

DIPLOMADOLGOZAT

Tóth Szabina

2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Budai Campus

Agrár- és Élelmiszergazdasági Intézet

Ellátásilánc-menedzsment mesterképzési szak

Automatizálás a gyakorlatban -

**SMD Tornyak hatékonyságának vizsgálata termelés kiszolgálási
szempontból a RENZOLL Kft. autóipar részlegén**

Belső konzulens: Dr. Szalay Zsigmond Gábor
egyetemi docens,
intézetigazgató-helyettes

**Belső konzulens
intézete/tanszéke:** Vidékfejlesztési és
Fenntartható Gazdaság Intézet
Agrárdigitalizációs és
Szaktanácsadási Tanszék

Készítette: Tóth Szabina

Budapest

2023

Tartalomjegyzék

Bevezetés	2
1. Szakirodalmi áttekintés	4
1.1. Az ipari forradalom korszakai	4
1.2. A negyedik ipari forradalom (Ipar 4.0)	7
1.3. Automatizáció	10
1.3.1. SMD Torony – az intelligens alapanyag tároló	14
1.4. Technológiaelfogadás	16
2. Cég bemutatása	19
2.1. Termeléskiszolgálás folyamata vállalaton belül (kutatási körülmény)	21
3. Saját kutatás	25
3.1. SMD Torony és szettkocsi összehasonlítása termeléskiszolgálási hatékonyság szempontból	26
3.1.1. Alkalmazott módszer	26
3.1.2. Eredmények	28
3.2. SMD Torony hatékonyságának vizsgálata a dolgozók körében	34
3.2.1. Alkalmazott módszer	34
3.2.2. Eredmények	35
4. Következtetések, javaslatok	42
5. Összefoglalás	47
Irodalomjegyzék	48
Ábrajegyzék	51
Mellékletek	52
1. számú melléklet – Kérdőív	52
Függelékek	58
1. számú függelék – Eredetiség és szellemi tulajdonkezelési nyilatkozat	58
2. számú függelék – Konzulensi nyilatkozat	59

Bevezetés

Diplomadolgozatom alapjául egy olyan témát választottam, ami mind a tudományos, mind a hétköznapi életben foglalkoztatja az embereket. Egyes elméletek szerint a harmadik és a negyedik ipari forradalom maga az automatizálás – én azonban mégis azt a véleményt osztom, hogy több annál. Ezért én csak az automatizálást, mint jelentős összetevőjét, ragadnám ki.

Az automatizáláson belül vállalatspecifikus irányba mozdultam el, ugyanis a RENZOLL vállalatnál, ahol dolgozom, nemrég vezettek be egy automata tárolóeszközt, az SMD Tornyokat. A munkám során többször kerültem kapcsolatban ezekkel az eszközökkel, illetve nap mint nap beszéltem olyan kollégákkal, akik rendszeresen dolgoznak velük. Hallottam jót is és rosszat is a bevezetése kapcsán, ezért fogalmazódott meg bennem pár érdekes kérdés: Vajon érdemes volt-e beruházni az eszközre? Vajon termeléskiszolgálási szempontból hatékonynak bizonyult ez a lépés? Mit szólnak ehhez a gyártásban és raktárban dolgozó munkavállalók, akik a műszakjuk során szinte végig a Tornyokkal dolgoznak?

Tekintve, hogy sem vállalaton belül, sem az általam felkeresett tudományos folyóiratokat és esettanulmányokat tartalmazó adatbázisokban, sem az interneten nem találtam ehhez hasonló vizsgálatot, úgy gondoltam, hasznos és érdekes lenne egy ilyen kutatásnak az elvégzése.

Tekintve, hogy álláspontom szerint a hatékonyság némileg összefügg a technológiaelfogadással, kiegészítő elemként ezt is belevontam az elemzésembe.

A témához kapcsolódóan három kutatási célt fogalmaztam meg:

1. Annak bizonyítása, hogy a szettkocsin történő anyagkiadási folyamattal szemben az SMD Tornyok hatékonyabbak termeléskiszolgálási szempontból.
2. Annak alátámasztása, hogy a raktári és gyártási munkavállalók tapasztalata alapján a termeléskiszolgálás gyorsabb és egyszerűbb az SMD Tornyok alkalmazásával.
3. Igazolása annak, hogy a munkavállalók technológiához való hozzáállása befolyásolja az új technológia hatékonyan történő megítélését.

A kutatási részt két ágon végzem majd, mindkettőt primer kutatásként.

Az egyik egy mérés lesz, amelyhez hasonló körülmények között lemérem a teljes termeléskiszolgálási folyamatot mind az újonnan bevezetett SMD Tornyokhoz, mind a korábban használt szettkocsikhoz történő anyagösszekészítés során. Ehhez a teljes folyamat

lépéseit veszem majd alapul és időbeli összehasonlítást végzek a két módszer között. Úgy vélem, ezzel határozott képet kapunk majd arról, hogy a Tornyak bevezetése gyorsítja, és talán némiképp egyszerűsíti is a termeléskiszolgálási folyamatot.

A másik ága a kutatásomnak egy kérdőíves felmérés lesz, amelyben a raktári és gyártási dolgozók véleményét kérem majd ki a hatékonyságról, illetve kiegészítésként a technológiaelfogadásról. Tekintve, hogy a termelésben nem minden kolléga dolgozik számítógéppel, vagy fér hozzá ahhoz, továbbá munkaidőt követően sem tudok mindenkit elérni, a felmérést tekintve úgy döntöttem, a papír alapú, vegyesen személyes megkereséses és önkitöltős formát választom.

Mivel mindhárom kutatási célom a hatékonyságot vizsgálja, csak különböző nézőpontokból, egyetlen hipotézist állítottam fel:

„Az SMD Tornyak bevezetése pozitív hatással van a termeléskiszolgálás hatékonyságára.”

Célom ezzel a kutatással az, hogy minden kétséget kizáróan bizonyítsam, az SMD Tornyakba fektetni megérte, hiszen hatékonyra tettük vele a termelési, raktározási folyamatokat, emellett pedig gyorsítottunk és könnyítettünk a munkavállalók mindennapi feladatain – amit ők maguk is elismernek.

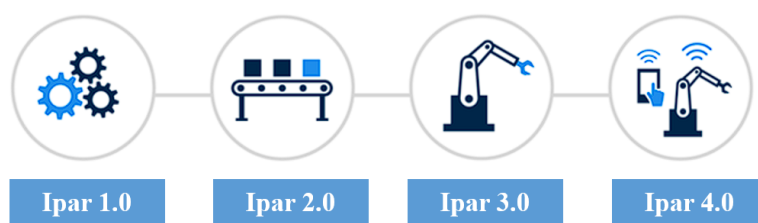
A diplomadolgozatom első felében a szakirodalmat segítségül hívva alapozom meg a választott témakört, valamint röviden bemutatom a vállalatot, mint a kutatásom helyszínét. A második részben végzem el a felméréseket, ismertetem a kapott eredményeket, majd elemzem azokat. Végül zárásként levonom a következtetéseket és javaslatot teszek a jövőre nézve, a folyamatok esetleges további javítása érdekében.

1. Szakirodalmi áttekintés

1.1. Az ipari forradalom korszakai

Az ipar fejlődése már nagyon régóta része az emberek életének, hiszen valamifajta változás, jobbítás, előrehaladás mindig is megfigyelhető volt már régen is – gyakorlatilag az első gyárak termelésének elindulása óta. A legelső pillanattól kezdve a minél busásabb jövedelmezőség volt a gyárosok fő mozgatórugója, ehhez pedig előbb vagy utóbb, de be kellett látniuk, hogy ebben a hatékonyság növelésének bizony kulcsfontosságú szerepe van.

A négy ipari forradalom



1. ábra Az ipari forradalom korszakai (saját szerkesztés)

A ma ismert ipar és technológia fejlődésének kezdete a 18. századra tehető és egészen a 19. század közepéig-végéig nyúlt el – ezt az időszakot nevezhetjük első ipari forradalomnak. Ez idő alatt olyan jelentőségteljes újítások, változások mentek végbe, melyek gyökeresen megváltoztatták a gazdaságot és magát a társadalmat is, megalapozva ezzel a fejlődés további lépéseit. (Bartodziej, 2017)

Az első forradalmi találmány ezen időszak kezdetén a James Watt által megálmodott gőzgép volt, melynek létrehozásával sikerült feltérképezni a gépi energiát és ezzel támogatni, segíteni az emberek – vagy akár állatok – munkáját. Ez pedig nagyban elősegítette a termelés nagymértékű növekedését és az agrárgazdaság fejlődését.

Az ipari forradalom első lépcsőfoka további jelentős változásokat hozott még a termelőüzemek számára: ilyenek voltak például a textilgyárakban bevezetett fonógépek és szövőszékek, melyek elérhetővé tették a ruhák, anyagok tömeggyártását; az elektromosság és a villamosenergia megjelenése; illetve a villanyhoz szorosan kapcsolódó kohászat, melynek legnagyobb találmánya az alumínium és az acél volt. Az acél masszívabb és sokrétűbb alapanyag volt, így a felhasználása fellendítette mind az építőipari, mind a közlekedési ágazatot.

Ezen időszak jelentős lépése volt még a vasút kiépítésének megkezdése, mely nem csak az áruszállításnak jelentett hatalmas segítséget és előrelépést, hanem a személyszállításnak is.

Az első ipari forradalom során olyan nagymértékű változások léptek életbe, amelyek nem csak magát az ipart érintették, hanem mindent, ami a termelőszektorral kölcsönhatásban volt. Ezáltal kijelenthető tehát, hogy ez az időszak meghatározó gazdasági, társadalmi és politikai újításokat hozott, és ezen lépések gyökeresen megváltoztatták az emberek hozzáállását, gondolkodásmódját és munkakörülményeit – némelyiket negatív, némelyiket azonban határozottan pozitív irányba. (Kiss & Tiner, 2021)

A második meghatározó mérföldkő az ipari forradalmak során a 19. század vége és a 20. század eleje, vagyis nagyjából az első világháború kezdete közöttre tehető időszak. Ezen periódus alatt folytatódott az a gazdasági és társadalmi fejlődés, mely szárba szökken az Ipar 1.0 alatt. Olyan lényeges pontokat sorolhatunk ide, mint az elektromosság és különböző energiaforrások fejlődése, a petrokémiai (vagyis olajkitermelés- és finomítás) iparágak megjelenése, különböző gyártástechnológiai berendezések fejlesztése és használatba vétele (például összeszerelő sorok, futószalagok), melyek nem csak a munkafolyamatokat tették egyszerűbbé és gyorsabbá, de segítségükkel kezdetét vehette a tömegtermelés is – ez pedig csökkentette a termelési költségeket, ugyanakkor növelte a gyártási volument. Azzal, hogy a gyárak és üzemek képesek voltak tömeggyártással az addiginál sokkal nagyobb mennyiségben a vásárlók rendelkezésére bocsátani a különböző fogyasztási cikkeket, megjelent a piacon a „tömegfogyasztás” fogalom is.

A második ipari forradalom során olyan technológiák is felszínre kerültek, amik még nem játszottak szerepet a 19. század első felében: ilyen a kommunikációs eszközök – telefon, rádió – megjelenése, illetve ez az időszak nevezhető az autóipar születésének is. Megépültek az első autógyárak, valamint kiadták az első autómobilokat is, melyek megkönnyítették mind a hétköznapi emberek, mind a vállalkozók, kereskedők életét. Az autók ugyanis kezdetektől fogva meghatározó szerepet játszottak a mai fuvarozás és szállítmányozás őseinek nevezhető áruszállításban. (Heng, 2014)

A 20. század első felére jellemző technológiai, társadalmi és gazdasági fejlődés mértéke már bátran nevezhető a globalizáció kezdeti lépéseinek, így kimondható, hogy ez az időszak alapja lett a modern, iparosodott és technológiailag igen fejlett világnak.

A következő, és talán a legjelentősebb lépcsőfoka az ipar fejlődésének idővonalán a harmadik ipari forradalom volt, amely a 20. század második felétől egészen a 21. század

elejéig tartott. Ezt az időszakot a technológia robbanásszerű fellendülése jellemezte: ebben a periódusban beszélhetünk a különböző digitális és információs technológiák széleskörű integrálódásáról, valamint a jelen korunkat talán legjobban meghatározó elemeinek, az internetnek és a számítógépeknek a megjelenéséről. (Pan, 2017)

Az informatika és a különböző digitális technológiák felfedezésével és felvirágoztatásával elindult egy olyan vonal is, amely a termelési hatékonyság optimalizálására helyezte a hangsúlyt. Így az Ipar 3.0 során, még ha csak „kezdetlegesen” is, de beszélhetünk a mesterséges intelligencia, a gépi tanulás, az IoT, a Big Data, a 3D-nyomtatás és az intelligens városok és okos technológiák megjelenéséről.

A jelen dolgozat központi témájául szolgáló automatizáció fellendülése is a harmadik ipari forradalom időszakára tehető. Ekkorra már beigazolódott, hogy az üzemekben az automatizálási folyamatok hatékonyabb termelést és magasabb hozamot eredményeznek, ezért fontos volt, hogy a mérnökök új lehetőségeket aknázzanak ki, amelyekkel még eredményesebbé tehetik a gyártást.

Így tehát elmondható, hogy az ipari forradalmak harmadik szakasza radikálisan megváltoztatta az emberek mind üzleti-, mind magánéletét. Egyfelől kényelmet, még nagyobb nyereséget és pontosságot volt hivatott biztosítani, másfelől azonban új kihívásokat hozott magával – leginkább a munkaerőpiac átalakulása és az adatvédelem területén.

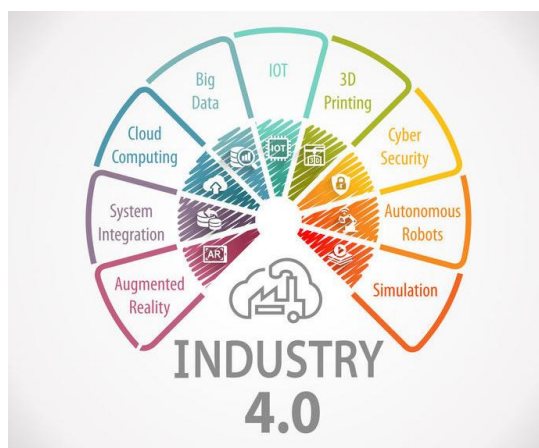
Egy rövid kitekintés erejéig említést tennék egy olyan időszakról is, amit a történelmi áttekintések rendszerint kihagynak vagy szóra sem méltatnak, ha az ipari forradalom korszakai a téma. Ez pedig az Ipar 3.5. Tulajdonképpen ez a globalizációt és ennek kihatását jelenti a termelési szektorra, továbbá elsőként ebben a periódusban jelent meg először a termelés-kihelyezés, mellyel elsősorban az alacsonyabb költségvetésű gazdaságokra próbáltak fókuszálni.

Ezt a köztes, körülbelül az 1980-as évekre tehető nyúlfarknyi időszakot követte a napjainkra is jellemző negyedik lépcsőfok, vagyis a negyedik ipari forradalom. Ismertebb nevén Ipar 4.0. Ezen periódus inkább a digitalizáció és a mesterséges intelligencia továbbfejlesztését, a termelési folyamatokban való egyre komolyabb beépítését jelenti. Ide sorolhatjuk a IoT (dolgok internete) egyre nagyobb térnyerését, a Big Data, az automatizálás és a robotika előrehaladását. Megjelent emellett az egészségügyi- (eHealth), a blockchain technológia, valamint a kriptobányászat is. (Fonseca, 2018)

Tekintve, hogy jelen dolgozat fő vonala a, leginkább a negyedik ipari forradalommal fellendült automatizálást hivatott vizsgálni egy, az autóiipari szektoron belül tevékenykedő bányászati vállalat fejlesztéseinek keresztül, a következő alfejezetben szeretném az Ipar 4.0-val folytatni.

1.2. A negyedik ipari forradalom (Ipar 4.0)

A negyedik ipari forradalom több olyan témának és technológiának a gyűjtőneve, amely a 21. századi jelenünkben kiemelt szerepet kap. Ezeket a részelemeket a szakirodalom alappilléreknek nevezi.



2. ábra Az Ipar 4.0 kilenc pillére (Circuit Digest)¹

A 9 pillér a következő:

- kiterjesztett valóság
- rendszerintegráció
- felhő alapú számítástechnika
- nagy adat (Big Data)
- dolgok internete (Internet of Things – IoT)
- 3D nyomtatás
- kiberbiztonság
- autonóm robotok
- szimuláció

Ezen időszak legjelentősebb fejlesztésének az úgynevezett okos rendszerek számítanak, amelyek az automatizálás segítségével optimálissá teszik a gyártási folyamatokat, növelve ezzel a termelékenység és a hatékonyságot. Emellett a 21. században már központi

¹ [What is Industry 4.0? The Nine Pillars of Industry 4.0 | Circuit Digest](#)

szerepet kap a mesterséges intelligencia és gépi tanulás is, amelyek lehetővé teszik a különböző rendszerek számára, hogy összegyűjtsék a szükséges adatokat és egy alapos elemzést követően akár „tanuljanak” is a kapott eredményekből. (Tay et al, 2018)

Az Ipar 4.0 előnyei közé sorolhatjuk, hogy az ezen időszak adta innovatív megoldásokkal nagy mértékben fokozható a termelés gyorsasága, ugyanakkor szinte egyenesen arányosan csökkenthetőek a költségek. Továbbá a mai világban egyre jobban igénylik a potenciális vásárlók, hogy egyénre szabott, a személyes igényeik szerint legyártott termékeket kapjanak, így az ipari forradalom ezen szakasza a rugalmasság növekedését tűzte ki egyik legfontosabb céljául.

Említésre méltó emellett, hogy a fejlődő világ egyre több kihívást is jelent mind a magán-, mind az üzleti élet számára. Ilyen megoldandó nehézségnek számít például a megfelelő adatbiztonság kialakítása, valamint a magánszféra lehető legnagyobb védelme.

Azzal, hogy a digitalizáció és különböző technológiák fokozatosan nagyobb teret nyernek, egyre fontosabbá válik az is, hogy a munkáltatók és a munkavállalók is képesek legyenek alkalmazkodni az újításokhoz, minél szélesebb körű kompetenciákat szerezzenek és tudják tartani a lépést az újonnan megjelenő lehetőségekkel, fejlesztésekkel. Ezért nagyon fontos szerepet kap a technológiaelfogadás kérdésköre is, melyre a kutatásom során szintén ki fogok térni.

De hogy a szakirodalom és a tudomány szempontjából pontosan mit is jelent az Ipar 4.0? Mit foglal magába, és az alkotóelemei közül mire helyezi a hangsúlyt? Ennek kérdéskörét elemeztem első lépésben.

2013 és 2017 között több szakember – köztük informatikusok, fizikusok, egyetemi professzorok, üzletemberek – fogalmazták meg, hogy a saját szakterületüket figyelembe véve mik azok az aspektusok, amelyekről elmondható, hogy a negyedik ipari forradalom által jöttek létre vagy valamilyen módon ehhez az időszakhoz köthetők.

Az első ilyen hármas Henning Kagermann, Wolfgang Wahlster és Johannes Helbig voltak, akik szerint „*Az IPAR 4.0 a kommunikációs technológia és az innovatív találmányok erejét használja fel a feldolgozóipar fejlődésének fellendítéséhez*” (Kagermann, Wahlster & Helbig, 2013). Ők a kutatásuk során arra a következtetésre jutottak, hogy elsőként a kommunikációs szektor fejlődött fel az ipari forradalom 21. századi időszakában, majd ezt a fellendülést vették át a mérnökök és vezették be a feldolgozóipar számos területére.

A következő megállapítás a Jian Qin, Ying Liu és Robert Grosvenor hármastól származik. Ők már sokkal inkább a termelés és a mesterséges intelligencia kettősét említették egy lapon a negyedik ipari forradalommal. Úgy gondolták, hogy *„Az IPAR 4.0 ösztönzi a gyártás hatékonyságát azáltal, hogy okosan gyűjti az adatokat, helyes döntéseket hoz, és minden kétséget kizáróan végrehajtja a döntéseket. [...] Ez az általános tudatosság teszi az Ipar 4.0-t a mesterséges intelligencia funkcióinak legfontosabb elemévé.”* (Qin, Liu & Grosvenor, 2016).

A 2016-os év igen termékenynek bizonyult az előzőkhez képest, ami az Ipar 4.0-val kapcsolatos vélemények, kutatási eredmények megfogalmazását illeti. Andreas Schumacher, Selim Erol és Wilfried Sihm szerint *„Az IPAR 4.0-t fejlett technológiák hatalmas hálózata veszi körül az értékláncon keresztül. A szolgáltatás, az automatizálás, a mesterséges intelligenciájú robotika, az IoT és az additív gyártás a gyártási folyamatok vadonatúj korszakát hozzák el. A valós világ és a virtuális valóság közötti határok egyre elmosódnak, és a Cyber-Physical Production Systems (CPPS) néven ismert jelenséget okozzák.”* (Schumacher, Erol & Sihm, 2016).

Klaus Schwab, német mérnök és közgazdász inkább csak megállapítást közölt az ipari forradalom negyedik időszakát tekintve: *„A technológiák fejlődése jelentős hatást gyakorol az iparra, a gazdaságra és a kormányok fejlesztési terveire. [...] Az IPAR 4.0 az egyik legfontosabb koncepció a globális ipar és a világgazdaság fejlődésében.”* (Schwab, 2016).

Ugyanakkor Shiyong Wang, Jiafu Wan, Di Li és Chunhua Zhang egy, az okos gyárakról szóló értekezésükben nagyon részletes és a Schumacher, Erol és Sihm féle véleményhez hasonló elgondolással élnek az Ipar 4.0 kapcsán. Ők úgy gondolták, hogy *„Az IPAR 4.0 teljes egészében kihasználja a feltörekvő technológiák, a gépek és szerszámok gyors fejlődését azért, hogy megbirkózzon a globális kihívásokkal az iparági színvonal javítása érdekében. Fő koncepciója a fejlett információs technológia felhasználása az IoT-szolgáltatások telepítéséhez. A gyártás gyorsabban és zökkenőmentesen, minimális állásidővel futhat a mérnöki ismeretek integrálásával. Ezért a megépített termék jobb minőségű lesz, a termelési rendszerek hatékonyabbak, könnyebben karbantarthatók, és így költségmegtakarítás érhető el.”* (Wang et al, 2016).

A nézetük annyira komplex és részletes, hogy mondhatjuk, összegzi a korszak jellemzőit – ami alapján kijelenthetjük akár azt is, hogy a 2016-os évre megszületett az első definíciója az Ipar 4.0-nak.

Egy évvel később, Beata Mrugalska és Magdalena K. Wyrwicka szerzőpáros kutatásából alakult meg egy talán még részletesebb és összetettebb leírása a negyedik ipari forradalom jellemzőinek. Egy, a „Lean termelés a negyedik ipari forradalomban” című tanulmányuk során fogalmazták meg azt, miszerint *„A korszerű és egyre kifinomultabb gépek és eszközök fejlett szoftverrel és hálózatba kapcsolt érzékelőkkel tervezhetők, előre jelezhetők, módosíthatók és ellenőrizhetők a társadalmi eredmények és az üzleti modellek, az értéklánc szervezésének egy újabb fázisának létrehozása érdekében, és ez az egész termék-életciklus alatt menedzselhető. Így az IPAR 4.0 előnyt jelent, hogy bármely iparágban versenyképes maradhasson. A termelés dinamikusabb áramlásának megteremtéséhez az értéklánc optimalizálását önállóan kell irányítani.”* (Mrugalska & Wyrwicka, 2017)

Ami az Ipar 4.0 „hivatalos” definícióját illeti, az Európai Parlament által 2016-ban, az Ipari, Kutatási és Energia Bizottság (ITRE Committee) részére kiadott tanulmányban határozta meg állásfoglalását. E szerint *„az IPAR 4.0 a termelési folyamatok olyan szervezését írja le, melynek keretében az eszközök önállóan kommunikálnak egymással az értéklánc mentén: a jövő egy olyan „okos” gyárat hozva létre ezzel, amelyben a számítógép-vezérelt rendszerek nyomon követik a fizikai folyamatokat, létrehozzák a fizikai valóság virtuális mását és decentralizált döntéseket hoznak önszervező mechanizmusok alapján.”* (Smit et al, 2016)

Akár a szakemberek, akár maga az Európai Parlament által megfogalmazott fogalmat nézzük, jól érzékelhető, hogy az ipari forradalom 21. századi időszakát már inkább a mesterséges intelligencia, a digitalizáció és a robotizálás, illetve ezek felvirágoztatása, továbbfejlesztése uralja, nem az új technológiák felfedezése, illetve azok bevezetése a különböző iparágak folyamataiba. Egyértelműen kijelenthető a fent említett állásfoglalások alapján, hogy a tudósok, mérnökök pozitívan fogadják és értékelik az Ipar 4.0 adta innovatív megoldásokat és akármilyen aspektusból nézzük is, egyfajta alapnak tekintik ezeket a fejlesztéseket, technológiai újításokat, és ezekre a továbbiakban építkezni kívánnak.

1.3. Automatizáció

Az automatizációról, mint fogalomról, először a harmadik ipari forradalom időszakában, vagyis az 1970-es évektől kezdődően beszélhetünk. A szakirodalom ugyanis úgy tartja, hogy az Ipar 4.0 alatt már sokkal inkább csak a továbbfejlesztése történt, mintsem a periódus igazi „vívmánya” lett volna.

Az automatizálás egy olyan folyamatot jelent, amelynek során egy gép vagy egy számítógépes rendszer egy olyan feladatot vesz át és/vagy végez folyamatosan, amit előtte

ember végzett – ezzel csökkentve a szükségességét az emberi beavatkozásnak. (Stanton, 2021) Számos különböző területen találkozhatunk ilyen technológiai újítással, ahol jól körül határolható és ismétlődő feladatok vannak: többek között a termelési folyamatok során, a szoftverfejlesztésben, adatfeldolgozások során, de még a magánéletünkben is – gondoljunk csak a háztartási eszközök működésére.

Az automatizációs folyamatnak az emberi munkavégzéssel szembeni számos előnye ismert már. Ide tartozik a nagyobb hatékonyság (például nem kell mosdó-, és ebédszünettel, szabadsággal vagy betegséggel számolni), minimális hibázási lehetőség, ütemezés, illetve szabályozottság pontosabb követése, monotóniatűrés.

Az ismétlődő feladatok elvégzését gépre bízni hatalmas segítséget jelenthet a munkavállalók számára, hiszen ezzel időt nyerve lehetőségük van más, akár kreativitást és nagyobb odafigyelést igénylő feladat elvégzésére, a gép munkavégzésével párhuzamosan.

Az automatizálás eszközeként említhető a dolgok internete (IoT), a mesterséges intelligencia, a gépi tanulás, a robotika és az adatfeldolgozás is. Ezeket az összetevőket akár kombinálva is lehet alkalmazni, melyek segítségével olyan eredmények érhetőek el, melyekkel tovább növelhető a hatékonyság és az automatizációs eszközök alkalmazhatósága.

Az említett innováció bevetése előtt azonban nagyon alaposan és megfontoltan kell dönteni erről a lépésről, hiszen amellett, hogy számos előnye van, a hátrányairól sem szabad megfeledkezni. Ilyen lehet például a munkahelyek elvesztése, a magas beruházási költségek, a karbantartás összetettsége, az emberi kreativitásnak a hiánya, vagy a különböző társadalmi korlátok és kihívások.

A munkahelyek tényleges megszűnése, és a munkavállalók részéről származó, ezirányú félelem, véleményem szerint, szoros összefüggésben áll a modern társadalom technológiához való hozzáállásával, annak elfogadásával, mely kérdést a kutatásom során is érintek majd.

A magas kezdeti költségek legtöbb esetben inkább nehézséget, mintsem hátrányt jelentenek. Az új technológiájú eszközök megvásárlása, beüzemelése és/vagy a szoftverek beszerzése, használatra kész állapotúvá tétele ugyanis magas beruházási költséggel jár, amelynek megtérülése több évig is eltarthat – függ ez a vállalat nagyságától és a termelési volumentől.

A karbantartás és javítás összetettsége miatt további erőforrásokra és magasabb szakértelemmel bíró technikai támogatásra van szükség, éppen ezért lényeges pontja ez a fejlesztési folyamatnak. Amennyiben a vállalat időt és pénzt fektet abba, hogy a dolgozóknak oktatást és továbbképzést biztosítson, nem jelenthet túl nagy gondot ez a pont, de amennyiben a vezetés erre nem fordít kellő figyelmet, vagy a munkavállaló nem akar vagy tud fejlődni, képzetesebb munkaerő felvétele elengedhetetlen lehet.

Az automatizált rendszerek értelemszerűen nem rendelkeznek problémamegoldó képességgel, illetve kreativitásuk sincsen, ezért vannak olyan területek, amelyre az alkalmazásuk lehetetlen, vagy csak korlátozott mértékben lehetséges. Ehhez a ponthoz kapcsolható részben a társadalmi korlátokból és kihívásokból származó hátrány is, hiszen amellett, hogy a társadalmi egyenlőtlenségeket fokozhatja az automatizáció, megszűnhetnek, idővel pedig akár teljesen el is tűnhetnek olyan munkakörök, amelyek az emberi képességekre épülnek.

Emiatt lényeges nagyon, hogy az automatizációval járó technológiai fejlődés lehetőségeire mind a gazdaság, mind pedig a társadalom megfelelően felkészüljön és reagáljon.

Érdekes és elgondolkodtató kérdéseket vet fel ez a téma közgazdasági szempontból is. Számos közgazdász szkeptikusan áll az automatizálás témaköréhez, ugyanis azt feltételezik, hogy a túlzott automatizmus és robotizálás nagy veszéllyel van a kevésbé képzett munkavállalói rétegre. A fejlődéssel azt lehet feltételezni, hogy mérnökökre, közgazdászokra és logisztikusokra továbbra is szükség lesz – de mi történik azokkal a dolgozókkal, akik eddig csak betanított munkát végeztek? Ezt tovább görgetve eljutunk ahhoz a, mai napig középpontban álló kérdéshez, hogy ez milyen hatással lesz majd a foglalkoztatottak és munkanélküliek arányára? Vajon tovább-, vagy átképezhető lesz-e egy olyan ember, aki évekig, ha nem egész eddigi élete során betanított munkát végzett? Ezek a kérdések azonban még válaszra várnak – talán az ipari forradalom korszakainak következő lépcsőfoka választ ad majd rájuk.

Azonban, ha a másik oldalt, vagyis az irodai dolgozókat vesszük górcső alá, némileg más lesz a felállás. Napjainkban sokan foglalkoznak és kutatnak abban a témában, hogy a mesterséges intelligencia mennyire könnyíthetné meg azoknak a munkavállalóknak a mindennapjait, akik hosszú órákat a számítógép előtt ülnek. Egy amerikai író, kutató, Chris

Melore 2021-ben kiadott cikkéhez alapul vett UiPath² kutatás során 2000 amerikai irodai dolgozót kérdeztek meg, akik otthonról dolgoztak a Covid-19 pandémia alatt. (Melore, 2021) A kutatók azt kérdezték a célcsoporttól, hogy hogyan változott meg a munkakörük az elmúlt időszakban (a pandémia kezdetétől) és hogyan látják a helyzetüket a jövőre nézve. Megdöbbentő eredmény, hogy a megkérdezettek 69 %-a úgy gondolja, nap mint nap ugyanazokat a feladatokat hajtja végre a munkája során – úgy jellemezték az állásukat, hogy az egy soha véget nem érő körforgás. Kétharmaduk azt mondta, a munkájuk „fájdalmasan monoton”. (Melore, 2021)

A felmérésből kiderül, hogy a résztvevők több mint fele már vett részt különböző, az automatizálással kapcsolatos oktatáson, amelyről úgy vélekedtek, hogy javított a munkahelyi teljesítményükön. Továbbá Tom Clancy, az UiPath vezető alelnöke, azt nyilatkozta, hogy tapasztalataik szerint *„a munkahelyi teljesítmény – és az alkalmazottak tapasztalata – drámaian javul, ha a munkavállalók képesek kihasználni az automatizálást”*. (Melore, 2021)

Clancy elárulta azt is, hogy az elmúlt években tapasztaltak alapján magambiztosan jelentheti ki, hogy számukra az, hogy a digitális technológiák iránt ekkora a kereslet a vállalatok részről, egyértelművé teszi azt, hogy a vezetők olyan alkalmazottakat keresnek, akik ismerik, értik és használni tudják az automatizált rendszereket, a mesterséges intelligenciát és egyéb digitális eszközöket. Ugyanakkor ez a fajta tudás maguk a munkavállalók számára is nagy értékkel bírnak, hiszen biztosítja a sikerességüket és az előre lépési lehetőséget a munkahelyükön.

Egy globális vezetési tanácsadó vállalat, a McKinsey honlapján 2017-ben közzétett cikk szerint a munkakörök közel 60 %-ában a napi tevékenységek legalább egyharmada automatikusnak mondható – vagyis ezek a feladatok automatizálttá tehetőek lennének, teret és időt hagyva ezzel a munkavállalóknak arra, hogy sokkal hasznosabb, kreatívabb, produktívabb munkát végezzenek a munkaidejük során. (Manyika et al, 2017)

A fentieket figyelembe véve, összességében megállapítható, hogy a szakirodalmak, tanulmányok, kutatási anyagok és cikkek alapján az Ipar 4.0-nak sikerült beváltani a hozzá fűzött reményeket, hiszen mind a szak-, mind a közvélemény egyértelműen pozitívnak, hatékonnak ítéli meg az alkalmazott innovatív megoldásokat.

² egy amerikai székhelyű, vezető szerepet betöltő, vállalati automatizációval és a robotizált folyamatautomatizálással (RPA) foglalkozó globális szoftvercég

Ilyen innovációnak számít az SMD Torony is.

1.3.1. SMD Torony – az intelligens alapanyag tároló

Jelen diplomadolgozat kutatásának középpontjában az SMD Torony áll, amely modern technológiának számít a termelés kiszolgálás terén. Ez a vívmány is egyike a negyedik ipari forradalom automatizációs folyamatának, mely amellett, hogy segíti mind a gyártásban, mind a raktárban dolgozó kollégák munkáját, magának a termelésnek is előnyére válik, sőt, mint ahogy az a gyártó által kiadott ismertetőjéből is kiderül, a környezetre és az ökológiára is kiemelkedően pozitív hatással van.

Maga az SMD Torony *„egy automatizált, rendkívül rugalmas és bővíthető puffertároló egység”* (danutek.hu)³, amelyet a termelés közvetlen közelébe lehet telepíteni. Sajátossága az eszköznek, hogy az alkatrészek a megfelelő helyre kerülnek betárolása, egy folyamatosan ellenőrzött környezetben, és állandó készülségben arra, hogy gyorsan és gördülékenyen kielégítse a termelés alapanyagszükségleteit. Hatékonyságának növelése céljából pedig úgy tervezték, hogy könnyen integrálható lehessen egy meglévő anyagmozgató rendszerbe, vagyis annak részeként működjön tovább.

A gyártók, forgalmazók és felhasználók egyaránt úgy emlegetik ezeket az eszközöket, mint az SMT gyártás jövőjét, amit nevezhetünk bárminek, de kiszámíthatónak biztosan nem. A világ folyamatosan változik, és muszáj tartani a lépést. Nem csak a folyamatok, hanem a követelmények is nap mint nap változnak – folyton újabb és újabb komponensek kerülnek piacra, amiket szerelni, ültetni és nyomon követni kell.

Ezek a tornyok gyakorlatilag egy olyan komplex és intelligens rendszer részei, melyek képesek akár emberi segítség nélkül, teljesen önállóan működni. Magas termelékenység mellett kicsit (40 %-kal kevesebb) ökológiai lábnyomot hagyva a bolygón – szem előtt tartva ezzel a napjainkban oly fontos környezetvédelmi és fenntarthatósági elvárásokat.

Az SMD Tornyok előnyei leginkább a következőkben mutatkoznak meg:

- többfajta képesség kisebb gyártási területen
- több folyamatlépés kevesebb eszközzel
- termékek és alkatrészek széles körének kezelése
- kevesebb manuális működtetés

³ <https://www.danutek.hu/products/smd-tower/>

- valós sebesség és kihasználtság elérése (MYTower brochure, 2021)

Ezek az innovatív eszközök elméleti síkon „felpörgetik” a termelési hatékonyságot és intelligensebb, fejlettebb munkamódszert tesznek lehetővé.

Növelik a teljesítményt:

- a komponensek gyors betárolásával és visszakeresésével
- a szükségtelen anyagmozgások elhagyásával
- a termelősorok kihasználtságának maximalizálásával
- az emberi, manuális munka csökkentésével

Csökkentik az ökolábnyomot:

- minimális alapterületen maximális kapacitás-kihasználással
- termelőterületen belüli ideális elhelyezéssel

Fejlesztik az intelligens gyártást

- bármely rendszerrel való integrálhatósággal
- ellenőrzött környezettel és felhasználhatósági idő nyomon követéssel nedvességérzékeny alkatrészek esetén
- anyag rendelkezésre-állással kapcsolatos riasztások beállíthatóságával
- különböző nyomon követési funkciókkal
- mennyiség szabályozással
- ERP és MES rendszerekhez való könnyű csatlakoztathatósággal ((MYTower brochure, 2021)



Egy SMD torony a lehető legjobb választás lehet egy olyan termelőterület számára, ahol fizikálisan kevés a hely bármiféle tároló vagy gép elhelyezésére, ugyanakkor nagy kapacitásra van szükség. Ezek az eszközök ugyanis különböző méretekből érhetők el, és ha a 4 mm vastag, kisebb méretű tekercselt alkatrészekre (gurtokra) gondolunk, akár közel 2500 db is tárolható egyetlen toronyban. (MYTower brochure, 2021)

Leginkább a nedvességérzékeny alkatrészek előírás szerinti tárolására alkalmazható az eszköz, ugyanis egy opcionálisan felszerelhető modul segítségével képes a levegő és

páratartalom mérésére, rögzítésére és szabályozására, az IPC/JEDEC 033B szabvány követelményeinek megfelelő környezetet alakítva ki.

A teljesen automata kezelőfelületének és mechanikájának köszönhetően nagyon egyszerűen és biztonságosan működtethető, mely gyorsabbá, könnyebbé és ezáltal rendkívül hatékonyá teheti a termelésben dolgozók munkavégzését.

A műszaki adatokat és az SMD Tornyok adottságait alapul véve szinte borítékolható, hogy a használatával a termelés kiszolgálás csak hatékonyabb lehet. Ennek egyértelmű bizonyításához azonban szükség van a mérési eredményekre és azok elemzésére.

1.4. Technológiaelfogadás

Ugyan jelen dolgozat kutatási témája nem a munkavállalók technológiához való hozzáállását helyezi a középpontba, mégis úgy gondolom, nem mehetünk el e fontos aspektus mellett anélkül, hogy szót ejtenénk róla. Véleményem és tapasztalatom szerint ugyanis az, hogy egy új technológia mennyire lesz sikeres és hatékony, leginkább azon múlik, hogy a folyamatban dolgozók hogyan állnak az újításhoz, elfogadják-e azt vagy sem.

Maga a szó, hogy „technológiaelfogadás” már tulajdonképpen magában is hordozza a jelentését, hiszen azt mutatja meg, az emberek vagy ha összességében nézzük, a társadalmak, hogyan fogadják be és/vagy alkalmazzák a bevezetett újításokat, fejlesztéseket.

A 21. század szülötteinek szinte elképzelhetetlen, hogy valaki nemet mondjon vagy adott esetben ódzkodjon a technológiáktól – főleg, ha azok megkönnyítik a mindennapjainkat, munkavégzésünket. Azonban nem szabad megfeledkezni arról, hogy egy fejlesztés mivel jár: meglévő eszközök megváltozásával, jól megszokott rutin elhagyásával, tanulással, megszokási idővel. Mindez pedig történhet egyéni, vállalati vagy akár társadalmi szinten.

Az évek során bizonyossá vált, hogy ezt a tényezőt nagyon is fontos vizsgálni, mérni kell az elfogadás szintjét. Ezért ma már több olyan elmélet és modell is létezik, amely segít annak megértésében, hogyan is megy végbe pontosan maga az elfogadás. Az egyik talán legismertebb ilyen modell a TAM (Technology Acceptance Model), amelynek kifejlesztése Davis, Bagozzi és Warshaw nevéhez fűződik. (Keszey & Zsukk, 2017)

Ennek a modellnek a segítségével magyarázható meg, hogy az emberek hogyan fogadják vagy utasítják el az új technológiát, és felsorakoztatja, milyen tényezők befolyásolják az elfogadásra való hajlandóságot.

Ezen tényezők közé soroljuk az alábbiakat:

- hasznosság
- felhasználói barátság
- megfigyelhetőség
- alkalmazkodási készség
- támogató környezet

A második a TAM továbbfejlesztett változata, amely a bővített technológia elfogadásának modellje (Extended Technology Acceptance Model – TAM2). Ez a felfogás az elfogadás háttérében húzódó folyamatot részletesebben elemzi, ugyanakkor figyelembe veszi azokat a külső tényezőket is, mint például a vezetői támogatás, a felhasználók készségei vagy az egyéni szociális normák. (Keszey & Zsukk, 2017)

A harmadik modell az innovációk elfogadásának diffúziós elmélete (Diffusion of Innovations Theory). Ez a modell Everett Rogers kutatása során született meg, és az innovációk társadalomban való elterjedését vizsgálja. Az elfogadást öt különböző kategóriába sorolja (tudás, meggyőzés, döntés, megvalósítás, megerősítés) és ezeken a lépéseken keresztül mutatja be, hogy az egyének, a csoportok és a szervezetek miként veszik át az új technológiákat. (Orr, 2003)

A technológia elfogadás hálózati modellje (Technology Acceptance Network Model – TANM) egy meglehetősen új modell, amely az előző változatokkal ellentétben magát a folyamatot egy hálózati megközelítésből vizsgálja. Az alap feltevése ugyanis az, hogy az elfogadás nem korlátozódik egyénre, hanem több különböző (például társadalmi vagy szervezeti) tényező befolyásolja, melybe beletartozik a csoportközi kommunikáció és kapcsolat is. (Keszey & Tóth, 2020)

Az utolsó a sorban egy specifikusabb modell, amely a TAM alapelveit követve kifejezetten a számítógépes információs rendszerek elfogadását vizsgálja. Ez a technológia elfogadási modell az információs rendszerek elfogadására (Technology Acceptance Model for Information Systems – TAMIS).

A felsorolt modellek segítséget nyújtanak abban, hogy a kutatások során legyen lehetőség jobban megérteni az elfogadási folyamatot, a miérteket, és a válaszokkal direkter intézkedéseket lehessen hozni az elfogadás elősegítése céljából.

Ahhoz, hogy mindez létrejöhessen, meg kell érteni azt, hogy az elfogadás egy folyton változó, hosszú távú folyamat, és meglehetősen összetett. Nagyon befolyásolja a

végkimenetelt az emberek reakciója és hozzáállása mind a technológia különböző szakaszaiban, mind pedig a környezetükben.

Kulcsfontosságú tényező a technológiaelfogadáshoz az oktatás és a folyamatos képzés, hogy az emberek képesek legyenek alkalmazkodni az új, megváltozott körülményekhez, és olyan készségeket fejlesszenek vagy szerezzenek, amelyeket a folyamatosan változó munkaerőpiac igényel.

Emiatt lényeges nézőpont lehet az SMD Tornyok termeléskiszolgálási hatékonyságának vizsgálatát maguk a munkavállalók hozzáállásának és kvázi elfogadásának nézőpontjából is elemezni – ha csak érintőlegesen is.

2. Cég bemutatása

Jelen diplomadolgozat kutatási területéül egy olyan vállalatot vettem alapul, amely régre visszanyúló múlttal rendelkezik és ha ugyan nem is túl régen, de már néhány éve bontogatja szárnyait az ipari forradalmak adta fejlesztések bevezetésében.

A RENZOLL egy németországi székhelyű multinacionális bérgyártó nagyvállalat, mely több leányvállalattal rendelkezik világszerte. A piacon egészen 1965 óta van jelen, azóta pedig folyamatosan igyekezett az adott korszak lehetőségeit maximálisan kihasználva fejlődni és terjeszkedni.

Jelenleg 24 nemzetközi telephellyel és több mint 13.000 dolgozóval Európa Top10 és a világ Top15 EMS szolgáltatója között foglal el meglehetősen előkelő helyezést.

A vállalat olyan üzletágakban van jelen, mint az autóipar, vasúttechnika, ipari elektronika, telekommunikáció, mérés- és információtechnika, egészségügy és élettudományok, valamint a légi közlekedés és védelem.

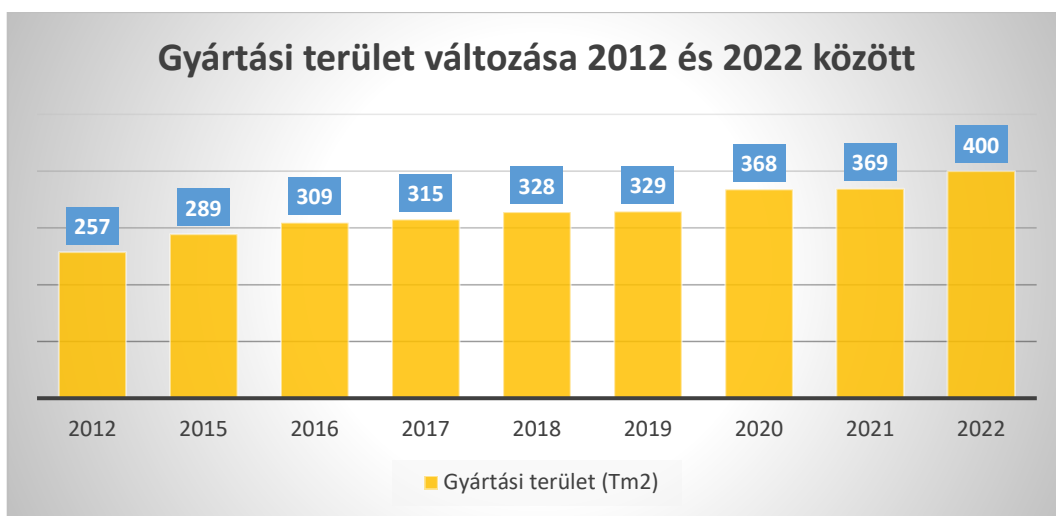
Szolgáltatásokat tekintve szintén igen széles palettával rendelkezik, ugyanis a fejlesztéstől kezdve az ellátásilánc-menedzsmenten át egészen a nyomon követésig szinte minden részterületen számíthatnak az ügyfelek a cég szakértelmére.

A számadatokat görcső alá véve szembeötlő lehet, hogy az előző évekhez képest minden mutató folyamatosan emelkedik. Ha bázisadatként a 2012-es évi eredményeket vesszük figyelembe, a munkavállalók számát, a gyártási területet és a bevételt tekintve is egyenletes növekedés mutatkozik – még a kritikus COVID-19 pandémia alatti időszakban is.

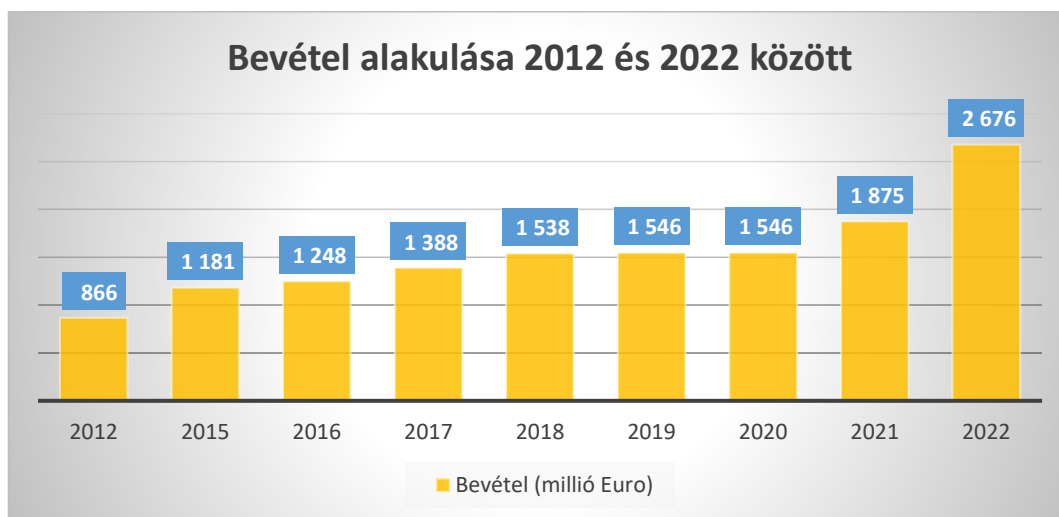
Néhány mutató ezek közül grafikusan is:



3. ábra Dolgozói létszám alakulása (vállalati forrás)



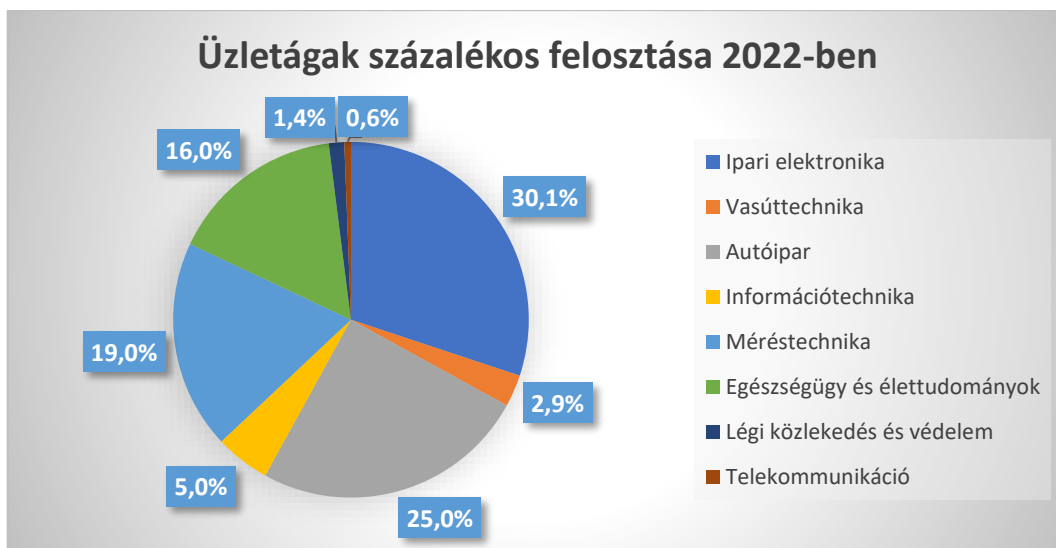
4. ábra Gyártási terület változása (vállalati forrás)



5. ábra Éves bevétel alakulása (vállalati forrás)

Ahogy az a fenti diagramon is látható, az éves bevétel 2012-ben 866 millió Euro volt, ami 2022-re már több mint a háromszorosára nőtt. A legfrissebb adatok alapján pedig a várt éves bevétel 2023 végére már több, mint 2,9 milliárd Euro lesz.

A bevétel a nyolc, korábban felsorolt üzletág között oszlik meg: a legnagyobb részarányt az ipari elektronika tudhatja magáénak, a második legnagyobb szektor az autóipar, a harmadik pedig a mérés-technika. A fennmaradó öt üzletág összesen közel 26 %-át teszi ki a 2022-es évi bevételnek.



6. ábra Üzletágak százalékos felosztása (vállalati forrás)

Az autóipar szektor magyarországi telephelye, ahol a jelen diplomadolgozat alapjául szolgáló kutatást kívánom elvégezni, a legyártott termék teljes életciklusán keresztül szolgáltatást és támogatást nyújt az ügyfeleknek. Ez az autóalkatrészeket gyártó divízió a teljesség igénye nélkül olyan partnereket tudhat magáénak, mint a BMW, a Mercedes-Benz, a Ferrari, a Lamborghini, a Porsche és a Tesla.

2.1. Termeléskiszolgálás folyamata vállalaton belül (kutatási körülmény)

Ezen alfejezetben belül szeretném bemutatni a RENZOLL autóipari részlegének termeléskiszolgálási folyamatát, egyfajta alapot adva ahhoz, hogy jobban átlátható és megérthető legyen a kutatás kontextusa.

A RENZOLL AG Magyarországon működő telephelyének autóipari divíziójában bérgyártás folyik, ezen szolgáltatás keretein belül pedig két gyártási területet különböztetünk meg: az egyik az SMT gyártás, a másik az úgynevezett „back-end”. Az utóbbi a második „lépése” a gyártási folyamatnak, ott zajlik az összeszerelés, vizuális ellenőrzés, továbbá ide tartozik a lakkozás is.

A részleg megbízásainak mindegyike azonban az SMT-vel, vagyis a felületszerelési technológiával (surface-mount technology) kezdődik, melynek során az alkatrészt különböző technikákkal a gyártósor ráülteti a nyomtatott áramkörre (nyáklap). Ehhez a gyártási folyamathoz van szükség az úgynevezett SMD alkatrészekre, melyeket hosszútávon, az árubeérkezés könyvelést követően egy körülbelül 2000 m²-es úgynevezett „SMD raktárban” helyeznek el, ahol ESD (elektrosztatikus kisülés) elleni védelemmel, illetve hőmérséklet-, és páratartalom szabályozóval ellátott környezetben, LEAN-liftekben,

kaotikus rendszer szerint tárolnak. A raktárak 3 éve még decentralizált rendszerben látták el a különböző termelési területeket, azonban 2020-ban úgy döntött a vezetőség, hogy minden szempontot figyelembe véve az SMT sorok központosítása a célravezető, ezért a raktár is egy épületbe költözött a gyártósorokkal. A LEAN-liftek tálcáiról FEFO sorrendben kerülnek az alkatrészek a gyártásba az SAP vállalatirányítási rendszer szigorú szabályait követve.

Ahhoz, hogy a kutatás első feléhez megfelelő útmutatót kapjon az olvasó, szükségesnek tartom röviden bemutatni azt is, hogy hogyan történik a termeléskiszolgálás a raktár részéről.

Korábban, még az Ipar 4.0 és az SMD Tornyokhoz hasonló automatizált rendszerek megjelenése előtt az volt a jellemző az autóipar részlegen, hogy a gyártást soronként látta el a raktár alapanyaggal. Ennek az volt a menete, hogy az adott sorhoz tartozó, a gyártás tervező által kiadott gyártási megbízás alapján a raktáros rendelkezésére állt az alapanyag lista, amely alapján kommissiózta az alkatrészeket a raktárban, majd úgynevezett szettkocsira helyezte azokat és kitolta a termelésbe, a megadott gyártósor mellett kijelölt helyre. A szettkocsik rendszerint sorhoz dedikáltak voltak, és mivel széria gyártás folyt egy, a vevő által korábban már jóváhagyott anyagjegyzék szerint, minden cikkszámnak meg volt a kijelölt helye az adott kocsin.

A raktárak centralizálásával és a termelés összevonásával azonban új korszak köszöntött az autóipari gyártási területekre is, és a termeléskiszolgálás hatékonyságának növelését tűzve ki vele célul, beüzemelésre kerültek a Tornyok az SMT gyártási területen.

Ez az újítás azonban a folyamatok módosítását is magában hordozta, hiszen ki kellett alakítani egy olyan rendszert, amivel kezelhetőek az olykor igen hektikus gyártási ütemezések.

Tudni kell ugyanis, hogy a termelésben normális esetben szériagyártás folyik, ami azt jelenti, hogy meghatározott időközönként, közel azonos darabszámot kell legyártani és kiszállítani az ügyfélnek, az előre meghatározott és jóváhagyott BOM-lista alapján.

Van azonban minta, 'spare part' és 'last-time-buy' gyártásunk is, ami kis darabszámot jelent, sokszor módosuló anyagjegyzékkel és termelésközi átállásokkal. Ez pedig legtöbb esetben ad hoc jellegű, így felkészülni nem, vagy csak nagyon nehézkesen lehetne rá.

Így alakult ki tulajdonképpen a mai rendszer: vagyis az utóbbi, kis darabszámú termelési folyamatokra megmaradtak a szettkocsik, melyeket viszonylag könnyen projektekre, termékre

lehet „szabni”. A széria termékekre, amit a részlegen belül csak ’fix táras’ termékeknek nevezünk, pedig ott vannak az SMD Toronyok.

Szettkocsis anyag-összekészítés

A szettkocsira kerülő komponenseket a már korábban említett gyártási megbízás alapján, SAP-ban történő manuális kikönyvelést követően készítik össze a kollégák, majd egy, ehhez a fajta anyagkiadási folyamathoz rendszeresített Excel-táblában rögzítik azokat. Mindig a kért mennyiséghez szükséges legkisebb csomagolási egységnyi anyagmennyiség kerül a szettkocsira, amit a termelés külön kérésére feliratozva, a cikkszámokat emelkedő sorrendbe rendezve tolnak ki a raktárosok a célállomásra.

Ezzel azonban a raktárosok feladata még nem ért véget, ugyanis amikor a kis darabszámú gyártás befejeződött, az SMD tárat vagy még a termelési területen, vagy a raktárba visszatolva letárazzák. Ezt követően a megmaradt alapanyagokat a kollégák egy röntgenszámláló segítségével megszámlálják, majd mikor az utolsó tekercs is leszámolásra került, a folyamat elején használt Excel-táblázatban lejavítják a kiadott mennyiségeket a ténylegesen felhasznált mennyiségekre. Utolsó lépésként pedig a megmaradt alkatrészek visszakerülnek a LEAN-liftekbe, bontott tekercsként.

SMD Toronyhoz történő anyag-összekészítés

A szettkocsis anyag-összekészítési folyamattal szemben a fixen tárazott termékek gyártásához történő anyag-összekészítési folyamat során is az SAP vállalatirányítási rendszert használják a kollégák. Azonban itt már segítségükre van egy tranzakció, melynek segítségével naponta legalább kétszer foglalási számok generálódnak a kiadott gyártási megbízásokra. Ezek a foglalási számok listázzák ki a szükséges alkatrészeket, illetve azok tárhelyét, a „first expired – first out” szabálynak szigorúan megfelelően.

Az anyag-összekészítés során az SAP tranzakció („ZPP lista”) által kilistázott szükségleti mennyiség mellé felvezetésre kerül a fizikálisan összekészített, legkisebb csomagolási egység szerinti mennyiség, majd a darabokat PDA-val történő „lecsipogással” tárolják ki ténylegesen a tárhelyükről. Ekkor helyileg átkerülnek az összekészítő asztalra – amely szintén saját tárhely kóddal rendelkezik.

Amint a kollégák minden alkatrészt összeszedtek és kitérítettek a liftekből, hozzákönyvelik a korábbi listahúzás során már automatikusan kikönyvelt szükségleti mennyiséghez a

kiegészítő mennyiségeket (legkisebb csomagolási egység és a szükségleti mennyiség különbözete). Ezt a folyamatot nevezzük vállalaton belül „plusszolásnak”.

A könyvelési folyamat végén nem marad más hátra, mint hogy fizikálisan is bekerüljenek az alapanyagok a termelésbe. Ez pedig azt jelenti, hogy a raktáros kolléga kitolja az asztalra korábban összekészített tekercshalmazt, és egyesével betárolja azokat az SMD Tornyok valamelyikébe.



7. ábra SMD Tornyok (vállalati forrás)

A fenti két anyag-összekészítési folyamat bemutatásával remélem, sikerült egy átlátható, de nem túl részletekbe menő képet kapnia az olvasónak arról, hogy hogyan is zajlik a termelőkiszolgálás a RENZOLL AG magyar telephelyének autóiipari részlegén.

A diplomadolgozatom második felében ennek a két folyamatnak az összehasonlításával, elemzésével és a termelőkiszolgálási hatékonyságuk vizsgálatával fogok részletesen foglalkozni.

3. Saját kutatás

A diplomadolgozatom kutatási témájául a RENZOLL AG magyar telephelyének autóipari részlegén használt SMD Toronyok termeléskiszolgálási hatékonyságát kívánom vizsgálni.

Úgy vélem, az SMD Toronyok hatékonyságát elemezni csak úgy érdemes, ha a korábban használt folyamattal – mint bázisértékkel – összehasonlítva tesszük ezt. Ezért terveim szerint a kutatást és elemzést két irányvonalon folytatom le. Mindkét kutatáshoz primer, kvantitatív módszert kívánok alkalmazni.

Az egyik vonalon az alkalmazott módszer a mérés, majd a kapott adatok összehasonlítása lesz. Ebben a kutatási részben terveim szerint lemérem azt az időt, amit a dolgozók az SMD toronyhoz kapcsolódó alapanyagelőkészítéssel, -betárolással, majd -kitárolással töltenek. A kapott adatok kiértékelését és összegzését követően pedig össze kívánom hasonlítani ezt az eredményt azzal, hogy mennyi időbe telnek ugyanazok a részfolyamatok akkor, ha az automatizált rendszer helyett a manuális, szettkocsira való anyagösszekészítést alkalmazzuk.

A másik vonalon a dolgozók véleményére, ellenérzéseire hagyatkozom. Ezen adatok összegyűjtéséhez kérdőívet használok, amelyet a termelési és raktári területen töltetek ki a kollégákkal. Viszonylag magas mintaelemszámmal rendelkezem, így arra számítok, hogy reális, megbízható és elfogadható eredményt kapok az adatelemzés során.

A kérdőívben olyan kérdéseket is felteszek a munkavállalók számára, ami a technológiaelfogadással hozható összefüggésbe – ugyanis úgy vélem, a hatékonyságra az is kihatással van, hogy a dolgozók milyen módon alkalmazzák a meglévő technológiát, milyen a hozzáállásuk vele szemben.

A dolgozatom kutatási céljai:

4. Annak bizonyítása, hogy a szettkocsin történő anyagkiadás folyamattal szemben az SMD Toronyok hatékonyabbak termeléskiszolgálási szempontból.
5. Annak alátámasztása, hogy a raktári és gyártási munkavállalók tapasztalata alapján a termeléskiszolgálás gyorsabb és egyszerűbb az SMD Toronyok alkalmazásával.
6. Igazolása annak, hogy a munkavállalók technológiához való hozzáállása befolyásolja az új technológia hatékonynak történő megítélését.

A fent megadott célokat alapul véve állítottam fel a dolgozatom hipotézisét, amely szerint: **„Az SMD Toronyok bevezetése pozitív hatással van a termeléskiszolgálás hatékonyságára.”**

3.1. SMD Torony és szettkocsi összehasonlítása termelés kiszolgálási hatékonyság szempontból

Ebben a fejezetben a kvantitatív kutatási módszeren belül az összehasonlítást fogom alkalmazni. Úgy gondolom, ezzel a technikával fogom tudni a legjobban felmérni és szemléltetni azt, hogy a korábban minden anyagösszekészítési folyamathoz használt szettkocsis eljárás mód mennyivel elavultabb és lassan, szemben az SMD tornyok alkalmazásával, amely gyorsabb, egyszerűbb és hatékonyabb minden munkaterület számára.

3.1.1. Alkalmazott módszer

A kutatáshoz választott eljárás a kvantitatív kutatás egyik fajtája lesz.

A kvantitatív kutatási módszer egy olyan tudományos megközelítés, amely a mennyiségi elemzést alkalmazza a gyakorlati adatok feldolgozásához, megértéséhez. Leginkább statisztikai mutatókat és számokat használ a különböző vizsgálatokhoz, és bizonyos változók meghatározásával összefüggéseket keres a kutatás tárgyát képező jelenségben. (Boncz, 2015)

Általában a módszer lépései a következők:

1. Hipotézis vagy kutatási kérdés meghatározása – általában ez a kutatás kiindulópontja
2. Adatgyűjtés – ilyen lehet a kérdőív, számítás, teszt, mérés stb.
3. Adatfeldolgozás és elemzés – ezen lépés során használhatók különböző statisztikai módszerek (középértékek, szóródás, regresszió, korreláció stb.) a kapott adatok közötti összefüggések meghatározására
4. Eredmények értelmezése – a kapott adatok, összefüggések alapján a kutatási kérdés vagy hipotézis megválaszolása; eredmények grafikai ábrázolása diagramok vagy táblázatok segítségével
5. Következtetések levonása

A kutatásom első feléhez alkalmazott konkrét kutatási eljárás mód a mérés lesz, amely során egy jelenséget egy mérőeszköz segítségével lemérünk, a mért tulajdonságaihoz pedig számokat rendelünk. A mérés során két tényezőre kell odafigyelni, melyeknek egyszerre kell érvényesülniük az alkalmazás során:

- érvényesség (validitás)
- megbízhatóság (reliabilitás)

Az érvényesség megállapításához meg kell vizsgálni azt a kérdést, hogy a módszertan, amelyet kiválasztottunk, szándékunknak megfelelően működik-e, illetve, hogy valós alapot ad-e a következtetések levonásához.

A megbízhatóság pedig akkor állhat fenn a kutatás során, ha a mérés megismételhető, és előzetesen feltételezhető az, hogy az eljárásmód újbóli alkalmazása során egyező vagy nagyon hasonló eredmények produkálhatók.

Ezeknek a feltételeknek mindenképpen teljesülniük kell, mert ezzel tudjuk biztosítani azt, hogy a kapott eredmények nem vezetnek majd téves megállapításokhoz.

Az ide vonatkozó szakirodalmak szerint ezt a módszert leginkább akkor érdemes használni, ha a vizsgálat célja a reprezentativitás és összehasonlításra alkalmas elemszámú mintával tudunk dolgozni.

Ebből következik, hogy a mérést követően egy összehasonlítást is elvégezzek, amellyel számszerűen kimutatható lesz a két termeléskiszolgálási folyamat közötti különbség.

Az összehasonlításra, mint kutatási módszerre jellemző, hogy egymástól eltérő elemeket vagy jelenségeket állít szembe egymással, miután megvizsgálta és kiértékelte azok jellemzőit és legfontosabb tulajdonságait. Ezzel az eljárással bemutatható az elemek közötti különbség, hasonlóság, illetve bárminemű kapcsolat. A nyilvánvaló párhuzamok és ellentétek mellett akár olyan kérdésre is választ kaphatunk ezzel a technikával, hogy például milyen trend vagy mintázat figyelhető meg a két elem egybevetése során.

Ezen kutatási módszer előnyei közé tartozik, hogy

- segít meglátni az összefüggéseket, melyek elősegítik a témából adódó új ismeretek megszerzését
- fejleszthetőek vele a már meglévő elméletek, és ezzel egészen új irányvonalat mutathatnak a tudományos munkásságban
- a kapott adatokat környezetükben vizsgálhatjuk, ezért segíthetnek széleskörű ismereteket szerezni magáról a kontextusról is
- az elemzés során felállíthatunk olyan összehasonlítási alapokat, amelyek más kutatók számára is segítségül szolgálhatnak

Ugyanakkor ez a kutatási eljárásmód számos kihívást is rejt magában. Ilyen lehet például:

- az ellenőrizhetőség – sokféle változó jelenhet meg a vizsgálat során, amely nehezíti, vagy szélsőséges esetben akár lehetetlenné is teheti a kontrollált környezetben történő elemzést
- az eltérő kulturális és kontextuális különbségekből adódó nehézségek
- az értelmezés során felmerülő komplikációk – a megfigyelt trendek és jellemzők értékelése gondokat okozhat, ezáltal akár többféle magyarázatot, eredményt is kaphatunk

Az összehasonlítás jellemzőinek összességét alapul véve egyértelműen kimondható, hogy nagyon értékes kutatási technika, hiszen konkrét, látványos, és helyesen alkalmazva egyértelmű eredmények mutathatók ki a segítségével. Ehhez azonban nagyon fontos, hogy a kutatás megalapozott és minden eshetőséget alaposan számításba vett legyen.

3.1.2. Eredmények

A méréshez fontos volt biztosítani egy olyan helyzetet, ami megfelel ezen anyaggyűjtési módszer feltételeinek. Emiatt lényegesnek tartottam, hogy a folyamat során mindent részletesen dokumentáljak, hogy a vizsgálat szükség esetén megismételhető lehessen.

Továbbá fontosnak tartottam még, hogy mind a szettkocsis anyagelőkészítés, mind az SMD Tornyokba való anyagösszekészítés- és betárolás idejének mérése pontosan egyforma körülmények között zajljon le.

A mérési folyamat előkészületeibe bevontam a raktárvezetőt is, aki pontosan ismeri a folyamatokat, illetve a kollégákat és tudásszintjüket. Hasznos tanácsokkal látott el a felmérést illetően, illetve szabadon biztosította a raktáros kollégának és nekem azt az időintervallumot, amikor zavartalanul mérhettem le a különböző részfolyamatok időtartamát.

A felméréshez egy kedd délelőtti műszakot jelöltünk ki. A választás azért esett erre az időszakra, mert ilyenkor kevésbé leterheltek a kollégák – a gyártási megbízások nagy része a hét vége felé és jellemzően délután kerül kiadásra.

A mérést egy 94 darab cikkszámából álló gyártási megbízáson végeztük el. Fontos megemlíteni, hogy olyan megbízást választottunk, amelyben mind a 94 tekercsnyi különböző SMD alkatrészt jelent, vagyis nincsen benne olyan alapanyag, amiből több tekercset kellene kiadni. Ez a gyártási rendelés a termelésben szokványosak közül egy közepes nehézségű feladatot jelent.

Az anyaggyűjtést egyetlen kolléga végezte el, aki mind az „exceles”, mind a „listás” anyagkiadási folyamatot készség szinte tudja használni. Mint ahogy azt korábban már említettem, az „exceles” anyagkiadás a szettkocsira, a „ZPP listás” pedig az SMD Toronyba szánt anyagok összekészítését takarja.

Magát a mérést mobiltelefonon végeztem, stopper segítségével. A kolléga nem volt tudatában annak, hogy mérem a teljesítményét – a raktárvezető és én egyetértettünk abban, hogy ez nagy hatással lenne a munkájára és nem kapnánk „tisztá” eredményt. Ezért úgy csatlakoztam a raktáros kolléga mellé, mint megfigyelő, aki szeretné átlátni a teljes folyamatot.

Az összehasonlításhoz szerettem volna olyan mérőföldköveket megállapítani, ami mindkét folyamatnak része és hosszabb időt vesz igénybe – de sajnos van olyan lépés is, ami szerves részét képezi a szettkocsira való anyagösszekészítésnek, viszont egyáltalán nem része az SMD Tornokokba való betárolási folyamatnak. A teljes időtartam mérése szempontjából viszont lényeges, így végül ezt is benne hagytam az összehasonlításban.

A fentieket ismerve, végül hat fő összehasonlítási pontot jelöltem ki:

1. Excel táblázat készítés
2. SAP könyvelés
3. Fizikai anyaggyűjtés
4. PDA-val való könyvelés
5. „Plusszolás”
6. Termeléskiszolgálás / Összegyűjtött anyagok rendelkezésre bocsátása

A mérés eredménye a következő lett:

Termeléskiszolgálási folyamatok mérésének eredményei (óra:perc:másodperc)			
		Szettkocsira való anyagösszekészítés	SMD Tornokokba történő betároláshoz anyagösszekészítés
1.	Excel táblázat	00:41:12	-
2.	SAP könyvelés	00:24:53	00:04:49
3.	Fizikai anyaggyűjtés	01:12:14	01:11:40
4.	PDA-val való könyvelés	00:15:52	00:16:05
5.	Plusszolás	00:59:01	00:28:20
6.	Termeléskiszolgálás / Összegyűjtött anyagok rendelkezésre bocsátása	00:44:12	00:16:31

8. ábra A termeléskiszolgálási folyamatok mérési eredményei (saját szerkesztés)

Az első lépés, az Excel táblázat készítés csak a szettkocsira való anyaggyűjtési folyamat részre. Ebben az esetben van egy sablon fájl, amit a kollégák kitöltenek a szükséges adatokkal. A táblázat alapja a gyártási megbízás (FA). A gyártási megbízás tartalmazza a késztermékhez tartozó teljes alapanyag-listát (BOM) és cikkszámonként azt a mennyiséget, amire szüksége van a gyártásnak. Főként ezek az adatok kerülnek be a táblázatba.

Mint ahogy az a kapott eredményből is látszik, ez egy időigényesebb feladat – itt nagy jelentősége van annak, hogy az adott kolléga mennyire ismeri és használja jól a táblázatkezelő programot. A raktárosnak, akinek segítségével le tudtam mérni ezt az időtartamot, 41 perc 12 másodpercig tartott ez a rész.

A második lépés mindkét anyaggyűjtési forma esetében az SAP könyvelés. A vállalatirányítási rendszer, az árubeérkezéskor rögzített adatok alapján automatikusan figyeli és betartatja a FEFO-sorrendet, vagyis a korábbi lejáratú idejű alapanyagokat tároltatja ki elsőként a raktárból. Ez alapján a szettkocsis anyaggyűjtés esetében a könyvelés manuálisan történik. Az SMD Tornyak esetében azonban a kollégák úgynevezett ZPP listát húznak, a gyártási megbízáshoz rendelt foglalási szám alapján. Ez a lista – a fentebb leírt Excel táblához hasonlóan – tartalmazza a teljes BOM-ot és a szükséges darabszámokat.

A manuális könyvelés 24 perc 53 másodpercet vett igénybe, míg a listahúzás ellenőrzéssel együtt alig 5 perc volt.

A következő a fizikai anyaggyűjtés. Ez a része a folyamatnak mindkét mód esetében megegyezik. A lista által megadott LEAN-liftből veszik ki az alapanyagokat a kollégák, és egy anyaggyűjtő asztalra téve gyűjtik össze azokat. Fontos megjegyezni, hogy ekkor a legkisebb csomagolási egységnek megfelelően veszik ki a komponenseket a liftekből. Egy egyszerű példával szemléltetve: ha a lista szerint 6.540 db ellenállásra van szükség, de a tekercs 5.000 vagy 10.000 darabos, akkor az előbbiből 2, az utóbbiból 1 darabot készít ki a raktáros. Ezt feljegyzi a megfelelő tétel mellé a listára, amely alapját képezi a későbbi „plusszolás”-nak.

Tekintve, hogy ez a lépés mindkét módszer esetében azonos, az előzetes sejtésemnek megfelelően közel ugyanolyan hosszú időt vett igénybe: 01:12:14 és 01:11:40.

A PDA-val való könyvelés szorosan kapcsolódik a fizikai anyaggyűjtéshez, mégis külön lépésként határoztam meg – ennél ugyanis két lehetséges kivitelezési mód is létezik. Az egyik az, hogy a raktáros minden tekercset a liftből való fizikai eltávolítás után „lő ki” a liftből az eszközzel. A másik, hogy kigyűjti az összes szükséges alkatrészt az asztalra, ezt

követően, amikor végzett, tömegesen könyveli ki a raktárhelyükről azokat a PDA segítségével.

Mindkét eljárás helyes és alkalmazható – a raktáros, akinél a felmérést végeztem, először az egyik, majd a másik módszert alkalmazta.

Ugyan az egyik folyamatnál szakaszosan, a másiknál egészében tudtam mérni az időt, az eredmény itt is közel azonos, körülbelül 16 perc lett.

A plusszolás lényegében egy korrekciós folyamat, melynek során a gyártási megbízásban található, ténylegesen szükséges mennyiséget felkerekítik a kollégák a fizikálisan kiadott darabszámokra. Így a korábban említett példa szerinti 6.540 db-os könyvelés mellé még pluszban kikönyvelnek a raktárból 3.460 db-ot a gyártási raktárhelyre. Ez a célhely a termeliskiszolgálási eljárásmodtól függ: ha szettkocsis anyagösszekészítés történt, akkor az 1000-es, ha SMD Tornyos, akkor a 1068-as raktárhelyre kerül az anyag könyvelés-technikailag.

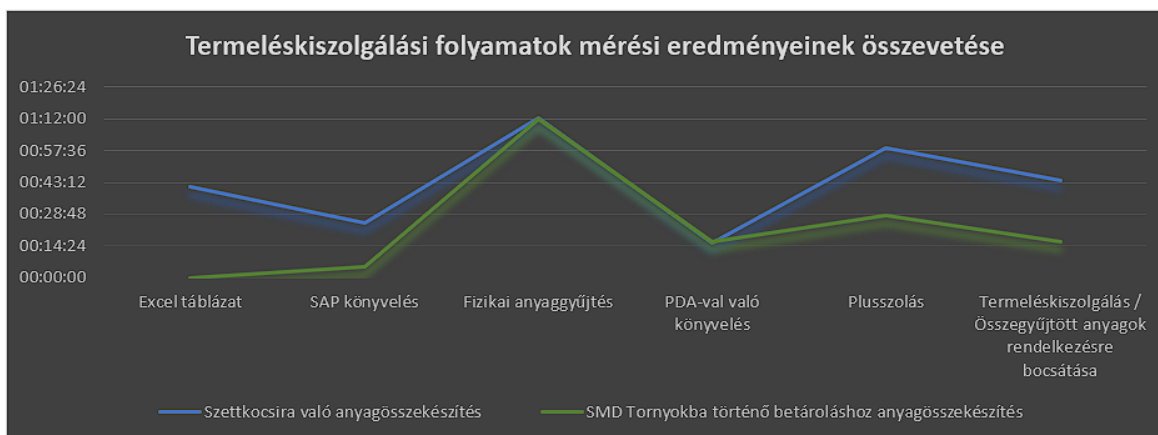
Lényegesnek tartom kiemelni, hogy ezen lépésen belül míg az SMD Tornokokba történő kitárolás során egy egyszerű, manuális könyvelési lépésről beszélünk, addig a szettkocsis változat esetén egy összetett feladat történik. Utóbbi esetben ugyanis az SAP-s könyvelés mellett az Excel táblában is plusszolni kell – tehát oda is meg kell adni a felkerekített adatokat, illetve a különbséget.

A teljes termeliskiszolgálási folyamatot nézve itt mutatkozik meg a másik legnagyobb eltérés, mind a munka összetettségét, mind az időtartamát tekintve. Az SMD Tornokokhoz történő anyagösszekészítés során a plusszolás mindössze 28 perc 20 másodpercig tartott. Ezzel ellentétben a szettkocsis változathoz történő könyvelés és táblázatkiegészítés összesen 1 perc híján egy teljes órát vett igénybe.

Végül, de nem utolsó sorban, az összekészített anyagokat rendezni kell, és megfelelő módon a termelés rendelkezésére bocsátani. Itt is lényeges különbség mutatkozik a két eljárás között. A szettkocsis anyagösszekészítés során ugyanis a tekercseket cikkszám szerint növekvő sorrendbe kell rendezni, majd ennek megfelelően elhelyezni a kocsin. Csak ilyen formában bocsátható a termelés rendelkezésére a késztermék előállításához szükséges anyagmennyiség. Az eljárásban a legnagyobb nehézséget a sorba rendezés jelenti, ugyanis helyhiány miatt nem lehetséges minden tekercset egyesével külön rakni, majd sorrendben összeszedni azokat. Ezért a raktáros azt a módszert választotta, hogy kupaconként halad előre – ami viszont nagy odafigyelést és jó memóriát igényel. Így a rendezés és végül termelésbe kiadás teljes időtartama összesen 44 perc 12 másodperc volt.

Szemben ezzel, az SMD Toronyokba való betárolás már rögtön a plusszolás követően kezdetét veszi. Ugyanis a 3 db torony egymás mellett, párhuzamosan képes dolgozni, így a raktáros dolga ideális esetben csak annyi, hogy a megfelelő pozícióban behelyezze a betárolni kívánt tekercset a fogadótálcára. a tornyok melletti számítógép folyamatos mutatja a tárhelyek telítettségét is, ezért kiküszöbölhető vele még az az eshetőség is, hogy a rendszer helyhiány miatt visszautasítsa a befogadást.

A tornyokba való betárolás így mindössze 16 és fél percet vett igénybe.



9. ábra A termelés kiszolgálási folyamatok mérési eredményeinek összevetése (saját szerkesztés)

A kapott eredmények összevetése során kiderül, hogy négy részfolyamatnál fedezhető fel szignifikáns különbség. Rögtön az, hogy az SMD Toronyok bevezetése során nem kell külön Excel táblázatot összeállítani, majd kiegészíteni, majd 42 perccel rövidíti le a teljes anyagelőkészítési eljárást. Emellett fontos kiemelni, hogy ezzel az emberi beavatkozás, és ezáltal a tévedésből, félreértelmezésből adódó hibázási lehetőségek száma is minimálisra csökken.

Ebből következik, hogy a manuális könyvelések száma is csökken, mely amellett, hogy ugyancsak rövidíti a teljes folyamat időtartamát, szintén segít kiküszöbölni a rendellenességeket.

A fizikai anyaggyűjtés és a PDA-val való könyvelés közel azonos időt vesz igénybe – az időtartam itt leginkább a kollégák hozzáállásán és odafigyelésén múlik, vagyis elmondható erről a lépésről, hogy kizárólag az emberi tényező befolyásolja.

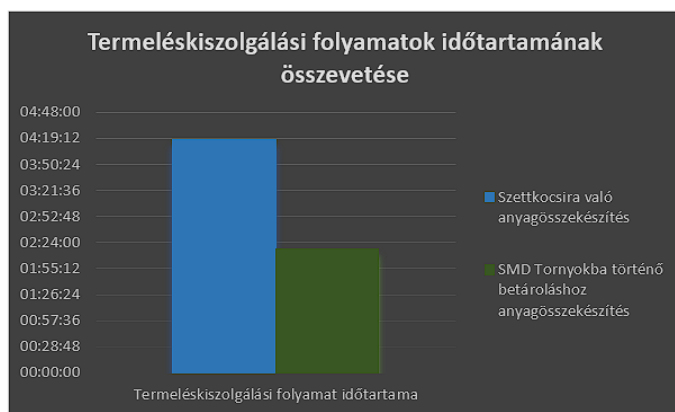
A plusszolás részfolyamat esetében a jelentős időbeli különbséget magának az Excel táblázatnak a kiegészítése adja. Jól látszik, hogy ha valamilyen módon elhagyható lenne ez

a lépés, mennyivel csökkentené az anyaggyűjtés időtartamát, és ezáltal egyszerűsödne és felgyorsulna a raktárosok munkavégzése is.

Az SMD Tornyok használatával az összegyűjtött alapanyagok rendelkezésre bocsátása is egyszerűbbé, tempósabbá és nyomon követhetőbbé vált. Ebben az esetben is lényegesen rövidül az idő, hiszen nem kell sorba rendezéssel bajlódni és ezzel szintén kiküszöbölhető sok olyan szituáció, ami hibázásra adhat okot.

A fenti grafikon segítségével szembevetve a különbség a két eljárás mód részfolyamatainak időtartama között. Míg a szettkocsira való anyagösszekészítés esetében a PDA-val való könyvelés tart a legrövidebb ideig, addig az SMD Tornyokba történő betároláshoz maga az SAP könyvelés igényli a legkevesebb ráfordítást. Ez esetben nem vettem figyelembe azt, hogy az utóbbinál az Excel-táblázat kitöltése nem feladat.

A leghosszabb időt mindkét módszer esetén a fizikai anyaggyűjtés igényli.



10. ábra A termelés kiszolgálási folyamatok időtartamának összevetése (saját szerkesztés)

A két folyamat megfigyelésével kapott eredményekből megállapítható, hogy jelentős különbség van a két eljárás mód között: a szettkocsis anyagösszekészítés egy 94 cikkszámú gyártási megbízásra vonatkozóan közel dupla annyi időráfordítást igényel (04:17:24), mint az automatizált, SMD Tornyos megoldás (02:17:25).

3.2. SMD Torony hatékonyságának vizsgálata a dolgozók körében

A kutatásom ezen részéhez szintén egy primer kutatási technikát, vagyis a kérdőíves vizsgálatot használok. Ez a kvantitatív információszerzési eljárást találtam a legalkalmasabbnak a dolgozók véleményének, meglátásának közvetlen felmérésére. Úgy gondolom, ez a legjobb módja annak, hogy a felvázolt elméleti állításomat – miszerint az SMD Toronyok bevezetése pozitívan hat a termeléskiszolgálási hatékonyságra – igazolni tudjam.

3.2.1. Alkalmazott módszer

A kérdőíves felmérésnek számos előnye ismert. Közöttük van többek között, hogy

- a többi módszerrel ellentétben viszonylag könnyű alkalmazni
- rövid időn belül sok alanyhoz eljuthatunk vele, ezáltal viszonylag hamar reprezentatív mintaelemszámmal dolgozhatunk
- jól összeállított és a válaszadók részéről megfelelően kitöltött kérdőívek releváns információkat bocsáthatnak rendelkezésünkre
- a kérdőívek kitöltése a legtöbb esetben nem megterhelő a megkérdezettek számára

Vannak olyan esetek, amikor a kérdőívezés az egyetlen alkalmazható kutatási módszer. (Boncz, 2015)

Ugyanakkor jelen technika használata előtt a kutatónak tisztában kell lennie azzal is, hogy akármennyire is relevánsok a válaszok, a megkérdezettek szubjektív hozzáállása, vagy akár az őszinteségük hiánya nagy eséllyel torzíthatja az eredményeket.

A kérdőív szerkesztésének sarkalatos pontja a szükséges információk megfogalmazása a kutatási célokra fókuszálva, azok tartalmilag és logikailag egybe tartozó csoportokba rendezése, illetve a kérdések megalkotása. Amennyiben ezeket a részleteknek sikerült maradéktalanul eleget tenni, a válaszokkal értékes, empirikus adatokhoz juthatunk.

Dönteni kell arról is, hogy a kérdezés módját választunk. Ez ugyanis lehet kérdezőbiztos általi, önkitöltős, telefonos vagy internetes megkérdezés.

A kérdőíves felmérés során használhatunk indexeket és skálákat is. Az indexek némileg bonyolultabb jelenségeket tárnak fel, és alkalmazási formájuk leginkább az 5-fokozatú Likert skála. Ezzel szemben a skálák a mért jelenség belső szerkezetét tárja fel, melynek megismerésére grafikus, numerikus vagy úgynevezett szemantikus differenciál skálát használhatunk.

A saját szerkesztésű kérdőívek esetén törekedni kell arra, hogy

- általa megismerjük a célközönség főbb jellemzőit
- a szerkesztés legyen rendezett, jól áttekinthető
- kerüljük az összetett mondatokat
- udvarias, semleges legyen a hangvétele
- olyan válaszadói körben kérdezzünk, akik releváns adatokkal szolgálhatnak
- törekedjünk a rövid, jól megfogalmazott, első olvasásra is egyértelmű kérdésekre
- kerüljük a tagadó és sugalmazó kérdéseket

A kérdéseket funkciójuk szerint fő- és kiegészítő kérdésekre oszthatjuk: az előbbi a kutatási témára vonatkozó, az utóbbi a kapott eredmények értékelését segítő – főként demográfiai adatokat szolgáltató – kérdéseket foglal magába.

A válaszlehetőségek szerint megkülönböztetünk szelektív (feleletválasztós), dichotóm (eldöntendő) és nyitott kérdéseket. A feleletválasztós és eldöntendő típusok a zárt kérdések kategóriájába tartoznak, melyeknek van egyválaszos és többválaszos változata is.

Továbbá a kérdések között megkülönböztethetünk közvetett (indirekt) és közvetlen (direkt) kérdéseket is, a kérdések irányultságát tekintve.

A kérdőív kidolgozásának végeztével érdemes egy próbakérdezést (pilot vizsgálat) is lefolytatni, amivel kiküszöbölhetők a formai, tartalmi és logikai hibák.

3.2.2. Eredmények

A diplomadolgozatom ezen részéhez végzett kutatást a dolgozók körében végeztem el – a célcsoportom a raktárban és termelésben dolgozó azon kollégák voltak, akik a munkájuk során használják az SMD Tornyokat.

Tekintve, hogy a munkavállalók közül nem mindenki dolgozik számítógép és internet közelben, munkaidő után pedig nem tudok semmilyen formában minden érintettet elérni, a kérdőíves felmérést kombinálva, önkitöltős formában és személyesen, papír alapon végeztem el.

Mint ahogy azt sikerült megtudnom, a raktári és SMT gyártási területen, váltott műszakokban összesen 371 embert foglalkoztat a vállalat. Ebből a létszámból 296 dolgozóval sikerült kitöltenem a kérdőívet. Ezzel a létszámmal elmondható, hogy az SMD Tornyokkal dolgozó kollégák közel 80 %-át sikerült elérnem, ez pedig azt jelenti, hogy a

válaszok száma elegendő ahhoz, hogy megbízható és érvényes eredményt kapjak az elemzés során.

A kérdőív összeállításánál a kérdéseket 4 fő csoportba soroltam:

1. Munkahelyhez kötött kérdések
2. SMD Tornyok hatékonyságának vizsgálata
3. Technológiaelfogadás
4. Demográfiai kérdések

Az első és az utolsó szakaszban olyan adatokra voltam kíváncsi, amelyek egyrészt segítenek kategorizálni a válaszadókat (munkaterület, ledolgozott évek száma, nem, életkor, iskolai végzettség), valamint adnak egy általános képet arról, hogy a megkérdezetteknek mennyire jelent kihívást a munkájuk. Ezekre a kérdésekre adott válaszokból úgy gondolom, megfelelően fogok tudni következtetni arra, hogy milyen összefüggések vannak például az életkor és/vagy a ledolgozott évek száma és az új folyamat hatékonyságának ítéltése között.

Ezen kérdésekre adott válaszok alapján kiderült, hogy a megkérdezettek 27%-a, vagyis 80 fő a raktárban dolgozik, míg a 73%, azaz 216 fő a gyártásban.

A 371 válaszadóból 117-en minimum 9 éve dolgoznak a vállalatnál, ezzel szemben a friss (maximum 1 éves) munkavállalók száma 52 fő.



11. ábra Megadott munkaterületen eltöltött évek számának megoszlása a munkavállalók között (saját szerkesztés)

A dolgozók 48 %-ának közepes mértékben jelent kihívást a munkája. 31,8%, vagyis 94 főnek inkább kihívás, 4 %-nak inkább nem kihívás, 16,2%-nak pedig egyáltalán nem jelent kihívást a jelenlegi munkakör. Érdekes, hogy a megkérdezettek közül senki sem válaszolta azt, hogy teljes mértékben kihívást jelentene a munkája.

A demográfiai kérdésekre adott válaszok alapján kiderült, hogy a kérdőívet kitöltők között a nők aránya majdnem duplája a férfiakénak. A megoszlás aránya 65,5 és 34,5 százalék.

Az életkort tekintve megtudhatjuk, hogy a válaszadók közel 30%-a 26 és 35 év közötti. 56 és 65 év közöttiek vannak a legkevesebben a raktári és gyártási munkaterületeken. 66 éves vagy a feletti munkavállaló pedig a kérdőívből kapott adatok alapján nincsen.

A legmagasabb iskolai végzettség mindössze 1 százalékuknál, vagyis 3 főnél általános iskola. 99 fő (33,4%) végzett középiskolát, érettségi nélkül. 132 fő (44,6%) szerzett érettségit. 41 főnek van OKJ végzettsége, 9 főnek főiskolai vagy egyetemi diplomája, 12 főnek, vagyis a megkérdezettek 4,1%-ának pedig egyéb végzettsége (például 13. év a középiskolában).

A kérdőívem két fő szakasza közül az első magának a fő irányvonalnak az elemzésére, vagyis a hatékonyságvizsgálatra irányul. Ezen részben összesen 14 kérdést tettem fel a munkavállalóknak, amelyekből előzetes elképzelésem alapján konkrét választ kapok majd arra, hogy a felállított hipotézisem igaznak bizonyul-e vagy sem.

Milyen gyakran használja az SMD Tornyokat?

Erre a kérdésre 0,7 százalék válaszolta, hogy naponta egyszer; 15,9 százalék azt, hogy hetente egyszer, 62,1 százalék, hogy hetente többször, és 21,3 százalék azt, hogy ritkábban.

Véleménye szerint gyorsabbá vált a munkavégzése, amióta az SMD Tornyokba kerülnek az alkatrészek?

156 fő (52,7%) szerint igen, míg 140 fő (47,3%) szerint nem.

Az SMD Tornyok használata során szokott-e hibát, fennakadást tapasztalni?

Meglepő eredménnyel, 91,6 kontra 8,4 százalékos arányban válaszolta azt a többség, hogy igen.

Milyen sűrűn tapasztal hibát, fennakadást az SMD Tornyok használata közben?

Erre a kérdésre 4 különböző részeredményt kaptam: 142 fő (48%) hetente egyszer biztosan tapasztal hibát, 82 fő azonban hetente többször is. 47 fő, vagyis 15,9 % ritkábban. 25 fő pedig nem tapasztal ilyet.

Tapasztalt már olyat, hogy egy vagy több SMD Torony egyáltalán nem működött?

A megkérdezettek 68,2 százaléka válaszolt igennek erre a kérdésre.

Ön szerint az SMD Toronyok meghibásodását gépi (karbantartási) vagy emberi hiba okozza inkább?

92 fő mondta, hogy inkább gépi hiba lehet az oka a meghibásodásoknak, míg 69-en mondták, hogy inkább ember okozza a gondokat. 110-en azt válaszolták, hogy nem tudják megítélni, míg 25-en nem tapasztaltak hibát.

A hibajelentése(ke)t általában megoldja egy újraindítás?

A válaszadók 84,8 százaléka szerint igen, 6,8%-a szerint nem, 8,4%-a pedig továbbra is azt válaszolta, hogy nem szokott hibát tapasztalni.

Véleménye szerint a rendszeres, szakszerű karbantartás segítené az SMD Toronyok hatékonyabb működését?

A válaszok 34,5 százaléka szerint igen, 45,3 %-a szerint azonban nem. 20,2 százaléka a válaszadók közül azt jelölte, hogy nem tudja megítélni.

Véleménye szerint a munkája során előnyt vagy hátrányt jelent inkább az SMD Toronyok használata?

Az „inkább előny” és „többnyire előny” válaszokat adta a megkérdezettek 33,8 és 31,1 százaléka. Semleges választ adott 84 fő, vagyis 28,4 százalék. 20 fő (6,7%) válaszolta azt, hogy a Toronyok használata többnyire hátrány.

Itt többen megjegyezték, hogy a hátrányt leginkább a toronyok műszaki állapota és rendelkezésre állása jelenti, mintsem maga a folyamat és az eszköz használata.

Kérem, jelölje egy 5 fokozatú skálán, hogy saját bevallása szerint milyen mértékben segíti Önt az SMD Toronyok használata a szakmai fejlődésben?

A 296 főből 57-en (19,2%) mondták, illetve jelölték azt a választ, hogy egyáltalán nem segíti őket. 3,4 százalék (10 fő) adta azt a választ, hogy inkább segítség. 118 fő (39,8%) szerint semleges, vagyis nincs különösebb befolyással a szakmai fejlődésükre az eszköz használata. 107 fő (36,2%) véleménye az, hogy inkább előnyére válik az SMD Toronyok alkalmazása. 4 fő (1,4%) mondta azt, hogy kifejezetten előnyére válik és nagy mértékben segíti a szakmai fejlődését a Toronyokkal való munka.

Véleménye szerint egyszerű az SMD Toronyok használata?

269 fő, vagyis 90,9 százalék szerint igen, míg csupán 27-en (9,1%) adtak nemleges választ.

Az Ön munkakörét tekintve a szettkocsira való anyagelőkészítés vagy az SMD Torony a jobb megoldás?

A szettkocsira való anyagelőkészítést 52-en választották, ami a teljes válaszadói létszám 17,5 százaléka. 241-en jelölték az SMD Tornyt (81,4%). 3 fő (1,1%) pedig azt a választ adta, hogy szerinte egyik megoldás sem jó.

Megítélése szerint az, hogy SMD Tornyokba kerülnek az alapanyagok a szettkocsik helyett, meggyorsítja az alapanyag-áramlást a raktár és a gyártás között?

Erre a kérdésre a többség, vagyis 86,8% igennel válaszolt. Ez pontosan 257 főt jelent. A fennmaradó 39 fő (13,2%) nemmel válaszolt.

Ha tehetné, visszatérne a szettkocsis anyagelőkészítéshez?

Ennél a kérdésnél 53 fő választ igennel, 242 fő nemmel, és 1 fő tartózkodik. Az arányok a következőképpen alakultak: 17,9% igen, 81,8% nem, 0,3% nem tudom megítélni.

A kérdőíves vizsgálatom második szakasza a technológiaelfogadás kérdéskörét elemzi. Ahogy azt már korábban említettem, szubjektív megítélésem szerint a hatékonyság és a technológiaelfogadás szorosan kapcsolódnak egymáshoz. A vonatkozó szakirodalmak feldolgozás során is számos olyan elméletre, esettanulmányra és cikkre bukkantam, amely során kölcsönhatásban volt egymással a hatékonyság vizsgálata és a technológia elfogadásának kiértékelése.

Ezzel pedig úgy gondolom, tudományosan is megalapozott, hogy az SMD Tornyok hatékonyságának vizsgálata során kitérjek a technológiaelfogadás kérdéskörére is.

Hallotta már korábban a „negyedik ipari forradalom” vagy „IPAR 4.0” kifejezést?

Az igennel válaszolók száma 191 (64,5%), míg a nemmel válaszolóké 105 (35,5%).

Ön szerint a technológia fejlődése (automatizálás, robotizálás, digitalizáció) hogyan hat a világra és a munkakörnyezetre?

245 fő válaszolta azt, hogy előnyére válik. Ez a megkérdezettek 82,8 százalékát teszi ki. 44 fő választotta a nemet válaszként, ez 14,9%. 7 fő (2,3%) pedig a semleges választ adta.

Mit gondol, az Ön munkájára milyen hatással van a technológia fejlődése (SMD Torony, PDA-k, trace rendszer stb.)?

A legtöbben azt válaszolták, hogy segíti a munkájukat, hatékonyabban dolgoznak a technológia fejlődése által. Számokban ez 211 főt (71,3%) jelent. 21,6 százalék (64 fő) mondta azt, hogy hátráltatja a munkáját. 21 fő (7,1%) pedig a semleges választ jelölte meg.

Ön támogatná a további fejlesztéseket, amelyek akár az automatizáltabbá tennék a munkáját?

Erre a kérdésre a válaszadók nagy többsége, több mint 90 százaléka (267 fő) válaszolt igennel. A válaszadók összlétszámához képest elenyésző munkavállaló adott csak nemleges választ (29 fő, 9,8%).

Véleménye szerint a technológiai fejlesztések és innovatív megoldások veszélyeztetik a munkahelyét, munkahelyi pozícióját?

A válaszadók álláspontja ebben a kérdésben már nem válik el egymástól olyan élesen, itt ugyanis 65,5 és 34,5 százalékban oszlik meg az igenek és nemek aránya. 194 fő mondta, hogy szerinte veszélyes az innováció a munkahelyére, míg 102 fő nem fél ettől az eshetőségtől.

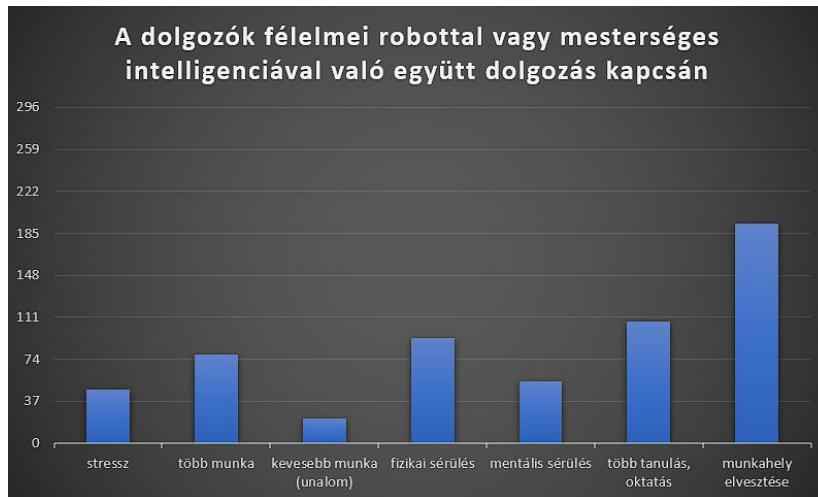
Mit gondol, fennáll annak a veszélye, hogy az Ön munkáját előbb-utóbb egy robot vagy mesterséges intelligencia vegye át?

125 főnek volt határozott véleménye a feltett kérdés kapcsán: 92 fő mondta, hogy nagy esély van rá (31,1%) és 33 fő (11,1%) állította azt, hogy nem gondolná, hogy ilyen megtörténne. A többség, 171 fő (57,8%) maradt a határmezsgyén, miszerint van ugyan esély erre, de csekély.

Ha a későbbiekben olyan szituáció adódna a munkahelyén, hogy Önnek egy robottal vagy mesterséges intelligenciával kellene együtt dolgoznia, mitől tartana leginkább?

A kérdőív során ez volt az egyetlen olyan kérdés, amelynek keretében több választ is megjelölhettek a válaszadók.

A kérdőívet kitöltő munkavállalók 65,5%-ban a munkahely elvesztésétől tartanak leginkább. A második helyen áll a sorrendben a több tanulás, oktatás 36,1%-kal. A harmadik a fizikai sérülés esélye 31,4%-kal. Ezt követi a több munka (26,4%), a mentális sérülés (18,6%) és a stressz (15,9%). A felmérés szerint a legkevésbé attól tartanak a válaszadók, hogy kevesebb lesz a munkájuk, ami miatt unatkozni fognak (7,4%).



12. ábra A dolgozók félelmei robottal vagy mesterséges intelligenciával való együtt dolgozás kapcsán (saját szerkesztés)

Egyetért Ön azzal az állítással, hogy „A technológia fejlődése megkönnyíti a munkám és előmozdítja a hatékonyságot.”?

68,6 százalék (203 fő) válaszolt igennek, és 31,4 százalék (93 fő) nemmel erre a kérdésre.

Egyetért Ön azzal az állítással, hogy „A technológia fejlődése hatással van a dolgozók mentális egészségére.”?

Csupán 26,7 százalék (79 fő) ért egyet ezzel az állítással, szemben a 73,3 százalékkal (217 fő).

Egyetért Ön azzal az állítással, hogy „A technológia fejlődése által a dolgozók kevesebbet stresszelnek.”?

Ebben az esetben a válaszok kiegyensúlyozottabb eredményt mutatnak: 156 fő mondta azt, hogy igen, ami a válaszadók 52,7 százaléka. Ebből következik, hogy 140-en nem értenek egyet ezzel az állítással, amely a fennmaradó 47,3 százalék.

4. Következtetések, javaslatok

A kérdőíves felmérés vizsgálatához igyekeztem összefüggésekben látni a kapott eredményeket, ezért kontingencia táblázatokat használtam a különböző részeredmények összevetéséhez.

Mint ahogy azt már többször említettem, a diplomadolgozatom központi témája a hatékonyságvizsgálat, ezért igyekeztem minden egyes vizsgált aspektusnál a hatékonyságra vonatkozó kérdések eredményeit alapul venni, majd ezekből levonni a konzekvenciát.

Munkaterület és hatékonyság:

Ezzel az összevetéssel az volt a célom, hogy megvizsgáljam, a két különböző munkaterületen dolgozó kollégák hogyan vélekednek az SMD Tornyokkal való gyorsabb, hatékonyabb munkavégzéstől.

A kérdőívet kitöltők összelétszámát tekintve 216 fő dolgozik a gyártásban, 80 fő a raktárban. Amellett pedig, hogy az SMD Tornyokkal gyorsabb a munkavégzés, összesen 156-an tették le a voksukat, ami a válaszadók 52,7 százaléka.

		Munkaterület		
		Gyártás	Raktár	Összesen
Gyorsabb a munkavégzés az SMD Tornyokkal?	Igen	117	39	156
	Nem	99	41	140
	Összesen	216	80	296

13. ábra Munkaterület és hatékonyság összevetése - 1. kontingencia táblázat (saját szerkesztés)

A táblázatból látszik, hogy a gyártásban dolgozók jelentős része tapasztalja úgy, hogy az SMD Tornyok bevezetésével a munkavégzése gyorsabb lett. A raktárban az igenek száma ugyan kevesebb, de az igenek és nemek aránya majdnem 50-50%.

Ugyanakkor a felmérés során sokan jegyezték meg azt, hogy elég nehezen döntöttek igennel vagy nemmel ebben a kérdésben, ugyanis szinte egybehangzóan állították azt, hogy amennyiben a Tornyok folyamatosan kifogástalanul működnének, egyértelműen igennel szavaznának.

Ebből adódóan úgy gondoltam, meg kell vizsgálni, hogy az SMD Tornyoknál milyen gyakorisággal tapasztalhatók hibák, fennakadások.

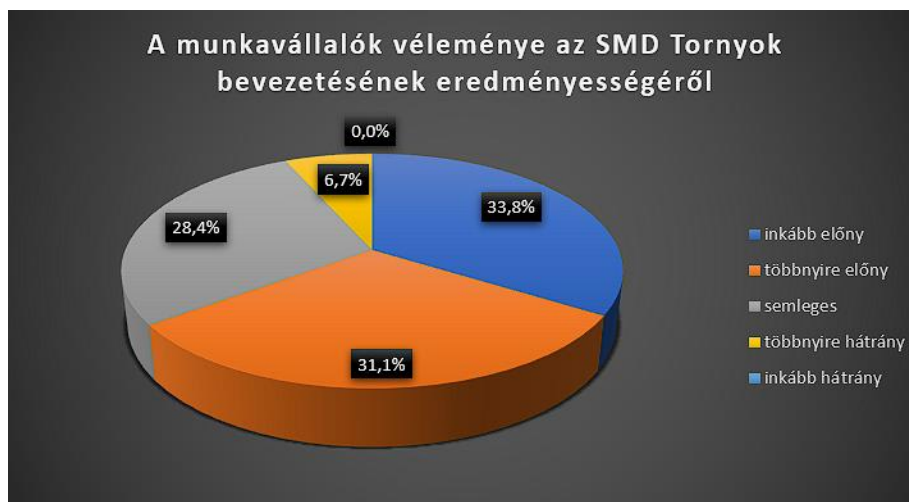
Hibák, fennakadások:

A felmérés készítése és elemzése során nyilvánvalóvá vált számomra, hogy a műszaki állapot nem csak fizikálisan áll összefüggésben a hatékonysággal, hanem a dolgozók véleményét, ezáltal a technológia elfogadását is nagyban befolyásolja.

A kérdőívben több kérdést is feltettem, ami a hibajelenségekre vonatkozik. Ezekből egyértelműen kiolvasható, hogy a felhasználók nagyon magas számban tapasztalnak Tornyokkal kapcsolatosan problémát a munkájuk során, többségük hetente többször, és a legtöbbjük olyan jelenséggel is találkozott már, hogy egy vagy több SMD Torony egyáltalán nem működött.

Kíváncsi voltam, hogy szerintük a rendszeres karbantartás segítené-e azt, hogy a tárolóeszközök megbízhatóbban működjenek. Erre a munkavállalók részéről nem kaptam egyértelmű választ, a megkérdezettek 20%-a tartózkodott, míg az igenek és nemek aránya közel azonos volt.

Visszatérő, ellenőrző kérdésnek szánva került bele a kérdőívbe újra, hogy előnyére vagy hátrányára válik-e a munkafolyamatoknak az SMD Tornyok bevezetése, használata? A válaszadók 64,9%-a gondolta úgy, hogy mindenképpen előny. Az arányok a következőképpen oszlanak meg:



14. ábra A munkavállalók véleménye az SMD Tornyok bevezetésének eredményességéről (saját szerkesztés)

Életkor és hatékonyság:

A személyes felmérés során felfigyeltem arra, hogy leginkább a fiatalabb munkavállalók véleménye volt az, hogy a technológia bevezetésével a munkavégzésük gyorsabbá, hatékonyabbá vált. Úgy gondolom, mivel a közvélemény szerint és a kapcsolódó forrásanyagok jelentős részében is az szerepel, hogy az idősebb dolgozók nem tudják, vagy

nem akarják elfogadni az innovatív megoldásokat, érdemes megvizsgálni az SMD Tornyok termelés kiszolgálási hatékonyságát ebből a nézőpontból is.

Hat korcsoportot jelenítettem meg a kérdőívben, ebből 5 csoportba tartozó munkavállaló élt a vélemény-nyilvánítás lehetőségével. Az eredmény tehát a következő lett:

		Gyorsabb a munkavégzés az SMD Tornyokkal?		
		Igen	Nem	Összesen
Életkor	18 – 25 év között	63	9	72
	26 – 35 év között	70	12	82
	36 – 45 év között	20	48	68
	46 – 55 év között	2	68	70
	56 – 65 év között	1	3	4
	66 és vagy felette	0	0	0
	Összesen	156	140	296

15. ábra Életkor és hatékonyság összevetése - 2. kontingencia táblázat (saját szerkesztés)

A fenti táblázatban található számok igazolják, hogy a munkavállalók körében inkább a fiatalabban tartják hatékonyabbnak a Tornyok használatát. Úgy sejtettem, ennek két oka lehet: az egyik, hogy túl bonyolultnak, nehéznek tartják a kezelést. A másik, hogy valószínűleg régebb óta dolgoznak az adott munkakörben, és már megszokták a korábbi, szettkocsis anyagösszekészítést.

Az előzetes megfogalmazott véleményem azonban megdőlt a kérdőívben adott további válaszok alapján, ugyanis arra a kérdésre, hogy egyszerűnek tartják-e a Tornyok kezelését, a megkérdezettek közel 91 százaléka válaszolt igennek. Továbbá a hatékonyságvizsgálatra fókuszáló blokk utolsó feltevését, mely szerint visszatérnének-e a szettkocsis anyagösszekészítéshez, közel 82 százalékos aránnyal elutasították.

Technológiaelfogadás:

A kérdőíves felmérés technológiaelfogadás vizsgálatára irányuló szakaszából kiderül, hogy a többség tisztában van azzal, hogy mit jelent az ipari forradalom, illetve, hogy az milyen újításokat jelent majd a jövőre nézve. A válaszadók többsége szerint a munkakörnyezetre is pozitív hatással van a technológia fejlődése, valamint egy részük szerint már most is segíti a munkáját a számos korszerű, innovatív megoldás.

Ennek ellenére a munkahelyüket és munkahelyi pozíciójukat tekintve a legnagyobb veszélyforrásnak is tekintik az automatizálást és digitalizációt. A válaszadók több mint fele osztja azt a véleményt, hogy a technológia fejlődésével egyre nagyobb az esélye a leépítéseknek, illetve az élő munkaerő mesterséges intelligenciával való helyettesítésének.

Javaslatok

Az első vizsgálat során, melynek keretein belül lemértem a két termeléskiszolgálási folyamat teljes időtartamát, majd összehasonlítottam azokat, egyértelműen kiderült, hogy az SMD Tornyok használata gyorsabb és egyszerűbb – ezzel pedig kimondhatjuk, hogy a felállított hipotézis megállja a helyét, mely szerint az SMD Tornyok bevezetése pozitív hatással van a termeléskiszolgálás hatékonyságára.

A mérés során észrevettem azonban, hogy az anyagösszekészítést követő „plusszolás” az SAP-ban manuálisan zajlik, ami közel 30 percet jelent gyártási megbízásonként. Ez pedig növeli az „összekönyvelések” veszélyét, amennyiben több kolléga párhuzamosan dolgozik a raktárban. A teljes folyamat rövidíthető lehetne azzal, ha az SAP vállalatirányítási rendszer WM funkcióját összekapcsolva használhatnák a raktárosok a trace rendszerrel, így az előző lépés, vagyis a PDA-val való könyvelés során már a teljes mennyiség megadható lenne, és egy lépésben megtörténne a fizikálisan összekészített mennyiség kikönyvelése. Ezzel az SMD Tornyokba való anyagösszekészítési folyamat teljes időtartama már kevesebb lehetne, mint 2 óra.

További előrelépés lehet még a folyamat továbbfejlesztése robottechnológia alkalmazásával. A kutatásom során olvastam, hogy néhány vállalatnál már tesztelés alatt van egy úgynevezett MIR (Mobile Industrial Robot), valamint egy robotkar, amelyek wifi kapcsolaton keresztül képesek összekapcsolódni és önállóan dolgozni. A MIR feladata, hogy a raktárból az SMD Tornyokhoz szállítsa az összekészített alapanyagot, majd kiérve a Tornyokhoz, rákapcsolódjon a robotkarra. A kar ezt követően egyesével leveszi a hordozóról a tekercset, és a manuális betároláshoz hasonlóan behelyezi azt az SMD Torony fogadótálcájára.

Amíg a MIR és a robotkar dolgozik a betároláson, ezáltal ellátva alapanyaggal a termelést, a raktáros fókuszálhat a következő gyártási megbízás összekészítésére, vagy egyéb raktárosi feladatra.

Az SMD Tornyok termeléskiszolgálási hatékonyságának felmérése a dolgozók körében szintén egyértelmű eredményeket mutat. Ugyanakkor arra is rávilágít, hogy a folyamat hatékonysága nagyban múlik egyrészt a Tornyok műszaki állapotán, másrészt a dolgozók elfogadásán, magabiztosságán.

A rendszeres és szakszerű karbantartás és rendszerfrissítés véleményem szerint megoldaná azon problémát, ami a dolgozók szerint leginkább hátráltatja ezen anyagösszekészítési folyamat termeléskiszolgálási hatékonyságát. A korábbiakkal ellentétben már van olyan

magyarországi székhelyű vállalkozás, amely vállalna ezt a feladatot, ezért egy mindkét félnek előnyös szerződés megkötése nagyban elősegítené a fejlődést és nem utolsó sorban a dolgozók munkáját, hozzáállását.

Végül, de nem utolsó sorban, véleményem szerint nagyobb hangsúlyt kellene fektetnie a vezetésnek az edukációra: különböző belső oktatások, tréningek tartására, amelyek kitérhetnének akár az ipari forradalomra és annak jövőbeli hatásaira is. Ezzel a munkavállalók átfogó képet kapnának arról, hogy különböző innovatív megoldások nem feltétlenül képesek átvinni a helyüket a termelésben, vagy ha mégis, az még biztosan nem 1-2 éven belül következik be. Így talán kevésbé nehezedne a dolgozókra a munkahelyük elvesztésétől való félelem terhe.

5. Összefoglalás

A kutatásomhoz átnézett és elolvasott szakirodalmi forrásanyag után bátran állíthatom, hogy minden egyes tudományának megvan a maga megfogalmazása az IPAR 4.0-ra, és ha tovább megyünk, magára az automatizálásra is. De ez valahol érthető is. Egy azonban minden definíció elolvasása során egyértelművé válik mindenkinek: fejlődést, előrehaladást, innovatív megoldást jelent.

A globalizáció hatására a világban már szinte mindenhol megjelent a technológia és annak fejlődése, így az aktualitása a témának megkérdőjelezhetetlen – ezért is döntöttem úgy, hogy ebben a témában írom a diplomadolgozatom. Ehhez pedig nagy segítségemre volt az az automatizációs technológia, amelyet nemrég kezdtek el használni annál a vállalatnál, ahol dolgozom.

Úgy gondolom, a választott kutatási módszerek megfelelőek voltak ahhoz, hogy választ kaphassak a bennem, és talán másokban is, felmerülő kérdésekre – melyeket később kutatási célokként fogalmaztam meg.

Az első kettő fő cél mellett a kiegészítő, technológiaelfogadással kapcsolatos kutatási célom is megvalósult, ám ott végül nem azt az eredményt kaptam, amit vártam. Nem bizonyosodott be teljeskörűen a kérdőíves felmérés során, hogy a munkavállalók technológiához való hozzáállása befolyásolja az új technológia hatékonynak való megítélését. Ehhez további felmérések és vizsgálatok lennének szükségesek.

Összességében azonban mind a mérési eredmények, mind a dolgozók által adott válaszok, véleményem szerint teljesen lefedték a kutatási területet, és ezáltal az elemzést követően, végszóként kijelenthetem, hogy a dolgozat alapjául felállított hipotézist, miszerint *az SMD Toronyok bevezetése pozitív hatással van a termelés kiszolgálás hatékonyságára*, sikerült minden kétséget kizáróan bizonyítani.

Irodalomjegyzék

BARTODZIEJ, C. J. (2017): The Concept Industry 4.0: An Empirical Analysis of Technologies and Applications in Production Logistics, Berlin, Springer Gabler

KISS É. – TINER T. (2021): Az ipari forradalmak és az infokommunikációs fejlődés földrajzi összefüggései a nemzetközi szakirodalom tükrében, Földrajzi közlemények (DOI: <https://doi.org/10.32643/fk.145.2.1>)

HENG, S. (2014): Industry 4.0: Upgrading of Germany's industrial capabilities on the horizon, Deutsche Bank Research (Elérhető: <http://ssrn.com/abstract=2656608>)

PAN, F. (2017): Industrialization (DOI: <https://doi.org/10.1002/9781118786352.wbieg0114>)

FONSECA, L.M. (2018): Industry 4.0 and the digital society: concepts, dimensions and envisioned benefits, Sciendo (DOI: <https://doi.org/10.2478/picbe-2018-0034>)

TAY, S.I. – CHUAN, L.T. – AZIATI, A. H. N. – AHMAD A.N.A. (2018): An Overview of Industry 4.0: Definition, Components, and Government Initiatives, Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems
(Elérhető: <https://www.researchgate.net/publication/332440369>)

KAGERMANN, H., – WAHLSTER., W. – HELBIG, J. (2013): Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0, Forschungsunion

QIN, J. – LIU, Y. – GROSVENOR, R. (2016): A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and Beyond, Procedia CIRP
(DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.08.005>)

SCHUMACHER, A. – EROL, S. – SHIN, W. (2016): A Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises, Procedia CIRP (DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.040>)

SCHWAB, K. (2016): The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond, World Economic Forum (Elérhető: <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>)

WANG, S. – WAN, J. – LI, D. – ZHANG, C. (2016): Implementing Smart Factory of Industrie 4.0 : An Outlook, Hindawi Publishing Corporation
(DOI: <https://doi.org/10.1155/2016/3159805>)

- MRUGALSKA, B. – WYRWICKA, M. K. (2016): Towards Lean Production in Industry 4.0., Prodecia Engineering, Science Direct
(DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.135>)
- SMIT, J. – KREUTZER, S. – MOELLER, C. – CARLBERG, M. (2016): Industry 4.0 – Analytical study for the ITRE Committee, Brüsszel, Európai Unió
- STANTON, D. (2021): Supply Chain Management for dummies, Hoboken, John Wiley & Sons Inc.
- MELORE, C. (2021): Two-thirds of office workers say job is ‘painfully monotonous,’ agree AI would benefit them, StudyFinds (Elérhető: <https://studyfinds.org/office-workers-artificial-intelligence-automation/>)
- MANYIKA, J. ET AL (2017): Jobs lost, jobs gained: What the future of work will mean for jobs, skills, and wages, McKinsey Global Institute
(Elérhető: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/jobs-lost-jobs-gained-what-the-future-of-work-will-mean-for-jobs-skills-and-wages>)
- MYCRONIC (2021): MYTower Brochure
(Elérhető: https://www.mycronic.com/globalassets/global-blocks/product-areas/pcb-assembly/_pdf/p-001-0207-mytower-brochure-dec-2021_lr.pdf)
- KESZEY, T. – ZSUKK, J. (2017): Az új technológiák fogyasztói elfogadása. A magyar és nemzetközi szakirodalom áttekintése és kritikai értékelése, Vezetéstudomány-Budapest Management Review, Budapest, Budapesti Corvinus Egyetem
(DOI: <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2017.10.05>)
- ORR, G. (2003): Diffusion of Innovations, by Everett Rogers (1995)
(Elérhető: <https://www.academia.edu/download/28804464/rogers1985.pdf>)
- KESZEY, T. – TÓTH, R. Zs. (2020): Ipar 4.0 az autóiparban – A fehér- és kékgalléros munkavállalók technológiaelfogadási aggályai, Vezetéstudomány-Budapest Management Review, Budapest, Budapesti Corvinus Egyetem
(DOI: <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2020.06.07>)
- BONCZ, I. (2015): Kutatásmódszertani alapismeretek, Pécs, Pécsi Tudományegyetem Egészségtudományi Kar

GÉRING, Zs. – KIRÁLY, G. – FŰZI, B. (2019): Kutatásmódszertani segédletek, Budapest, Budapesti Gazdasági Egyetem

HAJDÚ, J. (2020): A mesterséges intelligencia hatása a munkaerőpiacra, avagy elveszik-e a robotok az ember munkáját (Elérhető: <https://szakcikkadatbazis.hu/doc/9359907>)

MOLNÁR, E. – MÉSZÁROS, M. – KOZMA, G. – KISS, É. (2020): Upgrading and the geography of the Hungarian automotive industry in the context of the fourth industrial revolution, Hungarian Geographical Bulletin
(DOI: <https://doi.org/10.15201/hungeobull.69.2.4>)

LOSONCI, D. – TAKÁCS, O. – DEMETER, K. (2019): Az ipar 4.0 hatásainak nyomában – a magyarországi járműipar elemzése, Közgazdasági Szemle
(DOI: <http://dx.doi.org/10.18414/KSZ.2019.2.185>)

vállalati forrásanyagok

Ábrajegyzék

1. ábra Az ipari forradalom korszakai (saját szerkesztés)
2. ábra Az Ipar 4.0 kilenc pillére (Circuit Digest)
3. ábra Dolgozói létszám alakulása (vállalati forrás)
4. ábra Gyártási terület változása (vállalati forrás)
5. ábra Éves bevétel alakulása (vállalati forrás)
6. ábra Üzletágak százalékos felosztása (vállalati forrás)
7. ábra SMD Tornyok (vállalati forrás)
8. ábra A termeléskiszolgálási folyamatok mérési eredményei (saját szerkesztés)
9. ábra A termeléskiszolgálási folyamatok mérési eredményeinek összevetése (saját szerkesztés)
10. ábra A termeléskiszolgálási folyamatok időtartamának összevetése (saját szerkesztés)
11. ábra Megadott munkaterületen eltöltött évek számának megoszlása a munkavállalók között (saját szerkesztés)
12. ábra A dolgozók félelmei robottal vagy mesterséges intelligenciával való együtt dolgozás kapcsán (saját szerkesztés)
13. ábra Munkaterület és hatékonyság összevetése - 1. kontingencia táblázat (saját szerkesztés)
14. ábra A munkavállalók véleménye az SMD Tornyok bevezetésének eredményességéről (saját szerkesztés)
15. ábra Életkor és hatékonyság összevetése - 2. kontingencia táblázat (saját szerkesztés)

Mellékletek

1. számú melléklet – Kérdőív

I. Munkahelyhez kötött kérdések

1. Kérem, adja meg a munkaterületét!

gyártás

raktár

2. Mióta dolgozik a területen?

kevesebb mint 1 éve

1 – 3 év között

4 – 8 év között

9 év vagy több

3. Kérem, jelölje egy 5 fokozatú skálán, hogy mennyire jelent Önnek kihívást a munkája?

1 – 2 – 3 – 4 – 5 (1 – egyáltalán nem; 5 – teljes mértékben)

II. SMD Tornyak hatékonyságának vizsgálata

4. Milyen gyakran használja az SMD Tornyokat?

naponta egyszer

naponta többször

hetente egyszer

hetente többször

ritkábban

5. Véleménye szerint gyorsabbá vált a munkavégzése, mióta az SMD Tornyokba kerülnek az alkatrészek?

igen

nem

6. Az SMD Toronyok használata során szokott-e hibát, fennakadást tapasztalni?

igen

nem

7. Milyen sűrűn tapasztal hibát, fennakadást az SMD Toronyok használata közben?

naponta egyszer

naponta többször

hetente egyszer

hetente többször

ritkábban

nem tapasztalok ilyet

8. Tapasztalt már olyat, hogy egy vagy több SMD Torony egyáltalán nem működött?

igen

nem

9. Ön szerint az SMD Toronyok meghibásodását gépi (karbantartási) vagy emberi hiba okozza inkább?

inkább gépi

inkább emberi

nem tudom megítélni

nem tapasztalok hibát

10. A hibajelensége(ke)t általában megoldja az SMD Torony újraindítása?

igen

nem

nem tapasztalok hibát

11. Véleménye szerint a rendszeres, szakszerű karbantartás segítené az SMD Toronyok hatékonyabb működését?

igen

nem

nem tudom megítélni

12. Véleménye szerint a munkája során előnyt vagy hátrányt jelent inkább az SMD Toronyok használata?

inkább előny

többnyire előny

semleges

többnyire hátrány

inkább hátrány

13. Kérem, jelölje egy 5 fokozatú skálán, hogy saját bevallása szerint milyen mértékben segíti Önt az SMD Toronyok használata a szakmai fejlődésben?

1 – 2 – 3 – 4 – 5 (1 – egyáltalán nem; 5 – teljes mértékben)

14. Véleménye szerint egyszerű az SMD Toronyok használata?

igen

nem

15. Az Ön munkakörét tekintve a szettkocsira való anyagösszekészítés vagy az SMD Torony a jobb megoldás?

szettkocsi

SMD Torony

egyik sem

16. Megítélése szerint az, hogy SMD Toronyokba kerülnek az alapanyagok a szettkocsik helyett, meggyorsítja az alapanyag-áramlást a raktár és a gyártás között?

igen

nem

17. Ha tehetné, visszatérne a szettkocsis anyagelőkészítéshez?

igen

nem

nem tudom megítélni

III. Technológiaelfogadás

18. Hallotta már korábban a 'negyedik ipari forradalom' vagy 'IPAR 4.0' kifejezést?

igen

nem

19. Ön szerint a technológia fejlődése (automatizálás, robotizálás, digitalizáció) hogyan hat a világra és a munkakörnyezetére?

előnyére válik

hátrányára válik

semleges

20. Mit gondol, az Ön munkájára milyen hatással van a technológia fejlődése (SMD Torony, PDA, trace rendszer stb.)?

segíti a munkámat, hatékonyabban dolgozom általa

hátráltatja a munkámat

semleges

21. Ön támogatná a további fejlesztéseket, amelyek akár automatizáltabbá tennék a munkáját?

igen

nem

22. Véleménye szerint a technológiai fejlesztések és innovatív megoldások veszélyeztetik a munkahelyét, munkahelyi pozícióját?

igen

nem

23. Mit gondol, fennáll annak a veszélye, hogy az Ön munkáját előbb-utóbb egy robot vagy mesterséges intelligencia vegye át?

nagy esély van rá

van rá esély, de csekély

nem gondolnám, hogy ilyen megtörténne

24. Ha a későbbiekben olyan szituáció adódna a munkahelyén, hogy Önnek egy robottal vagy mesterséges intelligenciával kellene együtt dolgoznia, mitől tartana leginkább?

stressz

több munka

kevesebb munka (unalom)

fizikai sérülés

mentális sérülés

több tanulás, oktatás

munkahely elvesztése

25. Egyetért Ön azzal az állítással, hogy: „A technológia fejlődése megkönnyíti a munkám és előmozdítja a hatékonyságot.”?

igen

nem

26. Egyetért Ön azzal az állítással, hogy „A technológia fejlődése hatással van a dolgozók mentális egészségére.”?

igen

nem

27. Egyetért Ön azzal az állítással, hogy „A technológia fejlődése által a dolgozók kevesebbet stresszelnek.”?

igen

nem

IV. Demográfiai kérdések

28. Kérem, adja meg nemét!

nő

férfi

egyéb

29. Kérem, adja meg életkorát!

18 – 25 év között

26 – 35 év között

36 – 45 év között

46 – 55 év között

56 – 65 év között

66 év vagy felette

30. Kérem, adja meg legmagasabb iskolai végzettségét!

általános iskola

középiskola (érettségi nélkül)

középiskola (érettségivel)

OKJ végzettség

főiskola vagy egyetem

egyéb

Függelék

1. számú függelék – Eredetiség és szellemi tulajdonkezelési nyilatkozat

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: **TÓTH SZABINA**
A Hallgató Neptun kódja: **VP83WZ**
A dolgozat címe: **Automatizálás a gyakorlatban - SMD Tornyok hatékonyságának vizsgálata termelési szolgáltatási szempontból a RENZOLL Kft. autóipar részlegén**
A megjelenés éve: **2023**
A konzulens intézetének neve: **Vidékfejlesztési és Fenntartható Gazdaság Intézet**
A konzulens tanszékének a neve: **Agrárdigitalizációs és Szaktanácsadási Tanszék**

Kijelentem, hogy az általam benyújtott **diplomadolgozat** egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottnak veszem, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2023 év 11 hó 05 nap


Hallgató aláírása

2. számú függelék – Konzulensi nyilatkozat

NYILATKOZAT

Tóth Szabina (név) (hallgató Neptun azonosítója: **VP83WZ**) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy az

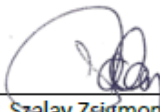
Automatizálás a gyakorlatban - SMD Tornyak hatékonyságának vizsgálata
termelés kiszolgálási szempontból a RENZOLL Kft. autóipar részlegén

című **diplomadolgozatot** áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakedolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő
védésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: Gödöllő, 2023. november 5.


Dr. Szalay Zsigmond Gábor
belső konzulens