

IPAR 4.0 A GAZDASÁGTUDOMÁNYOKBAN – A NEMZETKÖZI ÉS HAZAI SZAKIRODALOM BIBLIOMETRIAI ELEMZÉSE

INDUSTRY 4.0 IN ECONOMICS – BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF THE INTERNATIONAL AND NATIONAL LITERATURE

A cikkben a szerzők áttekintették az Ipar 4.0 területén az utóbbi évtizedben (2011-2020) megjelent gazdaságtudományi publikációkat. Vizsgálták a címek, kulcsszavak és kivonatok tartalmát. Néhány munkát tartalmilag is feldolgoztak. A nemzetközi publikációk mellett feltárták a témakör hazai kutatását, a jelentősebb közleményeket. Azt találták, hogy a megjelent publikációk számának növekedése fokozódó kutatói érdeklődést jelez. A gazdaságtudományi publikációkban az Ipar 4.0 sokféle más területtel együtt fordul elő, kapcsolatok széles körét mutatva, mint például a fenntarthatóság. A másik fontos filozófiával, a leannel a vártnál kevesebb a kapcsolat. A hazai és a nemzetközi kutatások hasonló területeket fednek le.

Kulcsszavak: Ipar 4.0, szakirodalmi áttekintés, lean

In this article, the authors reviewed the scientific publications in the fields of economics and business concerning the area of Industry 4.0 from the last decade (2011–2020). The content of the article titles, keywords and abstracts was examined, while the full-text content of some of the articles was also processed. In addition to international publications, studies and major publications specifically concerning the Hungarian context were explored. The authors found that there have been an increasing number of publications of the time period considered, which indicates increasing research interest. In publications related to economics and business, Industry 4.0 occurs alongside a wide variety of other topics, demonstrating a broad range of links with diverse topics, such as sustainability. There are fewer connections with lean organisational practices than expected. Domestic and international research covered similar areas.

Keywords: Industry 4.0, literature review, lean

Finanszírozás/Funding:

A megjelenést támogatta az Innovációs és Technológiai Minisztérium a Tématerületi Kiválósági Program keretében az NKFIH-843-10/2019 sz. támogatási okirat alapján.

The publication was supported by the Ministry for Innovation and Technology within the framework of the Thematic Excellence Programme (NKFIH-843-10 / 2019).

Szerzők/Authors:

Dr. Nagy Andrea Magda, egyetemi adjunktus, Pannon Egyetem, (nagy.andrea@gtk.uni-pannon.hu)

Tasner Dóra, tudományos segédmunkatárs, Pannon Egyetem, (tasner.dora@gtk.uni-pannon.hu)

Dr. Kovács Zoltán, egyetemi tanár, Pannon Egyetem, (kovacs@gtk.uni-pannon.hu)

A cikk beérkezett: 2020. 09. 09-én, javítva: 2021. 01. 08-án, elfogadva: 2021. 02. 24-én.

This article was received: 09. 09. 2020, revised: 08. 01. 2021, accepted: 24. 02. 2021.

Az Ipar 4.0 egy viszonylag új megnevezése annak a folyamatnak, amely mögött az egyre újabb műszaki megoldások alkalmazása húzódik. Habár a fogalmat általánosan elfogadva a 4. ipari forradalomhoz kötik, a tartalom már régóta jelen van. Sőt az látható, hogy az alkalmazott technológiák többsége már túl van a kezdeti, forradalminak tekinthető korszakán, inkább evolútív fej-

lődést mutat. Ilyenek például a számítógépek és hálózatok generációi, a képkalkotási technológiák, a telekommunikáció, a szenzorok. Természetesen ellenpéldák is vannak, mint például a kvantumszámítógép, új biotechnológiai megoldások, hatóanyagok. Mindezek kiterjedt alkalmazásának rövid idő alatti megjelenése természetesen tekinthető egyfajta ipari forradalomnak, bár nem biztos, hogy en-

nek megítélése kortársi feladat. Emiatt tanulmányunkban ezzel a kérdéskörrel nem foglalkozunk, bár a társadalmi vonatkozások miatt érdekes lehet.

Nemcsak a műszaki lehetőségeknek, hanem – az összetett – gyártás során történő alkalmazásnak is van evolutív jellege. Az ipari/gyártási digitalizáció, okos gyárak koncepció már korábban is léteztek. Ezeknek bőséges irodalma van, különösen az egyes rész megoldások vonatkozásában (Nagy, 2019; Lichtblau et al., 2015; Abonyi & Miszlivetz, 2016).

A témakör jelentősége túlmutat a műszaki területen. Az újszerű műszaki megoldások, azok kombinációja szervezeti, szervezési kérdéseket vet fel. Az Ipar 4.0 az irányítási hierarchiában felfelé haladva minden szinten megjelenik. Például megjelenik a folyamatok fejlesztésében, de a felső vezetés számára is feladatokat jelent, hogy a fejlesztéseknek egyre inkább stratégiai jelentőségük lesz. Ezen keresztül a társadalom egyre szélesebb köre válik érintetté, érdekeltté.

Kutatásunk során azt vizsgáltuk, hogy az Ipar 4.0 jelenség hogyan jelenik meg a legutóbbi gazdaságtudományi jellegű közleményekben. A nemzetközi publikációs tér mellett igyekeztünk feltárni a hazai helyzetet. Bár eredetileg célunk volt, a területet nem tudtuk a teljes társadalomtudományi spektrumon vizsgálni. Így nem vontunk be a kutatásba például etnikai, vallási vonatkozásokat, a gazdaságtudományra összpontosítottunk. A téma attól is szűkült, hogy a társadalomtudományi témával indított lekérdezések gyakorlatilag gazdaságtudományi tartalmat eredményeztek.

Tanulmányunkban először röviden áttekintjük az Ipar 4.0 nemzetközi és hazai szakirodalmát, majd pedig felvázoljuk kutatási tervünket. Jelen cikk jellegére való tekintettel, szakirodalmi előzménynek a korábbi, hasonló, review jellegű közleményeket, gyakorlati résznek pedig az Ipar 4.0 témakörben megjelent publikációk feldolgozását használjuk. A Clarivate Web of Science (a továbbiakban WoS) adatbázis alapján összeállított publikációs lista főbb bibliometriai jellemzőinek ismertetése után gyakorisági és hálózati elemzési módszerek segítségével megvizsgáljuk a publikációk kulcsszavait, absztraktjait, illetve címét. Külön kitérünk a lean és az Ipar 4.0 közötti összefüggésekre. A kapott eredményeket összehasonlítjuk az MTMT adatbázis Ipar 4.0-hoz kötődő közleményeinek a jellemzőivel. Tanulmányunkat egy rövid összefoglalóval zárjuk.

Az Ipar 4.0 irodalmának áttekintésével foglalkozó források

Az Ipar 4.0 szakirodalmának feldolgozásával több műszaki és gazdasági jellegű munka foglalkozott (például Lasi & Kemper, 2014; Liao et al., 2017; Duong & Teuteberg, 2016). A gazdasági irányultságuk közül kiemelhetőek a menedzsmentvonatkozásúak. Vállalati és területi szinten egyaránt helyzetképet adnak a digitális érettségi modellek (Schumacher et al., 2016).

Elsősorban gyakorlati hasznosítási, például fejlesztési irányok stratégiai szintű kijelölése, megszerzendő kompetenciák szempontjából hasznosak a tanácsadó cégek által

készített tanulmányok. Jó példa erre a Gartner technológiai görbéje (hype-cycle), ami az egyik leginkább idézett munka (Gartner, 2019). Az Aberdeen, McKinsey, PwC rendszeresen jelentet meg – elsősorban felméréseken alapuló – tanulmányokat (Aberdeen, 2019; McKinsey, 2020; PwC, 2020).

Kutatásunkban bibliometriai mutatók segítségével elemeztük az Ipar 4.0 nemzetközi és hazai szakirodalmát. Publikációs, hivatkozási adatok felhasználásával, valamint hálózatelméleti eszközökkel az adott kutatási területen belüli főbb tendenciák, esetleges „forró témák” beazonosítására tettünk kísérletet. Emiatt érdekesek a hasonló módszertannal készült előzmények.

Más területekhez hasonlóan az Ipar 4.0-n belül is készültek bibliometriai módszerekkel elemzések. Kipper et al. (2020) például a témakörhöz tartozó teljes nemzetközi szakirodalmat megvizsgálta. Számos szerző pedig az Ipar 4.0-n belüli, szűkebb területet elemezte. Özdağoğlu, Topoyan, Damar (2020) az Ipar 4.0 és az IoT szakirodalmát tekintette át. Kim, Park & Lee (2020) a blockchain technológia, Taboada & Shee (2020) az 5G-képes ellátási-lánc-menedzsment szakirodalmát térképezte fel. Az Ipar 4.0-n belüli, feltörekvő technológiák közötti kapcsolatokat bibliometriai módszerekkel Da Costa et al. (2019) vizsgálta. Fontosak a keretrendszer (framework) jellegű megközelítések, például Demeter és Losonci munkája (2020), amelyek szükségszerűen szélesebb áttekintéssel alapozzák meg a saját Ipar 4.0 modellt.

Megnéztük, hogy a WoS Ipar 4.0 adatbázisunkban hány olyan publikáció van, amelynek címében, kulcsszavában, absztraktjában szerepel a “review” és/vagy “literature” szó. Összesen 181 ilyen cikket találtunk. Ezek után manuálisan ellenőriztük, hogy az adott publikációk mennyire „review” jellegűek. Több olyan cikk is előfordult, amelynél a szerzők a kulcsszavakkal arra utalnak, hogy szakirodalmi feldolgozást is tartalmaz a cikk, de a publikációnak nem az a kizárólagos célja. Azoknak a közleményeknek a száma, amelyek kifejezetten szakirodalmi elemzést tartalmaztak, 75 volt. Ezek közül 55 kapott legalább egy hivatkozást (az adatletöltés időpontjáig). Néhány publikációt az 1. táblázatban kiemeltünk.

A gyakorlati vizsgálat

Kutatási terv

Munkánk célja, hogy az Ipar 4.0 kutatói számára egy áttekintést adjunk a témakörben az utóbbi 10 évben (2011-2020) keletkezett munkákról. Kíváncsiak voltunk arra, hogy az Ipar 4.0-hoz kötődően melyek azok a területek, amelyek az elmúlt évek kutatásaiban előtérbe kerültek, illetve milyen új kutatási trendek vannak kialakulóban.

Kutatási tervünk

A vizsgálat kvantitatív (kulcsszó gyakorisági és kapcsolódási statisztika) és kvalitatív (a teljes szövegek tartalmi feldolgozása) elemeket tartalmaz. A közleményekhez megadott kulcsszavakat felhasználtuk a strukturálatlan szöveg jellegű címek és kivonatok elemzéséhez is. A hálózat leképezéséhez alkalmazott szoftver lehetővé tette egy adott kulcsszóhalmoz részhalmozára a vizsgálatot, meg-

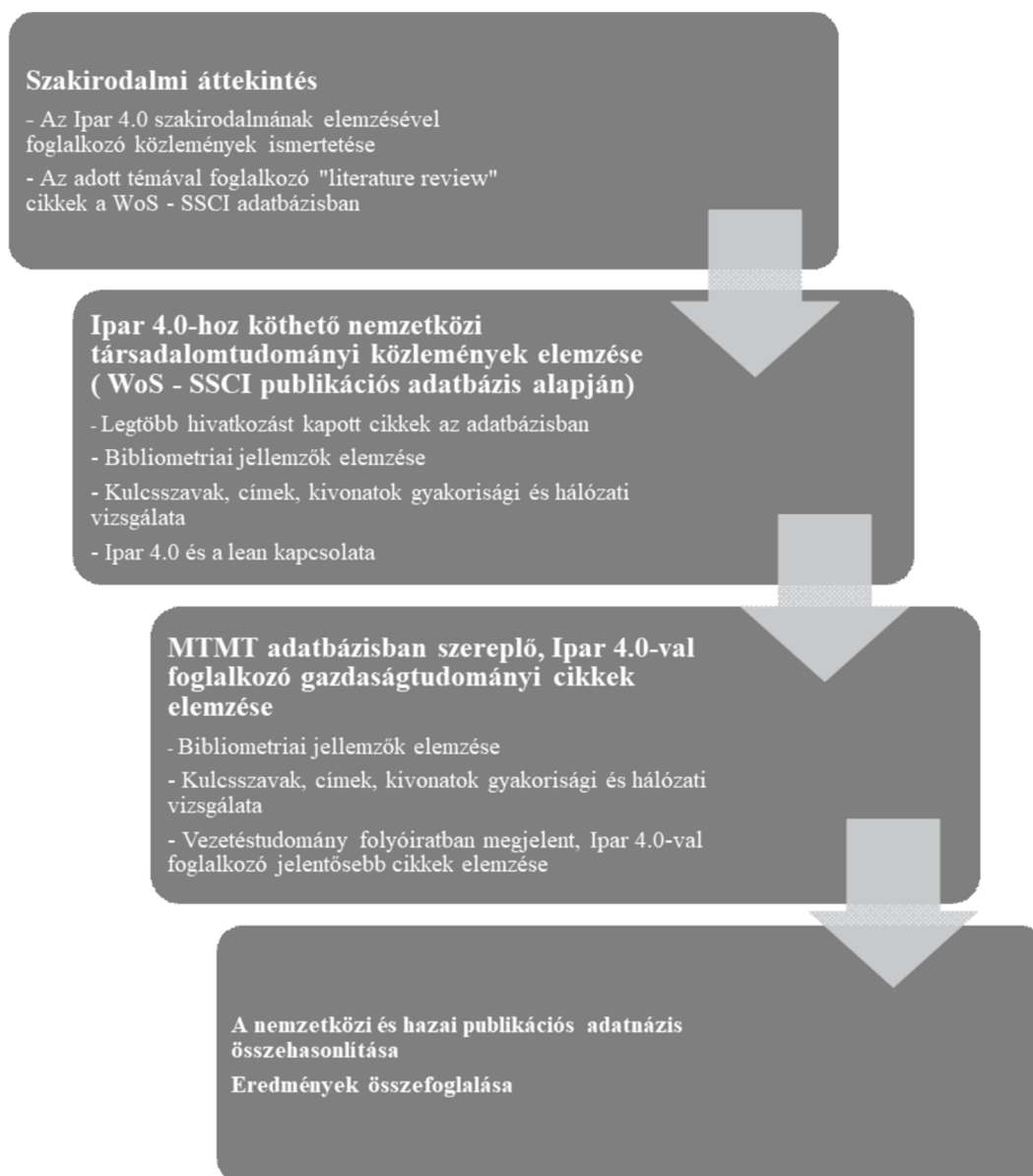
„Review” jellegű cikkek a WoS alapján összeállított adatbázisunkban

Szerzők	Témakör	Kapott hivatkozások száma
Piccarozzi, Aquilani & Gatti (2018)	A tanulmány szerzőinek a célja a menedzsmenten belül az Ipar 4.0 szakirodalmának az áttekintése és csoportosítása volt. Az elemzéssel egyrészt beazonosították a szakirodalom hiányosságait, illetve lehetséges jövőbeli kutatási irányokat vázoltak fel.	32
Winkelhous & Grosse (2020)	114 feldolgozott forrás alapján egy átfogó logisztika 4.0 keretrendszert dolgoztak ki. Ebben megjelenítik a külső indítékokat, a fő technológiai újításokat, az emberi interakciók hatásait és a logisztikai feladatokat. Összefoglalják a támogató technológiákat. Foglalkoznak a vezetői, stratégiai vonatkozásokkal.	13
Machado, Winroth & Ribeiro da Silva (2020)	35 feldolgozott forrás alapján bemutatnak egy – technológiai megoldásokat is tartalmazó – Ipar 4.0 keretrendszert. Foglalkoznak az Ipar 4.0 és a fenntartható gyártás kapcsolatával.	9
Galati & Bigliardi (2019)	A tanulmányban a szerzők feltérképezték az Ipar 4.0-hoz köthető kutatásokat, illetve jövőbeli lehetséges kutatási témák felvázolására is vállalkoztak. Szövegbányászattal négy témakört határoztak meg: üzlet, tevékenységek, technológiai megoldások, munka és képességek.	7
Savastano et al. (2019)	A gyártásban felfedezhető paradigmaváltást vizsgáló szakirodalom feltérképezésére vállalkoztak a szerzők. Kísérletet tettek a meglévő kutatásokban rejlő mintázatok, illetve lehetséges jövőbeli kutatási irányok beazonosítására.	7
Mariani & Borghi (2019)	A menedzsmenten belül, az Ipar 4.0-hoz köthető kutatások intellektuális struktúrájának a felvázolása és kritikus elemzése volt a szerzők elsődleges célja. Bibliometriai és hálózati elemzési módszerek segítségével felvázolnak egy keretrendszert, amely az Ipar 4.0-hoz kapcsolódó tanulmányok megértését segíti elő.	3
Kadir, Broberg & Conceição (2019)	A tanulmány szerzői azt vizsgálták, hogy a meglévő Ipar 4.0-hoz köthető kutatásokba mennyire, milyen formában és hogyan integrálják bele az emberi tényezőt, illetve ergonómiát. Következtetésükben kiemelik, hogy szükség van az Ipar 4.0-hoz kapcsolódó különböző tudományos területek közötti együttműködés fejlesztésére.	3
	Szűkebb területet megcélzó munkák:	
Strozzi et al. (2017)	SNLA módszerrel vizsgálták a „smart factory” szakirodalmát. Céljuk a tudományág dinamikus fejlődésének a feltárása, illetve a főbb kutatási irányok, kritikus területek beazonosítása.	52
Buer, Strandhage & Chan (2017)	A szerzők az Ipar 4.0 és a lean gyártás közötti kapcsolatokat vizsgálták meg, illetve az ehhez köthető szakirodalmat térképezték fel. Elemzésükben négy fő kutatási irányt azonosítottak a szerzők: a lean támogatja az Ipar 4.0-t, az Ipar 4.0 támogatja a lean gyártást, teljesítményre vonatkozó következmények egy esetleges lean és Ipar 4.0 közötti integrációnál, környezeti tényezők hatása a lean és Ipar 4.0 közötti integráció esetén.	47
Dallasega, Rauch & Linder (2018)	A tanulmány szerzői megvizsgálták, hogy az Ipar 4.0 hogyan befolyásolja az építési ellátási láncokat. Szakirodalmi elemzéssel arra a következtetésre jutottak, hogy az Ipar 4.0 technológiák elsősorban a technológiai, szervezeti, földrajzi és kognitív közelségi dimenziókat befolyásolják. Ez előnyöket és egyben kihívásokat is jelent az építési ellátási láncoknak.	33
Zhao et al. (2019)	A szerzők felvázolták a blokklánc-technológia előnyeit, főbb alkalmazhatósági területeit az agri-food értékláncok esetében.	14
Barata, Rupino Da Cunha & Stal (2018)	A szerzők a mobil ellátásilánc-menedzsment (mSCM) szakirodalmát az Ipar 4.0 tükrében vizsgálták. Céljuk a jelenlegi ismeretek azonosítása, osztályozása és elemzése, a tendenciák meghatározása és lehetséges jövőbeli kutatások felvázolása volt.	13
Rauch, Linder & Dallasega (2020)	A tanulmány szerzői megvizsgálták a termelés antropocentrikus perspektívájának az Ipar 4.0 előtt és utáni szakirodalmát. Két központi klasztert azonosítottak („Anthropocentric Production Systems” (APS), illetve „Anthropocentric Cyber Physical Production Systems”). Ezeket összehasonlítva rámutattak néhány új, feltörekvő paradigmára.	9
Pournander et al. (2020)	A blokklánc-technológia alkalmazása az ellátási láncokban.	8
Rosa et al. (2020)	A tanulmány középpontjában az Ipar 4.0 és a körkörös gazdasághoz köthető szakirodalom állt. Egy innovatív keretrendszer kidolgozásával, a szerzők rámutattak a két tudományterület közötti kapcsolatokra, illetve lehetséges, jövőbeli kutatási témaköröket is beazonosítottak.	4
Ciano et al. (2019)	A cikk szerzőinek célja a lean szakirodalmának feltérképezése volt a „Journal of Production Research” (JPR)-ban. Rámutattak a lean és Ipar 4.0, lean és fenntarthatóság, valamint lean és az újragyártás közötti egyre erősödő kapcsolatra.	3
Osterrieder, Budde & Friedli (2020)	A „smart factory” szakirodalmának a feltérképezése volt a szerzők célja. Ehhez egy ötlépcsős megközelítést használtak. Arra a következtetésre jutottak, hogy a publikációk jelentős része csak egyedi eseteket vizsgált, az általánosítás lehetősége nagyon alacsony.	1
Cioffi et al. (2020)	A tanulmány szerzőinek a célja a mesterséges intelligencia és a gépi tanulás iparon belüli szakirodalmának strukturált elemzése volt. Megállapították, hogy az USA publikációs tevékenysége a legnagyobb.*	1
Frederico et al. (2019)	A cikk szerzői az Ipar 4.0 szakirodalmát vizsgálták az ellátási láncok kontextusában. Kidolgoztak egy keretrendszert, illetve az ellátási lánc 4.0 elnevezés használatát javasolták.	1

Forrás: Web of Science adatbázis alapján, saját szerkesztés

* illetve arra is rámutattak, hogy jelentősen megnőtt a téma iránt érdeklődők száma.

A tanulmány kutatási terve



Forrás: saját szerkesztés

mutatva a kapcsolódó kulcsszavak egymás közötti kapcsolatait is. Az elemzéseinkhez három mintát használtunk

fel. Ezeket és a kapcsolódó vizsgálati összetevőket röviden a 2. táblázatban foglaltuk össze.

2. táblázat

A vizsgálat főbb jellemzői

Forrásszöveg	A vizsgálat helye	A vizsgálat tárgya
Nemzetközi publikációk Web of Science alapján	Címek	A forrás kulcsszavak halmaza
Hazai publikációk a Vezetéstudományban megjelent cikkek alapján	Kulcsszavak	A leggyakoribb kulcsszavak
Publikációk az MTMT adatbázisa alapján	Kivonatok	Egyes terület kulcsszavai
Egyéb hazai publikációk	A teljes szöveg tartalmi elemzése	

Forrás: saját szerkesztés

A táblázat alapján adódó összes (48) kombináció vizsgálata nem volt célszerű, a továbbiakban a lényegesebbeket mutatjuk be. A címek bevonását a vizsgálatba az is indokolja, hogy feltételezhetjük a szerzők szándékát a tartalom tömör megadására, így jobban fókuszált, mint a kulcsszavak halmaza. A publikáció címe tulajdonképpen az első, tömör nyilatkozat a cikk tartalmáról (lásd például Paiva, Lima & Paiva, 2012; Yitzhaki, 2002).

A tisztított adatok feldolgozásához és a megjelenítésre történő előkészítéshez MsExcel táblázatokat fejlesztettünk. Az elemzésünket hálózatos formában ábrázoltuk. A publikációk tartalmi kapcsolatainak megjelenítésére egyre elterjedtebben alkalmazzák a hálózatos megjelenítési módszereket. Ennek egy jó összefoglalását és továbbfejlesztését tartalmazza Kosztyán és munkatársai munkája (Kosztyán et al., 2020).

A mi esetünkben a csomópontok nagysága a szavak gyakoriságát, míg az élek vastagsága azt jelzi, hogy az élek közötti két csomópont szavai hányszor fordulnak elő együtt. A diagramok MsExcelben, a hálózatos diagramok AnyChart rendszerben készültek. Az elemzés során a hálózatoknál használtuk a Gephi hálózati és vizualizációs szoftverprogramot is.

A minta jellemzői

Ahogy említettük, a nemzetközi publikációk vizsgálatához a Clarivate Web of Science (WoS) adatbázist használtuk fel. A Web of Science az egyik legnagyobb lefedettséggel rendelkező bibliometriai adatbázis (Mongeon & Paul-Hus, 2016). Keresési algoritmusunk a következő volt: TS=(indust* AND 4.0). Elemzéseinket a társadalomtudományokra korlátoztuk, ezért csak a Social Science Citation Index-hez (SSCI) sorolt publikációkat vettük figyelembe. A vizsgált időintervallum 2011-2020 (letöltés dátuma: 2020.05.28.). A kezdő év azért volt 2011, mert az Ipar 4.0 a német kormány által 2011-ben publikált High Tech Strategy 2020 Action Plan-n alapul ('DTM_Industrie 4.0', 2017). A keresési algoritmussal 669 publikáció adatait sikerült összegyűjteni. Elemzéseink megkezdése előtt manuálisan is ellenőriztük, hogy a letöltött publikációk tényleg kötődnek az Ipar 4.0 témakörhöz. Megvizsgáltuk a cikkek címét, kulcsszavait és absztraktját. Ha egyik helyen sem találtunk közvetlen utalást az Ipar 4.0-ra, akkor az adott publikációt kivettük az adatbázisunkból. A fenti szűréssel 519 cikkre csökkent a vizsgált publikációk száma. A kulcsszavas elemzéseknél a publikációk száma 512, mert hét cikk esetében semmilyen kulcsszó nem volt megadva. A kivonatok esetében pedig 513 cikk állt rendelkezésre, mert hat publikáció esetében nem volt megadva az absztrakt.

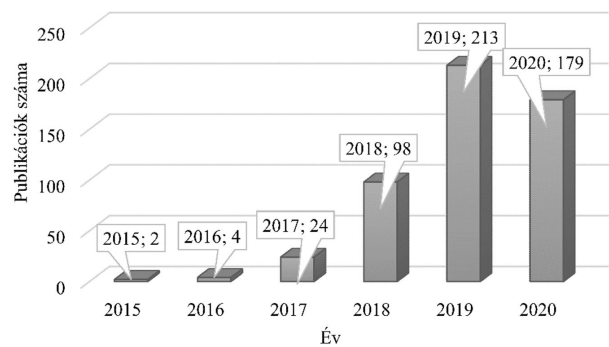
A keresési folyamat során nyelvi korlátot nem alkalmaztunk. Ettől függetlenül csak angol nyelvű cikkeket adott ki a keresési algoritmus. Ez talán annak is köszönhető, hogy a Web of Science az angol nyelv irányába erősen torzít. A publikációk típusainál figyelembe vettük a tudományos cikkeket, a korai hozzáférésű cikkeket (early access paper), valamint a folyóiratban megjelent konferenciákat (proceedings paper).

Megvizsgáltuk a publikációk időbeli eloszlását. A korai hozzáférésű publikációknál nem szerepelt évszám,

mert ezeket a cikkeket még nem rendelték hozzá folyóiratszámokhoz. Ezeket a publikációkat a 2020-as évhöz adtuk hozzá. Érdekeség, hogy az adatok tisztítása után csak 2015-2020 közötti publikációk maradtak az adathalmazunkban.

2. ábra

A publikációk száma, 2011-2020



Forrás: Web of Science adatbázis alapján, saját szerkesztés

A vizsgált publikációk számának időbeli eloszlását a 2. ábrán láthatjuk. A 2015-ös évtől kezdően exponenciálisan nőtt a publikált cikkek száma. Különösen szembetűnő a növekvő tendencia 2017 (24 db) és 2018 (98 db), valamint 2018 (98 db) és 2019 (213 db) között. A 2018 és 2019-es évek publikációs teljesítménye között a különbség 115 tétel. A 2020-as évre vonatkozó adatok a letöltés időpontjában aktuális állapotot tükrözik, illetve tartalmazzák a korai hozzáférésű publikációkat is. Megvizsgáltuk a szerzők számát. Az átlagos szerzőszám 3,4798. Ez azt jelenti, hogy az elemzett cikkek többsége 3 vagy 4 szerzős. A legnagyobb szerzőszám 13 volt.

Az adatbázisunkban szereplő publikációkból 342 (65,77%) kapott legalább egy hivatkozást. Ezen belül 108 kapott 10-nél több hivatkozást. Részletesebben is megvizsgáltuk azokat a nemzetközi cikkeket, amelyek a legtöbb hivatkozást kapták. Az eltérő hivatkozási időintervallumok miatt az adatbázisunk hivatkozási számai torzítanak a legújabb cikkekkel szemben. Négy olyan cikket találtunk, amelyek 100 fölötti hivatkozási számmal rendelkeztek. Ezeket röviden a 3. táblázatban ismertetjük.

3. táblázat

A legtöbb hivatkozással rendelkező publikációk rövid ismertetése

Szerzők, évszám	Cikk rövid leírása	Hivatkozások száma
Zhong et al. (2017)	A tanulmány egy áttekintést nyújt az intelligens, IoT és felhőalapú gyártás témakörökben. Olyan technológiák ismertetésére is kitér, mint például a „big data”, CPS, IoT vagy ICT. A cikk szerzői bemutatják továbbá különböző országok, régiók (Európai Unió, USA, Japán, Kína), illetve jelentős nemzetközi vállalatok intelligens gyártással kapcsolatos stratégiai terveit.	260

Hofmann & Rüsç (2017)	A cikk a logisztikai menedzsment kontextusában vizsgálja az Ipar 4.0-ban rejlő lehetőségeket. Különbözö logisztikai szcenáriókat mutatnak be, amelyek gyakorlatorientált módon szemléltetik a lehetséges következményeket. Rámutatnak a „Just-in-Time” / „Just-in-Sequence” / vállalatok közötti kanban rendszereknél az Ipar 4.0-ban rejlő potenciálra.	223
Roblek, Meško & Krapež (2016)	A cikk célja az Ipar 4.0-hoz köthető ismert elméletek és gyakorlatok szintetizálása, valamint azoknak a változásoknak a vizsgálata, amelyek az Ipar 4.0 és az IoT fejlődéséből következnek.	133
Li (2018)	A szerző összehasonlította a német „Ipar 4.0”-t a kínai „Made-in-China 2025”-tel. Kiemeli, hogy Kína már nem a legalacsonyabb munkaerő-költségekkel rendelkező ország, a high-tech területén ugyanakkor nem a legerősebb szereplő. A Világbank és a Kínai Nemzeti Statisztikai Hivatal adatait vizsgálva arra a következtetésre jut, hogy a gyártási képességek, K+F elkötelezettség, illetve humán erőforrás-fejlesztés tekintetében Kína emelkedő pályán van. A kutatás segít megérteni a technológiai vállalkozás és a feltörekvő gazdaságok társadalmi-gazdasági változásai közötti kapcsolatot.	104

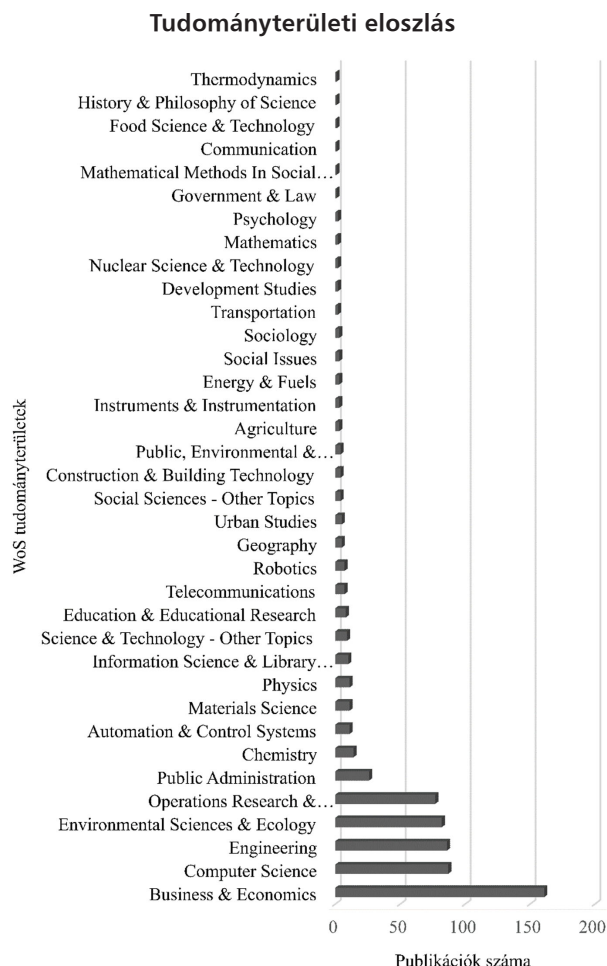
Forrás: saját szerkesztés

Mennyiségi jellemzők, megoszlások

Megvizsgáltuk, hogy mely országok szerzői publikáltak az elemzett témakörben. Összesen 70 ország intézményei szerepeltek a vizsgált cikkek affiliációjában. A 3. ábrán azokat az országokat tüntettük fel, amelyekhez legalább 10 cikk köthető (29 ország).

Nem meglepő módon az éllovasok Nagy-Britannia, Németország, USA. Érdekes ugyanakkor Olaszország és a BRIC-országok jó teljesítménye. A közép-kelet-európai országokat (KKE) elemezve az látható, hogy Lengyelor-

4. ábra

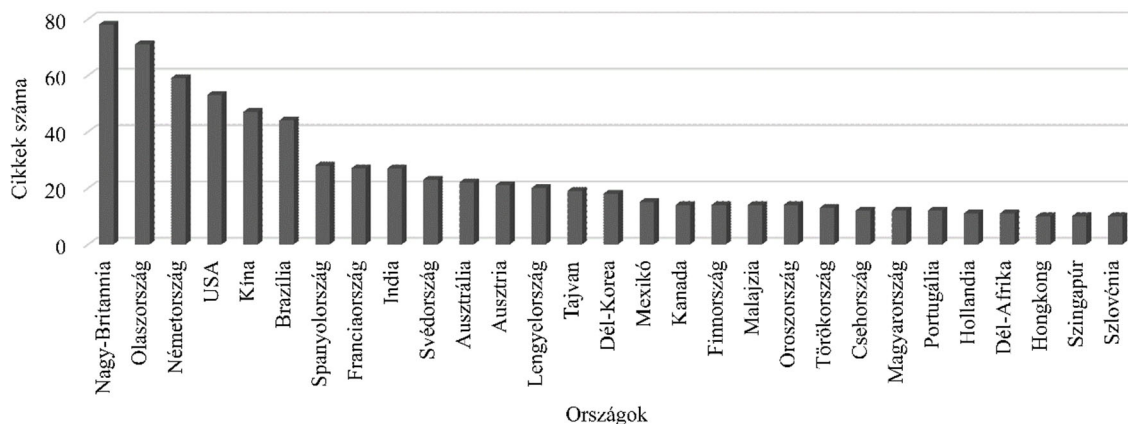


Forrás: Web of Science adatbázis alapján, saját szerkesztés és számítás

szág kutatói publikáltak a legtöbbet ezen a területen. Őket követi Csehország. A régió többi országának a teljesítménye: Szlovákia 8, Románia 7, Horvátország 4, Bulgária pedig 1 cikk affiliációjában szerepel. Magyarországi intézmény 12 cikkhez járult hozzá. A KKE-régió esetében ez a harmadik legtöbb publikációt jelenti. Érdekes, hogy

3. ábra

A publikációk affiliációjában szereplő országok eloszlása, 2011-2020



Forrás: Web of Science adatbázis alapján, saját szerkesztés és számítás

a közép-kelet-európai országok Ipar 4.0-hoz köthető társadalomtudományi publikációit elsősorban saját országbeli kutatókkal közösen írták. Nemzetközi publikációs együttműködéseknel pedig többnyire a régió többi országaival publikáltak közösen (pl. Szlovákia és Csehország, Magyarország és Románia, Horvátország és Szlovénia).

A publikációkat a WoS 36 különböző tudományos területéhez (research area) rendelte. 191 cikket csak egy, 268-at kettő, 48-at három és 18-at négy területre soroltak. A tudományos területi megoszlás a 4. ábrán látható.

Egyértelműen a „Business & Economics” tudományterület dominál (161). Számos cikk témaköre kapcsolódik a „Computer Science” (87), „Engineering” (86), „Environmental Sciences & Ecology” (82) és „Operations Research & Management Science” (77) tudományterületekhez.

Gyakorisági és kapcsolati elemzések

Ahogy arra a kutatási tervnél utaltunk, bizonyos kifejezések előfordulását három szinten vizsgáltuk: a publikációk címében, a megadott kulcsszavak között és a kivonatban. A cikkek teljes szövege nem képezte ilyen jellegű kvantitatív vizsgálat tárgyát. A vizsgált munkák mintái: a WoS teljes, 519-es listája, ezek közül az 52 leggyakrabban hivatkozott, az MTMT szerzői listákban szereplő publikációk, illetve a Vezetéstudományban megjelent közlemények. A kulcsszavak vonatkozásában vizsgáltuk a szerzők által megadott kulcsszavakat és – az összehasonlíthatóság érdekében – képeztünk egy 11 tételes saját kulcsszóhalmazt. A továbbiakban ezeket részletesen is megvizsgáljuk a 4. táblázatban látható kombinációk szerint.

4. táblázat

A vizsgált jellemzők kombinációi

Cikkek száma	A vizsgálat helye	A vizsgálat tárgya	A vizsgálat célja
52	Kulcsszavak	169 kulcsszó	A később használandó kulcsszavak halmazának meghatározása
512	Kulcsszavak	169 kulcsszó	Gyakorisági elemzés
512	Kulcsszavak	169 kulcsszóból a lean jellegűek vizsgálata a többivel	A lean kapcsolatainak feltérképezése
512	Kulcsszavak, címek	11 kulcsszó	Gyakoriságok, kapcsolatok feltárása
512	Kivonatok	11 kulcsszó	Gyakoriságok, kapcsolatok feltárása

Forrás: saját szerkesztés

A kulcsszavak gyakorisági és kapcsolati elemzése 169 kulcsszó felhasználásával

Az adatbázisunk 519 cikket tartalmazott, ugyanakkor 21 esetben nem találtunk szerzők által megadott kulcsszavakat. Ezekből a cikkekből 14 volt olyan, amelyhez a WoS hozzárendelt kulcsszót, így ezeket felhasználtuk elemzésükben. Az 513 publikáció összesen 3016 kulcsszót tartalmazott.

A formailag egymástól különböző kulcsszavak száma 998 volt. Ekkor még például az „Internet of Things” és „Internet of Things (IOT)” különbözött egymástól. Mivel az egyes kulcsszavak súlyát nemcsak az előfordulásuk, de az is meghatározza, hogy a tudományos közösség által mennyire hivatkoztak, ezért a leginkább hivatkozott 52 (leginkább hivatkozott 10%) munka kulcsszavait külön kigyűjtöttük. Ezek a publikációk legalább 22 hivatkozást kaptak a letöltés időpontjáig. Az így kapott közlemények 313 kulcsszót tartalmaztak. A hatékony keresés és elemzés érdekében a kulcsszavakat formailag egységesítettük, majd ennek megfelelően átalakítottuk őket a cikkek adatbázisában is. Azokat a kulcsszavakat, amelyek között csak az egyes-többesszám volt a különbség, összevontuk. Voltak olyan szavak, amelyek jelentése közel azonos volt, így ezeket is egyként kezeltük (pl. „cloud computing”, „cloud systems”). Nem tekintettük külön kulcsszónak a rövidítést abban az esetben, ha magának a szónak a teljes változata is jelen volt az adatbázisunkban (pl. „Internet of things” és IoT). A formális kettőségeket és a vizsgálat szempontjából azonosnak tekinthetőket (pl. „Big Data & Analytics”, „big data analytics”, „Big data and analytics”, egyes szám – többes szám) kiszűrése után maradt 169 kulcsszó. Megvizsgáltuk, hogy az 519 cikk kulcsszavaiban a kapott 169 szóhalmaz milyen gyakran fordul elő. Az első 80%-ba az 5. táblázatban látható kulcsszavak kerültek be.

5. táblázat

A WoS adatbázis kulcsszavainak előfordulása a kulcsszavak között

Kulcsszó	Gyakoriság	%	Halmazott %
industry 4.0	340	23,7	23,7
manufacturing	118	8,2	32,0
internet	79	5,5	37,5
management	75	5,2	42,7
innovation	51	3,6	46,3
sustainability	40	2,8	49,1
human	37	2,6	51,7
big data	37	2,6	54,3
information	35	2,4	56,7
review	34	2,4	59,1
smart m	30	2,1	61,2
literature	26	1,8	63,0
learning	22	1,5	64,5
digital transformation	20	1,4	65,9
smart factory	19	1,3	67,2
circular	19	1,3	68,6
education	16	1,1	69,7
digitization	16	1,1	70,8
small	15	1,0	71,9
industrial internet	15	1,0	72,9

val egynél több cikkben nem fordul elő. Viszonylag magas számú kulcsszóval áll ugyanakkor kapcsolatban (pl. „literature”, „digital transformation”, „circular”, „lean manufacturing”, „digital manufacturing”, „maturity models”, „technological roadmap”, „smart factory”, „human”, „aging workers”). Ugyanez igaz a „smart factory” kulcsszóra is. A leggyakoribb szomszédjai az „Industry 4.0” (4 cikk), illetve az IoT (2). A maradék 24 kulcsszóval csak egy-egy publikációban szerepel együtt (ilyen például a „big data”, „collaborative robots”, AI, „human”, R&D, „JSP scheduling”). A „cloud” kulcsszónak a hálózata hasonló kvantitatív jellemzőkkel rendelkezik, mint a „smart manufacturing” vagy a „smart factory”. Az „Industry 4.0”-val 5, míg az IoT-vel 4 cikkben szerepel együtt. A többi kulcsszóval (pl. „customer profiling”, „cyber security”, „data science”, „patent analysis”, „marketing”) csak egy-egy publikációban található meg. Viszonylag gyakori a „sustainability” szó. Ez azt is jelzi, hogy az Ipar 4.0-nak fontos aspektusát képezi a fenntarthatóság. Olyan kulcsszavakkal fordul elő együtt, mint például „big data”, „digital transformation”, „environmental sustainability”, „sustainable development”, IoT, PSS, „manufacturing”, „supply chain management”. Leggyakoribb szomszédjai az „Industry 4.0” (4 cikk), az „Industrial Internet of Things” (2), az IoT (2 cikk). Ostemel és Gursev (2020) hasonló következtetésekre jutott. „Review” jellegű cikkükben rámutattak a fenntarthatóság és az Ipar 4.0 közötti kapcsolat fontosságára. Bonilla et al. (2018) pedig kifejezetten a fenntarthatóság szempontjából vizsgálták az Ipar 4.0-t. Részletesen elemezték az Ipar 4.0-hoz kapcsolódó technológiák (pl. big data) fenntartható gazdasági célokat érintő kihívásait.

Az „emerging countries” csak az „Industry 4.0”-val szerepel együtt több cikkben (3), a többi kulcsszóval (mint például „empirical”, EFA, „human”, „industrial performance”, IoT, „lean manufacturing”, R&D, „sustainability”, „supply chain management”, „digitization”) csak egy-egy publikációban tüntették fel együtt.

Érdekes, hogy három olyan cikk került a leginkább hivatkozott publikációk körébe, amelyeknek a kulcsszavai semmilyen más, az adott cikkben kívüli kulcsszóval nem kapcsolódnak össze. Az 5. ábrán önálló alakzatokat alkotnak. Az egyik Abele et al. (2017) „Learning factories for future oriented research and education in manufacturing”, amelyben a „learning factory”, azaz a „tanuló üzemmel” foglalkoznak. Egy másik, a többi szótól különálló kulcsszóval rendelkező cikk Bokrantz et al. (2017) „Maintenance in digitalised manufacturing: Delphi-based scenarios for 2030”. A tanulmány scenáriókat vázol fel arra vonatkozóan, hogy az Ipar 4.0 tükrében hogyan fog alakulni a karbantartó szervezetek jövője. A harmadik félreeső cikk a VR DES ipari használatával foglalkozik. A publikáció címe „Discrete Event Simulation and Virtual Reality Use in Industry: New Opportunities and Future Trends” (Turner et al., 2016).

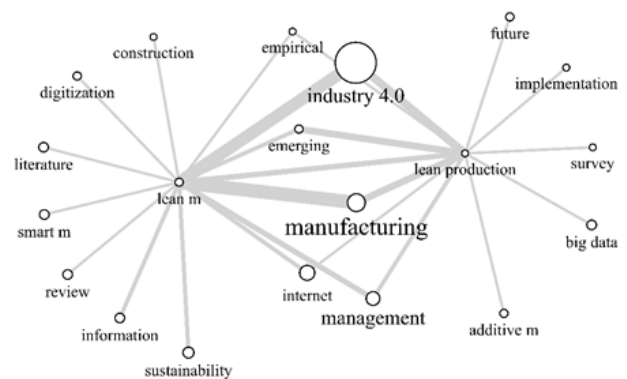
Érdekes, hogy mindegyik listánk esetében a „review” viszonylag gyakori kulcsszónak számított. Ez arra utal, hogy a szerzők – a jelen cikk szerzőivel egyetértésben – úgy gondolják, hogy szükség van a lehetséges források összefoglaló bemutatására.

A lean kapcsolatainak feltérképezése

Sok a közös vonás a lean és az Ipar 4.0 között abban a tekintetben, hogy fejlesztésre irányulnak. Mindkettő lehet filozófia, ami mentén születnek a döntések. Lehet átfogó szervezeti törekvés (például a szervezet átalakítása), de helyi megoldás is. A gyakorlatban egyik sem zárja ki a másik alkalmazását, ezért érdekes kérdés, hogy milyen az együttes szakirodalmi előfordulásuk. Az 519 publikáció címében a lean szó 17-szer, a kulcsszavak között 23-szor, a kivonatokban pedig 28-szor fordul elő, leginkább a „manufacturing”, „production”, „management” szavakkal együtt. Ebből úgy tűnik, hogy a két terület integrációja – ami például „digilean” néven a gyakorlatban már megjelent, de a vizsgált szövegekben nem – a publikációk szintjén még nem erős. A lean és az Ipar 4.0 közötti kapcsolati háló a 6. ábrán látható. Demeter és munkatársai (2020) megállapításával összhangban a kapcsolati ábra is folyamatközelebbi fejlesztésre utal, hiszen nagyon erős a kapcsolódás a gyártáshoz. A körök nagyságából látható, hogy a lean nem játszik kiemelkedő szerepet az Ipar 4.0-val kapcsolatos területek között.

6. ábra

A leanhez kapcsolódó kulcsszavak rendszere



Forrás: Web of Science adatbázis alapján, saját számítás és szerkesztés

Ciano et al. (2019) bibliometriai módszerekkel vizsgálták azokat a közleményeket, amelyek lean témakörben, a Journal of Production Research (IJPR) folyóiratban jelentek meg. Elemzésükben rámutattak az egyre erősödő kapcsolatra a lean és az Ipar 4.0, fenntarthatóság és újragyártás (remanufacturing) fogalmak között. A lean és az Ipar 4.0 közötti szoros kapcsolatra hívja fel a figyelmet például Kipper et al. (2020) is. Saját publikációs adatbázisunk címeit vizsgálva, hasonló eredményekre jutottunk. Az 5. ábrán látszik a többihez képest erős kapcsolat a „lean m” és „Ipar 4.0”, „lean m” és „manufacturing”, valamint a „lean production” és „Ipar 4.0”, illetve „lean production” és „manufacturing” között, azaz rendkívül erős a kapcsolódás a gyártáshoz.

Kulcsszavak és címek kapcsolati elemzése a leggyakoribb kulcsszavak felhasználásával

Mivel a WoS mellett még két másik forrásból származó mintát is terveztünk feldolgozni, előállítottunk egy 11 elemű közös kulcsszólistát. A kiválasztás alapja a koráb-

ban kapott gyakoriság volt. A szinonimákat igyekeztünk kiküszöbölni, a rokon kifejezéseket a szavak első részének megadásával kezeltük (például a ragok, többes szám elhagyásával). Ezek előfordulása szintén megvizsgálható a címekben, kulcsszavakban és a kivonatokban. A címekben történő előfordulási gyakoriságok a 6. táblázatban láthatók. Az általunk összeállított kulcsszóhalmaz sok hasonlóságot mutat Oztemel és Gursev (2020) 9 kulcsszavas csoportjával (internet of things, big data, cloud systems, cloud computing).

6. táblázat

A 11 kiválasztott szó előfordulása a WoS publikációk címében

Kulcsszó	Gyakoriság	%	Halmazott %
4.0	274	43,6	43,6
manufacturing	91	14,5	58,0
sustain	52	8,3	66,3
smart	52	8,3	74,6
supply	50	7,9	82,5
digit	46	7,3	89,8
literature	18	2,9	92,7
Internet of things	14	2,2	94,9
emerging	13	2,1	97,0
big data	12	1,9	98,9
cloud	7	1,1	100,0

Forrás: Web of Science adatbázis alapján, saját szerkesztés

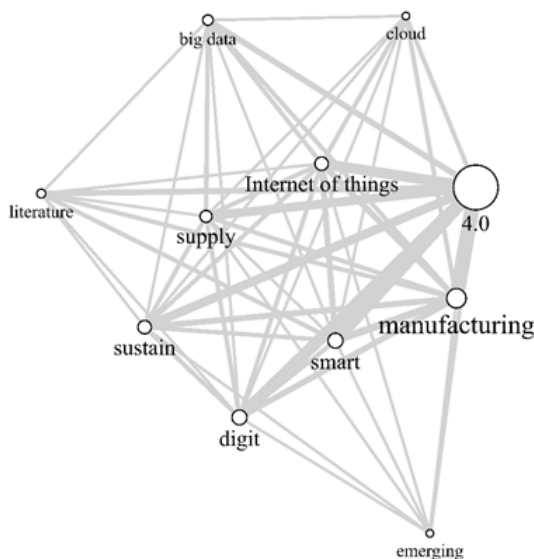
A címekben történő keresésnek kettős célja volt. Az eredmények egyrészt utalnak az egyes területek súlyára a publikációkban, másrészt pedig összehasonlíthatók olyan publikációs lista eredményeivel (például MTMT), amelynél nem áll rendelkezésre teljeskörűen kulcsszógyűjtemény vagy kivonat.

A fentiek alapján a következő elemzésünket egy 512 publikációt tartalmazó adatbázison végeztük el. A szavakat úgy módosítottuk, hogy a kereső algoritmus minden olyan kifejezést be tudjon azonosítani, amelyik az adott fogalmat valamilyen formában tartalmazza. Például a 4.0-hoz hozzárendelhető az „Industry 4.0”, de az „Industrie 4.0” is. A „sustainability” helyett csak „sustain”-re kerestünk rá. Így elértük azt, hogy minden olyan kulcsszót figyelembe vegyen az algoritmus, amely valamilyen módon kötődik a fenntarthatósághoz (pl. „sustainable development”). Egy kulcsszóként kezeltük az összes olyan kifejezést, amely tartalmazta valamilyen formában a „manufacturing” szót (pl. „lean manufacturing” és „smart manufacturing”). Ugyanez igaz a „smart”, „digit”, „supply”, „cloud”, „big data”, „IoT” szavakra is. A korábbi elemzésünkben ezeket külön kezeltük. A kijelölt kulcsszavak gyakorisági, illetve kapcsolati jellemzői a 7. ábrán láthatók. A csomópontok nagysága a kulcsszavak előfordulási gyakoriságának a mértékét mutatják meg. Két csomópontot akkor kötöttünk össze, ha a csomópontok által képviselt szavak szerepelnek közösen legalább egy publikáció

kulcsszavai között. Az élek nagysága azoknak a cikkeknek a számát jelöli, amelyben a két csomópont által képviselt szavak együtt fordulnak elő a kulcsszavak között.

7. ábra

Kulcsszavak hálózatos elemzése a nemzetközi publikációs adatbázis publikációinál (11 kulcsszó alapján)



Forrás: Web of Science adatbázis alapján, saját szerkesztés

Nem meglepő módon az Ipar 4.0-t jelölő 4.0 fordul elő a leggyakrabban, illetve a kijelölt összes többi kulcsszóval kapcsolatban áll, azaz előfordul kulcsszóként a többivel egy cikkben. A második leggyakoribb vizsgált szó a „manufacturing”, és erre is jellemző, hogy a többi 10 kulcsszóval előfordul közös cikkben. Ugyanez igaz a „digit”, „smart”, „Internet of Things”, „sustain”, „supply” szavakra. A „big data” ugyanakkor az „emerging”-gel együtt nem fordul elő a publikációk kulcsszavaiban. A „cloud” az „emerging” és a „literature”-vel, míg a „literature” az „emerging” és „cloud”-dal nem szerepel együtt. A legkisebb gyakorisággal és a legkevesebb kapcsolattal az „emerging” rendelkezik. A 7. ábráról az is leolvasható, hogy a legtöbb esetben a 4.0 és a „manufacturing” fordul elő együtt, vagyis nagyon sok cikkben foglalkoznak az Ipar 4.0-nak a gyártásban betöltött szerepével, az ebben rejlő lehetőségekkel, kockázatokkal.

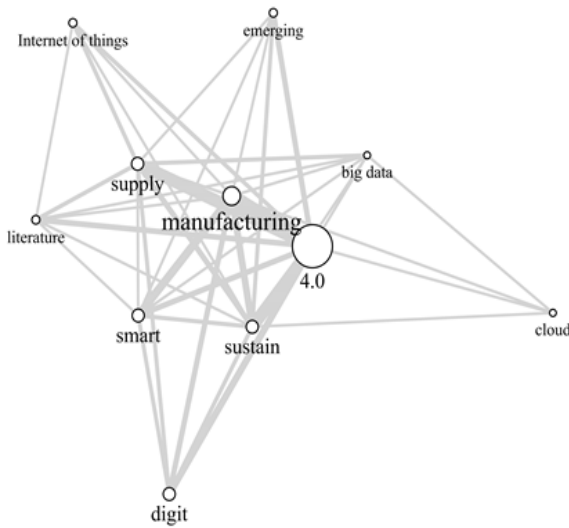
Jelentős azoknak a cikkeknek a száma, amelyek kulcsszavaiban ott szerepel a 4.0 és a „digit” szó, illetve a 4.0 és a „smart” páros is gyakori. Viszonylag csekély a kapcsolat erőssége (a közös cikkek száma egy) az „emerging” és „Internet of Things”, „emerging” és „smart”, „emerging” és „digit”, „cloud” és „sustain”, illetve „cloud” és „digit” szavak között.

Ugyanennek a 11 kulcsszónak a kapcsolatait megvizsgáltuk az 519 címben is, ami alapján a 8. ábrát kaptuk.

Mivel a címek tömörebb megfogalmazásúak a kivonatokhoz és a kulcsszavakhoz képest, természetesen az összes előfordulás is kisebb (629) mint a kulcsszavak (930) és a kivonatok (1440) esetén.

8. ábra

Címek hálózatos elemzése a nemzetközi publikációs adatbázis alapján (11 kulcsszó alapján)



Forrás: saját szerkesztés

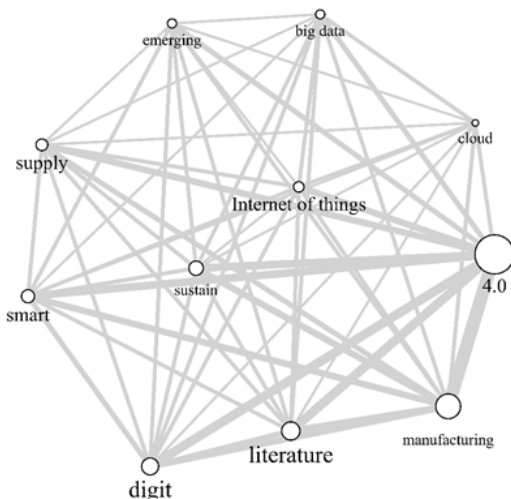
A címek és kulcsszavak szerinti vizsgálat eredményét összehasonlítva megállapítható, hogy a „manufacturing” mindkettőnél a második. A kapcsolatok erősségét tekintve az látható, hogy míg a kulcsszavak esetében viszonylag sokszor együtt fordul elő az „Ipar 4.0” a „big data”, „supply” és az Internet of things”-szel, addig a címek esetében a „supply” mellett a „digit” és „sustain” tekinthető domináns partnernek.

Kivonatok kapcsolati elemzése a leggyakoribb kulcsszavak felhasználásával

A teljes publikációs listára alkalmazott szavak gyakoriságát az absztraktokra vonatkozóan is megvizsgáltuk. Az eredmények a 9. ábrán láthatók.

9. ábra

Kivonatok hálózatos elemzése a nemzetközi publikációs adatbázis publikációinál (11 kulcsszó alapján)



Forrás: Web of Science adatbázis alapján, saját szerkesztés

Az előző elemzésekhez hasonlóan a leggyakrabban előforduló kiemelt kulcsszavak az „Industry 4.0” és a „manufacturing”. Ebből is látszik, hogy a legtöbbet a gyártás esetében vizsgálták az Ipar 4.0-t. Jelentős mértékű az előfordulása még a „digit”, „smart” és „sustain”-nek. Meglepő ugyanakkor, hogy a „literature” ebben az esetben a harmadik leggyakrabban előforduló kulcsszó, míg a korábbi elemzésben viszonylag alacsony gyakorisággal rendelkezett. Viszonylag sok cikkben szerepel együtt a „manufacturing” és a „digit”, a „manufacturing” és a „sustain”, a „manufacturing” és „smart”, valamint „manufacturing” és „literature”, de erős a kapcsolat például a „digit” és „literature”, „digit” és „smart”, „digit” és „supply”, vagy a „literature” és „supply”, valamint „literature” és „sustain” között. Akárcsak a korábbi elemzéseknél, viszonylag gyenge a kapcsolat a „cloud” és „sustain” vagy a „cloud” és „digit” között. Tulajdonképpen a „cloud” csak a 4.0, „manufacturing”, „IoT” és „big data”-val alkot erősebb kapcsolatot, a többi kiemelt szóval a kapcsolatainak száma (közös cikkek száma) 10-nél kisebb. A gyakoriság és a kapcsolatok száma, valamint a kapcsolatok erőssége alapján hasonló képet kaptunk a kulcsszavas, illetve a kivonatos elemzésnél. Jelentős eltérést a „literature” esetében figyelhettünk meg, illetve az egymással való kapcsolatok tekintetében is voltak eltérések. Összességében az „Industry” 4.0 mellett a „manufacturing” tűnt a leggyakoribb, a „cloud”, illetve valamilyen szinten az „emerging” pedig a legritkább kiemelt szónak. A legerősebb kapcsolatok (legtöbb közös cikk) nem meglepő módon az „Industry 4.0”-val, illetve a „manufacturing” szavakkal alakult ki, míg a „cloud”-dal való kapcsolatok voltak a leggyengébbek (legkevesebb közös cikk).

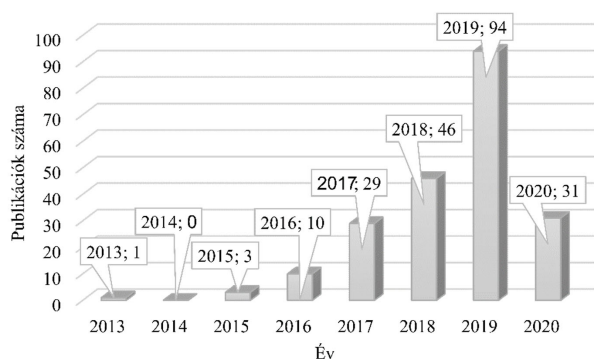
Az látható, hogy az Ipar 4.0-nak elsődlegesen a gyártáshoz és technológiához kapcsolódó aspektusai kerültek előtérbe az eddigi nemzetközi gazdaságtudományi elemzéseknél. Ez egybevág Piccarozzi, Aquilani és Gatti (2018) eredményeivel, akik kiemelték, hogy azon kívül, hogy egy viszonylag új kutatási területről van szó, az üzleti és menedzsment aspektusai a témakörnek még kevésbé vannak feltérképezve.

Hazai kutatások, közlemények

A hazai kutatások, közlemények feltárásához az egyik forrás a Magyar Tudományos Művek Tára (MTMT) volt. A keresés a „Közlemény” kategóriában az „Ipar 4.0”, „industry 4.0” és az „Industrie 4.0” kulcsszó szerint történt. Ez az algoritmus a publikáció címében és a befogadó mű címében keres. Így összesen 214 közleményt találtunk. A vizsgált publikációk számának időbeli eloszlása a 10. ábrán látható. 2013-ban jelent meg az első magyar cikk, amely már tesz utalásokat Ipar 4.0-ra, majd 2015-től figyelhető meg rohamos növekedés. Az idő előrehaladtával exponenciálisan növekszik az Ipar 4.0-val foglalkozó cikkek száma, 2019-ben már 94 db közleményt adtak ki. A 2020-as évre vonatkozó adatok a letöltés időpontjában aktuális állapotot tükrözik.

10. ábra

A magyarországi publikációk száma, 2013-2020



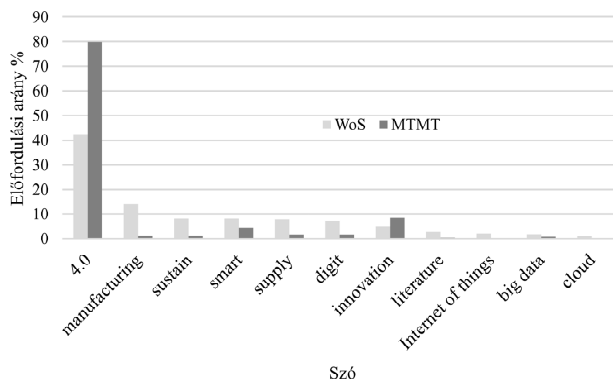
Forrás: Magyar Tudományos Művek Tára adatbázis alapján, saját szerkesztés

Viszonylag nagyobb mintát (214 cikk) jelentett az MTMT adatbázisában szereplő publikációk listája. Ezeknél a kivonat nem áll lekérdezhetően rendelkezésre. Emiatt a címekben történő ‘kulcsszó’ előfordulást vizsgáltuk.

Az egyes szavak előfordulási arányát a kétféle listában a 11. ábra mutatja.

11. ábra

Szavak előfordulása a címekben az MTMT és WoS alapú listában



Forrás: Web of Science és a Magyar Tudományos Művek Tára adatbázis alapján, saját szerkesztés

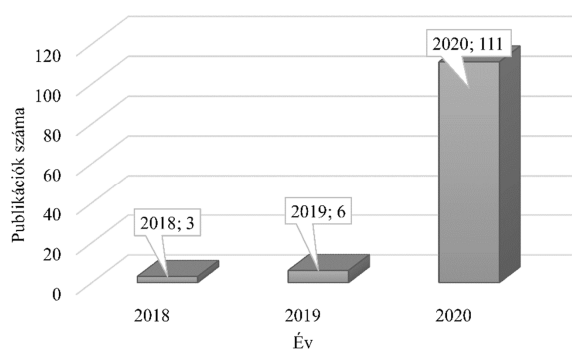
Látható, hogy az előfordulási profil a két esetben hasonló, a magyar szerzők kutatásai a nemzetközihez hasonló mintázatot követnek. A részletekben van néhány eltérés. Az MTMT listájában a 4.0 és az innováció megjelenése kétszerese a WoS listában szereplőnek, utóbbi lista kevésbé erős csökkenést mutat, a választott szavak előfordulása kiegyenlítettebb.

A hazai publikációs lehetőségek közül a Vezetéstudomány folyóirat nyújt összehasonlítható információt a nemzetközivel. Azért emeltük ki a Vezetéstudomány folyóiratban megjelent cikkeket, mert tapasztalatunk szerint az ott megjelent cikkek jól tükrözik az Ipar 4.0-val kapcsolatos hazai gazdaságtudományi kutatásokat. A Közgazdasági Szemlében (teljes szöveges elemzés alapján) 21 olyan publikáció jelent meg, amelynek szövegében utalnak az Ipar 4.0-ra. Ugyanakkor ebből 2 előszó, egy köszöntő, egy tu-

dományos tájékoztató, illetve két publikáció esetében csak az irodalomjegyzékben felhasznált források között szerepel Ipar 4.0-val foglalkozó közlemény, maga a cikk szövegében egyszer sem fordul elő. A Külgazdaság folyóiratban négy, az Ipar 4.0-hoz köthető publikáció jelent meg, míg az Acta Oeconomica esetében ez a szám három. Ezekből is látható, hogy az elemzés dátumáig (2020.12.18.) a Vezetéstudományban jelent meg a legtöbb, Ipar 4.0-val foglalkozó, gazdaságtudományi cikk. A Vezetéstudomány szakfolyóiratban megnéztük, hogy a letöltés időpontjáig mennyi cikk foglalkozott Ipar 4.0 témával, melyet a 12. ábrán szemléltettünk.

12. ábra

Az Ipar 4.0-val foglalkozó publikációk száma a Vezetéstudomány szakfolyóiratban, 2018-2020



Forrás: Vezetéstudomány szakfolyóirat adatbázis alapján, saját szerkesztés

A 2018-as évben három publikáció jelent meg, melyek nem konkrétan Ipar 4.0-val foglalkoznak, de annak a kezdetére utalnak. A 2019-es évben már megjelenik a publikációkban az Ipar 4.0 fogalma. Egyre több szerző foglalkozik a jelenség létével és igyekeznek definiálni az új fogalmat, illetve értelmezni a kifejezést. A 2020-as évben egyre nagyobb teret hódít az Ipar 4.0. Mind hazai, mind nemzetközi szinten egyre több publikáció jelenik meg a témában és egyre több vállalat kezdi el bevezetni és alkalmazni az Ipar 4.0-hoz kapcsolódó technológiákat. A Vezetéstudomány szakfolyóirat 2020 júniusában kiadott számában pedig minden cikkben megtalálható az Ipar 4.0 és a hozzá köthető technológiák. A 7. táblázatban összefoglaltuk a Vezetéstudományban, az Ipar 4.0-hoz kötődő cikkeket.

A 7. táblázatból látható, hogy a megjelent cikkek többsége gyakorlati jellegű, a szerzők esettanulmányokon keresztül vizsgálják az Ipar 4.0-ban rejlő lehetőségeket, kockázatokat.

A témakörhöz tartozó 20 cikkben a 65 kulcsszó 99-szer fordult elő: „Ipar 4.0”, „digitalizáció”, „technológia”, „szervezet”, „stratégia”, „innováció”, „esettanulmány”, „vezető”, „kiskereskedelem”, „interjú”, „felhő”, „digitális”, „autóipar” azok, amelyek az összes előfordulás 45,5 %-át teszik ki. A többi előforduló kulcsszó csak egyszer szerepelt.

A negyedik ipari forradalom nemcsak társadalmi szintű, hanem a vállalatok és egész ágazatok működését

is átalakítja. A technológiai változások jelentős hatással vannak a vezetésre, vállalati működésre és a teljesítményre egyaránt (Demeter, 2020). Több kutatás is bizonyítja, hogy az Ipar 4.0 iránt exponenciálisan növekszik az érdeklődés, és egyre több iparág esetében kerül elő, mint lehetőség.

forradalomhoz kötött területen ebből adódóan jelenleg vannak felfutóban a publikációk. A jelenség gyökerei alapvetően műszakiak, azonban jelentős gazdasági és társadalmi hatással. A WoS szerinti társadalomtudományi jellegű munkák túlnyomó része a gazdaságtudományokhoz köthető.

7. táblázat

A Vezetéstudományban megjelent, Ipar 4.0-hoz kötődő cikkek rövid ismertetése

Szerző, publikáció éve	Vizsgált témakör	Iparág	Elméleti/gyakorlati
Agárdi (2018)	A digitális technológiák alkalmazása kiskereskedelmi szolgáltatások esetében.	Kiskereskedelem	Elméleti
Gálik (2018)	Tömegkommunikáció és a digitális hálózati média, illetve ezeknél a felhasználói részvétel alakulása.	Média	Elméleti
Horváth et al. (2018)	A designkommunikációs szemléletben megvalósított wikinómikus együttműködés oktatási tapasztalatainak az ismertetése.	Oktatás	Gyakorlati
Csedő, Zavarkó & Sára (2019)	Egy pénzügyi szolgáltató vállalatnál négy technológiafejlesztési adaptációs képesség kombinációjának azonosítása dinamikusan változó környezetben.	Pénzügyi szektor	Gyakorlati
Demeter et al. (2019)	Adaptálás kezdeti lépései egy magyar vállalat példáján keresztül.		Gyakorlati
Füzes (2019)	A felhőszolgáltatás, mint bomlasztó innováció.	Felhőszolgáltatások	Elméleti
Nagy (2019)	Az Ipar 4.0 fogalmának tisztázása, illetve a magyar vállalatok problémái az Ipar 4.0 bevezetésénél, alkalmazásánál.		Elméleti/gyakorlati
Spilák & Kosztyán (2019)	Modell kidolgozása, amelynek segítségével a szervezetek működési területei közötti kölcsönhatások és a felhőalkalmazások használatának hatásai feltárhatók.	Felhőszolgáltatás	Elméleti/gyakorlati
Szilágyi & Mészáros (2019)	A Magyar Telekom stratégiai menedzsment történetének felvázolása.	Távközlés	Gyakorlati
Demeter (2020)	Tematikus szám felvezetője		Elméleti
Demeter & Losonci (2020)	Egy Magyarországon működő multinacionális vállalat Ipar 4.0 lépéseinek átfogó bemutatása.	Autóipar	Gyakorlati
Demeter, Losonci, Szász & Rác (2020)	Az Ipar 4.0 kihívásai a nagyvállalatoknál	Autóipar, feldolgozóipar	Gyakorlati
Diófási-Kovács (2020)	Logisztikai szolgáltatók körében fellelhető digitalizációs projektek vizsgálata, illetve ezeknek a fenntarthatóságra gyakorolt hatásának elemzése.	Logisztikai szolgáltatók	Gyakorlati
Keszey & Tóth (2020)	Az autóiparban mérnökök és fizikai munkások Ipar 4.0-ra és azzal járó változásokra vonatkozó elképzeléseinek a vizsgálata.	Autóipar	Gyakorlati
Marciniak et al. (2020)	Egy magyarországi szolgáltatóközpont digitális átalakulási projektjeinek a bemutatása.	Üzleti szolgáltatóközpont	Gyakorlati
Matyusz & Pistruí (2020)	Digitális trendek vizsgálata a kiskereskedelemben.	Kiskereskedelem	Gyakorlati
Nagy, Jámbor & Freund (2020)	Az Ipar 4.0 és a digitalizáció megjelenési formái az élelmiszergazdaságban.	Élelmiszeripar	Gyakorlati
Rekettye (2020)	Az Ipar 4.0 árakra és a vállalati árképzésre gyakorolt hatásának vizsgálata.		Elméleti
Ternai (2020)	Az ERP-szállító vállalatok ipari digitalizációs megoldásainak, eszközeinek, módszereinek a vizsgálata, illetve annak elemzése, hogy ezek hogyan segítik elő az Ipar 4.0 transzformációt.	Informatikai szektor	Elméleti/gyakorlati
Szerb, Komlósi & Páger (2020)	Annak vizsgálata, hogy a hazai új technológiai vállalkozások mennyiben vannak felkészülve az új korszakra.		Elméleti/gyakorlati

Forrás: saját szerkesztés

Összefoglalás

Bár tartalmában nem teljesen új, megnevezésében még csak néhány évre tekint vissza az Ipar 4.0. A 4. ipari

Vizsgálataink azt mutatják, hogy a megjelent publikációk számának növekedése fokozódó kutatói érdeklődést jelez. A gazdaságtudományi publikációkban az Ipar 4.0 sokféle más területtel együtt fordul elő, a szerzők kap-

csolatok széles körét vizsgálják. A hazai és a nemzetközi kutatások hasonló területeket fednek le. Némileg meglepő volt, hogy az utóbbi időben 'agyonpublikált' lean milyen kissé jelenik meg az Ipar 4.0-val együtt, hiszen az Ipar 4.0 is tekinthető egyfajta folyamatfejlesztési filozófiának, továbbá a lean története is tele van műszaki vonatkozásokkal. Látható továbbá, hogy elsődlegesen a gyártáshoz és technológiához kapcsolódó kutatások dominálnak, illetve, hogy az Ipar 4.0 fenntarthatósági szempontjainak vizsgálata viszonylag népszerű kutatási témának számít.

Korlátok és jövőbeni kutatási irányok

Az eredmények értékelésekor figyelembe kell venni a kutatás során alkalmazott megoldások jellemzőit. Ezek közül a legfontosabbak:

- A szerzők részben szubjektív megítélésén múlik, hogy az általuk megadott címek, kulcsszavak és kiadványok mennyire fedik a tényleges tartalmat.
- A kulcsszavak között vannak átfogóak és szűk területet lefedők. Például „supply chain” és „supply chain coordination”, „~ design”, „~ dynamics”, „~ engineering”, „~ management”, „~ management-marketing integration”, „~ processes”, „~ resilience”, „~ risk management” egyaránt előfordultak. Ezek viszonyát csak többszintű kezeléssel lehetne megoldani, amire jelen kutatás keretében nem vállalkoztunk. Ehhez felhasználhatónak (2020) látjuk a Kosztyán és munkatársai által javasolt többszintű hálózatos elemzést.
- A használt adatbázisok nem fedik le teljes mértékben a nemzetközi és hazai szakirodalmat.
- Ahogyan említettük, a nyelv vonatkozásában korlátot jelentettek a felhasznált források. Emiatt több nagy nemzet nyelve kimaradt, ugyanakkor a WoS és a felhasznált folyóiratok egyfajta minőségi szűrést is eredményeztek, amit a hivatkozások számának figyelembevételével tovább szigorítottunk. A szerzők országa ugyanakkor kimutatható volt.
- Bár a kulcsszavak alkalmazása elsőre könnyen automatizálható – statisztikai – elemzési folyamatot alapoz meg, az automatizálhatóság nagyon korlátozott. Az előzőekben felsoroltak mellett elvárt a nyelvi sajátosságok (pl. kötőszók, toldalékok) figyelembevételét, a szükséges összevonások szakmai megfontolásokat igényelnek és csak manuálisan végezhetőek el, ami során a vizsgálat célját is figyelembe kell venni. Ezek a beavatkozások ugyancsak tartalmazhatnak szubjektív elemeket.

A továbbiakban többféle irányban célszerű vizsgálatot folytatni. A társadalomtudományokon belül a gazdaságtudomány mellett célszerű az Ipar 4.0 kölcsönhatását más területekkel is kutatni. Mivel felfutó jelenségről van szó, követő vizsgálatok is érdekesek lehetnek.

Felhasznált irodalom

Abele, E., Chryssolouris, G., Sihn, W., Metternich, J., ElMaraghy, H., Sleiger, G., Sivard, G., ElMaraghy,

W., Hummel, V., Tisch, M. & Seifermann, S. (2017). Learning factories for future oriented research and education in manufacturing. *CIRP Annals*, 66(2), 803–826.

<https://doi.org/10.1016/j.cirp.2017.05.005>.

Aberdeen (2019). *The Cloud Accelerates Digital Transformation to Industry 4.0* [on-line]. <https://www.aberdeen.com/featured/the-cloud-accelerates-digital-transformation-to-industry-4-0/>

Abonyi, J., & Miszlivetz, F. (2016). *Hálózatok metszéspontjában*. Kőszeg – Szombathely: Savaria University Press.

Agárdi, I. (2018). A digitalizáció mint a kiskereskedelmi tevékenységet integráló tényező. *Vezetéstudomány*, 49(12), 50-57.

<https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2018.12.06>

Barata, J., Rupino Da Cunha, P. & Stal, J. (2018). Mobile supply chain management in the Industry 4.0 era: An annotated bibliography and guide for future research. *Journal of Enterprise Information Management*, 31(1), 173–192.

<https://doi.org/10.1108/JEIM-09-2016-0156>.

Bokrantz, J., Skoogh, A., Berlin, C. & Stahre, J. (2017). Maintenance in digitalised manufacturing: Delphi-based scenarios for 2030. *International Journal of Production Economics*, 191(Sept), 154–169.

<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.06.010>.

Bonilla, S. H., Silva, H. R. O., Terra da Silva, M., Gonçalves, R. F. & Sacomano, J. B. (2018). Industry 4.0 and Sustainability Implications: A Scenario-Based Analysis of the Impacts and Challenges. *Sustainability*, 10(10), 1-24.

<https://doi.org/10.3390/su10103740>.

Buer, S.-V., Strandhage, J. O. & Chan, F. T. S. (2017). The link between Industry 4.0 and lean manufacturing: mapping current research and establishing a research agenda. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2924–2940.

<https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1442945>

Ciano, M. P., Pozzi, R., Rossi, T. & Strozzi, F. (2019). How IJPR has addressed “lean”: a literature review using bibliometric tools. *International Journal of Production Research*, 57(15-16), 5284-5317.

<https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1566667>.

Cioffi, R., Travaglioni, M., Psiitelly, G., Petrillo, A. & De Felice, F. (2020). Artificial Intelligence and Machine Learning Applications in Smart Production: Progress, Trends, and Directions. *Sustainability*, 12(2), 492.

<https://doi.org/10.3390/su12020492>.

Csedő, Z., Zavarkó, M. & Sára, Z. (2019). Innováció-e a digitalizáció? A digitális transzformáció és az innovációmenedzsment tanulságai egy pénzügyi szolgáltatónál. *Vezetéstudomány*, 50(7-8), 88-101.

<https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2019.07.08>

Da Costa, M. B., Dos Santos, L. M. A. L., Schaefer, J. L., Baierle, I. C. & Nara, E. O. B. (2019). Industry 4.0 technologies basic network identification. *Scientometrics*, 121(2), 977–994.

<https://doi.org/10.1007/s11192-019-03216-7>.

- Dallasega, P., Rauch, E. & Linder, C. (2018). Industry 4.0 as an enabler of proximity for construction supply chains: A systematic literature review. *Computers in Industry*, 99(August), 205–225. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2018.03.039>.
- Demeter, K. (2020). A negyedik ipari forradalom gazdasági és menedzsmenthatásai. *Vezetéstudomány*, 51(6), 2-4. <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2020.06.01>
- Demeter, K. & Losonci, D. (2020). Business and technological perspectives of Industry 4.0 – A framework for thinking with case illustration. *Vezetéstudomány*, 51(5), 2-14. <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2020.05.01>
- Demeter, K., Losonci, D., Nagy, J. & Horváth, B. (2019). Tapasztalatok az Ipar 4.0-val – egy esetalapú elemzés. *Vezetéstudomány*, 50(4), 11-23. <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2019.04.02>
- Demeter, K., Losonci, D., Szász, L. & Rác, B. G. (2020). Magyarországi gyártóegységek Ipar 4.0 gyakorlatának elemzése – technológia, stratégia, szervezet. *Vezetéstudomány*, 51(4), 2-14. <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2020.04.01>
- Diófási-Kovács, O. (2020). Logisztika 4.0 - Digitalizációs projektek hatása a fenntarthatósági teljesítményre. *Vezetéstudomány*, 51(6), 17-26. <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2020.06.02>
- DTM_Industrie 4.0.pdf (2017). Retrieved from https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/sites/default/files/DTM_Industrie%204.0.pdf
- Duong, T. & Teuteberg, F. (2016). Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry. *Computers in Industry*, 83(Dec), 121-139. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2016.09.006>
- Frederico, G. F., Garza-Reyes, A., Anosike, A. & Kumar, V. (2019). Supply Chain 4.0: concepts, maturity and research agenda. *Supply Chain Management: An International Journal*, 25(2), 262–282. <https://doi.org/10.1108/SCM-09-2018-0339>.
- Füzes, P. (2019). Bomlasztó innováció-e a felhőalapú szolgáltatás? *Vezetéstudomány*, 50(2), 2-13. <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2019.02.01>
- Galati, F. & Bigliardi, B. (2019). Industry 4.0: Emerging themes and future research avenues using a text mining approach. *Computers in Industry*, 109(August), 100–113. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.04.018>.
- Gartner (2019). *5 Trends Appear on the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies* [on-line]. <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/5-trends-appear-on-the-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2019/>
- Galik, M. (2018). A média átalakulása. A tömegmédiától a digitális hálózati médiáig. *Vezetéstudomány*, 49(12), 58-66. <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2018.12.07>
- Hofmann, E. & Rüscher, M. (2017). Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. *Computers in Industry*, 89(August), 23–34. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2017.04.002>.
- Horváth, D., Cosovan, A., Horváth, D. & Lachin, N. (2018). Tanulás-munka interface. A valós idejű találkozások jelentősége a digitális oktatási környezetben. *Vezetéstudomány*, 49(12), 67-77. <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2018.12.08>
- Kadir, B. A., Broberg, O. & Conceição, C. S. da (2019). Current research and future perspectives on human factors and ergonomics in Industry 4.0. *Computers & Industrial Engineering*, 137(Nov), 106004, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106004>.
- Keszey, T. & Tóth, R. Zs. (2020). Ipar 4.0 az autópárhuzban – A fehér- és kékgalléros munkavállalók technológia-elfogadási aggályai. *Vezetéstudomány*, 51(6), 69-80. <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2020.06.07>
- Kim, S., Park, H. & Lee, J. (2020). Word2vec-based latent semantic analysis (W2V-LSA) for topic modeling: A study on blockchain technology trend analysis. *Expert Systems with Applications*, 152, 113401, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113401>.
- Kipper, L. M., Furstenu, L. B., Hoppe, D., Frozza, R. & Iepsen, S. (2020). Scopus scientific mapping production in industry 4.0 (2011–2018): a bibliometric analysis. *International Journal of Production Research*, 58(6), 1605-1627. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1671625>.
- Kosztján, Zs.T., Csizmadia, T. & Katona, A.I. (2020). SIMILAR – Systematic iterative multilayer literature review method. *Journal of Informetrics*, 15, 101111. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2020.101111>
- Lasi, H. & Kemper, H-G. (2014). Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, 6, 239-242. <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>
- Li, L. (2018). China's manufacturing locus in 2025: With a comparison of "Made-in-China 2025" and "Industry 4.0". *Technological Forecasting and Social Change*, 135(Oct), 66–74. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.05.028>.
- Liao, Y., Deschamps, F., Freitas Rocha Loures, E. & Felipe Pierin Ramos L. (2017). Past, present and future of Industry 4.0 - a systematic literature review and research agenda proposal. *International Journal of Production Research*, 55(12), 3609-3629. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1308576>
- Lichtblau, K., Stich, V., Bertenrath, R., Blum, M., Bleider, M., Millack, A., Schmitt, K., Schmitz, E. & Schröter, M. (2015). *Industrie 4.0 Readiness*. Frankfurt: Impuls-Stiftung. <http://www.impuls-stiftung.de/documents/3581372/4875835/Industrie+4.0+Readiness+IMPULS+Studie+Oktober+2015.pdf/447a6187-9759-4f25-b186-b0f5eac69974>
- Machado, C. G., Winroth, M. P. & Ribeiro da Silva, E. H. D. (2020). Sustainable manufacturing in Industry 4.0: an emerging research agenda. *International Journal of Production Research*, 58(5), 1462–1484. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1652777>.

- Marciniak, R., Móricz, P. & Baksa, M. (2020). Lépések a kognitív automatizáció felé – Digitális átalakulás egy magyarországi üzleti szolgáltatóközpontban. *Vezetéstudomány*, 51(6), 42-55.
<https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2020.06.05>
- Mariani, M. & Borghi, M. (2019). Industry 4.0: A bibliometric review of its managerial intellectual structure and potential evolution in the service industries. *Technological Forecasting and Social Change*, 149(Dec), 119752, 1-24.
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119752>.
- Matyusz, Zs. & Pistruí, B. (2020). Digitalizációs projektek a magyar kiskereskedelmi szektorban – Két meghatározó szegmens összehasonlítása empirikus példákön keresztül. *Vezetéstudomány*, 51(6), 27-41.
<https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2020.06.04>
- McKinsey & Company (2020). *Industry 4.0: Reimagining manufacturing operations after COVID-19* [on-line]. <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/Operations/Our%20Insights/Industry%204%200%20Reimagining%20manufacturing%20operations/industry-4-0-reimagining-manufacturing-ops-after-covid-19.pdf?shouldIndex=false> (2020.12.09)
- Mongeon, P. & Paul-Hus, A. (2016). The Journal Coverage of Web of Science and Scopus: a Comparative Analysis. *Scientometrics*, 106(1), 213–228.
<https://doi.org/10.1007/s11192-015-1765-5>.
- Nagy, J. (2019). Az Ipar 4.0 fogalma és kritikus kérdései – vállalati interjúk alapján. *Vezetéstudomány*, 50(1), 14-26.
<https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2019.01.02>
- Nagy, J., Jámbor, Zs. & Freund, A. (2020). Az Ipar 4.0 és a digitalizáció legjobb gyakorlatai a hazai élelmiszergazdaságban – Négy esettanulmány. *Vezetéstudomány*, 51(6), 5-16.
<https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2020.06.02>
- Osterrieder, P., Budde, L. & Friedli, T. (2020). The smart factory as a key construct of industry 4.0: A systematic literature review. *International Journal of Production Economics*, 221(March), 107476, 1-16.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.08.011>.
- Oztemel, E. & Gursev, S. (2020). Literature Review of Industry 4.0 and Related Technologies. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 31(1), 127–182.
<https://doi.org/10.1007/s10845-018-1433-8>.
- Özdağoğlu, A., Topoyan, M. & Damar, M. (2020). A predictive filtering approach for clarifying bibliometric datasets: an example on the research articles related to industry 4.0. *Technology Analysis & Strategic Management*, 32(2), 158-174.
<https://doi.org/10.1080/09537325.2019.1645826>.
- Paiva, C. E., da S. N. Lima, J. P. & Paiva, B. S. R. (2012). Articles with Short Titles Describing the Results are Cited More Often. *Clinics (Sao Paulo, Brazil)*, 67(5), 509–13.
[https://doi.org/10.6061/clinics/2012\(05\)17](https://doi.org/10.6061/clinics/2012(05)17).
- Piccarozzi, M., Aquilani, B. & Gatti, C. (2018). Industry 4.0 in Management Studies: A Systematic Literature Review. *Sustainability*, 10(10), 3821.
<https://doi.org/10.3390/su10103821>.
- Pournader, M., Shi, Y., Seuring, S. & Koh, S. C. L. (2019). Blockchain applications in supply chains, transport and logistics: a systematic review of the literature. *International Journal of Production Research, Special Issue: Blockchain in Transport and Logistics*, 58(7), 2063-2081.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1650976>
- Price Waterhouse Coopers (2020). *Digital factories 2020-shaping the future of manufacturing* [on-line]. <https://www.pwc.de/de/digitale-transformation/digital-factories-2020-shaping-the-future-of-manufacturing.pdf>
- Rauch, E., Linder, C. & Dallasega, P. (2020). Anthropocentric perspective of production before and within Industry 4.0. *Computers & Industrial Engineering, Computers and Industrial Engineering*, 139(January), 105644, pp. 1-15.
<https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.01.018>.
- Reketye, G. (2020). Az Ipar 4.0 hatása az árakra és a vállalati árképzés gyakorlatára. *Vezetéstudomány*, 51(4), 15-25.
<https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2020.04.02>
- Roblek, V., Meško, M. & Krapež, A. (2016). A Complex View of Industry 4.0. *SAGE*, 6(2), 1-10.
<https://doi.org/10.1177/2158244016653987>.
- Rosa, P., Sassanelli, C., Urbinati, A., Chiaroni, D. & Terzi, S. (2020). Assessing relations between Circular Economy and Industry 4.0: a systematic literature review. *International Journal of Production Research*, 58(6), 1662-1687.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1680896>.
- Savastano, M., Amendola, C., Bellini, F. & D’Ascenzo, F. (2019). Contextual Impacts on Industrial Processes Brought by the Digital Transformation of Manufacturing: A Systematic Review. *Sustainability*, 11(3), 891.
<https://doi.org/10.3390/su11030891>.
- Schumacher, A., Erolb, S. & Sihm, W. (2016). A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. *Procedia CIRP*, 52, 161–166.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.040>
- Spilák, V. & Kosztyán, Zs. T. (2019). Szervezeti kultúra, vezetői szerepek, az információbiztonság és a felhőalapú megoldások kapcsolata. *Vezetéstudomány*, 50(7-8), 70-87.
<https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2019.07.07>
- Strozzi, F., Colicchia, C., Creazza, A. & Noé, C. (2017). Literature review on the “Smart Factory” concept using bibliometric tools. *International Journal of Production Research*, 55(22), 6572–6591.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1326643>
- Szerb, L., Komlósi, É. & Páger, B. (2020). Új technológiai cégek az Ipar 4.0 küszöbén – A magyar digitális vállalati ökoszisztéma szakértői értékelése. *Vezetéstudomány*, 51(6), 81-95.
<https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2020.06.08>

- Szilágyi, A. & Mészáros, T. (2019). A Magyar Telekom esete a hálózatkiépítéstől a digitális világig. *Stratégiaalkotás: elmélet és gyakorlat. Vezetéstudomány*, 50(4), 24-32.
<https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2019.04.03>
- Taboada, I. & Shee, H. (2020). Understanding 5G technology for future supply chain management. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 2020(May), 1–15.
<https://doi.org/10.1080/13675567.2020.1762850>
- Ternai, K. (2020). Az Ipar 4.0 az ERP-ökoszisztémák perspektívájából. *Vezetéstudomány*, 51(6), 56-68.
<https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2020.06.06>
- Turner, C. J., Hutabarat, W., Oyekan, J. & Tiwari, A. (2016). Discrete Event Simulation and Virtual Reality Use in Industry: New Opportunities and Future Trends. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, 46(6), 882–894.
<https://doi.org/10.1109/THMS.2016.2596099>
- Yitzhaki, M. (2002). Relation of the Title Length of a Journal Article to the Length of the Article. *Scientometrics*, 54(3), 435–447.
<https://doi.org/10.1023/A:1016038617639>
- Winkelhaus, S., Grosse, E. H. & Grosse, E. (2020). Logistics 4.0: a systematic review towards a new logistics system. *International Journal of Production Research*, 58(1), 18-43.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1612964>
- Zhao, G., Liu, S., Lopez, C., Lu, H., Elgueta, S., Chen, H. & Boshkoska B. M. (2019). Blockchain technology in agri-food value chain management: A synthesis of applications, challenges and future research directions. *Computers in Industry*, 109(August), 83–99.
<https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.04.002>
- Zhong, R. Y., Xu, X., Klotz, E., Neuman, S. T. (2017). Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review. *Engineering*, 3(5), 616–630.
<https://doi.org/10.1016/J.ENG.2017.05.015>