



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Műszaki menedzser MSc Szak

Milkrun automatizálás a Csabacast Könnyűfémöntödében

Belső konzulens:	Dr. Magó László Egyetemi docens
Külső konzulens:	Máté Gábor Operatív Igazgató
Készítette:	Krajcsik-Víg Zsanett WCEPO7 levelező tagozat
Intézet/Tanszék:	Műszaki Intézet / Műszaki Menedzsment Tanszék

Gödöllő

2023

MŰSZAKI INTÉZET MŰSZAKI MENEDZSER MESTERSZAK
Termelés és minőségmenedzsment specializáció

DIPLOMADOLGOZAT

feladatlap

Krajcsik-Víg Zsanett

részére

A diplomadolgozat címe:

Milkrun automatizálás a Csabacast Könnyűfémöntődében

Feladatkiírás:

Vizsgálja meg a Csabacast Könnyűfémöntőde Kft. üzemében jelenleg működő Milkrun folyamat automatizálásának feltételeit! Dolgozza ki azok gyakorlati megoldási lehetőségeit! Elemezze az automatizált folyamat előnyeit a jelenlegihez képest! Mutassa be a beruházás gazdaságosságát! Ellenőrizze a kidolgozott folyamat megtérülését! Mutassa be a mesterséges intelligencia vizsgált folyamattal kapcsolatos hasznosíthatóságát!

Közreműködő tanszék: Műszaki Menedzsment

Külső konzulens: Máté Gábor, Csabacast Kft., 3031 Apc. Ipari park 1.

Belső konzulens: Dr. Magó László egyetemi docens, MATE, Műszaki Intézet

Beadási határidő: 2023.05 hó 09nap

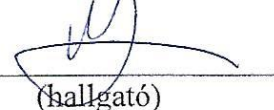
Gödöllő, 2023. 01 hó 20nap

Jóváhagyom


(tanszékvezető)


(szakfelelős)

Átvettem


(hallgató)

A dolgozat készítőjének külső konzulense nyilatkozom arról, hogy a hallgató az előre egyeztetett konzultációkon megjelent.

Gödöllő, 2023. 04 hó 28nap


(külső konzulens)

Tartalomjegyzék

1	Bevezetés	3
1.1	Kidolgozandó feladatok.....	4
2	A témához kapcsolódó hazai és nemzetközi szakirodalom áttekintése	6
2.1	Lean alapok	6
2.1.1	Lean szemlélet.....	6
2.1.2	Húzóelv.....	8
2.1.3	Milkrun	8
2.1.4	Kanban.....	10
2.1.5	Körkörös anyagellátás	12
2.1.6	Automata anyagrendelés alapjai.....	13
2.2	Milkrun automatizálás.....	16
2.2.1	Mesterséges intelligencia.....	18
3	Anyag és módszer	20
3.1	Környezet bemutatása	20
4	Eredmények	23
4.1	Koncepció kialakítás	23
4.2	Költség terv	25
4.3	Automata anyagrendelési folyamat kidolgozása	25
4.3.1	Adatgyűjtés árkalkulációhoz	33
4.3.2	Beszállító versenyeztetés	38
4.3.3	Tulajdonságok összehasonlítása:	42
4.3.4	Megtérülés számítás	49
5	Következtetések, javaslatok	56
6	Összefoglalás	59
7	Summary	60
8	Irodalomjegyzék	62

1 Bevezetés

Míg a kislányok hercegnők, állatorvosok, fodrászok akarnak lenni én mindig is mérnökként képzeltem el magam. Tervezni akartam házat, űrhajót, autót, bármit ami műszaki. Most pedig a logisztika világában találtam otthonra. Mert komplex, szerteágazó és kihívásokkal teli és igenis tervezni kell minden nap. Tervezni folyamatot, kivitelezhetőséget, projektet. Immáron négy éve dolgozom a CSABAcast Kft logisztikai osztályán. Nap mint nap jönnek szembe a megoldásra váró feladatokat, azonban a mostani cél egy mélyebb tanulmányt, hosszas vizsgálatot igénylő téma.

Néhány éve álláshirdetéseket böngészve találkoztam először a LEAN kifejezéssel, akkor kezdtem olvasni róla. Aztán elhelyezkedtem, és rövidesen szemtől szemben is találkoztam a szemlélettel. A versenyszféra mindig arról szól, hogy ki tud hatékonyabban működni. Ki gazdálkodik jobban az erőforrásaival, és ki lesz innovatív. Ehhez nyújt eszközöket a lean. Egyik ilyen eszköze az anyag, információ áramlására kidolgozott milkrun rendszer. Egy látszólag egyszerűnek tűnő kisvonal, ami azonban Japán pontossággal kiszámolt paraméterekkel tud kiválóan működni. És ha a vonat pontos, akkor miért ne lehetne robotizálni? Nincs is más teendő, mint a munkaállomásokon felmerült anyagigénylést programozni és az önvezető vontatókat megtanítani, hogy mikor induljanak, merre menjenek, hol álljanak meg. Nem is bonyolult, ugye? Ennek persze minden feltételét meg kell teremteni, mielőtt első körére indítjuk a robotunkat. Ezen feladat kidolgozásához a műszaki menedzser szakon tanultakat fogom felhasználni.

A fellelhető szakirodalmak információt adnak a matematikai számításokhoz, az alap robot követelményekhez, a milkrun helyes működési jellemzőihez. Azonban minden cégnek vannak sajátosságai. Ami a Bosch vagy az Audi rendszerében bevált, egy más adottságú, felépítésű cégnél nem kivitelezhető, nem működő.

Az automatizált anyagigénylés paraméterezését teljes egészében CSABAcastra szabva, az alapoktól kell felépíteni. A robotprogramozás szintén nem egy egzakt tudomány. A használati útmutatóban sajnos nem szerepel, hogy milyen útvonalat alakítsunk ki, vagy hogy milyen gyakran kell indulnia, milyen lepakolási technikát érdemes alkalmazni, vagy akár csak az hogy hova tegyük a töltőt. Ezek alapján, a tanulmány elején az alábbi célkitűzéseket fogalmaztam meg:

1.1 *Kidolgozandó feladatok*

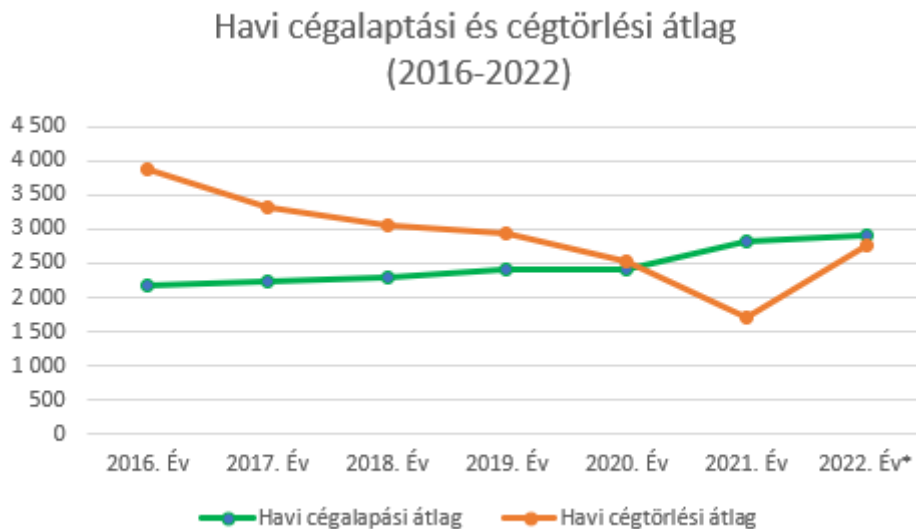
- Vizsgálja meg a Csabacast Könnyűfémöntöde Kft. üzemében jelenleg működő Milkrun folyamat automatizálásának feltételeit!
- Dolgozza ki a hiányzó feltételek megoldásait!
- Elemezze az automatizált folyamat előnyeit a jelenlegihez képest!
- Mutassa be a beruházás gazdaságosságát! Ellenőrizze a kidolgozott folyamat megtérülését!
- Mutassa be, hogy a mesterséges intelligencia hogyan hasznosítható az adott folyamat során

Az elmúlt évek nehézségei, mint a világjárvány, nyersanyag hiány, háború, energia válság megnehezítette a cégek profitábilis működését. 2023-ra pedig az emelkedő infláció és az ebből kialakuló ár-bér spirál robotizáció ösztönzővé vált a vállalatok számára. Még korábban az ehhez hasonló befektetések megtérülése nem történt meg könnyen belátható időn belül.

Az ezredfordulóra visszanyúló negyedik ipari forradalom, -mely manapság Ipar 4.0-ként emlegetett- egyik fő technológiai vívmánya az autonóm robotok bevezetése. Az autonóm robotok képességei lehetővé teszik a kooperatív munkát. Működésük biztonságosabb az emberre nézve, mint a hagyományos robotoké, és a képességek repertoárja is sokkal szélesebb. [Rüßmann et al. 2015].

A cégek versenyképességének kulcsa, hogy milyen módon képesek kihasználni a legújabb technológiák adta lehetőségeket. AI (artificial intelligence), vagyis a mesterséges intelligencia lényegében egy szoftvertechnológia, amely emberi beavatkozás nélkül reagál a környezeti behatásokra, és ennek megfelelően önmagát fejleszti. Nagyban támaszkodik a big data néven ismert fogalomra, ami a hatalmas méretű és komplex adatállomány feldolgozását jelenti. [<https://boengineering.hu/ipar-4-0/>]

„Aki kimarad, lemarad” bölcsesség ez esetben is helytállóan tükrözi, hogy az innovatív gondolkodásmód a fennmaradás kulcsa a vállalatoknál. Napjainkban évről évre újabb és újabb kihívásokkal találják magukat a vállalatok, és egyre többen nem tudnak ezeknek megfelelni, ahogyan ez az utóbbi évek cégtörlési statisztikáiból is kiderül.



1. ábra: Opten cégalapítási és cégtörlési kimutatás

[<https://www.opten.hu/kozlemenyek/ujra-a-tavalyi-szinten-a-cegalapitasok>]

A Csabacast Kft esetében már évekkel ezelőtt elindult a robotizáció folyamata. Az öntőgépekről a még forró darabokat Ipari Kuka robotok teszik a hűtővízbe, majd a stancolóba. Ezáltal egy, az emberre kiemelten veszélyes feladatot sikerül gépi erővel ellátni. Ahogy azonban a Lean elvek is megfogalmazzák, a fejlesztés nem lehet oka leépítésnek, elbocsájtásnak. A felszabadult energiákat a vállalat további fejlesztésébe kell bevonni.

2 A témához kapcsolódó hazai és nemzetközi szakirodalom áttekintése

2.1 Lean alapok

A robotok a harmadik ipari forradalom korában jelentek meg. A most terjedő robotoknak viszont csak egy kis, de növekvő része „Ipar 4.0-generációs” robot. A nemzetközi és a hazai robotizáció folyamatában ma még döntően a hagyományos robotok vesznek részt. Az autonóm robotok – az Ipar 4.0, illetve a negyedik ipari forradalom robotjai – világviszonylatban is csak néhány százalékban fordulnak elő. Ezek a hagyományos robotoknál sokkal autonómabbak, rugalmasabbak és kooperatívabbak. Kommunikálnak, továbbá képesek biztonságosan egymással és az emberrel is együtt dolgozni. Az autonóm robotok legfőbb sajátossága, hogy a képességek sokkal nagyobb választékával rendelkeznek [Rüßmann et al. 2015].

2.1.1 Lean szemlélet

A Lean történelme egészen a 18.századig nyúlik vissza. Kidolgozói közt volt Henry Ford, Frederick Winslow Taylor, Sakichi Toyoda, William Edwards Deming és végül de nem utolsósorban a Toyota termelési rendszerét kidolgozó Taiichi Ōno, A Lean nem csupán egy termelési módszer, nem csupán a termelés támogató eszközök sokasága. A Lean egy szemléletforma, amely minden gyártási-, termelési folyamatban és akár a mindennapi tevékenységekben is képes optimalizálásra, jobbra tételre. Nem csupán a gyártási folyamat során használható eszköztárral rendelkezik. A nagyvállalatok a Lean alapelvekre építkezve hozzák létre saját rendszerüket.

Ezzel nem az a céljuk, hogy a Leant megtagadják, sokkal inkább az, hogy bizonyítsák ez nem egy költségcsökkentő program, hanem a szervezet minden tagja számára követendő szemléletmód. A szemlélet a vállalat minden dolgozójára, a szervezet minden tagjára egyaránt vonatkozik.

Vállalkozások minden iparágban és szolgáltatásban, beleértve az egészségügyi és kormányzati szektort is, használják a lean alapelveket mind szemléletükben, mind tetteikben.

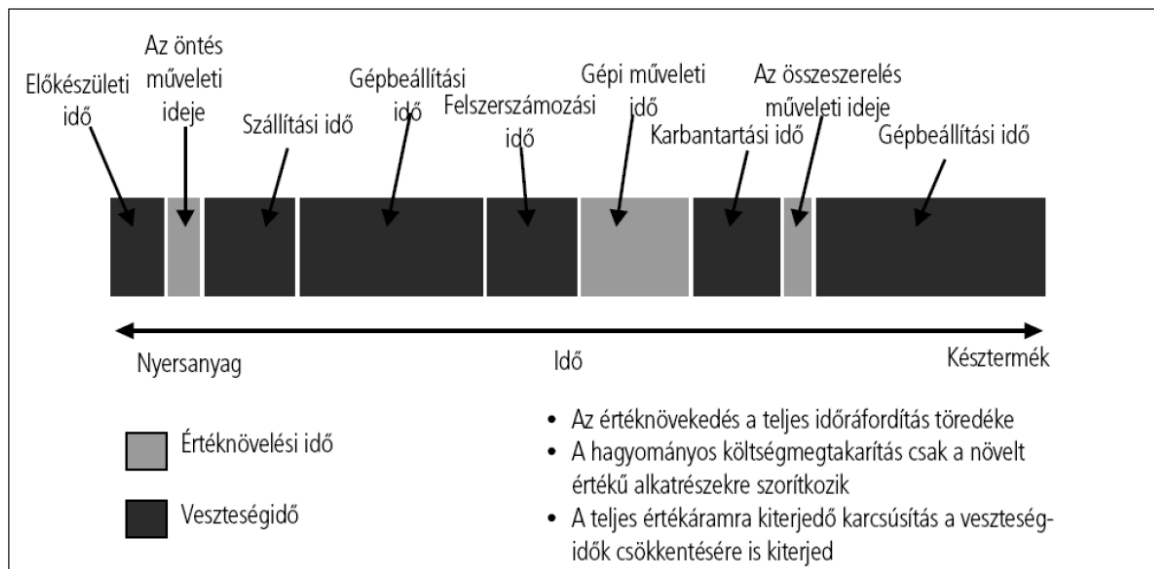
Az első ékes példája egy vállalat számára írt Lean alapú rendszernek például a **Toyota Production System** (Toyota Gyártási Rendszer). Az „átalakulás” vagy a „lean átalakulás” kifejezés gyakran használt a vállalat régi szemléletéről a **lean szemléletre** való átállás folyamatának jellemzésére. A vállalat üzleti működését illetően ez teljes átalakulást kíván, amihez hosszú távú perspektíva és kitartás szükséges.

A „lean” fogalmat a Toyota vállalat működésének leírására alkotta meg a **Jim Womack** (PhD) által vezetett kutatócsoport, az MIT's International Motor Vehicle Program (MIT Nemzetközi Gépjármű Program) keretén belül, a késői '80-as években. A lean szervezet és ellátási lánc jellemzőit Womack és Dan Jones „**Lean Thinking**” (Lean Szemlélet) című könyvükben fejtették ki, akik a Lean Enterprise Institute, illetőleg a Lean Enterprise Academy (UK) alapítói.

Bár nagyon sok jó könyv található a lean módszerekről, a „Lean Szemlélet” megmaradt továbbra is az egyik legjobb forrásnak, hogy megértsük, mi is a lean. Ez a könyv bemutatja azt a gondolkodásmódot, átfogó alapelveket, melyeket nélkülözhetetlenek a lean módszerek és eszközök alkalmazásakor. Ez a könyv az alappillérek megépítésétől kezdi a lean átalakulás folyamatát és egészen a finomhangolásig jut el. Elsőként a szemléletváltásnak a vállalat vezetőitől kell indulnia a célok meghatározásával. Aztán a meg kell határozni a fő értékteremtő folyamatokat, és annak minden lépését. Majd ezeket a lépéseket kell kivizsgálni, hogy biztosan értékteremtő, alkalmas, rendelkezésre áll, megfelelő, rugalmas, valamint része az áramlásnak, húzórendszerrel kapcsolódnak és kiegyensúlyozottak legyenek. Majd ha ez mind teljesül a szemléletet tovább kell adni a vállalat minden tagjának. Felelősöket kell meghatározni a folyamatok fenntartására, felügyeletére és elkötelezetté váljon a folyamatos fejlesztésben. Egy 2007-es tanulmány szerint a egy átlagos ipari vállalat termékköltség szerkezetének pusztán 15, esetleg 30 %-a jelenti a bért és 60-70 %-a az anyagi jellegű költség. . [*Lean Thinking*] James P. Womack és Daniel T. Jones]

Az AUDI HUNGARIA MOTOR Kft-ben a bérköltség 2 %. Ha ez az iparban számított általános arány igaz, akkor annak is igaznak kell lenni, hogy a termelési folyamatok fejlesztésénél, előtérbe kell kerülnie az anyagi jellegű folyamatok fejlesztésének és az ezzel együtt járó anyagköltség csökkentésének. A Lean szemléletű gyártásfejlesztés gyakorlatilag ehhez járulhat hozzá azzal, hogy a lenti ábrán megjelenő

veszteségeket „muda”-t csökkenti. [Husi Géza, A LEAN ALAPÚ TERMELÉS KIALAKÍTÁSÁNAK LÉPÉSEI, 2007/2]



2. ábra Értékteremtő munka veszteségei (forrás: [10])

2.1.2 Húzóelv

Ennek folyamán a húzóelvű működés kialakítása a következő lépés a CSABAcast életében. A húzóelv lényege, hogy a vevői megrendelésnek megfelelően történik a gyártástervezés. Egyszerűen szólva, azt gyártjuk, amit a vevő kér. A vevői igények kiszolgálása irányítja a gyártást, húzza a termelést. A folyamatos áramlás alacsonyabb köztes készleteket, és gyorsabb átfutási időt eredményez. A változó kereslethez hozzáigazítható könnyedén a termékek gyártása. Ezt az elvet a vevőtől visszafelé vezetve egészen a beszállítókig kell kialakítani. Az egyes termelési fázisoknak a műveletek továbbításával ellentétes irányban kell az igénynek felmerülni. A CSABAcast példáján nézve, a megmunkáló üzemtől kell jelentkezni az igénynek az öntöde felé az alapanyagra vonatkozóan.

2.1.3 Milkrun

Az igény akkor keletkezik 1. állomáson, amikor az azt követő 2. állomásnál hiány jelentkezik. Egyik irányban az anyag áramlik, másik irányban pedig az információ. Ezt képzeljük el egy körként. És el is érkeztünk az ingajáratig. Az ötlet a régi tejszállító járatból ered, ezért is milkrun a neve.

A „milkrun” konkrét időpontokhoz kötött, változó mennyiségű anyag utánpótlást biztosító rendszer. Az időzítés minden esetben előre meghatározott (menetrendszerű), viszont a mennyiség változó (az aktuális fogyás függvénye), ahogy ez a tejszállítás esetén is így volt. A menetrendszerű „milkrun” körjáratokat akkor célszerű kialakítani, amikor az egyes kapcsolódó folyamatok közötti anyagmozgatási gyakoriság magas (és rendszeres), valamint a megteendő távolság is számottevő.

A milkrun megvalósításához úgynevezett vonatot használhatunk. A vonat egy vontatóból valamint a hozzá csatolható kocsikból áll. Az alábbi ábrán egy olyan vonat látható, ahol a gurulós kocsikat a kocsikra csak rá kell tolnia a dolgozónak, nem közvetlenül kapcsolódnak egymáshoz a gurulókerekes tárolók.

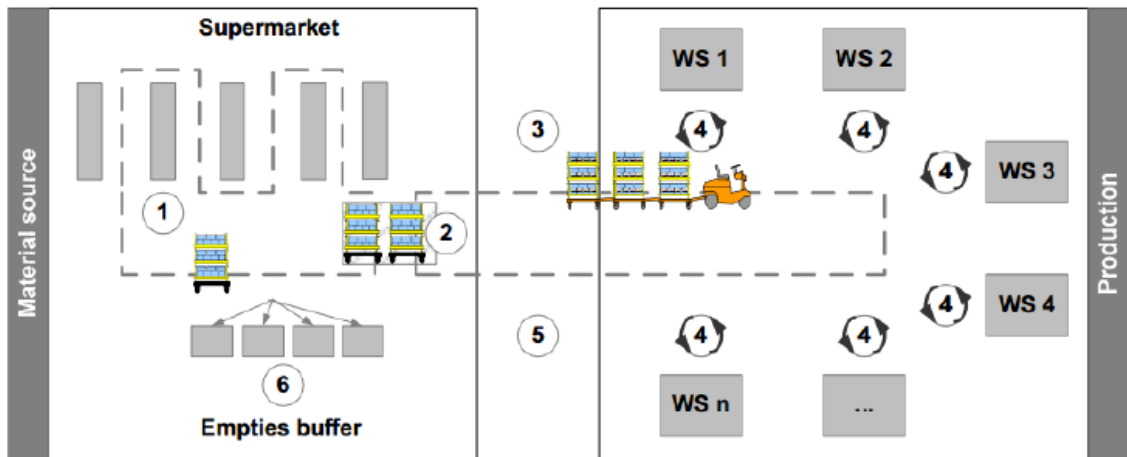


3. ábra: Jungheinrich márkájú vontató Lifliner kocsikkal

Az alábbi ábrán a milkrun egy előkommissiózással működő verziója szerepel. Két dolgozó végzi a folyamatot. Az egyik a szupermarketből kiszedi a szükséges tételeket, a másik dolgozó pedig a vonatos. Ezesetben az igények késleltetve kerülnek kielégítésre.

(Ezen módszer esetében $\beta=3$, ami majd a későbbi számításoknál lesz fontos.)

Milkrun 2. koncepció, Előkommissiózás



4. ábra Milkrun folyamat

2.1.4 Kanban

A milkrun körjárat az igény jelzések alapján történik. Ennek egy módja a kanban. „kanban (ejtsd: kanban)- alkatrésztároló ládákhoz rendelt kis kártya, amely a Toyota Termelési Rendszer húzórendszerét szabályozza azáltal, hogy jelzi a termelés következő fázisának igényét.” [Lean szemlélet (*Lean Thinking*) James P. Womack és Daniel T. Jones]

2.1.4.1 Kanban lehetséges megvalósításai:

- Üres tárolási egység (láda kártyával)
- Jelzés zászlókkal
- Jelzés fényekkel
- Kanban kártyával (tárolóegység nélkül)
- Felfestett üres rakodóhely
- E-kanban

2.1.4.2 Kanban kártyák számának meghatározása:

A kanban kártyák száma, és kapacitása alapvetően meghatározza a későbbi folyamatokat:

$$N = \frac{D * (1 + \delta) * t_c * (1 + \mu)}{K}$$

Ahol:

D: Az alkatrész iránti igény egységnyi idő alatt

δ : Az igény bizonytalanságát kifejező tényező (0-0,5)

t_c : A kanban kártyának a teljes kör megtételéhez szükséges idő

μ : A milkrun járatok bizonytalanságát kifejező tényező (0,1-0,5)

K: Egy KLT-ben (Kleinladungsträger) lévő termékek száma

$t_c = \beta * T$ ahol T a feltöltés gyakorisága, β pedig a Milkrun módszertanától függő tényező

A kártyán öt alap információra van szükség:

- •Cikkszám
- •Megnevezés
- •Honnan
- •Hová
- •Mennyit

Sor: Köszörülés 1. sor		Sor: Szerelde 3. sor
Lokáció: GR01		Lokáció: AS03
Cikkszám: 3240-7440		
Megnevezés: DUGATTYÚ		
Doboz típusa: PL3	Kapacitás: 12	

5. ábra Kanban kártya példa

2.1.5 Körkörös anyagellátás

A körkörös anyagellátás egy módszer arra, hogy biztosítsa a megfelelő alkatrészeket a szükséges mennyiségben és minőségben, megfelelő időben és a megfelelő helyen. Ez eredetileg az üzemek közti anyagáramlásra kidolgozott rendszer, ami esetünkben a gyáron belüli részegységek közti áramlásra is alkalmazható. Az alkatrészek és az elkészült termékek rögzített ritmusban, meghatározott útvonalon és a lehető legkisebb egységben kerül elszállításra. Az anyagnak meghatározott átadási helyen kell a milkrunra kerülni, majd közvetlenül a felhasználási helyre továbbítja a vonatos.

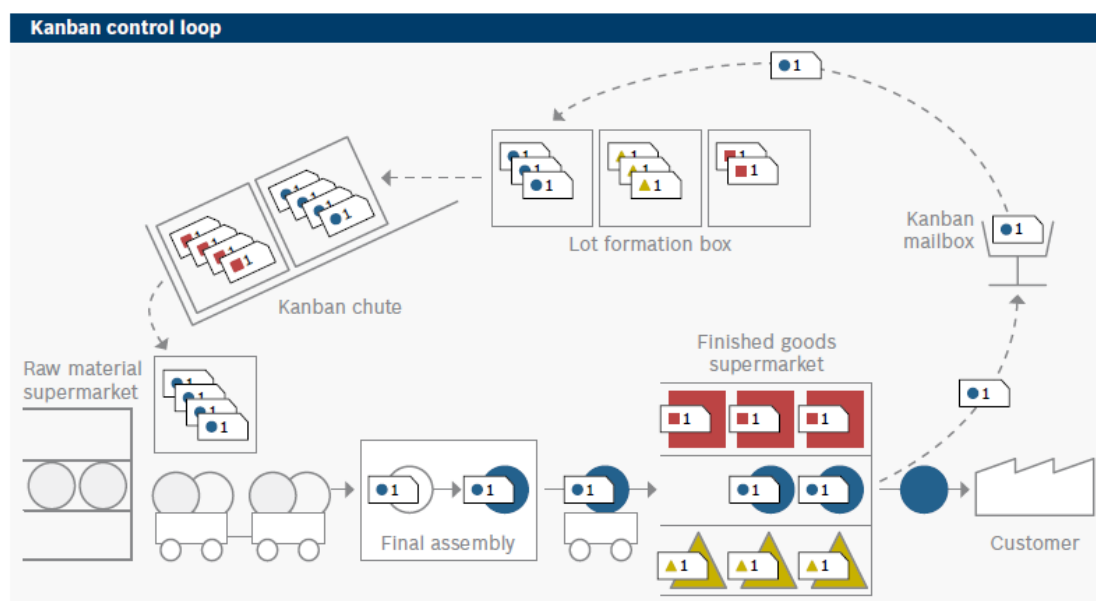
Mit várunk a körkörös anyagellátástól?

- Megbízható anyagellátás és az alkatrészek optimális rendelkezésre állása.
- Javuló termelékenység, magas ellátási megbízhatóság.
- A készletek csökkenése
- Ciklikus anyagellátás segítségével megteremthetjük a sztenderdizáció alapjait
- Folyamatos munkavégzés biztosítása az értékteremtő munkafolyamatban.

Ezen folyamat kivitelezéséhez a Bosch Production System alapján az alábbi előfeltételeknek kell teljesülni:

- Minden feladatot és tevékenységet előre meghatározunk, amelyek szükségesek az anyaghoz és az információ áramláshoz
- Az átadási pontokat (megállások) és a szállítási útvonalakat ki kell jelölni
- A ciklusidők meghatározása és a szállítási gyakoriság kiszámítása
- A szükséges készletek elrendezése (tárolási területek feljelölése) a felhasználási pontokon
- Az ellátáshoz használt eszközök kiválasztása, átalakítása (kocsi, vonat stb.)
- Minden érintett munkatárs képzése és folyamatok tesztelése
- A ciklikus szabvány létrehozása
- Az anyagellátás és a folyamatok rendszeres ellenőrzése, változás esetén felülvizsgálata
- Stabilizálás és folyamatos fejlesztés

Az alábbi ábrán egy kanban kiegészítéssel működő milkrun folyamat ábrája látható. A kanban azonban nem csak fizikális formájában használható. A digitális vagy e-kanbanként elterjedt megoldás esetében a supermarketben dolgozó anyagmozgató egy elektronikus eszközön látja a gépeknél felmerült anyagszükségletet. Ebben az esetben az e-kanban az alapanyaggal „visszakerül” a dolgozóhoz, ahonnan ismételt anyagigény esetén újra átkerül a jel az anyagmozgatóhoz.



6. ábra Kanban kártyával működő milkrun folyamat

2.1.6 Automata anyagrendelés alapjai

A nemrégiben a vállalatnál bevezetett vállalatirányítási rendszerhez tartozik egy adatbeviteli felület, ami az L-mobile program névre hallgat. Ahhoz, hogy a robotizált milkrun működni tudjon, egy kiválóan paraméterezett gyártási tervre van szükség. A gyártástervezés területén az L-mobile production két modult is kínál, amelyek elősegítik a gyártás egyszerű és hatékony szervezését.

Az *L-mobile digitalizált gyártás* különböző funkciókat kínál a gyártási folyamatok hatékonyságának növelése érdekében. Ezek a standard modulok önállóan is integrálhatók a már meglévő folyamatokba, vagy a moduláris MES-egységükben akár komplett megoldásként is működtethetők. Függetlenül attól, hogy milyen mértékben alkalmazunk szoftvermegoldásokat a papírmentes gyártáshoz, a digitalizált gyártás támogatja az okosgyár

megvalósítását, valamint gyártási folyamatok automatizálása és digitalizálása révén lehetővé teszi, hogy az Ipar 4.0 alapú szoftvermegoldással meg tudjon felelni a cég a piaci versenynek. [Forrás: <https://l-mobile.com/hu/uezletagak/digitalizalt-gyartas/funkciok/gyartastervezes/>]

Ezen a rendszeren keresztül érhető el, hogy dolgozói beavatkozás nélkül ciklusidőkkel és késztermék valamint alapanyag csomagolási egységekkel számolva megfelelő időben kapjon jelzést a supermarket anyagmozgató, aki majdan feltölti a robotizált vonatot.

2.1.6.1 MTM számítási módszer

Ahhoz hogy pontosan előre meg tudjuk határozni a robotizált vonat ciklus idejét, és az egyes pontokon szükséges állásidőt, és a támogató folyamatokhoz szükséges időket, és olyan mérési módszerre van szükségünk, ami pontosan meghatározza az egyes feladatok pontos időigényét.

Ehhez olyan idő meghatározás szükséges, amely hatékony teljesítményt biztosít, és a munkatársak egész műszakon át tartani tudnak. Az MTM világszerte a legjobban elterjedt eszközrendszer a munkafeladatok időigényének tervezésében, amelyet globális standardként fogadnak el a termelő vállalatok.

Az MTM módszer a munkafolyamatot standard elemekre bontja és ezekhez időértékeket rendel, vagyis a munkamódszer határozza meg az időt. Fő vezérelve a kezdetől helyesen kialakított munkarendszer, amely biztosítja egy új tevékenység indításakor is a termelékenység és a költségek optimális szintjét. Tehát az MTM módszer alkalmazható már a nulladik időpillanattól, azaz már a logisztikai rendszer tervezésétől.

Az MTM lehetővé teszi a teljes értékteremtési folyamat mentén a szűk keresztmetszetek, illetve tartalékok felismerését és realizálását. Ez a képesség az időfelvételen alapuló módszerek esetében hiányzik, hiszen ott már egy létező folyamat lemérése történik, amely megannyi rejtett tartalékot tartalmaz. Időmérési módszereknél általában a mintavétel nagysága sem elegendő az emberi teljesítőképesség szórása miatt. Az MTM további előnye, hogy a módszerleírás reprodukálható, illetve nemzetközileg elismert

időstandardokat és kódokat használ, így a világon bármely MTM szakember számára olvasható és értelmezhető.

Logisztikai rendszer tervezésekor az MTM Logisztika építőelemeket alkalmaz, mely kiegészül az MTM UAS folyamatépítőelemekkel. Az MTM Logisztika használatának eredménye, hogy az egyes logisztikai folyamatokhoz egységidőket rendel, melyekből kiszámítható a rendszer teljes műszakos kapacitása és erőforrásigénye. Ezáltal eredményül kijön, hogy egyes részterületekre mekkora humán, illetve eszközerőforrás szükséges a logisztikai feladatok teljesítéséhez. Továbbá részletes képet ad az erőforrások kihasználtságáról is. A megfelelő munkamódszer kialakításának köszönhetően a modell a termelési kapacitásváltozások esetén is újra használható, reprodukálható. [MTM Institute, L. E. (2019). *Training Recommendation for Implementing Lean*. www.lean.org: Lean Enterprise Institute]

2.2 *Milkrun automatizálás*

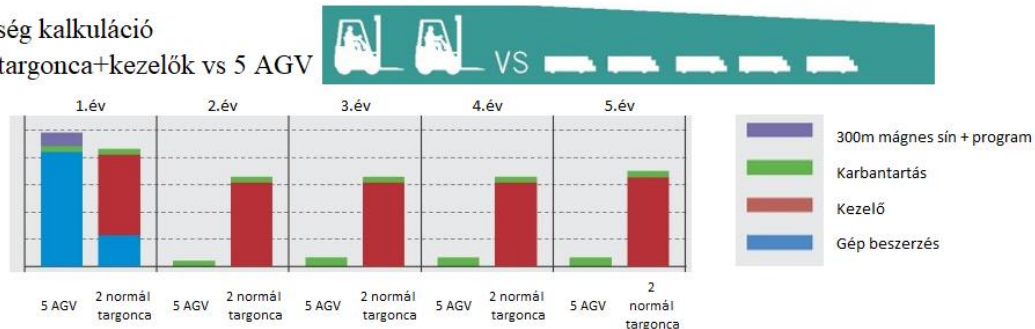
Ha elkészülünk az automata anyagrendeléssel, akkor léphetünk a következő lépcsőre. Ez pedig a már korábban említett robotizálás. A jelzés automatikusan érkezik a szupermarketben dolgozó anyagmozgató kollégához, aki pontos tárhely meghatározások alapján elő tudja készíteni a kívánt sarzsokat. Ezt követően rendelkezésre áll minden információ a sarzsra vonatkozóan a kiszállításhoz. Akárcsak a posta: a pontos cím – esetünkben gép – megvan, és az útvonalat is meghatároztuk, akkor a modern technika segítségével a termék vezető nélkül, szállító eszközzel is a felhasználási helyre szállítható. Iskolapéldaként nem kell messzire menni, hiszen Magyarországon már több nagy vállalat is alkalmazta ezt a technikát. Hatvanban a Bosch vagy Győrben az AUDI élen jár az „okos” logisztikai megoldások területén. Robert Buttenhauser nyilatkozta, az AUDI győri gyáráról hogy „A logisztikai folyamatok automatizálásának legújabb lépése hat vezető nélküli, modern navigációs technológiával és biztonsági elemekkel felszerelt vezető nélküli szállítórendszeren alapszik. A szállítórendszerek a több mint 1000 méter hosszú útvonalukon 57 megállót érintenek a csarnok különböző területein, melyek közül 50 közvetlenül a gyártósor mellett helyezkedik el. Az AGV-k egy út alkalmával akár 5000 kilogramm tömegű alkatrészt is tudnak szállítani a négyhengeres benzinmotorok gyártásához. A visszafelé vezető úton a csomagolóanyagokat szállítják vissza a logisztikai területre. A szállítórendszerek lézeres navigációval tájékozódnak, melynek támogatására lézersugarakat visszaverő felületeket helyeztek el az AGV-k útvonala mentén található tárgyakon, például polcokon, falakon, oszlopokon. A lézeres navigáció lehetővé teszi a vezető nélküli rendszerek milliméter pontosságú pozicionálását az előre meghatározott állomásokon.” [Robert Buttenhauser, Supply Chain Monitor, 2021.07.30, 23. oldal]

AGV=FTF=FTS= Vezető nélküli szállító rendszerek (Rövidített néven: AGV = Automated Guided Vehicle vagy FTS = Fahrerlose Transportsystem vagy *FTF* = Fahrerlose Transportfahrzeug) .

Egy Lean tanulmány szerint , ha 2 normál operátor által vezérelt targoncát 5 vezető nélküli eszközzel váltunk ki, akkor már a második évben megtérül a beruházási költség.

Éves költség kalkuláció

2 normál targonca+kezelők vs 5 AGV



7. ábra Éves költség összehasonlítás (<http://leantechnology.hu/wp-content/uploads/2017/02/GRAFICO-comparison-900x530.jpg>2023.04.25)

Ha a kalkuláció adatai a Csabacstra is érvényesek, akkor az AGV típustól és munkaórától függően az 5 éves költség átlagot összehasonlítva egy robotizált megoldás a 1/3-a a jelenlegi kezelővel működő anyagmozgatásnak. A munkabérek közti különbség okozhat számottevő eltérést. Ezt pedig a projekt megtérülés számítás részében fogom vizsgálni. Az egyik célkitűzésem ennek alátámasztása, vagy cáfolata.

Tehát egybevetve, hogy a Csabacast munkaerőhiánnyal küzd, stratégiai céljai közt szerepel az automatizálás, és az automatizálással költségeket tud megtakarítani kézenfekvő út az anyagmozgatás automatizálása projekt.

Bár az automatizált belső anyagmozgatás is nagy lépés egy ekkora vállalatnál, mégis ha igazán innovatív megoldást keresünk, akkor az AI vagy másnéven a mesterséges intelligencia bevezetésével élen járna a cég.

2.2.1 Mesterséges intelligencia

Bár az automatizált belső anyagmozgatás is nagy lépés egy ekkora vállalatnál, mégis ha igazán innovatív megoldást keresünk, akkor az AI vagy másnéven a mesterséges intelligencia bevezetésével élen járna a cég.

Stuart J Russel és Peter Norvig az alábbi módon fogalmazta meg a mesterséges intelligenciát: „emberi módra gondolkodó rendszerek, emberi módra cselekvő rendszerek, racionálisan gondolkodó rendszerek, illetve racionálisan cselekvő rendszerek” [Russel – Norvig, 2000, 34.] Ez kiválóan leírja, amit még sokan fel sem tudnak fogni.

A kutatók mesterséges neuronhálók létrehozásával lehetővé tették, hogy egy ember alkotta rendszer képes legyen a tanulásra. Minden tapasztalat befolyásolhatja, hatással lehet a későbbi döntések meghozatalára. Ezzel pedig folyamatosan tudja fejleszteni önmagát. [Borgulya, 2022. 1.]

A legtöbb kutató egyetért abban, hogy az automatizálás és Ipar 4.0 eszközei nem csak a hardverjeink fejlesztését teszik lehetővé, hanem a szoftveres és döntéshozatali rendszereket is automatizálhatják. A Mesterséges intelligenciát könnyedén lehet alkalmazni olyan területén rendszerekben is, ahol termékek folyamatos követésére van szükség gyártáson belül, azonban csak kevés adat áll rendelkezésre. Ilyenkor a folyamatos követést és mozgást az MI egészíti ki és gondoskodik arról, hogy ez a valóságban is hasonlóan történjen.

A mesterséges intelligencia kutatások egyik legnagyobb területe a képfeldolgozás, ami feltétlenül szükséges az önvezető járművek és vizuális felismerő rendszerek működéséhez. [Veres P.Mesterséges Intelligencia kiválasztása és felhasználási lehetőségei a logisztika területén]

Ezen rendszerek betanításához nagy mennyiségű adatra van szükség, amelyet ha folyamatosan akarunk bővíteni felhő alapú szolgáltatásokat kell igénybe venni, az EDGE computing erre is ad megoldást.

[Mo, Y., Sun, Z., Yu, C.(2023).EventTube: An Artificial Intelligent Edge Computing Based Event Aware System to Collaborate With Individual Devices in Logistics Systems, IEEE Transactions on Industrial Informatics,19(2).]

Egy a mesterséges intelligenciával foglalkozó cég oldalán azt írják a raktári okoslogisztikában képes felismerni a mintákat a strukturálatlan adatokból származó

ismétlődéseket, majd törvényszerűségeket tud azonosítani. Ezt követően pedig önállóan dinamikusan alkalmazkodik az új körülményekhez. A monoton munkák egyszerűbbé válnak, a műveletek pedig hatékonyabbá és ezzel költséghatékonyabbá.

[<https://www.gep.com/blog/mind/artificial-intelligence-in-logistics>]

Ez persze kiváló reklám a szoftvernek, azonban konkrétumok nélkül csak elképzelni tudjuk, hogy mi a valóság. Évről évre egyre többet hallunk a médiában és egyre több könyv jelenik meg az MI témában. Egy google keresés során több száz oldalt találunk, ami valamilyen formában kötődik az AI-hoz. Azonban amit már ismerünk az a képalkotás, kép felismerés technikája. Ezt már jelenleg is használják az AGV az üzemekben a kamerás tájékozódás során. Azonban még nem jegyzik az információkat, azaz nem tárolják és a későbbi döntések meghozatalára nincs hatással.

Egy másik szoftvert áruló cég konkrét ötletekkel áll elő a felhasználási lehetőségekre:

A mesterséges intelligencia automatizált raktározáshoz való használata javíthatja a raktár hatékonyságát és pontosságát. Például, ha egy raktár robotokat használ a készlet mozgatására, egy mesterséges intelligencia rendszerrel nyomon követhetőek a robotok, és megbizonyosodhat arról, hogy a megfelelő cikket a megfelelő helyre szállítják. Ezen túlmenően, az AI segítségével nyomon követhető az áruk ki- és beszállítása, valamint a hibák azonosítása. Ez javíthatja a pontosságot és csökkentheti a megrendelések teljesítéséhez szükséges időt. Ezen kívül az AI felhasználható a raktári állapotok nyomon követésére és a fejlesztésre szoruló területek azonosítására.

[<https://dfreight.org/blog/top-5-uses-of-ai-in-logistics/>]

A jelenleg működő adatgyűjtő rendszerek már az Ipar 4.0 vívmányai alapján sok adatot fel tudnak dolgozni, de még nem képesek emberi beavatkozás nélkül rendszerbe rendezni és kezelni is azokat. Ha az Ipar 4.0 adatait egy MI rendszerbe továbbítjuk, akkor az minden bizonnyal rendezni tudja a bemenő információkat és segíti a jövőre nézve a döntéseket. Még sok feltérképezetlen megoldás lehetséges ezen a területen, ezért ennek felhasználása is remek fejlesztési ötlet.

3 Anyag és módszer

3.1 Környezet bemutatása

A CSABAcast Könnyűfémöntőde Korlátolt Felelősségű Társaság 2008. július 9-én alakult, a felszámolás alá került ADAcast Könnyűfémöntőde Korlátolt Felelősségű Társaság tevékenységének a folytatására, a magas technikai színvonalú, több évtizedes múltra visszatekintő termelés továbbvitelére és a munkahelyek megőrzésére. A vállalat fő tevékenysége a nyomásos alumínium öntvények előállítása, felületkezelése, megmunkálása és szerelése. A cég fő vevői az európai -főleg német autógyárak-, néhány autóiipari rendszerbeszállító, valamint egyéb területről például a Bosch Csoport tagjaként működő Buderus GmbH és a Miele konszern. Jelenleg az öt legnagyobb, hazai tulajdonú, ilyen típusú gyárak közt tartják számon. A CSABAcast Kft. tulajdonosai és menedzsmentje az új gyártóbázis létrehozásával biztosította a komplex termelés további optimalizálását, nyugat-európai munkakörülményeket teremtett az összes dolgozójának, és lehetővé tette az árbevétel további, ambiciózus növelését is. Az elektromos autók jövőbeli térnyerésével felkészülten akarnak szembenézni, így e-autógyári területen keresnek akvizíciós célpontokat, egyegy további nagyobb megrendelés esetén pedig előfordulhat, hogy pár éven belül mégis tőkepiaci források után néznek.

Az üzemben közel kéttucatnyi, egyenként 6090 tonnás öntőgép dolgozik azon, hogy a legnevesebb autógyáraknak sebességváltó, motor és egyéb fontos autóalkatrészeket gyártson. A vevők közt van a BMW, a VW csoport (köztük a Bentley, Porsche, Lamborghini is), a Daimler, és a Rolls Royce. 16 db megmunkáló gép valamint jónéhány speciális szerelő- és ellenőrző állomás dolgozik azon, hogy a vevők igényeit kiszolgálja.

Az elmúlt évek pénzügyi beszámolóí alapján, a válság idején jellemző 3,5 milliárd forint körüli éves árbevételt 2017-re 10 milliárd forint fölé emelték. 2020-ban pedig 12 milliárd forint árbevételt sikerült elérni. Az utóbbi években tucatnyi nyugateurópai öntőde zárt be, és szinte az összes, -jól menedzselt-kelet-, közép európai aluöntvénygyár jelentős kapacitás kihasználtsággal üzemel, átvéve a kieső nyugati gyárak megbízásait. Területi előnyei közé sorolnám a 21-es számú főút és az autópálya közelségét, ami a kamion forgalom számára elengedhetetlen. A régió munkaerő szempontjából kedvező, azonban a környező ipari parkok sok ember elszippantanak, és az elérhető szakképzett munkaerő lecsökkent az

utóbbi években. A képzettebbek sokszor nyugatra mennek, a képzetlenebb fiatalok pedig a béremelések ellenére a korábbiánál nehezebben motiválhatók.

A jövő kihívását az jelenti, hogy az autógyártók az elektromobilitás felé kacsintgatnak, a CSABAcast pedig a hagyományos erőátviteli és motoralkatrészekben erős. Meg kell tehát találniuk azokat a szegmenseket, ahol a hibridautók és a tisztán elektromos járművek számára is kellően nagy alkatrészkínálatot tud szállítani a vállalat. A versenyben maradás feltétele, hogy a költségek minimalizálása mellett a vevő által elvárt magas minőséget teljesítse.

A vállalati cél, -hogy autóipar minden vevőjének igényeit ki tudjuk szolgálni – pontos iránymutatást adott a további lépésekre vonatkozóan is. Mivel a korábbiakon felül az elektronikus adattovábbítás, számlázás, lehíváskezelés, FIFO követés, sarzs követés és egyéb követelmények igazolása is az autóipar követelménye, ezért ezekre együttes megoldásként egy új ERP bevezetése mellett döntött a cég.

A szoftver kiválasztásnál a szempontokat az a stratégiai cél határozta meg, hogy az autóipar követelményeinek a leginkább megfeleljen a CSABAcast. Ezt követte a közvetlen igény felmérés.

A felmérésben szintén az volt az alap koncepció, hogy az autóipar által támasztott például a FIFO elv, termék visszakövethetőség, vevői igények változásának azonnali lekövetése, elektronikus adattovábbítás megfeleljünk. Erre alakítottuk ki a bevezetési koncepciót, és az innováció szorosan illeszkedett a stratégiához minden részletében.

Távolabbi célok felé tekintve az újabb vevőknek való megfeleléshez már a kialakítás szakaszában figyelmet fordítottak arra, hogy a jövőben minden szükséges, további fejlesztés megvalósítható legyen. A kezelhető gyártó egységek, cellák mennyisége a programban tovább bővíthető. A dokumentum formátumokat a VDA szabványoknak megfelelően elérhetővé tették. Az elektronikus adattovábbítás további csatornákkal bővíthető. A CSABAcast Kft egy Lean szemléletű operatív vezető érkezésével indult el a Lean eszközök által támogatott fejlődés útján.

A Csabacast Kft anyagárama úgy épül fel, hogy a tömbökben beszerzett alapanyag az olvasztó kemencébe kerül, majd az olvadt fémet az öntőgépeknél elhelyezett hőtartó kemencékbe szállítják targoncával. Az öntőgépekkel leöntött csokrok a gépek mellett elhelyezett stancolókkal kerülnek stancolásra. Ezt követően az öntödében kialakított milkrun

körrel a félkésznek nevezett nyers öntvények elszállításra kerülnek az előkészítőbe, ahol felületi munkákat végeznek rajta. Az előkészítő után pedig egy polcos, tárhelyekkel azonosított raktárba kerülnek a nyers öntvények gitterbox tárolókban. Ezt a polc rendszernek szupermarketnek nevezzük. A polcok közt oldalvillás targonca közlekedik, és a kezelője végzi PDA eszközön a polc tárhelyre történő be illetve ki tárolást.

A nyers öntvények ez után megmunkálásra kerülnek a CNC megmunkáló gépeken. Amennyiben a megmunkáló gép mellett cellásan kialakított átvételi hely van, akkor az átvételt követően a termék késztermék csomagolásba kerül, és az készáruraktár átvevő helyére viszik. Amennyiben azonban a megmunkálást követően egyéb műveletet is kell végezni a terméken, ami nem cellás megoldásban a megmunkáló gép mellett végezhető, abban az esetben a gitterboxokba visszacsomagolt megmunkált öntvények a szupermarketbe kerülnek vissza.

Ebből az anyagáramból jelen esetben csak a megmunkáló gépek kiszolgálását választottam ki automatizálásra. Az öntöde alapanyaga az olvadt fém, amire vonatkozóan jelenlegi folyamatban egy az olvasztóban elhelyezett monitoron jelenik meg a hőntartó kemencéből továbbított adat. Az öntödei félkész elszállításához egy újabb jelző rendszer kiépítésére lenne szükség. Viszont a jelenlegi folyamat megfelelően működik, és állásidőket nem okoz. Ezért ezt egy további fejlesztési lehetőségnek hagytam.

A jelenlegi folyamat adatait a korábbi lean menedzser mérte, számolta, kalkulálta. Ezek az eredmények rendelkezésemre álltak. A jelenlegi terv azonban az anyagrendelésre és az automatizálásra vonatkozóan saját terveim alapján készül. Még nem megvalósult projektről van szó, azonban a munkám mellett lehetőségem van valós adatok gyűjtésére.

4 Eredmények

4.1 Konceptió kialakítás

Amikor felmerült a milkrun robotizáció ötlete, felépítettem elsőként a projekt tervét. A terv a koncepció kialakítással indul, és a PDCA vonalán haladva jut el a bevezetett folyamat átadásáig. Ehhez a következő táblázatban szereplő lépéseken haladtam végig.

1. táblázat: Projekt időterv

Automata anyagrendelés és robotizált milkrun Project időterv



Project Start Date11.2.2022 (szerda)

Display Week10

Project LeadKrajcsik-V Zsanett

WBS	Feladat	Felelős	Start	Vége	Napok	% Kész	Munka napok
1	Konceptió kialakítás						
1.1	Projekt terv készítés	Krajcsik-V Zs	2023.01.02	2023.01.13	12	0%	10
1.2	Folyamat ábrák rajzolása	Krajcsik-V Zs	2023.01.09	2023.01.20	12	0%	10
1.3	Egyeztetés az érintett területekkel	Krajcsik-V Zs	2023.01.16	2023.01.20	5	0%	5
1.4	Egyeztetés a fejlesztőkkel	Krajcsik-V Zs	2023.01.20	2023.01.25	6	0%	4
1.5	Megvalósíthatósági vizsgálat	Krajcsik-V Zs	2023.01.26	2023.02.08	14	0%	10
2	Költség terv						
2.1	Ajánlatok bekérése, kiértékelés, összehasonlítás	Krajcsik-V Zs	2023.01.26	2023.02.08	14	0%	10
2.2	Emberi erőforrás igény meghatározás	Krajcsik-V Zs	2023.01.26	2023.02.01	7	0%	5
2.3	Megtérülés számítás	Krajcsik-V Zs	2023.02.09	2023.02.13	5	0%	3
2.4	Használatból kivont eszközök értékesítése	Krajcsik-V Zs	2023.05.01	2023.05.01	1	0%	1
2.5		Krajcsik-V Zs	2023.02.09	2023.02.09	1	0%	1
3	Kivitelezési terv						
3.1	Szoftver fejlesztések	L-mobile	2023.02.14	2023.03.15	30	0%	22
3.2	Eszköz beszerzések (vontatók, kosik, ...)	Krajcsik-V Zs	2023.02.14	2023.04.14	60	0%	44
3.3	Eszközök aktiválása (programozás, fizikai beállítások elvégzése)	Beszállító	2023.04.14	2023.05.03	20	0%	14
3.4		Krajcsik-V Zs	2023.02.09	2023.02.22	14	0%	10
3.5		Krajcsik-V Zs	2023.02.09	2023.02.22	14	0%	10
3.6		Krajcsik-V Zs	2023.02.09	2023.02.22	14	0%	10
4	Aktiválás						
4.1	Érintett dolgozók oktatása	HR	2023.05.04	2023.05.24	21	0%	15
4.2	Tesztüzem, felügyelet és utólagos beállítások	Beszállító	2023.05.04	2023.05.15	12	0%	8
4.3	Biztonsági ellenőrzések	Beszállító és EHS	2023.05.04	2023.05.17	14	0%	10
4.4	Folyamat leírások elkészítése	Krajcsik-V Zs	2023.05.04	2023.05.05	2	0%	2
5	Visszaellenőrzés						
5.1	Optimális működés feltételeinek biztosítása	?	2023.02.09	2023.02.10	2	0%	2

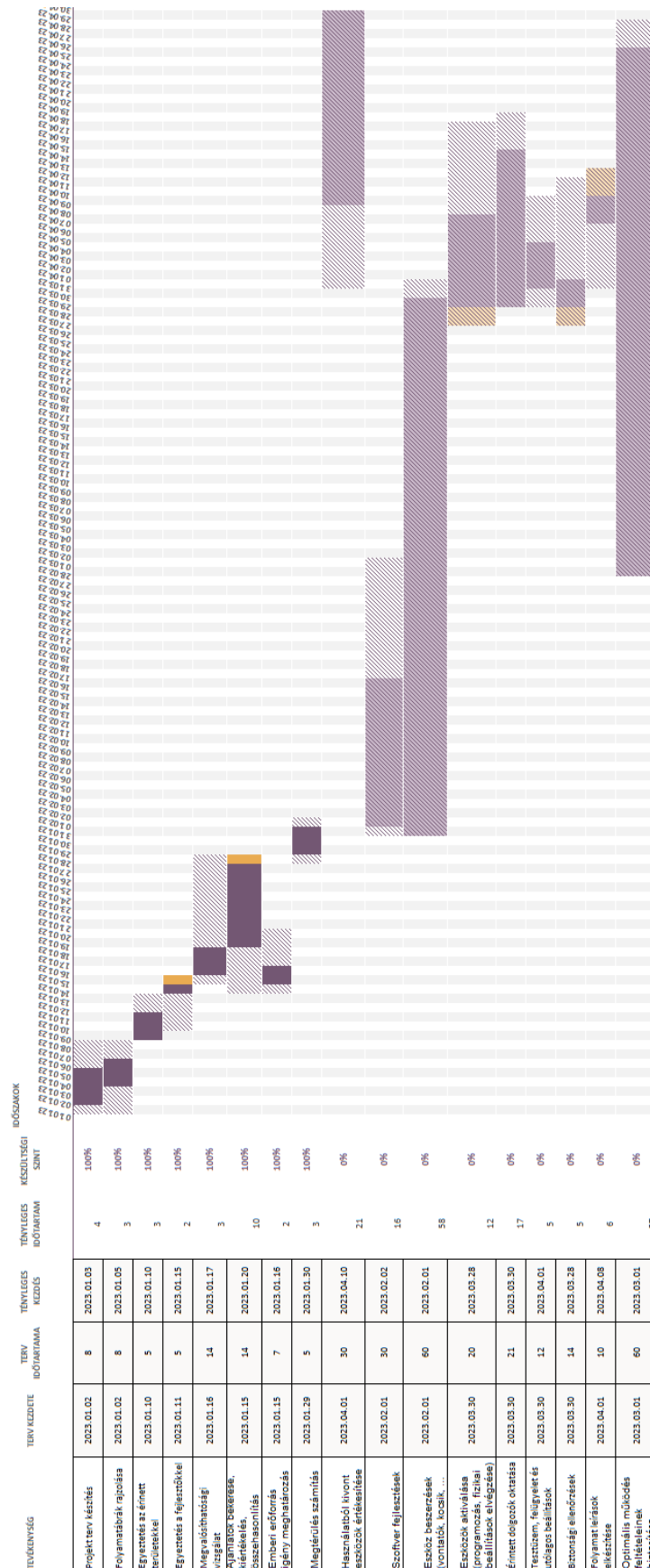
A projekt terv alapján pedig elkészítettem a Gantt diagramot:

A Gantt diagramm alapján a projekt hosszúsága: 119 nap

A projekt 2023.01.02-án indult, és tervek szerint 2023.04.30-án befejeződhet.

(A Gantt diagrammot a Microsoft Office Projekttervező sablon használatával készítettem.)

Tervidõta



8. ábra: Gantt diagramm

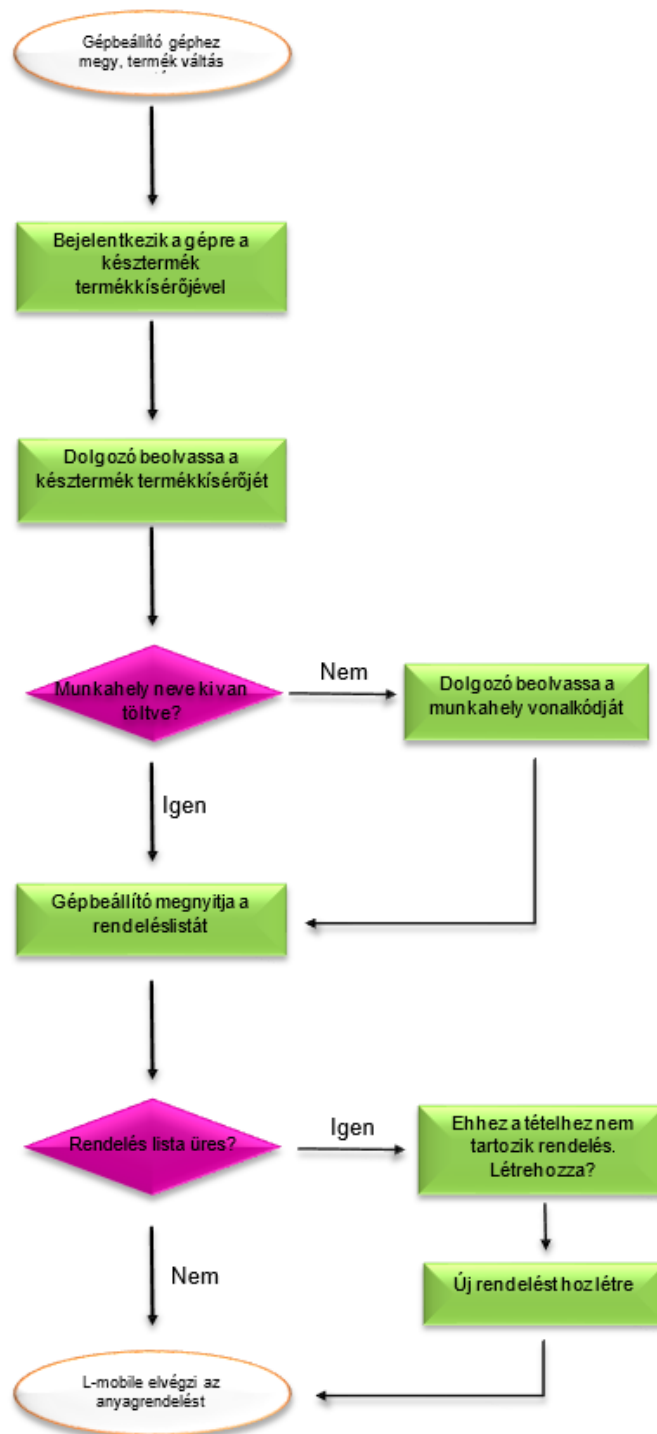
4.2 *Költség terv*

A projekt indításához mindenképp költségtervre van szükség, hogy aztán megtérülést lehessen számolni. Hiszen mindamellett, hogy a robot technika bevezetésének előnyeképp pontosan ütemezett folyamatot alakítunk ki, egyéb számokkal kimutatható előnye is kell, hogy legyen.

A költség tervhez számba veszem a szükséges beszerzéseket, valamint a rendszer fejlesztéseinek költségét. A 2022-ben bevezetett vállalatirányítási rendszert és a hozzá tartozó adatbeviteli programot két külső támogató cég fejleszti a Csabacast részére. Jelenlegi fejlesztési terv során az adatbeviteli rendszert szeretnénk plusz funkcióval bővíteni. A rendszer, - ami a munkaállomásokon történő jelentéseket, valamint az üzemi adatrögzítések minden formáját a vállalatirányítási rendszer számára kezelhetővé átalakítja, és továbbítja – az L-mobile. Ahhoz, hogy a fejlesztők ajánlatot tudjanak adni elkészítettem a fejlesztendő folyamat ábráját. Ezzel tudom a beszállító részére legjobban meghatározni, hogy milyen módon, mely információk segítségével szeretném kialakítani a folyamatot.

4.3 *Automata anyagrendelési folyamat kidolgozása*

Az első ábra azzal kezdődik, hogy a gépbeállító munkatárs egy új gyártási folyamatot indít az adott gépen. Ez a mozzanat okozta az egyik legnagyobb fejtörést. Ha a termelés folyamatos, akkor a jelzőszint alá eső készlet önműködően rendeli a következő alapanyag mennyiséget. Azonban az indulásnál a dolgozónak már rendelkezésre kell állni az alapanyagoknak a munkakezdéshez. Ezt úgy oldottam meg, hogy a gépbeállító dolgozó indítja az első anyag megrendelését, hiszen így az általa végzett munka ideje alatt –ami általában 1 óra- van ideje a milk runnak, hogy a termelés megkezdéséig rendelkezésre bocsássa a szükséges anyagot.



9. ábra: Rendelésindítás folyamatára

Egyszerűen a gépbeállító kiválasztja a gyártandó anyagot és ezzel jelt ad az L-mobile rendszernek, hogy ideje az első anyagrendelést kiadni. Ilyenkor az L-mobile felé továbbított üzenet az alapanyagot cikkszám, öntési szerszám szám, öntési fészekszám alapján azonosítja. Az utóbbi két információ nem kötelező az első rendelés során, azonban később a rendszer

csak az előző adag paramétereivel egyező (azonos öntő szerszám, azonos fészekszám) következő sarzsot választ. Minden esetben a FIFO szabály alapján.

Ekkor pedig a szupermarketben dolgozó anyagmozgatónál megjelenik az üzenet a szükséges anyagra vonatkozóan. Ezzel a folyamat elindul. Az anyagrendelési folyamat kialakításához az alábbi háttér információkat használtam fel:

- a termékek ciklus ideje
- tárolóegységek töltőmennyisége
- milkrun körök ideje

Ezen információk alapján elkészítettem egy háttér táblát, amiben mind a 143 termék alapanyaga szerepel. A belső nyilvántartás szerint S2-vel jelöljük az öntött félkész terméket, S4-gyel a megmunkált termékeket, az S6 pedig a kész termékek jelölése.

2. táblázat: Töltőmennyiségek termékenként példák

Cikkszám	Termék	Töltőmennyiség	ME
S2-AU0147AE-01	AU 0147 AE	780	g
S2-AU0885G0-01	AU 0885 G	650	g
S2-AU1121E0-01	AU 1121 E	520	g
S2-AU1173C0-01	AU 1121 D	3120	g
S2-AU1212B0-01	AU 1212 B	176	g
S2-AU1213C0-01	AU 1213 C	188	g
S2-AU1213G0-01	AU 1213 G	176	g
S2-AU1453F0-01	AU 1453 F	650	g
S2-AU3111B0-01	AU 3111 B	5200	g
S2-AU333700-01	AU 3337	1560	g
S2-AU3708A0-01	AU 3708 A	800	Box
S2-AU3708C0-01	AU 3708 C	325	g
S2-AU5167AE-01	VW 5167 AE	546	g
S2-AU5169CM-01	AU 5169 CM	437	g
S2-AU6251A0-01	AU 6251 A	30	g
S2-AU6251B0-01	AU 6251 B	390	g
S2-AU9113F0-01	AU 9113 F	637	g
S2-AU9114F0-01	AU 9114 F	583	g
S2-AU9115B0-01	AU 9115 B	390	g
S2-AU9115MC-01	AU 9115 MC	624	g
S2-AU9115MP-01	AU 9115 MP	624	g
S2-AU9118AA-01	AU 9118 AA	624	g
S2-AU9118Q0-01	AU 9118 Q	528	g
S2-AU9307CB-01	AU 9307 CB	312	g
S2-AU9307CN-01	AU 9307 CN	156	g
S2-AU9307CP-01	AU 9307 CP	200	g
S2-AU9307D0-01	AU 9307 D	281	g
S2-AU9308AA-01	AU 9308 AA	130	g
S2-AU9308CH-01	AU 9308 CH	225	g
S2-AU9308D0-01	AU 9308 D	130	g
S2-AU9723C0-01	AU 9723 C	4550	g

A Csabacast megmunkáló gépparkja többnyire 2 palettás gépekből áll. Ez azt jelenti, hogy a gépben egy forgó úgynevezett paletta van, aminek a két oldalán egy időben 2 különböző termék megmunkálására van lehetőség. Függően attól, hogy milyen termék pár fut egy időben, mindkét termék ciklus ideje függ a másiktól. A ciklusidőket a technológiai osztály mérte és számolta. Egy termék több gépen is megmunkálható, és esetenként a ciklusidő más gépeket eltérő lehet. Az alapanyagrendelésnél azt választottam, hogy az L-mobile csak az adott gépre vonatkozó legrövidebb ciklusidővel számoljon. Az túlságosan sok háttér munkát okozott volna, ha az L-mobile-nak azt is figyelembe kell vennie, hogy milyen termék fut a paletta másik oldalán. Ez valószínűleg elhanyagolható eltérést okoz. Ezért csak a gépet veszi figyelembe az L-mobile és az azon a gépen a termékhez tartozó legrövidebb ciklusidőt töltöttem csak a háttértáblába.

3. táblázat: Ciklusidők termékenként és gépenként

Tételfajta	Forrásjegyzék	Gép	Ciklusidő
Elsődleges	S4-AU0885G0-00	CNC-ENSHU-02	175
Alternatív	S4-AU0885G0-00	CNC-ENSHU-03	181
Alternatív	S4-AU0885G0-00	CNC-OKUMA4000-1	181
Elsődleges	S4-AU1121E0-04	CNC-OKUMA460-2	125
Alternatív	S4-AU1121E0-04	CNC-OKUMA460-1	128
Alternatív	S4-AU1121E0-04	CNC-OKUMA460-3	126
Elsődleges	S4-AU1173C0-01	CNC-CHIRON-06	30
Elsődleges	S4-AU1212B0-01	CNC-MORISEIKI-3	130
Alternatív	S4-AU1212B0-01	CNC-ENSHU-06	138
Alternatív	S4-AU1212B0-01	CNC-ENSHU-12	130
Elsődleges	S4-AU1213C0-05	CNC-MORISEIKI-3	124
Elsődleges	S4-AU1213G0-00	CNC-MORISEIKI-3	60
Elsődleges	S4-AU3111B0-04	CNC-OKUMA460-2	40
Alternatív	S4-AU3111B0-04	CNC-OKUMA460-1	40
Alternatív	S4-AU3111B0-04	CNC-OKUMA460-3	40
Elsődleges	S4-AU3708A0-11	CNC-CHIRON-06	85
Alternatív	S4-AU3708A0-11	CNC-OKUMA460-1	89
Alternatív	S4-AU3708A0-11	CNC-OKUMA460-3	89
Elsődleges	S4-AU3708C0-01	CNC-CHIRON-06	85
Alternatív	S4-AU3708C0-01	CNC-OKUMA460-1	89
Alternatív	S4-AU3708C0-01	CNC-OKUMA460-3	89
Elsődleges	S4-AU5169CM-14	CNC-ENSHU-06	100
Alternatív	S4-AU5169CM-14	CNC-ENSHU-07	100
Alternatív	S4-AU5169CM-14	CNC-ENSHU-09	100
Alternatív	S4-AU5169CM-14	CNC-ENSHU-11	100
Alternatív	S4-AU5169CM-14	CNC-MORISEIKI-1	87
Alternatív	S4-AU5169CM-14	CNC-MORISEIKI-2	87
Elsődleges	S4-AU9115B0-03	CNC-DOOSAN360-2	20
Alternatív	S4-AU9115B0-03	CNC-DOOSAN360-1	20
Alternatív	S4-AU9115B0-03	CNC-OKUMA460-1	20
Elsődleges	S4-AU9115MC-03	CNC-OKUMA460-2	24
Alternatív	S4-AU9115MC-03	CNC-DOOSAN360-1	20

A két bemenő adat alapján pedig megkapom, hogy hány darab terméknek kell a gépnél lenni, ami lefedi a jelzéstől a következő adag megérkezéséig szükséges időt.

Egy példa:

Az AU1212B termék ciklus ideje **130sec**.

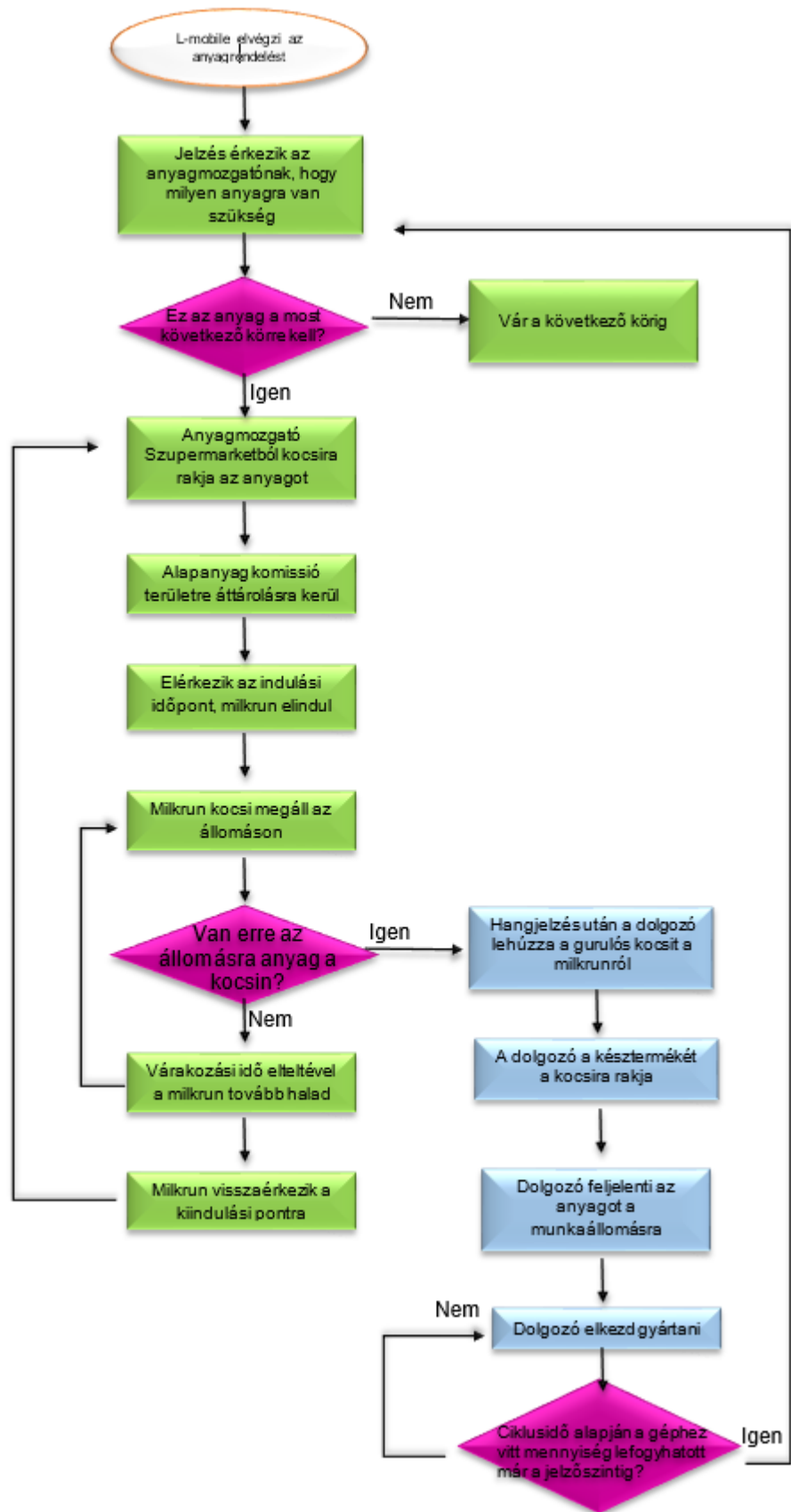
Két milkrun kör között eltelt idő **2400sec (40perc)**.

Tehát a erre az időre $2400/130 = \mathbf{18,5db}$ alkatrésznek kell az CNC Moriseiki-3-nál lenni.

Ezért ha a 176db-os töltési mennyiségű gitterbox a gépre kerül, akkor 157,5 db termék ciklus idejének eltelte után megy a következő jelzés a szupermarket anyagmozgatónak. Tehát 341,25perc (20 475 sec) múlva.

A jelzés akkor is megy, ha a gépen bármiféle hiba van, vagy a dolgozó valamiért nem tud gyártani, esetleg lassabban halad. Azonban a feltorlódás elkerülése végett a rendszer figyelembe veszi a géphez vitt, de még nem gépre jelentett készletet. Így maximum egy megkezdett és egy érintetlen gitterbox lehet a gépnél.

A következő ábra az anyagrendelést követő folyamatot mutatja be. Eszerint a jelzés megjelenik a szupermarketben dolgozó anyagmozgató PDA eszközén. A rendszer a célállomás gépeket két külön körre bontja, ahogyan a milkrun halad, „kis kör” és „nagy kör”. Ez az alapján, az információ alapján pedig az anyagmozgató le tudja szűrni, hogy mely termékek melyik indulási időpontra szükségesek. Ha az aktuális körre kell az alapanyag, akkor az anyagmozgató targoncás a kocsira helyezi a tárolót és a PDA-n a kocsin elhelyezett vonalkód segítségével a rendszerben átkönyveli a terméket. Az indulási időpont elérkeztekor a milkrun elindul, és minden állomáson megáll. Ha van oda szállításra váró termék, akkor hangjelzéssel jelez a megmunkáló gépen dolgozónak, aki lehúzza a neki szánt alapanyagot, illetve ha megtelt késztermék van nála, azt a kocsira tolja. A várakozási idő elteltével pedig a milkrun tovább halad. Ha a gép puffer tárolójában már nincs alapanyag és a gépre jelentett késztermék is elfogyhatott a ciklus idők alapján, akkor újabb rendelést generál a rendszer.



10. ábra: Anyagrendelés teljesítése folyamatábra

4.3.1 Adatgyűjtés árkalkulációhoz

Ahhoz, hogy pontosan lássuk, hogy mennyibe fog ez kerülni a cégnek, és ez a befektetés mennyi idő múlva tud megtérülni, egy költség kalkulációra van szükség.

Számba veszem az anyagrendelés és a robotizáláshoz szükséges eszközök, fejlesztések egyéb ráfordítások listáját.

Az automata anyagrendelés:

- Fejlesztési költség L-mobile

A meglevő layout módosítása, hogy mindenhol legyen puffer készletnek kijelölt hely

Robotizálás:

- automata vontatók rendszerének beszerzése
 - lézeres vagy GPS alapú szoftver
 - AGV-k
 - Jeltovábbítók
- csatlakoztatható „vagonok” beszerzése

A projekt legnagyobb költsége előreláthatólag az AGV-k és a hozzájuk tartozó szoftver beszerzése. Ezért elsőként ennek jártam utána, hogy milyen megoldások léteznek és költségek szempontjából melyik a legoptimálisabb. Elsőként a meglevő géppark miatt az Egyes céget kerestem fel, hogy a rendszerükről többet megtudjak. Illetve az interneten fellelhető cikkekből több is cég neve is felmerült, akik komoly referenciákkal rendelkeznek ezen a területen. Így árajánlatot kértem a Kettes cégtől aki a világ egyik vezető intralogisztikai gyártója. A Hármas céget a Csabacast Kft egyik partner cége ajánlotta, akik szintén robotizációs programon dolgoznak.

Az árajánlatot megelőzően előzetes becslést kell készítenem. Jelenlegi folyamatunkban a megmunkáló üzemben 2 vontató látja el az anyagkiszolgálást és a göngyölegszállítást a szupermarket- megmunkáló gépek- készáru átadó terület között. Ezt az időbeosztás és az útvonal tervek, valamint a körök időtartama alapján továbbra is két vontató fogja kivitelezni.

Szükségem van az út megtételéhez szükséges időtartamra, valamint a kocsi le és felrakodásához szükséges időre.

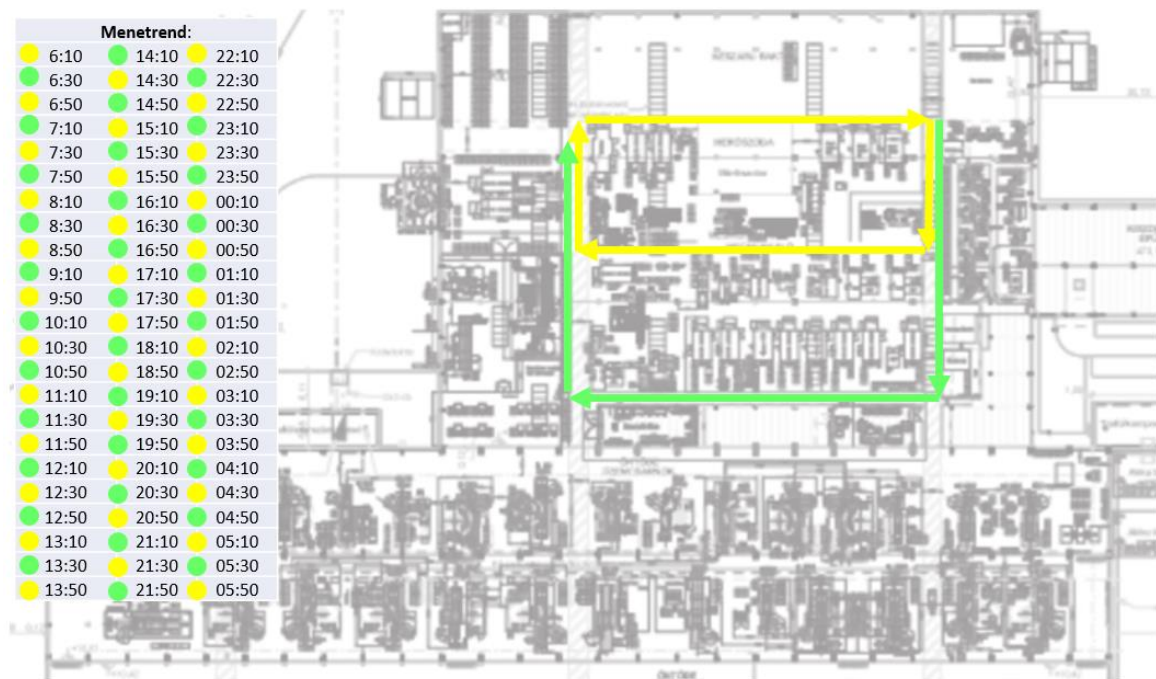
A vontatók után csatolt kocsik számát úgy határoztam meg, hogy a megmunkáló gépek ciklus ideje alapján milyen gyakran jelentkeznek igények. A 2-es és 3-as táblákban bemutatott ciklusidők és töltési mennyiségek alapján egy normál 8 órás műszakban óránként maximum 8 db alapanyagot kell a megmunkáló gépekhez szállítani.

8 órás normákat (28.800/ciklusidő) elosztottam a töltési mennyiségekkel és megkaptam, hogy mennyi tároló egységre van szükség az adott géphez. 1 heti gyártás tervet vettem figyelembe és az alábbi táblát készítettem:

4. táblázat: 8 órás műszakra vetített tároló igények

	Hétfő	Kedd	Szerda	Csütörtök	Péntek
1.műszak	47,12	43,7	39,64	26,03	38,25
2.műszak	38,6	29,4	26,1	32,48	27,65
3.műszak	41,25	28,4	34,78	27,39	29,36

A táblázat alapján az óránként szükséges mennyiség nem haladja meg az átlag 8db-ot. Ezért vontatónként 8db vagon tervezek.



11. ábra: Milkrun körök és menetrend

A jelenlegi folyamatban a kocsik egymáshoz vannak kapcsolva. A kezelő kapcsolja szét minden állomáson. A megállástól az újra indulásig 25,06sec a műveleti idő az MTM számítás módszerével kalkulálva:

5. táblázat: MTM számítás

Ssz.	Megnevezés	Kód	TMU	M x GY	SUM TMU	SEC
	Vontatóról lelép	KA	25	1	25	0,90
	Kocsihoz megy (5-ös kocsisor közepe)	KA	25	3	75	2,70
	Kocsit szétakaszt	4LTEBBO	140	1	140	5,04
	Kocsit félretol - gyorsulás-lassulás	WVB	45	1	45	1,62
	Kocsit tol 2m	WFB	28	2	56	2,02
	Üres kocsit megfog gyorsul lassul	WVA	35	1	35	1,26
	Üres kocsit tol 2m	WFA	25	2	50	1,80
	Kocsit rákapcsol	4LTEBNO	195	1	195	7,02
	Vontatóhoz megy	KA	25	2	50	1,80
	Felszáll	KA	25	1	25	0,90
			Összesen:		25,06	

Eredmények értékelése:

A projekt kimenetelének ellenőrzése MTM Institute menedzsment rendszerének számítási módszere alapján igazolható. [Forrás: MTM Institute MTM Logisztika Kézikönyv (SVL)]

Jelenlegi folyamatban 15 gép van a kis körben és a nagy körben 13. A vontató sebessége 6 km/h. Ha a jelenlegi idővel számolva az automata milkrun minden állomáson ezt a 25 másodpercet tölti, akkor az alábbi időtartam szükséges a körök megtételéhez:

Nagy kör megtételéhez szükséges idő:

Az út megtételének ideje: $195\text{m} \times 60\text{perc}/6000\text{m}=1,95\text{perc}$

Állás idők: $13 \times 0,41\text{perc}=5,42 \text{ perc}$

Összesen: 7,36 perc alatt megtehető a nagy kör.

Kis kör megtételéhez szükséges idő:

Az út megtételének ideje: $150\text{m} \times 60\text{perc}/6000\text{m}=1,5\text{perc}$

Állás idők: $15 \times 0,41\text{perc}=6,15 \text{ perc}$

Összesen: 6,65 perc alatt megtehető a kis kör.

Ezek alapján a 40 percenkénti indulások közé egy csomagolóanyag kör is kalkulálható.

Ezen a körön az alapanyagigénylés által generált csomagolóanyag igényeket pakolja a szupermarket targoncás a kocsira és a szokásos körök mentén a robot kiviszi a szükséges állomásokra. Tehát a 40 percenként induló körjáratokhoz elegendő 1-1 vonat. A következő vonat indulási időpontját minden esetben egy jól látható óra jelzi a szupermarketben dolgozó anyagmozgatóknak.

A tárgyi eszközökön felül szükséges még egy szoftver, amivel irányíthatók az AGV-k. A szoftver mellett pedig ki kell választani azt is, hogy milyen tájékozási móddal szeretnénk üzemeltetni az AGV-ket.

4.3.1.1 Lehetőségek AGV navigációra

Az AGV navigációjához az alábbiak közül választhatunk:

Mágneses vezetőszalag – az AGV-k mágneses érzékelőkkel rendelkeznek, és mágnesszalag segítségével követik a nyomvonalat. Ezek abban az esetben javasoltak, ha a közlekedési útvonal mindig, vagy általában szabad, és minden esetben előre meghatározott nyomvonalon közlekednek a gépek.

Vezetékes navigáció – egyes AGV-k a létesítmény padlójába ágyazott vezetékpályákat követik. A vezeték olyan jelet továbbít, amelyet az AGV-k antennán vagy érzékelőn keresztül érzékelnek. A mágnes szalaghoz hasonlóan előre meghatározott pályán mozgó vonatok esetében használható.

Lézeres célnavigáció – ezzel a módszerrel a fényvisszaverő szalagot olyan tárgyakra rögzítik, mint a falak, rögzített gépek és oszlopok. Az AGV-k lézeradóval és vevővel vannak felszerelve. A lézerek visszaverődnek a szalagról a látóhatáron belül, és kiszámítják az objektum szögét és távolságát az AGV-től.

Inerciális (giroszkópos) navigáció – egyes AGV-ket számítógépes rendszer vezérel a létesítmény padlójába ágyazott transzponderek segítségével, hogy ellenőrizze, hogy az AGV a megfelelő irányba halad-e.

Látásvezetés – A látásvezérelt AGV-k navigációjához nincs szükség a környezet bárminemű módosítására. A kamerák rögzítik az útvonalon lévő tereptárgyakat, az AGV-k pedig ezekre a rögzített jellemzőkre támaszkodnak a navigáció során.

Földrajzi útmutatás – A látás vezérelt AGV-khez hasonlóan a „geoguidance”-t használó AGV-k esetében sem szükséges infrastruktúra módosítása. A földrajzilag irányított AGV-k felismerik a környezetükben lévő objektumokat, hogy valós időben meghatározzák a helyüket, és navigálhassanak a létesítményben.

LiDAR – A LiDAR (Light Detection and Ranging) egy kifinomult navigációs technológia, amely érzékelőket használ, amelyek lézerimpulzusokat továbbítanak a robot és a környezetében lévő tárgyak közötti távolság mérésére. Ezeket az adatokat a környezet 360 fokos térképének létrehozásához gyűjtik össze, amely lehetővé teszi a robotok számára, hogy minden további infrastruktúra nélkül navigáljanak a létesítményben és elkerüljék az akadályokat. [<https://6river.com/what-are-automated-guided-vehicles/2023.04.27>]

Ezen lehetőségek közül általam választott navigációs mód a mágnes szalag. Ez esetben a teljes pálya útvonalán mágnes sánt helyeznek el, aminek a nyomán az eszköz közlekedik. Jelen helyzetben ezt találom a legideálisabb megoldásnak. A mágnes szalag méteres egységben vásárolható ezért ehhez a nyomvonalat megmértem.

A 11-es ábrán látható nyomvonalak hossza:

„kis kör” (képen sárgával jelölve): 150m

„nagy kör” (képen zölddel jelölve): 195m

Tehát összefoglalva szükség van egy szoftverre, minimum 2 db vontatóra, 16 db kocsira, és a tájékozódáshoz szükséges mágnesszalagból 345m-re. A vontató meghibásodása esetén a jelenlegi operátor által vezetett gép tudja átvenni a helyét. A kocsikból azonban lehetséges, hogy a jövőre nézve szükséges lesz majd további mennyiségek beszerzése.

4.3.2 Beszállító versenyeztetés

Konkrét elképzeléssel kerestem fel az általam kiválasztott lehetséges beszállítókat.

4.3.2.1 Egyes ajánlat

Elsőként az Egyes cégtől kértem egy árajánlatot az elképzelésemre, mert a jelenlegi gépparkunkat is tőlük szereztük be,

Első javaslatuk szerint nem szükséges új vontatók beszerzése, mert a jelenlegiek kisebb beruházással átalakíthatók automatává, és a 4 db vontató átalakítása kevesebb költség, mint 2 db új, autonóm robot beszerzése. Illetve meggyőztek róla, hogy az általam választott mágnes szalagos megoldás a jövőre nézve nem a legideálisabb, mert a közlekedési útvonalakon bárminemű akadály van, akkor a robot nem tud tovább haladni. Ezt olyan raktárakban javasolt használni, ahol nincs emberi közlekedés, csak a robotok mozognak a kötött pályán. Üzemi területeken ez a megoldás a tapasztalataik szerint nem működik hatékonyan. Ehelyett inkább a kamerás vezérlést javasolták, amivel a robot felméri a környezetet és kikerüli az útjába kerülő tereptárgyakat. Kíváncsi voltam azonban az

árkülönbözetre ezért az volt a kérésem, hogy mindkét megoldásra adjanak árat. Valamint a szoftver, ami függ a robotok számától, a navigáció módjától.

Ezekre tételesen az alábbi árajánlatot kaptam:

Az irányító, kezelő szoftver díja: 9.560.000Ft, ami tartalmazza az oktatást és a fejlesztést.

A 4 vontató átalakításának költsége:

Mágneses szalag használatához: 780.000Ft/db

Kamerás navigáció esetén: 1.080.000Ft/db

Mágnesszalag: 3200Ft/m (1.104.000Ft)

B-forma kocsik ára: 390.000Ft/db (16db ára 6.240.000Ft)

A teljes csomag megvásárlása esetén 10 % kedvezményt tudnak adni.

A költségek tartalmazzák a szállítást, telepítést, oktatást, üzemi átadás díját valamint 1 évre 24 órás szerviz garanciát. Az ezt követő időtartamra szervizszerződés köthető a gépekre.

A beruházás teljes költsége ez esetben:

Mágnesszalagos tájékoztató:

	9 560 000 Ft
	3 120 000 Ft
	1 104 000 Ft
+	6 240 000 Ft
	20 024 000 Ft
-10%	-2 002 400 Ft
	<u>18 021 600 Ft</u>

Kamerás tájékoztató:

	9 560 000 Ft
	4 320 000 Ft
+	6 240 000 Ft
	20 120 000 Ft
-10%	-2 012 000 Ft
	<u>18 108 000 Ft</u>

Tehát a két verzió között 86.400Ft különbség van a mágneses megoldás javára. Azonban ha a jövőben bármilyen okból változik az üzemcsarnok elrendezése, vagy a milkrun körök útvonala, akkor a kamerás rendszer máris megtérül.

4.3.2.2 Kettes ajánlat

Így a következő cég esetében már nem a kötött pályára összpontosítottam. Az első egyeztetés után a Kettes cég a lézeres tájékozódást javasolta. Ez korszerű és a jövőre nézve tovább fejleszthető megoldás. A szükséges prizmak költsége minimális, a telepítést pedig a csomagban vállalja a beszállító.

Az Ő ajánlatukban azonban a jelenlegi vontatók átalakítása nem jöhet szóba, mivel Egyes cég gépeiről van szó, ezért ezt Ők nem tudják vállalni.

A kezelő szoftver ára: 7.590.000Ft, oktatással, és a lehetőségekhez mérten igényekre szabva

A vontató gépek ára: 8.400.000Ft/db

A kocsik ára: 290.000Ft/db (16 db ára 4 640 000Ft)

A Kettes cég a csomag megvásárlása esetén 7% kedvezményt tud adni.

Kettes cég ajánlata:

	7 590 000 Ft
	16 800 000 Ft
+	4 640 000 Ft
	29 030 000 Ft
-7%	-2 903 000 Ft
	<u>26 127 000 Ft</u>

Az ajánlatban szereplő vontatók újak, és mivel a kocsik valamint a szoftver ára kedvezőbb, ezért ha a meglevő vontatók közül tudnék értékesíteni, akkor talán az Egyes ajánlatához képest a Kettes cég új vontatóival kedvezőbb lenne az ajánlat. Mivel az ajánlatok

között a vontató és a szoftver a legnagyobb különbség ezért ennek a két tételnek a komplex tulajdonságait mérem össze a Csabacast Kft. súlyozási szempontjai alapján.

4.3.2.3 Hármas ajánlat

A Hármas cég nem közvetlen gyártó, azonban több gyártó termékeit is forgalmazza. A teljes kivitelezést elvégzik szakértő csapatukkal. A felmérés és a tervezés ennél a cégnél volt a legrészletesebb. A kért adatok mellett üzemi felméréseket végeztek és tanácsokkal láttak el. Az ajánlatukban több beszállító termékei szerepeltek egy komplex csomagban.

A szoftverre meglepően kedvező ajánlatot adtak. Azonban a bemutató során kiderült, hogy azért hogy több típusú gépet is tudjon üzemeltetni, nagyon kezdetleges programot használnak, ami a mindennapi felhasználást nagyban megnehezíti.

A vontatók egy olyan gyártó eszközei, akivel korábban nem állt kapcsolatban a Csabacast Kft. ezért erre vonatkozó tapasztalat nem volt. A vontatókhoz tartozó akkumulátorra vállalt garancia kiemelkedő, ezzel pedig a minőséget támasztja alá a beszállító.

A teljes csomag egyszerre történő megrendelése esetén mennyiségi kedvezményt tud biztosítani 10% mértékig.

A kocsik azonban az Egyes beszállító által is ajánlott eszközök.

Hármas cég ajánlata:

Szoftver: 5 500 000Ft (oktatást, testre szabást, és tesztüzem alatti folyamatos támogatást tartalmaz)

Vontatók: 9 000 000Ft/db

Kocsik: 410 000Ft/db (6 560 000 Ft)

Hármas cég ajánlata:

	5 500 000 Ft
	18 000 000 Ft
+	6 560 000 Ft
	30 060 000 Ft
-	
10%	-3 006 000 Ft
	<u>27 054 000 Ft</u>

4.3.3 Tulajdonságok összehasonlítása:

4.3.3.1 *Beszerezés során vizsgált tulajdonságok, tulajdonságok súlyozása*

➤ **X1: Teherbírás [kg] Súlyozás: 0,1**

A vontató teherbírásának a CSABAcast Kft-nél mindenképpen nagyobbnak kell lennie, mint 4000 kg (ennél alacsonyabb teherbírású targoncákra nem is történt ajánlat kérés). Ezen felül ritkán felmerülhetnek olyan igények, melyeknél nagyobb teherbírásra van szükség, ezért minél magasabb egy targonca teherbírása, annál biztosabb az, hogy minden felmerülő igényt ki tud szolgálni.

➤ **X2: Vontató garancia hossza [hónap] - Súlyozás: 0,2**

A forgalmazó által vállalat garancia információt nyújt arról, hogy a forgalmazó megítélése alapján milyen állapotban van a használt vontató. Minél magasabb a forgalmazó által vállalt garancia, annál jobb az adott targonca megítélése a forgalmazó szemszögéből.

➤ **X3: Akkumulátor garancia hossza [hónap] - Súlyozás: 0,1**

Az akkumulátor forgalmazó által vállalat garancia információt nyújt arról, hogy a forgalmazó megítélése alapján milyen az akkumulátor várható használati ideje. Minél magasabb a forgalmazó által vállalt garancia, annál jobb az adott akkumulátor típus megítélése a forgalmazó szemszögéből.

➤ **X4: Beszerzési költség [Ft] - Súlyozás: 0,3**

A beszerzési költség megadja, hogy a CSABAcast Kft-nek mennyi tőkét kell lekötnie (és esetlegesen elvonnia más területekről) ahhoz, hogy megvásárolhassa az adott targoncát.

➤ **X5: Kocsik beszerzési költsége [Ft] - Súlyozás: 0,3**

A beszerzési költség megadja, hogy a CSABAcast Kft-nek mennyi tőkét kell lekötnie (és esetlegesen elvonnia más területekről) ahhoz, hogy megvásárolhassa az adott targoncát.

4.3.3.2 *Beszerzés során vizsgált eszközök:*

- (1) Egyes cég vontatója (Csak az átalakítás költségével számolva)
- (2) Kettes cég vontatója
- (3) Hármasképű cég vontatója

Beszerzés során vizsgált eszközök műszaki adatai

- (1) Egyes cég vontatója

6. táblázat: *Egyes típusú vontató komplex tulajdonságai*

Jelölés	Elnevezés & Mértékegység	Érték
X1	Vontatási teherbírás [kg]	8000 kg
X2	Targonca garancia hossza [hónap]	6 hónap
X3	Akkumulátor garancia hossza [hónap]	0 hónap
X4	Beszerzési költség [Ft]	1 080 000 Ft
X5	Kocsik beszerzési költség [Ft]	390 000 Ft

- (2) Kettes cég vontatója

7. táblázat: *Kettes típusú vontató komplex tulajdonságai*

Jelölés	Elnevezés & Mértékegység	Érték
X1	Vontatási teherbírás [kg]	6 000kg
X2	Targonca garancia hossza [hónap]	24 hónap
X3	Akkumulátor garancia hossza [hónap]	36 hónap
X4	Beszerzési költség [Ft]	8 400 000Ft
X5	Kocsik beszerzési költség [Ft]	290 000 Ft

- (3) Hármasképű cég vontatója

8. táblázat: Hármás típusú vontató komplex tulajdonságai

Jelölés	Elnevezés & Mértékegység	Érték
X1	Vontatási teherbírás [kg]	5000 kg
X2	Targonca garancia hossza [hónap]	24 hónap
X3	Akkumulátor garancia hossza [hónap]	60 hónap
X4	Beszerzési költség [Ft]	9 000 000Ft
X5	Kocsik beszerzési költség [Ft]	410 000 Ft

Vizsgált eszközök és azok komplex tulajdonságai:

9. táblázat: Vontatók és azok komplex tulajdonságai (összesítő táblázat)

Típus/tulajdonság	X1	X2	X3	X4	X5
Egyes	8 000	6	0	1 080 000	390 000
Kettes	6 000	24	36	8 400 000	290 000
Hármás	5 000	24	60	9 000 000	410 000

Transzformált adatok számítása:

10. táblázat: Vontatók komplex tulajdonságainak transzformált értékei

Típus/tulajdonság	X1	X2	X3	X4	X5
Egyes	1	0,25	0	1	0,74
Kettes	0,75	1	0,6	0,13	1
Hármás	0,63	1	1	0,12	0,54

Súlyozott adatok számítása:

11. táblázat: Vontatók komplex tulajdonságainak súlyozott adatai

Típus/tulajdonság	X1(s.: 0,1)	X2(s.: 0,2)	X3(s.: 0,1)	X4 (0,3)	X5 (0,3)
Egyes	0,100	0,050	0,000	0,300	0,223
Kettes	0,075	0,200	0,06	0,039	0,300
Hármas	0,063	0,200	0,100	0,036	0,162

4.3.3.3

Súlyozott adatok összeadása:

- (1) Egyes: $0,1 + 0,05 + 0 + 0,3 + 0,223 = 0,673 = \mathbf{67,3\%}$
- (2) Kettes: $0,075 + 0,2 + 0,06 + 0,039 + 0,3 = 0,674 = \mathbf{67,4\%}$
- (3) Hármas: $0,063 + 0,2 + 0,1 + 0,036 + 0,162 = 0,561 = \mathbf{56,1\%}$

4.3.3.4 Eredmények összegzése:

Az (1)-es változat esetében a végső érték 67,3%, a (2)-es változat esetében 67,4% a (3)-as változat esetében pedig 56,1%.

A teljes számítás alapján a kettes cég lenne a befutó a beszerzésre vonatkozóan. Azonban mivel az összehasonlításnál mindössze 0,1% az eltérés, azért figyelembe véve, hogy az Egyes cég esetében 10% a kedvezmény, ezért őket sem zárnám ki.

A targoncák átlagos működési kora 20 év, tehát 4 év használat után az exponenciális függvény formájában növekedő karbantartási, javítási és szerelési költségek az indulásnál átlagosan 5%-kal lesznek magasabbak, mint új targonca esetében (100 000 Ft helyett 105 000 Ft). Ez a különbség a gép korának növekedésével magasabb, tehát a tervezett használati időintervallumra (15 évre) kell kiszámítani, ahol mind az új targonca, mind a használt targonca szerelési és javítási költségei is növekedni fognak. 15 évre átlagolva a szerelési és javítási költségek között különbség 20%, ami forintra vetítve összesen 300 000 forint.

4.3.3.5 Szoftver beszerzés során vizsgált tulajdonságok, tulajdonságok súlyozása

➤ **X1: Testre szabhatóság [pontszám] - Súlyozás: 0,2**

A gördülékeny indulás és a hosszútávú működtethetőség szempontjából is fontos szempont, hogy a szoftver mennyire alakítható a felhasználó igényeire. Egytől ötös skálán pontozva, minnél magasabb a pontszám a szoftver annál inkább alakítható.

5	Tetszőlegesen testre szabható
3	Korlátozott mértékben testre szabható
1	Kizárólag minimális változtatások lehetségesek.

➤ **X2: Bővíthetőség költsége eszközönként: 0,1**

A forgalmazó által meghatározott költség, arra az estre ha a későbbiekben további AGV-ket szeretnénk a rendszerbe kapcsolni, és azzal irányítani.

➤ **X3: Mindennapi üzemeltethetőség [pontszám] - Súlyozás: 0,2**

A bevezetést követően a Csabacast Kft erre kioktatott dolgozója mennyire egyszerűen tudja majd kezelni a szoftver felhasználói felületét. Amennyiben programozói ismeretekre van szükség, és az oktatásokat követően is csak a külső támogatással javíthatók a mindennapi fellépő hibák, akkor az ötös skálán a program 1 pontot fog kapni. Ha a felület grafikus, informatív jelenik meg, és a menü egyértelmű, a mindennapi helyzetek könnyen kezelhetők akkor a szoftver 5 pontot fog kapni.

5	Egyszerű, érthető felhasználóbarát felület
3	Oktatásokkal jól tanulható
1	Túl komplex felület, nem felhasználóbarát, nehezen érthető

➤ **X4: Beszerzési költség [Ft] - Súlyozás: 0,3**

A beszerzési költség megadja, hogy a CSABAcast Kft-nek mennyi tőkét kell lekötnie (és esetlegesen elvonnia más területekről) ahhoz, hogy megvásárolhassa az adott tárgoncát.

➤ **X5: Garantált szoftver támogatás [év] - Súlyozás: 0,2**

A garantált szoftvertámogatás megadja, hogy a fejlesztő hány évig fogja a megvásárolt programot javítani, frissíteni. És hány évig gondoskodik az új eszközökkel történő kompatibilitásról.

Beszerzés során vizsgált eszközök:

- (1) Egyes cég szoftvere
- (2) Kettes cég szoftvere
- (3) Hármas cég szoftvere

Beszerzés során vizsgált eszközök műszaki adatai

- (4) Egyes cég szoftvere

12. táblázat: Egyes típusú szoftver komplex tulajdonságai

Jelölés	Elnevezés & Mértékegység	Érték
X1	Testreszabhatóság [pontszám]	4
X2	Bővíthetőség költsége eszközönként [Ft]	30 000 Ft
X3	Mindennapi üzemeltethetőség [pontszám]	2
X4	Beszerzési költség [Ft]	9 560 000Ft
X4	Garantált szoftvertámogatás [év]	5 év

- (5) Kettes cég szoftvere

13. táblázat: Kettestípusú szoftver komplex tulajdonságai

Jelölés	Elnevezés & Mértékegység	Érték
X1	Testreszabhatóság [pontszám]	3
X2	Bővíthetőség költsége eszközönként [Ft]	150 000 Ft
X3	Mindennapi üzemeltethetőség [pontszám]	4
X4	Beszerzési költség [Ft]	7 590 000Ft
X4	Garantált szoftvertámogatás [év]	3 év

- (6) Hármas cég szoftvere

14. táblázat: Hármastípusú szoftver komplex tulajdonságai

Jelölés	Elnevezés & Mértékegység	Érték
X1	Testreszabhatóság [pontszám]	3
X2	Bővíthetőség költsége eszközönként [Ft]	50 000 Ft
X3	Mindennapi üzemeltethetőség [pontszám]	1
X4	Beszerezési költség [Ft]	5 500 000Ft
X4	Garantált szoftvertámogatás [év]	3 év

Vizsgált programok és azok komplex tulajdonságai:

15. táblázat: Szoftverek és azok komplex tulajdonságai (összesítő táblázat)

Típus/tulajdonság	X1	X2	X3	X4	X5
Egyes	4	30 000	2	9 560 000	5
Kettes	3	150 000	4	7 590 000	3
Hármast	3	50 000	1	5 500 000	5

Transzformált adatok számítása:

16. táblázat: Szoftverek komplex tulajdonságainak transzformált értékei

Típus/tulajdonság	X1	X2	X3	X4	X5
Egyes	1,00	1,00	0,50	0,58	1
Kettes	0,75	0,20	1,00	0,72	0,6
Hármast	0,75	0,60	0,25	1,00	0,6

Súlyozott adatok számítása:

17. táblázat: Szoftverek komplex tulajdonságainak súlyozott adatai

Típus/tulajdonság	X1 (s.: 0,2)	X2 (s.: 0,1)	X3 (s.: 0,2)	X4 (0,3)	X4 (0,2)
Egyes	0,200	0,100	0,100	0,173	0,200
Kettes	0,150	0,020	0,200	0,217	0,120
Hármas	0,150	0,060	0,050	0,300	0,120

Súlyozott adatok összeadása:

- (1) Egyes: $0,2 + 0,1 + 0,1 + 0,173 + 0,2 = 0,773 = 77,3\%$
- (2) Kettes: $0,15 + 0,02 + 0,2 + 0,217 + 0,120 = 0,707 = 70,7\%$
- (3) Hármas: $0,15 + 0,06 + 0,05 + 0,3 + 0,120 = 0,68 = 68\%$

4.3.3.6 Eredmények összegzése:

Az (1)-es változat esetében a végső érték 77%, a (2)-es változat esetében 71% a (3)-as változat esetében pedig 68%.

Tehát a számítások alapján az Egyes cég szoftver a legmegfelelőbb a CSABAcast Kft-száma, melynek költsége 9 560 000 Ft.

Mivel mindkét összemérés eredménye azt mutatja, hogy az Egyes cég a javasolt, és az összköltségek számítása szerint is az a lekedvezőbb ezért a Csabacast Kft cégvezetői számára én is ezt a beszállítót javaslom.

És a teljes csomag költsége **18 108 000Ft.**

4.3.4 Megtérülés számítás

Visszaulva a 7.ábrán mutatott számokhoz, a ha csak a dolgozók bérét veszem figyelembe a megtérülés számításban, akkor a valóságban ez a beruházás a következő képpen fog alakulni:

4.3.4.1.1 Diszkont ráta meghatározása a későbbi számításokhoz

Mivel saját erős beruházás történik, ezért szükség van a diszkont ráta becslésére, mely meghatározza, hogy ha a cég más területen fektetné volna be a megadott pénz mennyiséget, akkor az évente mekkora nagyságú hozamot hozna. A számításhoz az ágazati átlagos összetőkearányos EBIT rátát (hosszú lejáratú állampapír referencia hozama) a tőkehasználati árat és az egyedi kockázati tényezőt használjuk fel.

Számítás alapjául szolgáló forrás: http://real.mtak.hu/32503/1/Alloeszkozok_letesitese_u.pdf

Jelölés jegyzék

Ny_{ik} – Diszkont ráta

r_{ho} – Tőkehasználati ár

r_{EBIT} – Ágazati átlagos összetőkearányos EBIT ráta

r_{ho} – Tőkehasználati ár

k – Egyedi kockázati tényező

A diszkont ráta képlete

$$Ny_{ik} = r_{ho} + (r_{EBIT} - r_{ho}) \times k$$

Tőkehasználati ár meghatározása:

A számítás során az eszközök (tervezett) használati ideje **15 év**. A tőkehasználati ár a kockázatmentesen elérhető hosszú lejáratú állampapír referencia hozamával vehető azonosra. Az állóeszközök tervezett használati ideje 15 év, ezért a 15 éves állampapír hozammal számolunk.

A 2023 áprilisában elérhető adatok alapján a 15 éves futamidejű 2038/A elnevezésű állampapír hozama 7,58%. (Adatok forrása: <https://terminal.portfolio.hu/referenciahozamok>)

$$r_{ho} = 0,0758$$

Ágazati összetőkearányos EBIT ráta meghatározása:

Az ágazati összetőkearányos EBIT ráta az ágazatban átlagosan keletkezett üzemi eredmény és a lekötött tőke értékének hányadosaként számítható ki.

Adatok:

Ágazatban keletkező átlagos üzemi eredmény: 2 902 941 000 Ft

Lekötött tőke: 11 150 000 000 Ft

$$r_{EBIT} = \frac{2\,902\,941\,000}{11\,150\,000\,000} = \mathbf{0,260}$$

Átlagos kockázati prémium kiszámítása

Az átlagos kockázati prémium az ágazati össztőkearányos EBIT ráta és a tőkehasználati ár különbségeként határozható meg.

$$\mathbf{\text{Átl. kockázati prémium}} = r_{EBIT} - r_{ho} = 0,260 - 0,0758 = \mathbf{0,1842}$$

Vállalkozói nyereségigény kiszámítása:

A vállalkozóinyereségigény az átlagos kockázati prémium és az egyedi kockázati tényező szorzataként számítható ki.

$$\mathbf{Vállalkozói nyereségigény} = (r_{EBIT} - r_{ho}) \times k = 0,1842 \times 1,20 = \mathbf{0,22104}$$

Egyedi kockázati prémium meghatározása:

Az egyedi kockázati prémium az átlagos kockázati prémium és az egyedi kockázati tényező segítségével számítható ki.

A CSABAcast Kft. által becsült egyedi **kockázati tényező értéke 1,20**.

$$\mathbf{Egyedi kock. prém.} = \{(r_{EBIT} - r_{ho}) \times k\} - (r_{EBIT} - r_{ho}) = (0,1842 \times 1,20) - 0,1842 = \mathbf{0,03684}$$

Diszkont ráta és kamatláb értékének meghatározása:

A diszkontráta most már kiszámítható az előbbieken kiszámolt adatok alapján.

$$\mathbf{Ny_{ik(15)}} = r_{ho} + (r_{EBIT} - r_{ho}) \times k = 0,0758 + 0,22104 = \mathbf{0,29684}$$

Kamatláb meghatározása a diszkont rátából:

$$Ny_{ik(n)} = (1 + k)^{-n}$$

$$k = \sqrt[n]{Ny_{ik(n)} - 1} = \sqrt[15]{0,297 - 1} = 0,085 = 8,5\%$$

4.3.4.1.2 Kiadások meghatározása

A beruházás megvalósítás kezdetén nagy összegű pénzkiáramlással történik, de a beruházás során számolni kell egyszeri és folyamatos kiadásokkal is. Ugyanakkor a beruházás megvalósítása után a bér jellegű költségek csökkennek.

Beruházás során felmerülő egyszeri kiadások:

18. táblázat: Beruházás során felmerülő egyszeri kiadások

Elnevezés	Mértékegység	Érték
Eszközbeszerzés	[Ft]	9 504 000
Szoftver beszerzés	[Ft]	8 604 000
Összesen	[Ft]	18 108 000

Beruházás során felmerülő folyamatos kiadások:

19. táblázat: Beruházás során felmerülő folyamatos kiadások

Elnevezés	Mértékegység	Érték
Eszközök karbantartási és javítási költségek (áll.)	[Ft/év]	120 000
Karbantartó bérköltsége	[Ft/év]	7 200 000
Összesen	[Ft/év]	7 320 000

4.3.4.2 Beruházás első megtérülési idejének kiszámítása:

Az első megtérülési idő akkor következik be, amikor a halmozott nyereség eléri/meghaladja az összes beruházási költséget. Jelen esetben az első és azonnal azonosítható költség csökkenés a jelenlegi folyamatban dolgozó operátorok bérköltsége.

Egy hónapban a munkáltatót terhelő Bruttó bérköltség dolgozónként 503 000 Ft.

Jelenleg 6 dolgozó végzi el a feladatot 3 műszakban. (műszakonként 2).

Ami azt jelenti, hogy évente 36 216 000Ft az összes bérköltsége a 6 milkrun anyagmozgatónak. Mivel a jövőben a szoftver üzemeltetéshez, és a robotok felügyeletéhez szükség lesz egy kezelőre, ezért az ő bérét a jövőre nézve levontam a kiadás csökkenésből.

Számításhoz felhasznált adatok:

- Évek száma (n) = 3
- Kamat (k) = 8,5% = 0,085
- Kiadás csökkenés = 29 016 000 Ft/év
- Beruházási költség = 18 108 000 Ft

Statikus első megtérülési idő kiszámítása

Az első megtérülési idő akkor következik be, amikor a halmozott nyereség eléri/meghaladja az összes beruházási költséget.

20. táblázat: Statikus első megtérülési idő számítása

Év	Beruházási költség (Ft)	Költség csökkenés	Halmozott nyereség (Ft)
1.	18 108 000	0	0
2	0	29 016 000	29 016 000
3.	0	29 016 000	58 032 000

Statikusan számolva az első megtérülési idő az 1. évben következik be, vagyis a befektetés kevesebb mint 1 éven belül megtérül. A statikus számítások alapján a CSABAcast Kft.-nek megéri megvalósítani a beruházást.

Dinamikus első megtérülési idő számítása

Az első megtérülési idő számítását most dinamikus módszerrel fogjuk elvégezni.

A számítás elvégzéséhez meg kell határozni 5 évre a diszkonttényezőt, a diszkontált nyereséget és a diszkontált beruházási költséget.

21. táblázat: Diszkonttényező, diszkontált beruházási költség, diszkontált nyereség, halmozott diszkontált nyereség meghatározása

Év	Diszkonttényező $((1+k)^{-n})$	Diszkontált beruházási költség (Ft)	Diszkontált nyereség (Ft)	Halmozott diszkontált nyereség (Ft)
1.	0,921	16 677 468 Ft	0 Ft	0 Ft
2	0,849	0 Ft	24 637 131 Ft	24 637 131 Ft
3.	0,782	0 Ft	22 692 858 Ft	47 329 989 Ft
4.	0,721	0 Ft	20 922 699 Ft	68 252 688 Ft
5.	0,665	0 Ft	19 297 635 Ft	87 550 323 Ft

Dinamikusan számolva is az első megtérülési idő az 1. évben következik be, ezért egyértelműen kijelenthető hogy ezen számítási mód alapján is megéri a CSABAcast Kft-nek a befektetés.

Az anyagrendelési program koncepcióját elküldtem véleményezésre a fejlesztő céghez.

A felmerülő kérdésekre pedig teams meetinget szerveztem a külső fejlesztő cég, a termelés vezetője valamint a közreműködő belsős fejlesztő bevonásával. A megbeszélés során minden résztvevő feltehetette a kérdéseit, illetve ha a koncepcióval kapcsolatban változtatási igénye, javaslata volt.

Amennyiben a fejlesztők által kivitelezhető a koncepció, akkor következhet az árazás.

Az L-mobile cég fejlesztési ajánlatában az szerepel, hogy 1 munkaóra 60€ és ezt a fejlesztést 120 munkaóra alatt tudják kivitelezni.

Ami azt jelenti, hogy a Csabacast számára az automata anyagrendelés fejlesztés 7200€, tehát jelenlegi árfolyamon körülbelül 2 772 000Ft.

Ezt a fejlesztést nem kalkuláltam a megtérülés során, mert a megtérülés alapjául szolgáló munkaerőt közvetlenül ez nem váltja ki. Ez különálló fejlesztés az automatizálás útján. Ennek megtérülés vizsgálatához a megmunkáló gépkezelők alapanyagra várakozást lehetne vizsgálni, hogy mennyi időt tudunk ezzel megtakarítani. Amennyiben a projekt

megvalósítása mellett dönt a cég, akkor az ezzel kapcsolatos további vizsgálatokat el kell végezni. Jelenleg azonban ez a fejlesztés elengedhetetlen az automatizált milkrun megfelelő működéséhez.

5 Következtetések és javaslatok

A XXI.században már nem elegendő, ha egy cég jól teljesít. Kiválóan kell teljesíteni, ahhoz hogy hosszútávon fennmaradhasson. Folyamatos fejlesztésekkel és innovációval tud előre menni és kitűnni a többi közül. Ezért a dolgozatomban nem egy valós problémát oldottam meg. Hiszen jelenlegi módon is tud működni a folyamat. Azonban a fejlődés viszi előre a céget. Ezért egy olyan projektet választottam, amiről azt gondolom, hogy talán elsőre nem kézenfekvő, hogy ebbe a beruházásba fektessenek a tulajdonosok. Kíváncsi voltam, hogy azok a megoldásokat, amiket a nagy autóipari vállalatok évek óta használnak, vajon elérhető a Csabacast számára is? A projekt kezdetekor az volt a feltevés, hogy esetleg 3-5 éves megtérülés lehetséges.

Most pedig 55 oldallal később azt gondolom, hogy a robot technika fejlődésével az elérhetősége is tágabb körű. A technológia már nem egyedi gyártás, hanem széria. Ami a megfizethetőség felé viszi az ipart.

A teljes fejlesztési beruház nagyjából 21 millió forintba kerül a cégnek. Amivel már egy éves távlatban is költséget tud megtakarítani. De a jelenlegi piaci helyzetben nem elhanyagolható szempont, hogy a munkaerő korlátozottan áll rendelkezésre. Ha az anyagmozgatók más területen tudnak munkát végezni, az jelenti az igazi fejlesztést. Hiszen nem az a cél, hogy a cég elbocsátsa a kiváló munkaerőt, hanem az hogy a több feladatot tudjon elvégezni, ugyanazzal a létszámmal. Így maradhat versenyképes.

Az induláskor kitűzött célokat úgy gondolom, hogy sikerült teljesítenem. A kérdéseimet, feltevéseimet megválaszoltam. És bár nem vagyok cégtulajdonos, de a számok engem meggyőztek.

A feltételek közt nem találtam olyan problémát, ami meggátolhatná a sikeres működést. A layout kialakítás megfelelő a szükséges anyag mennyiség biztosítható a meghatározott eszközszámmal. A működés közben felmerülhetnek olyan esetek, amire megoldást kell a későbbiekben találni. A rendszer szükség esetén tovább bővíthető, és termelés növekedés esetén is működtethető.

Az egyik és legfontosabb feltétel a folyamat fejlesztéséhez ez esetben az automata anyagrendelés, aminek a koncepciója a minden érintett által elfogadásra került. A folyamat a

fejlesztést követően is igényel finomhangolásokat, amiket azonban már házon belül az informatikai részleg is karban tud tartani.

Mindamellet, hogy a folyamat gazdaságossága a fenti kalkulációkkal igazolt, természetesen még egy fontos előnye van, ez pedig éppen az automatizálás. Az emberi tényező kizárásával kiküszöbölhető a szabályoktól való eltérés. A robot minden számára meghatározott előírt, szabályt pontosan betart. Ez nem minden területen hasznos, hiszen az dolgozó probléma megoldó képessége, tapasztalata nem pótolható. Azonban ebben a feladatban az emberi tudás, képesség elvész. Azonban ha a robotok irányítását adjuk a kezükbe, akkor a képességek mindkét oldalon kihasználásra kerülnek, és a feladatok megoldása precíz, pontos lesz. A megtérülés számítás egyértelműen alátámasztja a projekt gazdaságosságát. A megtérülés 1 éven belül bekövetkezik.

A projekt táblában szereplő további feladatok időrendje a résztvevők visszaigazolása szerint tartható. Ezért ha a vis maior csúszásokat is beleszámolom, akkor is fél éven belül kivitelezhető a projekt. Normál esetben a projekt hosszát az anyagrendelési szoftver fejlesztés, valamint az eszközbeszerzés határozza meg. Ez a projekt kritikus tevékenysége.

Most hogy már tudom, hogy milyen adatok mentén tud megfelelően működni egy automata anyagellátó rendszer, azt is meg tudom határozni, hogy mely adatok állnak rendelkezésre egy MI rendszer számára a további fejlesztésekhez. Amennyiben az anyagellátó rendszer a már korábban említett „Húzóelv” mentén működik, akkor a rendszer összeköti a raktári késztermék készletet az egyes lépéseken szükséges alapanyag szállítással. Egy példa, amennyiben A termék legyártása 3 napot vesz igénybe és a vevő átlagosan ugyanannyit rendel naponta, akkor három napi raktárkészlet esetén alapanyagot visz a gyártó géphez. Ezt azonban egy ideális gyártástervező szoftver is tudja, ha a paraméterek állandóak. De ha valamiféle tapasztalható minta van a folyamatban, azt az MI képes felismerni és reagálni rá.

Egy nagyon komplex példát tekintve a már említett „A” terméket a délutános műszakban dolgozó Példa Béla alacsonyabb norma teljesítménnyel gyártja, akkor az MI erre felkészülve, és ezt megtanulva a szükséges plusz idővel hamarabb tudja az alapanyag szállítást indítani a géphez. Vagy szintén egy példa, ha műszakváltáskor az AGV elakad a dolgozók közlekedése miatt, akkor erre is tud reagálni, azzal, hogy a műszakváltást elkerülve indítja a vonatokat.

Előnyök – hátrányok a különböző fejlesztési szinteken:

Operátor által vezérelt milkrun:

- Az emberi tényező nagyban befolyásolhatja, ezért nem mindig precíz, pontos
- A dolgozó könnyedén tud alkalmazkodni az új helyzetekhez

Automatizált milkrun (AGV)

- Precíz, mindig pontos, előre programozott ütemterv alapján kiszámítható
- Új helyzetek esetén nem rugalmas
- Nem képes az önálló változtatásokra
- Esetenként elakadások, csúszások lehetségesek
- Követelményei vannak a megfelelő működésnek (Rend betartása, layout kialakítás)

Mesterséges intelligencia vezérelt rendszer

- A vonatokat igényekhez igazítja, felismert,
- Betanult mintákat azonosít és ahhoz optimalizálja a folyamatot
- Nem minden esetben kiszámítható
- A tanulási folyamat végtelen, ezáltal folyamatos változtatásokra képes
- Rendszerszintű gondolkodásra képest, ezért az egyes területekről érkező információkat is felhasználja
- Folyamatos felügyelet igénye van
- Megbízhatósága még nem 100%-ban feltérképezett

Ez csak néhány egyszerű példa, az alkalmazási területe végtelen, de ehhez minél több adatra van szüksége. Ha pedig ezt biztosítjuk, akkor az MI minden adat együttes áttekintésével, feldolgozásával képes a meghatározott cél elérésére, ami jelen esetben a leoptimálisabb karcsúsított, „muda” mentes gyártás. A szupermarket készletek, a gyártási adatok, ciklusidők, karbantartások nyilvántartása mellett, a gyártásiterv optimalizálásra egy komplex mindent figyelembe vevő megoldást tud adni.

Sok tesztelés szükséges, és egyenlőre teljes mértékben az MI-re hagyatkozni, nagy könnyelműség lenne. De vitathatatlan, hogy ekkora mennyiségű adat feldolgozására rendszertámogatás nélkül az ember nem képes. A döntések ideális esetben az ember és a gép együttműködéséből kell hogy származzanak.

6 Összefoglalás

Talán minden ilyen volumenű munka végén a záró szó a legnehezebb, amikor a szerzőnek a saját munkáját kell méltatni. Pedig a fenti 57 oldal megírása csak méginkább rádöbbsentett, hogy még nagyon sok mindent kell megtanulnom. A diploma dolgozat megírása alatt tanultam az anyagrendelési folyamat felépítéséről, projekt koordinációról, autonóm szállító eszközök működéséről és a mesterséges intelligenciáról. A tudomány egy újabb része tárult fel előttem.

A megírás alatt rádöbbsentem, hogy a fent megírt terv a valós és aktuális adatok alapján 1 éves megtérülés mellett hosszútávú megtakarítást eredményez a vállalatnak. Minden apró részletét végig gondoltam és még 100 oldalt tudnék írni a témáról, de a keret adatok nem változnának. A jelenlegi anyagmozgató munkatársak egy éves bére fedezi a beruházás teljes költségét, és ezek a munkatársak a jövőben más területen tudnak a vállalat számára hasznos munkát végezni. Ami pedig a legmegdöbbsentőbb felfedezés volt számomra, hogy a jelenlegi technika már ott tart, hogy mesterséges intelligenciával működő rendszerek elérhetők akár a Csabacast számára is. Ezzel pedig a fejlesztések, optimalizálások, az adatok jelen időben történő feldolgozása, felhasználása és legfőképpen az összehangolása lehetséges a termelésben. A mesterséges intelligencia tanul, és felismeri a mintákat rövid és hosszú távon egyaránt. Ezekből a mintákból pedig folyamatos javaslatokat tud tenni, hogy a Lean által idealizált gyártási folyamat mindinkább elérhetővé váljon. Egy idealizált termelés alapjait, feltételeit teremti meg az MI. Azonban a működtetéshez még a jelenlegiek felül további fejlesztésekre van szükség.

Ennek a tanulásnak persze nincs vége. További vizsgálatokat fogok végezni a milkrun működési sajátosságairól. Arról, hogy a tartós és hosszútávú működéshez milyen feltételek és felülvizsgálatok szükségesek. Melyek azok a változások, amikor felül kell vizsgálni a beállított paramétereket. Azt teszem, amit néhány év múlva az MI fog megtenni helyettem, és nem azért, hogy elvegye a munkám, hanem azért, hogy segítse a hatékonyságom.

7 *Summary*

Perhaps at the end of any work of this volume, the closing words are the most difficult, when the author has to praise his own work. However, writing the above 57 pages only made me realize even more that I still have a lot to learn.

While writing my diploma thesis, I learned about the structure of the material ordering process, project coordination, the operation of autonomous transport devices and artificial intelligence. Another part of science was revealed to me. While writing it, I realized that the plan written above, based on real and current data, results in long-term savings for the company in addition to a 1-year return. I thought through every little detail and I could write another 100 pages on the subject, but the frame data would not change.

In addition to the fact that the economy of the process is proven by the above calculations, there is of course another important advantage, namely automation. Deviations from the rules can be eliminated by excluding the human factor. The robot strictly observes all the prescribed rules set for it. This is not useful in all areas, since the problem-solving ability and experience of the worker cannot be replaced. However, human knowledge and ability are lost in this task. However, if we put control of the robots in their hands, the skills will be used on both sides, and the tasks will be solved precisely and accurately. The payback calculation clearly supports the project's economy. Payback occurs within 1 year. One year's salary of the current material handling employees covers the entire cost of the investment, and these employees will be able to do useful work for the company in other fields in the future. What was the most surprising discovery for me was that the current technology is already there, that systems operating with artificial intelligence are available even for Csapacast. With this, developments, optimizations, the processing, use and, above all, coordination of data in the present time are possible in production. AI learns and recognizes patterns in both the short and long term. From these samples, you can make continuous recommendations so that the production process idealized by Lean becomes more and more accessible. AI creates the foundations and conditions of an idealized production.

A lot of testing is required, and relying entirely on AI for now would be very reckless. But it is indisputable that one cannot process such a large amount of data without system support. Decisions should ideally come from the cooperation of man and machine. Of course, there is no end to this learning. I will be doing some more research on the specifics of how milkrun works. About what conditions and revisions are necessary for sustainable and long-

term operation. What are the changes when you need to review the set parameters. I do what AI will do for me in a few years, not to take away my work, but to help my efficiency.

8 Irodalomjegyzék

1. Borgulya, Á. (2022). *A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA A VÁLLALATI KOMMUNIKÁCIÓBAN ÉS A KOMMUNIKÁCIÓMENEDZSMENTBEN*. Pécs: Pécsi Tudományegyetem Közgazdaságtudományi Kar.
2. Dr Werner Struth, G. (2015). *BPS Handbook*. Bosch.
3. Harris, R., Harris, C., & Wilson, E. (2003). *Making Materials Flow*. MA: Brookline.
4. <https://6river.com/>. (2023. 04 27). Forrás: <https://6river.com/what-are-automated-guided-vehicles/2023.04.27>
5. <https://boengineering.hu/ipar-4-0/>. (2023. 02 07). Forrás: <https://boengineering.hu/ipar-4-0/>
6. [<https://dfreight.org/blog/top-5-uses-of-ai-in-logistics/>]
7. [<https://www.gep.com/blog/mind/artificial-intelligence-in-logistics>]
8. <https://l-mobile.com/hu/>. (2023. 02 12). Forrás: <https://l-mobile.com/hu/uezletagak/digitalizalt-gyartas/funkciok/gyartastervezes/>
9. Husi, G. (2007/2). *A LEAN ALAPÚ TERMELEÉS KIALAKÍTÁSÁNAK LÉPÉSEI*. Debrecen: Debreceni Egyetem, AMTC Műszaki Kar.
10. MTM Institut, M. (2023. 03 10). <http://www.pmi.co.hu>. Forrás: <http://www.pmi.co.hu/hu/blog/29-mtm-metodus>
11. MTM Institute, L. E. (2019). *Training Recommendation for Implementing Lean*. www.lean.org: Lean Enterprise Institute.
12. MTM Institute, . (2019). *MTM Logisztika Kézikönyv*. MTM Institut.
13. Robert Bottenhauser, Supply Chain Monitor, 2021.07.30,
14. RÜßMANN, M., LORENZ, M., GERBERT, P., WALDNER, M., JUSTUS, J., ENGEL, P., & HARNISCH, M. (2015). *Industry 4.0. The future of productivity and growth in manufacturing industries*. Boston: The Boston Consulting Group.
15. Veres P. Mesterséges Intelligencia kiválasztása és felhasználási lehetőségei a logisztika területén
16. Womack, J. P., & Daniel, T. (1996). *Lean Thinking*.
17. www.opten.hu. (2023. 02 08). Forrás: <https://www.opten.hu/kozlemenyek/ujra-a-tavalyi-szinten-a-cegalapitasok>
18. Yu, C., Mo, Y., & Sun, Z. (2023). *An Artificial Intelligent Edge Computing Based Event Aware System to Collaborate With Individual Devices in Logistics Systems*. JournalIEEE Transactions on Industrial Informatics.

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Krajcsik-Víg Zsanett
A Hallgató Neptun kódja: WCEPO7
A dolgozat címe: Milkrun automatizálás a Csabacast Könnyűfémöntődében
A megjelenés éve: 2023
A konzulens tanszék neve: MATE- Műszaki Intézet

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

Kelt: 2023. év május hó 02. nap


Hallgató aláírása

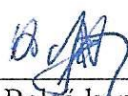
KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A Krajcsik-Víg Zsanett (név) (hallgató Neptun azonosítója: WCEPO7) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

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

Kelt: 2023 év május hó 8. nap


Belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.