

SZAKDOLGOZAT

Botyik Máté

2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Agrár- és Élelmiszergazdasági Intézet
Gazdálkodási és menedzsment alapképzési szak

**Az autóiipari robotizáció és automatizáció a negyedik ipari
forradalomban**

Belső konzulens:	Dr. Turzai-Horányi Beatrix Adjunktus
Belső konzulens intézete/tanszéke:	Agrár és Élelmiszergazdasági Intézet, Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Vállalati Gazdaságtan Tanszék
Külső konzulens:	Ecker Dániel Lear Corporation Hungary Kft., Minőségügyi igazgató
Készítette:	Botyik Máté

Gödöllő
2023

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés.....	5
2.	A negyedik ipari forradalom	7
2.1.	Mit értünk az ipar 4.0-án?.....	7
2.2.	Az önvezető járművekhez vezető út.....	9
2.3.	Mit értünk önvezető gépjárművükön?	12
2.4.	Automatizáltság szintjei	13
2.5.	Az autonóm járművek bevezetésének előnyei.....	16
2.6.	Jogi és etikai dilemmák	19
2.7.	Az önvezető járművek és a büntetőjog felelőssége	20
2.8.	A Moral Machine.....	22
2.9.	A körforgásos gazdaság.....	25
2.10.	Megosztáson alapuló gazdaság	28
2.11.	Autóipari robotizáció és automatizáció.....	29
2.12.	Autonóm rendszerek a raktározásban	32
3.	Lear Corporation Hungary Kft. bemutatása	35
3.1.	Innovációs stratégia a Lear vállalatban.....	35
4.	Kábeladagolás automatizálási projekt.....	37
4.1.	Kutatási módszertan	37
4.2.	A kábelkorbácsokról röviden.....	40
4.3.	A projekt ismertetése	42
4.4.	Az Artiminds által végzett PoC vizsgálatok tartalma és eredményei.....	45
4.5.	2. PoC	48
4.6.	A projekt hatóköre	50
4.7.	Termékinformációk és részletek.....	51
4.8.	Automatizált folyamatkövetelmények.....	54
4.9.	Kommunikáció és nyomonkövethetőség.....	58
4.10.	A projekt eredményei.....	58

5.	Következtetések és javaslatok	60
6.	Összefoglalás	62
7.	Irodalomjegyzék	64
8.	Ábrajegyzék	68
9.	Táblázatjegyzék	69
10.	Melléklet	70

1. BEVEZETÉS

Dolgozatom során röviden ismertetem a robotizáció és automatizáció fejlődését és tényleges alkalmazását egy autóiipari vállalat tevékenységének bemutatása révén. A kutatásom során olyan kérdésekre próbálok választ találni, amelyek mérvadóak az automatizáció és robotizáció elterjedése szempontjából.

A kutatásom két részre oszlik. Az első része a szekunder kutatás megvalósulása, amely során olyan kérdésköröket járok körbe, amelyek bemutatják az önvezető járműveket az ehhez kapcsolódó jogi és etikai dilemmákat, a bevezetésükkel kapcsolatos előnyöket, valamint az automatizáltság szintjeit. Fontosnak vélem tanulmányozni ezekkel a járművekkel kapcsolatban a büntetőjog kérdéskörét, hiszen ez egy elég kényes téma az önvezető járművek és robotok esetében. Ezt egy konkrét kísérleti platform tanulmányozásán keresztül mutatom be, amely nem más, mint a Moral Machine. Ez az oldal tökéletesen szemlélteti a felmerülő erkölcsi kérdéseket és nagy előnye, hogy mindenki számára ingyenesen elérhető és kitölthető az interneten keresztül.

A szekunder kutatásom második felében kitérek a megosztáson alapuló gazdaság és körforgásos gazdaság témakörére is. Mivel úgy feltételezem, hogy az autóiipar szempontjából rendkívül releváns ezek tanulmányozása, továbbá a 21. század meghatározó elméleteit taglalják.

A kutatásom folytatásaként röviden ismertetem az ipari robotok járműipari alkalmazásainak jelenlegi trendjeit, valamint a robotika jelenlegi helyzetét az autóiiparban, amely során arra a következtetésre jutottam, hogy a robotika rohamosan mértékben fejlődik, így külön kitérek a robotika jövőbeli aspektusaira is.

A gyártó vállalatok tevékenységének velejárója a raktározás is, így a robotika szempontjából ez sem elhanyagolható. Emellett fontos megemlítenem, hogy az autonóm rendszerek használata a logisztikai tevékenységek esetében napjainkban már egy előre haladottabb stádiumban van, így tehát az ehhez kötődő technológiák és megoldások bemutatása elengedhetetlen tényező.

Ezután a Lear Corporation Hungary Kft. rövid bemutatására kerül sor, hiszen az általam vizsgált vállalat rövid ismertetése fontos az általuk végzett tevékenységek megértése szempontjából. Tevékenységük bemutatása egy általuk létrehozott projekten keresztül valósul meg, amely keretén belül bemutatom a vállalatnál alkalmazott robotizáció és automatizáció megjelenését a vállalat mindennapi tevékenysége során.

A gyakorlati rész kidolgozásához a kutatómunkát mélyinterjúkon keresztül valósítom meg, amelynek keretén belül 3 szakembert fogok meginterjúvolni. Ezen beszélgetéseken keresztül teljes képet kapok a vállalat tevékenységi köréről és egy általuk megvalósított projektről. Fontosnak tartom kifejezetten a hogyan? és miértekre? fókuszálni, mivel az automatizáltság és robotizáció napjainkban már egy széles körben elterjedt jelenség, így nem az általánosságokra, hanem a tényleges gyakorlati alkalmazásra próbálok részletesebben választ kapni.

Kutatásom során tehát arra törekedek, hogy az automatizáltság és robotizáció mai megjelenését tökéletesen be tudjam mutatni különböző aspektusok által, valamint egy konkrét gyakorlati példán keresztül.

2. A NEGYEDIK IPARI FORRADALOM

2.1. Mit értünk az ipar 4.0-án?

A versenyképes üzleti környezet, a tömeges testreszabás és a globalizáció arra kényszeríti a „hagyományos” iparágakat, hogy új üzleti modelleket fogadjanak el, és az Ipar 4.0 felé mozduljanak el. Az Ipar 4.0 technológiák a gyártás új forradalmának tekinthetők, amelynek célja a maximális hatékonyság és teljesítmény elérése minimális erőforrás-felhasználással. Ezek a technológiák új gyártási trendet hoztak az iparágakban, amelyek célja az erőforrások hatékony felhasználása a maximális teljesítmény érdekében. Az „intelligens gyártás” vagy a „digitális gyártás” tekinthető az Ipar 4.0 magjának, amely lehetővé teszi az iparágak számára, hogy rugalmas gyártási műveleteket hajtsanak végre tömeges testreszabással. (Aiello et al; 2020)

Az Ipar 4.0 egy német kezdeményezés, amelynek célja olyan intelligens gyárak létrehozása, amelyekben a gyártási technológiákat a „tárgyak internete” (IoT) és a kiberfizikai rendszerek (CPS) alakítják át és frissítik. Az Ipar 4.0 gyártórendszerei figyelemmel kísérhetik az ipar fizikai folyamatait, és létrehozhatják a fizikai entitások úgynevezett „digitális ikertestvérét”. Ez elősegíti a valós idejű kommunikációt, az intelligens döntéshozatalt és az ember-gép interakciót a gyártó szervezetekben. Az Ipar 4.0 technológiák ötvözték az intelligens termelést a beágyazott termelési rendszerrel, amely átalakította a termelési értékláncokat, az iparági értékláncot és a szervezetek hagyományos üzleti modelljeit. Az IoT, a CPS, a kiterjesztett és virtuális valóság, a blokklánc technológia, a gépi tanulás (ML), a mesterséges intelligencia (AI), a nagy adatelemzés és a digitális ikrek az Ipar 4.0 gyakorlatának kulcsfontosságú alaptechnológiáinak tekinthetők. Az Ipar 4.0 technológiák elősegítik a szervezetek társadalmi és gazdasági fenntarthatóságának fokozását. Továbbá a technológiák az erőforrás-hatékonyság javítása révén jelentős potenciállal rendelkeznek a fenntartható értékteremtésre a fenntarthatóság gazdasági, környezeti és társadalmi dimenziójában. (Zhong et al; 2017)

Az ipar 4.0 „9 alapvető blokkja”

1. **Autonóm robotok:** Rugalmas és együttműködő, ezeket a kulcsminőségeket használják az autonóm robotok leírására. Az előrehaladott robotok kihasználása igen hatékonynak bizonyult a gyártási folyamat minőségének és költséghatékonyságának javításában. Az összeszerelősorok és mechanikai karok utódai, a mai autonóm robotokat a világ különböző iparágai használják arra, hogy képességüket kihasználva együttműködjenek emberekkel és gépekkel tanulás és interakció révén.

2. **Szimuláció:** A szimulációs technológia segít virtuális klónok létrehozásában valós gépekről, termékekről és emberekről. A szimulátorok fő előnye a termékfejlesztésben, anyagfejlesztésben és gyártási folyamatokban az, hogy lehetővé teszi a gép beállításainak előzetes tesztelését és optimalizálását a virtuális világban, mielőtt azt valóságban alkalmaznák. Így a szimuláció segíthet csökkenteni a gyártási folyamatok bármelyikében bekövetkező hibákat, biztosítani a minőséget, és csökkenteni az effektív gépműködés beállítási idejét. A 3D szimulációt főként üzemeltetési területeken használják, ahol rendkívül fontos a valós idejű adatok kihasználása a következő legjobb termék létrehozása érdekében. A 3D modell folyamatos és gyors tesztelésével magas minőségű fizikai termékeket lehet időben piacra dobni.
3. **Vízszintes és függőleges rendszerintegráció:** A vízszintes és függőleges rendszerintegrációval egy vállalat összetartást és együttműködést biztosíthat különböző osztályai és funkciói között.
 - Vízszintes integráció: Lehetővé teszi a termék- és gyártási adatok hálózatosítását és cseréjét több érintett, egyéni gép vagy gyártási egység között.
 - Függőleges integráció: Ellenőrzést biztosít a beszállítási lánc rendszerének az integrációján keresztül.
4. **Ipari dolgok internete (IIoT):** Az IIoT a gépek, okos gyárak és az üzemeltetés optimalizálásával foglalkozik. Az IIoT kapcsolatot teremt a kritikus gépek és precíz szenzorok között, beleértve a helymeghatározó technológiákat is a magas terhelésű iparágakban, és hatalmas mennyiségű adatot generál. Az ipari szektor számára kialakított kommunikációalapú ökoszisztéma (gyártás, ellátási lánc figyelés és irányítórendszerek) összekapcsolja a felhasználókat, az analitikát és az okos gépeket, hogy egyszerűsítse a cselekvésre alkalmas adatok gyűjtését, elemzését, cseréjét és nyomon követését.
5. **Kiberbiztonság:** Mivel az Ipar 4.0 technológiák növelik a kapcsolódást, kritikus ipari rendszereket és gyártósortokat kell védeni a kibertámadásoktól. A vállalkozások a kiberbiztonságot használják hálózataik, rendszereik és adataik védelmére a kiberbiztonsági fenyegetésektől.
6. **Felhő:** Az Ipar 4.0 elősegíti a termelést, és növekedni fog az adatmegosztás különböző iparágak és vállalatok között. A felhővel az interneten keresztül tárolható és hozzáférhető az adatok és programok. Az Ipar 4.0 részeként a gépadatokat és a funkciókat felhőtechnológiák segítségével lehet implementálni, amelyek lehetővé teszik

az időbeni adatalapú döntéseket a belső és külső érintettekkel való együttműködés révén.

7. **Hozzáadott gyártás:** Ismert, mint 3D nyomtatás, az additív gyártást vállalatok használják a termékalkatrészek egyedi prototípusainak létrehozásához. Ezt a technológiát széles körben alkalmazzák a vállalatok a testreszabott termékek létrehozásához, amelyek különböző termelési és költségelőnyökkel járnak.
8. **Kiterjesztett valóság:** Az argumentált valóság szemüvegekkel, szemüvegekkel, mobil eszközökkel és más termékekkel valós idejű adatokat szolgáltathatnak a felhasználóknak, amelyek megkönnyítik a döntést és jobbik a munkateljesítmény javítását. Az AR technológia teszi a felhasználók számára, hogy a megfelelő információkhoz jussanak a megfelelő időben, és egyénileg dolgozzanak és döntsenek.
9. **Nagy adat elemzés (Big data analytics):** Talán az Ipar 4.0 legfontosabb építőeleme az adat elemzése. A nagy adatelemzés lehetővé teszi az adatok különböző forrásokból való gyűjtését és átfogó kiértékelését. Az adatelemzéssel gyorsan és könnyen azonosíthatók a minták, korrelációk és tendenciák, amelyek jelentősen csökkenthetik a termékhibákat, és optimalizálhatják a magasabb minőségű termékek létrehozását. A nagy adatelemzés segítségével felfedezhetők és vizsgálhatók a nagy és változatos adathalmazok, amelyeket a termelési felszerelések és rendszerek, valamint az üzleti és ügyfélkezelési rendszerek számára szerzünk be a valós idejű és tájékozott döntéshozatalhoz, ami kritikus fontosságú egy vállalkozás számára. (Jania et al; 2018)

2.2. Az önvezető járművekhez vezető út

Az autózás történelme

Az első autó megjelenése óta számos fejlődésen ment keresztül az autóipar, egészen napjainkig. Mára már vezető iparággá nőtte ki magát, ez köszönhető a folyamatos technológiai fejlesztéseknek és vívmányoknak. Annak érdekében, hogy mindig az élvonalban helyezkedjenek el már a kezdetektől fogva folyamatosan törekedtek felkelteni a vásárlók érdeklődését és fenntartani a folyamatos vásárlási szándékot.

A mai társadalom számára a gépjárművek elengedhetetlen velejárója a mindennapoknak, éppen ezért is igyekeznek a nagyvállalatok folyamatosan fejleszteni termékeiket, hogy azok teljes mértékben kielégítsék a vevői igényeket és mindenki számára a lehető legkényelmesebb és legbiztonságosabb utazási élményt tudják biztosítani.

Ma már lehetőségünk adódik a saját igényeinknek és elvárásainknak megfelelő járművet megvásárolni ez köszönhető annak, hogy ma már rengeteg márka van jelen a piacon, azaz a kínálat nagyon sokrétű. Vannak sportautók, családi, offroad, SUV, terepjáró, hybrid, elektromos stb. De ahhoz, hogy napjainkban ilyen széles kínálatból tudjunk válogatni, nagyon hosszú utat kellett megtennie a különböző gyártó vállalatoknak.

Általam olvasott szakirodalmak alapján az első igazi nagy fejlesztés a gőzgépekhez kapcsolódik. Bár ezt megelőzően a 17. század végén Huygensnek egy olyan motor ötlete támadt, amely a csőben lévő puskapor felrobbantásával termeli az erőt. Sajnos jóval megelőzte korát, a mérnöki tudás még nem volt elég jó ahhoz, hogy megépítse ezt a gépet. Az igazi előrelépés az 1800-as évek elején a cornwalli Richard Trevithick nevéhez köthető, aki gőzkocsikat kezdett építeni 3m átmérőjű, ingatag kerekekkel, bár ez, illetve az ehhez hasonló járművek még nem voltak alkalmasak emberi szállításra. (Standingwellback weboldal, 2012)

A következő előrelépés Nikolaus Otto nevéhez köthető a 19. században, aki felfedezte a folyékony üzemanyagot, azaz a benzint. Az 1860-as években különféle motorterveken dolgozott, és 1876-ban végre kitalált egy igazán hatékony benzinmotort, amely ugyanazt a négy ütemet ismételte újra és újra. Gyakorlatilag minden autómotor azóta is ugyanúgy működik. (Woodford, 2020)

Karl Benz német mérnök elkezdte tanulmányozni Otto munkásságát, majd megépített egy egyszerűbb saját benzinmotort, amelyet egy háromkerekű kocsira szerelt fel, azaz 1885-ben elkészítette a világ első praktikus gázüzemű autóját. Később négykerekű autókat kezdett fejleszteni, amelynek köszönhetően a 20. századra a világ vezető autógyártójává vált. (Woodford, 2020)

Rudolf Diesel az elődei tanulmányait olvasva elhatározta, hogy egy jobb motort fog megalkotni, mint az Otto és Carnot által fejlesztett benzinmotorok. Nem sokkal később meg is épített egy Diesel motor prototípust kétszer akkora teljesítményt produkált, mint egy hasonló gőzgép. Sikere még abban is rejlett, hogy szinte bármilyen üzemanyaggal működhetett, még zöldegekből készült olajjal is. Más szóval Diesel a bioüzemanyagok úttörője volt, azonban ő ezt akkoriban nem tudta. (Cultura-MTI, 2018)

A 20. század elejére már a benzinmotoros autók egészen megbízhatóak és gyorsak voltak, azonban az árak is magas volt és kevesen engedhették meg maguknak, hogy ilyen gépjárművel rendelkezzenek. Érdekesség például, hogy Carl Benz „Victoria” autója 1893-ban 9000 GBP-be került, ebből az árból is látszik, hogy csak nagyon kevesen, a felsőbb réteg engedhette meg magának. Mindösszesen 45 került belőle eladásra. Itt jön képbe Henry Ford amerikai mérnök,

aki olyan járművet szeretett volna piacra dobni, ami már a középréteg számára is elérhetővé vált. Mondhatjuk, hogy a legnagyobb áttörés Ford-nak köszönhető, hiszen ő tette lehetővé, hogy az autókat tömeggyártásban lehessen gyártani, illetve, ahogyan már fentebb említettem, hogy még több ember számára elérhetővé váljanak. A nevéhez köthető Ford T-modell, amely az első megfizethető autónak számított, amelyből 15 millió db-ot adott el. Sikere azonban nem magában az autóban rejlett, hanem abban, hogy Ford tömeggyártásra alkalmazta a futószalagot, amely szintén az Ő munkásságának eredménye. (Woodford, 2020)

Ford munkássága után azonban hosszú időnek kellett eltelnie ahhoz, hogy újabb sikertörténet lásson napvilágot az autógyártás terén. Ekkoriban jelentek meg a sokunk által jól ismert autó csodák; Lada, Trabant stb. Ezen járművek mindegyike tartalmazott már valami féle fejlesztést, de alapvetően a külső megjelenésükben történtek a legnagyobb változások. (Woodford, 2020)

Az elektromos autók megvalósításának ötlete sokkal régebbre tehető, mint a benzinneműeké azonban az akkori technikai háttér nem tette lehetővé ennek a megvalósítását, illetve a bevezetését. Az ilyen meghajtású autók bevezetésének elsődleges oka a légszennyezettség csökkentése volt. Ma már minden gyártó, amely a jövőbe tekint, illetve akik fent akarnak maradni azoknak a gyártásába már be van vezetve, szervezve a teljesen elektromos vagy részben elektromos meghajtású gépjárművek gyártása. Ezt felfoghatjuk úgy, hogy egyfajta környezettudatos útra lépett rá szinte minden gyártó, azonban ez sokuknál csak „rákényszerítés” hisz ezek bevezetése nélkül hatalmas büntetéseket kellene fizetniük. Megkülönböztetünk Mild hybrid, Full hybrid, Plug-in hybrid, illetve teljesen elektromos autókat, illetve ezekhez szorosan kapcsolódnak az autonóm járművek, amelye a jövőben szinte biztosan mindennapjaink velejárója lesz. Ezek képviselik az autógyártás csúcstechnológiáját. (Matulka, 2014)

Az önvezető járművek ötlete sokkal régebbre nyúlik vissza, mint azt gondolnánk Valójában az autonóm autó koncepciója a Futuramától, az 1939-es New York-i világkiállítás kiállításától nyúlik vissza. A General Motors azért hozta létre a kiállítást, hogy bemutassa elképzelését arról, hogyan fog kinézni a világ 20 év múlva, és ez a vízió magában foglalta az önvezető autókat irányító automatizált autópálya rendszert is. Bel Geddes megalkotta az első önvezető autót, amelyet rádióvezérlésű elektromágneses mezők vezéreltek, amelyeket az úttestbe elhelyezett mágnesezett fémtüskék generáltak. 1958-ra a General Motors ezt a koncepciót valóra váltotta. Az autó elejébe szenzorokba építették ezeket a felvevő egységeket, amelyek érzékelni tudták az útba ágyazott vezetéken átfolyó áramot. Az áramerősség manipulálható volt, így tudták az autót jobbra vagy balra kormányozni. Ennek a köztudatba való beillesztése, illetve alkalmazása

a múltban nem történt meg, azonban a kutatások alapjait lefektették, így irányt mutattak a jövőnek. (Gringer, 2017)

Kutatások során egyértelművé vált, hogy az informatikai, és a kommunikációs rendszerek legkorszerűbb technológiáit ötvözve áttörések érhetőek el. Elmondható, hogy a gépjárművek elektronikája jelentős változásokon esett át a 21. században. A legnagyobb fejlesztéseket, illetve kutatásokat a japánok, olaszok, németek, illetve az amerikaiak, azaz a legnagyobb autó gyártó országok hajtották végre.

2.3. Mit értünk önvezető gépjárművükön?

Kutatásom elengedhetetlen pontja körbejárni mit is jelent igazán az önvezető jármű fogalma. Vizsgálódás szempontjából kizárom a kötött pályás járműveket, (pl. metró), amelyek bár már évek óta jelen vannak köztünk, még sem képezik a kutatásom tárgyát.

Az utóbbi években beágyazódott a köztudatba az úgynevezett pilóta nélküli légi jármű fogalma. ennek a magyar megfelelője a drón, amit hivatalosan UAV-nek hívnak, azaz „unnamed aerial vehicle” -nek. Az ilyen gépezetek kétségkívül a legdinamikusabban fejlődő részét képezik mind a haditechnikának, illetve mind repüléstechnikának. A légiközlekedésről szóló 1995. évi XCVII. törvény több pontja is foglalkozik ezzel, azaz meghatározza a definícióját, továbbá a pilóta nélküli légi járművek rendszerének a fogalmát. Kötelezettségei alól kiveszi a lajstromozást, illetve az üzembe tartási engedélyeztetést. Fontos megjegyezni azt a megkülönböztetést, amelyet az Lktv. megtesz, azaz két fajta pilóta nélküli gépjárművet tart számon és ismer el; a táv vezérelt, illetve az önálló repülésre alkalmasat. Kutatásom szempontjából főként az utóbbi, azaz az önálló repülésre alkalmas technika élvez prioritást. (Udvary, 2019)

A vizsgálat tárgyát a közutakon közlekedő járművek közül is azok képezik, amelyek egy magasabb automatizáltsági szintet képviselnek, tehát azok, amelyek folyamatos humán inputot nem igényelnek. Társadalmunk évszázadok óta tapasztalja az egyes automatizáltsági szinteket, azonban a 21. században az információs technológia rohamos fejlődésének köszönhetően minőségi változás következett be a korábbi állapotokhoz képest. A már fentebb említett autógyártás élvonalában elhelyezkedő országokban ezek közül főként Amerikában, illetve Németországban kutatási projektek tömkelege foglalkozik az automatizáltság társadalmi impulzusaival, illetve az ezekhez kapcsolódó a jogi implikációkkal. (Udvary, 2019)

Bryant Walker Smith egy cikkében az emberi közreműködés hiányait, azaz az automatizáltság szintjeit 4 különböző csoportba kategorizálja. A megközelítés feltételezi, hogy az önálló jármű

minden olyan képességgel rendelkezik, mint egy ember által irányított. Tehát az összes készséggel és képességgel rendelkezik. Az első csoportba a legteljesebb önállósággal rendelkező gépjárművet szemlélteti. Így tehát a gépezet mindent önállóan, beprogramozása alapján hajt végre, emberi irányítás ki van zárva. A második csoportban már az ember jelen van. Amennyiben szükségességét érzi beavatkozhat a gép irányításába, bár ez nem feltétele a működésének. Harmadik csoportban az ember már folyamatosan jelen van, így döntéseket hoz. Beprogramozása által a gépjármű felszólításokat ad így erre annak vezetője reflektál. Végezetül a negyedik csoportban az emberi jelenlét folyamatos, ugyancsak mint a 3.-ban bár itt a vezető bármikor átveheti az irányítást, akár még felszólítások ellenére is. (Udvary, 2019)

Az önvezető járművek fogalma:

„Egy önvezető jármű egy olyan jármű, mely képes a környezetét érzékelni és a járművezetési funkciókat ellátni emberi beavatkozás nélkül. A környezet érzékelése különböző technológiák segítségével történhet: radarok, lézerradarok (LIDAR), GPS, odometria, gépi látás stb. Mindemellett a jármű gyűjthet adatokat a környező járművektől és intelligens útmenti eszközöktől is. A begyűjtött adatok alapján a jármű biztonságos irányítása automatizált módon történik. Az önvezető járművek célja a biztonságosabb és hatékonyabb közlekedés biztosítása, illetve a mobilitás támogatása olyan személyek számára is (gyerekek, idősek, fogyatékkal élők) akik különböző okok miatt nem tudtak saját maguk járművet vezetni. „(Nagy, 2018)

2.4. Automatizáltság szintjei

Az autonóm járművek meghatározása kulcsfontosságú a szabályozásalkotók számára, hogy minimálisra csökkentsék ennek a technológiának a hagyományos úthasználókra, többek között más járművekre, gyalogosokra, kerékpárosokra, illetve az úttesten előforduló, megjelenő egyéb személyekre például az úton dolgozó munkásokra gyakorolt hatását. A használt autonóm technológia összetettsége, a környezet érzékelésének tartománya, valamint az, hogy az emberi vezető vagy járműrendszer milyen mértékben vesz részt a vezetési döntésben, mind olyan tényezők, amelyek befolyásolják a jármű automatizáltságát. Ezek a tényezők mind szorosan összefüggenek az autonóm járművek biztonságával. (Wang et al, 2020)

Sheridan és Verplank először 1987-ben fogalmazták meg az automatizálási szakaszok hagyományos koncepcióját, Parasuraman később, 2000-ben módosította. Magának az embernek és a járműrendszernek a vezetési folyamat során betöltött funkciói alapján az automatizálás tíz szintjét azonosítják. Az 1. szint a teljes emberi döntések és cselekvések meghozatalát jelenti automatizálás használata nélkül. A 2-től 4-ig terjedő szinteken a

rendszerek alternatív döntési vagy cselekvési tervek egész sorát képesek ajánlani, de továbbra is ember általi végső döntés az rendszer ajánlások végrehajtásáról. 5. szinttől a rendszer humán kezelő beleegyezésével tud döntést hozni. A rendszer 6-os szintje lehetővé teszi az humán vezető számára, hogy egy bizonyos időn belül reagáljon az automatikus művelet előtt. A 7. szinten egy automatikus művelet után a rendszer tájékoztatja a humán felügyelőt, míg a 8. szinten a rendszer nem tájékoztatja az emberi felügyelőt, hacsak nem kéri a tájékoztatást. A 9. szinten a rendszer eldönti, hogy a humán felügyelőt egy automatikus művelet után tájékoztatja-e vagy sem. A 10-es szint teljes automatizálást jelent, az emberi tényezők teljes figyelmen kívül hagyásával. (Sheridan, 1987); (Parasuraman,2000)

A repüléstechnikában az automatizálás szintjei változatosak, és általában hat szintet határoznak meg, amely a Pilot Authorization and Control of Tasks (PACT) keretrendszer néven ismert. Ez az automatizálási rendszer 0-tól 5-ig terjedő címkével van ellátva. A 0-ás szint azt jelenti, hogy nincs számítógépes önállóság, az 5-ös szint pedig azt jelenti, hogy a rendszerek teljesen automatikusak lehetnek, de emberi pilóta továbbra is megszakíthatja, ha az szükségesnek véli. Az ember által vezényelt és az automata üzemmódok mellett a PACT négy asszisztált üzemmódot is javasolt az emberi pilóták és a rendszerek közötti működési kapcsolatokról függően. (Bonner et al, 2000)

Az autógyártás területén az Egyesült Államok Nemzeti Közúti Közlekedésbiztonsági Hivatala (NHTSA) az automatizálás öt szintjét határozta meg. Ebben a rendszerben az automatizálási szintek 5 kategóriára vannak osztva, amelyek 0-tól 4-ig vannak számozva. A 0-ás szint nem jelent automatizálást, itt a járművezetők teljes mértékben irányítják a járműveket. A legmagasabb szint, a 4-es szint a teljesen önvezető automatizálást képviseli, ahol a jármű képes figyelni a külső körülményeket és elvégezni minden vezetési feladatot. A jelenlegi autonóm járműfejlesztési tevékenységek többsége a 3. szintű, korlátozott önvezető automatizálásba sorolható, ahol a vezetők bizonyos esetekben átvehetik a vezetést. A közelmúltban az NHTSA az autonóm járművek szélesebb körben használt definícióját fogadta el a Society of Automotive Engineers (SAE) alapján, amelyet rendszeresen frissítenek. A SAE 6 automatizálási szintet határoz meg a járművekhez 0-tól (nincs automatizálás) 5-ig (teljes vezetési automatizálás) attól függően, hogy milyen mértékben van szükség az emberi tényezőre az automatizálási rendszerhez. Ezt széles körben alkalmazzák az autógyártók, a szabályozó hatóságok és a döntéshozók. Ezeket az automatizálási szinteket az emberi vezetőnek és az automatizálási rendszernek a következő vezetési feladatok irányításában betöltött szerepe szerint osztják fel: kormány- és gázszabályozás végrehajtása, vezetési környezet figyelése, dinamikus vezetési

feladat visszaesése (DDT), és a rendszer képessége különféle autonóm vezetési módokhoz. Az emberi vezető szerepe szerint a DDT-ben a 0–2. szintek az emberi vezetőre támaszkodnak a DDT egy részének vagy egészének elvégzésében, a 3–5. szintek pedig feltételes, magas és teljes vezetési automatizálást jelentenek, ami azt jelenti, hogy a rendszer az összes DDT-t képes végrehajtani bekapcsolt állapotban. A járműautomatizálás szintjének ezt a részletes meghatározását széles körben használják a jelenlegi autonóm fejlesztési tevékenységekhez. A vezetési automatizálásnak Society of Automotive Engineer (SAE) hat különböző szintet határozott meg, ezek a következők. (Favarò, 2017)

- **0. szint** (nincs automatizálás). Minden vezetési feladatot a humán kezelő hajt végre.
- **1. szint** (vezetői asszisztens). A humán kezelő irányítja a járművet, de a vezetést az automatika segíti.
- **2. szint** (részleges vezetési automatizálás). A járműben kombinált automatizált funkciókat alkalmaznak, de az emberi kezelő továbbra is figyeli a környezetet és irányítja a vezetési folyamatot.
- **3. szint** (feltételes vezetési automatizálás). A humán kezelőnek fel kell készülnie arra, hogy ha szükséges beavatkozást kell végrehajtani.
- **4. szint** (Magas vezetési automatizálás). Az automatika adott körülmények között képes automatikusan vezetni, és az emberi vezető képes lehet a járművet kezelni.
- **5. szint** (teljes vezetési automatizálás). Az automatizálási rendszer minden körülmények között képes automatikusan vezetni, és a humán vezető képes lehet irányítani a járművet

	SAE 0. SZINT	SAE 1. SZINT	SAE 2. SZINT	SAE 3. SZINT	SAE 4. SZINT	SAE 5. SZINT
Mit csinál a humán sofőr a vezetésben?	Minden esetben a sofőr vezet, amikor ezek a vezetőautókat szolgáltatások alakulnak, még akkor is, ha a vezető lába fékez a problémák, de az nem kell kíméltetnie.			A sofőr nem vezet, amikor ezek az automatizált vezetőautókat szolgáltatások alakulnak, még akkor sem, ha az az a sofőr üléseiben is.		
	A sofőrnek folyamatosan figyelnie kell azokat a vezetőautókat szolgáltatásokat. Az autók egy részében azonnali beavatkozásra van lehetőségük, de az nem kell kíméltetnie.			Amikor a szolgáltatás eléri, az az a sofőr üléseiben is.		
	Ezek az automatizált vezetőautókat szolgáltatások egyaránt nem igénylik, hogy a sofőr lássa az autót.			Ezek az automatizált vezetőautókat szolgáltatások egyaránt nem igénylik, hogy a sofőr lássa az autót.		
	EZEK VEZETŐTÁMOGATÓ SZOLGÁLTATÁSOK			EZEK AUTOMATIZÁLT VEZETÉS SZOLGÁLTATÁSOK		
Mit csinálnak ezek a funkciók?	Ezek a funkciók egyszerűen a vezetőautókat szolgáltatásokat alakulnak, még akkor is, ha a vezető lába fékez a problémák, de az nem kell kíméltetnie.			Ezek a funkciók egyszerűen a vezetőautókat szolgáltatásokat alakulnak, még akkor is, ha a vezető lába fékez a problémák, de az nem kell kíméltetnie.		
Példák ezekre a funkciókra	• Automatizált vezetés • Automatizált vezetés • Automatizált vezetés			• Automatizált vezetés • Automatizált vezetés • Automatizált vezetés		

1. ábra Az autonóm vezetés szintjei (forrás: www.villanyautosok.hu)

2.5. Az autonóm járművek bevezetésének előnyei

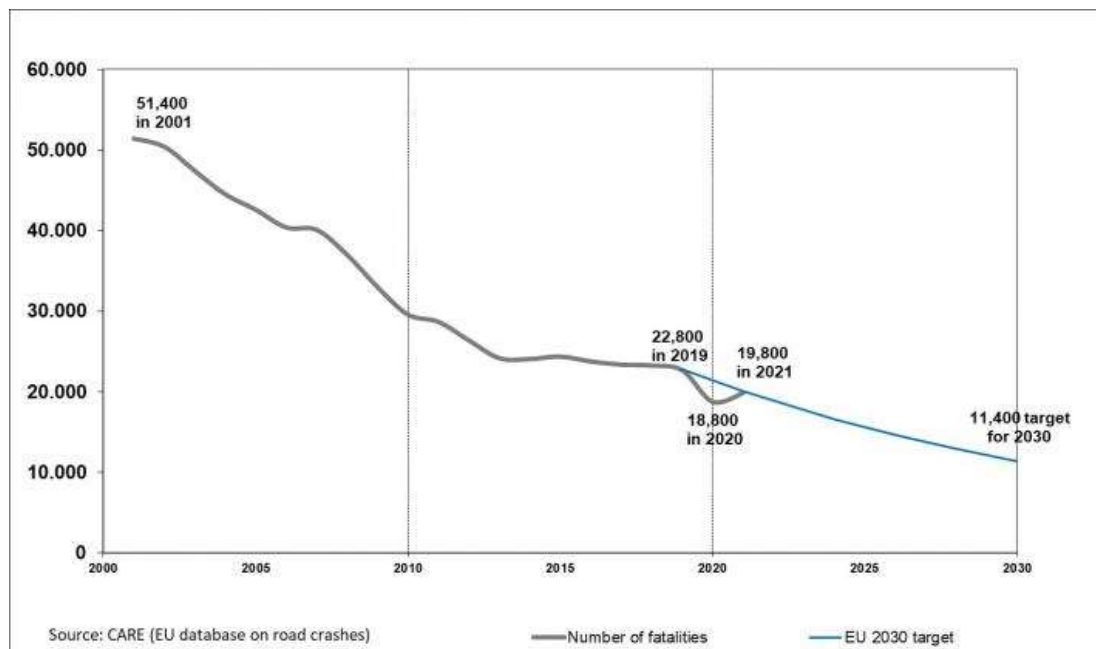
Az autonóm járművek előnyeit, illetve ezek bevezetésének motivációját Gáspár et al. (2014) „Highly Automated Vehicle Systems” című könyvét használtam fel. Véleményem szerint ez a könyv foglalja össze legjobban bevezetésüknek az előnyeit. Ráadásul magyar szerzők műve, ezzel is szeretném a magyar publicisztikát támogatni.

A balesetek számának csökkentése

A balesetek számának és a balesetek súlyosságának csökkentése a legfontosabb EU-s célkitűzések közé tartozik. Ez azonban nem csak európai kérdés; ez egy globális probléma, amely az egész társadalmat érinti. Évente csaknem 50 millió ember sérül meg és 1,2 millió ember hal meg közlekedési balesetekben világszerte, ennek több mint fele 15 és 44 év közötti fiatal felnőtt, ráadásul ezeknek 90%-át emberi mulasztás okozza. Az előrejelzések szerint a világon a második legtöbb halálos áldozatot a közúti autóbalesetek fogják követelni 2030-ra a közúti közlekedésbiztonság jelentős javulása nélkül. (Molnár, 2010)

Európában számos országban nehézségekbe ütközik a már meglévő úthálózat továbbfejlesztése, így szembe kell nézni a korlátozott infrastruktúrával és a közlekedés egyre növekvő igényével. Ezért a magasan automatizált közúti járművek (intelligens környezetbe integrálva) kulcsszerepet kapnak majd a közúti biztonság javítása szempontjából. Az EU 2001-

ben meghatározott közlekedésbiztonsági stratégiája jelentős eredményeket ért el, de még sok tennivaló van hátra. (Gáspár et al, 2014)

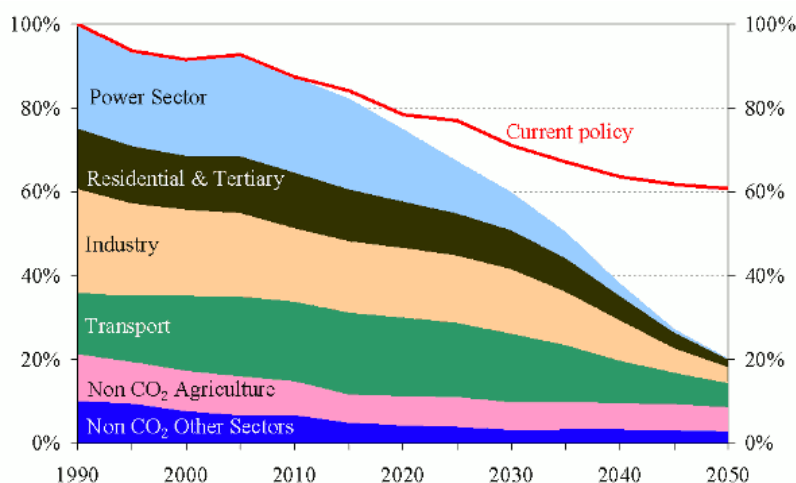


2. ábra Csökkenő tendencia a közúti halálos áldozatok számában az EU területén (forrás: transport.ec.europa.eu)

Magyarországot a „Road Safety PIN Award” díjjal ismerték el 2012-ben a közúti halálesetek csökkentése terén elért kiemelkedő előrelépésekért. Közúti halálos áldozatok száma Magyarországon 2001 óta 49%-kal csökkentek, amihez nagyban hozzájárult a 2010 és 2011 közötti 14%-os csökkenés. Magyarország 2004-ben és az EU-hoz való csatlakozásával gyorsan alkalmazkodott a tagság megszorításaihoz és az EU 2010-es célkitűzésének kihívásaihoz. (Gáspár et al, 2014)

Energiatakarékosság és káros kipufogógáz-kibocsátás csökkentése

A másik globális kihívás a közlekedés hatékonyabbá és környezetbarátabbá tétele. Európa felgyorsítja az alacsony szén-dioxid-kibocsátású társadalom felé haladását, hogy elérje a 80%-os célt. A kibocsátás csökkentése az 1990-es szint alá 2050-re. Ennek eléréséhez 2030-ra 40%-kal, 2040-re pedig 60%-kal kell ezt csökkenteni. Minden ágazatnak hozzá kell járulnia ennek eléréséhez, és a közlekedésnek lényeges szerepe van abban. (Gáspár et al, 2014)



3. ábra Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású gazdaság felé vezető út ütemterve az unióban (forrás: commission.europa.eu)

A gazdaságosabb motorok kevesebb károsanyag-kibocsátást eredményeznek. A kipufogógáz-kezelési technológia terén az utóbbi időben nagy fejlődés történt az EU szabályozásinak hatására. Az Euro1 szabvány bevezetése (1992) óta a káros a kipufogógáz-kibocsátási szintet 95%-kal, a részecskék határértékét pedig 97%-kal csökkentették. (Gáspár et al, 2014)

Euro Standard	DATE INTRODUCED		NO _x EMISSION LIMITS (mg/km)	
	New Model Approvals	All New Registrations	Petrol	Diesel
Euro 1	1 st July 1992	31 st December 1992	970	970
Euro 2	1 st January 1996	1 st January 1997	500	900
Euro 3	1 st January 2000	1 st January 2001	150	500
Euro 4	1 st January 2005	1 st January 2006	80	250
Euro 5	1 st September 2009	1 st January 2011	60	180
Euro 6	1 st September 2014	1 st September 2015	60	80

1. Táblázat European Emission (Euro) Standards for NO_x Emission (forrás: commission.europa.eu)

A nagymértékben automatizált vezetés a funkciók révén is növeli a hatékonyságot és csökkenti a károsanyag-kibocsátást mint az Active Green Driving (AGD), az Automated Queue Assistance (AQUA), az előre gondolkodó vezetés e-Horizont és sebességprofil tervezés. Az Active Green Driving fő célja az üzemanyag-fogyasztás csökkentése és potenciálisan a gépjárművek károsanyag-kibocsátását a környezetérzékelőkkel megerősített e-Horizont rendszer használatával és a jármű sebességprofiljának folyamatos előrejelzése. Ez magában foglalja az üzemanyag-optimális hajtáslánc stratégiáját és a vezetőtamogató felületet, amely vezetési ajánlásokat ad bizonyos meghatározott helyzetekben, mindkettőt használva grafikus és szöveges információk, valamint tapintható visszajelzések a gázpedálban. (Gáspár et al, 2014)

2.6. Jogi és etikai dilemmák

Általános etikai dilemmák a közvélemény alapján

2020-ban 35 766 halálos baleset történt az Egyesült Államokban. Az emberi mulasztást a gépjárműbalesetek vezető okaként említik. Ahogyan már fentebb említettem az autonóm járművek használata segíthet megelőzni sok ilyen balesetet. Azonban még az autonóm járművek esetében is történnek balesetek. Egy tanulmány szerint az autonóm járműbalesetek 99%-át emberi mulasztás okozza. Az esetek többségében, kiderül, hogy a balesetet egy másik járműben tartózkodó ember vagy egy gyalogos okozta. Két olyan eset is előfordult, amikor az önvezető autó rendszere volt a hibás a balesetben. Tehát megállapítható, hogy az önvezető autók megbízhatóbbak, mint a manuális társaik. Ennek ellenére ma is vannak bizonyos dilemmák, amelyekkel az önvezető autók szembesülnek, ami kérdéseket vet fel az önvezető autók etikájával kapcsolatban, és elgondolkodtat, hogy valóban készen állunk-e a vezető nélküli jövőre.

Az önvezető autók morális dilemmái nem újkeletűek. Megalakulásuk óta az önvezető autók etikája forró vitatéma. A következőekben kutatásaim által a leggyakrabban előforduló dilemmákról lesz szó.

Előre meghatározott döntések a véletlenszerű döntésekkel szemben minden esetben

Az önvezető autók alapvetően robotok, amelyeket algoritmusok segítségével programoztak. Tehát nagy valószínűséggel minden esetben követik a meghatározott szabályokat vagy mintákat. Azonban nem minden helyzetben ez a legjobb lépés. Egyesek azzal érvelhetnek, és bizonyos mértékig jogosan is, hogy az emberek által okozott véletlenszerű balesetek indokoltabbak, mint egy ember vagy állat előre meghatározott halála egy autonóm autó esetében.

Tehát ilyen esetekben ki a felelős az okozott halál(ok)ért? Az önvezető autógyártó? Ez a szoftver programozó? Vagy maga az autó? Erre a kérdésre nincs egyértelmű és helyes válasz. Így a legtöbb ember úgy érzi, hogy a baleseteknek természetes módon kell megtörténniük, nem pedig hagyni, hogy egy robot vagy szoftver döntse el, ki éljen és haljon meg. (Joshi, 2022)

Az irányítás átadása a sofőrnek

A Tesla megköveteli, hogy a vezető tartsa a kezét a kormányon, és legyen figyelmes, még akkor is, ha a jármű teljesen autonóm üzemmódban működik. A sofőrnek fel kell készülnie arra, hogy bármikor átvegye az irányítást. De még ilyen esetekben is, ha mégis történik baleset, ki a felelős az élet és vagyonvesztésért? Az autonóm autó okozta a balesetet? Vagy a sofőr az, aki rövid

időn belül nem tudta meghozni a megfelelő döntést? Vagy a vakmerő gyalogos vagy sofőr egy másik autóban?

Így az önvezető autók egyik legnagyobb dilemmája, hogy helyes lenne-e az irányítást az utolsó pillanatban átadni a sofőrnek. Ez nem csak az önvezető autók etikájával kapcsolatos kérdést vet fel, hanem a sofőr etikáját is. (Joshi, 2022)

A hacker dilemma

Mindig fennáll annak a veszélye, hogy egy „hacker” behatol az autó rendszerébe, hogy kényes adatokhoz férhessen hozzá, vagy visszaélést kövessen el. Például mi van akkor, ha az autonóm autót feltöri egy kiberbűnöző, és megparancsolja neki, hogy kövessen el egy balesetet, hogy a sofőrt vádolják? Ilyen esetekben ki a felelős a balesetért és az emberéletekért? A kiberbűnöző? A sofőr az? Vajon az autógyártó nem tudta megvédeni az autót az ilyen támadások ellen? (IASToppers, 2022)

2.7. Az önvezető járművek és a büntetőjog felelőssége

Napjainkban az autóipart már igen széleskörű jogi- és szabvány környezet szabályozza, amelyben különböző nemzetközi- és szabványosítási szervezetek, továbbá nemzetközi hatóságok és kormányzatok is részt vesznek. Az egyik legnagyobb ilyen hatóság a Nemzetközi Szabványosítási Szervezet, amely számos szabványt vezetett már be kimondottan csak az autóiparra vonatkozóan. Másik ilyen jelentős szervezet az Európai Parlament, amely nagy mennyiségű szabályozást vezetett be már csak az autonóm technológiákra vonatkozóan is. Közös nevező ezekben a szabványokban és szabályozásokban, hogy az összes az emberi biztonságot helyezi a középpontjába. Azaz mondhatjuk, hogy minden más szempont csak az emberek biztonságának a szem előtt tartása mellett érvényesülhet. (Zódi, 2018)

Az egyik legjelentősebb problémát okozó kérdéskör a büntetőjogi felelősség kérdése, amelynek meghatározása az autonóm eszközökre vonatkozóan egyáltalán nem egyszerű folyamat. Az autonóm technológia kétségkívül számos előnyt tartogat a társadalom számára, de mint minden másban itt is két oldalú a történet, tehát számos hátrányos kísérőjelenséggel is rendelkezik. Ezek vészhelyzetet teremtve fenyegetésnek teszik ki az élet, a testi épség, az egészség, vagy éppen az anyagi javak állapotát, biztonságát. Ilyen esetekbe veszi aktualitását a jog, hogy válasszal szolgáljon a káros következményekre. Ehhez a kérdéskörhöz szorosan kapcsolódik az úgynevezett trolley problem (villamos-probléma). Ez eredetileg egy filozófiai-pszichológiai gondolat kísérlet volt, amely szinte kivétel nélkül említésre kerül, hogyha önvezető jármű etikai problémáinak felvázolására kerül sor. (Pődör, 2020)

A villamos problémával, már számtalanszor találkozhattunk, mióta Philippa Foot filozófus megfogalmazta ezt 1967-ben, majd Judith Jarvis Thomson adaptálta ezt 1985-ben. Az eredeti villamos probléma esetében az ember kétféleképpen dönthet. Feláldoznánk-e egy embert, hogy megmentünk 5 másikat? Az egyik sínen öt a másikon egy ember tartózkodik, de megállásra már nincs lehetőség, így dönteni kell merre irányítjuk az elszabadult villamost. A dilemma különlegessége abban rejlik, hogy nincs jó választási lehetőség. Két rossz közül kell meghozni a „helyes” döntést. (Sas, 2017)

A probléma körbejárása érdekében vetítsük ki azt egy fiktív baleseti szituációra. A szituáció a következő; egy gyermek az útra téved tételezzük fel egy elgurult labda után közben jön egy autonóm gépjármű, amelyben egy 5 fős család ül. 2 lehetőség van; (I) az útra tévedt gyermeket elütik, (II) kikerülik őt, de így a család egy fának ütközik majd ebben életüket veszítik. Így a jármű döntési helyzet elé kerül. Mentse a fiút, aki az útra szaladt, vagy mentse az utasait.

Az első kérdés, amely egyből az eszünkbe jut, hogy a jármű mi alapján hozza meg a döntését. A humán sofőrök ösztönösen reagálnak a vészhelyzetekre (tétellezzük fel) sem előrelátás, sem rosszindulat nem motiválja őket. Ezzel szemben az autonóm járművek által meghozott döntéseket a programozók előre meghatározzák; rendszereik által ezredmásodperceken belül képesek megbecsülni a különféle lehetőségek kimenetelét. Nincs azonban általános egyetértés abban, hogy mi a „helyes” választás. (Luccio, 2021)

Továbbá számos kérdés is felmerül bennünk. Például, hogy a végső döntés meghozatala után a beleset sérültjei, áldozatok hozzátartozói, hogyan és miként fognak reagálni a megtörtént eseményekre. Itt jön szóba a felelősség kérdése, amit ugyancsak nehéz meghatározni. Maga a jármű a felelős, azaz relatíve, aki beprogramozta, hogy milyen séma alapján hozza meg a fatális döntést, tehát maga az autógyár vagy esetleg, akitől az autógyár a technológiát vette? Vagy a sofőr a hibás? (Luccio, 2021)

Az önvezető autók számos egyéb előnyükön túl drasztikusan csökkenteni fogják a közlekedési- és halálos kimenetelű balesetek számát, mert soha nem lesznek elterelve, álmosak, részegesek vagy egyéb szer okozta állapotban. Balesetek azonban továbbra jelen lesznek, és kimenetelüket nagyrészt előre meghatározzák. Az önvezető autók tömeges bevezetése a közutakon műszaki, jogi és etikai kihívások leküzdését teszi szükségessé. Társadalmunknak meg kell állapodnia egy egységes etikai kódexben, amely vészhelyzetekben irányítja ezen járművek döntéshozatali folyamatait. Ez arra kényszerít bennünket, hogy kifejezetten számszerűsítsuk az emberi élet és vagyon értékét, és azt szoftverbe kódoljuk. Ezek nehéz és kényelmetlen választások, de a technika rohamos fejlődése ezeket megköveteli. (Luccio, 2021)

2.8. A Moral Machine

A következő fejezetben Moral Machine weboldalát vettem alapul. Az oldalon megtalálható minden olyan információ, amelyre szükségünk lehet. Emellett számos kutatási anyag is feltüntetésre került.

A fent említett elszabadult villamos dilemmájához szorosan kapcsolódik az MIT által megalkotott Moral Machine kísérlet. Ez egy online kísérleti platform, amely az autonóm járművek előtt álló morális dilemmák feltárására szolgál. Internetes kvízzjáték keretén belül, a válaszadónak dönteni kell adott szituációk vég kimenetéről. Nagyon hasonló már az imént kifejtett elszabadult villamos problémához. 2 végkifejlett van minden esetben, tehát mindenképpen el kell ütni valakit. Az elütöttek között szerepelhet idős/fiatal, férfi/nő, ember/állat, törvénytisztelő/bűnöző, több élet/egy élet stb.

Az évek alatt elég népszerű lett ez a kísérleti kutatás, 233 országból 40 milliónyi döntést gyűjtött össze tíz különböző nyelven. A gyűjtött adatokból globális erkölcsi preferenciákat, demográfia adatok alapján egyéni eltéréseket, kultúrák közötti etikai eltéréseket, valamint a különbségek közötti kapcsolatokat is képesek vagyunk feltérképezni.

Kutatásom keretén belül én is kitöltöttem a 13 kérdésből álló kísérleti feladványt, amelyet mindenki számára ajánlok. Minden kérdés esetében lehetőségünk van egy kattintással megnézni az adott szituációt leíró infó blokkot. Itt többek között láthatjuk, hogy kik lesznek az áldozatok, illetve jegyzetként számos esetben, hogy a kresz szabályait betartva mentek-e át a zebrán (ez a lámpás zebrákra vonatkozik). (Moral Machine weboldal, 2016)



4. ábra 13 random generált szituáció egyike (forrás: www.moralmachine.net)

A fentebb csatolt 4. ábrára való válaszadásomat részletezném. A szituáció a következő mindkét esetben a gépjárműben hirtelen fékmeghihibásodás történik, így megállásra nem képes. A baloldali lehetőségben a kocsit a barikádnak ütközik, ezzel 1 nő, 1 testesebb férfi, 1 testesebb

nő, illetve egy férfi halálát okozva. A jobboldali lehetőségben 2 férfi és 2 női atléta kel át a zebrán. Mindkettő esetben piros jelzés ellenére kelnek át. Ennek a ténynek a tudatában véleményem szerint az autónak egyenesen tovább kell haladnia és nem kitérni az ütközés elől. Azért döntöttem így, mert az autó nem követ el direkt szabálytalanságot, míg a gyalogosok igen. Bár mélyebben beleásva magunkat a kérdésbe az autós is szabálytalanságot követett el hisz a fékek ellenőrzése és rendszeres karbantartása elengedhetetlen annak a tökéletes működéséhez. A kérdést továbbá megnehezíti az a tény, hogy a jobboldali képen 4 sportos testalkatú emberről beszélünk, míg a baloldalin köztük szerepelnek nagyobb testalkattal rendelkező személyek. Személyes döntésemet ez a tényállás nem befolyásolta, hisz a nagyobb testalkatú embereknek a jövőben a lehetőség a változásra adott.

A 13 kérdést követően az oldal kiértékeli a válaszainkat és további kérdések megválaszolására ad lehetőséget, melyeket alább csatolok.

What is your gender?
Male

Highest level of education
High School Diploma

Annual income, including tips, dividends, interest, etc. (in US dollars)
Under \$5,000

How old are you?
21

To what extent do you fear that machines will become out of control?
Very little ————— Very much

To what extent do you believe that your decisions on Moral Machine will be used to program self-driving cars?
Very little ————— Very much

How willing are you to buy a self-driving car?
Very little ————— Very much

To what extent do you feel you can trust machines in the future?
Very little ————— Very much

What are your religious views?
Not Religious ————— Very Religious

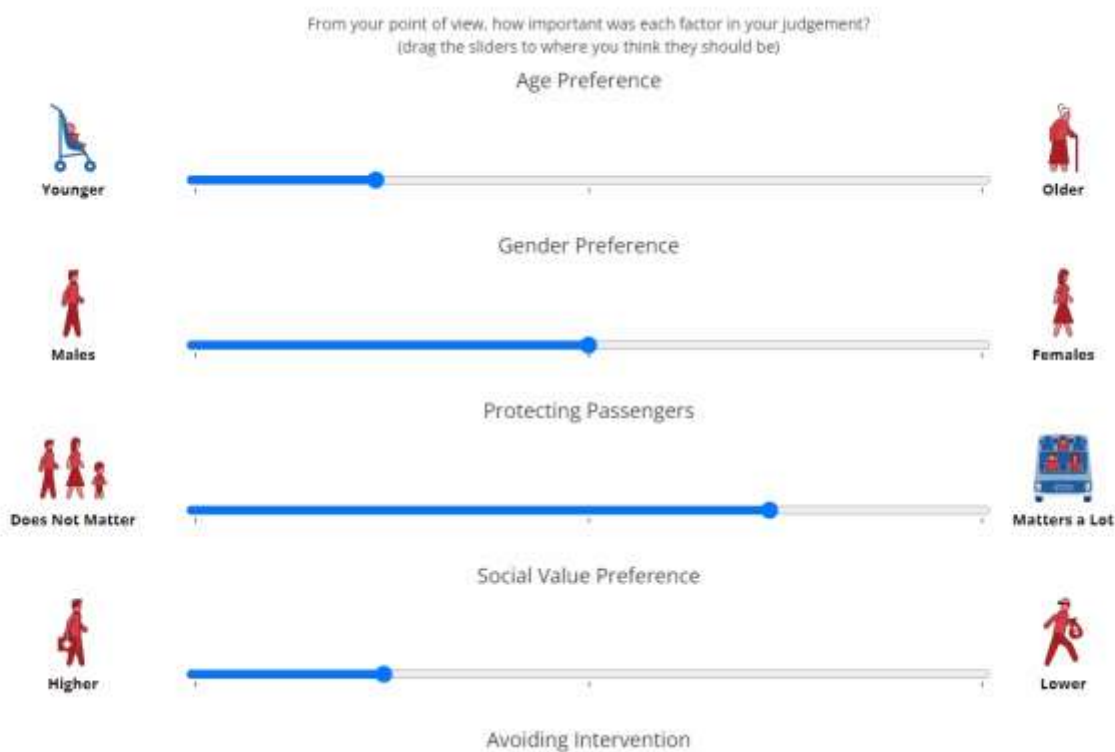
What are your political views?
Conservative ————— Progressive

5. ábra További kérdésekből részlet (forrás: www.moralmachine.net)

A 5. ábra esetében kor, nem, tanulmány, illetve fizetés kérdéseket tesz fel, ahogyan látható. Ez főként a már fentebb említett adatokból nyert különbségek meghatározása céljából fontos információk. Lentebb már a mesterséges intelligenciára vonatkozóan találunk kérdéseket. Itt

olyan kérdéseket tesznek fel például, hogy mennyire tartunk az esetleges meghibásodástól, amely során elveszítjük a kontrollt a gépjármű felett. Továbbá olyat, hogy mennyire félünk a mesterséges intelligenciától, mennyire bízunk ezekben stb.

A 6. ábra esetében olyan preferencia skálákat láthatunk, amely a saját erkölcsi vélekedéseinket tükrözik. Ezek között megtalálható például olyan, hogy a férfiakat-nőket preferáljuk jobban, vagy a fiatalabbakat-idősebbeket, több élet megmentése-kevesebb, állatok- emberek. Ennek a



6. ábra További kérdésekből részlet (forrás: www.moralmachine.net)

befejezések után át dob minket egy olyan oldalra, ahol a saját eredményeink, illetve a többség által kreált átlagos eredmények összehasonlításra kerülnek. Ezt hasonlóképpen skálákon vizsgálhatjuk meg.

A kutatások azt bizonyítják, hogy Ázsia és a Közel-Kelet országaiban, például Kínában, Japánban és Szaúd-Arábiában, a korok közti preferencia nem olyan kardinális, tehát nem tesznek tényleges különbséget, hogy fiatal vagy idős közül kell-e választani. Ezekben az országokban kevésbé mérvadó tényező az anyagi hovatartozás, ellenben az európai és amerikai országokban.

Az individualista kultúrákra jellemző, hogy az egyes egyének egyéni értékét hangsúlyozzák, ez meglátszik abban, hogy mindig a több életet mentették meg a kevesebbel szemben, illetve a fiatalabbakat az idősebbekkel szemben. A kollektivistákra pedig jellemző, hogy az idősökkel szembeni tiszteletből nem részesítik őket hátrányban. (Vincent, 2018)

2.9. A körforgásos gazdaság

A körforgásos gazdaság arra törekszik, hogy a lehető leghosszabb ideig tartsa forgalomban az anyagokat, termékeket és szolgáltatásokat. A modell egy olyan gazdaságra utal, amely rendszerközpontú megközelítést alkalmaz, és olyan ipari folyamatokat és gazdasági tevékenységeket foglal magában, amelyek tervezésüknél fogva helyreállíthatók vagy regeneratívok, és lehetővé teszi, hogy az ilyen folyamatokban és tevékenységekben felhasznált erőforrások a lehető leghosszabb ideig megtartsák legmagasabb értéküket. A modell az anyagok, termékek és rendszerek kiváló tervezésével igyekszik a lehető legkisebbre csökkenteni a pazarlás mértékét. Mondhatjuk, hogy valójában a pazarlás minimalizálása a rendszer fő célja. A körforgásos gazdaság célkitűzése a meglévő, lineáris fogyasztási modellen alapuló nyílt termelési rendszerek felváltása, ahol a nyersanyagokat kivonják, késztermékekkel dolgozzák fel, és elfogyasztásuk után hulladékká válnak. Ezzel szemben a körkörös gazdasági modell arra törekszik, hogy a hulladéknál ne álljon meg a termelési folyamat, hanem a leghosszabb ideig tartson, azaz újra tudják használni azt, amit hulladékként kidobnának. Ennek a sémának a felvázolására a következő modellt használja a tudományos szakirodalom. Láthatjuk a 7-es ábra alapján, hogy a folyamat valójában körkörösén megy végbe. (Stahel, 2016)



7. ábra Körforgásos gazdaság modellje (forrás: www.austrotherm.hu)

A körforgásos gazdaság egy teljesen más megközelítést javasol, amely új életet és új és átfogóbb értelmet ad a zárt hurkú gazdasági sémának. Valójában a körforgásos gazdaságban „*a nyílt végű rendszert körkörös rendszerré lehetne és kell alakítani, ha figyelembe vesszük az erőforrás-felhasználás és a hulladék maradványok közötti kapcsolatot*” (Su et al., 2013). A körforgásos gazdaságot általában négy hurok alkotja, amelyek a négy kulcsfontosságú elvét is képviselik: (Murray et al, 2017)

I.A termék élettartamának meghosszabbítása, azaz a termékeket úgy kell tervezni, hogy tartósak és hosszú élettartamúak legyenek, így ennek eredményeképpen csökkentsék a fogyasztást. A termékek ennek következtében jó minőségűek, ezért a vállalkozásoknak meg kell változtatniuk az eddigi üzleti modelljüket a megnövekedett termékköltségek ellensúlyozása érdekében. Erre például lízing egy tökéletes megoldás a termékek eladása helyett, vagy további szolgáltatások értékesítésével bevételt kell termelniük.

II.Újraelosztás/újra használat, azaz a legfenntarthatóbb termék gyakran az, amelyik már a tulajdonunkban van. Egy termék újra felhasználása megőrzi a terméken belüli összes hozzáadott értéket.

III.Újra gyártás, amely egy elhasználódott alkatrészre vagy termékre ható gyártási lépések sorozataként határozható meg annak érdekében, hogy újszerű vagy jobb teljesítményt érjenek el terméken, megfelelő garanciával.

IV.Újrahasznosítás, amely a körforgásos gazdaság legáltalánosabb eljárása, melynek során a használt anyagokat úgy kezelik, hogy alkalmassá tegyék azokat újra felhasználásra. Nyilvánvaló, hogy ezek az elvek a termékekre vonatkoznak, vagyis azt feltételezik, hogy a körforgásos gazdaság elemzésének kulcsegyisége maga a termék. (Ellen MacArthur Foundation, 2013)

A körforgásos gazdaság ipari paradigmája arra törekszik, hogy minél tovább magas hozzáadott értékű termékeket érjenek el, és minimalizáljuk a hulladéktermelést, ahogy az a lineáris termelésben történik. Valójában minden hurok annyival növelheti az értéket, amennyire rövid maga a hurok, hiszen így a termék gyorsabban és nagyobb gyakorisággal cserélődik le a gazdaságban. (Urbinati et al, 2017)

A cél elérése érdekében a körforgásos gazdaság két releváns aspektusát kell figyelembe venni az értékteremtés és a pazarlás-csökkentés alapvető hozzájárulásának magyarázatában a már fentebb említett négy hurokban. Egyrészt a vállalatoknak céltudatos erőfeszítéseiket kell megtenniük terméktervezés során, hogy biztosítsák a termék erőforrásainak hatékony

szétszerelését/szétszedését és újra felhasználását. Másrészt a körforgásos gazdaság arra szólítja fel a szolgáltató cégeket, hogy a körök hatékonyabb lezárása érdekében terjesszék ki felelősségüket a felhasználók felé a produktum tulajdonjogáért, például a termékek szolgáltatásként történő biztosításával. (De los Rios and Charnley, 2017)

Körforgásos gazdaság előnyei:

- Az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése.
- A kreativitás és az innováció ösztönzése.
- A nyersanyagigény minimalizálása.
- Pénzmegtakarítás a fogyasztók és a vállalatok számára.
- Több munkahely teremtése.
- A gazdasági növekedés fellendítése.
- Az erőforrások átváltozásának elkerülése. (Roche, 2022)

Uniós lépések a körforgásos gazdaság ügyében

A következő bekezdések alapjául az Európai Parlament weboldaláról tájékozódtam. Ennek eredményeképpen hiteles információkkal szolgálhatok, hogy a körforgásos gazdaság tényleges bevezetésének az útjára léptünk.

2020 márciusában az Európai Bizottság bemutatta a körforgásos gazdaság cselekvési tervét, amelynek célja a fenntarthatóbb terméktervezés előmozdítása, a pazarlás csökkentése és a fogyasztók helyzetének növelése, például a „javítási” jog megteremtésével. A hangsúly az erőforrás-igényes ágazatokon van, mint például az elektronika és az ICT¹, a műanyag, a textil és az építőipar

2021 februárjában az Európai Parlament határozatot fogadott el a körforgásos gazdaság új cselekvési tervéről, amelyben további intézkedéseket követel a szén-dioxid-semleges, környezetileg fenntartható, mérgező anyagoktól mentes és teljesen körforgásos gazdaság 2050-ig történő megvalósítása érdekében, ideértve a szigorúbb újrahasznosítási szabályokat és az anyaghasználatra és a fogyasztásra vonatkozó kötelező célokat 2030-ig.

A Bizottság 2022 márciusában a körforgásos gazdaságra irányuló cselekvési terv részeként közzétette az első intézkedéscsomagot a körkörös gazdaságra való átállás felgyorsítása érdekében. A javaslatok között szerepel a fenntartható termékek népszerűsítése, a fogyasztók

¹ Information and communications technology (ICT) (forrás: en.wikipedia.org)

ösztönzése a zöld átálláshoz, az építési termékekre vonatkozó szabályozás felülvizsgálata, valamint a fenntartható textilekre vonatkozó stratégia kidolgozása.

2022 novemberében a Bizottság új, az egész EU-ra kiterjedő „csomagolási” szabályt javasolt. Célja a csomagolási hulladék mennyiségének csökkentése és a védőborítás kialakításának javítása, például egyértelmű címkézéssel az újrahasználatot és az újrafeldolgozást elősegítő módon és felszólít a bioalapú, biológiailag lebomló és komposztálható műanyagokra való átállásra. (Európai Parlament weboldala, 2022)

2.10. Megosztáson alapuló gazdaság

Az elmúlt évtizedben a megosztáson alapuló gazdaság fogalma számos iparágban megjelent, és a mindennapi élet számos aspektusát megváltoztatta. A társadalmon belüli megosztás általános fogalma nem új keletű, azonban az internet fejlődése lehetővé tette, hogy a megosztás túlterjedjen a helyi interakción, és megkönnyítette a kapcsolatokat nagyszámú egyének között. (Hamari et al., 2016).

Az elmúlt években számos definíció született a megosztáson alapuló gazdaságról, azonban egyetlen leírást sem fogadtak el széleskörben a kutatói és gyakorló közösségek. Például Botsman és Rogers a megosztáson alapuló gazdaságot vagy a kollaboratív fogyasztást a következőképpen definiálja: *„hagyományos megosztás, cserekereskedelem, kölcsönadás, kereskedelem, bérbeadás, ajándékozás és csere, amelyet a technológia és a társas közösségek határoznak meg újra”*. (Botsman, 2013)

A megosztáson alapuló gazdaság koncepciójának alkalmazása számos területen elterjedt. A termelés területén a megosztáson alapuló gazdaság az áruk tervezésében, előállításában és kollaboratív hálózatokon keresztül történő elosztásában nyilvánul meg. A fogyasztásban az eszközök maximalizálását jelenti az újraelosztás és a megosztott hozzáférés hatékony modelljein keresztül, mint például az Airbnb szálláspiaca. A pénzügyekben a kollaboratív gazdaság a pénzügyeket decentralizáló, személyes banki és tömeg vezérelt befektetési modelleket jelent. (Botsman & Rogers, 2010)

Car sharing economy

A megosztáson alapuló gazdaság egyik legismertebb és legelterjedtebb formája a mobilitás területe, amely egy gépjármű, kerékpár vagy más közlekedési mód közös használata eredményeképpen lehetővé teszi az utazni vágyók számára, hogy rövid távon hozzáférjenek a közlekedési módokhoz. Az autómegosztással az egyének az autóhasználat költségei és

felelőssége nélkül élvezhetik a magángépkocsik használatának előnyeit. Így egy háztartás ahelyett, hogy egy vagy több járművel rendelkezne, igény szerint fér hozzá a járműparkhoz.

Az autómegosztási gazdasághoz az autonóm földi járművek bevezetése számos lehetőséget ad, mint például egy autó társtulajdonlása vagy társlízingje. A carsharing esetében két vagy több magánszemély megoszthatja az autó tulajdonjogát vagy a lízingköltségét, amennyiben igényeik és menetrendjeik megfelelően illeszkednek és összehangolódnak egymással. A résztulajdonnal kapcsolatos úttörő kezdeményezések, amelyekre a szerzők is hivatkoztak, elsősorban többek között olyan vállalatok esetében terjedtek el, mint az Egyesült Államokban működő Ford autógyár, vagy a svédországi Audi kísérleti programjai, illetve a Nissan Franciaországban. Bár ezek a programok jelenleg már nem folynak aktívan, de jövőbeli eredményükképpen az önvezető autók fejlesztése és bevezetése új sikerekhez vezethet, hiszen segítségükkel felgyorsul a tulajdonjogok áthelyezése. Emellett azt állítják, hogy hosszútávon a töredéktulajdon olcsóbb, tisztább és kiszámíthatóbb lehetőség, mint a telekocsi- vagy az autómegosztási szolgáltatások. (Bogyrbayeva et al 2021)

Az, hogy hogyan fog működni ezen autók résztulajdonának piaca fontos kutatási kérdés, hiszen az egyének csoportosítása és a tulajdoni hányad meghatározása egy nehezen megoldható probléma. Ezt a motivációt követve fejlesztik a kombinatorikus aukciós megközelítéseket az autonóm járművek résztulajdonlásához. Általában a kombinatorikus aukciók megfelelő mechanizmusok a tételek csomagokban történő értékesítésére vagy beszerzésére, ahelyett, hogy egyes tételeket külön-külön értékesítenének vagy beszereznének. A logisztikában ezt a mechanizmust a szállítmányozók alkalmazhatják a flotta kapacitásainak beszerzéséhez költséghatékony módon. Ennek oka, hogy egy tételcsomag értéke eltérhet az azonos tételek egyedi értékének összegétől, a komplementaritás és a helyettesíthetőség miatt. Az autonóm járművek résztulajdonáért folyó aukción a tételek az ajánlattevők által meghatározott folyamatos időintervallumoktól függenek. Ennek az aukciónak a sajátossága az átfedő időbeosztások figyelembevétele és a licitálók elhelyezkedése. (Takaloo et al, 2021)

2.11. Autóipari robotizáció és automatizáció

Az ipari robotok járműipari alkalmazásainak jelenlegi trendjei

Azt jól tudjuk, hogy az iparágak közül az egyik legnagyobb mértékben alkalmazza a robotokat a termelésben az autóipar, például 2019-ben a robotok összesített kínálatának 33%-val. A személyszállításra szolgáló járművek és autók gyártása, legyen szó hagyományos belső égésű motorral működő járművekről vagy a hybrid és elektromos meghajtású járművekről, manapság

egyre bonyolultabbá válik. Az összes termelési folyamat jelentős része jelenleg automatizációt igényel, ami két kulcsfontosságú termelési eszközön alapul - CNC gépek és ipari robotok. Emellett a klímaváltozásra való válaszként a 2030-as évek céljai alacsony vagy nulla kibocsátású járműveket fognak megkövetelni, amelyek még gyorsabb és tömeges automatizációt igényelnek az új generációban, úgynevezett "intelligens érzékelőkkel", kognitív és együttműködő robotokkal vagy más "okos technológiákkal" (az úgynevezett "Az Ipar 4.0 kilenc alapvető blokkja" alapján) (Kuhlmann et al, 2016).

A robotika jelenlegi helyzete az autóiparban

Számos forrás szerint, például az IFR (IFR, 2020) publikációja alapján az elmúlt évtized során folyamatosan nőtt az igény az új beruházási projektek iránt, amelyek a modern autók fejlesztésére, modernizálására vagy új gyártási létesítmények létrehozására irányulnak. Mivel az autóipari termelésben folyamatosan új anyagok és technológiák kerülnek felhasználásra, ezek a projektek nagy műszaki követelményeket teljesítő, legújabb generációs robotok iránti keresletet teremtettek. Ez a trend napjainkban is folytatódik, és annak ellenére, hogy 2020-ban nehéz helyzet alakult ki, feltételezhető, hogy az újonnan megnyílt feltörekvő piacok követelményei sem fognak jelentősen változni. Nagyon valószínű, hogy a robotika alkalmazása még kívánatosabbá válik a COVID-19 globális járvány hatásai miatt is. A helyzet megerősítette, hogy a gyártási láncban az egyik leggyengébb láncszem egy emberi operátor. Ezért megfelelő lenne növelni a gyártási rendszer ellenállóságát ilyen körülmények között, például a robotok szélesebb körű alkalmazásával. Természetesen nem minden folyamat automatizálható teljesen technikai szempontból, vagy éppen nem gazdaságosan. Azonban tapasztalataink alapján (az új projekt igények a meglévő gyártósorokhoz további robotcellák telepítésére vonatkozóan) elmondhatjuk, hogy a tendencia az, hogy egyre több folyamatot automatizálunk.

Az autóipari robotika az ipari robotika területét jelenti, amelynek központjában és alkalmazásában az autóipar áll - közvetlenül az autógyár fő összeszerelő vonalában vagy az egész beszállítói láncban (beszállítók gyárait is beleértve). Alkalmazásuk az egész termelési folyamatban lehetővé teszi a jelentős folyamatautomatizálás elérését, csökkentve a monoton folyamatokhoz szükséges emberi operátorok számát, és növelve a biztonságot és megbízhatóságot. Az autóiparban a leggyakoribb "robotizált folyamatok" közé tartozik az általános anyagmozgatás, ív- és pontszerű hegesztés, automatizált összeszerelés, festékszórás, egyesülő illesztés, vizuális ellenőrzés és minőségellenőrzés, valamint különféle további feladatok, például takarítási tevékenységek. Napjainkban az autóiparban dolgozó mérnökök új feladatokat keresnek a robotok számára, mivel a robotok egyre pontosabbak, hatékonyabbak,

és képesek egyre bonyolultabb és rugalmasabb feladatokat ellátni (Dodok et al, 2017). Ezért az autóipar továbbra is az egyik legnagyobb mértékben automatizált ellátási lánc marad világszerte, és az ipari robotok egyik legnagyobb felhasználója (Robotics Business Review, 2021). Az autóipari robotika a világ legnagyobb ipari robotok bevezetését eredményezi, jelenleg a teljes beruházások 30%-át lefedve az iparágban. A robotika alkalmazásai az autóiparban, amelyeket kiemelhetünk, a következők (Kuric et al, 2019):

- növelik a folyamat pontosságát és az éves termelési rátákat az autóiparban
- néhány feladatot automatizáltan és korlátozott emberi beavatkozással végeznek el
- a munkások egészségét garantálják és a munkavállalók számára kevesebb munkahelyi kockázatot jelentenek
- hatékony tevékenységek és műveletek generálódnak a nehéz és túlméretes anyagok kezelésére.

Az autóipari robotika jövője

A modern robotok együttműködnek az emberi operátorokkal, kiváltva őket monoton és néha fizikailag megterhelő feladatokban. Várható, hogy az úgynevezett szögletes (vagy más néven ízületes, antropomorf) típusú robotok továbbra is kulcsfontosságú szerepet fognak játszani az autóipari robotikában, különösen sokoldalúságuk, teljesítményük és hatékonyságuk miatt. Ezek öt vagy hat független tengelyből (DOF - szabadsági fok) állnak, amelyeket úgynevezett soros kinematikában helyeznek el. Ez a kinematika alkalmas olyan tevékenységekre, mint a kezelés, megmunkálás, festés, szállítás és összeszerelés. (Hrušková et al; 2010) Az előnyei közé tartozik a rugalmas felszerelési lehetőségek és az „end-effektor” (munkafej - fogó, hegesztőpisztoly, ívhegesztő pisztoly stb.) bármilyen orientációjának elérésének lehetősége, bár kissé kevesebb merevséggel jár (Kopas et al; 2017). Annak ellenére, hogy a hagyományos kinematikával rendelkező robotok sikeresek, az egyik fő fejlődő trend az együttműködő robotok, amelyeket "kobotoknak" is neveznek (az együttműködő robotot úgy lehet definiálni, mint egy robot, amely együttműködik egy emberi operátorral) (Kuric et al; 2019) szélesebb körű alkalmazása, a "párhuzamos kinematikával rendelkező robotok" alkalmazása, amelyek hatalmas sebességeket és gyorsulásokat (akár 15-szörös gravitációs gyorsulást) képesek elérni (Poppeová et al; 2013), és nagyon rövid ciklusidőkben dolgoznak, valamint az "okos szenzorok" használata és az eszközök közötti adatcsere lehetőségei, amelyeket az Ipar 4.0 kínál (Bulej et al; 2018). Egy másik fejlődő trend akkor látható, amikor az automatizált folyamat több mint egy karra van szükség. Ilyen esetekben a kétkarú robotok többtengelyes mozgásokat hajtanak végre és

különböző magas pontosságú feladatokat végeznek a redundáns tengelyeik segítségével (Kelemen et al; 2018). A robotizáció fejlődése egy autonóm gyár felé halad, amely teljes mértékben önállóan fogja működtetni a termelést, azonban, ahogy a szakértők hangsúlyozzák, még hosszú út áll előttünk. (Knauf Industries; 2020)

2.12. Autonóm rendszerek a raktározásban

Az autonóm rendszerek használata az autógyári raktározásban, illetve általánosságban a raktározásban érettebb stádiumban van, mint az összes többi érintett terület, amelyeket már fentebb említettem.

A raktárazomatizálásnak két típusát különböztetjük meg; fizikai munkát kiváltó automatizálás, illetve folyamatok automatizálása. A fizikai munka automatizálásakor a humán erőforrás által végzett tevékenységeket veszik át a gépek. Ennek helyettesítésére különböző járműveket fejlesztenek drónokat, szatellit kocsikat, illetve önvezető targoncákat. Gépek segítségével az eddigi kézi irányítást felváltják az automatizált rendszerek. Folyamat automatizálás során a korábban manuálisan végzett raktárirányítás kerül digitalizálásra. (Okoslogisztika honlap, 2021)

Drónok a raktározási tevékenységekben

A raktárak célja a hatékonyság növelése. Erre az automatizálás és a robotika tökéletes megoldást nyújt. Véleményem szerint a legnagyobb példára erre a dróntechnológiára való áttérés vagy legalább is beillesztése a tevékenységekbe. A raktározási műveletek költsége felelős a logisztika teljes költségének 30%-ért. Így egyértelmű, hogy a raktári műveletek hatékonyságát maximalizálni kell. Nem beszélve arról, hogy a képzett munkaerő hiánya, ügyfélszolgálatok igénybevételeének növekedése, illetve az e-kereskedelem térnyerése is megköveteli az új technológiák bevezetését. (Companik et al, 2018)

Új szkennelési technológiák, vonalkódok, QR kódok, rádiófrekvenciás azonosítási (RFID) technológiák és mesterséges intelligencia (AI) lehetővé teszi a drónok által vezérelt automatizálást a raktárakban. Továbbá, a fedélzeti számítási teljesítmény a hatékony algoritmusok pedig skálázható drónalkalmazások megvalósítását teszik lehetővé. A raktárak szerkezete azonban változatos, különböző felépítésűek, ami nehézséget okoz drónprogramok megírásánál és azoknak bevezetésénél. Földrajzilag különböznek egymástól hely, a tárolt cikkek típusa, elrendezés (pl. polc, raklapok és dobozok), méret és technológia. Sőt, a raktárak funkciója is eltérő lehet. A beltéri drónok raktári felhasználásának három legígéretesebb területe

a raktárkészlet menedzsment, a tételek belső logisztikája (intra-logistics), valamint az ellenőrzés és a felügyelet. (Alias et al, 2017)

Készletgazdálkodás

A készletgazdálkodás területén a drónok az alábbi feladatokra használhatók: készletellenőrzés, készletkezelés, ciklusszámlálás, cikk keresés, pufferkészlet karbantartás, raktározás. A leltározást gyakran évente vagy a költségvetési időszak végéig végzik el. Míg a ciklusszámlálás az a részleges mennyiségének megszámlálásának folyamatát gyakrabban végzik el. Ezt a feladatot általában naponta hajtják végre vagy hetente egy kis, arra képzett készlet-ellenőrző csoport. Annak ellenére, hogy ez a módszer növekszik a leltározás pontossága az éves egyszeri leltárellenőrzésekhez képest még mindig több hátulütővel rendelkezik. Többek között a ciklusszámlálás lassú (kézi feladat), munkaigényes (több leltárra van szükség), veszélyes (kockázatos műveletek a magasban végzett munka miatt magasságok), drága (munkaerőköltség) és a hibázás fennálló kockázat (ismétlődő feladatok végett). A drónok képesek folyamatokat optimalizálni. A drónok leltározásra való bevetésének fő céljai a tevékenység pontosságának növelése, munkaerőköltségek csökkentése és a veszélyes feladatok minimalizálása. (Hoffmann, 2017)

Belső logisztika

A drónok belső logisztikai célokra is használhatóak. Például szállíthatnak alkatrészeket raktárakból az összeszerelő műhelyekig. A drónok azon képessége, hogy követni tudják az előre meghatározott repülési útvonalat, illetve teherhordási képességük kiemelkedő potenciált mutat beltéri használatra, például a helyszíni expressz kézbesítésre szerszámok, alkatrészek, kenőanyagok stb. Azonban jelentős korlátokkal kell szembenézni a technológia kapcsán, mint például hasznos teher, a markoló/elhelyezési mozgások és a navigáció. (DHL, 2019)

Ellenőrzés, felügyelet, biztonság

A drónok alternatívát jelenthetnek a „kézi” ellenőrzés és felügyelet helyettesítésére a raktári műveletek során. A drónokat már számos iparágban használják ellenőrzésre, mint például építőipar, a petrokémia, az olaj- és gázipar, valamint az energiatermelés folyamatai során. A beltéri ellenőrzésre használt drónok száma ugyancsak növekvő tendenciát mutat. A raktárakban a drónok például ellenőrizhetik tetők, állványok, raklapelhelyezések, falak és mennyezetek állapotát. A raktári tevékenység bővülése és a vásárlói igények növekedése az ellenőrzési folyamatok bonyolultabbá válását, illetve ebből kifolyólag azoknak a drágulását eredményezi. Az beltéri ellenőrzési feladatok szakképzett ellenőröket igényelnek, és néha ezek folyamatok

akadályozzák a munkát így rontják a hatékonyságot. A beltéri drónok tökéletesen illeszkednek olyan feladatokhoz, amelyek állandó megfigyelést, ellenőrzést igényelnek, illetve amelyek veszélyes területeken, vagy éppen magasságban történnek. A drónok továbbá védelmi, biztonsági feladatokat is megkönnyítik, így a lopást vagy bármely nemű idegen behatolást azonnal észlelni lehet. (Wawrla, 2019)

Automatizált raktárok előnyei:

- A termelékenység és hatékonyság növekedése
- A készlet egyszerű, pontos ellenőrizhetősége
- Kevesebb emberi tévedésekből származó hiba, folyamatbiztonság
- Csökkenő működési költségek (munkaerő, berendezés, karbantartás)
- Kisebb környezeti terhelés a csökkentett energiafelhasználás miatt
- Jobb, biztonságosabb munkahelyi körülmények
- Jobb munkaerő-megtartási mutató
- Az igények gyorsabb teljesítése
- Kevesebb szállítási hiba
- Megnövekedett ügyfél-elégedettség (okoslogisztika weblap, 2021)

3. LEAR CORPORATION HUNGARY KFT. BEMUTATÁSA

A Lear vállalat alapítója William Lear (1902-1978) feltaláló. 1917-ben betársult az American Metal Products (AMP) néven alapított cégbe. A cég főleg autóülések gyártásával foglalkozott, amely rohamosan fejlődött és vásárolt fel más cégeket. 1963-ban Lear Jets néven privát és luxus repülőgépek gyártásába kezdett, ekkor kapta véglegesen a Lear Corporation nevet. Európába a kilencvenes évek elején érkezett meg a cég, ekkor a fő profil az ülések- és repülőgép alkatrészek gyártása volt. ([Wikipedia.org](https://en.wikipedia.org/wiki/Lear_Corporation))

Magyarországon 1991. november 7.-én megnyitott a United Technologies Automotive Hungary Kft. (UTAH) első gyára Gödöllőn. Autóvillamossági rendszereket, kábelkötegeket, antenna vezetékeket és alszerelvényeket gyártott a Ford és Opel autógyáraknak. 1999-ben a Lear Corporation felvásárolta a UTAH Kft. gödöllői és gyöngyösi üzemét.

A gödöllői telephely 1999 óta viseli a Lear nevet. Sajnos a gyöngyösi gyárat 2018. decemberében bezárta a vállalat így jelenleg Magyarországon csak a gödöllői telephelyen gyárt az elektronikai üzletághoz. Időközben a vevői kör is átalakult. Legfőbb vevők: Volvo ~80%, Jaguar ~15%, London Taxi és Ford ~5% arányban. A vállalat a FORTUNE 500-as listáján #186.-ik helyen szerepel. A cég 37 ország, 253 telephelyen közel 160,000 alkalmazottat foglalkoztat. (i40platform.hu)



8. ábra „Making every drive better” jelmondat jelentése, hogy a Lear elkötelezett a technológia biztonságosabbá, okosabbá, valamint az utazás komfortosabbá tételére. (Forrás: <https://www.lear.com/>)

3.1. Innovációs stratégia a Lear vállalatban

Lear, mint vezető autóipar beszállító elkötelezett az innováció iránt, mert ez határozza meg a vállalat és az iparág jövőjét. Ennek érdekében igyekszik felismerni a korai szakaszban lévő technológiákat és stratégiai autóipari technológiai partnerségeket hoz létre. Belső és külső támogatást nyújt az önvezető-, az elektromos-, az összekapcsolt-, és a megosztott közlekedés innovatív kezdeményezéseihez.

A Lear tudatos megközelítést alkalmaz az innováció terén, amely összehangolja az ipar és a fogyasztók igényeit. Innovatív gyártásában új, intelligens és környezetbarát technológiák felhasználásával törekszik a biztonságosabb és jobb felhasználói élmény, valamint a mérhető kereskedelmi eredmények elérésére.

Ezen globális célkitűzések mentén a gödöllői gyár is elkötelezett az innovatív technológiák fejlesztésében, illetve felkutatásában, és ezek gyártásba való megvalósításában. Hosszú távú stratégiájának alapvető része, felhasználni a kínálkozó lehetőségeket és újításokat a versenyképesség növelése érdekében. Ehhez fontos, hogy a vállalat vezetése elkötelezze magát és meghatározza mely területen szeretne fejlődni, a piac és a versenytársak tevékenységének figyelembevételével.

Az innovációs stratégia nem csak új termékek vagy szolgáltatások fejlesztését jelenti, hanem akár az üzleti modellek, a folyamatok, a technológiai megoldások újítását is. Így maga a vállalat, illetve a tevékenységi köre tökéletes bele illeszthető az ipar 4.0-ba.

Gyakorlatban ez azt jelenti, hogy folyamatosan követi a belső folyamatok mérőszámait, melybe szükség esetén beavatkozik, illetve a mérnökség segítségével tudatosan keresi a lehetőségeket a hatékonyság növelésére a folyamatok szűk keresztmetszeteinek feltárására és ezek fejlesztésére. Emellett nagy hangsúlyt fektetnek a hibák házon belüli detektálására. Az előforduló hibák felderítésének helye és időpontja jelentősen befolyásolja a veszteségeket, költségeket.

4. KÁBELADAGOLÁS AUTOMATIZÁLÁSI PROJEKT

4.1. Kutatási módszertan

Azt gondolom, hogy egy minőségi munka létrejöttéhez elengedhetetlen egy hosszú és alapos kutatási folyamat elvégzése. Az én esetemben ez az autóiipari robotizáció és automatizációt, illetve ahhoz kapcsolódó kérdéseket járja körül. A kutatásom során nem csupán általam megfogalmazott kérdéseimre fókuszáltam, hanem szintén fontosnak tartottam az interjúalanyaim által felvetett témák mélyebb feltárását is.

Az interjúalanyok kérdései olyan fontos területeket érintettek, amelyek meghatározóak az autóiipari robotizáció direkt megvalósulásában. Az ezen témákhoz kapcsolódó vizsgálat és elemzés eredményeként született meg a kutatómunkám, amely így egy alapos, sokoldalú és releváns vizsgálati folyamat eredménye.

A kutatásom megvalósítása során mind primer, mind szekunder kutatási módszereket is igénybe vettem. Szekunder kutatásom során számos könyvet, folyóiratot, internetes bejegyzést, tanulmányt használtam fel. Fontosnak tartottam minél több forrást tanulmányozni, hogy ténylegesen releváns információkkal tudjak szolgálni. A magyar nyelvű szakirodalom hiánya miatt többnyire a Google Scholar keresőjén találtam meg az általam használt szakirodalmakat. Primer kutatásom megvalósítása során 3 interjút készítettem a Lear Corporation vállalatnál dolgozó szakemberekkel, akik a következők voltak:

- **Ecker Dániel:** Quality Manager, azaz minőségügyi vezető. Ő nem más, mint a vevő kinyújtott keze, aki számára a minőség a legfontosabb. Feladatköréhez számos elvárás társul, például az, hogy 1 "digites" legyen, azaz egy 0-9-ig terjedő intervallumon belül a PPM, tehát egy millió darabra vetítve maximum 9 darab termék lehet a hibás.

Számos fontos kérdés került megvitatásra, amelyek a következők:

- Milyen célokat kíván elérni a projekt révén?
- Milyen konkrét célokat tűzött ki a robotizálási projekt számára?
- Milyen minőségügyi szabványokat kell betartani?
- Milyen szabályozási követelmények vonatkoznak a projektre?
- Milyen költségek merülnek fel a projekt során?
- Milyen kockázatok merülhetnek fel a projekt során?

- **Nagy Donát:** Equipment Engineer, azaz „gépes mérnök”. Számára az a legfontosabb, hogy a gépek a megfelelő hatékonysággal dolgozzanak. Az Ő feladatköréhez is számos szigorú előírás tartozik. Az egyik ilyen például az OEE, aminek a mértékének nagyobbnak kell lennie mint 70%-ék, azaz a gép futási teljesítménye egy műszak időintervallum alatt legalább 70%-án kifogástalanul kell, hogy üzemeljen. Illetve ehhez kapcsolódóan ugyancsak fontos és betartandó tényező, hogy a gépállás idő karbantartás végett mindösszesen nem lehet több mint 1%-ék.

Equipment Engineer felé irányuló interjú kérdések:

- Milyen berendezéseket használunk jelenleg a gyártási folyamatok során?
 - Milyen feladatokat látnak el ezek a berendezések?
 - Milyen konkrét célokat tűztünk ki az automatizáció projekt számára?
 - Melyik gyártási folyamatokat tervezik automatizálni?
 - Milyen költségek merülnek fel az automatizációs projekt során?
 - Milyen időtávot várunk a beruházás megtérüléséhez?
 - Hogyan fogjuk ellenőrizni az automatizált folyamatok minőségét?
 - Hogyan tervezzük az új berendezések integrációját a meglévő gyártási folyamatokba?
- **Turán Ákos:** Carline leader, azaz termékfelelős középvezető. A Volvo termékekért felelős mérnök a vállalatnál, akinek a feladatai közé tartozik, hogy mindig megfelelő legyen a design, a termékek megfeleljenek a Volvo elvárásainak, betartva a speciális igényeket, valamint az összes minőségügyi és autóiipari elvárás teljesüljön.

Carline leader felé irányuló kérdéseim:

- Milyen konkrét célokat tűztünk ki az automatizációs projekt számára az autógyártási vonalon?
- Milyen területeken szeretnének automatizációt bevezetni?
- Hogyan tervezi az új berendezések integrációját a meglévő autógyártási vonalba?
- Milyen változtatásokat igényelnek a meglévő folyamatokhoz?
- Milyen előnyöket várnak a robotizációtól ezekben a folyamatokban?
- Hogyan fogja ellenőrizni az automatizált folyamatok minőségét az autógyártási vonalon?
- Milyen kockázatokat azonosított a projekt során?

Az interjúk megvalósítása során arra törekedtem, hogy az általam felkeresett interjú alanyok az adott vállalatban belül különböző feladatokért és területekért legyenek felelősek. Továbbá a nemzetközi és magyar csapatot is képviseljék.

A dolgozatom megvalósítása során azért az interjúztatást választottam mert ennek számos előnye van a témámhoz kapcsolódó adatgyűjtésben. Ilyen előny lehet például az első kézből származó információk begyűjtése, mivel egy újszerű és specifikus témáról kutattam. Továbbá az interjú alanyaik révén közvetlen és pontos információkat tudtam megszerezni a későbbiekben leírt projekt tanulmányozásához ennek köszönhetően mélyebben beletudtam ásní magam a robotizáció világába a Lear Corporationnál. Ráadásul hatalmas előnyként említhetem az interjúztatás által kínált rugalmasságot. Az interjúk során lehetőség nyílt az interjúalanyokkal való párbeszédre, és az interjúk rugalmasságát kihasználva módosíthattam a kérdéseimet vagy mélyebb beszélgetést folytathattam a témával kapcsolatban.

A mélyinterjúk során számos témát és kérdéskört jártam végig, ahhoz, hogy a projektet tökéletesen tudjam szemléltetni. Elsőként az alapvető kérdésekre fókuszáltam, ezek többek között a vállalatról szölkak és annak a tevékenységi köréről. Ilyen kérdések voltak például, hogy mivel foglalkozik a Lear Corporation, mi az a kábelkorbács, mihez szükséges stb. A kutatásomba ez egy nélkülözhetetlen pontnak tudható be hisz fontos, hogy minden olvasó számára egyértelmű legyen.

Az interjúztatás következő fázisa már a projekthez kapcsolódnak. Elsőként a projekt céljára voltam kíváncsi, illetve arra, hogy ezzel a robotizációval milyen problémát fognak megoldani, továbbá, hogy milyen elvárások vannak a projekttel kapcsolatban.

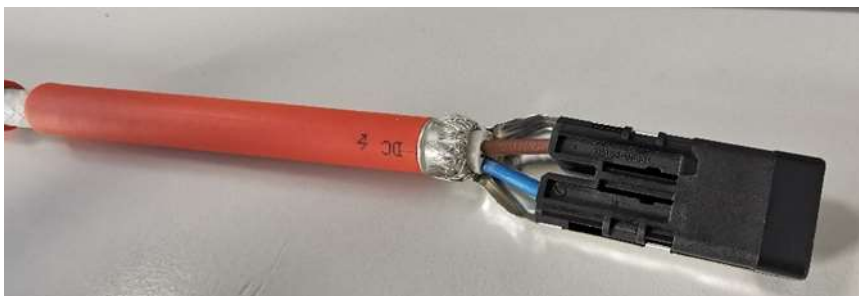
A következőekben ismertették számomra a projektet a már feltett kérdések alapján, illetve bemutatták annak egyes lépéseit, majd ezekre reflektáltam olyan kérdéskörökkel, amelyek kutatásom számára elengedhetetlenek voltak. Ez alapján a tényleges folyamat már egyértelművé vált számomra, így ennek a leírása nem okozott gondot. Ehhez a fázishoz kapcsolódó kérdéseim főként a teljesítményre és a minőségre vonatkoztak. Többek között, hogy milyen méréseket és értékeléseket alkalmaznak a robotok működésének és a gyártási minőségnek a javítására. Ennek a megválaszolására a PoC vizsgálatok majd azok eredményei tökéletes szemléltető eszköznek bizonyultak. Itt ugyancsak fontosnak tartottam, hogy milyen szabványokat kell betartani a gyártás folyamán. Az utolsó részben a költségek és azoknak a megtérülésére tértem ki.

4.2. A kábelkorbácsokról röviden

Az autók fejlődése során egyre több elektromos funkció jelent meg azokban. Kezdetben a különböző fogyasztókat vezeték párokkal kötötték össze, minden egyes funkciónak megvolt a maga kapcsolója és az vezérelte. Ez a technológia nagyon sok vezetéket eredményezett egy-egy autóban, hatalmas kábelkötegeket alakítottak ki, amelyek behálózták az egész autót. Későbbiekben megjelentek a buszos vezérlőrendszerek, ahol már nem volt minden funkciónak külön áramköre, hanem egy okos bokszt irányította azokat. Ma már ott tartunk, hogy egy központi komputer irányít szinte minden funkciót. Ezek a rendszerek mind kis feszültséggel dolgoznak és mind hasonló vezetékeket használnak. Ezeknek az úgynevezett normál vezetékeknek a feldolgozása már nagyon jól automatizált. Egy mai modern vágógép, amely egy tekercses vezetékből megfelelő méretre vágja a huzalt és mindkét végét ellátja az elektromos csatlakoztatáshoz szükséges saruval napi 25 000 szál vezetéket képes elkészíteni. Ehhez csupán a vezetékek és csatlakozó saruk feltöltését és a kész huzalok kötegenkénti elszedését kell emberi erővel megoldani.

Az új, alternatív meghajtású hibrid és teljesen elektromos autók megjelenésével bővült az elektromos fogyasztók köre. Már nem csak a szórakoztató elektronikát, az ülésmozgatást, klímátizálást, világítást kell elektromosággal megoldani, hanem az autó hajtását is. Ehhez nem elegendő a 12V-os rendszer, mert ilyen feszültség mellett nagyon nagy áramerősségre volna szükség, ami vastag, emiatt nehéz vezetéket is igényelne. A nagy teljesítményhez inkább magasabb feszültség és a 12V-ra számoltnál alacsonyabb áramerősség szükséges. Ezért az elektromos és hibrid autók meghajtásához szükséges rendszer feszültségét kezdetben 400~600V-ra, a legmodernebb autókban már 800V-ra emelték. Ez a feszültségi szint már különleges biztonsági és érintésvédelmi követelményeket támaszt mind a felhasználó, mind a szerelő, karbantartó személyzet irányába. Erre kialakítottak egy alacsony feszültségű hurkot, ami, amely felügyeli az elektromos járművek egyes nagyfeszültségű csatlakozóit és alkatrészeit. Ez az alacsony feszültségű hurok egyfajta megszakítóként működik, amely riasztást vagy hibakódot küld a központi vezérlésnek, ha a nagyfeszültségű csatlakozás meglazul, megszakad vagy megsérül a jármű működése során. Esetleges baleset esetén is segít megvédeni a jármű vezetőjét és utasait. Ezt az alacsony feszültségű hurkot csak speciális vezetékekkel tudják kialakítani. Ezek a kábelek úgy épülnek fel, hogy a nagyfeszültségű, általában eleve többeres vezetékbe, további érpárként kis keresztmetszetű vezetékeket is beépítenek, amely a korbácsvégi csatlakozókon keresztül záródik. Ennek a huroknak a rövidítése a HVIL (High Voltage InterLock).

A nagyfeszültségű csatlakozók úgy vannak kialakítva, hogy a belső nagyfeszültséget továbbító vezetőre préselt vagy hegesztett csatlakozó saru köré valamilyen műanyag szigetelő alkatrész kerül, és ezután egy fém árnyékoló lemez, amihez a vezeték árnyékoló hálóját kell rögzíteni, többnyire úgy, hogy két fém gyűrű közé és az árnyékoló lemez köré vezetjük és ott valamilyen mechanikai kapcsolatot kell létesíteni.



9. ábra Nagyfeszültségű csatlakozó (forrás: Lear.com)

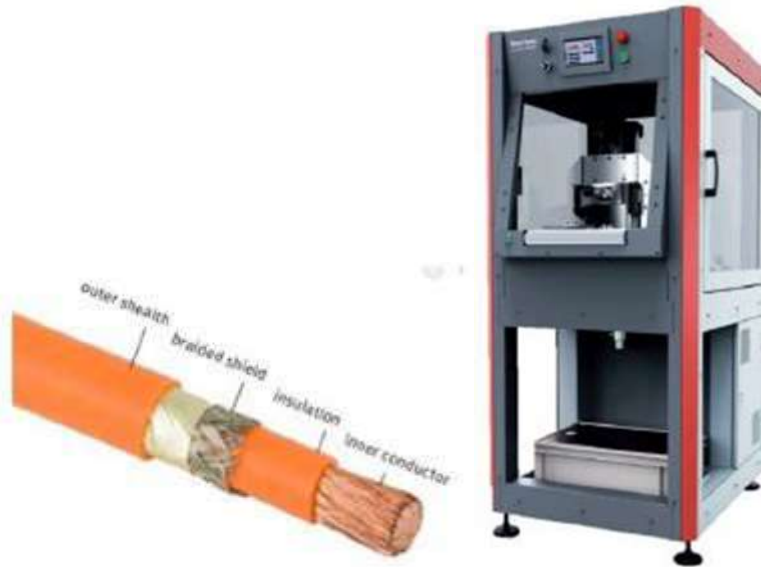
A nagyfeszültségű vezetékek feldolgozásánál az okozza a nehézséget, ami az ilyen kábelek fő tulajdonsága, hogy a külső árnyékoló háló teljes hosszában védi, burkolja a belső eret. Ezt az árnyékoló hálót úgy kell megmunkálni, hogy a belső ér szigetelése közben nem sérülhet.

Kezdetben az árnyékolás megmunkálására csak az egyszerű kézi eszközök (olló, csípőfogó, kés) álltak rendelkezésre. Ez rendkívül jól képzett dolgozókat és nagy odafigyelést igényelt, nem beszélve a nagy hibaszázalékról. Későbbiekben a minőség javítása céljából és a növekvő darabszám elérése érdekében már készültek speciális árnyékolás vágó eszközök, amelyek speciálisan erre a feladatra lettek tervezve. Ezek már nem igényeltek olyan felkészült dolgozókat és a hibaszázalék is kisebb volt. Ezeknek a speciális kézi eszközöknek az működési elvét felhasználva készített a Komax cég Lear Corporation gyártási tapasztalatainak és szakmai követelmények útmutatásával egy automatizált berendezést, ami nagyfeszültségű vezetéken elvégzi a külső árnyékoló háló megmunkálását. Ez a gép a Komax Lambda SP240. A gép manuális adagolás mellett el tudja készíteni az árnyékoló háló méretre vágását, ha szükséges akkor vissza is hajlítja, továbbá a belső vezető eret is megcsupaszítja, amit azelőtt a kézi műveleteknél egy külön gépen, egy külön munkafázisban kellett elvégezni.

A gép működtetéséhez egy embernek folyamatosan ott kell állni mellette és adagolni, elszedni a vezetékeket. A gép kapacitása függ a kiszolgáló felkészültségétől, és képességeitől. A Lambda gép kábeladagolás automatizálási projektje azért készült, hogy a gép kiszolgálását folyamatosan és automatikusan biztosítani lehessen. A ciklusidő nem függ a személyzet felkészültségétől, hanem a gépi idők alapján pontosan tervezhető. A kiszolgáló személyzet így esetleg több gépet is el tud látni.

4.3. A projekt ismertetése

A mélyinterjú során megtudtam, hogy a gödöllői Lear üzemben a többrétegű, árnyékolt „High Voltage” azaz magas feszültségű kábelek feldolgozása Komax Lambda 240SP típusú gépen történik.



10. ábra Egy szabványos HV kábel és a Komax Lambda 240 SP gép felépítése (forrás: Lear.com)

A gép arra szolgál, hogy a fonott árnyékolóhálót egy bizonyos hosszúságra vágja, visszahajtsa egy fém hüvelygyűrűre vagy külső köpenyre, és utolsó lépésként lecsupaszítsa a belső szigetelőréteget. A kábeleket a kezelők manuálisan adagolják a gépbe, a gép automatikusan elvégzi az összes fent említett lépést, és a folyamat végén megcsupaszítja a belső vezető eret. A kezelő eltávolítja a kész árut, behelyez egy új kábelt, és a teljes ciklus újraindul.

Az automatizálási projekt célja: Egy automatizált munkacella megvalósítása, beleértve a meglévő Komax Lambda 240SP gépet is, ahol a kézi kábelmanipulációs munkát a kezelők helyett egy robot végzi. A kábelpozíció-érzékeléshez, kábelmanipulációhoz és robotmozgás-programozáshoz a már elvégzett PoC (by Artiminds) vizsgálatok eredményeit kell adaptálni. Ezenkívül a beszállítónak meg kell terveznie a teljes munkacella mechanikai felépítését és elrendezését, meg kell terveznie és le kell gyártania a kábeladagoláshoz és a tároláshoz szükséges tartozékokat (állványok, tartályok stb.), Programoznia kell a robot és a Lambda gép közötti szoftveres kommunikációt, és CE-tanúsítvánnyal kell rendelkeznie a végső celláról.

Az első interjúm során megtudhattam azt, hogy a fentebb említett tanúsítvány mellett számos egyéb szabványnak is meg kell felelni, amelyek a következők:

- ISO TS 16949 – minőségirányítási rendszer az autóipar számára
- IEC 60512 – szigetelési ellenállás mérése

- IEC 60352 – krimpelt kapcsolatok
- IEC 60529 / ISO 20653 - elektromos berendezések idegen test és hozzáférés elleni védelme
- ISO 6469 – elektromos veszélyekkel szembeni személyvédelem
- ISO 6722-2 – 60-600V tartományra használható 1-eres vezetékek
- ISO 14572 – árnyékolt és árnyékolatlan 60-600V-os vezetékek, teszt módszerek
- RAL színskála („HV RAL 2003”)
- USCAR 21 / 38

Projekt célja

A projekt célja átfogóan nem más, mint a robotizálás és az automatizálás. A már fentebb bemutatott ipar 4.0 elengedhetetlen eszközének és elemének tekintjük ezt a két tényezőt. Ennél fogva az alkalmazkodás egy nélkülözhetetlen folyamat, pláne egy ilyen dinamikusan fejlődő iparágban. Továbbá az intelligens gyárakban és folyamatokban az emberi mesterséges intelligencia és ember-robot együttműködés egyszerre játszik a kulcsfontosságú szerepet a hatékonyság és innováció előmozdításában.

A későbbiekben bemutatott módszerek és ezekhez gyártóberendezések fejlesztésének célja, hogy a gyártás hatékonyabb legyen, beleértve a következőket:

- a ciklusidő rövidüljön - különösen a fő veszteséget okozó mellékidők – és standard időként lehessen vele kalkulálni (ne legyen operátorfüggő)
- a minőségképesség javuljon, a selejtek aránya és elfordulásának valószínűsége csökkenjen
- ezáltal összességében a gyártási költség csökkenjen
- a beruházás reális időtávon belül megtérüljön
- hosszabb távon alapul szolgáljon további fejlesztésekhez.

Tényleges folyamatleírás

A tényleges folyamatleírás esetemben úgy történt, hogy lehetőségem adódott végig kísérni a teljes folyamatot. Az interjúztatás során az érintettek készségesen meséltek minden egyes elvégzett lépésről és a folyamatok közben alkalmazott gépekről.

A kábelek tárolása és adagolása hosszuktól függően eltérő.

- Rövid kábelek (általában 1 m-ig.): a kábeleket kocsikban tárolják (további alkatrészekkel együtt), és a folyamat során teljesen eltávolítják őket a tárolóból



11. ábra Rövid kábeltartó rendszer (Forrás: Lear.com)

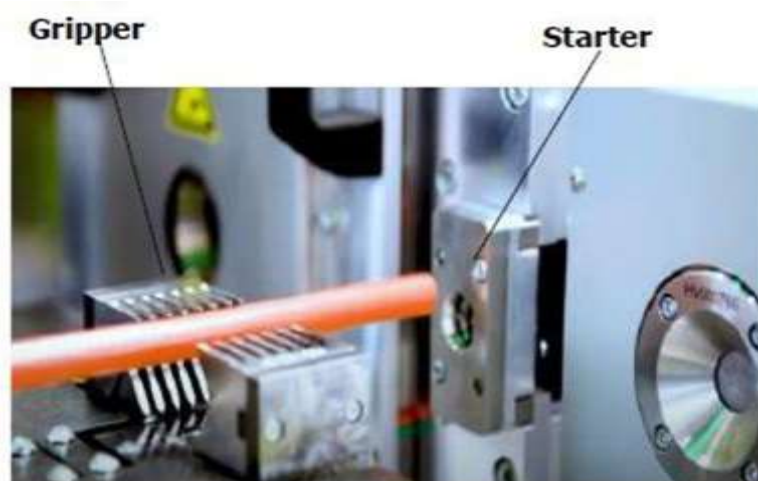
- Hosszú kábelek (általában 2 m-nél hosszabbak): a kábeleket gördülőállványokon tárolják (további alkatrészekkel együtt), csak a kábelek végét manipulálják a folyamat során (a kábeleket nem távolítják el teljesen az állványról)



12. ábra Hosszú kábeltartó rendszer/behelyezése a gépbe (forrás: Lear.com)

Kábel behelyezése és eltávolítása a gépből

A kábelek végét a lambdagép megfogói közé helyezik, és egy indítóegységhez nyomják. A fogó kiindulási helyzetben van. A megfogók bezáródnak, a kezelő elengedi a kábelt, és kihúzza a kezét a biztonsági fényfüggöny által védett területről. Ezen a ponton a lambda gép jelzőlámpája pirosra vált, és a gép elindítja az automatizált folyamatot. Ha a fényfüggöny megszakad a folyamat során, a gép leáll.



13. ábra Komax Lambda megfogó és indító egység (forrás: Lear.com)

A folyamat végén a lambdagép megfogója kioldó helyzetbe kerül, megáll, és a jelzőlámpa zöldre vált. A megfogó csak akkor oldja ki a kábelt, ha a kezelő behelyezi a kezét a gépbe, és megszakítja a fényfüggönnyet. Amikor a kezelő eltávolítja a kész kábelt a gépből, és elhagyja a fényfüggönnyel védett területet, a megfogó kiindulási helyzetbe kerül, és készen áll a következő kábel behelyezésére.

4.4. Az Artiminds által végzett PoC vizsgálatok tartalma és eredményei

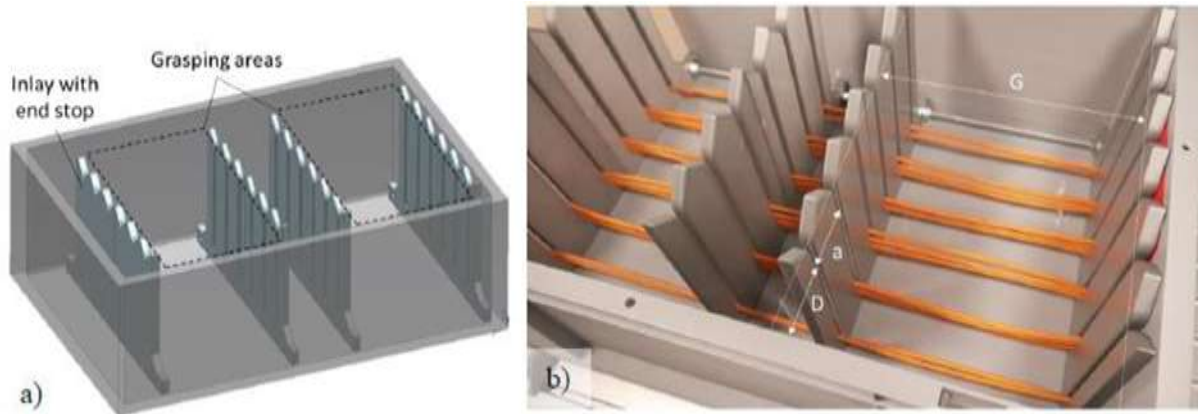
PoC

Az 1. PoC vizsgálat fő céljai a következők voltak:

- Kábeltárolási koncepció tervezése és validálása rövid (500mm hosszúság, 3mm² keresztmetszet) és hosszú (2500mm hosszúság, 50mm² keresztmetszet) HV kábelek számára.
- Tervezzen megbízható kábelmegfogásra alkalmas robotmegfogókat
- Határozza meg és érvényesítse a megfelelő és megbízható kábelpozíció-felismerési és kábelmegfogási módszert
- Kábelmanipulációs módszerek meghatározása és érvényesítése rövid és hosszú kábelekhez
- A megfogóerő-kontrollált kábel behelyezési folyamatának ellenőrzése
- Becsülje meg az elérhető ciklusidőt

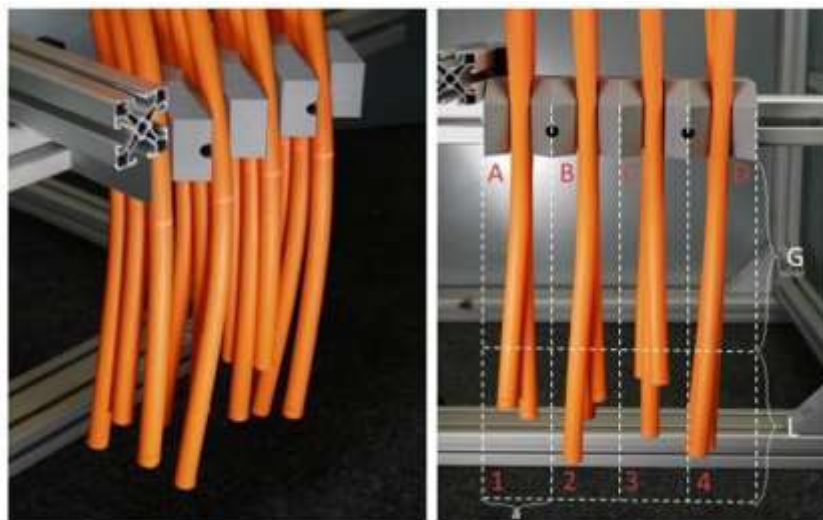
Tárolási koncepció

A rövid kábelekhez kidolgozták a "dobozos" adagolási koncepciót. Ez egy szabványos méretű műanyag dobozból és további betétekből áll, amelyek segítenek a kábelek megfelelő elrendezésében.



14. ábra Dobozos tárolási koncepció rövid kábelekhez (forrás: Lear.com)

A hosszú kábelekhez kidolgozták a "rack" adagolási koncepciót. Ez egy állványból áll, amely nagyon hasonlít a tényleges termelésben használthoz. A kábelek elrendezése szeparátorokkal történik, amely lentebb látható



15. ábra Rackes tárolási koncepció hosszú kábelekhez (forrás: Lear.com)

Kábelmegfogó és pozicionálás-felismerési koncepció

A kábel- és kábelvég-érzékeléshez lézerszenkereket alkalmaznak. A kábelek megfogására prizmatikus alakú fogópofákat fejlesztettek ki. Egy pár pofa szükséges a megfelelő fogáshoz és a kábel kezeléséhez. A lézerszenker a két fogópofa közé kerül.

Kábelmanipulációs és -beillesztési folyamat

A Lambda gép 3D CAD adatai alapján alumínium keretből makett készült, amely a gép bejáratát jelképezte. A Lambda gép megfogóinak és indítóegységének működésének szimulálására 3D nyomtatott alkatrészek készültek. A megvalósíthatósági tanulmányhoz a Universal Robot COBOT-ját (UR10) használták.

- Dobozadagolási koncepció:



16. ábra A rövid kábelkonceptió beállítása (forrás: Lear.com)

- Állvány adagolási koncepció:



17. ábra A hosszú kábelkonceptió beállítása (forrás: Lear.com)

Az 1. PoC eredményei

Mind az első, mind a második PoC eredményeinek ismertetése a mélyinterjúk során valósult meg. Az ilyen gépekkel folytatott termelés során a hatékonyság az egyik legfontosabb

mozgatórugó, és ezek a lentebb látható számszerűsített adatok tökéletesen megfelelnek a hatékonyság elvárásainak.

A hosszú és rövid kábeles előtolás koncepciójának validálása sikeres volt. A rövid kábelek dobozból történő adagolása és a hosszú kábelek rackből történő táplálása koncepció megfelelően működött. A kábelpozíció-érzékelésre szolgáló lézerszkennelési koncepció a teljes megvalósíthatósági tanulmány során megbízhatóan működött.

Ciklusidők (összesen, beleértve a beolvasási, behelyezési és eltávolítási lépéseket):

- Állvány koncepciója: 35 mp.
- Doboz koncepciója: 30 mp.

4.5. 2. PoC

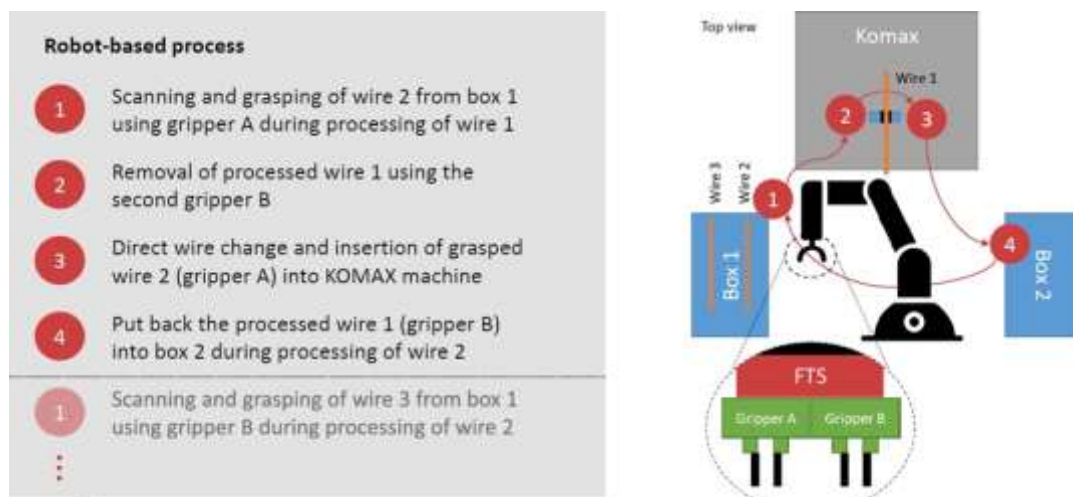
A 2. PoC fő céljai a következők voltak:

- Csökkentse a teljes ciklusidőt 18 másodpercre. (13 másodperc. gép feldolgozási ideje + 5 mp. manipuláció)
- További alkatrészek behelyezve a kábelekbe, hasonlóan a valós gyártáshoz

A fő célok elérésére irányuló koncepció

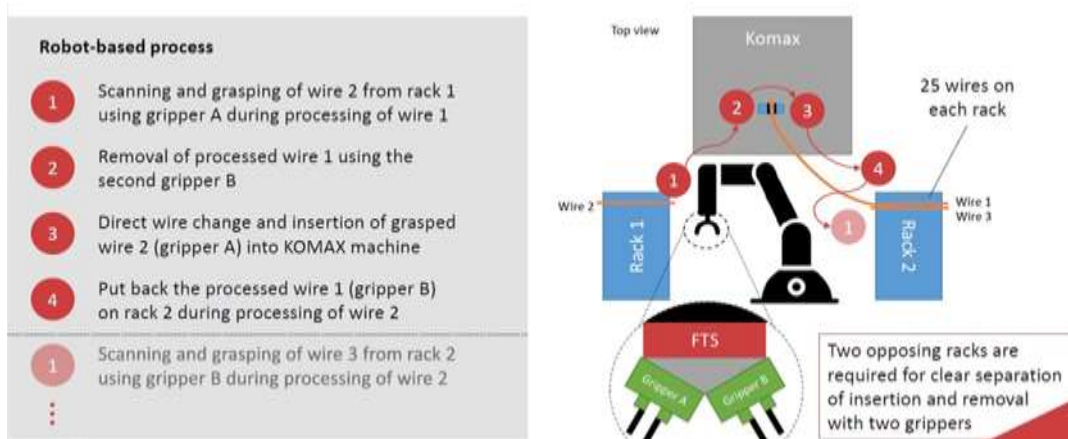
Dupla megfogó alkalmazása a kábelek gyors cseréjéhez a lambda gépben.

Rövid kábeladagolás:



18. ábra Koncepció a rövid kábeladagolás optimalizálására (forrás: Lear.com)

Hosszú kábeladagolás:



19. ábra. Konceptió a hosszú kábelek adagolásának optimalizálására (forrás: [Lear.com](http://lear.com))

A 2. PoC csak a hosszú kábeles táplálás koncepciójára összpontosított, a rövid kábel koncepciójának validálása nem szerepelt a kiterjesztett tanulmányban. A vizsgálathoz ugyanolyan típusú kábeleket használtunk (2500 mm hosszú, 50 mm² keresztmetszet), mint az 1. PoC-ban. Minden kábelhez további alkatrészeket helyeztek a következő kép szerint:



20. ábra A tesztkábelre szerelt további alkatrészek (Forrás: [Lear.com](http://lear.com))

A piros négyzetekkel jelölt alkatrészek könnyen mozognak a kábelben, és meg kell akadályozni, hogy a manipuláció során leessenek a kábelről.

A 2. PoC eredményei

A kettős megfogó koncepció és a két állványról történő kábeladagolás validálása sikeres volt. A kitűzött 18 másodperces ciklusidőt az alábbiak szerint sikerült elérni:

- kábelpozíció beolvasása, megfogása és szállítása a lambdagépre: 13 másodperc.
- kábelcsere a lambda megfogókban: 5 mp.

Annak érdekében, hogy a kiegészítő alkatrészekkel szerelt kábeleket megfelelően lehessen kezelni, a kezdeti állapotban, amikor a kábeleket az állványokra szerelik és az elrendezés megtörtént, az alkatrészeket át kell húzni a szeparátorok tetején, így megakadályozták, hogy leessenek.

4.6. A projekt hatóköre

Általános követelmények

A mélyinterjúk során megismerhettem az általános követelményeket, amelyek a következők:

- Az interjúalany elmondása alapján egy végső automatizált munkacellának a következő fő elemeket kell tartalmaznia:
 - Komax Lambda 240SP HV feldolgozó gép (a Lear biztosítja)
 - Ipari robot (nincs korlátozás egy adott típusra / márkára, de rendelkeznie kell az "erővezérelt" mozgásfunkcióval)
 - Minden szükséges érzékelő és megfogó a kábelpozíció felismeréséhez és a kábelmanipulációhoz
 - Megfelelő hardverelemek hosszú és rövid kábelek tárolásához az adagoláshoz (pl. állványok és dobozok)
 - Betöltés / kirakodás könnyű hozzáféréssel, hogy a kész állványok / dobozok újra cserélhetők legyenek
 - A munkacella (pl. kerítések) fizikai elkülönítése a termelési környezettől a megfelelő egészségügyi és biztonsági követelmények biztosítása érdekében - a teljes cella CE tanúsítása szükséges!
- A szállítónak árajánlatot kell tennie és bele kell foglalnia a szállításba minden olyan hardver- és szoftverelemet (kivéve a Lambda géphez tartozót és az Artiminds RPS szoftverét), amely a teljes munkacella megfelelő működéséhez szükséges.
- Az automatizált munkacellának képesnek kell lennie az emberi beavatkozás nélküli folyamatos működésre.
- A munkacellát úgy kell megtervezni és gyártani, hogy a Lambda gép kézi üzemmódban is működtethető legyen. Az automatizált üzemmódból a kézi üzemmódba (és visszafelé) történő átkapcsolás maximális ideje 10 perc.
- A munkacellának képesnek kell lennie hosszú kábelekkel (rack koncepció) és rövid kábelekkel (doboz koncepció) dolgozni, és kéznél kell tartania az összes megfelelő tárolóelemet. A hosszú és rövid kábeles üzemmód közötti maximális átkapcsolási idő 5 perc.
- A különböző felhasználói jogokkal rendelkező üzemmódokhoz (pl. programozó, karbantartó, kezelő) különböző hozzáférési szinteket kell biztosítani.

4.7. Termékinformációk és részletek

THVM termékcsalád

A következő fejezetek leírásának a megvalósulásához mindhárom interjúalanyom a segítségemre volt. Az interjúk során volt lehetőségem megtekinteni egész közelről az alkalmazott gépeket és eszközöket, néhol pedig már a kész termékkel is találkoztam.

A THVM termékcsalád hat különböző kábelt tartalmaz:

Name	Total length [mm]	Stripping length Side "A" [mm]	Stripping length Side "B" [mm]	Weekly volume [pcs]
THVM1_200	2640	46	37	50
THVM1_201	2640	46	37	50
THVM1_202	2640	46	37	50
THVM1_200.A	2315	46	37	50
THVM1_201.A	2385	46	37	50
THVM1_202.A	2455	46	37	50
Total volume				300

2. táblázat A hat különböző kábel típus és azok paraméterei (Forrás: Lear.com)

Ezeknek a kábeleknek mindkét végét a lambda gépben kell feldolgozni, így a teljes darabszámot meg kell szorozni 2-vel. A hosszon kívül a kábelek pontosan ugyanazok. Az automatizált folyamat mindig az "A" oldallal kezdődik, amely hosszabb sztrippelési hosszall rendelkezik.

A folyamat lépései:

1. További alkatrészeket (műanyag kupakot, tömítést és fém ferrule gyűrűt) helyeznek az "A" oldalra, és hátrahúzzák, hogy szabad helyet biztosítsanak a lambda megfogóknak a kábel megfogásához. Az alkatrész behelyezése után a külső köpeny végét eltávolították a kábeltől, hogy a fonott árnyékolóháló szabadon legyen.



21. ábra Behelyezett alkatrész és a kábeltől eltávolított külső köpeny (forrás: Lear.com)

2. A kábeleket az állványokra szerelik (általában 25-30 db egyszerre), és az állványt a gép közelében helyezik el. Ezután a kezelő elkezd táplálni a kábeleket a gépbe, és befejezi az összes kábel "A" oldalát.



22. ábra A lambdagép közelében elhelyezett állvány (forrás: Lear.com)

3. A folyamat következő lépése a kábelek "A" oldalának befejezése egy másik munkaállomáson. Egy további műanyag alkatrész hozzáadva, egy csatlakozót krimpelnek a vezető érhez az "A" oldalon, és egy hosszú, gégecsövet helyeznek a kábelre a "B" oldalról



23. ábra. Az "A" oldal elkészült és a cső behelyezve (forrás: Lear.com)

4. Ugyanazokat a kiegészítő komponenseket helyezzük a "B" oldalra, mint az első lépésben az „A” oldalra
5. Ezután a kábeleket a 2. lépéshez hasonlóan az állványokra rakják

M3_111 termékcsalád

A M3_111 termékcsalád 2 kábelt tartalmaz:

Name	Total length [mm]	Stripping length Side "A" [mm]	Stripping length Side "B" [mm]	Weekly volume [pcs]
M3_111_A	195	35	0	1600
M3_111_B	195	35	0	1500

3. táblázat M3_111 termékcsalád kábeleit, illetve paramétereit (Forrás: Lear.com)

Az egyetlen különbség a két kábel között az, hogy az "A" verzió 3, a "B" változat pedig 2 belső vezetőeret tartalmaz.

Ehhez a termékhez a kábelnek csak az egyik végét kell feldolgoznia a lambda gépnek. Ez egy többeres kábel, amelyet a vágógép részben előkészít, amint az a következő képen látható:



24. ábra M3_111 termék (forrás: Lear.com)

A folyamat lépései:

1. A kezelő eltávolítja a részben lecsupaszított szigetelést a kábel végéről, és felhelyezi a fém hüvelyt a fonott árnyékolóhálóra.
2. A kábeleket gurulókocsikba rakják, és a gép közelében helyezik el
3. A kezelő behelyezi a kábelt a készülékbe
4. Amikor a folyamat befejeződött, a kezelő eltávolítja a kábelt a gépből, és egy másik tárolóba helyezi.

A robot fogópofáját úgy kell megtervezni, hogy meg tudják fogni a kábelt ott, ahol a külső köpeny még mindig jelen van. A megfogó tervezésekor a következő méreteket kell figyelembe venni:

- A méret: 95 mm – távolság az indítóegység eleje és a lambda megfogó eleje között (kiindulási helyzet)
- B méret: 43 mm – a lambda megfogó vastagsága
- C méret: 57 mm – külső szigetelési hossz a lambda megfogó végétől

HHN termékcsalád

A HHN termékcsalád csak egy kábelt tartalmaz:

Name	Total length [mm]	Stripping length Side "A" [mm]	Stripping length Side "B" [mm]	Weekly volume [pcs]
HHN	885	t.b.d	0	350

4. táblázat HHN termékcsalád kábele és paraméterei (Forrás: Lear.com)

A kábel keresztmetszete 4 mm². A feldolgozási lépések hasonlóak a M3_111 termékcsaládhoz.

X590 termékcsalád

Az X590 termékcsalád is csak egy kábelt tartalmaz:

Name	Total length [mm]	Stripping length Side "A" [mm]	Stripping length Side "B" [mm]	Weekly volume [pcs]
X590	1140	t.b.d	0	450

5. táblázat X590 termékcsalád kábele és paraméterei (forrás: Lear.com)

A kábel keresztmetszete 50 mm². A folyamat lépései nagyon hasonlóak a THVM termékcsaládhoz.



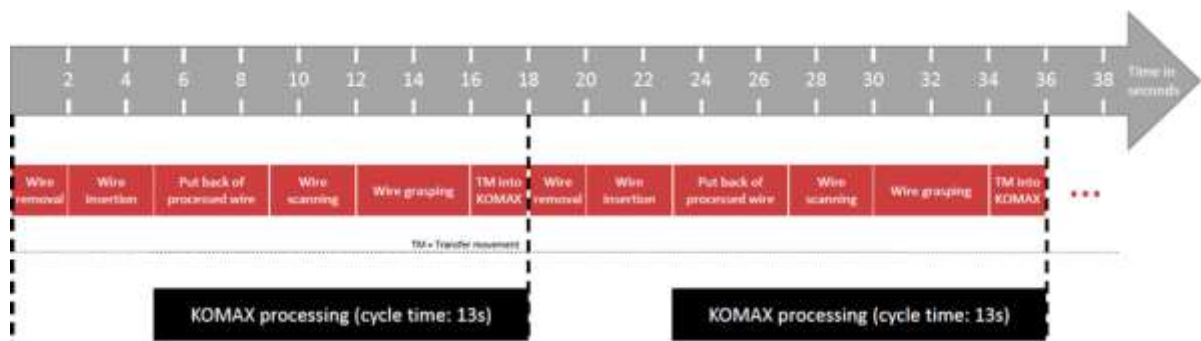
25. ábra. X590 kábel a lambdagépben történő feldolgozás előtt és után (Forrás: Lear.com)

4.8. Automatizált folyamatkövetelmények

Az automatizált kábelfelismerési, -kezelési és -adagolási folyamatnak azon elvek alapján kell működnie, amelyeket az Artiminds-szel végzett PoC-vizsgálatok során igazoltak (fentebb található fejezetben leírtak). Az automatizált munkacellának képesnek kell lennie a teljes folyamat elvégzésére a maximális 18 másodperces teljes ciklusidővel. Ez a ciklusidő a következő lépésekből áll:

- 1. lépés: Megmunkált kábelek tárolóba helyezése (rövid kábelek) vagy visszahelyezés az állványra (hosszú kábelek), új kábelek beolvasása, megfogása és szállítása a gépre: 13 másodperc.
- 2. lépés: A kábel eltávolítása és új kábelbehelyezés a lambda megfogókba: 5 másodperc.

A teljes ciklus szerkezetét az alábbi ábra szemlélteti:



26. ábra Robotkábel-manipulációs szekvencia (Forrás: Lear.com)

A robotnak képesnek kell lennie az "1. lépésben" leírt összes lépés elvégzésére a lambdagép gyártási ciklusa során. A lambdagép ciklusideje termékspecifikus, és 13 és 30 másodperc között változhat.

Az 5 másodperc azt az időt jelenti, amíg a kezelő képes eltávolítani a feldolgozott kábelt a gépből, és behelyezni egy újat.

A termék ciklusidejére vonatkozó követelmények:

A lambda gép feldolgozási ideje mindkét termék (THVM és M3_111) esetében **20 másodperc**.

A lambda megfogók nyitásakor a kábelcsere **5 másodperc** alatt megtörténik.

Így a teljes szükséges ciklusidő **25 másodperc**, figyelembe véve a fent részletezett sorrendet.

THVM termékcsalád

A hosszú kábeltároló rendszer esetében ajánlott a "Rack feed koncepció" használata, amelyet a „PoC with Artiminds” során javasoltak és ellenőriztek. Figyelembe kell venni, hogy a megvalósíthatóság csak a 2500 mm hosszú kábelekre összpontosított. A THVM termékcsalád rövidebb kábeleket is tartalmaz, a munkacella elrendezésének és a rack kialakításának biztosítania kell, hogy azok a Lambda gépbe kerüljenek anélkül, hogy elérhetőségi probléma lenne.

Az állványokat úgy kell megtervezni, hogy a kábelek ergonomikus módon helyezhetők rájuk, anélkül, hogy túl sok erőfeszítést igényelnének a kezelőktől. A rögzítés a kábeleknél a lehető legegyszerűbbnek és leggyorsabbnak kell lenniük, és biztosítaniuk kell, hogy a további alkatrészek, csatlakozók vagy akár a kábelek ne sérüljenek meg a behelyezés vagy a manipuláció során.

Az egyes állványok minimális kábelkapacitása: 25 kábel.

Az állványok és szeparátorok kialakításának biztosítania kell, hogy a kábelekre szerelt kiegészítő alkatrészek ne essenek le, és távol kell tartaniuk ezeket az alkatrészeket attól a területtől, ahol a robotmegfogók megfogják a kábelt.

A feldolgozott kábelvégeket ugyanazon az állványon egy elkülönített területre kell visszahelyezni, ügyelni kell arra, hogy a már feldolgozott kábelek ne akadályozzák a fel nem dolgozott kábelek megfogását és feldolgozását.

M3_111 és HHN termékcsalád

A rövid kábeltároló rendszer esetében ajánlott az Artiminds által javasolt "dobozadagolás" koncepció használata, ahol "betéteket" alkalmaznak a kábelek elrendezésére és az alkatrészek szétválasztására. Figyelembe kell venni, hogy a dobozadagolási koncepció csak az 1. PoC-ban volt tesztelve, ahol a kábeleken nem voltak további alkatrészek, és a kettős megfogó helyett egyetlen robot megfogót alkalmaztak.

A dobozokat úgy kell megtervezni, hogy a kábeleket a kezelők könnyen be tudják helyezni azokba. Mivel a rövid kábeleket a folyamat során teljesen eltávolítják a dobozból, a befejezés után nem helyezhetők vissza ugyanabba a dobozba. Teli és üres dobozpárokat kell alkalmazni.

Az egyes dobozok minimális kábelkapacitása: 50 kábel

A dobozok és a "betétek" kialakításának biztosítania kell, hogy a kábelekre szerelt kiegészítő alkatrészek ne essenek le, és távol tartsák ezeket az alkatrészeket attól a területtől, ahol a robotmegfogók megfogják a kábelt.

X590 termékcsalád

Az X590 termékcsalád egyedülálló a tárolási és adagolási koncepció tekintetében. A huzal teljes hossza kívül esik a megvalósíthatósági tanulmányok által igazolt tartományon. Vizsgálatot kell végezni, ha az megfelel valamelyik tárolási/etelési koncepciónak, vagy alternatív megoldást kell találni.

A dokkoló rendszerre vonatkozó követelmények

A dokkolórendszer a munkacella azon területe, ahol az új kábelekkel ellátott állványokat / dobozokat és a késztermékeket tartalmazó állványokat / dobozokat cserélik. Ez az "interfész" az automatizált cella és az operátorok között.

Két különböző rendszert kell árazni:

- Első lehetőség: Kézi dokkolórendszer

Amikor az automatizált cella elkészült az összes kábellel az állványokon / dobozokban, egy jelzőfénynek zöldre kell váltania, és hozzáférést kell biztosítani a kezelő számára a dokkolási területhez, ahol kicserélheti a cellában lévő állványokat / dobozokat.

Mivel a kézi munka eltart egy ideig, és az automata cellában nincs termelés, amíg az állványokat/dobozokat ki nem cserélik, a művelethez szükséges időnek minél rövidebbnek kell lennie

- Második lehetőség: Automatikus dokkolórendszer

Az automatizált dokkolórendszernek úgy kell működnie, hogy lehetővé tegye a kezelők számára, hogy a 3. és 4. állványkészletet/dobozt a munkacella közelében helyezték el, míg az 1. és 2. működik. Amikor az első kettő folyamata befejeződött, a cella néhány másodpercre leáll, és automatikusan cseréli az állványokat / dobozokat (pl. lemezjátszó megoldással vagy hasonló csuklóval). Így a munkacella várakozási ideje minimálisra csökken (természetesen a teljes cella magasabb automatizálási szintjét igényli).

A robot megfogójára vonatkozó követelmények

A megfogók fejlesztése során figyelembe kell venni a megvalósíthatósági szakaszban alkalmazott robotmegfogó kialakítását.

A megfogóknak biztosítaniuk kell, hogy a kábelmegfogás és kezelés megbízhatóan elvégezhető legyen. A megfogó azon része, amely megérinti a kábeleket (fogópofák) nem készülhet fémből, csak műanyag vagy gumi anyag megengedett.

4.9. Kommunikáció és nyomonkövethetőség

Általános követelmények

Az automatizált munkacellának (mint önálló egységnek) készen kell állnia arra, hogy OPC UA interfészen keresztül kommunikáljon a Lear gyártórendszerrel.

Minden rack / box tárolóegység egyedi azonosítóval rendelkezik (vonalkód vagy QR-kód, később kerül meghatározásra), amelyet be kell olvasni a tényleges tétel előállítás előtt.

Kommunikáció a Komax Lambda géppel

Mivel a lambdagépet kézi működtetésre tervezték, új kommunikációs csatornákat kell beállítani. A robot mesterszerepet kell betöltenie a művelet során. A további elemzéshez a rendszer fejlesztése során be kell vonni a Komax szakembereit.

Hibakezelés

A robotnak fel kell ismernie a Lambda gépből érkező különböző hibaüzeneteket, és ennek megfelelően kell cselekednie. A konkrét hibamódok, hibaüzenet-típusok és a szükséges műveletek meghatározása a fejlesztési fázisban történik.

4.10. A projekt eredményei

Az eszközök legyártását és átvételét, valamint tesztüzemét követően elmondható, hogy a Lambda 240-es gép megfelel az elvárásoknak. A megfelelő beállításokkal a Komax SP 240 megmunkálógép kb. 22-24 másodperc ciklusidővel tud működni. Ez a ciklusidő magában foglalja a teljes megmunkálási folyamatot. A vezeték megfogásától kezdve az árnyékolás visszavágását, visszahajtását a külső szigetelésre, vagy valamilyen külső gyűrűre, többeres vezetéknél a belső kitöltő anyag megmunkálását vagy vastag egyeres vezetéknél a belső ér csupaszítását és a vezeték alaphelyzetbe mozgatását.

A mérések és számítások alapján ez kb. 8-12 másodperccel kevesebb mintha az operátor a hagyományos kézi műveletek során a céleszközöket és berendezéseket használná. Illetve ez akkor igaz, ha a megmunkáláshoz szükséges eszközök egy helyen, megfelelő közeli elrendezésben vannak és az operátornak nem kell sétálgatnia a különböző eszközök használatához. Ezen kívül az automata segítségével a ciklusidő pontosabban tartható mintha az operátor a hagyományos eszközökkel dolgozna.

Továbbá a másik fontos eredmény a munkadarabok minősége. A Komax SP240 megmunkálógép egyenletes minőséget produkál, nincs hatással rá az operátor felkészültsége és

ügyessége. A további feldolgozás sokkal könnyebb, nem igényel extra javító, kiegészítő műveleteket.

Gazdasági kalkuláció

A Komax Lambda SP240 gép beszerzési ára 120 000 €

Az automata használata nélkül a kézi műveletekhez is szükségesek eszközök, berendezések ezeknek a beszerzési ára kb. 30 000 €. A fenti ciklusidővel az automata gép 2 műszakban működtetve 2400 elem megmunkálásra képes naponta.

Ha a gazdaságossági számításunk alapja kizárólag az automata használatával megnyert munkaidő, akkor napi 2 műszakban, heti 5 nappal és évi 250 munkanappal számolva, 14 € munkaóra költséggel, akkor a megtérülés **4,8 év**.

$$(120\,000 - 30\,000) / (8/3600 * 2400 * 14 * 250) = 4,8$$

Ez a megtérülés jóval hamarabb bekövetkezik, ha az automatát folyamatosan üzemeltetik. Például folyamatos üzemben napi 24 órában az év minden napján a megtérülés már 2 év alatt realizálható.

Ez a megtérülési számítás kizárólag a Komax labda SP240 -re vonatkozik. A robotos kiszolgálás a folyamatos 24/365 működést kívánja szupportálni. Mivel a robotos kiszolgálás még fejlesztés alatt van ezért a költségei még pontosan nem ismertek. A robotos kiszolgálástól azt várják, hogy esetleg 1 operátor több gép feltöltését is el tudja végezni, ezzel töredékére csökkentve a feladatra szánt emberi munkaórák számát, míg a folyamatok automatikusan, jól tervezhetően zajlanak.

Röviden értékelve, a projekt alapvetően sikeres, és mindenképpen alkalmas arra, hogy továbbfejlesztésekkel nagyvolumenű, valamint nagyobb varianciát mutató gyártások megbízható és gazdaságos támogatására legyen képes.

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Szakirodalmi és gyakorlati kutatásom leírása során számos következtetés és javaslat fogalmazódott meg bennem. Arra a következtetésre jutottam, hogy az automatizált rendszerek meghatározó eszközei lesznek az autóiipari szegmensnek, mivel használatuk számos előnnyel jár. Ez főként a minőség javulásában és a termelés hatékonyságában fejt ki véleményem szerint a hatását. Valamint úgy gondolom, hogy a termelés üteme is jelentős mértékben fel fog gyorsulni.

Elmondhatom, hogy az elterjedésük hozzájárul egy fentarthatóbb és környezettudatosabb jövő kiépítésében. Ezeket az előnyöket szemügyre véve azt javaslom, hogy az autóiipari vállalatok minél előbb álljanak át az automatizált rendszerek használatára, illetve, hogy a körforgásos gazdaságtan elveit építsék be startégiájukba és működésükbe.

Gazdasági szempontból arra a következtetésre jutottam, hogy az autonóm technológiák esetében ma még csak feltételezéseket tudunk tenni, hiszen ezek még csak pár éve vannak jelen az életünkben. Úgy gondolom, hogy ennek köszönhetően számos állás el fog tűnni, mivel a humán erőforrás robotokkal sok szegmensben tökéletesen lehet helyettesíteni, hiszen alkalmazásukkal sok esetben biztonságosabbá és hatékonyabbá válik a gyártási folyamat. Továbbá abban sem lehetünk ma még biztosak, hogy karbantartásuk és finanszírozásuk milyen mértékű kiadást fog jelenteni a különböző vállalatoknak, de én úgy látom, hogy megtérülésük rövid időn belül megvalósul, illetve a termékek minősége is változni fog feltételezésem szerint pozitív irányba. Látható tehát, hogy a nagyobb mértékben történő alkalmazásuk ezeknek a technológiáknak az emberi tényező csökkenéséhez vezet, azonban én azt javaslom, hogy nem a humán erőforrás mértékét kellene csökkenteni, hanem ezeket az embereket át kellene képezni, esetleg a gépek kiegészítésére, felügyeletére, vagy valamilyen más folyamat elvégzésére a vállalaton belül.

A projekt tanulmányozása során felmerült bennem, hogy a minőségellenőrzés során alkalmazni lehetne a mesterséges intelligenciát, hiszen ez lehetővé tenné a termékek minőségének ellenőrzését a gyártási folyamat során. Alkalmazni lehetne gépi „látást”, algoritmusokat a hibák felismerésére és az azonnali korrekciók elvégzéséhez. Azonban ebben az esetben is úgy gondolom, hogy a minőség ellenőrzőtől a munkájukat nem kellene elvenni, hanem a mesterséges intelligencia alkalmazásával hatékonyabbá és gyorsabbá tenni.

Továbbá egyértelművé vált számomra, hogy a különféle vállalatok a biztonságot helyezik a tevékenységük középpontjába, és minden más szempont csak ez mellett érvényesülhet. Az

autonóm járművek közlekedésben való biztonságos részvétele érdekében azonban még sok megválaszolatlan kérdést kell felvetnünk és megoldásokat találnunk a jogszabályok terén. Munkám során bemutattam a Moral Machine nevezetű internetes oldalt és úgy gondolom, hogy ötletes megoldás lehetne ilyen platformok létrehozása, mint az előbb említett Moral Machine, amely például lehetővé teszi nagyszámú közönség véleményének összegyűjtését az erkölcsi kérdésekről, amit később a szakemberek feldolgozhatnak és segíthetnek megoldásokat találni az autonóm technológiák elterjedését akadályozó tényezőkre.

A projekt megfigyelése során világossá vált számomra, hogy milyen sok pozitív eredménnyel szolgál egy ilyen automatizált rendszer alkalmazása egy gyártó vállalat életében. Itt elsősorban 3 fő tényezőt emelnék ki, amelyek az alábbiak:

1. Minőség
2. Ciklusidő
3. Megtérülés

Ezek alapján elmondhatom, hogy a minőség jelentősen javul, a ciklusidő relatíve a felére csökken és a megtérülési idő is gazdasági szempontból rendkívül figyelemre méltó.

Összeségében én úgy gondolom, hogy az automatizált és robotizált rendszerek számos pozitív hatással szolgálnak, azonban negatív következményei is lehetnek, mint a korábban említett humán erőforrás válság. De figyelemre méltó, hogy a biztonság és a fenntarthatóság elsődleges szerepet töltenek be a gyártó vállalatok stratégiájában és ennek mérten az automatizálás bevezetését is igyekeznek mihamarabb megvalósítani.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Kutatásomban a robotizálás és automatizálás releváns szakirodalmi és ennek megfelelő gyakorlati megvalósulásait mutattam be. Azért választottam ezt a témát mert úgy gondolom, hogy egyre inkább vezető szerepet töltenek be napjaink minden szegmensében, gondolok itt a dinamikusabban fejlődő iparágakra, mint például az autóipar vagy a logisztika.

A szakirodalmi áttekintésemet a negyedik ipari forradalom bemutatásával kezdtem, ezt azért gondoltam fontosnak, mert az ebben az időszakban megjelent fejlesztések voltak a leginkább hatással a robotizálás és automatizálás elterjedésében. Már korábban is voltak tervek, az autonóm technológiák elterjedésére, azonban ebben a korszak valósulhatnak meg ezek igazán. A gyakorlati rész kidolgozásához egy autóipari beszállító céget választottam, nevezetesen a Lear Corporation Hungary Kft.-t., amely tevékenysége tökéletesen szemlélteti a negyedik ipari forradalom során elterjedt technológiákat. Ennek a korszaknak az egyik jelentős vívmánya az autonóm járművek elterjedése és dolgozatomban ezeknek a fogalmáról, ezekkel kapcsolatos automatizáltság szintjeiről és elterjedésének előnyeiről is írtam. Ennek során megbizonyosodtam arról, hogy ezeknek a megjelenése számos előnnyel jár. Ilyen előny lehet például, hogy alkalmazásukkal a balesetek száma jelentős mértékben csökken, azaz a közlekedés sokkal biztonságosabbá válik, továbbá a környezetszennyezés mértéke is nagy vonalakban redukálódik. Valamint arról is megbizonyosodtam, hogy elterjedésük még számos etikai és jogi problémával küzd.

Kutatásomban bemutattam továbbá a körforgásos gazdaságtan modelljét is, hiszen ez az új fajta üzleti modell szoros összefüggésben áll az autonóm rendszerekkel. A körforgásos gazdaság elsősorban a fenntarthatóságra helyezi a hangsúlyt, és az anyagokat, termékeket és szolgáltatásokat lehető legtovább szeretné forgalomban tartani. Ez a gazdasági modell egy rendszerközpontú megközelítést alkalmaz, amely olyan ipari folyamatokat és gazdasági tevékenységeket foglal magában, amelyek tervezésüknél fogva helyreállítóak vagy regeneratívak, lehetővé téve az erőforrások hosszú távú értékének megőrzését. Az alapvető cél a pazarlás minimalizálása, és az anyagok, termékek és rendszerek kiemelkedő tervezésével ezt érik el. Más szóval, a rendszer fő szempontja a fenntarthatóság és az erőforrások hosszú távú hatékony kihasználása. Véleményem szerint ez a következő évek meghatározó gyártási sémáját foglalja magába.

Ahogy már fentebb említettem a gyakorlati kutatásomhoz a Lear Corporation Hungary Kft.-t választottam, ez a vállalat egy multinacionális autóipari beszállító, amelynek fő

tevékenységi köre az autóiipari kábelkorbács gyártás köré összpontosul. Erre az iparágra jellemző, hogy a gyártás megvalósulása egy elég speciális és komplex feladat, így a robotizálás bevezetése nehezen alkalmazható, azonban én úgy vélem, hogy ezek bevezetése jelentős pozitív hatással lenne erre az iparágra. Továbbá a már fentebb említett ipari forradalom térnyerése már számos aspektusban megjelenik a vállalat tevékenységi körében, ennek reprezentálására egy ehhez szorosan kapcsolódó projekt kerül bemutatásra.

Ez a projekt valójában a Lear tevékenysége során újonnan bevezett és fejlesztett továbbá alkalmazott Komax Lambda 240SP gép alkalmazásának bemutatására szolgál. A kutatásom során lehetőségem adódott ennek a gépnek a működését végigkísérni és tanulmányozni. Ennek során bizonyossá vált számomra, hogy ez a gép jól szemlélteti az automatizált technológiák és a humán erőforrás szoros együttműködését. Mivel ez a gép attól függetlenül, hogy automatizáltan működik még emberi szupportra szorul. Ezt pedig mind jól szemléltetik az általam bemutatott projekt lépései.

7. IRODALOMJEGYZÉK

Szakkönyvek és folyóiratok:

1. Alias C, Salewski U., Oritz Ruez V.E., Alalrin olalla F.e., Reymao N., Noche B., 2017; „Adapting Warehouse Management Systems to the Requirements of the Evolving Era of Industry 4.0,” www.semanticscholar.org
2. Boggyrbayeva A., Takaloo M., Charkhgard H., Kwon C., 2021 „An iterative combinatorial auction design for fractional ownership of autonomous vehicles”; onlinelibrary.wiley.com
3. Bonner M., Taylor R., Fletcher K., Miller C., 2000 „Adaptive automation and decision aiding in the military fast jet domain” citeseerx.ist.psu.edu
4. Botsman R., Rogers R., 2010; „What’s Mine Is Yours: How Collaborative Consumption is Changing The Way We Live.”, Collins Kiadó; books.google.hu
5. Companik E., Gravier M.J., Farris M.T., 2018 “Feasibility of Warehouse drone adaption and implementation” digitalcommons.wayne.edu
6. Cultura-MTI, 2018, „A dízelmotor feltalálója” <https://cultura.hu/aktualis/160-eve-szuletett-a-dizelmotor-feltalaloja/>
7. De los Rios and Charnley, 2017 „Skills and capabilities for a sustainable and circular economy: the changing role of design”; reader.elsevier.com
8. Ellen MacArthur Foundation, 2013 „Towards the Circular Economy Vol. 2: Opportunities for the Consumer Goods Sector”; www.werktrends.nl
9. Európai Parlament weboldala, 2022 „Circular economy action plan”; environment.ec.europa.eu
10. Favaro M., Nader N., Eurich S.O., Tripp M., Varadaraju N. 2017 “Examining accident reports involving autonomous vehicles in California,” <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0184952>
11. Gáspár P., Aradi P., Aradi Sz., Szalay Zs. Décsi-Paróczy A., 2014 „Highly Automated Vehicle Systems”; oszkdk.oszk.hu
12. Gringer, 2017 „History of the Autonomous Car” www.titlemax.com
13. Hamari J., Sjönlint M.; Ukkonen A.; 2016 „The sharing economy: Why people participate in collaborative consumption”; asistdl.onlinelibrary.wiley.com
14. Hoffmann D.C., 2017 „Inventory Control Drones: Business potential and best practices”; *Verein Netzwerk Logistik Schweiz* 24-28
15. Luccio M, 2021; „The trolley problem: What would a self-driving car do?”; <https://www.gpsworld.com/what-would-a-self-driving-car-do/>
16. Matulka R., 2014: The History of the Electric Car; <https://www.energy.gov/articles/history-electric-car>
17. Molnár É., 2010 „Consolidated resolution on road traffic”; unece.org
18. Murray A., Skene K., Haynes K., 2017 „The circular economy: an interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context”; link.springer.com
19. Parasuraman R. és Sheridan T.B, 2000 „A model for types and levels of human interaction with automation” <https://ieeexplore.ieee.org/document/844354>

20. Pődör L., 2020 Az önvezető járművek, a trolley probléma és az emberi élet védelme; abszemle.hu
21. Roche M., 2022 „What is circular economy and what does it mean for organisations?”; www.certificationeurope.com
22. Sheridan T.B. és Verplank W.L., 1987 „Human and Computer Control of Undersea Teleoperators” <https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA057655>
23. Stahel W. R., 2016 „The circular economy”; www.nature.com
24. Standingwellback weboldal, 2012; „The first internal combustion engine-went with a bang”
25. Takaloo M., Bgyrbayeva A., Charkgard A., Kwon C., (2021); „Solving the winner determination problem in combinatorial auctions for fractional ownership of autonomous vehicles” <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/itor.12868>
26. Udvary, 2019 Az önvezető gépjárművek egyes felelősségi kérdései; <http://real.mtak.hu/>
27. Urbinati A., Chiaroni D., Chiesa V., 2017; „Towards a new taxonomy of circular economy business models”; www.sciencedirect.com
28. Vincent J., 2018 „Global preferences for who to save in self-driving car crashes revealed”; www.theverge.com
29. Wang et al, 2020 Jun Wang, Li Zhang, Yanjun Huang, és Jian Zhao, „Safety of Autonomous Vehicles” <https://www.hindawi.com/journals/jat/2020/8867757/>
30. Wawrla L., Maghazei O., 2019 „Applications of drones in warehouse operations”; ethz.ch;
31. Woodford, C. (2020): History of Cars; <https://www.explainthatstuff.com/historyofcars.html>
Letöltés dátuma: 2022.12.28.
32. Zódi Zs., 2018 „Robotok, platformok és jog, Új szabályozási kihívások az információs társadalomban”; Gondolat kiadó, Budapest
33. Kuhlmann, K. et al., 2016. The Factory of the Future (Letöltés dátuma: 2023.09.25); <https://www.bcg.com/publications/2016/learning-manufacturing-operationsfactory-of-future.aspx>
34. IFR. 2020. “International Federation of Robotics.” IFR International Federation of Robotics, 2020. (Letöltés dátuma 2023.09.23): <http://www.ifr.org/>
35. Dodok, T., Čuboňová, N., Císar, M., et al. 2017., Utilization of strategies to generate and optimize machining sequences in CAD/CAM. Proceedings of 12th International Scientific Conference of Young Scientists on Sustainable, Modern and Safe Transport (helyszín: Magas Tátra). Könyv/folyóirat: Procedia Engineering, Elérhető: <https://www.sciencedirect.com/journal/procedia-engineering>
36. Robotics Business Review, 2021. 7 Key Robot Applications in Automotive Manufacturing; Letöltés dátuma 2023.09.13. <https://www.roboticsbusinessreview.com/manufacturing/7-key-robot-applications-in-automotive-manufacturing/>
37. Kuric, I.; Císar, M.; Tlach, V.; et al., 2019. Technical Diagnostics at the Department of Automation and Production Systems. Könyv/folyóirat: Advances in Intelligent Systems and Computing Elérhető: <https://www.springer.com/series/11156>

38. Hrušková, E., Holúbek, R., et al., 2010. The possibilities of increasing the flexibility of intelligent assembly cell. Proceedings of ASME 10th Biennial Conference Forrás: https://www.researchgate.net/publication/267494022_The_Possibilities_of_Increasing_the_Flexibility_of_Intelligent_Assembly_Cell
39. Kopas, P., Sága, M., Baniari, V., Vaško, M., et al., 2017. A plastic strain and stress analysis of bending and torsion fatigue specimens in the lowcycle fatigue region using the finite element methods. Forrás: www.researchgate.net/publication
40. Poppeová, V., et al., 2013. Parallel mechanism and its application in design of machine tool with numerical control. Applied Mechanics and Materials, 2013 Forrás: <https://www.scientific.net/AMM.282.74>
41. Bulej, V., Stanček, J., Kuric, I., 2018. Vision guided parallel robot and its application for automated assembly task. Forrás: <http://www.astrj.com/>
42. Kelemen, M., Virgala, I., Liptak, T., et al. 2018. A Novel Approach for a Inverse Kinematics Solution of a Redundant Manipulator. Forrás: <https://www.mdpi.com/2076-3417/8/11/2229>
43. Knauf Industries. 2020. The implementation of robotization in production in the automotive sector brings greater benefits and broader perspectives. Forrás: <https://knaufautomotive.com/es/la-implementacion-de-la-robotizacion-en-la-produccion-en-el-sector-automotriz/>
44. Aiello, G.; Giallanza, A.; Vacante, S.; Fasoli, S.; Mascarella, G. Propulsion Monitoring System for Digitized Ship Management; 2020 Forrás: <https://www.sciencedirect.com>
45. Zhong, R.Y.; Xu, X.; Klotz, E.; Newman, S.T. Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review. Engineering 2017 Forrás: www.sciencedirect.com
46. Jania Astrid Saucedo-Martínez, Magdiel Pérez-Lara, José Antonio Marmolejo-Saucedo, Tomás Eloy Salais-Fierro & Pandian Vasant : Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing; 2018 Forrás: link.springer.com

Egyéb forrás:

47. Ipar 4.0 Nemzeti technológiai platform weboldala; Lear Corporation Hungary Kft. bemutatása. Forrás elérhetősége: <https://www.i40platform.hu/hu/szervezet/tagok/lear-corporation-hungary-kft>
48. Lear Corporation bemutatása; Wikipédia weboldalán Forrás elérhetősége: https://en.wikipedia.org/wiki/Lear_Corporation
49. Lear ábrák, táblázatok. Forrás elérhetősége: Lear.com
50. UAV járművek a logisztikában, következtetések és használati módjai; DHL weboldala, 2019; „TrendReport Unmanned Aerial Aircraft.”; Forrás elérhetősége: www.dhl.com
51. Egy részletesen taglalt és bemutatott gondolkísérlet a villamos probléma kérdéskörében. mindset pszichológia weboldala; Sas E., 2017 „Feláldoznál egy embert, hogy megmentes öt másikat?”; Forrás elérhetősége: mindsetpszichologia.hu
52. Moral machine weboldala; erkölcsi kérdéseket feszegető kérdőív/ teszt Forrás elérhetősége: www.moralmachine.net
53. Nagy P., 2018 Önvezető jármű fogalma; fogalomtár weboldala Elérhető: www.fogalomtar.hte.hu

54. okoslogisztika honlap, 2021; „Sífelszerelések automata magasraktárban”; Forrás elérhetőség: okoslogisztika.hu
55. IASToppers, 2022 „Ethical Dilemmas in self-driving autonomous cars”-Iastoppers weboldala Forrás elérhetősége: www.iastoppers.com
56. Joshi N., 2022 „5 Moral Dilemmas That Self-Driving Cars Face Today” Forrás elérhetősége: www.forbes.com
57. Az első belsőégésű motor történetének bemutatása; standingwellbackk weboldala; Forrás elérhetősége: <https://www.standingwellback.com/the-first-internal-combustion-engine-went-with-a-bang/>
58. Botsman R., 2013 „The Sharing Economy Lacks A Shared Definition.”; Fastcompany weboldala; Forrás elérhetősége: www.fastcompany.com

8. ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra Az autonóm vezetés szintjei (forrás: www.sae.org).....	16
2. ábra Csökkenő tendencia a közúti halálos áldozatok számában az EU területén (forrás: transport.ec.europa.eu)	17
3. ábra Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású gazdaság felé vezető út ütemterve az unióban (forrás: commission.europa.eu).....	18
4. ábra 13 random generált szituáció egyike (forrás: www.moralmachine.net).....	22
5. ábra További kérdésekből részlet (forrás: www.moralmachine.net)	23
6. ábra További kérdésekből részlet (forrás: www.moralmachine.net)	24
7. ábra Körforgásos gazdaság modellje (forrás: www.certificationeurope.com).....	25
8. ábra „Making every drive better” jelmondat jelentése, hogy a Lear elkötelezett a technológia biztonságosabbá, okosabbá, valamint az utazás komfortosabbá tételére. (Forrás: https://www.lear.com/).....	35
9. ábra Nagyfeszültségű csatlakozó (forrás: Lear.com)	41
10. ábra Egy szabványos HV kábel és a Komax Lambda 240 SP gép felépítése (forrás: Lear.com)	42
11. ábra Rövid kábeltartó rendszer (Forrás: Lear.com).....	44
12. ábra Hosszú kábeltartó rendszer/behelyezése a gépbe (forrás: Lear.com).....	44
13. ábra Komax Lambda megfogó és indító egység (forrás: Lear.com).....	45
14. ábra Dobozos tárolási koncepció rövid kábelekhez (forrás: Lear.com).....	46
15. ábra Rackes tárolási koncepció hosszú kábelekhez (forrás: Lear.com)	46
16. ábra A rövid kábelkonceptió beállítása (forrás: Lear.com)	47
17. ábra A hosszú kábelkonceptió beállítása (forrás: Lear.com).....	47
18. ábra Konceptió a rövid kábeladagolás optimalizálására (forrás: Lear.com)	48
19. ábra. Konceptió a hosszú kábelek adagolásának optimalizálására (forrás: Lear.com).....	49
20. ábra A tesztkábelre szerelt további alkatrészek (Forrás: Lear.com)	49
21. ábra Behelyezett alkatrész és a kábelből eltávolított külső köpeny (forrás: Lear.com)	51
22. ábra A lambdagép közelében elhelyezett állvány (forrás: Lear.com)	52
23. ábra. Az "A" oldal elkészült és a cső behelyezve (forrás: Lear.com)	52
24. ábra M3_111 termék (forrás: Lear.com)	53
25. ábra. X590 kábel a lambdagépben történő feldolgozás előtt és után (Forrás: Lear.com) ..	54
26. ábra Robotkábel-manipulációs szekvencia (Forrás: Lear.com)	55

9. TÁBLÁZATJEGYZÉK

1. Táblázat European Emission (Euro) Standards for NO _x Emission (forrás: commission.europa.eu).....	18
2. táblázat A hat különböző kábel típus és azok paraméterei (Forrás: Lear.com)	51
3. táblázat M3_111 termékcsalád kábele, illetve paraméterei (Forrás: Lear.com)	53
4. táblázat HHN termékcsalád kábele és paraméterei (Forrás: Lear.com).....	54
5. táblázat X590 termékcsalád kábele és paraméterei (forrás: Lear.com).....	54

10. MELLÉKLET

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió² nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: **Botyik Máté**
A Hallgató Neptun kódja: **ET0MHR**
A dolgozat címe: **Az autóipari robotizáció és automatizáció a negyedik ipari
forradalomban**
A megjelenés éve: **2023**
A konzulens intézetének neve: **Agrár- és Élelmiszergazdasági Intézet**
A konzulens tanszékének a neve: **Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Vállalati
Gazdaságtan Tanszék**

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió³ 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 állítottam, 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 mindenkori szellemitulajdonkezelési 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 10. hó 29.nap


Hallgató aláírása

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

³ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

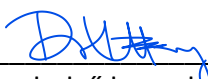
NYILATKOZAT

Botyik Máté (név) (hallgató Neptun azonosítója: **ETOMHR**) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót⁴ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / **nem javaslom**⁵.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*6}

Kelt: 2023 év 10. hó 29. nap


belső konzulens

⁴ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

⁵ A megfelelő aláhúzendő.

⁶ A megfelelő aláhúzendő.