DIGITÁLIS ÁTÁLLÁS LEHETŐSÉGEI A MAGYAR FAIPARI VÁLLALATOKNÁL, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A GYÁRTÁSOPTIMALIZÁCIÓRA

Tézisfüzet

Készítette: Suriné Lengyel Veronika

Témavezetők: Dr. Magoss Endre és Dr. Kocsis Zoltán

Sopron

2022

Soproni Egyetem

Simonyi Károly Műszaki, Faanyagtudományi és Művészeti Kar

Cziráki József Faanyagtudomány és Technológiák Doktori Iskola

Vezető: Prof. Dr. Németh Róbert egyetemi tanár

Bevezetés

Tanácsadói munkám kapcsán néhány éve szoros kapcsolatba kerültem az Ipar 4.0 témakörrel. Érdekesnek, kidolgozásra érdemesnek éreztem egy felmérést, mely választ adhat arra, hogyan azonosítható gyorsan az Ipar 4.0 fejlesztési potenciál, illetve, hogy milyen gyakorlati következtetései lehetnek ennek a kutatásnak.

Dolgozatom célja, hogy a több évre visszanyúló ipari szakértői és alkalmazott ipari kutatási eredményeimet egységbe foglalva hasznosítható útmutatást adjak az ipari kollégák, illetve a vállalatok vezetésének kezébe egy ún. Ipar 4.0 érettségi felmérés alkalmazott kutatási módszerek által történő feldolgozása által.

A dolgozatban összehasonlítást kívántam adni, így a vizsgált faipari cégek mellett egyéb iparágbeli vállalkozásokat is megvizsgáltam. Ezen cégek között van az Ipar 4.0 megoldásokat már gyakorlatban alkalmazó fémipari Mintagyár is, akik faipari szektorba szállítanak ablak vasalatokat, tehát van kapcsolódás a vizsgált iparággal is.

A fő cél azonban az elérhető előnyök számszerűsíthető definiálása volt, így ezen cég példáján keresztül tudtam számokkal is alátámasztani az Ipar 4.0 fejlesztések kézzelfogható, gyakorlati eredményeit, melyek a folyamatfejlesztésre épülnek. Jelen példánkban a TPM (Total Productive Maintenance), mint folyamatszervezési eszköz számszerűsített eredményeit mutatom be.

Célom, hogy a dolgozattal átláthatóvá tegyem, hogy mindig a folyamatszervezés az alapja a későbbi Ipar 4.0 célirányos fejlesztéseknek, melyeknek megtérülése módszerem segítségével prognosztizálhatóvá válik.

Kutatásom témája a faipari vállalatok digitális átállásának lehetőségei. Azt kívántam felmérni, milyen szinten vannak pillanatnyilag a faipari vállalatok,

van-e igényük, lehetőségük továbblépni a digitalizálás területén, és milyen irányokban látható potenciál az egyes cégeknél.

„Az Ipar 4.0 az olyan, mint az eső: biztos, hogy jön, de azt még nem tudni, hogy egy olyan árvíz lesz belőle, ami az egész iparágat elsöpri, vagy a nyomán minden termőre fordul. Ezért elengedhetetlen, hogy a vállalatoknak legyen egy stratégiája, hogy hogyan kezelik ezt a helyzetet, mert aki ezzel nem foglalkozik, az halálra ítéli vállalatát a piaci versenyben." [1]

A kutatás módszertana

Az Ipar 4.0 kutatás során egy olyan módszer kidolgozása lett a cél, amely segítségével viszonylag gyorsan, azaz egyszeri felmérés során kimutathatóvá, számszerűsíthetővé válik az adott vállalat Ipar 4.0 érettsége, illetve gyors útmutatás adható a vállalkozásnak arról, hogy milyen területeken lenne érdemes fejlesztenie, mely területeken lenne a leghatékonyabb az elérhető Ipar 4.0 eszköztár alkalmazása.

A kutatásban összesen 21 cég vett részt, bár közel 40 vállalat kapott meghívást (ez a részvételi arány (~50%) általában jellemző a kvantitatív kutatási módszereknél). Érdekes visszajelzés, hogy viszonylag sok az azon cégek száma, akik nem kívántak részt venni a kutatásban annak ellenére, hogy a felmérés anonim, és ingyenes volt. A megkérdezett vállalatok nagy hányada (76%) kis és közepes vállalkozás (KKV). Ebben a szektorban jobban tartanak a cégek adataik, rendszereik nyilvánosságra hozatalától. A nagyobb vállalatok inkább büszkék eredményeikre.

Az érettségi felmérés módszertana egy fejlesztési potenciál azonosítás, ami arra szolgál, hogy a vállalatot feltérképezze a digitalizáltság foka szerint. A

feltérképezést az alábbi kategóriák mentén érdemes végig követni, hogy semmi lényeges terület se kerülje el a figyelmet:

1. Termék
2. Gépek/gyártástechnológia
3. Gyártási folyamatok (Értékáram)
4. Vállalati folyamatok (több gyártási folyamatot is kiszolgál)
5. Stratégiai vezetés

A kutatás során egy olyan módszerre esett a választás, ami ötvözi a hagyományos ún. mélyinterjús technikát a kérdőíves, irányított szempontrendszer szerinti megítélések technikájával [2]. Önállóan egyik technika sem lenne megfelelően hatékony és stabil a felmérés elvégzésére. Az alkalmazott fogalmak és kategóriák definiálása a vizsgált céggel közösen fontos része a felmérésnek. A fogalmak tisztázása nélkül a megítélésben nagyon különböző értékek szerepelhetnének pusztán a különféle értelmezésekből adódóan.

A kérdőíves rész típusaként un. skálakérdéses felmérésre esett a választás, amellyel a szakirodalom szerint érzelmek, attitűdök mérése számszerűsíthető.

A leggyakoribb az iskolai osztályozás mintájára kialakított un grading típus, amely 1-es és 5-ös számértékek között osztályozza le a vizsgált kérdést.

Az érettség felmérését célzó találkozás alapvetően három lépésből áll.

– Az első lépés egy beszélgetés a vállalat döntéshozó vezetőivel. Ennek során tisztázásra kerül a projekt célja, illetve a korábban leírt okokból az Ipar 4.0 fogalmak is. Be kell sorolni a vállalatot méret, forgalom, alkalmazottak száma, illetve feldolgozási értékláncban elfoglalt helye szerint. Rá kell kérdezni az Ipar 4.0 tájékozottság mellet a formalizált

vállalati stratégiára, illetve az Ipar 4.0 stratégia meglétére. Néhány szóban meg kell vitatni a vállalatot érintő legerősebb kihívásokat, a munkaerő ellátottsági helyzetet.

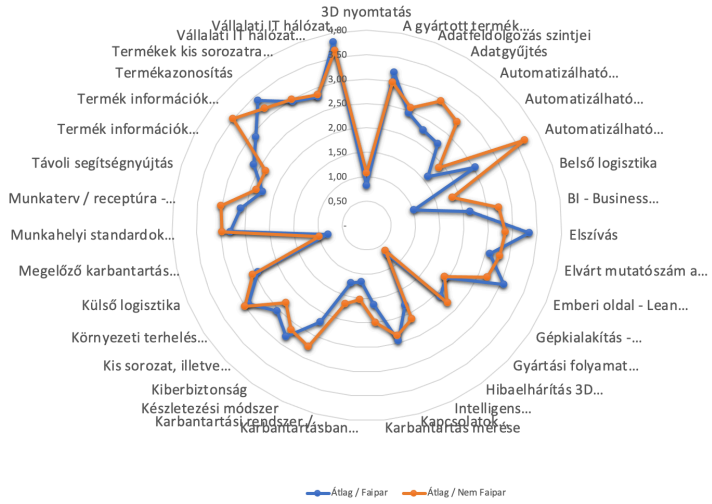
- A második lépés az üzemi logisztika áttekintése, amit az anyagfolyam (alapanyag beérkezéstől a késztermék kiszállításig) irányában érdemes vizsgálni. A fő termékcsoportok definiálására is ebben a fázisban érdemes rákérdezni. Az üzemi logisztikai áttekintés során nem csak a technológiai folyamatok vizsgálata történik meg, hanem az alkalmazott vizualizációs technikák, esetleges vezetési szokások, interperszonális kapcsolatok felmérése is.
- Harmadik lépésben kerül sor a kérdőív közös kitöltésére. Néhány esetben nem sikerül azonnal minden adatot meghatározni (pl. a géppark felmérése), így ezeket a vállalatok később tudják a felmérést végző rendelkezésére bocsájtani.
- Negyedik lépésnek tekinthető a kérdőívek kiértékelése és a visszajelzés.

Általános megállapítások

- Tanácsadói tapasztalatok, valamint a kvantitatív kutatási eredmények kiértékelése alapján elmondható, hogy nagyon hasonló viszonyok találhatók a faipari vállalatoknál, mint a többi feldolgozó iparágban - a tulajdonosi szerkezet és a méret inkább meghatározza a kérdésekre adott válaszokat. Nincs alapvető különbség a Magyarországi egyéb iparágbeli vállalatok Ipar 4.0 fejlettségében a faiparhoz viszonyítva. Talán az autóipar, és az autóipari TIER1-es beszállítói kör az, amelyik bizonyos szempontból mást mutat, mivel speciális követelményrendszert állítanak a vevők feléjük.

- A vállalatirányítási rendszer (ERP) meghatározó jelentőséggel bír, mivel bizonyos fokú szervezettséget követel. Elmondható, hogy egy tudatosan és jól bevezetett ERP rendszer olyan váz, amire alapozva digitalizációs eszközök segítségével további folyamatokat is lehet építeni. Ez persze fordítva is igaz, ugyanis csak azok a vállalatok tudtak jól működő ERP-t bevezetni, akik a folyamataikat átgondolták, a szükséges szervezési lépéseket megtették.
- Ennek ellenére tudatos szervezetfejlesztés, folyamatokra koncentrálás csak a vállalatok kb.30%-ban van jelen.
- Minden vállalatnál vannak kiemelkedő megoldások, amit érdemes lenne megmutatni, eltanulni, példa értékű „best practice" -ként bemutatni. Az iparági szövetségek, együttműködések nagyban segíthetnék a közös fejlődést.
- Az emberi erőforrás, a jól képzett munkaerő szinte mindenhol komoly szűk keresztmetszetnek bizonyult. Nagyon sok a manuális munka a vizsgált vállalkozásoknál, a munkatársak 80%-85%-a betanított munkás

A 1. ábra a vizsgált cégek iparági megosztását mutatja. Két csoportra bontva – faipari, illetve egyéb iparág kategóriák – jeleníti meg a kutatásban résztvevő cégeket. A vizsgálat azt az eredményt hozta, ami már a látogatások alapján várható volt, hogy a faipar Ipar 4.0 szempontból nem rendelkezik speciális tulajdonságokkal.



1. ábra: Ipar 4.0 kutatás eredményei – Összes kérdés iparág szerinti bontásban [3]

A két vizsgált csoport Ipar 4.0 eredményei, vagy másképpen fogalmazva a rendelkezésre álló potenciál nagyon hasonló, azaz iparág független.

Az iparági keresztmetszetet vizsgálva alapvetően három terület adódik, ahol nagyon alacsony pontszámok szerepelnek:

– 3D nyomtatás
– Belső logisztika
– Karbantartás

Közel 50%-ban faipari vállalatok képezték a vizsgálat részét. Itt az additív technológiák szerepe, mint a 3D nyomtatás lényegesen kisebb volt. A faipari termékeknél a prototípus előállításához a legtöbb esetben nem szükségesek bonyolult gyártószerszámok, formák, vagy készülékek, mint például a műanyag iparban. Ez utóbbinál egyes öntőformák előállítása költséges tétel, ha a prototípuson változtatni kell, akkor előfordulhat, hogy a teljes folyamatot ismételni szükséges. Ez az oka annak, hogy a más iparágakban a

prototípus gyártásra, és kis szériákra használt technológia itt még nem elterjedt. A fa alapanyag források szűkülése azonban előtérbe helyezi a fa alapú nyomtatást, extrudálási technológiákat, ezért az anyaghozzáadásos termékelőállítás a faiparban is egyre nagyobb jelentőséggel bír majd. Így az ebben rejlő potenciál a jövőben, főként az építőipari termékek előállításában (például ablakprofil, hőhíd mentes kapcsolóelemek) meghatározóvá válhat.

A belső logisztika és a karbantartás olyan potenciálokat mutat, amire nagyon is érdemes odafigyelni, és lépéseket tenni ezen területek fejlesztésére. A vállalatok zöme, főleg a kisebbek, és ez iparágtól független, a nagy értéket a gépekben, azok beszerzésében látja. Mindenki megteremti a lehetőségét annak, hogy új gépet vegyen, mert azt érzik szűk keresztmetszetnek. A folyamatszervezési megoldásokat, amely jelen esetben a karbantartás vagy a belső logisztika fejlesztése, nem tekintik valóban releváns feladatnak. Amikor a Nemzetgazdasági Minisztérium meghirdette a tudástranszfer programot, pontosan ebből indult ki. Sok pályázaton sikerült a vállalatoknak újabb és újabb gépeket beszerezniük. Van gépgyártó, aki példaként említi, hogy bár az eladott gép 40%-os kihasználtsággal megy, az ügyfél az előtolás gyorsításának lehetősége iránt érdeklődik. Tehát a gépvásárlást, vagy sebesség emelését preferálják, nem az optimalizálást.

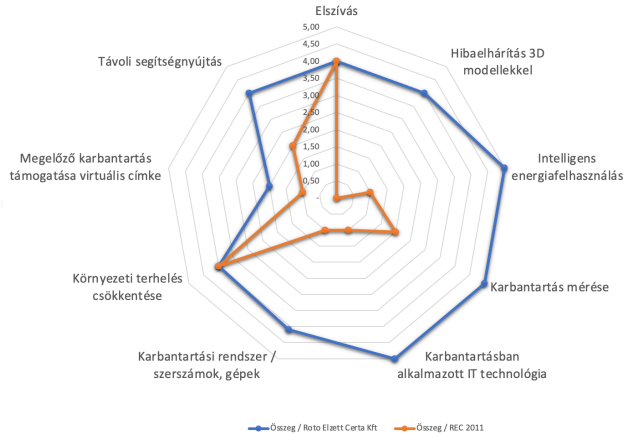
Összefoglalólag megállapítható, hogy a fa alapanyag források csökkenése, az energiaválság, illetve az élőmunka költségeinek növekedése kiemelt fontosságúvá tette az automatizált, vagy Ipar 4.0 gyártó berendezések alkalmazását, illetve az üzemi logisztika optimalizálását. Az optimalizálás rendezési elvei lehetnek a kihozatali, energiafelhasználási szempontok, melyek optimalizálási alkalmazása mellett a jelenleg csekély mértékben figyelembe vett additív gyártástechnológiák, karbantartási szempontok még inkább felértékelődnek.

A mintagyár

A Roto Elzett Certa Kft. több olyan innovatív projektet vitt végbe, aminek hatására 2018-ban a Mintagyári címet is elnyerte. Az ő példájukon keresztül válaszolható meg a kérdés, anomália vagy lehetőség az Ipar 4.0 és a TPM (Total Productive Maintenance) összekapcsolása. [4]

A Roto Elzett Certa név már önmagában is sokatmondó. Benne foglaltatik az évszázados hagyományokkal büszkélkedő magyar Elzett gyár története, illetve a német Roto anyacég innovatív gondolkodása. Együtt pedig napjaink vezető vasalat gyártóját jelenti.

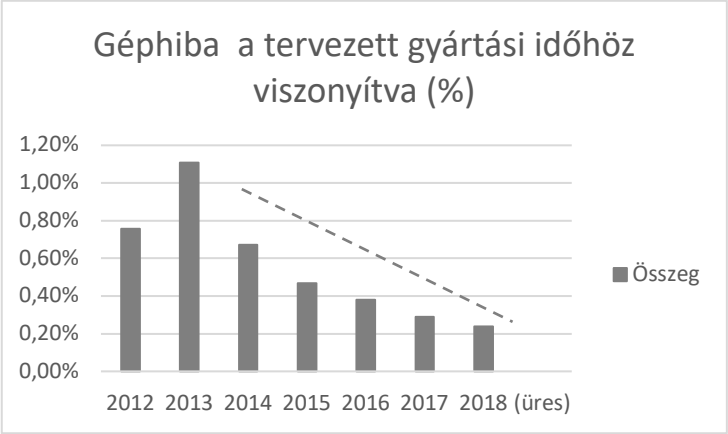
A fenti felmérés elkészült a Roto Elzett Certa Kft.-nél is. A TPM és Ipar 4.0 kapcsolata miatt érdekesnek tűnt összehasonlítani az eredményeket azzal az állapottal, amikor a TPM bevezetésre került. Emiatt visszamenőleges értékelés is történt kivételesen. Ehhez a vállalatnál dolgozó munkatársak segítségére volt szükség. A 2. ábrán láthatók a kérdőív karbantartási szempontból releváns kérdései és a hozzájuk tartozó értékelés 2011-ből és 2018-ból.



2. ábra: A felmérés eredményeinek összehasonlítása 2011 vs. 2018 [5]

A TPM projekt teremtette meg az igényét annak, hogy a gépkihasználások javítására adat alapú intézkedések szülessenek, azaz olyan adatgyűjtő rendszer, amelyik a folyamatos megfigyelést teszi lehetővé. (2011-ben)

Az elemzés másik vonala a Mintagyár állásidő adatainak feldolgozása volt. A 2011-ben kezdődött projekt eredményeként 2012 óta rendelkezésre állnak a leszabó gépek állásidő adatai. A géphiba kategóriában olyan mechanikus hibákat azonosít a vállalat, melyek konkrétan az adott gépegységhez tartoznak, nem szerepelnek köztük a szerszámok által okozott állások, és az elektromos meghibásodások sem. Ezek alapján a géphibáknak a tervezett gyártási időhöz viszonyított arányáról készült diagramm a 3. ábrán látható.



3. ábra: Géphibák a tervezett gyártási időhöz viszonyítva [5]

A bevezetést követő első időszak az adatelérés pontosítását célozta meg. Ezalatt több fontos fejlesztésen ment keresztül a vállalat, többek között 2012-ben az OEE (Overall Equipment Effektivness) rendszerhez adatgyűjtő

felületek készültek, mely a gépkezelők számára egyszerűsítette az adatok bevitelét.

Mivel a Mintagyár ERP-t használ, konkrétan SAP rendszert, lényeges elvárás lett a nyilvántartások SAP-kompatibilitásának megoldása. Ez azt jelenti, hogy az eddig fiókokban tárolt, külön azonosítóval vagy anélkül raktározott alkatrészek az eddigi bizonytalan nyilvántartás helyett bekerültek az ERP rendszerbe. Ennek egyik nagy előnye a könnyű kereshetőségen keresztül a gyors karbantartási reakció. (2013-ban)

Következő lépésben kialakításra került a MES (Manufacturing Execution System) rendszer, mely valós időben, részben automatikusan az ERP-ből vett adatokkal, részben a gépkezelők állások jelentéseiből lehetővé teszi a termelés folyamatos felügyeletét.

A kutatás két szála mutatja, hogy a jól szervezett folyamatokra épülő I4.0 fejlesztés mérhető eredményeket generál.

A dolgozat megkísérli összekapcsolni a sok év ipari tapasztalatát és az alkalmazott kutatás módszereit.

Az alkalmazott kutatási eredményeket érdemes a gyakorlatban alkalmazni, és olyan használható eszközöket kínálni, melyek segítik a vállalatokat és azok vezetőit a digitalizáció kötelező, de korántsem egyértelmű útján.

Tézis 01

A hazai vállalatok digitális átállási felkészültségét mérő, ágazatfüggetlen kérdőíves felmérő rendszert alkottam, mely lehetővé teszi a digitális átállás felkészültségének számszerűsített megítélését. Az egyedi felmérő rendszer az adott cég egyedi jellemzői alapján testreszabott, hatékony Ipar 4.0 fejlesztési irányok kidolgozását is lehetővé teszi.

A felmérési módszert a P4-es sorszámú publikációban mutattam be.

Tézis 02

Az általam kidolgozott faipari és egyéb iparágbeli KKV-knál végzett felméréseim alapján meghatároztam a legnagyobb fejlesztési lehetőségeket rejtő szakterületeket, melyek a következők:

- 3D nyomtatás (fa nyomtatás);
- Belső logisztika;
- Karbantartás.

Ezt az alábbi 6 kérdés alapján a következőképpen számszerűsítem:

– Hibaelhárítás 3D modellekkel	0,68
– Megelőző karbantartás támogatása virtuális címke	0,92
– 3D nyomtatás	0,96
– Belső logisztika	1,36
– Karbantartásban alkalmazott IT technológia	1,47
– Karbantartási rendszer / szerszámok, gépek	1,48,

ahol a pontszámok az 1-5 érték közötti számok átlaga a vizsgált vállalatokra.

Tézis 03

Az Ipar 4.0 fejlesztési lehetőségek nem iparágspecifikusak, a vizsgált két iparági csoport (faipar, egyéb iparág) között jelentős felkészültségi különbség nem mutatkozik. A megállapítás részletesen publikálva a P7-es jelzésű publikációban. Az elért összesített átlag pontszám a faipar alapján 2,41 pont, míg az egyéb iparágak képviselőinek az összesített átlag pontszáma 2,42 (lásd 1.ábra)

Tézis 04

Fémipari Ipar 4.0 mintagyárban alkalmazott TPM rendszer esetén, a mintagyári adatok elemzése alapján az alábbiak szerint definiáltam új, pontosított OEE képletet:

OEE= AQ X P = $\frac{\boldsymbol{DBgy\ x\ n}}{\boldsymbol{Ttf}-\boldsymbol{Tt}\text{á}-\boldsymbol{Ttk}}$

amely mélyrehatóbb elemzést tesz lehetővé az állásidők esetében.

Tézis 05

Fémipari Ipar 4.0 mintagyári adatok alapján megállapítottam, hogy a TPM rendszer esetén az Ipar 4.0 megoldások bevezetése további állásidő csökkenést generál, mely az adott vállalat esetében költségcsökkenést eredményez. Ez a tény alátámasztja azt a hipotézisemet, mely szerint az egyes szakterületek szempontrendszerének komplex alkalmazása eredményezi a leggyorsabb és leghatékonyabb fejlődést a digitális átállás területén.

Ezt az állításomat a Mintagyár adatainak két irányból történő elemzésével (saját kérdőívem és a Mintagyári gépállások adatai) támasztom alá. Ezt a P7-es sorszámú publikációban ismertettem.

Tézis 06

Üzemi felmérések alapján megállapítottam, hogy a TPM szakirodalmi értelemben nem egységesen lean eszköznek definiált, azonban lean megoldásnak kell tekintenünk az Ipar 4.0 bevezethetőség analízisének sikere érdekében. Ezt a P2-es sorszámú publikációban részletesen levezettem.

Kapcsolódó publikációk:

P1: Evaluating the surface stability of sanded wood: Part I.

Magoss, Endre; Molnár, Zsolt; Suri, Veronika; Fuchs, Ingrid (2019)

Megjelent: WOOD RESEARCH 64(3):401-410.

P2: TPM vs. INDUSTRIE 4.0 – ANOMALIE ODER POTENTIAL?

Előadva: Miskolc, Géptervezők Szemináriuma, 11.08

Megjelent: GÉP, A Gépipari Tudományos Egyesület Műszaki folyóirata 2018/4. száma (lektorált)

P3: A szuperhősök kora lejárt – folyamatfejlesztés a gyakorlatban

Előadva: Gyártás 2015 konferencia Budapest, BME 2015.11.20

Megjelent: Gépgyártás Folyóirat LV.évf.2015/2. szám (bírált)

P4: A digitális átállás felkészültségének minősítése faipari kis és középvállalatoknál

SURI Veronika1, Suri János1, MAGOSS Endre1, Kocsis Zoltán1

Megjelent: CD-n és nyomtatásban a Faipar 65:1 konferencia kiadványában (2019)

P5: FAIPAR 4.0 – A DIGITÁLIS ÁTÁLLÁS LEHETŐSÉGEI

Az Ipar 4.0 bevezethetőségnek felmérése faipari vállalatok átvilágításával – kérdőív

Suriné Lengyel Veronika, Suri János

P6: Az innovatív szervezeti kultúra, mint a fejlesztés egyik pillére.

Suriné Lengyel Veronika, Suri János

Előadva: WEU Nemzetközi Konferencia 2004.05.06-07

P7: SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES (SMES) IN HUNGARY: INDUSTRY 4.0 TRENDS AND CHALLENGES - megjelentetés alatt

Ádám Fazekas, Endre Magoss, Veronika Suriné Lengyel

Irodalomjegyzék

[1] B. Tordai, „blog.szta.hu," 10 2018. [Online]. Available: https://www.blog.szta.hu/a-mesterseges-intelligencia-elott-uzleti-intelligenciara-van-szukseg/.

[2] Suri János, SURI Veronika, MAGOSS Endre, Kocsis Zoltán, „A digitális átállás felkészültségének minősítésé, faipari kis és középvállalatoknál, Faipari Konferencia és Vásár, 2018.".

[3] S. adatok.

[4] L. V. Suriné , „TPM vs. INDUSTRIE 4.0 – ANOMALIE ODER POTENTIAL?," in *Gépipari Tudományos Egyesület*, Miskolc, 2018.

[5] Roto Saját Adatok.

Ábrajegyzék

1. ábra: Ipar 4.0 kutatás eredményei – Összes kérdés iparág szerinti bontásban [2] _____ *6*

2. ábra: A felmérés eredményeinek összehasonlítása 2011 vs. 2018 [3] __ *8*

3. ábra: Géphibák a tervezett gyártási időhöz viszonyítva [4] _____ *9*