orcid.org/0000-0001-8061-1300>

**KULCSSZAVAK:** feldolgozóipar; Ipar 4.0 technológiák; negyedik ipari forradalom; ipari beruházás; Magyarország

**ABSZTRAKT:** Az elmúlt évtizedben, de különösen az utóbbi években a magyar ipar is számos kihívással nézett szembe, amelyek közül az egyik legfontosabb az Ipar 4.0 technológiák terjedése. A szakirodalmi tapasztalatok szerint ezt számos tényező befolyásolja. A tanulmányban evolúciós gazdaságföldrajzi megközelítésben azt vizsgáljuk, hogy milyen összefüggések vannak az eltérő technológiai intenzitású feldolgozóipari ágazatok területi koncentrációja és az Ipar 4.0 technológiák térbeli mintázata között a negyedik ipari forradalom elején. Különböző adatbázisok és indikátorok felhasználásával, amelyek a digitális infrastruktúrára és a társadalmi, gazdasági fejlettségre vonatkoztak, korreláció- és klaszterelemzést végeztünk megyei szinten. Megállapítottuk, hogy az Ipar 4.0 technológiák alkalmazása, és ezáltal a digitalizáció elsősorban azokban a térségekben előrehaladottabb, ahol a magas és közepesen-magas technológiai intenzitású ágazatok koncentrálnak. A 2014–2019 közötti időszak, amely a negyedik ipari forradalom kezdeti szakaszának is tekinthető, egyik fontos trendje, hogy a feldolgozóiparban nőtt az alacsonyabb technológiai szintű ágazatok koncentrációja, ami viszont kevésbé kedvez a digitális technológiák alkalmazásának. Az Ipar 4.0-hoz kötődő technológiák térbeli megoszlása látványosan tükrözi a digitális megosztottságot az ország északi és déli fele között, mivel a fejlettebb és jelentősebb feldolgozóipari koncentrációval rendelkező északi országrészben sokkal markánsabb az előfordulásuk.

**KISS Éva:** scientific advisor, Geographical Institute, HUN-REN Research Centre for Astronomy and Earth Sciences; H-1112 Budapest, Budaörsi út 45; [kiss.eva@csfk.org](mailto:kiss.eva@csfk.org), [kisse@helka.iif.hu](mailto:kisse@helka.iif.hu); <https://orcid.org/0000-0003-3605-9402>

**Balázs PÁGER:** research fellow, Institute for Regional Studies, HUN-REN Centre for Economic and Regional Studies; H-1097 Budapest, Tóth Kálmán u. 4.; Department of Geography and Regional Research, University of Vienna, Austria; [pager.balazs@krtk.hun-ren.hu](mailto:pager.balazs@krtk.hun-ren.hu); <https://orcid.org/0000-0001-8061-1300>



**KEYWORDS:** *manufacturing industry; Industry 4.0 technologies; fourth industrial revolution; industrial investment; Hungary*

**ABSTRACT:** *Over the last decade, but especially in recent years, Hungarian industry has faced numerous challenges, one of the most important being the spread of Industry 4.0 technologies. This phenomena is influenced by various factors, according to the literature, and is explored in this study from the perspective of evolutionary economic geography. The investigation delves into the connections between the spatial concentration of manufacturing sectors with varying technology intensities and the spatial distribution of Industry 4.0 technologies at the beginning of the fourth industrial revolution.*

*Using various databases and indicators related to digital infrastructure, social development and economic progress, we carried out correlation and cluster analysis at the county level. We found that the use of I4.0 technologies, and thus digitalisation, is notably more advanced in regions where sectors with high and medium-high technological intensity are concentrated. During the period between 2014 and 2019, considered as the initial phase of the 4IF, the predominant trend was the concentration of sectors with a lower technological level in the Hungarian manufacturing industry. This trend poses challenges to the widespread incorporation of digital technologies.*

*This process was not only evident in industry trends but also manifested spatially. A comparison of county clusters in 2014 and 2019 revealed that the majority of the counties retained their former cluster positions, while three counties shifted to a group with worse indicator values, and one to a group with better ones. Consequently, the sectoral structure of the manufacturing industry witnessed stagnation rather than progress.*

*The geographical distribution of Industry 4.0 technologies strongly reflects and reinforces the digital divide between the northern and southern parts of the country. In the northern region, characterised by a more developed and significant industry, the presence of new technologies is more frequent. No significant changes to this spatial pattern can be expected in the future either, mainly because most of the new industrial investments that have been made in recent years are also connected to the northern part of the country. Therefore, significant progress in the application of Industry 4.0 technologies is anticipated in these areas in the coming years.*

*Overall, this study contributes to the discourse on evolutionary economic geography, addressing the question of whether path dependence governs the evolution of the sectoral structure of the Hungarian manufacturing industry. It also explores whether the spread of Industry 4.0 technologies during the early stages of the fourth industrial revolution will impede the development of Hungarian counties.*

## Bevezetés

Az ipari forradalmak műszaki-technikai vívmányai az infokommunikációs technológiák (IKT) fejlődését is nagymértékben elősegítették (Kiss, Tiner 2021). Fejlettségük és területi sajátosságai számottevően meghatározhatják azoknak az új technológiáknak az elterjedését is, amelyek a negyedik ipari forradalom (4IF) fő húzóerőit képezik. Ezt a kilenc új technológiát (autonóm robotok, kiterjesztett valóság, szimuláció, vertikális/horizontális integráció, dolgok Internete, Felhő, Big data, kiberbiztonság, 3D nyomtatás) szokták együttesen Ipar 4.0-ként (I4.0) is említeni (Rüßmann et al. 2015). Napjainkra azonban már kibővült a körük, mivel újabb technológiák (pl. mesterséges intelligencia, digitális iker) is megjelentek, miközben jelentős fejlődésen is keresztülmentek további markáns változásokat indukálva az élet minden területén (Winter 2020; Emmert-Streib 2023). Az Ipar

4.0 fogalma először Németországban jelent meg 2011-ben, és főleg az utóbbi években terjedt el széles körben Magyarországon is. Ma már az Ipar 4.0 és a 4IF fogalmát többnyire azonos értelemben használják, habár az előbbi alatt kezdetben csak az iparban, az ipari termelésben bekövetkezett radikális változásokat értették, míg a 4IF a gazdaság és a társadalom egészében végbemenő forradalmi változásokat jelent, amelyek kiterjedése még több évtizedig is eltarthat (Schwab 2016).

Az I4.0 technológiák a különböző fejlettségű és elterjedtségű IKT eszközökre támaszkodva forradalmi átalakulást eredményeznek az iparban a termelés hálózatokba szerveződésével, illetve a valós és a virtuális világnak a kibernetikai rendszerekben történő összekapcsolódásával (Winter 2020). A 4IF lényegét az ipari és az infokommunikációs technológiák szoros összekapcsolódása, fúziója adja (Herman, Pentek, Otto 2015; Kiss, Tiner 2021). Az I4.0 technológiák erősödő elterjedése miatt a robotizáció, a digitalizáció és az automatizáció fokozódik, amelyek nemcsak lokálisan, hanem globálisan is hatalmas változásokat eredményeznek a vállalkozásokban és a foglalkoztatásban egyaránt, de az élet más területein is.

A tanulmányban elsősorban azt vizsgáljuk, hogy a magyar feldolgozóipar ágazati szerkezetének területi mintázatai hogyan változtak, és hogyan függenek össze az Ipar 4.0 technológiák előfordulásával a megyék szintjén a járvány kitörését megelőző fél évtizedben, amit a 4IF korai szakaszának tekintünk. A vizsgálat eredményei egyrészt hozzájárulhatnak az Ipar 4.0 magyarországi terjedésének pontosabb megismeréséhez, és ezáltal a különböző területi és gazdaságfejlesztési stratégiák kidolgozásához. Másrészt, szélesebb értelmezésben és evolúciós gazdaságföldrajzi megközelítésben az útfüggőség elméleti kontextusában arra is választ adnak, hogy a megyék iparának struktúrája hogyan változik vagy változik-e egyáltalán az új technológiák terjedésével. Egy-egy megye fejlődésében ugyanis utat nyithatnak olyan iparágak megjelenésének, amelyek korábban nem voltak jellemzőek. Kérdés továbbá az is, hogy az I4.0 technológiák megjelenése átrajzolja-e a magyar ipar térszerkezetét?

A tanulmány öt fő részből áll. A bevezetést követően a második rész a vonatkozó szakirodalmi előzményeket tárja fel. A harmadik rész az adatforrásokat és a módszertant mutatja be. A negyedik részben a különböző adatbázisok és módszerek alkalmazásával kapott eredményeket értékeljük három alfejezetben. Végül az összefoglalás következik.

### **Szakirodalmi előzmények: az ipari forradalmak és az infokommunikációs technológiák fejlődése**

Az ipari forradalmak során mindig újabb és újabb IKT technológiák jelentek meg, amelyek azután forradalmi változást eredményeztek nemcsak az iparban és a gazdaság egészében, hanem a társadalomban is. Az első ipari forradalom vége felé kezdett megjelenni a távolság kezdeti „legyőzésében” jelentős szerepet játszó,

elektromágneses elveken működő távíró (telegráf), ami azonnali elektronikus információcserét tett lehetővé a világ különböző pontjai között (Vajda 1979; Kiss, Tiner 2021).

A második ipari forradalom fő hajtóereje, a villamos áram a modern távközlés kibontakozását alapozta meg a távbeszélő és a telefonközpont felfedezésével és gyors terjedésével (Hagett 2006). Óriási előrelépés történt a távíró- és távbeszélővonalak hosszúságában és hálózattá szervezésében is. Nemcsak a távközlési vezetékhalozatok sűrűsége nőtt, hanem a kapacitásuk is, miáltal kedvezően hatottak – többek között – az ipari termelésre, a hatékonyság fokozódására, a növekvő kereslet gyorsabb kielégítésére és a vállalatok telephelyeinek gyarapodására (Stutz, Warf 2012).

Az IKT technológiák és a telekommunikáció fejlődésében a harmadik ipari forradalom a „take-off” időszaka (Vida 2017). Az 1960-as évektől kiteljesedett újabb ipari forradalom hajtóerőit az elektronika és az információs technológiák ugrásszerű fejlődése képezték. Kezdetben a számítógépek, majd később az Internet (1980) megjelenése és terjedése nagymértékben hozzájárult az ipari termelés nemzetköziesedéséhez és a világgazdaság globalizálódásához (Warf 2017). Mindezek következtében pedig egy új információs gazdaság kezdett kibontakozni, ami sok vonatkozásban különbözött a hagyományos gazdaságtól (Barsi 2003; Carayannis, Sagi 2001; Castells 1998). Megváltoztak például a vállalkozások térbeli stratégiái is. Nyilvánvalóvá vált, hogy a telephely megválasztása nemcsak a valóságban, a földrajzi térben fontos, hanem az internet világában is vannak olyan cégek, amelyek központi helyzetre törekednek (Baji 2014). Azt is kimutatták, hogy az új IKT eszközök gyorsabban terjedtek a profitorientált, üzleti szférában, mint az állami szektorban (Phillips 1991).

A 4IF műszaki-technológiai vívmányai is – a korábbiakhoz hasonlóan – térben és időben differenciáltan terjednek. Tükröződik ez pl. a digitális gazdaság és társadalom fejlettségét mérő mutató (DESI) értékében is, ami az EU átlagát tekintve 35-ről 51-re szökött fel 2016 és 2021 között, míg hazánk értéke 29-ről 41-re (EC 2021). A látványos előrelépés ellenére ez az érték még mindig jóval elmarad az EU-n belül legmagasabb (60 fölötti) értékkel rendelkező országoktól (Dánia, Finnország, Hollandia, Írország). Ugyanakkor csak néhány ország (Lengyelország, Görögország, Bulgária, Románia) értékei rosszabbak Magyarországénál. Más mutatók (pl. Global Entrepreneurship Index, European Index of Digital Entrepreneurship Systems) értékei is hazánk tartósan kedvezőtlen pozíciójára utalnak (Éltető 2021; Szerb, Komlósi, Páger 2020). Fontos azt is hangsúlyozni, hogy egy-egy országon belül is nagy különbségek lehetnek a vállalkozások és a háztartások IKT használatában. Rendszerint a fejlettebb országrészekben, a centrumterületeken, a városokban kedvezőbbek az értékek, mint a kevésbé fejlett, elmaradott térségekben és a falvakban. Ennek a leggyakoribb oka az infrastrukturális beruházások hiánya és a társadalmi felkészültség alacsony szintje (Bailey, De Propis 2019).

Az új technológiák terjedését befolyásoló okok azonban valójában rendkívül sokfélék és jóval összetettebbek, amit a szakirodalmi tapasztalatok is igazolnak. A mostanra már igen gazdag Ipar 4.0-val összefüggő publikációk száma 2016-tól indult gyorsabb gyarapodásnak (Tuegeh, Harangi-Rákos, Nagy 2021). A Web of Science (WoS) adatbázisa szerint az affiliáció alapján a 2011 és 2020 között megjelent publikációk 70 országból származtak. Tíznel több publikációval 29 ország (41%) rendelkezett; az élen az Egyesült Királyság, Olaszország, Németország, az Amerikai Egyesült Államok, Kína és Brazília állt. Ez egyfelől azt jelzi, hogy az Ipar 4.0 kutatások elsősorban a fejlett országokban gyakoribbak, ami valószínűleg annak tudható be, hogy az I4.0 adaptációja előrehaladottabb ezekben az országokban (Liboni et al. 2019). Kezdetben főleg a fejlettebb európai országokban jelentek meg Ipar 4.0-val kapcsolatos publikációk, míg később a világ más fejlett és kevésbé fejlett régióiban is, vagyis a világ egyre nagyobb hányadára terjedt ki az Ipar 4.0 (Kiss 2021/2022). Másfelől az I4.0 publikációk országok szerinti megoszlása arra utalhat közvetve, hogy a digitális technológiák használata a legtöbb országban még a kezdeti fázisban van (Tay, Alipal, Lee 2021). A világ kevésbé fejlett térségeiben ugyanis még ma is gyakori a fejletlen IKT infrastruktúra, a számítógép és az internet hiánya, sőt néhol az áramellátás sem biztosított (Luthra, Mangla 2018; Mushi, Di Marzo Serugendo, Burgi 2022).

Az Ipar 4.0 kutatásoknak is az egyik fő iránya – hasonlóan az innováció-, illetve fejlődésgazdaságtanhoz – annak feltárása, hogy milyen tényezők és hogyan befolyásolják az új technológiák terjedését, és hogy milyen hasonlóságok és különbségek tapasztalhatók azokban a világ különböző részeiben. Különösen fontos a korlátozó vagy akadályozó tényezők felfedése. Több szakirodalom-elemzés is arra a megállapításra jutott, hogy ebből a szempontból sok a hasonlóság a fejlett és fejlődő országok között (Elhousseiny, Crispim 2022). Általában a pénzügyi források szűkössége és a munkaerő képzetlensége a leggyakoribb akadály, de számos egyéb tényező (pl. kulturális különbségek, fejletlen technológia, motiváció hiánya, csekély műszaki szaktudás stb.) is korlátozhatja az Ipar 4.0 terjedését (Adebanjo et al. 2021; Bravi, Murmura 2021; Ghadimi et al. 2022; Kumar, Singh, Dwivedi 2020, Tortora et al. 2021). Függhet a vállalkozás nagyságától és ágazati hovatartozásától is (Kiss, Kuttor, Varga, 2023). Rendszerint a nagyobb vállalatok, a külföldi érdekeltségűek és a gazdaság bizonyos ágazataihoz (pl. autóipar) tartozók vannak kedvezőbb helyzetben (Nagy, Molnár, Kiss 2020; Mittal et al. 2018; Santos et al. 2017). A szakirodalmi tapasztalatok szerint az Ipar 4.0 előrehaladottságában az országokon belüli különbségek okai sok vonatkozásban hasonlóak a nemzetközi tapasztalatokhoz (Bailey, De Propis 2019; Muscio, Ciffolini 2020; Balland, Boschma 2021).

Az utóbbi években idehaza is szaporodnak az Ipar 4.0-val kapcsolatos kutatások, amelyek legnagyobb hányada a WoS adatbázisa alapján a műszaki tudományok, az automatizáció és a számítástechnika terén jelent meg. Szintén számottevő a közgazdaságtanhoz, illetve az üzleti tudományokhoz köthető publikációk

száma, ami azért nem véletlen, mert az új technológiák alkalmazásának gazdasági vonatkozásai mindig is nagy kutatói érdeklődésre tartottak számot. Vizsgálták pl. az I4.0 technológiák üzleti teljesítményre és általában a feldolgozóiparra gyakorolt hatásait (Demeter et al. 2020; Losonci et al. 2023; Szalavetz 2019), továbbá az egyes ágazatok digitális átállásának vállalatstratégiai kérdéseit (Katona et al. 2023; Keszei, Tóth 2020). Ezzel szemben a földrajzi-területi megközelítések, amelyek a térszerveződés különböző szintjein elemzik az I4.0 technológiák alkalmazását és térbeli terjedésének „törvényszerűségeit”, valamint ezek összefüggéseit a lokális társadalmi, gazdasági adottságokkal, eddig kevés figyelmet kaptak (pl. Kiss, Nedelka 2020; Molnár et al. 2020; Nagy, Molnár, Kiss 2020; Nick 2018). Ezért is tekinthető újszerűnek ez a kutatás, ami különböző indikátorok felhasználásával megyei szinten tárja fel az I4.0 technológiák alkalmazásának térbeli mintázatát az iparszerkezettel összefüggésben a negyedik ipari forradalom elején.

### Adatok és módszertan

Az adatok alapvető forrásai a hivatalos statisztikai adatbázisok és kiadványok voltak. A legalább 10 főt foglalkoztató hazai cégek I4.0 technológiáinak megyei szintű adatai a KSH Tájékoztatói adatbázisából álltak rendelkezésre. Bár ezek az adatok a 2017–2020 közötti időszakra vonatkoztak, nem minden technológia esetében voltak elérhetők mindegyik évre. Emiatt úgy döntöttünk, hogy minden egyes változónak a jelzett időszakra hozzáférhető értékeinek az átlagát vonjuk be a vizsgálatba. Az Ipar 4.0 technológiák közül a következő változókat használtuk (zárójelben a változó rövidített neve olvasható):

- Felhőt használó vállalkozások aránya, % (cloud\_use)
- Ipari robotokat használó vállalkozások aránya, % (robot\_i)
- Szolgáltató robotokat használó vállalkozások aránya, % (robot\_s)
- Saját 3D nyomtatót használó vállalkozások aránya, % (3d\_own)
- Más vállalkozás által nyújtott 3D szolgáltatást igénybe vevő vállalkozások aránya, % (3d\_ext)
- Big Data elemzést végző vállalkozások aránya: Saját alkalmazottakkal, % (bigdata\_own)
- Big Data elemzést végző vállalkozások aránya: Külső, vállalkozáson kívüli szolgáltatókkal, % (bigdata\_ext).

Fontos megjegyezni, hogy a feldolgozóiparban nemcsak ipari robotok vannak, hanem szolgáltató robotok is, amelyek a termelésen kívüli feladatok ellátásában (pl. a logisztika vagy a szállítás terén) működnek közre (WR 2023).

Az Ipar 4.0 technológiák adatai csak megyei szinten álltak rendelkezésre, ezért ezen a területi szinten végeztük a vizsgálatot. Az értékeiknek a területi szóródását a digitális infrastruktúra fejlettségével és a feldolgozóipari ágazatok technológia-intenzitás szerinti koncentrációjával szándékoztunk megmagyarázni.

A feldolgozóipar 24 ágazatot foglal magába, amelyek a technológia-intenzitás szintje alapján három kategóriába oszthatók be az Eurostat által használt kategorizálási szempontok szerint. A magas és közepesen-magas technológiájú ágazatokat egy csoportba vontuk össze, mert ezek az ágazatok együttesen lefedik az Ipar 4.0 technológiákat feltételezhetően leginkább alkalmazó ágazatokat (1. táblázat).

1. táblázat: A feldolgozóipari ágazatok a technológiai szintjük alapján  
*Branches of manufacturing industry by their technological level*

<i>Technológia szint</i>	<i>Feldolgozóipari ágazat (TEÁOR-08 kód)</i>
Magas és közepesen-magas technológia szintű ágazatok	Vegyipar, termék gyártása (20), Gyógyszeripar (21), Számítógép, elektronikai, optikai termék gyártása (26), Villamos berendezés gyártása (27), Gép, gépi berendezés gyártása (28), Közúti jármű gyártása (29), Egyéb jármű gyártása (30)
Közepesen-alacsony technológia szintű ágazatok	Köszvényipar, kőolaj-feldolgozás (19), Gumi-, műanyag termék gyártása (22), Nemfém ásványi termék gyártása (23), Fémalapanyag gyártása (24), Fémfeldolgozási termék gyártása (25), Ipari gép, berendezés, eszköz javítása, üzembe helyezése (33)
Alacsony technológia szintű ágazatok	Élelmiszeripar (10), Italgáz (11), Dohánytermék gyártása (12), Textília gyártása (13), Ruházati termék gyártása (14), Bőr, bőrtermék, lábbeli gyártása (15), Fafeldolgozás (kivéve: bútort), fonottáru gyártása (16), Papír, papírtermék gyártása (17), Nyomdai és egyéb sokszorosítási tevékenység (18), Bútoripar (31), Egyéb feldolgozóipari tevékenység (32)

*Forrás: Eurostat alapján a szerzők szerkesztése*

Az egyes ipari ágazatokban működő és újonnan létesített vállalatok adataiból összeállítottuk a 24 feldolgozóipari ágazatra, a 19 magyar megyére és Budapestre a 2014 és 2019 közötti időszakra vonatkozó adatbázist. A megyei szintű ágazati foglalkoztatási adatok hiányában a működő és az új cégek számára alapozva koncentrációs (location quotient-LQ) mutatókat számítottunk. Így közelít-

ve meg azt a kérdést, hogy melyik feldolgozóipari ágazat melyik megyében van jelen az országos átlaghoz képest nagyobb vagy kisebb mértékben.

A digitális infrastruktúra különböző elemei általános indikátornak tekinthetők a digitalizáció gazdasági folyamatokban betöltött szerepének vizsgálata során (McCoy et al. 2018; Duviver et al. 2021). Mivel az elemzés területi egységeit a megyék képezték, ezért olyan mutatókra volt szükség, amelyek relatíve megbízhatóan mérik a digitális infrastruktúrát ezen a területi szinten. Végül két indikátort alkalmaztunk a digitalizáció mérésére: egy mennyiségi (az 1 000 főre jutó internet-előfizetések száma) és egy minőségi jellegűt (az xDSL hálózaton keresztül megvalósított internetkapcsolatok száma). A hálózat milyenségére utaló indikátor bevonása mögött az a feltételezés állt, hogy bár az xDSL kapcsolatok a szélessávú kapcsolatok közé tartoznak, azok nem nyújtanak olyan sávszélességű kapcsolatot, ami lehetővé tenné az olyan jelentősebb hálózati szükségleteket igénylő alkalmazások permanens használatát, mint pl. a felhőrendszerek. Ezért az ilyen típusú kapcsolatok viszonylag nagy aránya kevésbé kedvez az I4.0 technológiák terjedésének.

Tekintettel arra, hogy egy terület fejlettsége szintén befolyásolhatja a technológiai haladást (Bailey, De Propis 2019; Baland, Boschma 2021; Kiss 2021/2022), ezért a társadalmi-gazdasági indikátorok közül az egy adófizetőre jutó éves jövedelem mutatóját használtuk a megyék gazdasági teljesítményének mérésére. Feltételezhető, hogy ahol magasabb az egy főre jutó SZJA jövedelem idehaza, ott gyorsabb az új technológiák terjedése.

Két mérőszám szolgálta a megyék foglalkozási szerkezetének jellemzését, amelyek indirekt módon a megyék társadalmi szerkezetére is rávilágíthatnak. Ezekhez az indikátorokhoz a KSH foglalkozási (FEOR) csoportjait használtuk. Az egyik mérőszám a „tudásintenzív munkaerő” arányát mutatja az összes foglalkoztatottból, ahova a „Műszaki, informatikai és természettudományi foglalkozások” (21) és a „Technikusok és hasonló műszaki foglalkozások” (31) tartoznak. A másik csoport a „feldolgozóipari összeszerelő munkaerő” részesezését jelzi, amibe a „Gépi operátorok és feldolgozóipari gépek kezelői” (81), az „Összeszerelők” (82) és a „Helyhez kötött és mobil gépek kezelői” (83) sorolhatók.

A vizsgálat kezdő időpontja azért lett a 2014-es év, mert addigra a 2008-as gazdasági válság hatásai már nem vagy csak marginálisan voltak érzékelhetők, továbbá az Ipar 4.0 koncepciója is akkortájt kezdett megjelenni idehaza. A vizsgálati időszak végét a 2020 elején kitört COVID-19 járvány jelölte ki. Azért határoztunk úgy, hogy nem vizsgáljuk a koronavírus időszakát, mert akkor rendkívüli változások következtek be mind a feldolgozóiparban, mind a digitalizációban, amelyek alapos feltárása külön elemzést igényel.

A vizsgálat során korreláció- és klaszterelemzést alkalmaztunk az Ipar 4.0 technológiákat tartalmazó megyei szintű adatállományra. A klaszterelemzés során hierarchikus megközelítést, az egyes elemek közötti távolsághoz a négyze-



tes euklidészi távolságot használtuk. Ez a távolságtípus a klasszikus euklidészi távolsághoz képest még jobban kiemeli a nagyobb távolságokat, amíg a rövidebb távolságoknak alacsonyabb súlyokat ad. Az egyes elemek (később csoportok) összevonására a különböző módszerek közül a Ward-féle eljárást alkalmaztuk, amely a variancia-alapú eljárások közé tartozó algoritmus (Saraçlı, Doğan, Doğan 2013).

Az optimális csoportszám meghatározásához különböző, ún. „cluster stopping” mutatókat használtunk, amelyek értékei arra mutatnak rá, hogy az egyes futtatások során létrehozott csoportok mennyire vannak közel vagy távol egymástól (Charrad et al. 2012; Halpin 2016). A Caliński–Harabasz indikátor segítségével azokat az eseteket vizsgáltuk, ahol legalább kettő és legfeljebb tizenöt csoport került létrehozásra. Ezen kívül még a Duda és Hart-féle, valamint a pseudo- $T^2$  statisztikák segítettek a klaszterek számának meghatározásában. De azok végső eldöntésénél érdemes figyelembe venni a csoportok elemszámát is, mivel a vizsgált területi egységek esetében mindössze 20 megfigyelési egységről beszélünk (1., 2. és 3. melléklet).

Mivel a digitális infrastruktúráról egy panel adatállomány állt rendelkezésünkre a 2014–2019 közötti évekre, az Ipar 4.0 technológiákat pedig egy-egy átlagértékkel jellemeztük a 2017–2020. évekre, ezért úgy döntöttünk, hogy a klaszterelemzés során az IKT infrastruktúrát és az ágazati szerkezetet a 2014. és 2019. évekre vizsgáljuk. Az Ipar 4.0 technológiákat viszont a 2019. évi ágazati szerkezeti és IKT adatok mellett vontuk be a klaszterelemzésbe. Így feltárható, hogy a vizsgált időszakban milyen változások mentek végbe az iparszerkezetben és a vizsgált gazdasági, társadalmi mutatókban, és hogy ezek területi mintázata milyen hasonlóságot mutat az Ipar 4.0 technológiák földrajzával (2a. és 2b. táblázat).

## Eredmények

### *A korreláció elemzés tapasztalatai*

Először a digitális infrastruktúra, az ágazati szerkezet, valamint az Ipar 4.0 elemek között fennálló kapcsolatokat elemeztük. Az ágazati szerkezetben – nem meglepő módon – a működő (A, B, C) és az új cégek ágazati koncentrációja (D, E, F) között erős pozitív kapcsolat van (3. táblázat).

A digitális infrastruktúra pozitív szignifikáns kapcsolatot mutat a magas, illetve közepesen-magas technológia szintű cégek koncentrációjával (A) és negatív szignifikáns kapcsolatot az alacsony technológia szintű cégekével (C).

Az I4.0 technológiákkal összefüggésben mindenképpen kiemelendő, hogy pozitív szignifikáns kapcsolat van az ipari robotok használatának aránya (N) és a közepesen-alacsony és az alacsony technológia szintű cégek koncentrációja kö-

2a. táblázat: A vizsgált vállalati és társadalmi-gazdasági indikátorok leíró statisztikája  
 Descriptive statistics of the examined company and socio-economic indicators

Változó/Megye	A		B		C		D		E		F		I		J		K	
	2014	2019	2014	2019	2014	2019	2014	2019	2014	2019	2014	2019	2014	2019	2014	2019	2014	2019
Baranya	1,091	1,025	1,160	1,325	1,288	1,262	1,197	1,034	1,131	1,361	1,300	0,973	1,718,48	2596,33	4,34	4,35	5,53	5,96
Békés	0,811	0,845	0,976	1,190	1,071	1,417	1,276	0,454	0,844	1,040	0,822	1,380	1761,79	2464,59	4,63	4,06	3,38	4,22
Borsod-Abaúj-Zemplén	0,813	0,849	0,943	0,990	1,285	1,341	0,557	1,286	0,983	1,243	1,288	1,533	1627,76	2470,34	4,15	4,13	4,01	4,30
Budapest	0,831	0,700	1,092	1,055	1,075	1,276	0,950	0,995	0,987	1,253	1,138	1,027	1747,89	2445,58	4,75	4,25	5,72	7,27
Csongrád-Csanád	1,067	0,990	0,652	0,602	0,784	0,768	1,015	0,982	0,664	0,521	0,773	0,812	2741,05	4053,56	7,67	9,03	1,44	1,23
Féjér	0,952	1,146	1,014	1,334	0,907	1,053	1,474	1,786	0,769	1,291	0,953	0,984	1817,81	2582,83	5,34	4,78	4,25	5,11
Győr-Moson-Sopron	1,200	1,080	1,359	1,292	0,989	1,054	1,176	1,033	1,340	1,468	0,928	0,891	2132,93	3233,60	6,64	6,68	10,22	10,97
Hajdú-Bihar	1,011	0,906	1,208	1,419	1,089	1,241	1,003	1,126	1,180	1,170	1,282	1,270	2053,70	3128,65	5,73	5,70	9,27	11,42
Heves	0,675	0,632	0,878	1,068	0,993	1,071	0,816	0,465	0,816	1,309	0,881	0,945	1737,86	2443,98	4,71	4,44	3,66	4,20
Jász-Nagykun-Szolnok	0,933	0,929	1,254	1,485	1,121	1,177	0,800	1,854	1,748	1,485	0,935	1,217	1899,31	2783,95	4,89	4,92	7,89	8,94
Komárom-Esztergom	1,123	1,152	1,312	1,438	1,078	1,160	1,416	0,648	1,729	1,669	1,627	1,228	1733,62	2560,02	4,54	4,26	7,08	7,14
Nógrád	1,433	1,558	1,765	1,810	1,007	1,099	0,736	1,846	1,732	2,162	0,972	1,146	2149,94	3389,40	6,07	6,73	12,68	14,83
Pest	0,774	0,800	1,167	1,304	1,157	1,287	0,224	0,529	0,924	1,945	1,117	1,383	1677,39	2687,10	4,32	4,62	6,86	8,57
Somogy	1,250	1,171	1,151	1,152	1,079	1,143	1,195	1,223	1,078	1,055	1,051	1,099	2278,69	3373,16	5,81	6,74	4,34	4,51
Szabolcs-Szatmár-Bereg	0,704	0,786	0,920	1,134	0,949	1,106	0,636	0,413	1,028	1,311	0,810	1,170	1642,34	2475,95	3,85	3,89	4,60	5,33
Tolna	0,602	0,412	0,987	0,973	1,056	1,055	0,442	0,287	1,243	1,016	1,021	1,030	1568,10	2257,38	3,66	3,50	5,28	6,05
Vas	0,769	0,830	1,398	1,369	1,310	1,234	1,013	0,794	1,588	1,296	1,530	1,182	1934,16	2865,43	5,67	5,66	6,80	6,30
Veszprém	0,726	0,656	1,065	1,202	1,227	1,316	0,793	0,949	1,089	1,234	1,528	1,238	1963,09	2960,71	5,80	5,92	11,59	11,84
Zala	0,896	0,857	1,188	1,318	1,083	1,244	0,436	0,716	1,283	1,794	1,163	1,519	1888,48	2975,98	5,35	5,52	10,80	10,50
Bács-Kiskun	0,950	0,799	1,185	1,186	1,164	1,357	1,427	0,425	1,194	0,804	1,171	1,004	1801,89	2661,08	5,40	5,10	7,34	7,32

Forrás: a szerzők szerkesztése. Változók: A – Magas és közepesen-magas technológia szintű ágazatokban működő vállalatok koncentrációja; B – Közepesen-alsó technológia szintű ágazatokban működő vállalatok koncentrációja; C – Alacsony technológia szintű ágazatokban működő vállalatok koncentrációja; D – Az új vállalatok koncentrációja a magas és közepesen-magas technológia szintű ágazatokban; E – Az új vállalatok koncentrációja a közepesen-alsó technológia szintű ágazatokban; F – Az új vállalatok koncentrációja az alsó technológia szintű ágazatokban; I – Az egy adófejlesztőre jutó éves jövedelem; J – A „tudásintenzív” munkaerő aránya; K – Az „összeszerelő” munkaerő aránya.

2b. táblázat: A vizsgált digitalizációs és Ipar 4.0 indikátorok leíró statisztikája  
Descriptive statistics of the examined digitalisation and Industry 4.0 indicators

Változó/Megye	G			H			L	M	N	O	P	Q	R
	2014	2019	2014	2019	2019*	2019*							
Év	2014	2019	2014	2019	2019*	2019*	2019*	2019*	2019*	2019*	2019*	2019*	2019*
Bács-Kiskun	221,94	252,08	40,9	37,8	17,8	4,10	0,80	1,60	1,45	4,10	1,45	4,10	1,85
Baramya	255,80	259,77	33,5	27,1	15,9	4,10	0,65	1,65	1,75	4,70	1,75	4,70	1,70
Békés	218,87	272,70	26,1	23,4	16,7	3,55	0,75	1,25	1,35	3,60	1,35	3,60	1,65
Borsod-Abaúj-Zemplén	208,72	229,74	34,0	39,5	17,7	4,25	0,80	3,50	1,00	6,90	1,00	6,90	1,05
Budapest	369,07	465,84	19,3	10,7	31,1	1,65	0,75	1,75	1,55	4,30	1,55	4,30	2,50
Csongrád-Csanád	272,04	272,74	20,1	17,6	20,2	3,00	0,60	1,35	1,60	3,40	1,60	3,40	1,40
Fejér	257,90	285,71	32,0	28,6	21,6	6,05	1,60	1,40	1,10	5,00	1,10	5,00	2,05
Győr-Ménfőcsanak	268,01	292,98	30,8	37,2	18,4	6,25	1,95	2,30	1,40	3,10	1,40	3,10	2,95
Hajdú-Bihar	225,88	241,32	28,8	28,3	18,2	1,70	0,60	0,80	0,50	6,10	0,50	6,10	1,40
Heves	235,49	279,66	37,7	24,8	16,1	4,30	1,15	2,95	1,05	6,30	1,05	6,30	0,70
Jász-Nagykun-Szolnok	211,29	264,15	46,3	35,3	16,4	4,15	1,05	1,35	0,50	4,30	0,50	4,30	1,20
Komárom-Esztergom	261,63	303,64	36,8	36,5	21,8	5,85	2,00	1,20	1,35	4,90	1,35	4,90	2,15
Nógrád	214,46	263,86	32,9	25,6	16,6	6,60	0,80	3,75	2,10	5,30	2,10	5,30	0,75
Pest	249,04	296,31	41,3	22,1	19,1	3,20	1,20	1,50	1,30	3,10	1,30	3,10	1,80
Somogy	214,44	239,50	36,1	35,4	14,8	4,15	0,70	1,65	1,10	4,00	1,10	4,00	1,20
Szabolcs-Szatmár-Bereg	178,90	193,80	34,9	32,5	16,5	1,40	0,70	0,95	0,80	5,90	0,80	5,90	1,35
Tolna	236,65	288,61	29,9	27,1	12,4	4,75	0,65	1,70	1,80	2,90	1,80	2,90	1,40
Vas	236,68	290,70	40,0	37,6	16,4	4,15	2,10	2,15	1,00	3,30	1,00	3,30	2,45
Veszprém	257,84	295,79	30,9	34,3	20,6	5,50	1,45	1,25	1,30	4,60	1,30	4,60	1,65
Zala	257,21	282,34	29,6	23,2	16,1	4,60	1,55	1,60	0,95	3,00	0,95	3,00	2,80

Forrás: a szerzők szerkesztése. Megjegyzés: A \* -gal jelölt évek a 2017-2020-as évek átlagértékét mutatja. Változók: G - Az 1000 főre jutó internet-elfizetések száma; H - Az xDSL-kapcsolatok aránya; L - Felhőt használó vállalkozások aránya; M - Ipari robotokat használó vállalkozások aránya; N - Szolgáltató robotokat használó vállalkozások aránya; O - Saját 3D nyomtatott használó vállalkozások aránya; P - Más vállalkozás által nyújtott 3D szolgáltatást igénybe vevő vállalkozások aránya; Q - Big Data elemzés saját alkalmazottakkal; R - Big Data elemzés külső szolgáltatókkal.

3. táblázat: A vizsgált indikátorok közötti korreláció mértéke  
Degree of correlation between the examined indicators

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R		
A	1																			
B	0,5348*	1																		
C	-0,2269	0,3540*	1																	
D	0,5680*	0,2747	-0,1406	1																
E	0,3654*	0,7998*	0,295	0,1587	1															
F	-0,0599	0,3205*	0,6634*	0,0229	0,4160*	1														
G	0,3598*	-0,13	-0,3140*	0,2822	-0,1766	-0,2082	1													
H	0,0327	0,3651*	0,2651	-0,0937	0,4166*	0,2811	-0,6037*	1												
I	0,2867	0,1499	-0,016	0,2125	0,1218	-0,0745	0,7926*	-0,3941*	1											
J	0,5047*	-0,0041	-0,4377*	0,3421*	-0,1019	-0,2235	0,8240*	-0,3760*	0,6051*	1										
K	0,2884	0,7547*	0,2703	0,1074	0,6537*	0,3163*	-0,0654	0,4434*	0,1565	0,1622	1									
L	0,3915	-0,3314	-0,7147*	0,2928	-0,1926	-0,4324	0,7753*	-0,4284	0,7618*	0,7631*	-0,099	1								
M	0,3369	0,6769*	0,4642*	0,1514	0,6182*	0,4367	-0,0491	0,3932	0,1273	0,0615	0,7393*	-0,2068	1							
N	0,3166	0,4784*	0,1553	0,2862	0,2561	0,1185	0,1997	0,3736	0,4490*	0,4208	0,8353*	0,1292	0,5506*	1						
O	-0,1622	0,0616	0,2953	0,1022	0,1404	0,1698	-0,0092	0,0977	-0,0162	-0,0491	0,1878	-0,1496	0,4299	0,028	1					
P	0,2186	0,0775	0,1545	0,1872	0,0764	0,2772	0,3167	-0,3364	0,2673	0,2319	-0,0575	0,0989	0,3694	-0,1534	0,341	1				
Q	-0,2498	-0,0605	-0,1608	-0,0514	0,2659	-0,1358	-0,3125	0,2006	-0,2656	-0,2701	0,0515	0,0709	-0,1319	-0,2524	0,2993	-0,3045	1			
R	0,1771	-0,0828	-0,032	0,0337	-0,4059	-0,2041	0,4888*	-0,0347	0,5354*	0,5525*	0,2136	0,3943	0,0974	0,6274*	-0,2992	0,0097	-0,5714*	1		

Forrás: a szerzők szerkesztése

Megjegyzés\*: világos szürke szín: az 5%-os szignifikancia szinten pozitív szignifikáns reláció; sötétszürke szín: az 5%-os szignifikancia szinten negatív szignifikáns reláció. átlózók: A – Magas és közepesen-magas technológia szintű ágazatokban működő vállalatok koncentrációja; B – Közepesen-alacsony technológia szintű ágazatokban működő vállalatok koncentrációja; C – Alacsony technológia szintű ágazatokban működő vállalatok koncentrációja; D – Az új vállalatok koncentrációja a magas és közepesen-magas technológia szintű ágazatokban; E – Az új vállalatok koncentrációja a közepesen-alacsony technológia szintű ágazatokban; F – Az új vállalatok koncentrációja az alacsony technológia szintű ágazatokban; G – Az 1000 főre jutó internet-elfizetések száma; H – Az xDSL-kapcsolatok aránya; I – Az egy adófizetőre jutó éves jövedelem; J – A „tudásintenzív” munkaerő aránya; K – Az „összeszerelő” munkaerő aránya; L – Felhőt használó vállalkozások aránya; M – Ipari robotokat használó vállalkozások aránya; N – Szolgáltató robotokat használó vállalkozások aránya; O – Sajtát 3D nyomtató használó vállalkozások aránya; P – Más vállalkozás által nyújtott 3D szolgáltatást igénybe vevő vállalkozások aránya; Q – Big Data elemzés saját alkalmazottakkal; R – Big Data elemzés külső szolgáltatókkal.

4. táblázat: A megyék klaszterei a vizsgált változók 2014. évi értékei alapján  
Clusters of counties by the 2014 values of the examined variables

Csoport	A működő vállalatok koncentrációja az ágazatok technológiai szintje szerint (LQ érték)		Az új vállalatok koncentrációja az ágazatok technológiai szintje szerint (LQ érték)		Internet előfizetők száma (1000 főre vetítve)	Az xDSL-kapcsolatok aránya (%)	Egy főre jutó éves jövedelem (ezer Ft)	A „tudásintenzív” munkaerő aránya (%)	Az „összeszerelő” munkaerő aránya (%)		
	Magas és közepesen-alacsony magas	Közepesen-alacsony	Magas és közepesen-alacsony magas	Közepesen-alacsony							
A1	1,2237	1,3706	1,0411	1,0276	1,3326	1,0585	259,14	35,22	2153,8	6,06	9,13
A2	1,0673	0,6520	0,7836	1,0149	0,6635	0,7734	369,07	19,33	2741,0	7,67	1,44
A3	0,9188	1,0880	1,0822	1,2224	1,0672	1,1274	236,13	33,31	1759,9	4,82	5,28
A4	0,8309	1,2261	1,1852	0,7606	1,4269	1,2893	241,66	34,65	1921,3	5,43	9,27
A5	0,7230	1,0040	1,1118	0,4647	1,0445	1,0590	206,66	32,50	1628,9	3,99	5,19
Országos átlag	0,9305	1,1335	1,0856	0,9292	1,1675	1,1146	242,59	33,10	1893,8	5,17	6,64

Forrás: a szerzők szerkesztése  
Megjegyzés: minden változó legmagasabb értékét szürke háttér jelöli.

5. táblázat: A megyék klaszterei a vizsgált változók 2019. évi értékei alapján  
 Clusters of counties by the 2019 values of the examined variables

Csoport	A működő vállalatok koncentrációja az ágazatok technológiai szintje szerint (LQ érték)		Az új vállalatok koncentrációja az ágazatok technológiai szintje szerint (LQ érték)		Internet előfizetők száma (1000 főre vetítve)	Az xDSL-kapcsolatok aránya (%)	Egy főre jutó éves jövedelem (ezer Ft)	A „tudásintenzív” munkaerő aránya (%)	Az „összeszerelő” munkaerő aránya (%)		
	Magas és közepesen- alacsony	Közepesen- alacsony	Magas és közepesen- alacsony	Közepesen- alacsony							
B1	1,1787	1,4181	1,1343	1,3069	1,4641	1,1016	294,66	31,09	3281,2	6,46	10,44
B2	0,9899	0,6017	0,7681	0,9817	0,5206	0,8122	465,84	10,73	4053,6	9,03	1,23
B3	0,9842	1,3174	1,2239	0,8844	1,4141	1,1146	267,03	27,90	2617,5	4,62	6,82
B4	0,8180	1,3435	1,2427	1,0782	1,4522	1,2890	288,69	30,93	2896,5	5,51	9,39
B5	0,7042	1,0684	1,2112	0,6498	1,1955	1,1808	239,47	31,03	2426,3	4,05	5,23
Országos átlag	0,9061	1,2323	1,1832	0,9422	1,3214	1,1516	278,56	29,23	2820,5	5,21	7,30

Forrás: a szerzők szerkesztése

Megjegyzés: minden változó legmagasabb értékét szürke háttér jelöli.

zött (B, C). Ez az összeszerelő jellegű tevékenységet folytató és kevés képzett munkaerőt alkalmazó vállalkozások jelentősebb előfordulásának az eredője. Szintén pozitív (még hozzá erős pozitív) kapcsolat van az ipari (M), valamint a szolgáltató robotokat (O) használó cégek és az „összeszerelő” foglalkozások aránya (K) között, amiből az sejthető, hogy az összeszerelő munkaerőt kiegészíti a robotok alkalmazása. A felhőhasználat (L) ott jelenik meg erősebben, ahol a magas és közepesen-magas technológia szintű feldolgozóipari tevékenység koncentrációja számottevő (A) és a tudásintenzív munkaerő (J) aránya viszonylag tetemes. Ezzel szemben a 3D nyomtatót használó vállalkozások aránya (O,P), illetve a Big Data alkalmazások saját alkalmazottak általi (Q) vagy külső szolgáltatókon keresztül (R) igénybevétele egyelőre egyik technológiai szint esetében sem jelenik meg szignifikáns tényezőként. Ennek valószínűleg az az oka, hogy ezeknek a technológiáknak az alkalmazása – szemben a robotokkal vagy a felhőalkalmazásokkal – még nem terjedt el olyan mértékben, hogy az bármelyik csoportnál szignifikáns korrelációt eredményezne.

### **A digitális infrastruktúra és a feldolgozóipari szerkezet összefüggései**

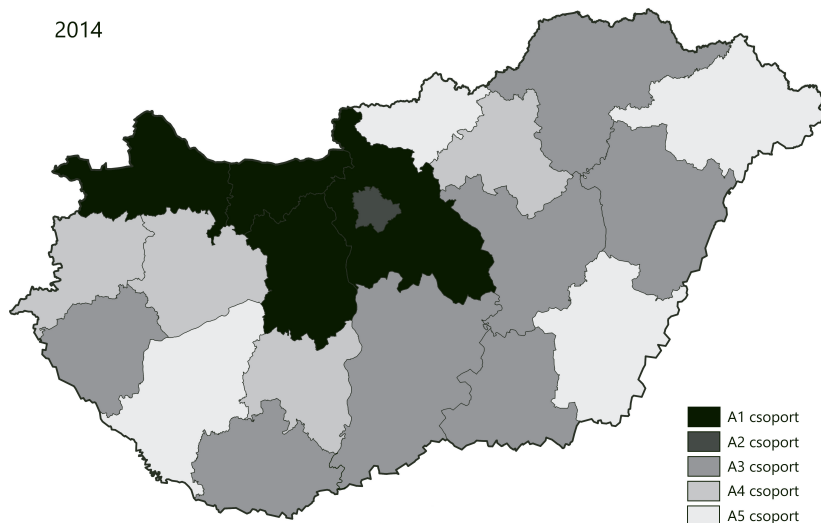
A 2014 és a 2019. évi értékek alapján is öt-öt klasztert képeztünk. A közepes és magas technológiai szintű ágazatokban működő vállalatok koncentrációja alapján a legmagasabb koncentrációs értékkel rendelkező csoport kapta az 1-es számot és a legalacsonyabb értékkel rendelkező csoport az 5-ös számot (4. és 5. táblázat).

A 2014. évre vonatkozó adatokból létrehozott csoportok jól tükrözik az IKT infrastruktúra és a vállalati koncentráció területi egyenlőtlenségeit. Az „A1” csoport azokat a megyéket foglalja magába, amelyek gazdaságában a magas és közepesen-magas technológiai szinttel rendelkező feldolgozóipar domináns szerepet játszik. Ezek lényegében az Észak-Dunántúlon található, ahol az elmúlt évtizedekben, főleg a 2008-as gazdasági válságot megelőző időszakban, nagymértékű külföldi tőkebefektetések voltak (Kiss 2007; Gál, Lux 2022). Éppen ezért nem véletlen, hogy mind a „tudásintenzív”, mind az „összeszerelő” munkaerő aránya kiemelkedő, különösen az utóbbiaké (1. ábra).

Az A2 „csoport” azért sajátos, mert csak a fővárost foglalja magában. Így nem véletlen, hogy a digitalizáció és a társadalmi-gazdasági indikátorok (egy főre jutó jövedelem, tudásintenzív munkaerő) értékei itt a legmagasabbak és legkedvezőbbek. Ugyanakkor az a tény, hogy az „A1” csoporthoz képest alacsonyabb a működő és az új cégek esetében is mindegyik technológia-intenzitású ágazat koncentrációja, egyrészt azt jelzi, hogy a feldolgozóipar szerepe szerényebb. Másrészt azonban azt is sugallja, hogy a feldolgozóiparban a magasabb technológiai intenzitású vállalatok és ezáltal az Ipar 4.0 technológiai és a hozzájuk kapcsolódó

1. ábra: A megyék klaszterei a vizsgált változók alapján (2014)  
*Clusters of counties by the examined variables (2014)*

2014



Forrás: a szerzők szerkesztése

tudástermelés nem kizárólag csak a főváros sajátossága. Az, hogy Budapesten a legalacsonyabb az „összeszerelő” munkaerő mértéke, leginkább a feldolgozóipar helyi szerkezetére vezethető vissza.

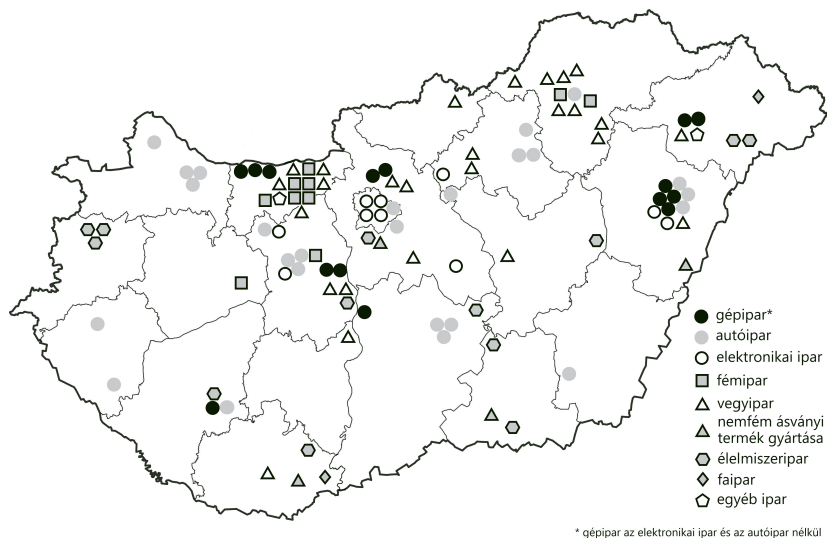
Az „A3” csoportba igen eltérő társadalmi-gazdasági fejlettségű megyék tartoznak, ahol a feldolgozóipar múltjában, jelenében és struktúrájában is nagy különbségek tapasztalhatók. Szinte az összes mutatóra igaz, hogy az értékük nem éri el az országos átlagot. Egyedül az új vállalatok körében tetemes magas és közepesen-magas technológiai intenzitású ágazatok koncentrációjával tűnik ki a klaszter. Ez mintegy arra utalhat, hogy az újabb ipari beruházások az Észak-Dunántúl „megtelt helyzete” miatt inkább a csoportba került megyékre fókuszálnak, kiváltképp az alföldi megyékre. Az utóbbi évtized fontosabb (egy milliárd Ft feletti) ipari beruházásaiból több is itt valósul meg. Sok közülük az autóiparhoz (akkumulátorgyártás, gumigyártás stb.) kapcsolódik, ami kihat a helyi feldolgozóipar szerkezetére és jövőjére is (2. ábra).

Az „A4” csoportba négy megye tartozik, ahol a közepesen-alacsony és alacsony technológiai szintű vállalatok alkotnak többséget az új és részben a működő vállalatok körében is. Feltételezhető, hogy ezért is ebben a csoportban a legmagasabb az „összeszerelő” munkaerő aránya. Általában a többi mutató értéke országos átlag körüli, attól kis mértékben különbözik, és a megyék kedvezőbb társadalmi, gazdasági helyzetét sejteti.

Az „A5” csoport megyéinek ágazati szerkezetében az alacsony technológiai színvonalú ágazatok dominálnak, bár a koncentrációjuk valamelyest elmarad az országos átlagtól. Ebből is fakad, hogy a legalacsonyabb a tudásintenzív munka-



2. ábra: A fontosabb ipari nagyberuházások iparágak szerint (2014-2023)  
*The more important industrial investments by branches (2014-2023)*



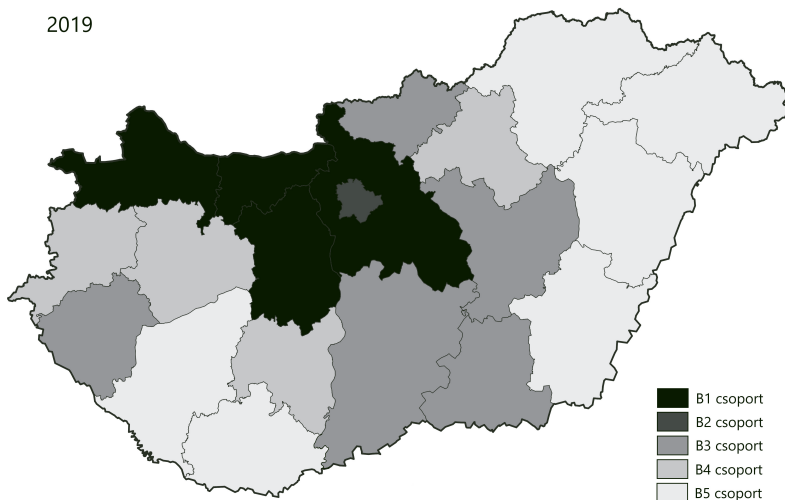
\* gépipar az elektronikai ipar és az autóipar nélkül

Forrás: a szerzők szerkesztése a kormány.hu és a hipa.hu alapján

erő aránya. Ebben lényeges változás azért sem várható, mert az új feldolgozóipari cégek is inkább a közepesen-alacsony és alacsony technológiai színvonalú ágazatokban jelennek meg. Ennek a csoportnak többnyire más indikátorainak az értéke is rosszabb az országos átlagnál és a többi csoport értékeinél, ami kedvezőtlen általános társadalmi, gazdasági fejlettségükkel magyarázható.

A 2014. évi adatokkal nagy vonalakban megegyező területi mintázat figyelhető meg 2019-ben is. A „B1”, „B2” és „B4” csoportok ugyanazokat a területi egységeket foglalják magukba, mint az „A1”, „A2” és „A4” csoportok. Természetesen az egyes értékek módosultak az eltelt időszak alatt, azonban ezek marginális változások voltak, és alapvetően nem érintették a csoportok pozícióját. A 2014-ben a legtöbb megyét (a megyék 42%-át) magába foglaló „A3” csoport összezsugorodott, mert Baranya, Borsod-Abaúj-Zemplén és Hajdú-Bihar megye a „B5” csoportba került. Ez az átrendeződés elsősorban a digitális infrastruktúrához kapcsolódó mutatók kedvezőtlen alakulásának tudható be. Bár ez közvetlenül nem befolyásolja a feldolgozóipari tevékenységet, a digitalizáció szempontjából azonban igen előnytelen változást sejtet. Ugyanakkor Nógrád előrébb lépett és a „B3” csoportba került. A „B1” csoportban nemcsak a működő, hanem az új vállalkozások körében is kiugró lett a magas és a közepesen-magas technológiai intenzitású cégek koncentrációja. Ezzel szemben a főváros a társadalmi, gazdasági mutatók terén javított. Az „A4”-ből lett „B4” csoport viszont megőrizte vezető helyét az alacsony technológiai szintű ágazatok koncentrációjában. A legkedvezőtlenebb értékekkel továbbra is a „B5” csoport megyéi rendelkeznek (3. ábra).

3. ábra: A megyék klaszterei a vizsgált változók alapján (2019)  
*Clusters of counties by the examined variables (2019)*



*Forrás: a szerzők szerkesztése*

Az eredményekkel összefüggésben azt is hangsúlyozni kell, hogy a megyei értékek elfedik a megyén belüli területi különbségeket. Valószínű, hogy a megyeszékhelyek és agglomerációik IKT infrastruktúrája jobb a megyei átlagnál, míg a megyék többi része jelentősebb lemaradásban van.

### Az Ipar 4.0 technológiák területi sajátosságai

Az Ipar 4.0 technológiák vállalati alkalmazásáról rendelkezésre álló megyei adatok alapján a négyklasztteres csoportosítás tűnt a legelfogadhatóbb megoldásnak (6. táblázat).

A 4IF technológiáinak alkalmazásában a főváros járt az élen, szinte mindegyik mutató értékét tekintve. Ezzel is magyarázható, hogy önálló „csoportot” („C1”) képez. A helyi IKT infrastruktúra magasabb fejlettsége is minden bizonnyal hozzájárult az Ipar 4.0 technológiák itteni gyorsabb terjedéséhez. A felhasználás jóval országos átlag feletti, és az Ipar 4.0 technológiákhoz kapcsolódó szolgáltatásokra is itt mutatkozik a legnagyobb igény, ugyanis a külsős (nem saját) 3D-nyomatást és Big Data szolgáltatást igénybe vevő cégek aránya is Budapesten érte el a legmagasabb értéket. A robotok vagy a 3D nyomtatás szerényebb előfordulása ellenben a helyi ipar, különösen a munkaigényes ágazatok kisebb jelentőségével indokolható a város gazdasági életében (4. ábra).

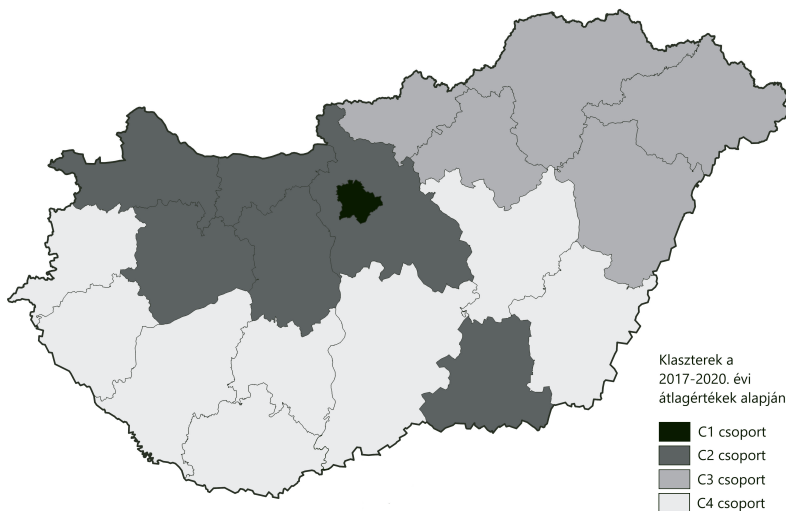
A „C2” csoport a Közép-dunántúli régiót, valamint Pest, Győr-Moson-Sopron és Csongrád-Csanád megyéket foglalja magába. A felhőszolgáltatást igénybe vevő

6. táblázat: A megyék klaszterei az Ipar 4.0 technológiák 2017–2020 évi átlagértékei alapján  
Clusters of counties by the 2017–2020 annual average values of Industry 4.0 technologies

Csoport	cloud_use (%)	robot_i (%)	robot_s (%)	3d_own (%)	3d_ext (%)	bigdata_own (%)	bigdata_ext (%)
C1	31,1	1,7	0,8	1,8	1,6	4,3	2,5
C2	20,3	5,0	1,5	1,5	1,3	4,0	2,0
C3	17,0	3,7	0,8	2,4	1,1	6,1	1,1
C4	15,8	4,2	1,0	1,6	1,2	3,7	1,8
Átlag	18,2	4,2	1,1	1,8	1,2	4,4	1,7

Megjegyzés: minden változónál a legmagasabb értéket szürke háttér jelöli.

Forrás: saját szerkesztés

4. ábra: A megyék klaszterei az Ipar 4.0 technológiák alkalmazása alapján  
Clusters of counties by the application of Industry 4.0 technologies

Forrás: saját szerkesztés

cégek aránya a főváros után ezekben a térségekben a legmagasabb, meghaladja az országos átlagot is. Szintén tetemes az ipari és szolgáltató robotok előfordulása, ami lényegében az olyan, főleg külföldi érdekeltségű vállalkozások jelentősebb koncentrációjával magyarázható, amelyek könnyen robotizálható ipari tevékenységet végeznek (pl. monoton, veszélyes vagy nagy precizitást igénylő munkákat). Ez a csoport dunántúli megyéiben lehet gyakoribb.

A „C3” csoportban, ami az ország északi-északkeleti megyéit tömöríti, többnyire az országos átlag körül vannak az értékek, attól kismértékben inkább negatív irányba térnek el. Ebben a csoportban kiemelkedő a saját 3D nyomtatást és

Big Data-t használó cégek aránya. A „C4” csoport, ahol csak egy-két mutató értéke éri el az országos átlagot, egyfajta gyűjtőcsoportot képez, ami abban nyilvánul meg, hogy az ország négy régiójából tartoznak ide megyék, amelyek eltérő iparszerkezettel, ipari hagyományokkal és társadalmi, gazdasági fejlettséggel rendelkeznek. Alapvetően az ország déli, délnyugati részét foglalják el, ahol az ipar jelentősége jóval kisebb az ország északi felénél. Bár vannak olyan térségek a csoporton belül, ahol az ipar fejlesztése és fejlődése előtérbe került az elmúlt évtizedben, és újabb beruházások is folyamatban vannak, miáltal az I4.0 technológiák alkalmazása is erősödhet, de a terület nagy részében nem várható markáns változás.

## Összefoglalás

A tanulmányban a különböző technológiai intenzitású feldolgozóipari ágazatoknak és az Ipar 4.0 technológiáknak a térbeli mintázatait a megyék szintjén vizsgáltuk a negyedik ipari forradalom kezdeti szakaszában. A szakirodalmi előzményekből nyilvánvalóvá vált, hogy a történelem során az ipar és az IKT fejlődése egyre szorosabban összefonódott, és hogy a fejlettebb IKT infrastruktúra nagymértékben hozzájárult az újabb technológiák, illetve innovációk megjelenéséhez, ami viszont visszahatott az ipari termelésre és az iparszerkezetre is (Kiss, Tiner 2021).

A kutatás eredményei több fontos összefüggésre is rámutattak. A korrelációelemzés során megállapítottuk, hogy a feldolgozóipari ágazatok technológiai szintje és az Ipar 4.0 technológiák alkalmazása között bizonyos mértékű kapcsolat van. A robotok használata főleg az alacsony és közepesen-alacsony technológia szintű ágazatokra volt jellemző, míg a magas és közepesen-magas technológia szintű cégeknél inkább a digitalizációhoz (pl. felhőhasználat) kötődő alkalmazások gyakoribbak.

A digitális infrastruktúra és néhány társadalmi, gazdasági változó, valamint a feldolgozóipar ágazati szerkezete közötti összefüggéseket elemezve az a legfőbb trend, hogy 2014 és 2019 között az országos átlagértékek több indikátor esetében is rosszabbak lettek. Szintén kedvezőtlen, hogy romlott az xDSL kapcsolat értéke, ami rosszabb IKT feltételt jelent az I4.0 technológiák használata szempontjából. Mindezek ellenére a megyék klasztereinek a 2014 és 2019. évi területi mintázatát összevetve az figyelhető meg, hogy a megyék zöme megőrizte pozícióját. Érvényesült az „útfüggőség”. A kiindulási állapot adottságai ugyanis determinálták bizonyos fokig a további lehetséges fejlődési utat. Csak három megye (Baranya, BAZ, Hajdú-Bihar) került hátrányosabb helyzetbe, míg Nógrádé előnyösen változott. Ezek a területi átrendeződések a térbeli koncentráció erősödésével jártak együtt, vagyis zsugorodott a kedvezőbb IKT infrastruktúrával és társadalmi, gazdasági mutatókkal rendelkező megyék köre. Ebben a térbeli mintázatban nem várható nagy változás a jövőben sem; leginkább azért, mert az utóbbi években

megjelenő új ipari beruházások is jellemzően a kevésbé képzett munkaerőt igénylő ágazatokban (pl. akkumulátorgyártás, fémipar, élelmiszeripar, játékgyártás) valósulnak meg (lásd 2. ábra).

A digitális infrastruktúra és a társadalmi, gazdasági fejlettség 2019. évi térbeli mintázata részben megegyezik, részben különbözik az Ipar 4.0 technológiák területi megjelenésétől. A hasonlóság a legfejlettebb országrészeknél (Észak-Dunántúl, Közép-Magyarország) tapasztalható, ahol az általános társadalmi, gazdasági fejlettség miatt az IKT is fejlettebb, és ez pozitívan hat az Ipar 4.0 alkalmazásra is. Szintén viszonylag kedvezőnek tekinthető még az új technológiák előfordulása Észak-Magyarországon és az Észak-Alföld két megyéjében (Hajdú-Bihar, Szabolcs-Szatmár-Bereg), habár ezen megyék fejlettsége a különböző indikátorok alapján jóval szerényebbnek mondható. Ez elsősorban a feldolgozóipari hagyományokkal és az ipar jelentősebb előfordulásával magyarázható, főleg Észak-Magyarországon, ellenben az Észak-Alföldön az utóbbi években megszorodott új ipari beruházásoknak tulajdonítható. Úgy tűnik tehát, hogy ezekben a megyékben a digitalizáció, illetve az Ipar 4.0 technológiák mintegy „megtörik” a korábbi fejlődési utat és új lehetőséget hoznak. A Dunántúl déli felében és a Dél-Alföldön (Csongrád-Csanád megye kivételével) azonban a relatíve kedvezőbb társadalmi, gazdasági fejlettség ellenére sem következett be az Ipar 4.0 technológiák számottevő elterjedése. Ez a leginkább az ipar helyi gazdaságban betöltött kisebb szerepével magyarázható, és azzal, hogy az I4.0 terjedésében az iparnak releváns szerepe van, amit ez a kutatás is megerősített. Ennélfogva az Ipar 4.0 megjelenése rövid távon nem vezet a magyar ipar duális térszerkezetének átrajzolásához.

Az I4.0 technológiák előfordulása látványosan tükrözi a digitális megosztottságot az ország északi és déli fele között. A jelentősebb feldolgozóiparral rendelkező északi régiókban jóval gyakoribbak az Ipar 4.0 technológiák, ami elsődlegesen a magyar ipar térszerkezetével függ össze (Kiss, Nedelka 2020). A nagyjából a Tiszaújváros–Dunaújváros képzeletbeli tengelytől délre levő ország részben viszont jóval fejletlenebb a digitális infrastruktúra és rosszabb az általános társadalmi, gazdasági fejlettség is, ami hátrányosan hat az Ipar 4.0 technológiák megjelenésére is. De az új technológiák alacsony gyakorisága ezekben a megyékben betudható annak is, hogy az ottani feldolgozóipar ágazati struktúrájában jóval kisebb szerepet kapnak azok az iparágak (pl. elektronika, autóipar, vegyipar), amelyekben általában előrehaladottabb a digitalizáció (Santos et al. 2017). A 2014 és 2023 között megkezdett vagy bejelentett 107 ipari nagyberuházásból csak 40 kapcsolódik az ország déli feléhez (30 az Alföldhöz, 10 a Dél-Dunántúlhoz). Ennélfogva az sem valószínű, hogy a magyar ipar térszerkezetében radikális átrendeződés következik be a közeljövőben. Legfeljebb lassú elmozdulás történhet az Alföld északi megyéinek irányába, mert Hajdú-Bihar és Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében is több ipari nagyberuházás van folyamatban vagy várható esetleg az elkövetkezendő években. Összességében

megállapítható, hogy az Ipar 4.0 technológiák térbeli diffúziója ma még inkább követi az ipari vállalkozások előfordulását, mintsem meghatározza azok letelepedését.

Az is kétségtelen, hogy vállalati szinten és a megyéknél alacsonyabb térszerveződési szinten (pl. településenként) a helyi adottságoktól függően és az új technológiák „közreműködésével” jóval differenciáltabb fejlődési utak bontakozhatnak ki a feldolgozóiparban. Ezek feltárása egyúttal a kutatás folytatásának egy további lehetséges iránya lehet. Egy másik kutatási irányt például a COVID-19 járvány hatásának értékelése képezhet, mert akkor olyan radikális változások következtek be az új technológiák terjedésében, amelyek bizonyos fókig torzíthatják a korábbi trendeket. Szintén további kutatási irányt alkothat az új technológiák ipari termelésre és iparszerkezetre gyakorolt hatásának feltárása. Ugyanakkor a járási vagy települési szintre vonatkozó vizsgálatok a magyar feldolgozóipar szerkezetének és az Ipar 4.0 technológiák térbeli mintázatának jóval finomabb és pontosabb feltérképezését teszik lehetővé a negyedik ipari forradalom idején.

### Köszönetnyilvánítás

A kutatást az NKFIH támogatta, amelyért a szerzők ezúton is köszönetüket fejezik ki. A projekt neve: "New trends in the spatial structure of Hungarian industry in connection with the fourth industrial revolution". (A projekt száma: K125091).

### Irodalom

- Adebanjo, D., Laosirihongthong, T., Samaranyake, P., Teh, P. (2021): Key enablers of Industry 4.0 development at firm level: Findings from an emerging economy. *IEEE Transaction on Engineering Management*, 2., 400–416. <https://doi.org/gq392h>
- Bailey, D., De Propis, L. (2019): Industry 4.0, regional disparities and transformative industrial policy. *Regional Studies Policy Impact Books*, 2., 67–68. <https://doi.org/mfw5>
- Baji P. (2014): Az internet, a tér és az új gazdaság Budapesten. *Tér és Társadalom*, 4., 117–137. <https://doi.org/jj6fn>
- Balland, P.-A., Boschma, R. (2021). Mapping the potentials of regions in Europe to contribute to new knowledge production in Industry 4.0 technologies. *Regional Studies*, 10–11., 1652–1666. <https://doi.org/gmmdmj>
- Barsi B. (2003): Az információs és kommunikációs technológiák (IKT) hatása a versenyképességre. *Tér és Társadalom*, 3., 183–197. <https://doi.org/mfwt>
- Bravi, L., Murmura, F. (2021): Industry 4.0 enabling technologies as a tool for the development of a competitive strategy in Italian manufacturing companies. *Journal of Engineering and Technology Management*, April–June, 101629. <https://doi.org/gqmh7b>
- Carayannis, E., Sagi, J. (2001): “New” vs. “old” economy: Insights on competitiveness in the global IT industry. *Technovation*, 8., 501–514. <https://doi.org/b4qt99>
- Castells, M. (1998): *The Informational City - Information Technology, Economic Restructuring and the Urban-Regional process*. Basil Blackwell Publishing, Oxford

- Charrad, M., Ghazzali, N., Boiteau, V., Niknafs, A. (2012): *Package 'NbClust'*. <https://hal.science/hal-01126138/document> (Letöltés: 2023. 04. 21.)
- Demeter K., Losonci D. I., Szász L., Rácz B-G. (2020): Magyarországi gyártóegységek Ipar 4.0 gyakorlatának elemzése. *Vezetéstudomány*, 3., 2–14. <https://doi.org/mfwv>
- Duvivier, C., Cazou, E., Truchet-Aznar, S., Brunelle, C., Dubé, J. (2021): When, where, and for what industries does broadband foster establishment births? *Papers in Regional Science*, 6., 1377–1401. <https://doi.org/mfwv>
- EC (2021). *A digitális gazdaság és társadalom fejlettségét mérő mutató (DESI), Magyarország*. European Commission, Brussels <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi-hungary> (Letöltés: 2023. 03. 29.)
- Elhousseiny, H. M., Crispim, J. (2022): SMEs, barriers and opportunities in adopting Industry 4.0: A review. *Procedia Computer Science*, 196., 864–871. <https://doi.org/grm654>
- Emmert-Streib, F. (2023): What is the role of AI for digital twins? *AI*, 3., 721–728. <https://doi.org/mfwz>
- Everitt, B., Landau, S., Leese, M., Stahl, D. (2011): *Cluster Analysis. 5th Edition*. John Wiley & Sons Ltd., Chichester <https://doi.org/c3mhb3>
- Éltető A. (2021). Digitalizáció és lokális előnyök Magyarországon. *Külgazdaság*, 5–6., 91–105. <https://doi.org/mfw2>
- Gál, Z., Lux, G. (2022): FDI-based regional development in Central and Eastern Europe: A review and an agenda. *Tér és Társadalom*, 3., 68–98. <https://doi.org/k52q>
- Ghadimi, P., Donnelly, O., Sar, K., Wang, C., Azadnia, A. H. (2022): The successful implementation of Industry 4.0 in manufacturing: An analysis and prioritization of risks in Irish industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 175., 121394. <https://doi.org/gq4hvp>
- Haggett, P. (2006): *Geográfia – Globális szintézis*. Typotex Kiadó, Budapest
- Halpin, B. (2016): Multiple imputation for categorical time series. *The Stata Journal*, 3., 590–612. <https://doi.org/gfzkxx>
- Hermann, M., Pentek, T., Otto, B. (2015) Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review. *Working Paper*, 1. Technische Universität, Dortmund [https://www.researchgate.net/publication/307864150\\_Design\\_Principles\\_for\\_Industrie\\_4.0\\_Scenarios\\_A\\_Literature\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/307864150_Design_Principles_for_Industrie_4.0_Scenarios_A_Literature_Review) (Letöltés: 2021. 06. 19.)
- Katona A., Birkner Z., Németh K., Péter E. (2023): Ipari digitalizációra való felkészülés eltérő méretű hazai cégeknél. *Vezetéstudomány*, 6., 47–59. <https://doi.org/mfw3>
- Keszei T., Tóth R. Zs. (2020): Ipar 4.0 az autóiparban – a fehér- és kékgalléros munkavállalók technológia elfogadási aggályai. *Vezetéstudomány*, 6., 69–80. <https://doi.org/mfw4>
- Kiss, E. (2007): Foreign Direct Investment in Hungary: Industry and its spatial effects. *Eastern European Economics*, 1., 6–28. <https://doi.org/d6nmpg>
- Kiss, E. (2021/2022): The geography of Industry 4.0 publications in dynamic and static approaches. *Regional Symbiosis*, 29–30., 1–17.
- Kiss E., Kuttor, D., Varga, B. (2023): Key factors affecting Industry 4.0 adoption: An empirical study in Hungarian manufacturing companies. *Geographia Polonica*, 2., 239–258. <https://doi.org/mfw5>
- Kiss, E., Nedelka, E. (2020): Geographical approach of Industry 4.0 based on information and communication technologies at Hungarian enterprises in connection with industrial space. *Hungarian Geographical Bulletin*, 2., 99–117. <https://doi.org/mfw6>
- Kiss É., Tiner T. (2021): Az ipari forradalmak és az infokommunikációs fejlődés földrajzi összefüggései a nemzetközi szakirodalom tükrében. *Földrajzi Közlemények*, 2., 89–105. <https://doi.org/mfw7>
- Kumar, R., Kr. Singh, R., Kr. Dwivedi, Y. (2020): Application of Industry 4.0 technologies in SMEs for ethical and sustainable operations: Analysis of challenges. *Journal of Cleaner Production*, 275., 124063. <https://doi.org/gq4ckv>
- Liboni, L. B., Cezarino, L. O., Chiappetta Jabbour, C. J. C., Oliveira, B. G., Stefanelli, N. O. (2019): Smart industry and the pathways to HRM 4.0: Implications for SCM. *Supply Chain Management*, 1., 124–146. <https://doi.org/gkdvwg>
- Losonci D., Lőrincz L., Granát M., Demeter K. (2023): Digitalizáció és üzleti teljesítmény – hazai feldolgozóipari tapasztalatok. *Közgazdasági Szemle*, 70., 82–102. <https://doi.org/mfw8>

- Luthra, S., Mangla, S. K., (2018): Evaluating challenges to Industry 4.0 initiatives for supply chain sustainability in emerging economies. *Process Safety and Environmental Protection*, 117., 168–179. <https://doi.org/gfds6b>
- McCoy, D., Lyons, S., Morgenroth, E., Palcic, D., Allen, L. (2018): The impact of broadband and other infrastructure on the location of new business establishments. *Journal of Regional Science*, 3., 509–534. <https://doi.org/gmtdr8>
- Mittal, S., Khan M. A., Romero, D., Wuest, T. (2018): A critical review of smart manufacturing & Industry 4.0 maturity models: Implications for small and medium-sized enterprises (SMEs). *Journal of Manufacturing Systems*, 49., 194–214. <https://doi.org/gf3phk>
- Molnár, E., Kozma, G., Mészáros, M., Kiss, E. (2020): Upgrading and the geography of the Hungarian automotive industry in the context of the fourth industrial revolution *Hungarian Geographical Bulletin*, 2., 137–155. <https://doi.org/hkxg>
- Mushi, G. E., Di Marzo Serugendo, G., Burgi, P.-Y. (2022): Digital technology and services for sustainable agriculture in Tanzania: A literature review, *Sustainability*, 4., 2415. <https://doi.org/mfw9>
- Muscio, A., Ciffolilli, A. (2020): What drives the capacity to integrate Industry 4.0 technologies? Evidence from European R&D projects. *Economics of Innovation and New Technology*, 2., 169–183. <https://doi.org/gk5vww>
- Nagy, Cs., Molnár, E., Kiss, E. (2020): Industry 4.0 in a dualistic manufacturing sector – qualitative experiences from enterprises and their environment, Eastern Hungary. *Hungarian Geographical Bulletin*, 2., 157–174. <https://doi.org/hkxh>
- Nick G. (2018): *Az Ipar 4.0 hazai adaptációjának kihívásai a vállalati és területi összefüggések tükrében*. Doktori értekezés, Széchenyi István Egyetem, Győr
- Phillips, K. (1991): Changing markets and institutional inertia: a review of US telecommunications policy. *Telecommunications Policy*, 1., 49–61. <https://doi.org/bgjzpj>
- Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., Harnisch, M. (2015): *Industry 4.0. The future of productivity and growth in manufacturing industries*. The Boston Consulting Group [https://www.bcg.com/publications/2015/engineered\\_products\\_project\\_business\\_industry\\_4\\_future\\_productivity\\_growth\\_manufacturing\\_industries.aspx](https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries.aspx) (Letöltés: 2021. 06. 12.)
- Santos, C., Mehra, A., Barros, A. C., Araujo, M., Ares, E. (2017): Towards Industry 4.0: An overview of European strategic roadmaps. *Procedia Manufacturing*, 13., 972–979. <https://doi.org/ggnrbz>
- Saraçlı, S., Doğan, N., Doğan, İ. (2013): Comparison of hierarchical cluster analysis methods by cophenetic correlation. *Journal of Inequalities and Applications*, 203. <https://doi.org/gg638q>
- Schwab, K. (2016): *The Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum, Cologne/Geneva. Retrieved from <https://www.weforum.org/about/the-fourth-industrial-revolution-by-klaus-schwab> (Letöltés: 2021. 07. 01.)
- Stutz, F. P., Warf, B. (2012): *The World Economy. Geography, Business, Development*. Prentice Hall, New Jersey
- Szalavetz, A. (2019): Industry 4.0 and capability development in manufacturing subsidiaries. *Technological Forecast and Social Change*, 145., 384–395. <https://doi.org/gg4z4n>
- Szerb L., Komlósi É., Páger B. (2020): Új technológiai cégek az Ipar 4.0 küszöbén: A magyar digitális vállalkozási ökoszisztéma szakértői értékelése. *Vezetéstudomány*, 6., 81–96. <https://doi.org/mfxb>
- Tay, S. I., Alipal, J., Lee, T. C. (2021): Industry 4.0: Current practice and challenges in Malaysian manufacturing firms. *Technology in Society*, 67., 101749. <https://doi.org/mfxc>
- Tortora, A. M. R., Maria, A., Valentina, Di P., Iannone, R., Pianese, C. (2021): A survey study on Industry 4.0 readiness level of Italian small and medium enterprises. *Procedia Computer Science*, 180., 744–753. <https://doi.org/mfxd>
- Tuegeh, O. D. M., Harangi-Rákos, M., Nagy, A. Sz. (2021): Industry 4.0 and human resource in Indonesia: a systematic literature review. *Economic Annals-XXI*, 2., 171–180. <https://doi.org/mfxf>
- Vajda E. (1979): *A magyar híradástechnika évszázada*. Híradástechnikai Tudományos Egyesület, Budapest
- Vida R. (2018): Az infokommunikációs infrastruktúra. In: Sallai Gy. (szerk.): *Az okos város (smart city)*. Dialóg Campus Kiadó, Budapest, 67–94.
- Warf, B. (2017): Information and communications technology; Corporations and e-commerce. In: Richardson, D. (ed.): *International Encyclopedia of Geography VIII*. Wiley-Blackwell AAG, New York



- Winter, J. (2020): The evolutionary and disruptive potential of Industrie 4.0. *Hungarian Geographical Bulletin*, 2., 83–97. <https://doi.org/ghnw5t>
- WR (2023): *Service Robots*. [https://ifr.org/img/worldrobotics/Foreword\\_WR\\_Service\\_Robots\\_2023.pdf](https://ifr.org/img/worldrobotics/Foreword_WR_Service_Robots_2023.pdf)  
(Letöltés: 2024. 01. 09.)

## Mellékletek

1. melléklet: A klaszterek száma a mutatók értékei alapján (2014)  
*The number of clusters by the values of indicators (2014)*

Csoportszám	Calinski-Harabasz	Duda-Hart	Pseudo-T
2	22,29	0,235	22,81
3	52,73	0,217	21,70
4	76,98	0,295	21,49
5	108,00	0,203	7,85
6	142,17	0,208	19,07
7	166,22	0,181	9,06
8	192,80	0,029	34,08
9	258,57	0,190	8,51
10	347,98	0,130	6,72
11	427,83	0,088	10,32
12	565,83	0,000	-
13	583,52	0,428	2,67
14	619,66	0,000	-
15	668,14	0,000	-

Forrás: a szerzők szerkesztése

Megjegyzés: az egyes értékek összevetését követően a kiemelt csoportszám mellett döntöttünk.

2. melléklet: A klaszterek száma a mutatók értékei alapján (2019)  
*The number of clusters by the values of indicators (2019)*

Csoportszám	Calinski-Harabasz	Duda-Hart	Pszedo-T
2	30,48	0,300	16,33
3	52,09	0,191	25,35
4	83,19	0,334	17,95
5	110,79	0,124	14,11
6	125,20	0,053	71,89
7	179,30	0,144	11,87
8	268,80	0,115	23,16
9	401,30	0,000	-
10	578,08	0,000	-
11	890,44	0,339	5,84
12	1 127,77	0,335	1,99
13	1 203,85	0,161	5,22
14	1 347,40	0,000	-
15	1 745,85	0,000	-

Forrás: a szerzők szerkesztése

Megjegyzés: az egyes értékek összevetését követően a kiemelt csoportszám mellett döntöttünk.

3. melléklet: A klaszterek száma az Ipar 4.0 alkalmazások értékei alapján  
*The number of clusters by the values of the applications of Industry 4.0*

Csoportszám	Calinski-Harabasz	Duda-Hart	Pszedo-T
2	17,29	0,607	11,00
3	18,95	0,699	4,73
4	16,97	0,276	7,87
5	17,68	0,450	4,89
6	18,13	0,461	7,03
7	21,13	0,089	10,28
8	24,36	0,231	3,33
9	26,01	0,601	3,32
10	29,48	0,504	2,96
11	32,84	0,000	-
12	32,33	0,000	-
13	32,24	0,395	1,53
14	33,02	0,127	6,87
15	33,86	0,000	-

Forrás: a szerzők szerkesztése

Megjegyzés: az egyes értékek összevetését követően a kiemelt csoportszám mellett döntöttünk.