



Területi Statisztika

Közzététel: 2021. október 1.

A tanulmány címe:

Robotizáció a negyedik ipari forradalom idején a világban és a magyar iparban, területi megközelítésben

Szerzők:

Kiss Éva – Tiner Tibor

<https://doi.org/10.15196/TS610502>

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

- 1) A jogszabályi tartalom kivételével a tanulmányok a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXXVI. törvény (Sztj.) szerint szerzői műnek minősülnek. A szerzői jog jogosultja a KSH.
- 2) A KSH földrajzi és időbeli korlátozás nélküli, nem kizárólagos, nem átadható, térítésmentes felhasználási jogot biztosít a Felhasználó részére a tanulmány vonatkozásában.
- 3) A felhasználási jog keretében a Felhasználó jogosult a tanulmány:
 - a) oktatási és kutatási célú felhasználására (nyilvánosságra hozatalára és továbbítására a 4. pontban foglalt kivétellel) a Folyóirat és a szerző(k) feltüntetésével;
 - b) tartalmáról összefoglaló készítésére az írott és az elektronikus médiában a Folyóirat és a szerző(k) feltüntetésével;
 - c) részletének idézésére – az átvevő mű jellege és célja által indokolt terjedelemben és az eredetihez híven – a forrás, valamint az ott megjelölt szerző(k) megnevezésével.
- 4) A Felhasználó nem jogosult a tanulmány továbbértékesítésére, haszonszerzési célú felhasználására. Ez a korlátozás nem érinti a tanulmány felhasználásával előállított, de az Sztj. szerint önálló szerzői műnek minősülő mű ilyen célú felhasználását.
- 5) A tanulmány átdolgozása, újra publikálása tilos.
- 6) A 3. a)–c.) pontban foglaltak alapján a Folyóiratot és a szerző(ke)t az alábbiak szerint kell feltüntetni:

„Forrás: Területi Statisztika c. folyóirat 61. évfolyam 5. számában megjelent, Kiss Éva – Tiner Tibor által írt, Robotizáció a negyedik ipari forradalom idején a világban és a magyar iparban, területi megközelítésben c. tanulmány”

- 7) A Folyóiratban megjelenő tanulmányok kutatói véleményeket tükröznek, amelyek nem esnek szükségképpen egybe a KSH, vagy a szerzők által képviselt intézmények hivatalos álláspontjával.

Robotizáció a negyedik ipari forradalom idején a világban és a magyar iparban, területi megközelítésben

Robotization during the fourth industrial revolution in the world and in the Hungarian industry in regional approach

Kiss, Éva

CSFK Földrajztudományi Intézet
E-mail: kiss.eva@csfk.org

Tiner, Tibor

CSFK Földrajztudományi Intézet
E-mail: tiner.tibor@csfk.org

Kulcsszavak:

robotizáció,
negyedik ipari forradalom,
ipar,
tér szerkezet,
Magyarország

Az elmúlt évtizedben a nemzetközi trendekkel összhangban Magyarországon is növekszik a robotok alkalmazása az iparban, de a jelenség társadalomföldrajzi vizsgálata még nem kapott nagyobb figyelmet. A tanulmány saját összeállítású adatbázisra alapozva, az ipar térszerkezetével összefüggésben feltárja a robotokat alkalmazó ipari vállalkozások jellemzőit és a hazai robotizáció fontosabb területi sajátosságait. A magyar ipar robotizációját jelentős vállalati, ágazati és térségi koncentráció jellemzi. A járműgyártásban, az elektronikai iparban és a vegyiparban a leggyakoribbak a robotok, amelyek elsősorban az ország északi felében, főleg Észak-Dunántúlon találhatók. A jövőben leginkább az élelmiszeriparban várható az ipari robotok számottevő gyarapodása, és a térségi megoszlásuk is egyenletesebb lesz.

During the last decade in harmony with international trends the application of robots in Hungarian industry is increasing, too, however the social geographical studying of this phenomenon has not received special attention yet. Based on specifically created database, this study reveals the major characteristics of industrial enterprises using robots and the more important geographical features of robotization in relation to the spatial pattern of industry. The robotization of the Hungarian industry is characterized by a significant company, sectoral and spatial concentration. Robots are used most frequently

Keywords:
robotization,
fourth industrial revolution,
industry,
spatial pattern,
Hungary

in vehicle production, the electronics and the chemical industry, located primarily in the northern part of the country, mainly in Northern Transdanubia. In the future the number of industrial robots will increase considerably, particularly in the food industry, and their spatial distribution will become more balanced, too.

Beküldve: 2021. február 9.

Elfogadva: 2021. április 9.

Bevezetés

A robotok alkalmazása az iparban hosszú múltra tekint vissza. A világon az első robot megjelenésétől és üzembe helyezésétől (Egyesült Államok, 1961: a General Motors trentoni üzeme) 60 év telt el (Mansfield 1989). Európában először 1967-ben, Svédországban, egy fémipari üzemben kezdtek robotot használni (Wallén 2008). A számuk azonban a legutóbbi évtizedben indult gyors ütemű gyarapodásnak, a negyedik ipari forradalom időszakában, melynek gyökerei az ezredfordulóra nyúlnak vissza. A negyedik ipari forradalmat a leggyakrabban Ipar 4.0-nak nevezik, habár abban még nincs egyetértés, hogy azonos vagy különböző a jelentésük (Hermann et al. 2015, Thoben et al. 2017, Fekete–Morvay 2019, Bánhidi et al. 2020). Az Ipar 4.0 fogalmát először 2011-ben használták a német ipar stratégiai megújulását célzó program megnevezésére (Nagy 2019). A középpontjában 9 új technológia (szimuláció, kiterjesztett valóság, autonóm robotok, vertikális/horizontális integráció, dolgok internete¹, Felhő, Big Data, additív gyártás², kiberbiztonság) áll, amelyek a forradalmi változást idéznek elő az iparban (Rüßmann et al. 2015). A negyedik ipari forradalom ugyanakkor tágabb értelemben mindazokat a mélyebb gazdasági és társadalmi változásokat foglalja magába, amelyek az új technológiáknak köszönhetően fognak bekövetkezni, becslések szerint 20–30 éven belül (Schwab 2016). Előfordulnak olyan megközelítések is, hogy a negyedik ipari forradalom valójában nem más, mint a harmadik ipari forradalom folytatása, annak kiteljesedése, mivel annak vívmányain (például számítógép, internet) és/vagy azok továbbfejlesztésén alapul (Fonseca 2018, Müller et al. 2018).

¹ A dolgok internete (Internet of Things – IoT) lényegében olyan különböző, egyértelműen azonosítható elektronikai eszközöket jelent, amelyek képesek felismerni valamilyen lényegi információt, és azt egy internet alapú hálózaton egy másik eszközzel kommunikálni.

² Gyártási eljárás, amely vékony rétegek lerakásával készít tárgyakat, szemben a hagyományos megmunkálással, melynek során egy nagyobb nyers darabból választják le a felesleges anyagot, és a megmaradó rész lesz a késztermék. Egyik legismertebb eszköze a 3D nyomtató.

A robotok szintén a harmadik ipari forradalom korában jelentek meg. A most terjedő robotoknak viszont csak egy kis, de növekvő része „Ipar 4.0-generációs” robot. A nemzetközi és a hazai robotizáció folyamatában ma még döntően a hagyományos robotok vesznek részt. Az autonóm robotok – az Ipar 4.0, illetve a negyedik ipari forradalom robotjai – világviszonylatban is csak néhány százalékban fordulnak elő. Ezek a hagyományos robotoknál sokkal autonómabbak, rugalmasabbak és kooperatívabbak. Kommunikálnak, továbbá képesek biztonságosan egymással és az emberrel is együtt dolgozni. Az autonóm robotok legfőbb sajátossága, hogy a képességek sokkal nagyobb választékával rendelkeznek (Rüßmann et al. 2015).

A 20. század utolsó harmadától hatalmas fejlődésen mentek keresztül a robotok, és napjainkban már sokféle robot létezik. Mechanikai szerkezetük alapján 7 fő csoportba (például lineáris, hengeres, delta/párhuzamos stb.) sorolhatók, amelyeket az élet különböző területein (mezőgazdaság, ipar, oktatás, egészségügy stb.) alkalmaznak (IFR 2020, Mészáros 2020). Közülük azonban tanulmányunk tárgya csak az ipari robotok földrajzi vizsgálata. Az ipari robotok olyan robotok, amelyek automatikusan kontrolláltak, újra programozhatók, többfunkciós manipulátorok, három vagy több tengelyen programozhatók, helyben rögzítettek vagy mobilak, és amelyeket az ipari automatizáció során használnak (IFR 2020).

Az iparban a robotizáció előrehaladása, az automatizáció és a digitalizáció révén számottevően hozzájárul a termelés forradalmi átalakulásához, ami azután a gazdaságban és a társadalomban is hatalmas változásokat indukál. Ez pedig a negyedik ipari forradalom, aminek most még az elején tartunk (Schwab 2016). A következő évtizedeket, az új korszakot akár „robotvilágnak” vagy a „robotok korának” is nevezhetjük (Ford 2016, Mészáros 2020). Egy 2012 és 2017 között az Európai Unióban (EU) végzett felmérés eredményei is azt mutatták, hogy a robotok alkalmazása a társadalom mind nagyobb hányada számára válik egyre elfogadottabbá, főképp azokban az országokban, ahol sok időskorú él (Gnambs–Appel 2019). Ez egyúttal az iparon kívüli robothasználat (például a szociális gondozás terén, az egészségügyben, a háztartásokban stb.) növekedését is jelenti, de napjainkban a robotok leggyakrabban a feldolgozóiparban fordulnak elő hazánkban is. A kutatásunk alapján létrehozott adatbázisra alapozva tanulmányunkban az ipari robotokat alkalmazó vagy ipari robotokat alkalmazni szándékozó ipari vállalkozások területi sajátosságai mellett e vállalkozások fontosabb jellemzőit is feltárjuk. Választ keresve arra a kérdésre is, hogy a robotok területi megoszlása követi-e a magyar ipar térszerkezetének dualitását (Kiss 2010).

A robotizációnak ma már több tudományterületen is gazdag szakirodalma van. A technológiai-műszaki kérdések mellett széles körű kutatások tárgya a gazdasági és a társadalmi összefüggéseinek megismerése is (Dirican 2015, Wallén 2008, Pelaez–Kyriakou 2008). A robotok (de talán már az első gépek) megjelenésétől kezdve az embereket leggyakrabban az foglalkoztatja, hogy hogyan hatnak majd a munkájukra, a foglalkoztatásukra és a munkaerőpiacra. Éppen ezért számos tanulmány jelent már

meg, amelyek ezekre a kérdésekre próbálnak választ adni (Acemoglu–Restrepo 2018, Ford 2016, Jung–Lim 2020, De Vries et al. 2020).

A robotizáció folyamatának földrajzi hatásai is lehetnek, amelyek vizsgálata eddig még külföldön és idehaza sem kapott jelentősebb figyelmet. Ez részben azzal is összefügghet, hogy térbeliségének „érzékelhetővé” válása hosszabb időt igényelhet. A robotizáció hozzájárulhat új telephelyek létrejöttéhez vagy a meglévők áthelyezéséhez, de általa olyan helyeken is létesülhetnek ipari üzemek, ahol korábban nem volt jellemző az ipar, sőt akár a régebben külföldre telepített ipari létesítmények vissza is települhetnek az anyaországba. Globálisan ez utóbbi számíthat nagyobb érdeklődésre, mert jelentős térbeli átrendeződést hozhat a világgazdaságban (De Backer et al. 2018, Faber 2020). A robotizáció országon belüli földrajzi jellemzőinek bemutatására csak kevés külföldi példa van (Mansfield 1989, Nuccio et al. 2020), a hazaiak pedig többnyire csak a probléma felvetésére szorítkoznak (Nagy–Molnár 2018, Mészáros 2020). Hiánypótló hazai vizsgálatunkkal egyúttal eleget teszünk annak a felhívásnak is, hogy „...sokkal bátrabban kellene a társadalomföldrajznak más tudományok korszakalkotó tevékenységeihez viszonyulni.” (Mészáros 2020: 333.)

A tanulmány szerkezetileg öt fő részből áll. A bevezetést követően az ipari robotok alkalmazását a nemzetközi statisztikai adatok tükrében tekintjük át. Majd a cégadatbázis összeállításának szempontjait és a kutatás során alkalmazott módszereket ismertetjük. Az eredményekre fókuszálva területi megközelítésben mutatjuk be a magyar ipar robotizációjának néhány sajátosságát, elsősorban a robotokat alkalmazó és azokat alkalmazni szándékozó vállalkozások adatbázisa, valamint kérdőíves felmérésünk tapasztalatai alapján. A tanulmányt a főbb gondolatok összefoglalása mellett a várható tendenciák felvázolásával zárjuk.

A robotizáció a nemzetközi statisztikák tükrében

A robotok száma az 1970-es évekig lassan nőtt a világban. 1973-ban még csak 3 ezret, 1990-ben viszont már 454 ezret tartottak nyilván. Az iparirobot-gyártásban az 1970-es évek második fele és az 1980-as évtized nagy fordulatot hozott, mert a számuk ugrásszerűen nőtt. Az ezredfordulón 750 ezer, 2010-ben több mint egymillió és 2019-ben már 2,7 millió robot dolgozott az iparban (IFR 2020, Pintér 2011). A következő években további gyarapodásuk várható, annak ellenére, hogy 2019-ben visszaesett az üzembe helyezett robotok száma a fő felhasználó ágazatok keresletcsökkenése, valamint az Egyesült Államok és Kína közötti kereskedelmi háború miatt. Szintén az üzembe helyezések számának csökkenését hozhatja a sok szempontból új helyzetet teremtő COVID-19-járvány is. Bár a jövőt illetően nagy a bizonytalanság, az kétségtelen, hogy a járvány felgyorsíthat olyan folyamatokat, amelyek a robotizálást erősítik. Hosszabb távon például a munkaerőhiány és a digitalizáció erősödése, valamint a vásárlói igényekhez való mind rugalmasabban alkalmazkodó termelés szükségessé teszi a robotok mind nagyobb volumenű alkalmazását.

Ennél fogva 2022-ben az üzembe helyezett ipari robotok száma már elérheti a 600 ezret, ami másfélszerese a 2018. évinek, amikor először haladta meg számuk a 400 ezret. Néhány éven belül így a világ gyáraiban akár 4 millió ipari robot is dolgozhat (IFR 2019).

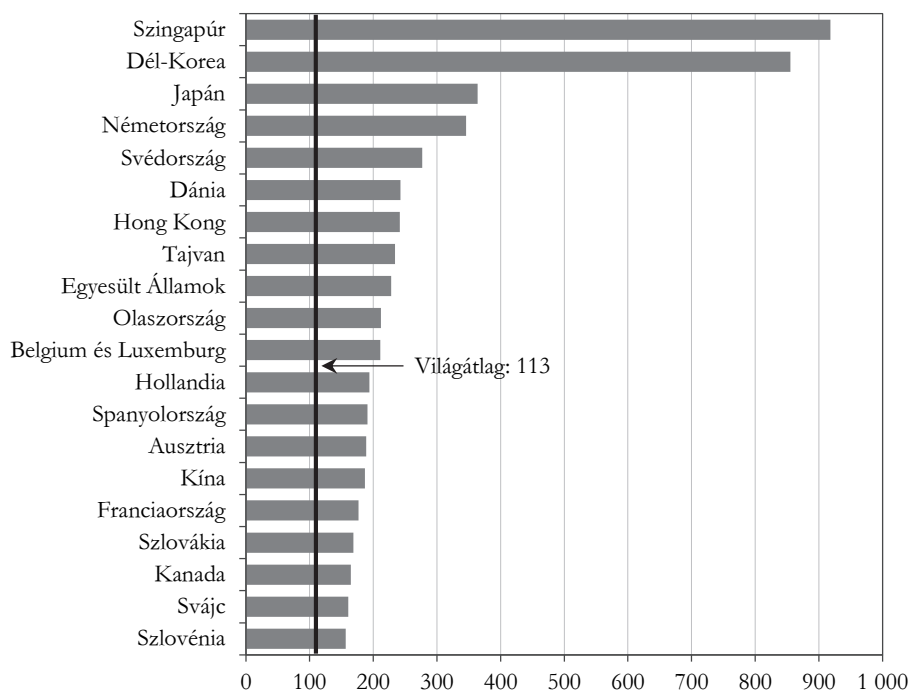
A kontinensek közül Ázsia a növekedés motorja: 1,7 milliós robotállománnyal jár az élen Európával (580 ezer) és Amerikával (389 ezer) szemben. Részedése is folyamatosan nőtt az elmúlt évtizedben: 2010-ben a világ működő robotállományának 49, 2019-ben már 64%-ával rendelkezett (IFR 2020). Ugyanezen idő alatt az Egyesült Államokban bár majdnem kétszer gyorsabban nőtt a robotállomány, mint Európában, az nem veszélyeztette a „vén kontinens” második helyét a rangsorban, sőt fölénye némiképp erősödött is az „új világhoz” képest.

Ázsia tartósan vezető helyét Kína biztosítja, mivel a világon a legtöbb ipari robottal rendelkezik. 2019-ben több mint 140 ezer robotot helyezett üzembe, míg a második helyen álló Japán alig 50 ezret, az Egyesült Államok 33 ezret, Dél-Korea 28 ezret és Németország 20 ezret. Az utolsó helyen, holtversenyben Lengyelország és Csehország állt, egyaránt 2600 ipari robottal. A rangsor első 15 helyezettje szinte alig változott az évek során (IFR 2020).

1. ábra

A tízezer alkalmazottra jutó robotok száma a feldolgozóiparban, 2019

Number of robots per ten thousand employees in the manufacturing industry, 2019



Forrás: IFR (2020).

A tízezer alkalmazottra jutó ipari robotok száma 2019-ben Ázsiában volt a legmagasabb (118) és Amerikában (103) a legalacsonyabb. Európa átlagánál (114) és a világtátlagnál is nyolcszor magasabb volt Szingapúr mutatója (918), amit Dél-Koreáé (855) követett. Habár Kínában van a legtöbb robot, a robotsűrűség alapján azonban már jóval kedvezőtlenebb a helyzete (1. ábra).

Az évente üzembe helyezett ipari robotokon már hosszú ideje két iparág osztozik: az autóipar és az elektronika. Előbbiek száma 21, utóbbiaké 17 ezerrel csökkent 2018 és 2019 között (IFR 2020). Az iparágak közül még mindig az autóipar (28%) részesedése a legnagyobb, a 2005. évihez (55%) képest mért jelentős visszaesése azonban arra utal, hogy más ágazatok robotizációja is erősödött a 21. században. 2019-ben a fémipar 12, a vegyipar 5, az élelmiszeripar 3, az elektronikai ipar viszont 24%-át alkalmazta az ipari robotoknak (IFR 2020). Utóbbi aránya annak ellenére is kiugró, hogy termékei iránt erőteljesen csökkent a kereslet, és a kereskedelmi háborúban való nagyobb mértékű érintettsége folytán a pozíciója is romlott.

A robotok „tudásának és képességeinek” fejlődésével és áruk csökkenésével (például 1983 és 2003 között az átlagos árak a felére, 49 ezer euróra zuhant) alkalmazási lehetőségeik egyre jobban kiterjedtek (Pintér 2011, Mészáros 2020). A robotok az egyszerű műveletek elvégzése mellett mostanra már igen bonyolult és összetett feladatok végrehajtására is alkalmasak (Nagy–Molnár 2018). Az első generációs robotok még csak nagyon leegyszerűsített feladatokat tudtak elvégezni, és nem kommunikáltak a környezetükkel. A második generációs robotok döntően szerelő-robotok és bizonyos mértékű kommunikációra is képesek a külvilággal. A legfejlettebbek, a harmadik generációs robotok már önálló kommunikációra és bonyolult feladatok elvégzésére is alkalmasak. Képesek alkalmazkodni a külső körülményekhez, tanulni, önálló döntéseket hozni, valamint az emberrel is együtt dolgozni. A robotok fejlődésével párhuzamosan az általuk elvégezhető munkatípusok, feladatok köre is változott az iparban. Az 1980-as években a leggyakrabban (38%) a hegesztésnél alkalmaztak ipari robotokat, majd az 1990-es években az összeszerelés került előtérbe (35%). Ezzel egyidejűleg gyarapodott az anyagmozgatás, kezelés terén dolgozó robotok aránya (2019-ben 44%). Ezt a hegesztés (23%) és az összeszerelés (10%) követte (IFR 2020). Lényegében ez a három tevékenység vagy munkakör igényli az ipari robotok több mint háromnegyedét.

A hagyományos ipari robotok, amelyek átlagos „élettartama” vagy másképp szolgálati ideje 12 év, alkotják az ipari robotok döntő hányadát. A legfejlettebb robotok száma csak lassan növekszik. 2019-ben például az előző évinél alig kétezerrel több, vagyis 18 ezer ilyen robotot helyeztek üzembe (IFR 2020). Ezáltal részesedésük megközelítette az 5%-ot az összes robotból. A jövőben nagyon valószínű, hogy nő az igény az együttműködő (kollaboratív) robotok, azaz a kobotok iránt is, az automatizáció, a digitalizáció előrehaladásával és az új IC technológiák térhódításával párhuzamosan (Kiss–Nedelka 2020). A prognózisok szerint 2025-re a nagyon sokoldalúan hasznosítható kobotok már a világ ipari robotjainak több mint egyharmadát teszik ki (Keresztes 2019).

Hosszú időn át a robotok alkalmazását olyan munkák elvégzése motiválta, amelyek angol megnevezésük kezdőbetűje alapján 4 „d-vel” írhatók le, ugyanis unalmasak (dull), piszkosak (dirty), veszélyesek (dangerous) és/vagy kifinomult (delicate), precíz munkavégzést igényelnek (IFR 2020). Az utóbbi időkben azonban már más tényezők kezdenek előtérbe kerülni, különösen a fejlett országokban, ahol a robotok terjedése a legelőrehaladottabb. A robotizációt leginkább a lakosság előregedése, a munkaerőhiány, a termelékenység növelése, a költségek csökkentése és a minőség javítása ösztönzik, de más okok is indokolhatják. Például Dél-Koreában a természeti katasztrófákra való pontos és a gyors reakció iránti igény erősödése miatt is szükség van a robotokra (De Backer et al. 2018).

Európán belül a fejlett nyugati országokban gyakoribb a robotok alkalmazása, míg a poszt szocialista országokban csak a 21. században vált jelentősebbé a robothasználat az iparban. Ez szorosan összefügg azzal, hogy a kontinens keleti felében a 20. század utolsó évtizedében, a rendszerváltozás után gyökeresen átalakult az ipar és az egész gazdaság (Lux 2017). Akkor kezdtek megjelenni azok a külföldi befektetők, akik olyan ipari létesítményeket (például autógyárak) hoztak létre, amelyek világviszonylatban is sok robotot használnak. Az új ipari beruházások és a meglévő ipari létesítmények fejlesztése egyrészt szükségessé teszi az ipari robotok terjedését ebben a régióban is. Másrészt nagymértékben befolyásolja az adott ország robotizációjának mértékét, amit a hazai tapasztalatok is megerősítenek.

Adatbázis és módszertan

A hazai robotizáció földrajzi sajátosságainak feltárásához több lépcsőben különböző adatforrásokat és módszereket alkalmaztunk, mivel a robotok számáról és iparvállalati megoszlásáról kevés információval rendelkezünk. Ezek ugyanis üzleti szempontból igen érzékeny adatok. Hozzáférhető statisztikai adatok csak a robotokat alkalmazó tíz főnél nagyobb vállalkozások 2018. évi megyék szerinti arányáról vannak. Településszintű adatok a vállalatok esetleges beazonosíthatósága miatt nem állnak rendelkezésre, holott ezek lennének a legpontosabbak. E hiányosság kiküszöbölésére 2019-ben a vállalkozások szintjén kíséreltünk meg adatgyűjtést. Abból a hipotézisből indultunk ki, hogy a robotizáció elsődlegesen a nagyobb méretű vállalkozások sajátossága, ezért az 50 főnél nagyobb ipari vállalkozásokat helyeztük előtérbe az információ- és adatgyűjtés során. Azt is feltételeztük, hogy közöttük a hazai járműgyártásban és a hozzá kapcsolódó iparágakban (például elektronikai ipar, műanyagipar) lesznek a robotokat leginkább alkalmazó közép- és nagyméretű ipari vállalatok.

Az adatgyűjtés legösszetettebb fázisa az volt, amikor az egyes cégekről a robotok jelenlétére és/vagy tervezett alkalmazására vonatkozó információkat szándékoztunk beszerezni, mert azokat csak egyenként lehetett a cégek honlapjairól vagy azon belüli rákereséssel begyűjteni. Ezeket az információkat kiegészítették és megerősítették a cégekről a különböző szaklapokban vagy azok honlapjain, továbbá a szakmai szer-

vezetek hírleveleiben (például [1–8]) megjelent – a robotok alkalmazásával és a tervezett robotizációval kapcsolatos – tartalmak. Végül csak azokat a cégeket vettük be az adatbázisba, amelyek több forrás szerint is megfeleltek a felsorolt kritériumoknak. Összesen 404 ipari céget (amelyeknek 191 telephelyük volt a székhelyükön kívül) sikerült beazonosítani. Közülük 162 (az ország összes 50 fős és a feletti ipari vállalkozásának mintegy 7%-a) már használta a robotokat, ellenben a többi (242) ipari cég csak a közeljövőben tervezte azok alkalmazását. Ez utóbbi csoportba mindazokat a vállalkozásokat soroltuk, amelyek robotokat terveztek alkalmazni, függetlenül attól, hogy tettek-e már konkrét intézkedéseket annak érdekében vagy sem.

A munka következő szakaszában kigyűjtöttük a különböző cégeadatbázisokból [10–11] a 404 ipari cég főbb ismérveit (alapítás éve, telephely, tulajdonos, létszám stb.). Bár az ily módon kapott adatbázis a két cégcsoportról (robotokat alkalmazók és tervezők) nem teljes, mégis megfelelő alapot biztosít a jelenség alaposabb megismeréséhez. A tanulmány középpontjában a robotokat alkalmazó vállalkozások adatbázisának részletes elemzése áll, mivel az ide tartozó cégek a hazai ipari robotizáció előrehaladottabb szakaszában vannak, így arról már konkrét tapasztalataik is vannak. Ugyanakkor a robotokat alkalmazni szándékozó ipari vállalkozások a robotizáció várható ágazati és területi megjelenéséről szolgáltatnak további ismereteket, amelyek elősegíthetik azon kérdés pontosabb megválaszolását is, hogy a robotizáció hozzájárul-e a regionális különbségek fennmaradásához az ipar területi struktúrájában. Másiképpen fogalmazva az ipar térbeli megosztottságát követi-e az ipari robotok térbeli tagozódása?

Az ipari cégek összegyűjtött adatait többnyire térképeken dolgoztuk fel annak érdekében, hogy a területi sajátosságok minél szemléletesebbek legyenek. A térképi ábrázolást általában az ipari cégek székhelye és a fő tevékenységük TEÁOR-kódja határozta meg.

A vállalkozások robotizációja és néhány sajátossága (például telephelyük közlekedési kapcsolatai) közötti összefüggések feltárásához statisztikai kapcsolat (kereszt-tábla, khi-négyzet próba) vizsgálatot is végeztünk. Tekintettel azonban arra, hogy az eredmények nem jeleztek releváns erősségű kapcsolatot a különböző változók között, ezért az ismertetésüktől alapvetően eltekintünk (Kovács 2019).

Az empirikus kutatások terepi munkát és kérdőíves megkeresést foglaltak magukba. A 2019 tavaszán megtartott „Ipar Napja” kiállításon lehetőségünk nyílt több robotgyártó cég képviselőjétől is információt gyűjteni a hazai robotizációról. A 2019 őszén a Magyar Suzuki Zrt. esztergomi üzemében tett látogatásunk során a gyár robotizálásáról is tájékozódhattunk. 2020 szeptemberében 20, a hazai robotizációban érdekelt vállalkozás körében rövid kérdőíves felmérést végeztünk (Mach-Tech tematikus árunévsor 2019). A kérdőívekre mindössze 4 cég válaszolt, amelyek közül 2 adott értékelhető válaszokat, a 13 kérdésből egyaránt 8-ra. A többi üzleti titokra hivatkozva nem válaszolták meg. Az alacsony válaszolási hajlandóság ellenére is (mert a cégek körében általában nagyon nehéz az információgyűjtés) kedvező, hogy

mindketten fontos szerepet játszanak a hazai robotizálásban. Az egyik cég vezető robotgyártó, és 2006-ban Törökbálinton létesült, a másik ellenben a robottelepítésben jeleskedik, és 1994-ben Győrben hozták létre. (A továbbiakban robotgyártó, illetve robottelepítő cégeként/vállalkozásként említjük őket.) Ebből adódóan a válszaki mérvadóak lehetnek a magyarországi robotizáció területi összefüggéseinek megismerésében.

Az ipar robotizációjának hazai tapasztalatai

A robotok száma, robotsűrűség

Magyarországon – hasonlóan a többi kelet-közép-európai országhoz – folyamatosan növekedett az ipari robotok száma az elmúlt évtizedekben. Jól mutatja ezt például a tízezer foglalkoztatottra jutó robotok számának 2013 és 2018 közötti 62%-os növekedése is, ami körülbelül fele-kétharmada a többi kelet-közép-európai országban mértnek (Drahokoupil 2020). Az 1990-es években a magyarországi vállalatok még kevés robotot alkalmaztak. Az 1991-ben létesített első hazai autógyárban, a Magyar Suzuki Zrt.-ben is kezdetben csak néhány tucat robot volt. Mostanra viszont a számuk már megközelíti az ezret, amiből a legtöbbit hegesztésre használnak. A robotok gyarapodását és foglalkoztatásra gyakorolt hatását jelzi, hogy – ahogy az egyik felső vezető fogalmazott – azt a munkát, amit az 1990-es években kétezer fő végzett el, ma már alig 200 fő. (Ha túlzásnak is tűnik ez az állítás, az kétségtelen, hogy a gyár bizonyos részlegeiben számottevően csökkent az élő munka alkalmazása.)

A gazdasági világválság idején hazánkban évente átlagosan 200 robotot helyeztek üzembe. A Mercedes-Benz Manufacturing Hungary Kft. megnyitásával ugyan 2011-ben és 2012-ben ideiglenesen majdnem ezerre ugrott fel a számuk, de aztán átlagosan évi 500-ra esett vissza (Nagy–Molnár 2018). Az ingadozás valójában arra utal, ahogy a robotgyártó cég is jelezte a kérdőívben, hogy az üzembe helyezett robotok száma „... nagymértékben függ az autóiipari projektektől”. Azoknak tulajdonítható ugyanis, hogy nagyobb hullámzások jellemzik a magyarországi robotterítékést. 2018-ban például az Audi Hungaria Zrt. új győri karosszéria gyáregységében egyszerre 700 robotot helyeztek üzembe (Szabó 2018). A robotizáció jövőjét tekintve a megkérdezett vállalkozások egybehangzóan optimisták. A koronavírus-járvány miatti nagyfokú bizonytalanság dacára és normál üzletmenetet feltételezve a robotgyártó cég éves szinten 10–15%-os növekedést prognosztizál a kelet-közép-európai térségre, így hazánkra is. A robottelepítő vállalkozás szintén növekedésre számít, mert szerintük a digitalizáció és az automatizáció növekedni fog, továbbá egyre nehezebb lesz megbízható munkaerőt találni.

A magyar iparban 5400 robot dolgozott 2016-ban (Nagy–Molnár 2018), 2019-ben viszont már 8481 (IFR 2020). Számuk valószínűleg azóta is nőtt, még ha a koronavírus-járvány miatt csekélyebb mértékben is. Jelenleg a világ ipari robotállományának töredékét (körülbelül 0,3%) teszik ki a magyarországi ipari robotok. Arról

nincsenek hozzáférhető adatok, hogy ezt a robotállományt ténylegesen hány itteni vállalkozás birtokolja. Csak a robotok iparágak szerinti megoszlásából lehet arra valamelyest következtetni. Mivel az ipari robotok legnagyobb hányadát a járműipar (47%) alkalmazza idehaza is (Ráski 2018), ezért feltételezhető, hogy a járműipari cégek, azon belül is az autógyárak birtokolják a legtöbb robotot. Ezt támasztja alá és egyben utal az ágazatok közötti robotizációs különbségekre is, hogy 2018-ban a magyar autógyárakban a tízezer alkalmazottra jutó robotok száma 369, illetve a többi iparágban mindössze 46 volt. Ezek Dél-Korea 2589, illetve 587-es vagy Németország 1268, illetve 195-ös robotsűrűségéhez képest igen szerény mértékű ipari robotizációt sejtetnek. Másképpen fogalmazva, a fejlett országokhoz viszonyítva jelentős a magyar ipar lemaradása a robotizációban, amit az is alátámaszt, hogy a régió többi poszt-szocialista országával összevetve is többnyire rosszabb a magyar autógyárak és a többi iparág robotsűrűsége. 2018-ban az autógyárakban a tízezer alkalmazottra jutó robotok száma Szlovéniában 1371 volt, Szlovákiában 815, Csehországban 555, ellenben Lengyelországban 189. E négy országban a többi iparág robotsűrűsége sorrendben a következő volt: 91, 41, 62 és 29 (Drahokoupil 2020).

A hazai ipar robotizációját és a robotokat alkalmazó, illetve a robotokat alkalmazni szándékozó ipari vállalkozások megismerését az összeállított adatbázis teszi lehetővé. Előljáróban bemutatjuk a két cégcsoport néhány fontosabb ismervét, de a továbbiakban csak a robotot már alkalmazó vállalkozásokat elemezzük részletesebben (1. táblázat).

1. táblázat

Az összeállított vállalati adatbázis néhány főbb ismervé, 2019
Some major characteristics of the companies' created database, 2019

Megnevezés	Robotokat már alkalmazó	Robotokat alkalmazni szándékozó
	vállalkozások	
Összesen	162	242
Székhelyen kívüli telephelyek száma	111	80
50 és 249 fő közötti foglalkoztatottal rendelkező vállalkozások száma	17	145
250 fő és több foglalkoztatottal rendelkező vállalkozások száma	145	97
Magyar tulajdonú vállalkozások száma	21	148
Külföldi tulajdonú vállalkozások száma	141	94
Települések száma szerint a vállalkozások	72	123

Forrás: [9].

A robotot alkalmazó 162 ipari cég 59%-a a rendszerváltozás első évtizedében létesült, 18%-uk még az 1990-es évtized első felében. 2000 és 2010 között 19%-ukat alapították és alig 5%-ukat (8 céget) 2010 után. A legnagyobb múltú vizsgált vállalatok, amelyek alapítása 1989 előttre nyúlik vissza, valószínűleg a szocialista vállalatok

reorganizációjával, azok utódként jöttek létre. A hosszú fennállás arra enged következtetni, hogy ezek a vállalkozások stabilak, tartósan jól működők, ami minden bizsonnyal pozitívan hatott a robotizálásukra is.

Tulajdonosi összetétel

A robotot alkalmazó ipari vállalkozások tulajdonosainak döntő többsége (87%) külföldi volt. Ez egyáltalán nem meglepő, hiszen a robotvásárlás igen költséges. Például a Delta Electronics csak egy igen egyszerű, egykarú, összeszerelő robotot tízezer USD körüli áron kínált (Ford 2016). Az Ipar Napja kiállításon 2019-ben a Robotcenter Kft. az egyik anyagmozgató robotját 30 ezer euróért árulta, míg egy Panasonic robot ára 110 ezer eurónál kezdődött. A FANUC Hungary Kft.-nél a 12 millió forintos robotalapárhoz a kiegészítőktől, funkcióktól függően adódnak még további költségek. A magas árakból fakadóan, ahogy a kérdőívre választ adók is tapasztalták, a hazai vállalkozások zömét alkotó kis- és középvállalkozások, de még a nagyok közül is a többség kevésbé engedheti meg magának, hogy robotokba fektessen. Bár azt is megjegyezte a robotgyártó cég vezetője, hogy most már néha előfordul, hogy egy-egy hazai családi vállalkozás is vásárol robotot. Kedvezőtlen az is, hogy az árak megtérülése hosszabb időt vesz igénybe. A Magyar Suzuki Zrt. egyik felsővezetője szerint 5–10 év az átlagos megtérülési idő, ám van olyan típus is, ahol ez sokkal hosszabb. Tulajdonképpen az új eszközök és technológiák magas ára, illetve a pénzhiány az egyik fő akadálya a vállalkozások robotizálódásának. Az Ipar 4.0 technológiák alkalmazásának finanszírozási nehézségeire a korábbi empirikus kutatások is felhívták a figyelmet (Nagy et al. 2020, Nick 2018).

A robottal rendelkező külföldi érdekeltségű vállalkozások tulajdonosainak származási ország szerinti megoszlása hasonló azon országok listájához, amelyek a legjelentősebb befektetői a magyar gazdaságnak. Némiképp pontosíthatja ezt, ha a közvetett (ultimate) befektetők 2017. évi származási ország szerinti megoszlását vesszük alapul. (Több külföldi befektetőről is megállapítható, hogy főleg adózási okok miatt más országokban levő leányvállalatain keresztül fektet be egy másik országba.) Hazánk esetében például a jelentős – 2017-ben a befektetői rangsorban a második helyen álló – holland közvetlen tőkebefektetések háttérében más országok állhatnak, azaz közvetett befektetők (például az Egyesült Államok) (Éltető–Sass 2020).

Hosszabb időszakot tekintve a legjelentősebb magyarországi külföldi közvetlen befektetők összetételében nem történt nagy változás. A 15 legnagyobb külföldi befektető között ugyanis 11 olyan ország van, amely mindhárom vizsgált évben (1998, 2008, 2018) a 15 legnagyobb befektető közé tartozott, még ha eltérő mértékben is az egyes években. Ez azért is fontos, mert ezek az országok a felét adják a robottal rendelkező, vizsgált ipari vállalkozások tulajdonosai származási országainak. Másképpen: minden második robotot alkalmazó ipari vállalkozás tulajdonosa olyan országból származik, amelyik a magyar gazdaság legfontosabb befektetői közé tartozik (2. táblázat).

2. táblázat

A magyar gazdaság legjelentősebb külföldi közvetlen tőkebefektetői és befektetések részesedése, valamint a robottal rendelkező ipari vállalkozások tulajdonosai származási ország szerint

The largest foreign direct investors in the Hungarian economy and the share of their investments, and the owners of the industrial enterprises using robots by the country of origin

Magyarországon befektető ország	A külföldi közvetlen tőkebefektetések részesedése az összes külföldi befektetésből, %			A robottal rendelkező ipari vállalkozások, 2019	
	1998	2008	2018	tulajdonosai származási ország szerint	száma
Ausztria	8,9	12,9	10,6	Németország	55
Belgium	1,7	2,5	2,2	Egyesült Államok	25
Ciprus	–	–	2,1	Magyarország	21
Dánia	0,3	0,7	1,0	Franciaország	9
Egyesült Királyság	1,7	1,9	1,4	Japán	8
Finnország	0,2	1,3	–	Egyesült Királyság	6
Franciaország	5,6	5,7	4,2	Ausztria	6
Hollandia	14,3	15,6	18,3	Dánia	5
Írország	–	–	5,1	Svédország	5
Lengyelország	–	0,0	1,3	Svájc	4
Luxemburg	–	–	5,0	Dél-Korea	4
Németország	41,3	24,2	20,3	Hollandia	2
Norvégia	0,1	1,1	0,1	Kína	2
Olaszország	2,1	1,4	3,2	Belgium	1
Oroszország	0,3	0,0	0,8	India	1
Spanyolország	0,1	1,7	1,1	Izrael	1
Svájc	1,8	2,1	5,0	Kanada	1
Svédország	0,7	0,9	0,6	Liechtenstein	1
Egyesült Államok	6,9	5,0	2,8	Mexikó	1
Kanada	0,5	0,5	0,5	Norvégia	1
Dél-Korea	0,2	0,7	3,0	Olaszország	1
Japán	0,8	1,4	1,4	Spanyolország	1
Összesen	87,5	79,6	90,0	Tajvan	1
				Összesen	162

Forrás: KSH (2009, 2019) és [12] alapján saját számítás, valamint [9].

A robottal rendelkező külföldi érdekeltségű ipari vállalkozások közel egyharmada német tulajdonban van. A német tőke a rendszerváltozás kezdetétől vezető helyet foglal el a magyarországi külföldi befektetések között. Németország a tízezer foglalkoztatottra jutó üzembe helyezett robotok számában is tartósan az élbolyban van. 2019-ben a németországi robotsűrűség az európai, illetve a világtálatagot is háromszor

múlta felül (IFR 2020). A német befektetőkön kívül még az Egyesült Államokból, Franciaországból, Japánból, az Egyesült Királyságból, Ausztriából, Dániából, Svédországból, Svájcól és Dél-Koreából fektettek be leginkább a magyar iparba. Tulajdonképpen ezen országok mindegyikében magasabb a robotsűrűség a hazainál. Közülük még a legkisebb robotsűrűségű Svájcé (161) is jóval kedvezőbb a magyarországinál, ami 84 volt 2018-ban. Következésképp nem véletlen, hogy a robotizáció éppen az ezekből az országokból származó tulajdonosok vállalkozásaiban a legelőrehaladottabb, valamint azon településeken (például Győr, Kecskemét, Tatabánya), ahol ezek a vállalkozások működnek.

A rendszerváltozás óta a külföldi közvetlen tőkebefektetések jelentős hányada (30–40%-a) irányult az iparba, például 2018-ban 41%-a. A robotokat alkalmazó cégek leggyakoribb külföldi tulajdonosainak az ipari befektetései bizonyos fokú iparági preferenciát jeleznek. A legfontosabb ipari befektetők közül ugyanis a németek elsősorban a járműgyártásba fektettek, ellenben az egyesült államokbeliek a számítástechnika, elektronikai iparba, a magyar vállalkozók viszont a fémiparba, mivel mind a három ország képviselői körülbelül 32–38%-ban olyan céget hoztak létre, amelyek az említett iparágakhoz tartoznak.

A külföldi érdekeltségű vállalkozások nagy hányada a rendszerváltozás után jött létre, főleg a Dunántúl északi felében. A telephelyválasztásukat számos tényező (földrajzi fekvés, autópálya-közelség, szakképzett, nyugati munkakultúrában jártas munkaerő stb.) befolyásolta (Kiss 2002, Koltai–Filó 2021). Kezdetben többnyire a nyugati határ közelébe települtek, különösen igaz volt ez a német nyelvű befektetők beruházásaira, míg az egyesült államokbeliek befektetéseinek többsége szétszórtan valósult meg az országban. A külföldi érdekeltségű vállalkozásoknak a Dunántúl északi-északnyugati részében való tömörülése a magyar ipar térszerkezeti átalakulását is maga után vonta az 1990-es évtized második felére (Kiss 2002). Az ipar reorganizációja és részben a hagyományos észak-magyarországi területek újra iparosodása is hozzájárult ahhoz, hogy az ipar térbeli expanziója folytatódott a Dunától keletre levő északi országrészben is. Következésképp, az észak-déli megosztottság vált jellemzővé a magyar ipar térszerkezetében a 21. század elején (Kiss 2010, Molnár–Lengyel 2015).

Közlekedési adottságok

Az ipar, illetve a gazdaság és a közlekedés fejlődése szorosan összefonódik, és nagymértékben meghatározzák egy terület sorsának alakulását (Erdősi 1991, Fernald 1999). Az ipari beruházások telephelyválasztásában a közlekedési kapcsolatok fontosak, amit számos kutatás is bizonyított (Knowles 2006, Tiner 2013, Tóth 2002, Egri–Kőszegi 2020, Egri 2020). Mivel a közlekedési hálózat futásiránya nehezen módosítható, ezért befolyása hosszú ideig érvényesülhet egy terület fejlődésében. A poszt-szocialista országokban a rendszerváltozás után felértékelődött az ipari telephelyválasztás kritériumrendszerében a közlekedésföldrajzi adottság, legfőképp a

közúthálózat milyensége, a gyors elérhetőség került előtérbe. Ezzel magyarázható, hogy a vizsgált vállalkozások közlekedési kapcsolataiban is kiemelkedő helyet foglalnak el a közúti kapcsolatok. Szintén lényeges szempont a telephelyek kiválasztásában, hogy többféle közlekedési mód álljon rendelkezésre. A legjobb helyzetben azok a robotokat alkalmazó ipari cégek vannak, amelyek olyan közlekedési adottságú településeken találhatóak, ahol az autópálya-kapcsolat és a vasúti fővonal együttesen biztosított, miáltal közúton és vasúton egyaránt elérhetőek (3. táblázat).

3. táblázat

A robottal rendelkező ipari vállalkozások telephelyük közlekedési kapcsolatai szerint, 2019

Industrial enterprises using robots
by transport connections of their local units, 2019

A vállalkozás telephelyének közlekedési kapcsolat típusai	Robotot alkalmazó ipari vállalkozások száma
Autópálya/autóút + vasúti fővonal mellett ^{a)} fekvő település	89
Autópálya/autóút + vasúti mellékvonal mellett ^{a)} fekvő település	11
Autópálya/autóút mellett ^{a)} fekvő, vasút nélküli település	1
Első/másodrendű főút + vasúti fővonal mellett ^{a)} fekvő település	23
Első/másodrendű főút + vasúti mellékvonal mellett ^{a)} fekvő település	30
Első/másodrendű főút mellett ^{a)} fekvő, vasút nélküli település	4
Csak alsórendű közúton elérhető, vasúti mellékvonal mellett ^{a)} fekvő település	3
Csak alsórendű közúton elérhető, vasút nélküli település	1
Összesen	162

a) A település a legközelebbi fel/lehajtótól, főútsatlakozástól, vasútállomástól maximum 5 kilométerre fekszik.
Forrás: [9].

Az 1990-es években, amikor sok ipari vállalkozást alapítottak, még csak az ország északi részében, főleg az Észak-Dunántúlon voltak autópályák (például M1, M7), ezért is részesítették előnyben ezt a térséget az ipari beruházók (Kiss 2010). Az autópályák, kiváltképp a rendszerváltozás kezdeti időszakában meghatározó szerepet játszottak az ipari létesítmények telephelyválasztásában. Az autóiparhoz szorosan köthető ipari parkok telephelyválasztásának vizsgálata szintén a közlekedésföldrajzi helyzet és a közúti közlekedési adottságok fontosságára hívta fel a figyelmet (Molnár 2013a).

Természetesen abba, hogy az ország egy régiójában jelentősebb ipar, illetve járműipar bontakozott ki számos egyéb tényező (fejlett infrastruktúra, ipari hagyományok, munkaerő képzettsége, települési környezet milyensége stb.) is közrejátszott (Rechnitzer–Smahó 2012). Tulajdonképpen – többek között – a közlekedéshálózat fejletlenségével, az azon belüli relatív elszigeteltséggel és az autópálya hiányával is magyarázható, hogy az ország más területei például a Dél-Dunántúl vagy az Alföld keleti-délkeleti része kimaradtak a 20. század végi és a 21. század eleji fontosabb ipari, járműipari beruházásokból (Lux 2013, Molnár 2013b, Nagy 2013). Ennél fog-

va nagy valószínűséggel a robotizáció is kevésbé előrehaladott ezekben a periférikus, kevésbé iparosodott országrészekben.

Összességében, az előbbiekből az is következik, hogy a közlekedési adottságok, különösen a gyorsforgalmi utak minősége, futása a robotizációra aligha gyakorolt közvetlen hatást. Legfeljebb közvetve, mert az alapvetően a már meglévő ipari vállalkozásokhoz kapcsolódott, és többnyire jóval később következett be. Lényegében ezt igazolta statisztikai elemzésünk is. A közlekedésföldrajzi fekvés és a robothasználat között szignifikáns, de gyenge volt a kapcsolat (Kovács 2019).

Cégméret és ágazati struktúra

A robotokat alkalmazó ipari vállalkozások többsége a nagy létszámú vállalatok körébe tartozik. Körülbelül 90%-ukat a 250 fős és annál nagyobb vállalatok tették ki, és mindössze 17 középvállalat volt közöttük, 50–249 fő közötti létszámmal. Az előbbieket az összes ipari nagyvállalat 28%-át képviselték 2019-ben, ezzel szemben az utóbbiak az összes ipari középvállalat közel 1%-át. A nagyvállalatoknál 10, a középvállalatoknál 41% volt a magyar tulajdonosok aránya.

A vizsgált cégek körében a legnagyobb hányadot a 250–1500 fős, azon belül is az 500–1000 fős cégek (29%) képezték. A robotizáció tehát elsődlegesen a nagyvállalatok sajátossága, amelyek viszont döntően külföldi tulajdonban vannak, mert, ahogy az egyik válaszoló fogalmazott „...számukra nem jelent akkora beruházást egy robot megvétele.” A másik választ adó cég vezetője szerint „...a robotvásárlók körülbelül 70%-a azért a nagyvállalatok közül kerül ki, mert azok tudnak tömegtermelést megvalósítani, miáltal a megtérülés is gyorsabb.” A Kelet-Magyarországon végzett empirikus kutatás szintén azt tárta fel, hogy általában a külföldi érdekeltségű, 250 fő feletti leányvállalatoknál gyakoribb a robotok, illetve új technológiák alkalmazása, mint a magyar tulajdonú középvállalatoknál (Nagy et al. 2020). Utóbbi vállalatcsoport azonban hatékonyságban és versenyképességben is elmarad az itteni külföldi érdekeltségű középvállalatoktól. A magyar tulajdonú középvállalatok fejlődésének belső gátjai (például munkaerőhiány, ország méret) is vannak (Lux et al. 2020). Talán ezért is csak egy szűk szegmensükre jellemző az Ipar 4.0 technológiák és innovációk alkalmazása (Páger et al. 2019). A robotizáció mértékét az is befolyásolja, hogy milyen nyersanyagokat használnak, és milyen termékeket készítenek az adott helyen, továbbá milyen szerepet tölt be a vállalkozás a termelési láncban vagy a teljes ellátási láncban.

A robotokat használó külföldi tulajdonú középvállalatok főleg a fémiparban, az élelmiszeriparban és az egyéb gépiparban tevékenykednek, túlnyomórészt Észak-Dunántúlon, míg a magyar tulajdonúak többnyire a fémiparban és az egyéb iparban, az ország különböző részében. Az autóiipari és az elektronikai nagyvállalatok észak-dunántúli tömörülése feltételezhetően ösztönzőleg hat a térség más ágazatainak, az ottani középvállalatoknak és a magyar tulajdonú cégeknek a robotizációjára is.

A robotot alkalmazó ipari vállalkozások ágazatok szerinti hovatarozása szoros kötődést mutat bizonyos iparágakhoz. A legnagyobb hányaduk a közúti jármű gyár-

tásához és egyéb jármű gyártásához kapcsolódik, majd a vegyipar különböző ágazatai és a villamos berendezés gyártása, gép, gépi berendezés gyártása, a számítógép, elektronikai, optikai termék gyártása, a fémalapanyag és fémfeldolgozási termék gyártása és az élelmiszergyártás, italgyártás, dohánytermékgyártás következik. Nagyjából ehhez hasonló sorrendet mutat az ország összes ipari robotjának a felhasználás szerinti megoszlása is (járműipar 47, vegyipar 28, fémipar 13, elektronikai ipar 6, élelmiszeripar 1, egyéb ipar 5%) (Ráski 2018). A leginkább robotizált ágazatokhoz képest jóval szerényebb mértékű a bőr, bőrtermék, lábbeli gyártásával, a fafeldolgozással, fonottáru gyártásával és a papír, papírtermék gyártásával, valamint a bútorgyártással foglalkozó vállalkozások robothasználata, arányuk mindössze 7%-ot tett ki a mintában. Összefügghet ez a sok kézimunkát igénylő termeléssel, illetve az egyedi termékgyártás nagyobb gyakoriságával is (4. táblázat).

4. táblázat

A robotokat alkalmazó ipari vállalkozások és az 50 főnél nagyobb ipari vállalkozások ágazati megoszlása, 2019

Branch distribution of industrial enterprises using robots and industrial enterprises with more than 50 employees, 2019

Ágazat	Robotokat alkalmazó, 50 főnél nagyobb ipari vállalkozások		Az összes 50 főnél nagyobb ipari vállalkozás ágazati megoszlása
	ágazati megoszlása	részese- dése az adott ágazat 50 főnél nagyobb vállalkozásaiból	
Közúti jármű gyártása, egyéb jármű gyártása	21	19	8
Számítógép, elektronikai, optikai termék gyártása	12	23	4
Villamos berendezés gyártása, gép-, gépi berendezés gyártása	14	7	13
Fémalapanyag gyártása, fémfeldolgozási termék gyártása	11	5	17
Vegyianyag, termék gyártása, gyógyszergyártás, gumi-, műanyag termék gyártása, nemfém ásványi termék gyártása	18	8	16
Élelmiszergyártás, italgyártás, dohánytermék gyártása	11	5	16
Bőr, bőrtermék, lábbeli gyártása, fafeldolgozás, fonottáru gyártása, papír, papírtermék gyártása, bútorgyártás	7	4	13
Egyéb ipar	6	3	13

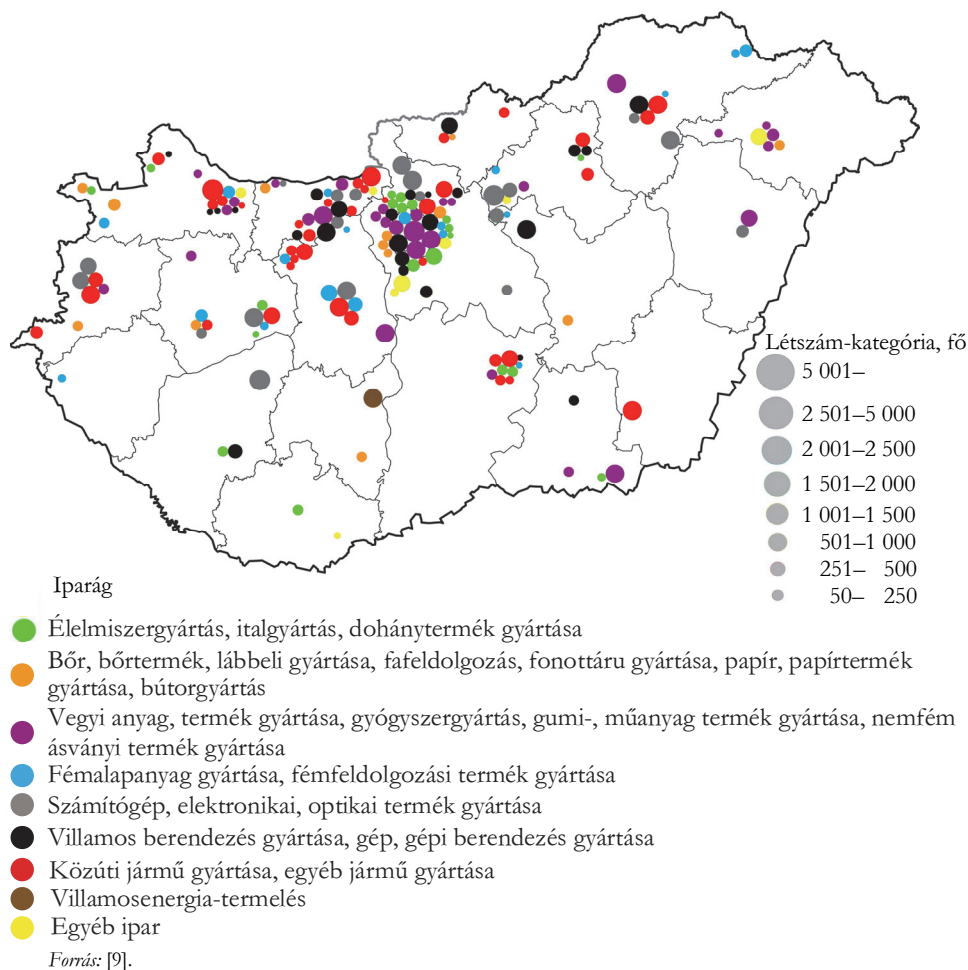
Forrás: KSH (2020a) alapján saját számítás, valamint [9].

A robotokat alkalmazó 162 ipari vállalkozás fő tevékenység szerinti megoszlását összevetve az egyes iparágakból való részese-
désükkel, megállapítható, hogy az egyes ágazatok 50 főnél nagyobb vállalkozásainak jelentős hányadát képviselik, ami az ered-

mények mértékadó jellegét bizonyítják. Továbbá azt is meg kell említeni, hogy a vállalati minta és az 50 főnél nagyobb összes ipari vállalkozás ágazati megoszlása rávilágít arra, hogy az összeállított adatbázis mely ágazatokat és milyen mértékben reprezentál. Vannak iparágak, amelyeket túlreprezentál (például közúti jármű gyártása, egyéb jármű gyártása) és vannak, amelyeket alul (például bőr, bőrtermék, lábbeli gyártása, fafeldolgozás, fonottáru gyártása, papír, papírtermék gyártása, bútorgyártás).

2. ábra

**A robottal rendelkező ipari vállalkozások
létszám-kategória és iparág szerint, 2019**
Industrial enterprises using robots
by employee size categories and by branches, 2019



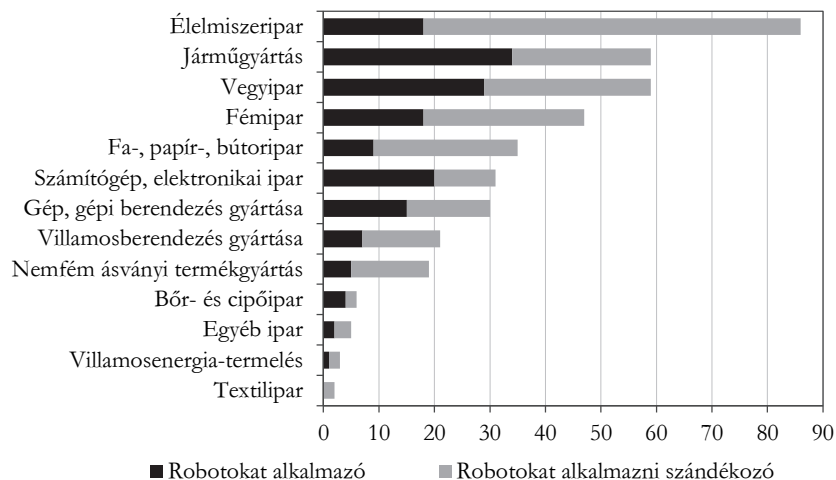
Az iparon belül erős a robotok ágazati és térbeli koncentrációja. A robotok ágazati megoszlása összhangban van az egyes iparágak földrajzi elhelyezkedésével. Ide-

haza is a járműipari vállalkozások adnak otthont a legtöbb robotnak. Nagyon sok van belőlük az autógyárak (Audi, Mercedes, Suzuki) telephelyein (Győr, Kecskemét, Esztergom). Az autóipar a Dunántúl északi feléhez kapcsolódik a legerősebben, ahol legrégebben, az 1990-es évtizedben bontakozott ki. Valójában ebben az ágazatban jelentkeztek a robotok iránti első igények is – a robotgyártó cég vezetőjének megalapításával elve – „a Győr–Esztergom–Székesfehérvár háromszögben”. A későbbiekben azonban újabb autógyár létesült Kecskeméten (Mercedes gyár), és folyamatban van a debreceni BMW gyár építése, amelyek módosíthatják az autógyártás térbeli megjelenését is (Molnár et al. 2020). Ez pedig hosszú távon akár az egész magyar ipar térszerkezetére is hatással lehet. Említést érdemel még az is, hogy a robotokat alkalmazó iparágak legszélesebb körével a főváros rendelkezik, ami Budapest sokoldalú iparával magyarázható, ezzel szemben más településeken csak néhány ágazatra szűkül a robotok előfordulása (2. ábra).

Gyakori, hogy az ipari nagyvállalatok körül több kisebb vállalkozás található, mint azok beszállítói vagy alvállalkozói, nem ritkán egy ipari parkba települve, ezért közöttük szoros termelési-értékesítési kapcsolatok állnak fenn. A kisebb cégek rendszerint azért települnek a nagy megrendelők közelébe, hogy szállítási költségeket takarítsanak meg, és hogy a felmerülő megrendelői igényeket minél gyorsabban ki tudják elégíteni.

3. ábra

A robotot alkalmazó és a robotot alkalmazni szándékozó ipari vállalkozások száma iparágak szerint, 2019
Industrial enterprises using robots and those intending to use robots by branches, 2019



Forrás: [9].

A jövőben robotokat alkalmazni szándékozó ipari cégek ágazati megoszlása arra utal, hogy a robotok iránti igény ugyan eltérő mértékben, de szinte minden iparágban erősödni fog. A leggyorsabban az élelmiszeripar robotigényei növekednek. Ez nemcsak a mostani járványhelyzetre vezethető vissza, hanem minden bizonnyal az élelmiszeripar eddigi szerényebb mértékű robotizáltságára is (3. ábra).

A kérdőívekre válaszoló cégek vezetői a következő években fokozódó robotizációt mindenekelőtt a munkaerőhiánnyal és a növekvő minőségi követelményekkel magyarázták. Rámutattak arra is, hogy a robotok terjedését néhol a munkaerő nem megfelelő képzettsége is akadályozhatja (például az ország délkeleti részén). Ahol viszont sikeresen megvalósul, ott nő a produktivitás, a hatékonyság és gyorsabb fejlődési fokozatba kapcsol az ipar, miközben a munkakörök átalakulására és a dolgozók átcsoportosítására is sor kerülhet.

Székhely-telephely viszonyok

A robotizáció szempontjából a székhely-telephely kapcsolatok vizsgálata azért lehet érdekes, mert a vállalati székhelyek sokszor nem a tényleges termelőtevékenység helyét jelentik. Következésképp, az ipari robotokat gyakran a központtól távoli telephelyen alkalmazzák. Ez utóbbiak feltérképezése szintén az ipari robotok előfordulásának pontosabb megismerését teszi lehetővé.

A robotot alkalmazó 162 ipari vállalkozás több mint 40%-ának van a székhelyén kívül máshol is telephelye. Ezen fióktelepek együttes száma 111. A 67 darab egy vagy több telephelyű cég közül 39 egy telephelyes, míg 28 több telephelyes. Az ötnél több telephellyel rendelkező vállalkozások száma kevés, a leggyakoribbak a kettő vagy három telephelyesek. Az áttekinthetőség érdekében külön ábráztuk az egy és a több telephelyes vállalkozásokat (4. ábra).

Általában a vállalkozások székhelye a nagyobb városokban (például főváros, megyeszékhely), a telephelyek közül viszont több a kisebb településeken található. Az szintén gyakori, hogy a telephelyek is a vállalkozások székhelyéhez hasonlóan az ország északi felében foglalnak helyet. Emiatt a vállalatokon belüli térkapcsolatok is ebbe az országrészbe sűrűsödnek. A kedvező közlekedéscsoporthoz tartozó adottságokon kívül még más tényezők (például ipari hagyományok, fejlettebb infokommunikációs technológia, képzettebb munkaerő stb.) is hozzájárulhattak ehhez.

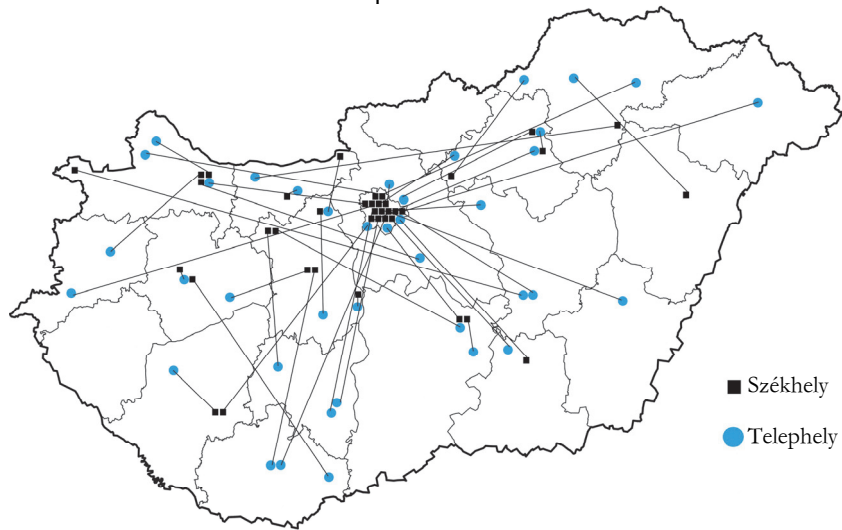
Bár arról nincsenek információk, hogy a robotok alkalmazása hogyan oszlik meg a székhely és a telephelyek között, azt ugyanis egy cégen belül több tényező határozza meg. Attól is függhet, hogy milyen a munkamegosztás közöttük, és hogy milyen feladatokat, tevékenységeket kell ellátniuk az egyes egységeknek. Feltételezhető, hogy a vizsgált vállalkozások telephelyei közül jónéhány rendelkezik robottal, mivel nagy részük a jelentősebb iparral rendelkező megyékben található. Az is valószínű, hogy a fővárosi székhelyű cégek a vidéki telephelyeken, amelyek az ország különböző részeiben fordulnak elő, alkalmaznak inkább robotokat. Az észak-dunántúli székhelyű vállalkozások telephelyei főleg a Dunántúlon található és rendszerint viszonylag közel a központhoz. Fontos kiemelni, hogy nincs lényeges különbség az egy vagy több telephelyes vállalkozások telephelyeinek térbeli mintázatában.

4. ábra

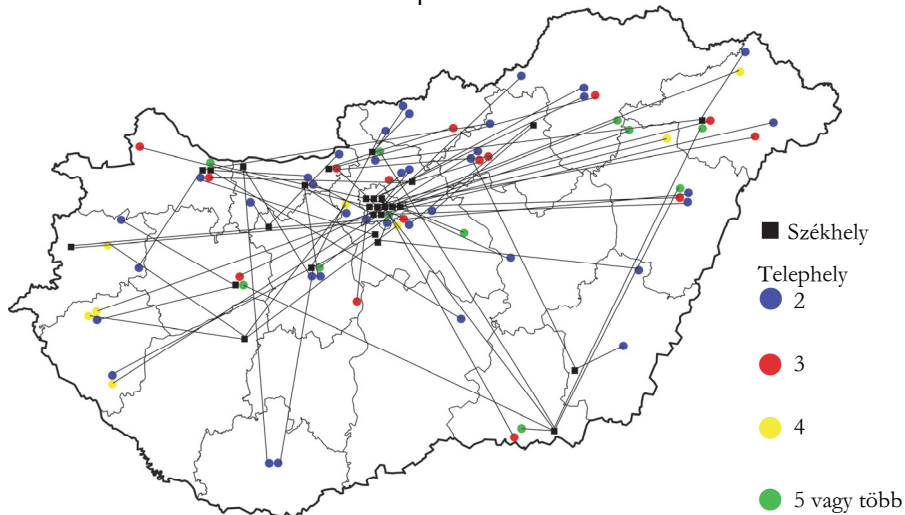
A robottal rendelkező egy és több telephelyes ipari vállalkozások székhelye és telephelyei, 2019

Headquarters and local units of industrial enterprises
with one or more local units using robots, 2019

Egy telephelyes ipari vállalkozások Industrial enterprises with one local unit



Több telephelyes ipari vállalkozások Industrial enterprises with several local units



Forrás: [9].

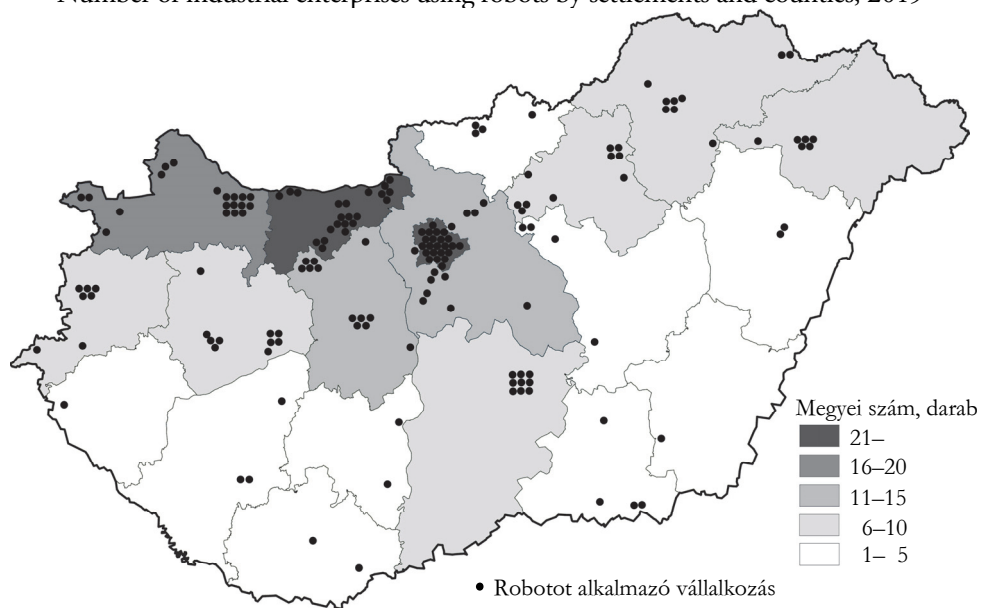
Területi megoszlás

Az ipari robotok földrajzi megoszlása napjainkban igen egyenlőtlen az ország területén. Ezt tükrözi például az is, hogy a 162 robotot alkalmazó cég mindössze 72 településen helyezkedik el, ami az összes település 2,3%-a. Közöttük is túlnyomó hányadot (82%) alkotnak a városok, ami alapján megállapíthatjuk, hogy a robotizáció lényegében városi jelenség. Ez pedig több tényezővel (például a helyi ipar múltja, ágazati összetétele, az infrastruktúra fejlettsége, a munkaerő létszáma, minősége) magyarázható. A városok közül a főváros után a legtöbb robottal rendelkező vállalkozás Győrben és Kecskeméten volt, ami az ottani járműipar vezető szerepének következménye. Robotokat mindössze 13 község 14 vállalkozásában alkalmaztak, amelyek szintén az Észak-Dunántúlon és a főváros környékén fordultak elő (5. ábra).

5. ábra

A robotot alkalmazó ipari vállalkozások száma településenként és megyénként, 2019

Number of industrial enterprises using robots by settlements and counties, 2019



Forrás: [9].

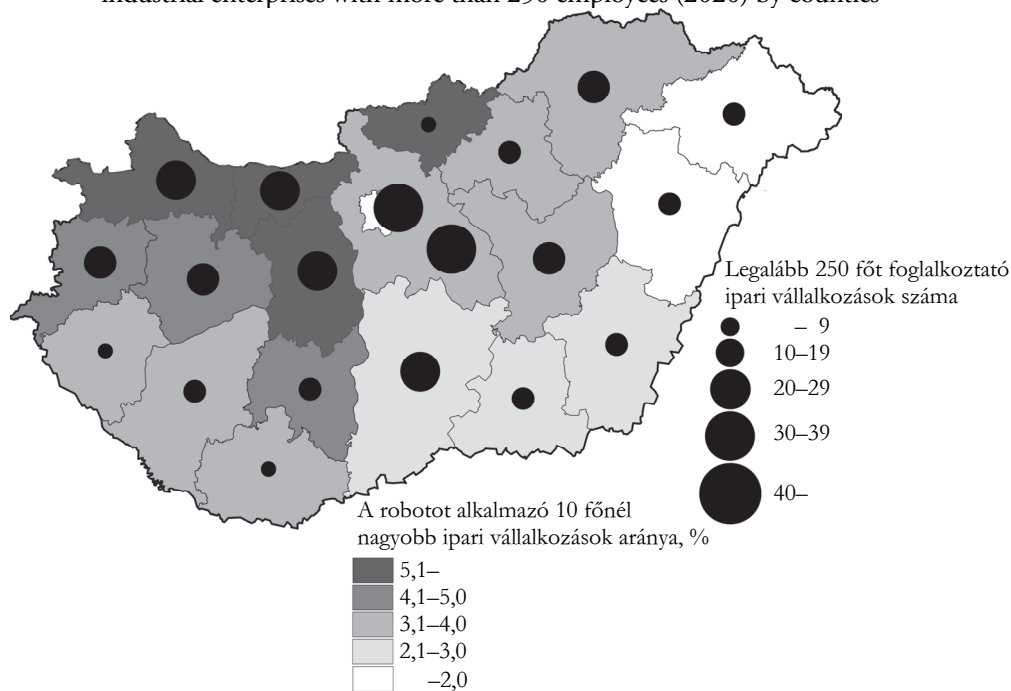
A robotokat alkalmazó ipari vállalkozások az ország északi felén tömörülnek, azon belül is a fővárosi agglomeráció és Észak-Dunántúl a legvonzóbb, ami iparuk fejlettségének és a globális gazdaságba való nagyfokú integrációjának tulajdonítható. Ez utóbbi miatt rendkívül sebezhető is, ahogy azt a 2008-as gazdasági világválság idején tapasztalhattuk (Kiss 2011). Ezzel egyidejűleg az ország keleti és déli periferiáin alacsonyabb a robotizáció, ami az ottani megyék sajátos iparfejlődéséből is következik. Ezeket a kevésbé robotizált megyéket – a megyék 1964 és 2013 közötti ipari növekedési pályáit vizsgálva – a következő kategóriákba osztották be: a „nagy vesz-

tesek” közé Baranyát és Nógrádot, a „kapaszkodók” csoportjába Somogyot, Tolnát és Zalát, miközben a „megtorpanó ipari dinamika” jellemezte Békés, Csongrád³ és Szabolcs-Szatmár-Bereg megye iparát (Nemes Nagy–Lócsei 2015). A kategóriák megnevezése kifejezi az említett megyék iparának múltját, jelenét és bizonyos fokig jövőjét is. Az is kedvezőtlen, hogy a vizsgált ipari indikátorok kumulatív rangszámai alapján a felsorolt megyék iparának pozíciója az elmúlt években sem javult (Kiss–Nedelka 2020). Továbbá iparuk struktúrája sem kedvezett a robotizációnak, ami egyebek mellett az örökölt iparszerkezettel, az új beruházások elmaradásával, a rossz közlekedési adottságokkal magyarázható.

6. ábra

A robotot alkalmazó ipari vállalkozások aránya (2018) és a legalább 250 főt foglalkoztató ipari vállalkozások száma (2020) megyénként

Ratio of industrial enterprises using robots (2018) and the number of industrial enterprises with more than 250 employees (2020) by counties



Forrás: KSH (2020b) és [13].

A robotokat alkalmazó ipari vállalkozások földrajzához nagyon hasonló a robotokat alkalmazó összes magyarországi, 10 főnél nagyobb ipari vállalkozások megyék szerinti megoszlása. A megyei statisztikai adatok alapján az ipari robotokat alkalmazó 10 főnél nagyobb vállalkozások aránya az alföldi megyékben, különösen Szabolcs-Szatmár-Bereg és Hajdú-Bihar megyében alacsony (2% alatti), de Dél-

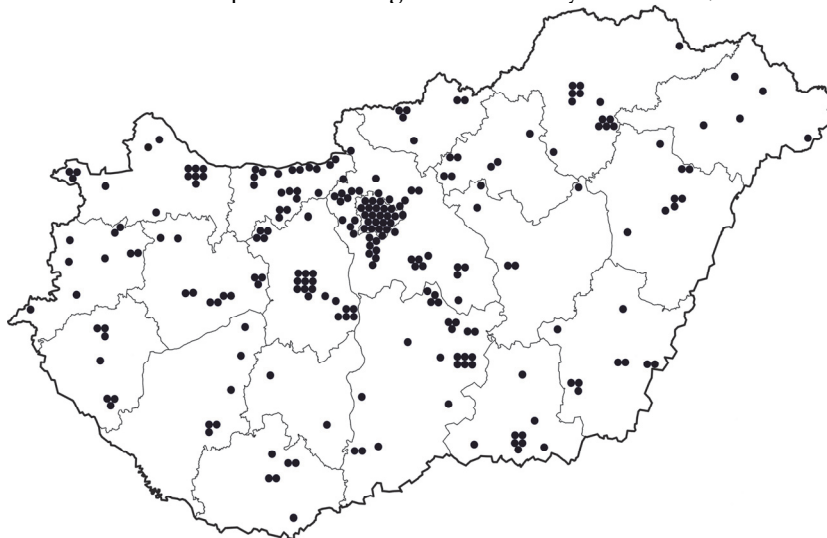
³ 2020. június 4. óta Csongrád-Csanád megye.

Alföldön is 3% alatti. Ez különböző okokra (például iparszerkezeti sajátosságok, vállalkozások nagysága, pénzügyi helyzete) vezethető vissza. Külföldi kutatások is számos tényezővel magyarázzák az új technológiák terjedésének akadályait, amelyek között a nem megfelelően képzett munkaerő és a forráshiány a leggyakoribbak (Geissbauer et al. 2016, Kopp–Basl 2017). Az, hogy Budapesten is kevés az ipari robotot használó vállalkozás, leginkább abból fakad, hogy ott többnyire magasan képzett munkaerőt alkalmaznak, és relatíve kevesebb az olyan munkakör az iparban, ami robotizálható. A legmagasabb, 4–5% feletti az ipari robotokat alkalmazó vállalkozások aránya Észak-Dunántúlon és Nógrád megyében, ami többek között az ottani ipar ágazati szerkezetének és a nagyvállalatok gyakoribb előfordulásának a következménye (6. ábra).

Tekintettel arra, hogy a jövőben egyre több ipari cég szándékozik robotot használni, a megoszlásukban a regionális különbségek csökkeni fognak. De az ágazati különbségek mérséklődése is várható, mert azon iparágak köre szintén bővülni fog, amelyek robotokat fognak alkalmazni (7. ábra).

7. ábra

A robotot alkalmazni szándékozó ipari vállalkozások települések szerint, 2019
Industrial enterprises intending to use robots by settlements, 2019



Forrás: [9].

A vállalkozások robotizációra vonatkozó terveinek megvalósulása azonban az újabb kihívásoktól függően változhat, amelyek egyike a 2020-ban kirobbant koronavírus-járvány. Bár még nincsenek pontos információk robotizációra gyakorolt hatásáról, a kérdőíves felmérés során kapott válaszok támpontul szolgálhatnak ennek megítéléséhez. A robotgyártó szerint a robotok értékesítése visszaesett, mert a vállalkozások többsége elhalasztotta a nagyobb beruházásokat és inkább csak a kisebb költségű, belső karbantartási munkákat hajtott végre. Azt is megfigyelték, hogy a

vállalkozások az ágazati hovatartozásuktól függően különbözően reagáltak az új helyzetre. Általában az autógyártást érintette hátrányosabban a fejlesztések későbbre helyezése, ellenben az élelmiszeripari és az egészségügyi termékeket előállító ipari cégeknél nőtt a kereslet a robotok és más új technológiák iránt. Hosszabb távon pedig mindezek a robotizáció területi folyamataira is hatással lehetnek.

Összefoglalás

A tanulmányban többféle módszer alkalmazásával azt vizsgáltuk, hogy a negyedik ipari forradalom idején milyen területi sajátosságai vannak a magyar ipar robotizációjának, és hogy az ipari robotok térbeli tagozódása követi-e a hazai ipar duális térszerkezetét. A témaválasztást mindenekelőtt az indokolta, hogy a hozzáférhető hazai szakirodalom szerint eddig még társadalomföldrajzi szempontból nem elemezték a magyar ipar robotizációját. Ezt a saját fejlesztésű ipari cégbázisunk [9] tette lehetővé, ami a robotot már alkalmazó és a robotot alkalmazni szándékozó ipari vállalkozások fontosabb jellemzőit is tartalmazta. Úgy véljük, hogy nemcsak a téma megközelítése, hanem az ipari robotizációra vonatkozó adatbázis összeállítása is úttörőnek tekinthető.

A szakirodalmi előzmények részeként áttekintettük a világban zajló ipari robotizáció főbb folyamatait, ágazati és területi vonásait. Nyilvánvalóvá vált, hogy a magyar ipar robotizáltsága nemzetközi összehasonlításban szerény mértékű, ám ágazati kötődése sok hasonlóságot mutat a globális trendekkel.

Bár a robotok a harmadik ipari forradalom találmányai, elterjedésük azonban csak a 21. században, főleg a negyedik ipari forradalom kibontakozásával gyorsult fel. A robotot alkalmazó ipari vállalkozások néhány ismérve alapján feltártuk a magyar ipar robotizációjának fontosabb jellemzőit. Az eredmények ugyan nem meglepők, de először szolgáltatnak ilyen részletességű adatokkal alátámasztott, bizonyos fokig új ismereteket a magyar ipar robotizációjának földrajzáról. Beigazolódtott, hogy a külföldi érdekeltségű vállalkozásoknál, a nagyvállalatoknál és a járműiparban legelőrehaladottabb a robotizáció, valamint, hogy az ipari robotok térbeli megjelenése szorosan kapcsolódik ezen vállalkozások, illetve iparágak elhelyezkedéséhez. Így térben erősen koncentrált az előfordulásuk. Az ország legfejlettebb ipari térségeiben alkalmazzák a legtöbb ipari robotot, ami azt jelenti, hogy az ipari robotok földrajza követi a magyar ipar duális térstruktúráját. Azt is kimutattuk, hogy a robotot alkalmazni szándékozó vállalkozások a jövőben nagymértékben hozzájárulhatnak a jelenlegi, jelentős regionális különbségek mérséklődéséhez, amit az iparágak differenciáló szerepének gyengülése is elősegíthet.

Végezetül azt is meg kell említeni, hogy napjainkban nem hagyható figyelmen kívül, hogy a koronavírus-járvány nagyfokú bizonytalansági tényező, aminek a gazdasági és társadalmi következményei most még nem láthatók tisztán. A negyedik ipari forradalom kiteljesedésével párhuzamosan azonban a robotizáció erősödése és a robotok térhódítása a következő évtizedekben mélyreható változásokat idézhetnek elő az ipari termelésben és a foglalkoztatásban, valamint az ipar térszerkezetében is.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány alapját képező kutatás az NKFIH támogatásával valósult meg (projektszám: K125091), amiért a szerzők ezúton is köszönetüket fejezik ki.

IRODALOM

- ACEMOGLU, D.–RESTREPO, P. (2018): The race between man and machine: Implications of technology for growth, factor shares, and employment *American Economic Review* 108 (6): 1488–1542. <https://doi.org/10.1257/aer.20160696>
- BÁNHIDI, Z.–DOBOS, I.–NEMESLAKI, A. (2020): What the overall Digital Economy and Society Index reveals: A statistical analysis of the DESI EU28 dimensions *Regional Statistics* 10 (2): 42–62. <https://doi.org/10.15196/RS100209>
- DE BACKER, K.–DESTEFANO, T.–MENON, C.–SUH, J. R. (2018): *Industrial robotics and the global organisation of production* OECD Science, Technology and Industry Working Papers 3. OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/dd98ff58-en>
- DIRICAN, C. (2015): The impacts of robotics, artificial intelligence on business and economics *Procedia- Social and Behavioral Sciences* 195: 564–573. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.134>
- DRAHOKOUPIL, J. (ed.) (2020): *The challenge of digital transformation in the automotive industry. Jobs, upgrading and the prospects for development* ETUI aisbl, Brussels.
- EGRI, Z. (2020): A területi jövedelemegyenlőtlenségek változása Békés megyében, 1988–2017 *Területi Statisztika* 60 (4): 477–512. <https://doi.org/10.15196/TS600404>
- EGRI, Z.–KŐSZEGI, I. (2020): A közúti elérhetőség szerepe a kelet-magyarországi gazdasági teljesítményben és gazdaságfejlesztésben *Területi Statisztika* 60 (6): 653–687. <https://doi.org/10.15196/TS600603>
- ERDŐSI, F. (1991): *Kommunikáció és térszerkezet* Akadémiai Kiadó, Budapest.
- ÉLTETŐ, A.–SASS, M. (2020): *Effects of industry 4.0 on FDI Visegrad countries*. Hungary Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont Világgazdasági Intézet, Budapest.
- FABER, M. (2020): Robots and reshoring: Evidence from Mexican labour markets *Journal of International Economics* 127: 103384. <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2020.103384>
- FEKETE, D.–MORVAY, SZ. (2019): Creative cities in Central and Eastern Europe – Examining the position of Győr from the creative and cultural aspects of this macro-region *Regional Statistics* 9 (2): 45–66. <https://doi.org/10.15196/RS090209>
- FERNALD, J. G. (1999): Roads to prosperity? Assessing the link between public capital and productivity *The American Economic Review* 89 (3): 619–638. <https://doi.org/10.1257/aer.89.3.619>
- FONSECA, L. M. (2018): Industry 4.0 and the digital society: concepts, dimensions and envisioned benefits. Proceedings of the 12th International Conference on Business Excellence *Sciend* 12 (1): 386–397. <https://doi.org/10.2478/pichbe-2018-0034>
- FORD, M. (2016): *Robotok kora* HVG Kiadó Zrt., Budapest.
- GNAMBS, T.–APPEL, M. (2019): Are robots becoming unpopular? Changes in attitudes towards autonomous robotic system in Europe *Computers in Human Behavior* 93: 53–61. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.11.045>

- HERMANN, M.–PENTEK, T.–OTTO, B. (2015): *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review* Working Paper 1. Technische Universität, Dortmund.
- JUNG, J. H.–LIM, D.-G. (2020): Industrial robots, employment growth, and labor cost: A simultaneous equation analysis *Technological Forecasting and Social Change* 159:120202. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120202>.
- KERESZTES, I. (2019): Ipari méretekben *Heti Világgazdaság* 2019. október 10.: 49–50.
- KISS, É. (2002): A magyar ipar térszerkezeti változásai *Földrajzi Értesítő* 51 (3–4): 347–364.
- KISS, É. (2010): *Területi szerkezetváltás a magyar iparban 1989 után* Dialóg Campus Kiadó, Budapest–Pécs.
- KISS, É. (2011): A válság területi konzekvenciái az iparban *Területi Statisztika* 51 (2): 161–181.
- KISS, É.–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* 69 (2): 99–117. <https://doi.org/10.15201/hungeobull.69.2.2>
- KNOWLES, R. D. (2006): Transport shaping space: differential collapse in time-space *Journal of Transport Geography* 14 (6): 407–425. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2006.07.001>
- KOLTAI, Z.–FILÓ, Cs. (2021): A magyarországi városok telephelyi tényezőinek vállalati megítélése *Területi Statisztika* 61 (1): 79–104. <https://doi.org/10.15196/TS610104>
- KOPP, J.–BASL, J. (2017): Study of the readiness of Czech companies to the Industry 4.0. *Journal of Systems Integration* 4 (3): 40–45. <https://doi.org/10.20470/jsi.v8i3.313>
- KOVÁCS, A. (2019): *Ipari cégek robotizációval kapcsolatos adatbázisának statisztikai elemzése* Kézirat, Budapest.
- KSH (2009): *Magyar statisztikai évkönyv, 2008* Központi Statisztikai Hivatal, Budapest.
- KSH (2019): *Magyar statisztikai évkönyv, 2018* Központi Statisztikai Hivatal, Budapest.
- KSH (2020a): *Magyar statisztikai évkönyv, 2019* Központi Statisztikai Hivatal, Budapest.
- KSH (2020b): *Területi statisztikai évkönyv, 2019* Központi Statisztikai Hivatal, Budapest.
- LUX, G. (2013): A Baranya megyei ipari parkok közlekedési adottságai és fejlesztési problémái. In: KISS, É. (szerk.): *A hazai ipari parkok különböző dimenzióban* pp. 111–126., Dialóg Campus Kiadó, Budapest–Pécs.
- LUX, G. (2017): *Újraiparosodás Közép-Európában* Dialóg Campus Kiadó, Budapest–Pécs.
- LUX, G.–PÁGER, B.–KOVÁCS, Sz. (2020): Hazai tulajdonú középvállalatok a magyar feldolgozóiparban *Tér és Társadalom* 34 (1): 69–95. <https://doi.org/10.17649/TET.34.1.3207>
- MACH-TECH tematikus árunévsor (2019) *GyártásTrend* 12 (5): 216–221.
- MANSFIELD, E. (1989): The diffusion of industrial robots in Japan and the United States *Research Policy* 18 (4): 183–192. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(89\)90014-0](https://doi.org/10.1016/0048-7333(89)90014-0)
- MÉSZÁROS, R. (2020): Társadalomföldrajz a robotok világában *Földrajzi Közlemények* 144 (3): 333–337.
- MOLNÁR, E. (2013a): Az autóipar, mint húzóágazat az ipari parkokban: telephelyválasztás, közlekedési adottságok. In: KISS, É. (szerk.): *A hazai ipari parkok különböző dimenzióban* pp. 210–235., Dialóg Campus Kiadó, Budapest–Pécs.
- MOLNÁR, E. (2013b): A közlekedési adottságok szerepe a Hajdú-Bihar megyei ipari parkok fejlődésében. In: KISS, É. (szerk.): *A hazai ipari parkok különböző dimenzióban* pp. 144–161., Dialóg Campus Kiadó, Budapest–Pécs.

- MOLNÁR, E.–LENGYEL, I. M. (2015): Újraiparosodás és útfüggőség: gondolatok a magyarországi ipar területi dinamikája kapcsán *Tér és Társadalom* 29 (4): 42–59.
<https://doi.org/10.17649/TET.29.4.2726>
- MOLNÁR, E.–KOZMA, G.–MÉSZÁROS, M.–KISS, É. (2020): Upgrading and the geography of the Hungarian automotive industry in the context of the fourth industrial revolution *Hungarian Geographical Bulletin* 69 (2): 137–155.
<https://doi.org/10.15201/hungeobull.69.2.4>
- MÜLLER, J. M.–BULIGA, O.–VOIGT, K.-I. (2018): Fortune favours the prepared: How SMEs approach business model innovations in Industry 4.0. *Technological Forecasting & Social Change* 132 (C): 2–17. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.12.019>
- NAGY, CS.–MOLNÁR, E. (2018): Az ipar 4.0 területi összefüggései a robotizáció tükrében: milyen hatásai lehetnek a folyamatnak Magyarországon? *Területfejlesztés és Innováció* 12 (2): 3–18.
- NAGY, CS.–MOLNÁR, E.–KISS, É. (2020): Industry 4.0 in a dualistic manufacturing sector – qualitative experiences from enterprises and their environment, Eastern Hungary *Hungarian Geographical Bulletin* 69 (2): 157–174.
<https://doi.org/10.15201/hungeobull.69.2.5>
- NAGY, G. (2013): A Békés megyei ipari parkok, különös tekintettel a közlekedési adottságokra. In: KISS, É. (szerk.): *A hazai ipari parkok különböző dimenzióiban* pp. 127–143., Dialóg Campus Kiadó, Budapest–Pécs.
- NAGY, J. (2019): Az ipar 4.0 fogalma és kritikus kérdései – vállalati interjúk alapján *Vezetéstudomány* 50 (1): 14–27. <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2019.01.02>
- NEMES NAGY, J.–LŐCSEI, H. (2015): Hosszú távú megyei ipari növekedési pályák (1964–2013) *Területi Statisztika* 55 (2): 100–121.
- NICK, G. (2018): *Az ipar 4.0 hazai adaptációjának kibívásai a vállalati és területi összefüggések tükrében* PhD disszertáció, Széchenyi István Egyetem, Regionális- és Gazdaságtudományi Doktori Iskola, Győr.
- NUCCIO, M.–GUERZONI, M.–CAPELLI, R.–GEUNA, A. (2020): *Industrial pattern and robot adoption in European regions* Working Papers 3. Università Ca' Foscari, Venezia.
- PÁGER, B.–KOVÁCS, SZ.–NICK, G. (2019): Két régió – két eltérő út: a német feldolgozóipari kis- és középvállalatok fejlődése *Területi Statisztika* 59 (2): 129–151.
<https://doi.org/10.15196/TS590201>
- PELAEZ, A. L.–KYRIAKOU, D. (2008): Robots, genes and bytes: technology development and social changes towards the year 2020 *Technological Forecasting and Social Change* 75 (8): 1176–1201. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2008.01.002>
- RECHNITZER, J.–SMAHÓ, M. (szerk.) (2012): *A járműipari beszállítói hálózat Kelet-Közép-Európában és Magyarországon* UNIVERSITAS-GYŐR Nonprofit Kft., Győr.
- RÜBMANN, 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, Boston, MA.
- SCHWAB, K. (2016): *The Fourth Industrial Revolution* World Economic Forum, Cologne–Geneva.
- THOBEN, K.-D.–WIESNER, S. A.–WUEST, T. (2017): „Industrie 4.0” and smart manufacturing – a review of research issues and application examples *International Journal of Automation Technology* 11 (1): 4–16. <https://doi.org/10.20965/ijat.2017.p0004>
- TINER, T. (2013): Az ipari parkok megközelíthetősége és telephelyválasztásuk közlekedéslógisztikai kritériumai. In: KISS, É. (szerk.): *A hazai ipari parkok különböző dimenzióiban* pp. 56–75., Dialóg Campus Kiadó, Budapest–Pécs.

- TÓTH, G. (2002): Kísérlet az autópályák területfejlesztő hatásának bemutatására *Területi Statisztika* 42 (6): 493–505.
- DE VRIES, G. J.–GENTILE, E.–MIROUDOT, S.–WACKER, K. M. (2020): The rise of robots and the fall of routine jobs *Labour Economics* 66: 101885.
<https://doi.org/10.1016/j.labeco.2020.101885>
- WALLÉN, J. (2008): *The history of the industrial robot* Technical report from Automatic Control at Linköpings Universitet Report No. LiTH-ISY-R-2853, Linköping.

INTERNETES FORRÁSOK

- GEISSBAUER, R.–VEDSO, J.–SCHRAUF, S. (2016): *Industry 4.0: building the digital enterprise. Global Industry 4.0. Survey*. PwC., London.
<https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-entreprise-april-2016.pdf> (letöltve: 2020. február 5.)
- IFR – INTERNATIONAL FEDERATION OF ROBOTICS (2019): *World Robotics Report 2019*
<https://ifr.org/downloads/press2018/IFR%20World%20Robotics%20Presentation%20-%2018%20Sept%202019.pdf> (letöltve: 2020. november 18.)
- IFR – INTERNATIONAL FEDERATION OF ROBOTICS (2020): *World Robotics Report 2020*
https://ifr.org/downloads/press2018/Presentation_WR_2020.pdf
(letöltve: 2020. november 18.)
- PINTÉR, J. (2011): *Robottechnika, fejlődéstörténet, alkalmazások, robot fogalma*
<https://docplayer.hu/8829544-Robottechnika-alkalmazások-robot-fogalma-dr-pinter-jozsef.html> (letöltve: 2020. november 12.)
- RÁSKI, P. (2018): Szinte csak a nagyvállalatoknál használnak robotokat a járműgyártásban *Világgazdaság* 2018 02. 19. <https://www.vg.hu/cegvilag/2018/02/szinte-csak-nagyvallalatoknal-használnak-robotokat-jarmugyartásban-2>
(letöltve: 2018. február 19.)
- SZABÓ, F. (2018): 25 éves az Audi: Magyarország lesz az e-motorok gyártásának központja
<https://autopro.hu/gyartok/25-eves-az-audi-magyarország-lesz-az-e-motorok-gyartásának-kozpontja/194154> (letöltve: 2018. február 19.)

ADATBÁZISOK/HONLAPOK

- [1] www.mage.org.hu
- [2] www.autopro.hu
- [3] www.muszaki-magazin.hu
- [4] www.gyartastrend.hu
- [5] www.techmonitor.hu
- [6] www.magyarjarmu.hu
- [7] www.muanyagesgumi.hu
- [8] www.jovogyara.hu
- [9] Tiner T. által összeállított adatbázis, 2019.
- [10] Opten Informatikai Kft.
- [11] Céginformáció.hu Kft.
- [12] www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_qpk003a.html
- [13] Creditonline adatbázis, 2020