

Robotizáció és a nagyvállalatok gazdaságos működése

Bevezetés

A digitalizáció mint általánosabb, szélesebb körű folyamat magába foglalja az ipar 4.0-ás alkalmazásokat, de a határok a hardver és a szoftver között éppúgy halványulnak, ahogy a nagyvállalatok és a feltörekvő startupok között is – mindez pedig tudományosan nehezen kezelhetővé teszi a jelenséget.¹ A digitális szabadpiac, a gyors internet, a globalizáció, az információ mennyiségének exponenciális növekedése az iparágak között határok elmosódásához és a versenyhelyzet fokozódásához vezet.² Munkahelyek tűnnek el, de legalábbis alakulnak át, és soha ennyire nem volt igaz a kifejezés: „aki kimarad, az lemarad.”³ A tempó gyors, ma olyan szakmákat oktatunk, amelyek jó részére nem lesz szükség, és akik ma általános iskolába iratkoznak, úgy választanak majd szakmát, hogy azoknak a szakmáknak a kétharmada ma még nem is létezik. Amerikai kutatók hétszáz olyan munkakört neveztek meg kutatásukban, amelyet a robotizáció a közeljövőben leválthat, köztük olyan meglepőket is, mint a könyvelés, a jogi tanácsadás, a banki ügyletek.⁴ Amerikában az állások fele érintett ebben, gyakorlatilag csak az IT-szakemberek állása biztos.

A társadalom joggal tekint aggódva a felgyorsult folyamatokra. Munkahelyek alakulhatnak át és szűnhetnek meg úgy, hogy közben óriási munkaerőhiány jelentkezik a másik oldalon.⁵ Az EU aktuális kutatása szerint tömeges állásmegszűnés az automati-

¹ Heiner Lasi et al.: *Industry 4.0. Business & Information Systems Engineering*, 6. (2014), 4; Jiafu Wan et al.: *Software-Defined Industrial Internet of Things in the Context of Industry 4.0. IEEE Sensors Journal*, 16. (2016), 20; Mario Hermann et al.: *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios*. International Conference on System Sciences – 49th Hawaii International (HICSS), 2016.

² Rinaldo Evangelista et al.: *The Economic Impact of Digital Technologies in Europe. Economics of Innovation and New Technology*, 23. (2014), 8; Melisande Cardona et al.: *The Macro-Economic Impact of E-Commerce in the EU Digital Single Market. JRC Technical Reports – Institute for Prospective Technological Studies – Digital Economy Working Paper*, (2015), 9; Damian Ryan: *Understanding Digital Marketing: Marketing Strategies for Engaging The Digital Generation*. London, Kogan Page, 2016.

³ Richard Susskind – Daniel Susskind: *The Future of the Professions: How Technology Will Transform the Work of Human Experts*. Oxford, Oxford University Press, 2015; Andrew McAfee – Erik Brynjolfsson: *Human Work in the Robotic Future: Policy for the Age of Automation. Foreign Affairs*, 139. (2016).

⁴ Carl Benedikt Frey – Michael A. Osborne: *The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?* Oxford Martin School – University of Oxford, (2013), 1–72; Carl Benedikt Frey – Michael A. Osborne: *The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation? Technological Forecasting and Social Change*, 114. (2017), 1. 254–280.

⁵ Melanie Arntz et al.: *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis*. OECD Social, Employment and Migration Working Papers 189. OECD Publishing, Paris, 2016; Maurice J. Cohen: *The Future of Consumer Society: Prospects for Sustainability in the New Economy*. Oxford, Oxford University Press, 2017.

záció növekedése ellenére nem várható, sokkal inkább az állások átalakulása következik be.⁶ Őnvezető járművek fognak hamarosan az utakon közlekedni, robotok fognak műtétknél segédkezni, miközben érzékeny személyi adatok keletkeznek. A digitalizáció célja az optimalizálás, a folyamatok gazdaságossá tétele, de nem öncélúan, hanem az egyén, a társadalom és az állam javát szolgálva. Az állami szerepvállalás tehát nem redukálódhat például az oktatás, a kutatás-fejlesztés, az innováció és az infrastruktúra fejlesztésére, hanem szerves része kell legyen a tájékoztatás is. A lakosság érzékenysége akkor a legmagasabb, ha a változás az őt közvetlenül érintő kérdésekben mutatkozik meg: ha egy szolgáltatás olcsóbbá, egyszerűbbé, gyorsabbá vagy biztonságosabbá válik, a közreműködés foka megnő. A kormányzatok (és az EU) által megfogalmazott digitális stratégiák, ágendák, szektorális tervek lényegi elemei az intézkedéseknek, mert évekre kijelölik a tevékenységet és a súlyponti részeket. Az azonban nem várható el, hogy a lakosság a honlapokra feltöltött több száz oldalas PDF-dokumentumokat figyelemmel kísérje, elolvassa, megértse. A közvetlen tájékoztatás, annak hagyományos audiovizuális csatornáin keresztül folyamatosan része kell legyen a társadalmi vitának. A digitális földfelszíni műsorszórásra (DVB-T) való átállás megmutatta, hogy a tömeges elterjedésre alkalmas technológia (síkképernyős digitális tévék, olcsó beltéri egységek, kiterjesztett minőségű szolgáltatás), a tömegtájékoztatás és az állami szubvenció megfelelő arányú egyvelege zökkenőmentes átállást tesz lehetővé. Hasonló a helyzet az energiaszektorban: a nemzeti és globális klímavédelmi célok, EU-előírások és határértékek, a megújuló források arányának növelése az atom- és szénenergia rovására az energiaárak emelkedését fogják magukkal hozni. Ezt az árat pedig a kkv-k és a lakosság fogja megfizetni, így állami szubvenció a hatások mérséklésére elengedhetetlen lesz.

Az ipari termelésnek kiemelt szerepe van, hiszen magas nemzetgazdasági prioritás mellett munkahelyek százazrei függenek tőle. Bár a globális nagyvállalatok, a multik hozzájárulása kiemelkedő, a kkv-k és a tőkehiánnyal küzdő startupok bevonása, támogatása, felzárkóztatása minden szereplő számára fontos. Nagyipari tömegtermelésben, egy autógyárban nem meglepő a szerelőrobotok látványa, de egy sokszor egyedi gyártásban vagy kis darabszámú termelésben érintett családi vállalkozás számára más megoldások jöhetnek számításba.⁷ Amíg korábban fel sem merült, hogy utóbbiak részesülhessenek az automatizáció és a robotika előnyeiből, mára a kisebb robotok, a folyamatok részleges digitalizációja vagy éppen a 3D-nyomtatás (additív termelés) elérhetősége megteremtheti a versenyben maradás lehetőségét. Lényeges, hogy a vállalatok méretétől függetlenül a vásárló beleszólása, befolyása a termelésbe és a fejlesztésekbe növekedni fog. A hálózatba kapcsolás, az online konfigurátorok, a platformökonómia, a valós idejű visszacsatolás, a vevők igényei és kívánságainak gyors kezelése fogja nyújtani azt a hozzáadott

⁶ Angela Jäger et al.: *Analysis of the Impact of Robotic Systems on Employment in the European Union*. Final Report. Luxembourg, Publication Office of the EU, VI., 2015.

⁷ Alexandre Moeuf et al.: *The Industrial Management of SMEs in the Era of Industry 4.0*. *International Journal of Production Research*, 56. (2018), 3; Michele Dassisti et al.: *Industry 4.0 Paradigm: The Viewpoint of the Small and Medium Enterprises*. 7th International Conference on Information Society and Technology, ICIST, 2017.

értéket, amely korábban nem volt elérhető. A B2B-üzletek helyett a platformökonómia veszi át a világméretű vezető szerepet. Problémás azonban, hogy egyetlen komoly, nagy platformcég sem európai.

Ipar 4.0

Az ipar, különösen a gyártásban és termék-előállításban működő ágazatok a digitalizáció vívmányainak használatában élen kell hogy járjanak. A nagyipari (*global player*) szereplők példát mutatva és útmutatást adva, a kkv-k a versenyképességük megőrzése érdekében, a startupok pedig a piacra lépés megteremtése céljából.⁸ A társadalom és az állam minden résztvevő esetén érintett a folyamatban, a nagyvállalatok termelnek a legnagyobb volumenben és foglalkoztatják a legtöbb embert, a gazdaság motorja azonban továbbra is sok helyen azok a kis- és középvállalkozások, amelyek a legjobban ki vannak téve a hatásoknak. Az innováció bármelyik területéről érkezhetsz, és az állam feladata is, hogy a tökehiány ne legyen gátló tényező. Amíg a nagyvállalatok (sokszor az anyaország telephelyén és központjában) fejlesztéseiket legtöbbször „házon belül” megoldják, a kkv-k és a startupok *tőke-, információ- és a kompetenciák hiánya* okán igénylik a célzott támogatást.⁹

A gépipar, gépgyártás, járműipar, építőipar, elektrotechnikai ipar azok a kiemelt ágazatok, amelyeknél a robotizáció a hagyományos ipari termelésben megkerülhetetlen szerepet játszik. A futószalagokon érkező alkatrészek összeszerelése, a robotok precíziós és fáradhatatlan munkavégzése teszi lehetővé azt a szintű tömegtermelést, amely a gazdaságos működés feltétele. Amíg a már megszokott és elfogadott nagyipari robotok bevetése mindennapos, az újonnan megjelenő kisméretű, kollaboratív robotika, valamint a szoftveres robotok elterjedése (megtámogatva sokszor mesterséges intelligenciával) olyan területeken alkalmazhatók, ahol korábban nem.¹⁰

Magyarország számára a húzóágazatnak számító autóipar jövője az egyik legfontosabb szektor. Ebben különösen a német partnerek (Audi, Mercedes, Opel, BMW és beszállítóik) tervei, piaci döntései lehetnek meghatározók. A német autóipar válságos időket él meg a VW-botrány, a dízeljárművek szennyezési értékei, a kartellgyanú miatt, ugyanakkor bevételeik magasak, eladásait növelik, a vásárlói bizalom a márkák iránt töretlen. Noha az *elektromobilitás* jövője és terjedési üteme kérdéses, komplett beszállítói

⁸ Detlef Kochan – Ronald Miksche: *Advanced Manufacturing and Industrie 4.0 for SME*. NEWTECH 2017: Proceedings of 5th International Conference on Advanced Manufacturing Engineering and Technologies, 2017; Lutz Sommer: *Industrial Revolution – Industry 4.0: Are German Manufacturing SMEs the First Victims of this Revolution?* *Journal of Industrial Engineering and Management*, 8. (2015), 5; Michele Dassisti et al.: *Industry 4.0 Paradigm: The Viewpoint of the Small and Medium Enterprises*. 7th International Conference on Information Society and Technology, ICIST, 2017.

⁹ Pratyush Bharati – Abhijit Chaudhury: *SMEs and Competitiveness: The Role of Information Systems*. *International Journal of E-business Research*, 5. (2009), 1; Christian Harteis: *The Impact of Digitalization in the Workplace*. Berlin–Heidelberg, Springer Verlag, 2017.

¹⁰ Matthew C. Gombolay et al.: *Decision-Making Authority, Team Efficiency and Human Worker Satisfaction in Mixed Human–Robot Teams*. *Autonomous Robots*, 39. (2015), 3.

és gyártástechnológiai iparág fog ráépülni a jövőben, elsősorban politikai nyomásra. A nyersanyagok mennyisége, az akkumulátortechnika, az áramellátó-hálózat felkészültsége mind korlátozó tényező.¹¹ Az elektromos járművek jellemzően kevesebb alkatrészt és egyszerűbb felépítést igényelnek, az összeszerelés tipikusan jól robotizálható, így bár még sokáig együtt fog létezni a hagyományos belső égésű motorteknikával, utóbbi jelentősége csökkenni fog.¹² A járműipar azonban nemcsak a meghajtással foglalkozik, hanem a szolgáltatási piaccal is, amely lehetővé teszi a *hálózatba kapcsolt közlekedést* (*connected car*, *car2car*, *car2x* kommunikáció) és távlati célként az *autonóm közlekedést*. Európában elsőként Németországban fogadták el azt a törvényt, amely az emberi vezetővel egyenértékűvé teszi a robotpilótát, így a jogi lehetőség megvan az autonóm járművek forgalomba helyezésére, tesztelésére. Észtországban ugyanez a helyzet. Hasonlóan, szintén német kezdeményezésre született meg az az uniós javaslatcsomag, amely az etikai kérdéseket is kezeli az önvezető járművek esetén.¹³ A versenyképesség megtartása céljából elengedhetetlen a járműipari súlyponttal rendelkező országok számára a *szabályozás megteremtése, homogenizálása, az etikai és társadalmi vita lefolytatása*. Az elfogadottság kulcsa, hogy a későbbi felhasználók tisztán lássák a működés keretfeltételeit. Az autonóm közlekedő robotautó egyszerre mechanikai robot, szoftveres robot és döntésképes intelligencia. A közlekedés gyökeres átalakulására azonban még évtizedekig kell várni, ahogy a belső égésű motor, úgy az autózásban élvezetet találó sofőr is sokáig az utcai látkép része marad. Egy a VW jövőkutató szakemberei által végzett felmérésből kiderült, a sofőrök csak a kevésbé élvezetes szituációkban szeretnék átadni az irányítást az autónak (dugóban araszolás, parkolás), egyéb körülmények között szívesebben vezetnek saját maguk. A kapcsolódó szabványok többsége német kézben van (Bosch, Audi, Continental, BMW, VW), összesen 55%-ot e gyártók nyújtottak be. Az elmúlt egy évben csökkenő tendenciát mutat az érdeklődés az autonóm funkciók iránt: amíg az autósok üdvözlik, és szívesen használják a biztonságiasszisztencia-szolgáltatásokat, a vezetés további automatizációját és az autonóm vezetés magasabb fokát (teljes vagy magas szintű automatika) már nem igénylik. Mindössze 26% gondolja, hogy használná az autonóm funkciókat, míg 51% nem. Előrejelzések szerint 2035-re is a gépjárművek mindössze 15%-a lesz részben és 10%-a teljesen autonóm jármű. A felmérésből az is kiderült, a jövő autóját egy négy keréken guruló okostelefonnak képzelik el a fiatalok, amelynek legfőbb kiegészítése az internetkapcsolat, a streamingelt zene és játék, valamint a wifi hot spot. Ugyanez a kapcsolat fogja lehetővé tenni az autónak a valós idejű forgalmi információkat, az útvonal áttekintését, a térképadatok (és a jármű egészének)

¹¹ Sergio Manzetti – Florin Mariasiu: Electric Vehicle Battery Technologies: From Present State to Future Systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 51. (2015); Soroush Shafiee et al.: Investigating the Impacts of Plug-in Hybrid Electric Vehicles on Power Distribution Systems. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 4. (2013), 3.

¹² Ali Emadi: *Advanced Electric Drive Vehicles*. CRC Press, 2014; Merve Yildirim et al.: *A Survey on Comparison of Electric Motor Types and Drives Used for Electric Vehicles*. 16th International Power Electronics and Motion Control Conference and Exposition (PEMC), 2014. 1–6.

¹³ Markus Maurer et al. (szerk.): *Autonomous Driving*. Berlin, Springer, 2016. 69–85; Patrick Lin: Why Ethics Matters for Autonomous Cars. In Markus Maurer et al. (szerk.) (2016): i. m.

frissítését.¹⁴ Magyarországon is a távközlési szolgáltatókkal közösen *ki kell építeni azt a telekommunikációs rendszert*, amely ezt lehetővé teszi. Jelenleg a járművek által nyújtott online szolgáltatások töredéke használható ki, amíg Németországban (előfizetési díj ellenében) a járművek többsége kapcsolódik a mobilhálózathoz. Ez az infrastruktúra az alapja a járműmegosztó hálózatok elterjedésének is (*car sharing, car pooling*).¹⁵

A kkv-k, amelyek sok szempontból ténylegesen a *regional hidden champions* kategóriába tartoznak, az alacsony darabszámú termelés okán másfajta kihívásokkal néznek szembe, mint a nagyipari szereplők. Az egyedi gyártás nem kedvez a robotika terjedésének, a kézi megmunkálás és szerelés segítése bár lehet gépesített, automatizált ritkán. A kkv-k jellemzően nincsenek felkészülve a digitalizációra, az ipar 4.0 kihívásaira, és egyéni megoldásokra van szükségük. Ez különösen igaz a digitális szolgáltatások és üzleti modellek bevezetésére, az online ügyintézés, szervizelés, szállítás, megrendelés átalakítására.¹⁶ Amíg a startupok jól elboldogulnak ebben a világban, és leginkább a tőkéhez és piachoz való hozzáférésben igényelnek segítséget, addig a közepes vállalatok gyakran még tőkével is rendelkeznek, de nem tudják, mire fordítsák. Segítséget elsősorban a *nagyipari partnereiktől, a felsőoktatási intézményektől és az államtól* remélhetnek. Ehhez kiváló lehetőséget nyújthat a német modell alapján létesített ipar 4.0-ás bemutató- és kompetenciacentrumok felállítása. Ezekben a központokban az ipar 4.0-ban járatos nagyvállalatok, a kutatás-fejlesztésben aktív egyetemek, az indulásra kész startupok közösen jelennek meg. Célja a kapcsolati háló kialakítása, a gyors tudástranszfer, a már meglévő működő megoldások megtekintése, kipróbálása, így nem csupán irodák, hanem komplett bemutatótermek is megtalálhatók. A már beindult FIEK-program keretében vagy mellett, a felsőoktatási intézmények vonzáskörzetében, ahol az ipari szereplők is megtalálhatók, az ilyen centrumok kiépítése hasznos lenne.¹⁷ Magyarországon 2018 októberében „országjáró roadshow” keretében mutattak be ipar 4.0 alkalmazásokat helyi kkv-k számára. Összesen nyolc állomáson több mint ezer vállalat kapott betekintést a technológiákba. Ezen felül a kormány 2,35 milliárd forint értékben támogat öt olyan vállalatot (Festo, Continental, Elzett, Eltec, Macher), amelyek kirakatüzem keretében mutat-

¹⁴ Laurens Hobert et al.: Enhancements of V2X Communication in Support of Cooperative Autonomous Driving. *IEEE Communications Magazine*, 53. (2015), 12; Mario Gerla et al.: *Internet of Vehicles: From Intelligent Grid to Autonomous Cars and Vehicular Clouds*. World Forum on Internet of Things (WF-IoT), 2014. 1–6; Kan Zheng et al.: Reliable and Efficient Autonomous Driving: The Need for Heterogeneous Vehicular Networks. *IEEE Communications Magazine*, 53. (2015), 12.

¹⁵ Russell Belk: You are What You Can Access: Sharing and Collaborative Consumption Online. *Journal of Business Research*, 67. (2014), 8; Simon Caton et al.: A Social Compute Cloud: Allocating and Sharing Infrastructure Resources Via Social Networks. *IEEE Transactions on Services Computing*, 7. (2014), 3; Markus Petersen: *Ökonomische Analyse des Car-Sharing*. Berlin–Heidelberg, Springer Verlag, 2013.

¹⁶ Henning Kagermann: Change Through Digitization – Value Creation in the Age of Industry 4.0. In Horst Albach et al. (szerk.): *Management of Permanent Change*. Berlin, Springer Gabler, 2015; Michael Rüßmann et al.: *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*. 2015; Dan Swan – Greg Hearn: Creative Digital Services in Education, Mining and Manufacturing: Pursuing Innovation Through Interoperability. In Greg Hearn et al. (szerk.): *Creative Work Beyond the Creative Industries: Innovation, Employment and Education*. Cheltenham, Edward Elgar Publishing, 2014. 61–77; Ben Kehoe et al.: A Survey of Research on Cloud Robotics and Automation. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 12. (2015), 2.

¹⁷ De.Didigal. 2019; Mittelstand-Digital. 2019.

ják be megoldásaikat. A kkv-k számára az alábbi területek lehetnek a fejlesztési irányok: távfelügyelet/távmonitoring bevezetése, automatikus szervizjelzések és karbantartási információk, online ügyfélszolgálatok, kiszállítás (*e-commerce*), *RoboRetail* (robotizált áruszállítás), *voice commerce* (beszédfelismerés-alapú asszisztens segít a vásárlásban képernyő nélkül), egyedi gyártástechnológia 3D-nyomtatással (1. ábra). Külön területet képezhet a hatékonyság növelése céljából a HR-digitalizációja (elektronikus személyi anyagok és nyilvántartás), a vállalati erőforrás-tervező (*enterprise resource planning*) fejlesztése, a felhőalapú megoldások.



1. ábra: A 3D-nyomtatás lehetővé teszi az egyedi megmunkálást és készítést, például ruhák, cipők, sisakok esetén is

Forrás: Rebecca Eisert: Deutschland wird 3D-Druck-Land. *WirtschaftsWoche*, 2013. december 5.

A nagyipari robotizáció mellett általánosságban az alábbi ipari megoldások és területek jelenthetik a fejlődést:

- Big Data szolgáltatások bevezetése, új munkahelyek teremtése a „nagy mennyiségű adat” feldolgozásához, megfelelő kiértékeléséhez;
- felhőtechnológia előnyeinek kihasználása, veszélyeinek ismerete, csökkentése, a digitális szuverenitás (EU-szintű is) megteremtése;
- adatbiztonság (kiberbiztonság) és a szabályozási kérdések kezelése;
- logisztika és folyamatirányítás javítása;
- 3D-nyomtatás-alapú individuális termelés alkalmazása: kis darabszámú adaptív termelési rendszerek bevezetése az egyes szektorokban (például szerszámgépek, gyógyszeripar stb.);
- szabványok és adatátviteli/kommunikációs protokollok összehangolása, kompatibilitási kérdéseinek tisztázása (ipari szabványok, EU- és globális szinten);

- *open innovation* keretében a vállalatok a nagy költségű K+F-tevékenységben történő egyműködése akár vetélytársaikkal is;
- *home office* és otthonról végezhető munka terjesztése (gyes, beteg dolgozó stb.).

A társadalmi felelősségvállalás egyik legfontosabb aspektusa, hogy a munkavállaló a robotokat (akár hardveres, akár szoftveres) *ne ellenségnek, hanem csapattagnak tekintse*, amely segíti, és nem elveszi az ő munkáját.¹⁸ Az ipari forradalmak során gyakran volt tapasztalható akár fizikai ellenállás (géprombolók) is a gőzgéppel, a futószalaggal szemben. A kollaboratív robotok sajátossága, hogy közepes méretek mellett, a dolgozótól fizikailag nem elválasztva, hanem azonos térben, azonos munkafolyamaton dolgozva segíti a gyártást (2. ábra). Ez természetesen nem mindenhol valósítható meg, életveszélyes munkát végző, nagy teljesítményű ipari robotok (például présgépek, daruk) továbbra is fizikailag elzárt területen, balesetvédelmi szempontból szabályozott keretek között kell hogy működjenek.¹⁹



2. ábra: Kollaboratív robot – egy légtérben, a dolgozóval együttműködve segíti, gyorsítja és teszi biztonságosabbá a munkavégzést a precíziós vagy fizikailag nehéz munkafolyamatok során

Forrás: Samuel Bouchard – Mathieu Bélanger-Barrette: Risk Assessment for Safe Collaborative Robots Still Needed. *Brink*, 2015. szeptember 4.

¹⁸ Leonel Rozo et al.: Learning Physical Collaborative Robot Behaviors from Human Demonstrations. *IEEE Transactions on Robotics*, 32. (2016), 3; Andrea Cherubini et al.: Collaborative Manufacturing with Physical Human–Robot Interaction. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 40. (2016), 8.

¹⁹ Federico Vicentini et al.: *Dynamic Safety in Collaborative Robot Workspaces Through a Network of Devices Fulfilling Functional Safety Requirements*. Proceedings of ISR/Robotik, – 41st International Symposium on Robotics, 2014; George Michalos et al.: Design Considerations for Safe Human–Robot Collaborative Workplaces. *Procedia CIRP*, 37. (2015).

Az együttműködés szellemében dolgozó kollaboratív rendszerek terjedése minden szempontból előnyös, hiszen a társadalmi elfogadottsága magas azáltal, hogy a munkással együtt dolgozva annak munkáját könnyebbé téve, nem pedig őt leváltva funkcionál. Az együttműködés szabályai ennek ellenére tanulandók, a rizikómenedzsment és a munkavédelmi előírások átalakításra szorulnak.²⁰ Az 1. táblázat mutatja az ipari robotok penetrációját 2014-ben és 2018-ra előre jelezve.

1. táblázat: Ipari robotok állománya 1000 darabban, 2014-ben és 2018-ban (becslés)

	Ázsia/Ausztrália	Európa	Amerika
2014	785	411	248
2018	1417	519	343

Forrás: Statista. 2017

A gazdasági előnyök megteremtése

A digitalizációnak általánosságban, az automatizáció és a robotizáció foka növelésének konkrét hozzájárulása van egy-egy vállalat gazdaságos működéséhez. Minden vállalat méretétől függetlenül a legnagyobb nyereségre törekszik, a digitalizáció célja pedig a hatékonyság növelése az optimalizáláson keresztül. Ennek ellenére a nagyipari szereplők és a kkv-k lehetőségei eltérőek, a rendelkezésre álló tőke, infrastrukturális háttér olyan tehetetlenséget ad a globális szereplőknek, amely egyszerre előny és hátrány. Előnyös, hiszen az esetleges veszteségek, befektetések kevésbé rengetik meg a vállalatot, ugyanakkor nehezebben is lendül bele, tudja átültetni a változtatásokat. A kérdésre, hogy „mibe kerül” mindez, arányaiban érdemes a választ keresni. Az olyan számok, mint a foglalkoztatottak száma, forgalom, nyereség, adott részterületen, területen dolgozók aránya stb. jól mutatják egy cég piaci helyzetét, összehasonlításra azonban akkor alkalmas, ha arányaiban nézzük, mennyit fordítanak bizonyos tevékenységeikre. Ebből kiemelkedő a kutatás-fejlesztés, az innovációs tevékenység, a munkaerő-továbbképzés és oktatás. Az ipar 4.0 alkalmazása átlagosan 30%-os hatékonyságnövelést tesz lehetővé,²¹ amely növelhető, amennyiben a nagyvállalat részt vesz az innovációban és a kutatásban felsőoktatási, kutatóközponti partnerekkel és startup vállalatokkal. Minden vállalat esetén nehézkes a számszerűsített adatok megadása, mert mindenki más módon investál, mást tart fontosnak. Továbbá sokszor nehéz eldönteni, hogy egy-egy befektetés, beruházás hova számítható, illetve hogy ez konkrét innovációs tevékenység-e, vagy egyébként is megvalósult volna (szoftverfrissítések, karbantartás, továbbképzés, informatikai hálózat fejlesztése). A digitalizáció vívmányai az idővel olcsóbbá válnak, így a realizált haszon

²⁰ Bouchard–Bélanger-Barrette (2015): i. m.

²¹ Hermann Rodler – Dieter Schweer: *Digitale Agenda der deutschen Industrie*. Berlin, Industrie-Förderung GmbH, 2015.

növekedéséhez ez is hozzájárul. Univerzális módszer a rentabilitás számításához ritkán lehetséges, mert gyakran még nincs elég tapasztalat. A fenntartható profit esetenként csak lényeges késleltetéssel realizálható.²² Távlati gondolkodásban az ipar 4.0-ba való befektetés a konkurenciával szemben realizálható előnyként kell megjelenjen. A hosszú távú megtérülés esetén is csak becslések adhatók, amire jó példa a közlekedés esete: az elektromobilitás, az alternatív hajtások, a gyártósorok átépítése, a beszállítói lánc optimalizálása, az új szolgáltatások terjedése évtizedek múlva mutatja meg hatását.

A járműiparban számszerűen, de arányaiban vizsgálva is elemezték az ipar 4.0 által nyújtott előnyt.²³ A magasabb tőkemozgás, a csökkentett személyi kiadások, a feljavított értékteremtés és hatékonyság (a berendezések kihasználtságának optimalizálása) a vizsgált vállalatok realizált profitját átlagosan 6%-ról 13%-ra emelte, azaz megduplázta. A járműipari beszállítók csak Németországban 2015-ben 11%-kal, 7 milliárd euróra emelték a K+F-re fordított összegeket. Ez az egész autóipar ráfordításainak harmada. Az ezen a területen dolgozók száma is emelkedett 10%-kal. A 2016-os német adatok és előrejelzések szerint, a gazdaság hat legfontosabb ágában 2025-ig 78 milliárd eurónyi hatékonyságnövekedés várható. Kiemelkedő a gépgyártás, az elektrotechnika és a kémiai ipar hozzájárulása ehhez. Ugyanebből a vizsgálatból kiderül, az ipar 4.0 konzekvens bevétele Nyugat-Európában 2035-ig 18%-ról 28%-ra növekedő tőkehatékonyságot tenne lehetővé, ami 420 milliárd eurós nyereségnövekedést, illetve felszabaduló tőkét realizálhat.

Néhány nagyvállalatot kiemelve az adatok hasonló tendenciákat mutatnak. Az Altana, amely egy 6000 főt foglalkoztató, 2,1 milliárd eurós forgalommal rendelkező vegyipari cég, az elmúlt húsz évben folyamatosan növelte az automatizáció fokát és a dolgozói számát. Jelenleg mintegy ezer fő dolgozik a fejlesztési részlegen, amelyre a nyereség 6%-át fordítják. Ekkora volumennel már elérhető számukra a piaci szerep megtartása, illetve növelése, valamint a munkaerő megtartása. A következő években a versenyképesség megtartásának érdekében 10%-ra növelnék a K+F-tevékenységbe visszaforgatott összeget. A helyzet a BASF esetén is hasonló, de nagyobb volumenben: 114 ezer dolgozó, 57 milliárd eurós forgalom mellett a világ egyik legnagyobb vegyipari vállalata. 2016-ban tízezer dolgozó volt a kutatás-fejlesztésben, amelybe 10 milliárd eurót forgattak vissza. Nem csupán a klasszikus automatizálásra fordítanak, hanem a humán erőforrásra is (csapatépítés, képzések), szimulációkra, logisztikai optimalizálásra. A prediktív előrejelzések, szimulációk a kulcs a jövőbeni trendek és irányok felismeréséhez. A munkahelyek száma itt is nőtt, a tavalyi évben hétezer munkavállalót vettek fel. A BMW hasonló méretű vállalat, a K+F-tevékenységbe azonban kétszer ennyi dolgozót von be Münchenben, ami többszöröse a gyártásban részt vevőknek. Szoftverfejlesztés, IKT, virtuális valóság a fő területek, ahol folyamatosan tudnak képzett munkavállalókat felvenni. Ugyanez igaz az összeszerelésre is, amely sosem lesz 100%-ban automatizált. A Bosch, amely a legnagyobb autóipari beszállító, 7 milliárd eurót, a forgalom 10%-át fordította K+F-tevékenységre. Hasonló arányokat látunk a Schaefflernél is.

²² Daniel Holz: Social network of things – Das Facebook der Maschinen. *Handelsblatt Journal*, 2017. november 9.

²³ *Industrial Value Creation in Germany*. Frankfurt, Roland Berger, 2017.

Az adatok azt mutatják, hogy a versenyképesség megtartása, a munkahelyek megőrzése és esetleges növelésének egyik kulcsa az innovációba való befektetés (beleértve az oktatást, továbbképzést, magasabb rizikójú befektetéseket), *amely az éves nyereség legalább 10%-ának visszaforgatásából ered*. Az alapján kutatásból élő és nagy fejlesztési igényű vállalatok a forgalom nagyobb százalékát is visszaforgatják, mint a jórészt termelésben érdekelték. Hasonlóan a nagy forgalmú és nyereségű nagyvállalatok K+F-volumene értelemszerűen nagyobb. A nagyvállalatok értékteremtő láncának meghatározó eleme, hogy a digitalizációt és robotikát a kutatás-fejlesztésben mekkora mértékben vetik be. Ugyanakkor a nagy volumenű termelés miatt akár a folyamat kis részébe történő pozitív beavatkozás (önmagában csekély mértékű javulás) is nagymértékű megtakarításhoz vezethet. Egy-egy munkafolyamat lokális optimalizálása, a logisztikai áttervezés, a beszállítói hálózat hatékonyságának növelése, a munkaterületen végzett munka gyorsítása *a tömegtermelésben halmozottan érvényesül*. Továbbá a nagyvállalati működés is teret nyújt az olyan megoldásoknak, amelyek a szabad gépidő értékesítése, a szolgáltatásportfólió bővítése, az erőforrás-megosztás területén nyújtanak előnyöket: termékeket, gyártósorokat nem feltétlenül kell a jövőben birtokolni, és a vásárlók igényei is figyelembe vehetők az innovációs és fejlesztési tevékenység során.²⁴ A Green Economy keretében az energiamentedzsment-szoftverek terjedése várható a nagyvállalati szférában. Ma már másfél millió ember, kétszer annyi dolgozik a környezettudatos és energiahatékonyság-növelő megoldásokon, mint az egész autóiparban. Az energia, a nyersanyag és a felhasznált anyagok megtakarítása a költségek csökkenéséhez és a versenypozíció javulásához vezet – a digitalizáció minden eszközt megad ennek végrehajtásához.²⁵ Gyakran azonban a hatékonyság növelése az energia- és nyersanyag-felhasználás növekedéséhez is vezethet, így minden esetben meg kell vizsgálni a megoldásokat.

A kkv-k esetén ekkora összegekről nem beszélhetünk, gyakran néhány tíz vagy száz munkavállaló és a nagyságrendekkel kisebb forgalom a jellemző. A tömegtermelés hiánya és a kisebb tőkeháttér befolyásolja a digitalizáció bevezethetőségét, amely egyszerre kihívás és lehetőség. Nem elhanyagolható a szegmens: Németországban az értékteremtés 60%-át adják, és a munkahelyi képzőhelyek 83%-a is itt valósul meg. A kkv-k 31%-a jelölte meg a befektetési költségeket problémaként, amelyhez a hiányzó szabályozás és szabványok (35%), az adatbiztonság (41%) vagy a képzett munkaerő hiánya (40%) társult. A befektetések megtérülését néhány éven belül várják. Az előrejelzés szerint 2015–2025 között csak Németországban 400 ezerrel több munkahely keletkezik annak ellenére, hogy mintegy 600 ezer „kézimunkás” állás fog megszűnni. A különbség abból adódik, hogy kb. egymillió digitalizációhoz kapcsolódó állás fog keletkezni, amelyből 200 ezer közvetlenül az IT-szektorhoz köthető, míg 800 ezer a járulékos tevékenységekből adódik. A kkv-k szintjén 7–9%-os investícióval terveznek, amely 5–8%-os általános hatékonyságnövekedéssel jár a gyártásban, így pozitív az üzleti terv szempontjából.

²⁴ Christian Lerch et al.: Grundzüge einer industriell-kollaborativen Wirtschaftsform. *Vierteljahrsheft zur Wirtschaftsforschung*, 85. (2016), 2.

²⁵ Katharina Mattes et al.: Energieeffizienz im Betriebsalltag – Chancen durch Energiemanagement und Qualifikation. *Mitteilungen aus der ISI-Erhebung Modernisierung der Produktion*, 70. (2017).

A probléma, hogy ezekben az esetekben sokkal rövidebb megtérülési időt igényelnek a vállalatok. A jelenség hasonló a 90-es évekhez, amikor a kézi rajzolást felváltották a CAD-rendszerek: a kisebb tervezőirodáknek a fennmaradás érdekében be kellett fektetniük a szoftverekbe és dolgozóik kiképzésébe, ami az évek során megtért.

A kkv-k esetén bár más területen kell a digitális lehetőségeket alkalmazni (egyedi gyártás, digitális szolgáltatások), a befektetési arány hasonló nagyságrendben mozog: az éves nyereség *mintegy 10%-ának közvetlenül a digitalizációba történő visszaforgatásával* biztosítható a fenntarthatóság. Ez tartalmazhatja a már kifejlesztett technikák alkalmazását (például 3D-nyomtató vásárlása, szoftverek beszerzése), valamint a konkrét innovatív megoldásokat (startupok esetén tényleges K+F-tevékenység folytatása). Utóbbi kockázata nagyobb, de nyeresége is többszörös lehet. A kkv-k számára a rizikós innovációs tevékenység végzése kifizetődő lehet felsőoktatási együttműködésekkel, állami szubvenció, valamint nagyipari vállalatokkal történő közös munka esetén.

A digitális infrastruktúra fejlesztése

Az Európai Unió és tagországai közötti együttműködések, különösen a szabályozási kérdésekben, azt a területet célozzák, ahol a fejlesztések a digitalizációban minél több résztvevő számára hasznosíthatók. A lakosság éppúgy profitáljon belőle, mint az oktatás, a kutatás-fejlesztés, a kormányzati szektor, a közlekedés, illetve az ipar bármelyik területe. A digitális szabadpiac, a versenyképesség megőrzése csak úgy lehetséges, ha a szabályozások és a hozzá kapcsolódó támogatások a gyors hozzáférést az információhoz, a Big Data-mennyiségű adatokhoz lehetővé teszik. Így a *széles sávú hozzáférés kiépítése az elsődleges állami feladatok között szerepel*, bár ez nem jelenti azt, hogy az ipar és a szolgáltatók (telekommunikációs vállalatok) ne vennének részt benne. Ennek egyik ága az országonként változó, de már nagy sebességűnek tekintett 30–50 Mbps-os kapcsolatok kiépítése. Németország, Franciaország már ennél is továbblépett a tervezés szintjén: a *gigabites társadalom megteremtése üvegszálak és 5G mobilhálózatokkal* 2025-re valósuljon meg.²⁶ A probléma minden ország számára ugyanaz: miként lássák el azokat a vidéki, nehezen megközelíthető régiókat, amelyek piaci alapon a szolgáltatóknak nem éri meg. Ez tipikusan a teljes lefedettséghez szükséges utolsó 10–15% megvalósítása. A felhasznált technológia (műholdas, kábeles, mobil) kérdéses, és a rosszul tervezett és megvalósított fejlesztés olyan anomáliákhoz vezethet, hogy míg Berlinben DSL hálózaton szolgáltatnak 10 Mbps-os kapcsolatot, addig a Berlin melletti tóvidék horgásztanyáján üvegszálon érkezik a 100 Mbps feletti adatkapcsolat. A digitális infrastruktúra hasonló szerepet tölt be, mint az úthálózat egy országban. Az internet-hozzáférés segítése érdekében Magyarországon a szolgáltatást terhelő áfa 2017-ben 18%-ra, majd 2018-ban 5%-ra csökkent.

A kormányzati feladatok olyan közérdekű megoldásokat is tartalmazhatnak, mint a lehető legtöbb szabad hozzáférésű wifi hot spot létesítése a településeken, amely gyakran

²⁶ Dobrindt 5G-Strategie. 2017; Digitale Strategie 2025. 2016.

együtt jár más, illetve ehhez kapcsolódó *smart city* fejlesztésekkel. Kiemelt jelentőségű itt a fogyasztóvédelem, az adatbiztonság, az illegális tevékenységek (jogvédtett tartalmak letöltése stb.) akadályozása, az olyan szabályozási környezet megteremtése, amely a felelősség kérdését megfelelő módon kezeli.

Az 5G a következő generációs vezeték nélküli távközlési technológia lesz. A szabványok véglegesítése és az elterjedés 2020 után várható. Előnye, hogy az alkalmazott rádiófrekvencia nagy adatsebességet (akár Gbps nagyságrendben) és alacsony késleltetést tesz lehetővé. Így ipari alkalmazások, ipartelepek, a közlekedés fejlesztése számára új lehetőségeket fog megnyitni. Hátránya, hogy a rövid hullámhossz miatt a hatótávolság kicsi, néhány száz méter, így a telepítendő antennák száma óriási. Egy ország teljes lefedettsége gyakorlatilag nem valósítható meg. Németország a 2019 tavaszára előjegyzett frekvenciaértékesítés során feltételként szabná a szolgáltatóknak, hogy a 4G/LTE hálózattal ériék el a teljes, országos mobilhálózati lefedettséget. Az 5G és az üvegszálak kiépítés együttesen garanciája egy nagy sebességű vezeték és vezeték nélküli hálózatnak, amely azonban infrastrukturális fejlesztésként állami hozzájárulást is igényel. Míg a nagyvállalatok képesek lesznek saját erőből fejleszteni és finanszírozni vállalati 5G hálózataikat, a kkv-k számára az ehhez szükséges anyagi erőforrás és kompetencia hiányzik. 2017. június 19-én Magyarországon megalakult az 5G Koalíció. Tagjainak feladata az 5G bevezetésének megkönnyítése, keretfeltételeinek megszabása és a tesztelés. Az infrastruktúra a zalaegerszegi járműipari tesztpályán és a hozzá tervezett gyorsforgalmi út mentén épül majd ki. 2019 elején Zalaegerszeg belvárosában is megkezdte próbaüzemű működését az első bázisállomás.

A digitális kompetencia növelése

A lakosság általános digitális írástudatlanságának, alacsony kompetenciaszintjének emelése többlépcsős folyamat. A cél, hogy senki ne maradjon ki a digitalizáció előnyeiből, és minél kevesebb vesztes legyen, már az általános iskolától kezdve feladat.

A Digitális Jólét Program (DJP) oktatási stratégiájának részeként a képzés az általános iskolától kezdve tartalmaz feladatokat. A krónikus munkaerőhiány az informatikai szakmában és általánosságban a természettudományokban olyan cselekvési tervet igényel, amely már kezdetektől orientálja a diákokat. A modern technológiák lehetőséget teremtenek a diákok aktív bevonására, az algoritmikus gondolkodás és a programozás életkori szintnek megfelelő elsajátítására. Ehhez hardveres és szoftveres megoldások is rendelkezésre állnak az iskolai szervezett és az önképző oktatás során. Az olyan hardverek, mint a Calliope Mini vagy egy okostelefon, illetve a programozás alapjait tanító iskolák és alkalmazások mindennapos használatra elérhetők.²⁷ Az oktatás teljes felépítéséhez szükséges annak elejétől végéig való feltérképezése, mert az informatika nagyon

²⁷ Calliope Mini. 2019; Skool. Teh coding journey. 2019; Logischool. 2019; Alba Innovár. 2017.

szerteágazó, és szükséges annak meghatározása, hogy mit is kell oktatni.²⁸ Az általános iskola után a középiskolai pályaaorientáció meghatározó lépése lehet a megfelelő informatikaoktatás. A tanárok továbbképzése, a megfelelő szoftveres és hardveres háttér megteremtése, tankönyvek digitalizálása mind hozzájárul a sikerhez. A felsőoktatásban az e-learning-tananyagok, a gyakorlati képzések, a duális felsőoktatás és ipari együttműködések tehetik teljessé a képzési skálát. A felsőoktatásban a kutatás-fejlesztés kiemelt szerepű, az ipari szereplőkkel együtt folytatott fejlesztések állami támogatása (doktori programok, ösztöndíjak, egyéb díjak bevezetésével) kiemelkedő jelentőségű. Ezek mellett a célirányos felnőttképzés, továbbképzések készíthetik fel a dolgozókat azokra az elvárásokra, amelyekkel munkahelyüket megtarthatják. Az a munkavállaló, aki képes számítógépes adatfelvitelre és alapvető használatra, képes – megfelelő segítséggel – szoftveres robotok betanítására is (lásd RPA). Ehhez a német mintára kialakított ipari kompetenciacentrumok és digitális központok, tipikusan a FIEK-programban részt vevő felősktatási intézmények mellett, jó megoldások lehetnek.

A DJP 2.0 mint az eredeti program kibővített és modernizált változata a digitális átalakulás és a magyar gazdaság versenyképessége javulásának kulcsa. A DJP 2.0 keretében elkészültek a különböző ágazati digitális stratégiák. A gazdaság fejlődésének egyik legfőbb akadálya a digitálisan képzett munkaerő növekvő hiánya, ezért ennek meghatározó eleme a Digitális Munkaerő Program (DMP) végrehajtása. A program keretében elkészült továbbá Magyarország Digitális Egészségipar-fejlesztési Stratégiája (DEFS), a magyar sport teljes rendszerének működését támogató Digitális Sport Kataszter (DSK), az iskolai és szabadidős sporttevékenységek támogatására pedig létrejött Magyarország Digitális Sport Stratégiája. A DJP 2.0 programjai között szerepelnek még többek között a digitális közigazgatási képzési és továbbképzési programok kidolgozása és elindítása; információbiztonsági és kibervédelmi fejlesztések; a digitalizáció hatásvizsgálatát szolgáló kutatások; a határon túl élő magyar nemzeti közösségek bekapcsolódásának lehetővé tétele a Digitális Jólét Programba; és az okos városok (Smart City) digitális fejlesztési programja.

A tájékoztatás és az energia-, illetve környezettudatosság növeléséhez az energiaszektorra érintő digitalizációs fejlesztések mindennapi hatásait is szükséges bemutatni. A *smart metering*, a *smart home* és a *smart city* szolgáltatások előnyeit első kézből, saját bőrén tapasztalhatja meg a felhasználó.

Új szektorok a robotikában

A robotika a robotok méretétől függően, gyakorlatilag az ipari folyamatok mindegyikében bevethető. Ha eltekintünk az extrém szituációktól (orvosi célú nanorobotok, űrkutatás stb.), a klasszikus ipar 4.0 alkalmazások a hardveres és szoftveres robotok (lásd RPA) bevetésével a gazdaságosság irányába mozdulnak el. Tekintettel arra, hogy az automatizálás

²⁸ Gero von Randow: *Der Cyborg und das Krokodil: Technik kann auch glücklich machen*. Hamburg, Edition Körber, 2016.

fokának növekedése a munkafolyamatokat általánosságban véve gyorsítja, megbízhatóbbá teszi, valamint az emberi munkaerő kiváltásával azt gazdaságosabbá, a vállalatok hosszú távon érdekelték az elmozdulásban.²⁹ Ez azonban a humán erőforrás, kimondottan az alacsonyabban képzett betanított és „sori” munkások számára egzisztenciális veszélyforrás, amelynek következtében munkájukat elveszíthetik.

A jövő két olyan ipari területe, amely a digitalizációban még gyerekcipőben jár, de fejlődési potenciálja óriási, az *egészségipar* és az *agrárrium*.

Az egészségipar digitalizációja több szinten is zajlik. A klasszikus ipari méretek, ahol az automatizálás és a robotizáció megjelenik, a gyógyszergyártás és az orvosi műszertechnika egy része. Mindkét területen olyan globális szereplők vannak piacon, ahol az ehhez szükséges know-how és gazdasági erő megtalálható (Siemens, Johnson&-Johnson, Medtronic, GE Healthcare, Philips, Bayer, Sanofi, Pfizer, AstraZeneca, Roche). Az orvosi beavatkozásokban, műtőkben alkalmazott robotasszisztencia jövője nem lehet kérdéses, az innovációs hozzáadott érték és költségek azonban hatalmasak, így a kutatási projektek finanszírozása a nagy cégekkel közösen valósítható meg.³⁰ A gyógyszergyártók termelésükben már régóta alkalmazzák és fejlesztik automatizált rendszereiket, a globális versenypiaci helyzet rákényszeríti őket nemcsak a gyógyszerek kémiai, hanem a gyártástechnológia fejlesztésére is. Az olyan technológiák, mint a personalizált medikáció, a 3D-nyomtatással készülő tabletták, az individuális gyógyszerelés egyelőre a jövő technikai közé tartoznak, és a gyártók fókuszában nincsenek benne. A digitalizáció jegyében a legfontosabb jövőbeni lépések az EU- és nemzeti szintű szabályozások betartása lesz, így az elektronikus páciensaktákhoz kapcsolódó fejlesztések:

- a gyógyszerelés hatásának utókövetése, anonim adatgyűjtés a hatóanyagok hatékonyságát illetően, különösen a drága gyógyszerek esetében (kemoterápia, autoimmun gyógyszerek, antibiotikumok). Ha sikerülne kidolgozni olyan módszereket, amelyekkel előre jelezhető volna egy-egy beteg reakciója egy kezelésre, a nem hatékony (de sok mellékhatással bíró) terápiák elkerülhetők lennének;
- a gyógyszerek egyedi azonosítóval ellátott termékkeövetése a gyártástól a gyógyszerértékesítésig át az orvosi elrendelésig, sőt az adagolás betartásáig megvalósuljon minden egyes doboz esetén.

Ahogy látható, ezen a területen bár nem közvetlenül ipari robotizációról beszélünk, a digitalizáció terjedése kulcsfontosságúvá fog válni. Felmérések szerint a lakosság az egészségügy digitalizációját, a feleslegesen vagy ismételt vizsgálatok csökkentését, az állandó monitorozást és a csökkentett várakozási időket támogatják, az állami szerveknek (TB) pedig milliárdos megtakarítást hozhat. Ha az e-health-témakört kiterjesztjük a startupok világára, sok olyan új cég és alkalmazás lesz elérhető, amely egészségügyi

²⁹ Peter A. Hancock: Automation: How Much is Too Much? *Ergonomics*, 57. (2013), 3; David Hémous – Morten Olsen: *The Rise of the Machines: Automation, Horizontal Innovation and Income Inequality*. IESE Business School Working Paper, No. WP1110-E. Barcelona, IESE, 2016; Sule Satoglu et al.: Lean Production Systems for Industry 4.0. In *Industry 4.0: Managing the Digital Transformation*. Springer, 2017.

³⁰ David B. Camarillo et al.: Robotic Technology in Surgery: Past, Present, and Future. *The American Journal of Surgery*, 188. (2004), 4. Supplement 1.

szolgáltatásokat nyújt, sokszor a felhasználók számára ingyenesen. Kormányzati és társadalmi felelősségvállalás együttesen jelenhet meg az egészségügy digitalizációjában, mert közös érdek és együttműködő magatartás jellemző a betegek, a gyártók és a szolgáltatók részéről egyaránt.³¹ Az állam elsősorban a *digitális infrastruktúra kiépítésében* (nagy sebességű internet, 5G hálózatok, hálózati biztonság garantálása) és a *társadalombiztosítás keretébe tartozó szolgáltatások fejlesztésében* (telemedicina a háziorvosi praxisokban, elektronikus páciens adatok a személyi igazolványok csipjében stb.) veheti ki részét.

A jövő iparágainak másik területe a sokszor csak egyszerűen és átfogóan agrárdigitalizációnak nevezett folyamatok. Ehhez hozzávehető és egyben kezelhető az élelmiszeripar is, így a termelés, feldolgozás és az élelmiszer előállítása, biztonsága is. A növénytermesztés és az állattenyésztés digitalizációja erősen érintett az automatizálás területén.³² A futószalagok mellett manapság lehetőség nyílik az önjáró járművek, a precíziós gazdaságban közreműködő drónok és az applikáción át nyilvántartott menedzsment bevetésére is. Az agrárdigitalizáció része a magyar kormány Digitális Jólét Programjának is. A hagyományos gépipari fejlesztések mellett kiemelt szerep jut az informatikának, a gazdák megfelelő informatikai továbbképzésének is (Digitális Agrárakadémia; Digitális agrárstratégia).³³ A továbbképzések során és a felsőoktatási, illetve a középfokú oktatásban betöltött állami szerepvállalás kifizetődő lesz a jövőben: a gazdák versenyképességének megőrzése, valamint a jövő generációinak felkészítése az agrárinformatikára egy mezőgazdasági ország számára elengedhetetlen. *Agrárinformatikai képzések* (horizontálisan, kimondottan az olyan egyetemeken, amelyeknek lehetősége van ilyen képzések indítására, duális szakképzés), *mintagazdaságok, az alkalmazások bemutatása, OMSZ és nagy pontosságú térképadatok hozzáférhetősége* a nagyközönség számára olyan megoldások és lehetőségek, amelyek a fejlődést szolgálják. A teljes értékteremtő lánc a termelőtől a szállítón és raktározón át a fogyasztóig digitalizálható. A legfontosabb területek az alábbiak:

- termékkövetés a láncban, amely során bizonyos termények individuálisan követhetők, származási helyük és történetük a vásárló számára beazonosítható;
- precíziós gazdálkodás, individuális állattenyésztés (egyedi beazonosítás a csordában), takarmány és talajművelés optimalizálása, kártevőirtás, magonkénti vetés, dróntechnika, autonóm járművek, hang- és képszenzorok alkalmazása, mesterséges intelligencia bevetése a döntésekben (3. ábra);

³¹ Stephen O. Agboola et al.: Digital Health and Patient Safety. *JAMA*, 315. (2016), 16; Deborah Lupton: The Digitally Engaged Patient: Self-Monitoring and Self-Care in the Digital Health Era. *Social Theory & Health*, 11. (2013), 3; Lucy Yardley et al.: The Person-Based Approach to Intervention Development: Application to Digital Health-Related Behavior Change Intervent. *Journal of Medical Internet Research*, 17. (2015), 1. 30.

³² Jason Schuster: Big Data Ethics and the Digital Age of Agriculture. *Resource Magazine*, 24. (2017), 1; Wilfried Kubinger et al.: Bildgebende Sensorsysteme für robotische Systeme in der Agrar- und Landtechnik. *Elektrotechnik und Informationstechnik*, 134. (2017), 6; Kurt Borchard: „Digitalisierung in der Landwirtschaft“ – Wie bekannt sind digitale Begriffe unter agrar- und ernährungswissenschaftlichen Studierenden? Lecture Notes in Informatics (LNI) – P268 – Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft, 2017.

³³ [Digitális agrárstratégia 2016](#). 2016.

- biohulladék-gazdálkodás, biomassa, biogáz, bioüzemanyagok előállítása az energetika vagy az autópálya számára (biometán, CNG gáz);
- szabályozási kérdések, szabványosítási folyamatok, gyártóspecifikus határok lebontása, azonos adatformátumok támogatása;
- élelmiszeripari termékkövetés, e-kereskedelem ösztönzése.

Hasonlóan az egészségiparhoz, az állam itt is a *digitális infrastruktúra fejlesztésében, az ösztönző szabályozásban, az oktatásban és az adatokhoz való nyilvános hozzáférés megteremtésében* járulhat hozzá az ágazat sikeréhez.



3. ábra: Mezőgazdasági precíziós dróntechnika megfigyeléshez, járműkövetéshez, permetezéshez, magonkénti vetéshez, állapotfelméréshez

Forrás: Air6 Systems – Airborne Robotics. 2019

Mesterséges intelligencia

A mesterséges intelligencia (MI) hozzájárulhat a munkafolyamatok, gyártás, szolgáltatások és adatelemzések javulásához. Működéséhez a nagy mennyiségű adat alapfeltétel. A gépi tanulás, neurális hálózatok, az „emberivé váló” gépi kommunikáció az adatokhoz való hozzáféréseken alapul. Az az ország, amely élen kíván járni a MI-fejlesztésekben, lehetővé kell hogy tegye a nyilvános (anonim) adatokhoz történő hozzáférést a legkülönbözőbb területeken. A túl szigorú szabályozás gátolhatja a technikai fejlődést, és olyan nemzeteket hozhat előnybe, ahol az adatkezelési szabályozás lazább (USA) vagy központi irányított (Kína). Az adatkezelés biztonsága, védelme és az etikai megfontolások alapvető jelentőségűek a társadalmi elfogadottság érdekében. A MI volt 2018 hívószava, és határozhatja meg a következő évtizedek gazdasági fejlődését, országok és vállalatok versenyképességét.

A kínai kormány tavaly nyáron tette közzé az MI-ipar felfuttatását célzó állami stratégiát Következő Generációs Mesterségesintelligencia-fejlesztési Terv néven. Ebben

olyan célkitűzések szerepelnek, hogy 2025-ig nagyjából 60 milliárd dolláros szektorra fejlesztik az iparágat, és globális dominanciára tesznek szert. A terv szerint 10–15 éven belül a közbiztonságtól kezdve az iparon át az igazságszolgáltatásig és az egészségügyig a gazdasági és társadalmi élet szinte minden területére bevezetik a mesterséges intelligenciát.³⁴ A német Max Planck Intézet szerint az MI-kutatás akár néhány tizedszázalékos éves növekedést is okozhat a GDP-ben. A német kormány által biztosított 3 milliárd euró mellé ugyanekkora értékben várnak hozzájárulást a gazdasági szereplőktől, ami akár 1,3%-os gazdasági növekedést hozhat magával. A tudományos publikációk száma exponenciálisan növekszik a területen, főleg kínai és amerikai szerzőktől.

2018 októberében Magyarországon megalakult az 5G Koalíció mintájára a Mesterséges Intelligencia Koalíció, amelyben hetven magyar és nemzetközi vállalat, egyetem, kutatóintézet tag. Célja a hazai stratégia döntések előkészítése, a trendek elemzése, valamint társadalmi hatások vizsgálata.³⁵

A digitális közigazgatás és kormányzat

Bár közvetlenül nem tartozik sem az ipari alkalmazásokhoz, sem a robotikához, a teljesség igényével érdemes megemlíteni azt a kormányzati szektort, amely szinte teljes egészében az államra hárul. A közigazgatás, a kormányzati folyamatok, a szabályozás és a törvénykezési kérdések gyorsítása, a bürokrácia leépítése, az adatok gyors és biztonságos hozzáférése az élet minden területén minőségi javulást okoz.³⁶ A különböző egyablakos online közigazgatási rendszerek lehetőséget fognak adni arra, hogy minden tartomány, megye, település egységes módon használhassa, így mindenki azonos lehetőségekkel fog rendelkezni az ügyintézés során, lakhelyétől függetlenül. Ebben Európában élen jár Észtország, de a magyar rendszer (ügyfélkapu, kormányablakok, e-személyi és e-aláírás) szolgáltatásai is kiemelkedők.³⁷ A szolgáltatások körének bővítése, például az elektronikus szavazás bevezetésével az önkormányzati, az EU-parlamenti, időközi vagy a négyévente esedékes parlamenti választások során, több tízmilliárdos megtakarítást tenne lehetővé.

A jövőben a mára már elérhető blockchain technológia (bitcoin, ethereum) nem csupán a pénzmozgások, de „okos” szerződések, letétek biztonságos kezelését is lehetővé tehe-

³⁴ Mészáros R. Tamás: Kína MI-nagyhatalom lesz, és ez elég félelmetes. *Index*, 2018. július 6.

³⁵ Digitális Jólét Program: *Mesterséges Intelligencia Koalíció*. 2019.

³⁶ Elvira Nica – Ana-Madalina Potcovaru: Effective M-Government Services and Increased Citizen Participation: Flexible and Personalized Ways of Interacting with Public Administration. *Journal of Self-Governance and Management Economics*, 3. (2015), 2; Erich W. Welch et al.: Linking Citizen Satisfaction with E-Government and Trust in Government. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 15. (2005), 3; Karen Layne – Jongwoo Lee: Developing Fully Functional E-Government: A Four Stage Model. *Government Information Quarterly*, 18. (2001), 2.

³⁷ R. M. Alvarez et al.: Internet Voting in Comparative Perspective: The Case of Estonia. *Political Science and Politics*, 42. (2009), 3; Gary Anthes: Estonia: A Model for E-Government. *Communications of the ACM*, 58. (2015), 6.

tik.³⁸ Hasonlóan a közpénzből finanszírozott kutatások, tanulmányok, egyetemi projektek stb. eredményeinek publikus, gépi módszerekkel feldolgozható módon elérhetővé tétele nemcsak tudományos és fejlesztési célból indokolt, de a társadalmi bizalmat is segíti az átláthatóság növelésével. Az európai országok eltérő módon ítélik meg az úgynevezett digitális minisztérium szükségességét. Kisebb országok esetén a horizontális összefogás és az egyes minisztériumoknál a digitalizációs feladatok lokális lekezelését támogatják; míg más országokban (így például Németországban) rendszeresen visszatérő téma egy digitális csúcsminisztérium felállítása.

Esettanulmány – SEW-Eurodrive

Az ipar 4.0 és a *smart factory*, amely felhő- és Big Data-alapú kiértékeléssel, intelligens döntésekkel működik, nyújtja a jövő megoldásait a kkv-k számára is.³⁹ Az SEW-Eurodrive a németországi, Baden-Württemberg tartománybeli Bruchsal kisvárosban 1931-ben alapított családi, később közép vállalatná fejlődött cég. Immáron 85 éve aktívak a gépgyártásban, elősorban az elektromotorokról ismertek. Emellett a termékpalettához tartoznak a hajtóművek, decentralizált telepítéshez használható komponensek, elektronikusan szabályozott hajtások, de akár komoly mérnöki tervezőmunkát igénylő hajtásmegoldások is. Mindezek mellett természetesen a kiegészítő szolgáltatások és a szervizajánlatok is része az üzleti modellnek.

A 2016/17-es gazdasági évben 16 ezer dolgozó volt állományban világszerte, ebből 550 a kutatás-fejlesztésben. A hálózat jelenleg 51 országban van jelen, 15 gyárból és 77 úgynevezett Drive Technology Centerből áll, amelyek szolgáltatásokat végeznek. Az éves majdnem 3 milliárd eurós forgalommal nemzetközi szinten is a piacvezetők közé tartozik a meghajtástechnika és -automatizálás területén. A cég magát *családi global playerként* definiálja. A jelenlegi bruchsal nagyipari központot 2010-ben adták át. A tartomány második legnagyobb területű, 100 millió eurós beruházása két év alatt készült el. A fejlesztési terület 60 ezer négyzetméteres, és már akkor gondoltak a fenntarthatóságra: kb. 145 ezer kWh energia érkezik a tetőkre telepített napelemekből. A műszaki elgondolások és az ipar 4.0 kihívásait követve ez a gyár lett Németország első igazi *smart factoryja*, ahol megvalósul a robotizáció, a digitalizáció, az ember-robot együttműködés,

³⁸ Melanie Swan: *Blockchain: Blueprint for a New Economy*. Newton, O'Reilly Media, Inc., 2015.

³⁹ Malte Brettel et al.: How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective. *World Academy of Science, Engineering and Technology International – Journal of Information and Communication Engineering*, 8. (2014), 1; Jim Davis: Smart Manufacturing. *Annual Review of Chemical and Biomolecular Engineering*, 6. (2015); Jong-man Park: Technology and Issue on Embodiment of Smart Factory in Small-Medium Manufacturing Business. *The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, 40. (2015), 12; Agnieszka Radziwona et al.: The Smart Factory: Exploring Adaptive and Flexible Manufacturing Solutions. *Procedia Engineering*, 69. (2014); Parshant Gupta et al.: The Usage and Adoption of Cloud Computing by Small and Medium Businesses. *International Journal of Information Management*, 33. (2013), 5; Shiyong Wang et al.: Towards Smart Factory for Industry 4.0: A Self-Organized Multi-Agent System with Big Data Based Feedback and Coordination. *Computer Networks*, 101. (2016).

a digitális szolgáltatások és a virtuális valóság adta lehetőségek. Mindez meg is tekinthető a helyszínen a látogatók számára.

Kutatás, oktatás, díjak

A cég több díjat is nyert innovációival, legutóbb 2016-ban a Diamond Star Award első helyezettje lett az 1–5 milliárd eurós bevételű cégek kategóriájában. Az elismerést a digitalizáció területén elért eredmények miatt kapták.

A cég a kezdetektől felismerte a kutatás-fejlesztés szükségességét és az oktatás, továbbképzések szerepét. A középiskolásoktól kezdve a felsőoktatási intézményeken át a felnőttképzésig kiveszik szerepüket az oktatásból. A Duale Hochschule Baden-Württemberg és a Hochschule Karlsruhe egyaránt nyújt duális képzést a hallgatóinak BSc-szinten gépgyártás, informatika, elektrotechnika szakterületeken. A kötelező szakmai gyakorlatok, diplomamunka-témák elkészítése megoldható. A saját körben szervezett szemináriumi rendszer nem csupán a saját dolgozók továbbképzését biztosítja, hanem fizetős szolgáltatásként harmadik fél számára is elérhető. Az online katalógus termék, szolgáltatás vagy téma alapján böngészhető. Az induló tréningek időponttal, tartalommal, céllal, célcsoporttal, tematikával és az előfeltételekkel jelennek meg. Ha nincs aktuális időpont, vagy betelt, a későbbiekre elmenthető a jelentkezés. Az értesítések és az ügymenet elektronikusan zajlik.

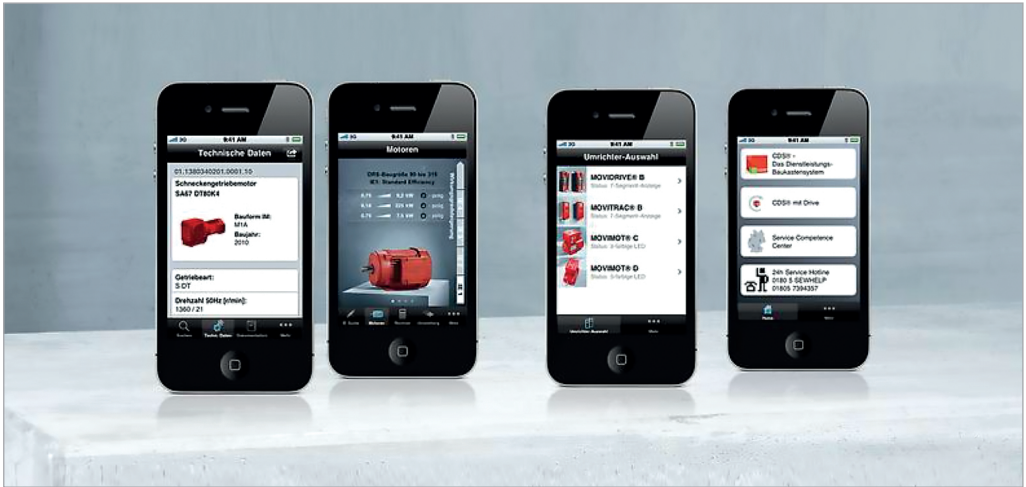
Ügyfélmenedzsment

Egy digitalizációban élenjáró vállalat számára a vevőkörrel, a megrendelőkkel való kapcsolattartás is elektronikusan bonyolítandó. A klasszikus online bolt szolgáltatásain kívül a konfigurátorok és a teljes automatizált megrendelési folyamat is lebonyolítható. Az eljárás során alkalmazott adatformátumok és adatsere lehetővé teszi, hogy a vevő által összeállított gép teljes gyártási folyamatát áttekinthesse, ugyanazt a folyamatot végigkövetve, amelyet a munkás és az automatizált robotok is tesznek. Az internet, a modern webshop és az online konfigurátorok előnyeit ötvözi a rendszer azzal, hogy az adatsere a szereplők között szabványos, azonos formátumban történik. Gyakran problémás ugyanis a vásárló és a szállító ERP-rendszerei közötti inkompatibilitás: sok adatot kell kézzel átmásolni és a megfelelő formátumokra hozni. Ez nem csupán időpocsékolás, de a hibák lehetősége is megnő.

Az ESIS® (Easy Supplier Integration Services) képes e probléma feloldására, időt és hibalehetőséget takarít meg, ezzel pedig költséget csökkent. A rendszer két alapfunkciója (ESIS® Inform és ESIS® Comfort) azonos logika és adatfelépítés mentén dolgozik, így a megrendelő és a szállító azonos módon fér azokhoz hozzá. Az Inform segítségével a vevő betekinthez a gyártási folyamatba, egérkattintással hívhat le belőle parametrizált információt. A vevőoldali kliensből a gyár automatikusan kinyeri az információt, az adatváltozásokat, és azokat a gyártás, illetve a szállítás felé továbbítja. Ilyen lehet

például egy sorozatszám pótalkatrész rendeléséhez, egy CAD-adathalmaz generálására vonatkozó feladatleírás vagy az összes megrendelés listázása.

A mobilitás jegyében több mobilapplikáció is rendelkezésre áll a felhasználóknak. Praktikus információk az aktuális előírásokról, hibaanalízishez kért segítség, technikai adatok – bármi hozzáférhető útközben is (4. ábra).



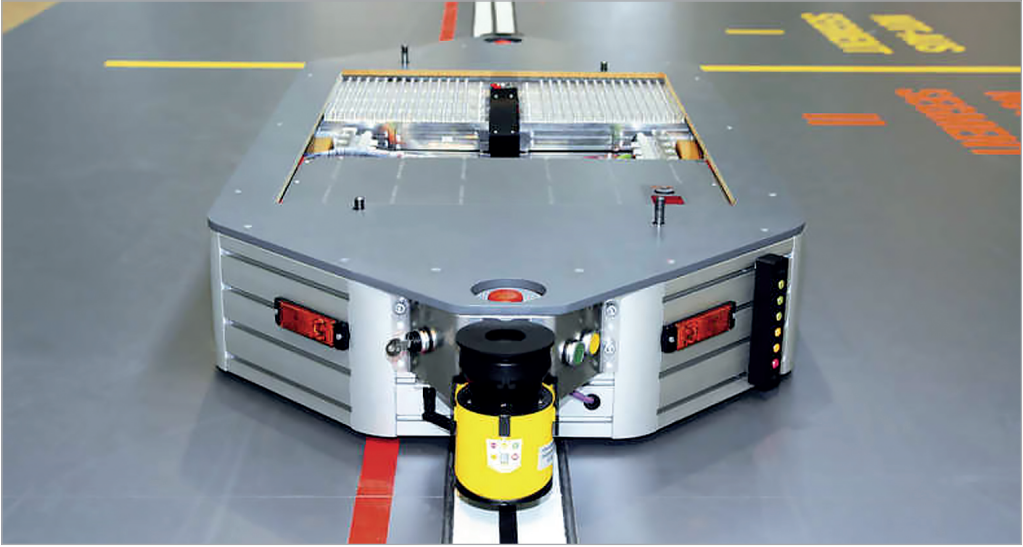
4. ábra: *Applikációk minden platformra – mobil hozzáférés és segítségnyújtás*

Forrás: SEW-Eurodrive

Gyártástechnológia

A gyártás során az egyes termékek RFID-csipek segítségével követhetők. Nemcsak minden legyártandó motor, de minden kisegítő robot, minden alkatrész és minden munkás tevékenysége nyomon követhető. A cég saját fejlesztésű okos robotokkal oldja meg a belső logisztikát. *Decentralizált vezérlésű, egymással lokálisan kommunikáló*, balesetmentesen közlekedő, önkiszolgáló robotmunkatársak gurulnak, fékeznek, pakolnak a teljes műszak során. A kommunikációt rövid hatótávolságú rádiójelekkel valósítják meg, a közlekedéshez a talajban elhelyezett vezető vonalakat követnek (5. ábra).

A robotok ugyanazt az adatbázist használják munkájukhoz, amelyet a megrendelő előállított, illetve amelyet a gyártás során mindenki más is használ. Automatikusan pótolják a hiányzó alkatrészeket, szállítják, illetve továbbítják az adott munkafolyamathoz szükséges részegységeket. Az egyes állomáshelyeken dolgozók kollaboratív módon működnek együtt a gépekkel. Ez nemcsak a mozgó robotokat jelenti, hanem az adott állomáshely összeszereléshez szükséges berendezéseit is (6. ábra). Ezeket is csakúgy, mint a közlekedő robotokat, a cég saját maga állítja elő. A gépek fényjelekkel mutatják a dolgozónak, honnan melyik alkatrészt kell elővennie (például melyik csavart), milyen munkafolyamat következik (csavarozás), és hogy sikeres volt-e az (csavar kellő erősséggel meghúzva).



5. ábra: Automatizált szállítórobot

Forrás: [SEW-Eurodrive](#)

Az utolsó lépésben, amikor teherautóra kell rakni a készterméket, van az utolsó emberi beavatkozás. A cég terve, hogy a jövőben a teljes logisztikát is automatizálja, és a cél a teljesen *papírmentes termelés*. Jelenleg mindig van egy oldal papír, amely az alkatrészt a gyártás során vonalkóddal ellátva végigkíséri, és minden állomáshelyen van nyomtató. Ezek felszámolása a következő lépés.



6. ábra: Kollaboratív munka robot és ember között. A háttérben látogatók

Forrás: [SEW-Eurodrive](#)

A folyamatirányítás és -optimalizálás a műszakvezető kezében összpontosul. Az ő feladata, hogy a gyártás sebessége megfelelő legyen. A munkásokat teljesítményalapon bérezik, az aktuális teljesítményüket másodpercre pontosan követik. Lehetőségük van gyorsabban vagy lassabban dolgozni. Ha valaki alulteljesít, a műszakvezető ellenőrizheti annak okát. A munkások valós időben átszervezhetők, pótolhatók (például hosszabb szünetek tartása esetén), távolról vezérelve. A vezérlő a szerelőcsarnok egy elkülönített részén, több nagyméretű monitorral ellátva figyeli és jeleníti meg az aktuális adatokat. Színkódokkal, diagramokkal, egyesével megfigyelhető minden robot, dolgozó, munkahely, de még az alkatrészek is (7. ábra).



7. ábra: A műszakvezető diagramokon és folyamatábrákon valós időben követi a gyártást

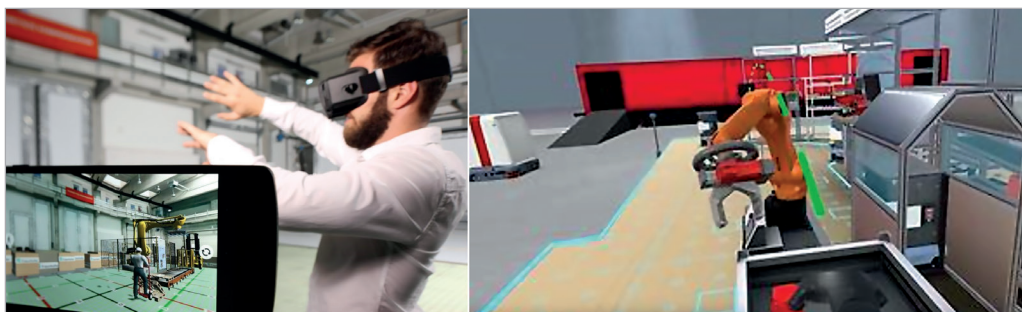
Forrás: SEW-Eurodrive

A virtuális valóság mint gyakorló és betanító módszer a telephelyen, a gyártócsarnok szerkesztés részeként, annak elkülönült szegletében található. A virtuális és beágyazott (*augmented*) valóság az egyik legmodernebb és leghatékonyabb módszer a folyamatok elsajátítására.⁴⁰ Itt demonstrátorok segítségével a virtuális szemüveget felvéve és a kézben tartott vezérlővel virtuális 3D-térben jelennek meg azok az objektumok, amelyeket néhány méterrel odébb a gyártásban is használnak. A felhasználó egy rövid (30–60 perces) folyamat során elsajátíthatja a kezelést, utána pedig a lényegi munkafolyamatot. Ennek során a virtuálisan megjelenő alkatrészeket megfogva a megfelelő munkafolyamatba helyezhetők. A virtuálisan megjelenő gépek – csakúgy, mint a valóságosak – fényjelekkel segítik a következő

⁴⁰ Brettel et al. (2014): i. m.; Roberto Pierdicca et al.: *The Use of Augmented Reality Glasses for the Application in Industry 4.0*. International Conference on Augmented Reality, Virtual Reality and Computer Graphics – AVR, 2017; Volker Paelke: *Augmented Reality in the Smart Factory: Supporting Workers in an Industry 4.0. Environment*. Proceedings of Emerging Technology and Factory Automation (ETFA), IEEE, 2014.

lépést (zöld lámpa), és visszaigazolja a sikeres műveletet. Ezt követően a következő lépést is hasonló módon jelzik, így a felhasználót intuitív módon vezetik át az egész munkafolyamaton (8. ábra). A cég a technológiát nem csupán saját embereinek betanítására és demonstrációs célra használja, hanem üzleti modellként fizetős szolgáltatásként is kiejánlja más cégek számára. Ahogy a cég többi szoftvere, ez is saját fejlesztés.

A cég a közeljövőben átáll a modulárisan felépíthető gyártósorok telepítésére. Ez valóban nem is klasszikus leanmenedzsment elven működő gyártósor, hanem egy mátrix-elrendezésű, tetszőleges módon kialakítható, bővíthető, modulárisan felépíthető gyártástechnológia, amely sok innovációt tartalmaz, és ezért rövid távon akár veszteségeket is termelhet. A cég a szokásosnál nagyobb mértékben, a nyereség 20%-át meghaladó módon fektet az innovációba, megteremtve magának annak lehetőségét, hogy bár klaszszikus értelemben nem multinacionális nagyvállalat, már az azokra jellemző gazdasági erőt és tevékenységet tudja felmutatni. A dinamikus gazdasági fejlődés, a nemzetközi piacon betöltött szerep a folyamatos innováció eredménye. A fejlesztési igazgató hangsúlyozza, hogy a helyesen investált összegek megtérülése közepes távon többszörös, amihez a magasan képzett és jól fizetett munkaerő is szükséges.



8. ábra: Virtuális valóság – a gyártási folyamat bármelyik része modellezhető, kipróbálható és begyakorolható

Forrás: SEW-Eurodrive

Lényeges új elem a cég működésében, hogy az általuk kifejlesztett gyártástechnológiával nem csupán a megrendelt gépipari termékeket állítják elő, hanem magát a gyártástechnológiát is áruba bocsátják. Nemcsak a készterméket szállítják, hanem egész gyártósort a hozzá tartozó robotikával, szenzorikával és szoftveres vezérléssel. Így lehetőség van komplett gyártelepek nulláról való felépítésére. Ezt a modellt exportálva a cég Olaszországban felújítja egyik szerelőüzemét, ahol már a legújabb technológiával készülnek a termékek. Ehhez az olasz kormányzat a befektetés költségének egyharmadát átvállalja.

Gazdasági mutatók

Az SEW-csoport több országban is jelen van. A központ és a fejlesztés teljes egészében a németországi Bruchsal városában található. A hivatalos cégalat és előrejelzések

a 2015-ös és 2016-os évekre találhatók meg.⁴¹ Az említett két évben a forgalom kb. stagnált 2,5–2,7 milliárd euró értékben, amelyből Európára 1,3 milliárd esett. A saját tőke szintén nem változott (3 milliárd euró értékben), míg a tárgyi eszközök értéke a beruházások során 143 millióval nőtt. A technikai berendezések értékállománya összesen 1,3 milliárd körül van. Az értékvesztés a leírások szerint a technikai berendezések esetén 5–21 év.

Az automatizálási befektetések ellenére a munkavállalók száma emelkedett, 15 171-ről 15 478-ra, 307 új munkaerőt vettek fel. Ezzel együtt a bérkiadások 5,7%-kal nőttek, 575 millió euróról 590 millióra. 2017-re újabb 2,3%-os bővítéssel a megcélzott munkavállalói szám kerekén 16 500. Ez jórészt a K+F-hez köthető állományfejlesztés. A vizsgált két évben a K+F-költségek 10 millióval nőttek, összesen ez elérte a 113 millió eurót. A kizárólag ezen a területen dolgozók száma 602-ről 615-re nőtt. A teljesítményüket jellemzi, hogy a cég 112 szabadalmi védelmet (patent) és 75 találmányt jegyzett be, valamint felsőoktatási együttműködési szerződéseinek száma 25-ről 34-re bővült. A főbb területek itt az induktív és optikai nyomkövetés (az autonóm robotok számára), az érintkezés nélküli kommunikáció és töltés, valamint a szenzorika.

A SEW-csoport beszámolója szerint 2015-től 2016-ig a forgalom 4,4%-kal nőtt, 2,7 milliárd euróra. A célérték 4,5%, azaz 2,85 milliárd volt. A valamivel kisebb érték a befektetések visszafogása, a kínai szolgáltatási piac visszafogott növekedése, a brazil és dél-amerikai lassuló gazdasági növekedés és az árfolyam-ingadozások okán jött létre. Amíg a decentralizált vezérlők, szervotechnika jól ment, a motorok és az alkatrészgyártás elmaradt a várakozástól. Az éves többlet 445 millió euró lett (kamat és nyereségadó-ráfordítások levonása előtti üzemi eredmény, EBIT). A K+F-tevékenység melletti befektetések (új ingatlanok és telephelyek vásárlása, üzemfejlesztések) további 160 millió euró értékben történtek. 2017-re az előirányzott forgalom 2,8 milliárd euró, mintegy 3%-os összesített növekedés, amelyből a szolgáltatási rész +11%-kal veszi ki a részét.

Az adatokból látszik, hogy a folyamatos investíció a kutatás-fejlesztésbe és az ipari automatizálásba nemhogy csökkenti, hanem közepes távon növelheti is a munkahelyek számát. Ezek azonban egyértelműen a fejlesztésekhez köthető, magasabban képzett munkaerőt jelentik. Az éves 3–5%-os növekedés fenntartható lehet a korábban említett ráfordítási arányok mellett. Ugyanakkor egy nagyobb cég esetén a számok csalókák lehetnek, hiszen egy-egy gyártelep fejlesztése, konszolidációja, új üzemi beruházások (különösen az ingatlanfejlesztések vagy az értékvesztési leírások) az éves és rövid távú adatokat torzíthatják, hatásuk 5–10 éves távlatokban mérhető.

Összegzés

A digitalizáció és az ipar 4.0 megoldásokat kínálnak a gazdasági folyamatok optimalizálására az élet minden területén és minden szereplője számára. A hagyományos ipari termelőrobotok mellett megjelennek a kollaboratív, kis példányszámú gyártásra alkalmas

⁴¹ BV Beteiligung GmbH Bruchsal, Konzernabschluss zum Geschäftsjahr. Konzernbilanz zum 29.02.2016.

robotok, a szoftveres robotok és olyan szolgáltatások, amelyek átalakítják a felfogásunkat az értékteremtésről. Ahhoz, hogy egy ország sikeres legyen, az állami szerepvállalás helyes megválasztása szükséges. Ez magába foglalja a szektorokon átnyúló, mindenki számára elérhető fejlesztéseket, elsősorban a digitális infrastruktúrában és az oktatás-kutatás-innováció háromszögében. Emellett az állam feladata a megfelelő támogató szabályozási háttér megteremtése, amely biztosítja a kiegyensúlyozott versenyt, akadályozza a digitális monopóliumok létrejöttét, ösztönzi a nagyipari és kkv-méretű vállalkozások együttműködését. A cégek méretüktől és tőkeerősségüktől függően a nyereséget innovációba és a munkavállalóik képzésébe visszafordítva tudják versenyképességüket megőrizni. Ez az arány 10–20% környékén mozog. A munkahelyek elvesztése helyett azok átalakulása, sőt a munkahelyek számának bővülése is várható a fenntartható ipar 4.0 tevékenység eredményeként. Az állam felelőssége, hogy rávegye az automatizációval költségeket megtakarítani kívánó vállalatokat, hogy a felszabaduló – sokszor képzetlen – munkaerőt továbbképezze, átképezze. Végezetül a társadalmi elfogadottság növeléséhez hozzájárul a tájékoztatás, a lakosság bevonása és a kompetenciák növelése terén.

Irodalomjegyzék

- Agboola, Stephen O. – David W. Bates – Joseph C. Kvedar: Digital Health and Patient Safety. *JAMA*, 315. (2016), 16. 1697–1698. Online: <https://doi.org/10.1001/jama.2016.2402>
- Air6 Systems – Airborne Robotics*. 2019. Online: www.airborne-robotics.com
- Alba Innovár*. 2017. Online: www.albainnovar.hu/
- Alvarez, R. Michael – Thad E. Hall – Alexander H. Trechsel: Internet Voting in Comparative Perspective: The Case of Estonia. *Political Science and Politics*, 42. (2009), 3. 497–505. Online: <https://doi.org/10.1017/S1049096509090787>
- Anthes, Gary: Estonia: A Model for E-Government. *Communications of the ACM*, 58. (2015), 6. 18–20. Online: <https://doi.org/10.1145/2754951>
- Arntz, Melanie – Terry Gregory – Ulrich Zierahn: *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis*. OECD Social, Employment and Migration Working Papers 189. OECD Publishing, Paris, 2016. 1–32.
- Belk, Russell: You are What You Can Access: Sharing and Collaborative Consumption Online. *Journal of Business Research*, 67. (2014), 8. 1595–1600. Online: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2013.10.001>
- Bharati, Pratyush – Abhijit Chaudhury: SMEs and Competitiveness: The Role of Information Systems. *International Journal of E-Business Research*, 5. (2009), 1. 1–9.
- Borchard, Kurt: „Digitalisierung in der Landwirtschaft“ – Wie bekannt sind digitale Begriffe unter agrar- und ernährungswissenschaftlichen Studierenden? Lecture Notes in Informatics (LNI) – P268 – Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft, 2017. 1–4.
- Bouchard, Samuel – Mathieu Bélanger-Barrette: Risk Assessment for Safe Collaborative Robots Still Needed. *Brink*, 2015. szeptember 4. Online: www.brinknews.com/risk-assessment-for-safe-collaborative-robots-still-needed/
- Brettel, Malte – Niklas Friederichsen – Michael Keller – Marius Rosenberg: How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective. *World Academy of Science, Engineering and Technology International – Journal of Information and Communication Engineering*, 8. (2014), 1. 1–8.
- BV Beteiligung GmbH Bruchsal, Konzernabschluss zum Geschäftsjahr*. Konzernbilanz zum 29.02.2016. Online: <http://bundesanzeiger.de>
- Calliope Mini*. 2019. Online: <https://calliope.cc/>
- Camarillo, David B. – Thomas M. Krummel – J. Kenneth Salisbury, Jr.: Robotic Technology in Surgery: Past, Present, and Future. *The American Journal of Surgery*, 188. (2004), 4. Supplement 1, 2–15. Online: <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2004.08.025>
- Cardona, Melisande – Nestor Duch-Brown – Bertin Martens – Joseph Francois – Fan Yang: The Macro-Economic Impact of E-Commerce in the EU Digital Single Market. *JRC Technical Reports – Institute for Prospective Technological Studies – Digital Economy Working Paper*, (2015), 9. 1–37. Online: www.wti.org/media/filer_public/1a/81/1a81171a-1828-45ce-a0d9-2e7efcbbd629/jrc98272.pdf
- Caton, Simon – Christian Haas – Kyle Chard – Kris Bubendorfer – Omer F. Rana: A Social Compute Cloud: Allocating and Sharing Infrastructure Resources Via Social Networks. *IEEE Transactions on Services Computing*, 7. (2014), 3. 359–372. Online: <https://doi.org/10.1109/TSC.2014.2303091>

- Cherubini, Andrea – Robin Passama – André Crosnier – Antoine Lasnier – Philippe Fraisse: Collaborative Manufacturing with Physical Human–Robot Interaction. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 40. (2016), 8. 1–13. Online: <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2015.12.007>
- Cohen, Maurice J.: *The Future of Consumer Society: Prospects for Sustainability in the New Economy*. Oxford, Oxford University Press, 2017. Online: <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198768555.001.0001>
- Dassisti, Michele – Hervé Panetto – Mario Lezoche – Pasquale Merla – Concetta Semeraro – Antonio Giovannini – Michela Chimienti: *Industry 4.0 Paradigm: The Viewpoint of the Small and Medium Enterprises*. 7th International Conference on Information Society and Technology, ICIST, 2017. 50–54. Online: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01526397/>
- Davis, Jim – Thomas Edgar – Robert Graybill – Prakashan Korambath – Bria Schott – Denise Swink – Jianwu Wang – Jim Wetzel: Smart Manufacturing. *Annual Review of Chemical and Biomolecular Engineering*, 6. (2015). 141–160. Online: <https://doi.org/10.1146/annurev-chembioeng-061114-123255>
- De.Didgal. 2019. Online: www.de.digital/DIGITAL/Navigation/DE/Home/home.html
- Digitale Strategie 2025. 2016. Online: www.bmw.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/digitale-strategie-2025.html
- Digitális agrárstratégia 2016. Online: <https://digitalisjoletprogram.hu/hu/tartalom/das-magyarorszag-digitalis-agrar-strategiaja>
- Digitális Jólét Program: Mesterséges Intelligencia Koalíció. 2019. Online: <https://digitalisjolet-program.hu/hu/tartalom/mesterseges-intelligencia-koalicio>
- Dobrindt 5G-Strategie. 2017. Online: www.bundesregierung.de/Content/Infomaterial/BMVB/098-dobrindt-5g-strategie_350336.html
- Eisert, Rebecca: Deutschland Wird 3D-Druck-Land. *WirtschaftsWoche*, 2013. december 5. Online: www.wiwo.de/unternehmen/dienstleister/innovationen-deutschland-wird-3d-druck-land/9173896.html
- Emadi, Ali: *Advanced Electric Drive Vehicles*. CRC Press, 2014. Online: <https://doi.org/10.1201/9781315215570>
- Evangelista, Rinaldo – Paolo Guerrieri – Valentina Meliciani: The Economic Impact of Digital Technologies in Europe. *Economics of Innovation and New Technology*, 23. (2014), 8. 802–824. Online: <https://doi.org/10.1080/10438599.2014.918438>
- Frey, Carl Benedikt – Michael A. Osborne: The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation? *Oxford Martin School – University of Oxford*, (2013), 1–72. Online: www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf
- Frey, Carl Benedikt – Michael A. Osborne: The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114. (2017), 1. 254–280. Online: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>
- Gerla, Mario – Eun-Kyu Lee – Giovanni Pau – Uichin Lee: *Internet of Vehicles: From Intelligent Grid to Autonomous Cars and Vehicular Clouds*. World Forum on Internet of Things (WF-IoT), 2014. 1–6. Online: <https://doi.org/10.1109/WF-IoT.2014.6803166>
- Gombolay, Matthew C. – Reymundo A. Guiterrez – Shanelle G. Clarke – Giancarlo F. Sturla – Julie A. Shah: Decision-Making Authority, Team Efficiency and Human Worker Satisfaction in Mixed Human–Robot Teams. *Autonomous Robots*, 39. (2015), 3. 293–312. Online: <https://doi.org/10.1007/s10514-015-9457-9>

- Gupta, Parshant – Seetharaman, A. – John Rudolph Raj: The Usage and Adoption of Cloud Computing by Small and Medium Businesses. *International Journal of Information Management*, 33. (2013), 5. 861–874. Online: <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2013.07.001>
- Hancock, Peter A.: Automation: How Much is Too Much? *Ergonomics*, 57. (2013), 3. 449–454. Online: <https://doi.org/10.1080/00140139.2013.816375>
- Harteis, Christian: *The Impact of Digitalization in the Workplace*. Berlin–Heidelberg, Springer Verlag, 2017.
- Hémous, David – Morten Olsen: *The Rise of the Machines: Automation, Horizontal Innovation and Income Inequality*. IESE Business School Working Paper, No. WP1110-E. Barcelona, IESE, 2016. Online: <https://doi.org/10.2139/ssrn.2328774>
- Hermann, Mario – Tobias Pentek – Boris Otto: *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios*. International Conference on System Sciences – 49th Hawaii International (HICSS), 2016. 1–6. Online: <https://doi.org/10.1109/HICSS.2016.488>
- Hovert, Laurens – Andreas Festag – Ignacio Llatser – Luciano Altomare – Filippo Visintainer – Kovács, András: Enhancements of V2X Communication in Support of Cooperative Autonomous Driving. *IEEE Communications Magazine*, 53. (2015), 12. 64–70. Online: <https://doi.org/10.1109/MCOM.2015.7355568>
- Holz, Daniel: Social Network of Things – Das Facebook der Maschinen. *Handelsblatt Journal*, 2017. november 9. 4–5.
- Industrial Value Creation in Germany*. Frankfurt, Roland Berger, 2017. Online: www.rolandberger.com/en/Publications/pub_present_and_future_of_industrial_value_creation_in_germany.html
- Insights*. Roland Berger, 2019. Online: www.rolandberger.com/en/insights/
- Jäger, Angela – Cornelius Moll – Oliver Som – Christoph Zanker: *Analysis of the Impact of Robotic Systems on Employment in the European Union*. Final report. Luxembourg, Publication Office of the EU, VI., 2015. 1–84.
- Kagermann, Henning: Change Through Digitization – Value Creation in the Age of Industry 4.0. In Horst Albach – Heribert Meffert – Andreas Pinkwart – Ralf Reichwald (szerk.): *Management of Permanent Change*. Berlin, Springer Gabler, 2015. 23–45. Online: https://doi.org/10.1007/978-3-658-05014-6_2
- Kehoe, Ben – Sachin Patil – Pieter Abbeel – Ken Goldberg: A Survey of Research on Cloud Robotics and Automation. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 12. (2015), 2. 398–409. Online: <https://doi.org/10.1109/TASE.2014.2376492>
- Kochan, Detlef – Ronald Miksche: *Advanced Manufacturing and Industrie 4.0 for SME*. NEWTECH 2017: *Proceedings of 5th International Conference on Advanced Manufacturing Engineering and Technologies*, 2017. 357–364. Online: https://doi.org/10.1007/978-3-319-56430-2_26
- Kubinger, Wilfried – Bernhard Peschak – Wilfried Wöber – Clemens Sulz: Bildgebende Sensorsysteme für robotische Systeme in der Agrar- und Landtechnik. *Elektrotechnik und Informationstechnik*, 134. (2017), 6. 316–322. Online: <https://doi.org/10.1007/s00502-017-0513-3>
- Lasi, Heiner – Peter Fettke – Hans-Georg Kemper – Thomas Feld – Michael Hoffmann: Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, 6. (2014), 4. 239–242. Online: <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>
- Layne, Karen – Jongwoo Lee: Developing Fully Functional E-Government: A Four Stage Model. *Government Information Quarterly*, 18. (2001), 2. 122–136. Online: [https://doi.org/10.1016/S0740-624X\(01\)00066-1](https://doi.org/10.1016/S0740-624X(01)00066-1)

- Lerch, Christian – Carsten Gandenberger – Niclas Meyer – Matthias Gotsch: Grundzüge einer industriell-kollaborativen Wirtschaftsform. *Vierteljahrsheft zur Wirtschaftsforschung*, 85. (2016), 2. 65–80. Online: <https://doi.org/10.3790/vjh.85.2.65>
- Lin, Patrick: Why Ethics Matters for Autonomous Cars. In Markus Maurer – J. Christian Gerdes – Barbara Lentz – Hermann Winner (szerk.): *Autonomous Driving*. Berlin, Springer, 2016. 69–85. Online: https://doi.org/10.1007/978-3-662-48847-8_4
- Logiscool. 2019. Online: www.logiscool.com/hu
- Lorenz, Markus – Daniel Küpper – Michael Rüßmann – Ailke Heidemann – Alexandra Bause: *Time to Accelerate in the Race Toward Industry 4.0*. Boston Consulting Group, 2016. Online: www.metalonia.com/w/documents/BCG-Time-to-Accelerate-in-the-Race-Toward-Industry-4.0-May-2016_tcm80-209674.pdf
- Lupton, Deborah: The Digitally Engaged Patient: Self-Monitoring and Self-Care in the Digital Health Era. *Social Theory & Health*, 11. (2013), 3. 256–270. Online: <https://doi.org/10.1057/sth.2013.10>
- Manzetti, Sergio – Florin Mariasiu: Electric Vehicle Battery Technologies: From Present State to Future Systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 51. (2015), 1004–1012. Online: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.07.010>
- Mattes, Katharina – Angela Jäger – Anton Kelnhofer – Matthias Gotsch: Energieeffizienz im Betriebsalltag – Chancen durch Energiemanagement und Qualifikation. *Mitteilungen aus der ISI-Erhebung Modernisierung der Produktion*, 70. (2017), 1–13. Online: www.econstor.eu/bitstream/10419/157862/1/885361571.pdf
- Maurer, Markus – J. Christian Gerdes – Barbara Lenz – Hermann Winner: *Autonomous Driving: Technical, Legal and Social Aspects*. Berlin–Heidelberg, Springer Verlag, 2016. Online: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-48847-8>
- McAfee, Andrew – Erik Brynjolfsson: Human Work in the Robotic Future: Policy for the Age of Automation. *Foreign Affairs*, 139. (2016), 95.
- Mészáros R. Tamás: Kína MI-nagyhatalom lesz, és ez elég félelmetes. *Index*, 2018. július 6. Online: https://index.hu/tech/2018/07/06/kina_mesterseges_intelligencia_mi_ai_kina_lesz_a_vilag_mi-nagyhatalma_es_ez_eleg_felelmetes/
- Michalos, George – Sotiris Makris – Panagiota Tsarouchi – Toni Guasch – Dmitris Kontovrakis – George Chryssolouris: Design Considerations for safe Human–Robot Collaborative Workplaces. *Procedia CIRP*, 37. (2015), 248–253. Online: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.08.014>
- Mittelstand-Digital. 2019. Online: www.mittelstand-digital.de/DE/root.html
- Moeuf, Alexandre – Robert Pellerin – Samir Lamouri – Simon Tamayo-Giraldo – Rodolphe Barbaray: The Industrial Management of SMEs in the Era of Industry 4.0. *International Journal of Production Research*, 56. (2018), 3. 1118–1136. Online: <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1372647>
- Nica, Elvira – Ana-Madalina Potcovaru: Effective M-Government Services and Increased Citizen Participation: Flexible and Personalized Ways of Interacting with Public Administration. *Journal of Self-Governance and Management Economics*, 3. (2015), 2. 92–97.
- Paelke, Volker: Augmented Reality in the Smart Factory: Supporting Workers in an Industry 4.0. Environment. *Proceedings of Emerging Technology and Factory Automation (ETFA), IEEE*, 2014. 1–6. Online: <https://doi.org/10.1109/ETFA.2014.7005252>
- Park, Jong-man: Technology and Issue on Embodiment of Smart Factory in Small-Medium Manufacturing Business. *The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, 40. (2015), 12. 2491–2502. Online: <https://doi.org/10.7840/kics.2015.40.12.2491>

- Petersen, Markus: *Ökonomische Analyse des Car-Sharing*. Berlin–Heidelberg, Springer Verlag, 2013.
- Pierdicca, Roberto – Emanuele Frontoni – Rama Pollini – Matteo Trani – Lorenzo Verdini: *The Use of Augmented Reality Glasses for the Application in Industry 4.0*. International Conference on Augmented Reality, Virtual Reality and Computer Graphics – AVR, 2017. 389–401. Online: https://doi.org/10.1007/978-3-319-60922-5_30
- Radziwona, Agnieszka – Arne Bilberga – Marcel Bogers – Erik Skov Madsen: The Smart Factory: Exploring Adaptive and Flexible Manufacturing Solutions. *Procedia Engineering*, 69. (2014), 1184–1190. Online: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.03.108>
- Randow, Gero von: *Der Cyborg und das Krokodil: Technik kann auch glücklich machen*. Hamburg, Edition Körber, 2016.
- Rodler, Hermann – Dieter Schweer: *Digitale Agenda der deutschen Industrie*. Berlin, Industrie-Förderung GmbH, 2015.
- Rozo, Leonel – Sylvain Calinon – Darwin G. Caldwell – Pablo Jiménez – Carme Torras: Learning Physical Collaborative Robot Behaviors from Human Demonstrations. *IEEE Transactions on Robotics*, 32. (2016), 3. 513–527. Online: <https://doi.org/10.1109/TRO.2016.2540623>
- Rüßmann, Michael – Markus Lorenz – Philipp Gerbert – Manuela Waldner – Jan Justus – Pascal Engel – Michael Harnisch: *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*. 2015. Online: www.inovasyon.org/pdf/bcg_perspectives_Industry.4.0_2015.pdf
- Ryan, Damian: *Understanding Digital Marketing: Marketing Strategies for Engaging the Digital Generation*. London, Kogan Page, 2016.
- Satoglu, Sule – Emre Cevikcan – Mehmed Bulent Durmusoglu: Lean Production Systems for Industry 4.0. In *Industry 4.0: Managing the Digital Transformation*. Springer, 2017. 43–59. Online: https://doi.org/10.1007/978-3-319-57870-5_3
- Schuster, Jason: Big Data Ethics and the Digital Age of Agriculture. *Resource Magazine*, 24. (2017), 1. 20–21.
- SEW-Eurodrive: *Production Through the Years*. Online: www.sew-eurodrive.de/company/your_success/future_trends/industry-40/basics/production_through_the_years/production_through_the_years.html
- Shafiee, Soroush – Mahmoud Fotuhi-Firuzabad – Mohammad Rastegar: Investigating the Impacts of Plug-in Hybrid Electric Vehicles on Power Distribution Systems. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 4. (2013), 3. 1351–1360. Online: <https://doi.org/10.1109/TSG.2013.2251483>
- Skool. *Teh Coding Journey*. 2019. Online: <http://skool.org.hu/>
- Sommer, Lutz: Industrial Revolution – Industry 4.0: Are German Manufacturing SMEs the First Victims of This Revolution? *Journal of Industrial Engineering and Management*, 8. (2015), 5. 1512–1532. Online: <https://doi.org/10.3926/jiem.1470>
- Statista. 2017. Online: <https://de.statista.com/>
- Susskind, Richard – Daniel Susskind: *The Future of the Professions: How Technology will Transform the Work of Human Experts*. Oxford, Oxford University Press, 2015.
- Swan, Melanie: *Blockchain: Blueprint for a New Economy*. Newton, O'Reilly Media, Inc., 2015.
- Swan, Dan – Greg Hearn: *Creative Digital Services in Education, Mining and Manufacturing: Pursuing Innovation Through Interoperability*. In Greg Hearn – Ruth Bridgstock – Ben Goldsmith – Jess Rodgers (szer.): *Creative Work Beyond the Creative Industries: Innovation, Employment and Education*. Cheltenham, Edward Elgar Publishing, 2014. 61–77. Online: <https://doi.org/10.4337/9781782545705.00012>

- Vicentini, Federico – Nicola Pedrocchi – Matteo Giussani – Loranzo M. Tosatti: *Dynamic Safety in Collaborative Robot Workspaces Through a Network of Devices Fulfilling Functional Safety Requirements*. Proceedings of ISR/Robotik, – 41st International Symposium on Robotics, 2014. 1–6.
- Wan, Jiafu – Shenglong Tang – Zhaogang Hu – Di Li – Shiyong Wang – Muhammad Ali Imran – Anasthassios Vasilakos: Software-Defined Industrial Internet of Things in the Context of Industry 4.0. *IEEE Sensors Journal*, 16. (2016), 20. 7373–7380. Online: <https://doi.org/10.1109/JSEN.2016.2565621>
- Wang, Shiyong – Jiafu Wan – Daqiang Zhang – Di Li – Chunhua Zhang: Towards Smart Factory for Industry 4.0: A Self-Organized Multi-Agent System with Big Data Based Feedback and Coordination. *Computer Networks*, 101. (2016), 158–168. Online: <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2015.12.017>
- Welch, Erich W. – Charles C. Hinnant – M. Jae Moon: Linking Citizen Satisfaction with E-Government and Trust in Government. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 15. (2005), 3. 371–391. Online: <https://doi.org/10.1093/jopart/mui021>
- Yardley, Lucy – Leanne Morrison – Katherine Bradbury – Ingrid Muller: The Person-Based Approach to Intervention Development: Application to Digital Health-Related Behavior Change Intervent. *Journal of Medical Internet Research*, 17. (2015), 1. 30. Online: <https://doi.org/10.2196/jmir.4055>
- Yildirim, Merve – Mehmet Polat – Hasan Kürüm: *A Survey on Comparison of Electric Motor Types and Drives Used for Electric Vehicles*. 16th International Power Electronics and Motion Control Conference and Exposition (PEMC), 2014. 1–6. Online: <https://doi.org/10.1109/EPEPEMC.2014.6980715>
- Zheng, Kan – Qiang Zheng – Haojun Yang – Long Zhao – Lu Hou – Periklis Chatzimisios: Reliable and Efficient Autonomous Driving: The Need for Heterogeneous Vehicular Networks. *IEEE Communications Magazine*, 53. (2015), 12. 72–79. Online: <https://doi.org/10.1109/MCOM.2015.7355569>