

**Cellarendszerű gyártási folyamatok struktúrájának és
részfolyamatainak átalakítása, a hatékonyságot javító változatok
kidolgozása**

FÜLÖP ZSOLT

Műszaki menedzser BSc
3. évfolyam

SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM

Műszaki Tudományi Kar
Járműgyártási Tanszék

Témavezető: ***Dr. Jósvai János***

egyetemi adjunktus

2012.

Tartalomjegyzék

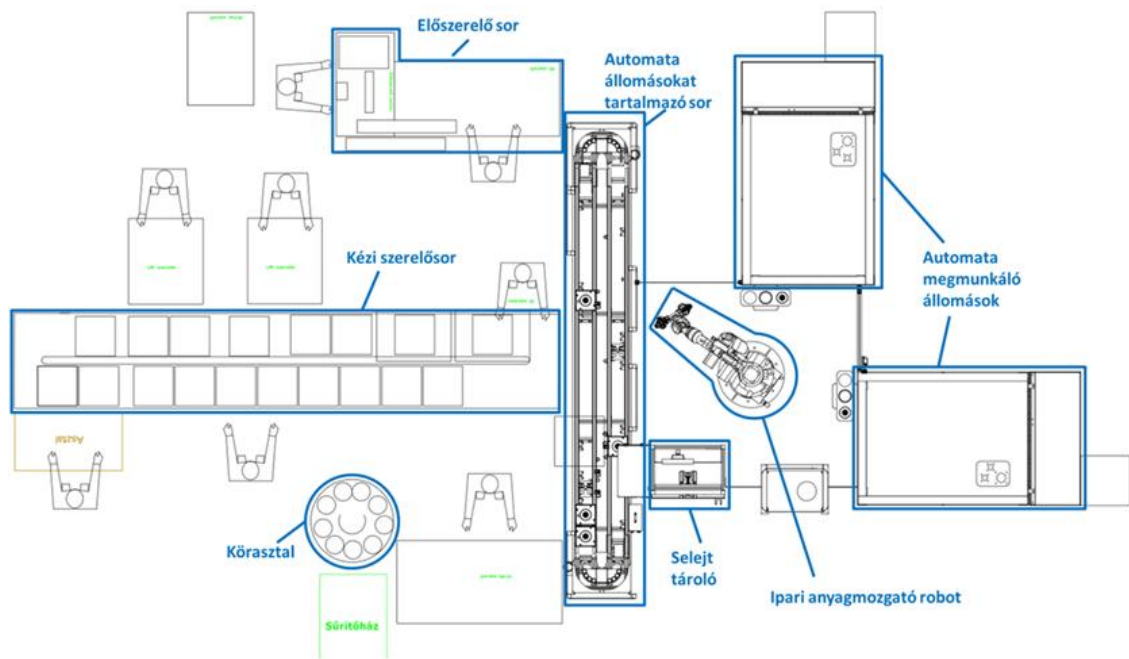
1. BEVEZETÉS.....	3
2. A SZERELŐSOR BEMUTATÁSA.....	4
2.1 PROBLÉMA ISMERTETÉSE	6
2.2 A SZERELŐSOR ÁTALAKÍTÁSI VÁLTOZATAI ÉS A SZIMULÁCIÓS VIZSGÁLATTAL SZEMBEN TÁMASZTOTT KÖVETELMÉNYEK.....	6
2.3 A SZIMULÁCIÓS SZOFTVER BEMUTATÁSA.....	7
3. MEGOLDÁSI VÁLTOZATOK	8
3.1 „A” VÁLTOZAT	8
3.2 „B” VÁLTOZAT	14
3.3 „C” VÁLTOZAT	17
4. EREDMÉNYEK.....	18
5. ÖSSZEGZÉS.....	22
6. IRODALOMJEGYZÉK	24

1. Bevezetés

A dolgozat célja, hogy egy gyáregység cellarendszerű gyártási folyamatának hatékonyságát növelő megoldás készüljön. A munka során bemutatásra kerülnek a gyártósorral szemben támasztott követelmények. Első lépésben az eredeti gyártósor vizsgálata történik meg, amely egy létező gyártócella gyártósorain zajlik. Ezután a tervezett gyártósor átalakítási lépései kerülnek ismertetésre, ezen belül a blokkolási helyzetek és fennakadások, továbbá a gyártási kapacitás vizsgálat, valamint a felmerülő problémák. Majd a lehetséges megoldások következnek, melyek egy szimulációs program segítségével kerülnek modellezésre. A szimulációs modell eredményeinek értékelésekor az egyes változatok összehasonlítása történik és a legmegfelelőbb változat kerül kiválasztásra. Az így elkészült eredmények és modellek alapján az alkatrészeket gyártó cég a valóságban is megvalósíthatja a szimulációban előállított gyártósort.

2. A szerelősor bemutatása

Jelenleg a turbófeltöltő autóalkatrészek összeszerelése történik a gyártócellában. A folyamatban eredetileg 8 ember dolgozik három műszakban egyszerre, illetve párhuzamosan. A gyártósor elrendezését a 1. ábra mutatja be.

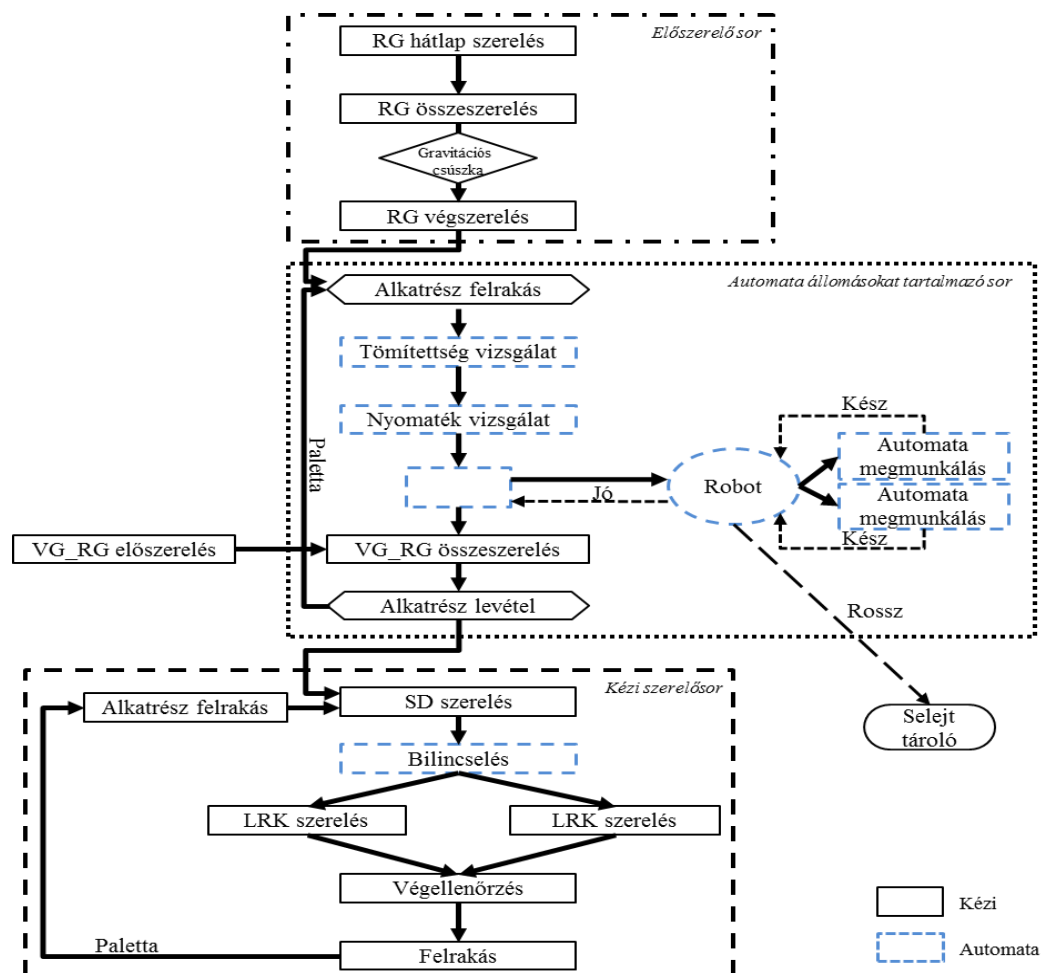


1. ábra – Az eredeti gyártósor layout

A folyamat az előszerelő állomásoknál kezdődik, ahol az alkatrész hátlapja és az előlapja kerül összeszerelésre. Ennél a műveletnél egy gravitációs csúszka továbbítja az ott dolgozó két operátor között az alkatrészeket. Ezt követően kézzel történik az anyagmozgatás, melyet az operátor végez az automata szerelősor és az előszerelő sor között. Ebben a gyártósorban helyet kapott egy ipari anyagmozgató robot, mely a szerelősor és az automatikusan működő megmunkálás gyártócellái közötti anyagmozgatást végzi. Abban az esetben, ha az automata megmunkáló gépek hibás terméket állítanak elő, a robot nem a szerelősorra helyezi vissza a megmunkált alkatrészt, hanem a selejtek számára meglévő alkatrésztárolóba, mely közvetlenül a robot mellett található. A kézi, valamint az automata szerelősorton,

tesztelő állomások helyezkednek el. A gyártócellában lévő különböző állomások, szerelőpadok eltérő műveletek elvégzésére alkalmasak, mint előszerelés, pozicionálás, forgatás, csavarozás, préselés, végszerelés, ellenőrzés és tesztelés. Ezek a műveletek különböző műveleti, illetve feldolgozási idővel, az állomások más és más kiszolgálási idővel rendelkeznek. A gyártási folyamat végellenőrzéssel zárul, mely a kézi szerelősoron, a tesztelő állomások után található. [1]

A fizikailag elkülönült gyártósorok közötti lényeges különbség, hogy a palettaméret nem egyezik, ezért fizikai összekapcsolásuk nem lehetséges. A gyártósor működésének magyarázata érdekében a 2. ábra mutatja be az eredeti szerelősor struktúráját. [2][3]



2. ábra – Az eredeti szerelősor folyamatábrája

2.1 Probléma ismertetése

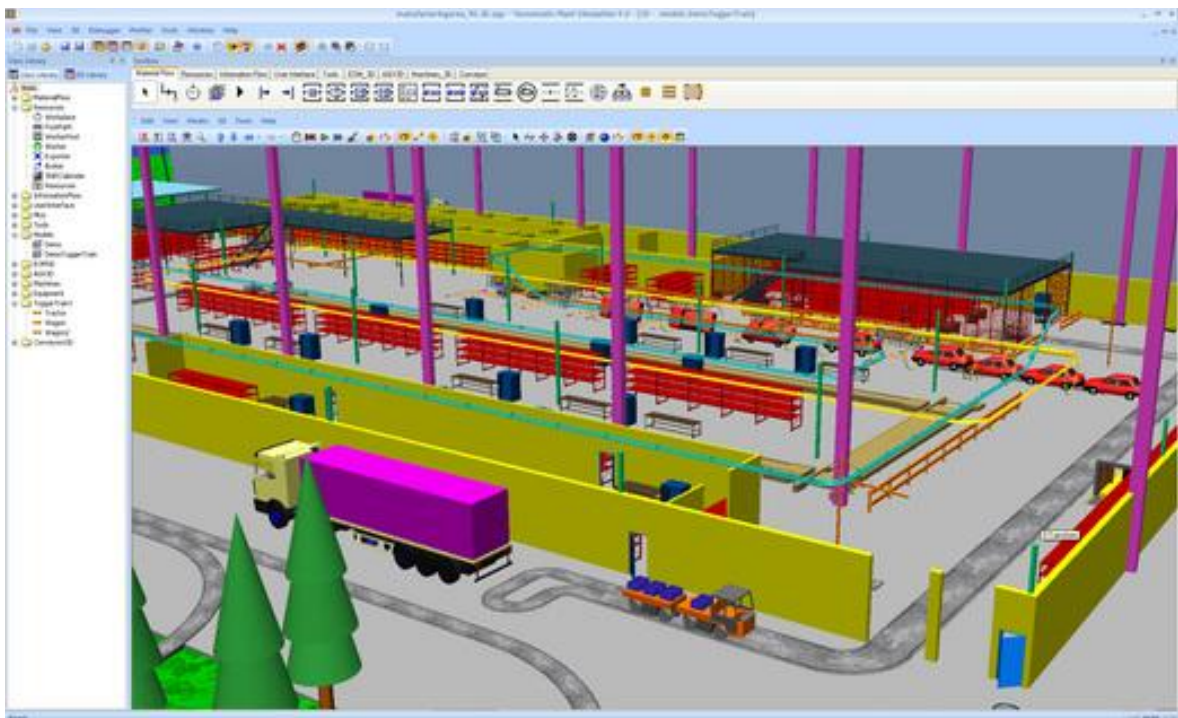
A problémát a szerelősoron az jelenti, hogy szűk keresztmetszetek jönnek létre a folyamat működése során, ezáltal magas várakozási idők lépnek fel, továbbá az egyes állomásoknál alacsony gépi és emberi kihasználtság jön létre, a folyamat végén pedig alacsony darabszám keletkezik. A gyártósorok egymáshoz viszonyított helyzetéből az a probléma adódik, hogy a kiszolgálásuk nehezen megoldható, mert a szerelősor állomásai közel helyezkednek el egymáshoz. A két eltérő palettaméret a folyamat zavartalan működését korlátozza, azáltal, hogy nem lehet a sorokat fizikailag egymáshoz kapcsolni. [3]

2.2 A szerelősor átalakítási változatai és a szimulációs vizsgálattal szemben támasztott követelmények

Az eredeti turbófeltöltő autóalkatrészeket gyártó szerelősorok kapcsolódási pontjának megváltoztatása oly módon történik, hogy a fennakadások és torlódások megszűnjenek, a kiszolgálás és hozzáférhetőség egyszerűvé váljon, valamint az állomás kihasználtság a lehető legnagyobb legyen. A kész darabszámokat illetően pedig az eredetinél jelentősen magasabb legyen. A szimulációs vizsgálatoknál fontos a szűk keresztmetszet vizsgálat, az állomás kihasználtság és a kapacitáselemzés. [6]

2.3 A szimulációs szoftver bemutatása

A Plant Simulation gyártási rendszerek és folyamatok modellezését és szimulációját teszi lehetővé (3. ábra). Ez egy objektum orientált szoftver, mely a Siemens cég által fejlesztett program, segítségével kimutathatók az alacsony vagy túlzott raktárkészletek. Az alul vagy túlterhelt szállítószalagok, és a rendszer szűk keresztmetszetei, amelyek a gyártás hatékonyságának visszaesését eredményezhetik. Használatával optimalizálható az anyagáramlás, az erőforrás felhasználás és a kiszolgálás a gyár minden szintjén a teljes gyártóüzemtől a helyi gyártósorokig. [4]



3. ábra - Tecnomatix Plant Simulation [4]

3. Megoldási változatok

3.1 „A” változat

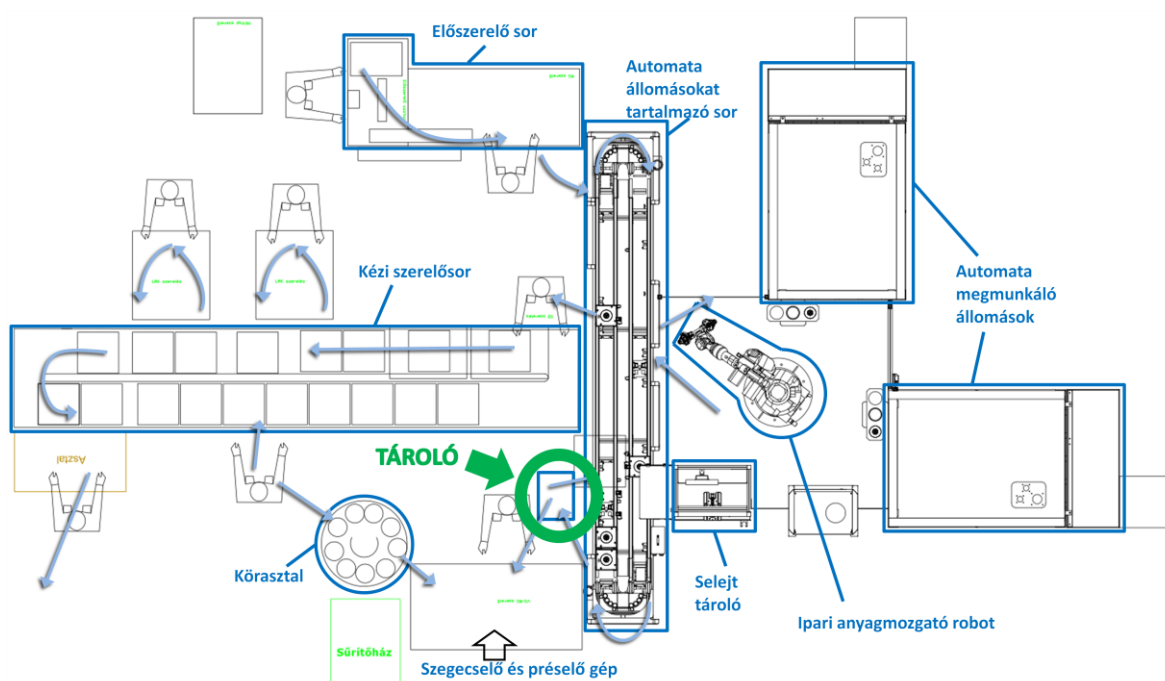
Az eredeti gyártócella működését vizsgálva felismerhetővé válnak a szerelősoron a szűk keresztmetszetek, melyek miatt magas várakozási idők lépnek fel, továbbá az egyes állomásoknál alacsony gépi és emberi kihasználtság jön létre. Ebből adódóan a folyamat végén alacsony darabszám keletkezik. Számos tényezőt kell vizsgálni, mielőtt megváltozna a folyamat működése. Elsőként az előszerelő sor vizsgálata történik meg, ahol azonban a tanulmányozást követően nem jelentkezik probléma a művelet helyes működését illetően. Ezért a folyamaton tovább haladva a következő vizsgálati pont az automata megmunkáló állomások elrendezése és működése. Itt a kihasználtság magas és a kiszolgálás folyamatos, ezért ezen állomások műveletein sem történik változtatás. A soron lévő szegecselő és préselő állomást, illetve a munkahelyet vizsgálva, a dolgozó operátor a hozzá érkező palettáról előbb leveszi az alkatrészt, majd miután végrehajtotta a szükséges műveleteket, visszahelyezi a palettára a munkadarabot és halad tovább a soron. Ezen műveletek jelentős időt vesznek igénybe és ezért a soron nagy torlódás alakul ki. Ennek megszüntetését szimulációs modellben végrehajtott változtatások mutatják be.

Egy lehetséges megoldás a torlódás elkerülése érdekében, hogy lekerül egy tárolóba az alkatrész és az alkatrészhez addig tartozó paletta továbbhalad (4. ábra). Ennek vizsgálatára az eredeti és a tárolót tartalmazó gyártósor állomásainak nyolcórányi kihasználtság-összehasonlítása ad számszerű választ (1. táblázat).

Állomás	Állomás kihasználtság (%)	
	Eredeti gyártósor	Megváltoztatott gyártósor
RG_hátlap	44,86	47,42
RG_előszerelő	36,77	38,88
RG_végszerelő	71,10	75,21
RG_fel	4,47	4,74
Tömítettség	24,60	26,05
Kihozatal (8 óra/db):	294 db	296 db

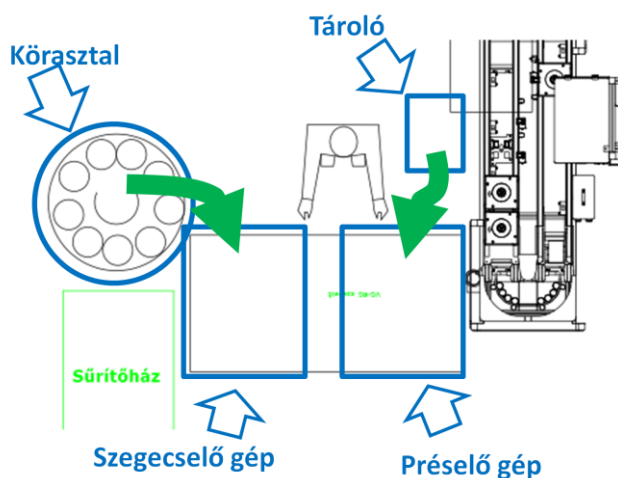
1. táblázat – Eredeti és megváltoztatott gyártósor összehasonlítás

A vizsgálat eredményeképpen bebizonyítható, hogy a tárolót tartalmazó gyártósor állomásainak kihasználtsága jobb, tehát jobb megoldásnak bizonyul az, ha egy tároló is helyet kap a soron. A tároló feladata tehát az, hogy ideiglenesen megszűnjön a torlódás az automata állomásokat tartalmazó soron. De csak azért ideiglenes a torlódás megszűnése, mert a helyszükséglet hiánya és az alkatrészek mérete miatt nem lehet korlátlan nagyságú a tároló kapacitása. Legfeljebb 15 db alkatrész tárolására képes helyet biztosítani, ezért ha megtelik a tároló, a sor ismét feltorlódhat. Ahhoz azonban, hogy a torlódás megszűnése ne csak ideiglenes legyen, a szegecselő és préselő állomásoknak szabad kapacitással kell rendelkezniük, hogy a folyamat ne akadjon meg.



4. ábra – „A” változat

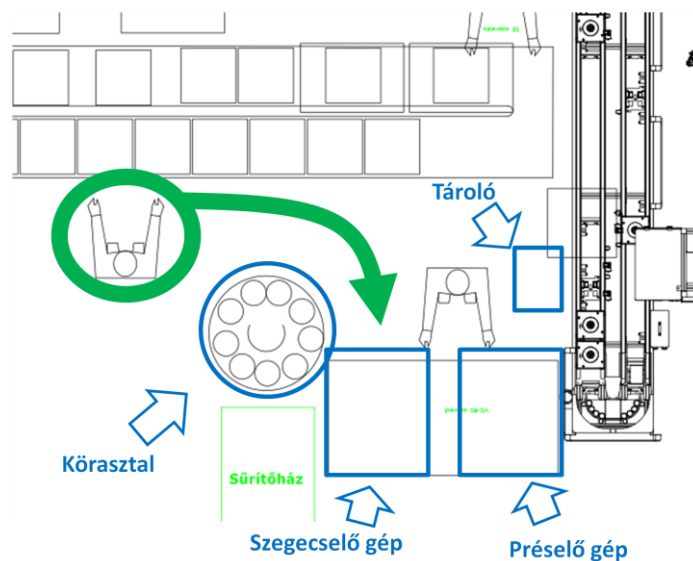
Ahhoz, hogy a szegecselő és préselő állomás szabad kapacitással rendelkezzen, meg kell vizsgálni a működését. Erre az állomásra két irányból érkeznek alkatrészek (5. ábra). Egyfelől az előbb tárgyalt tárolóból, másfelől egy körasztalról. A körasztal melynek kapacitása 14 db, tartalmazza az előszerelt alkatrészeket, melyeket a fizikailag legközelebb lévő állomás dolgozója már előszerelt. A körasztalon ezért már nem történik munkavégzés, csak alkatrész továbbítás a szegecselő és préselő állomáson dolgozó szempontjából.



5. ábra – Kétfelől érkező alkatrészek

A szegecselő készülék és présgép állomáson eredetileg egy ember dolgozik, ezáltal a műveletvégzés nagymértékben lelassul, nagy várakozási idő alakul ki. Tehát ennek az állomásnak a műveletvégzési idején kell javítani. Ez a probléma jelenti a sorok közötti kapcsolódási pont szűk keresztmetszetét. Ezért tehát nem elegendő egy tároló beillesztése, még további változtatások is szükségesek, hogy a gyártósor megfelelően üzemeljen.

Megoldást jelenthet az, ha a szegecselő és préselő állomáshoz legközelebb álló operátor várakozási idejében a szegecselő készülék állomásán dolgozó ember számára segítene be (6. ábra). Ezáltal növekedhet a kihasználtsága, és csökkenne a torlódás. Ehhez a dolgozó kihasználtsága kerül vizsgálat alá. Ez a megoldás azonban nem vezet jelentős növekedéshez, mert az operátor kihasználtsága magas és kevés várakozási ideje van. Az a változat azonban, hogy az állomáson dolgozó operátorok száma megnövekedik, meggyorsíthatja a folyamatot és megszüntetheti a szűk keresztmetszetet.



6. ábra – A legközelebb álló operátor besegítése

Tehát a szegecselő és préselő állomáson dolgozó emberek száma egyről kettőre változik. Ezáltal felgyorsul a folyamat, lecsökken a várakozási idő. A műveletek felbontásra kerülnek, hogy az állomást két külön munkaállomásként lehessen kezelni, melyhez egy-egy embert rendelünk hozzá. Ehhez először művelet szinten kell megvizsgálni a szegecselő készülék és prés műveleteit (2. táblázat).

VG_RG_szerelés	1.	sűrítőház levétel a sorról és egy készülékbe helyezés	szegecselő gép
	2.	sűrítőház csavarok nyomatékra húzás	
	3.	ellenőrzésindítás	
	4.	típustábla felszegecselés, és zömítés	
	5.	Datamátrix kamera segítségével kód beolvasás	
	6.	ellenőrzés befejezés	
	7.	sűrítőház kivétel a készülékből és a présgépbe helyezés	
	8.	törzscsap behelyezés a szállítópályáról a présbe	présgép
	9.	ó-gyűrű felhelyezés	
	10.	préselés	
	11.	csavarozás és munkadarab beforgatás	
	12.	beforgatott alkatrész helyett egy másik kivétele	
	13.	préselő gépből alkatrész kivétel	
	14.	a kész munkadarab a szállítópályára helyezése	

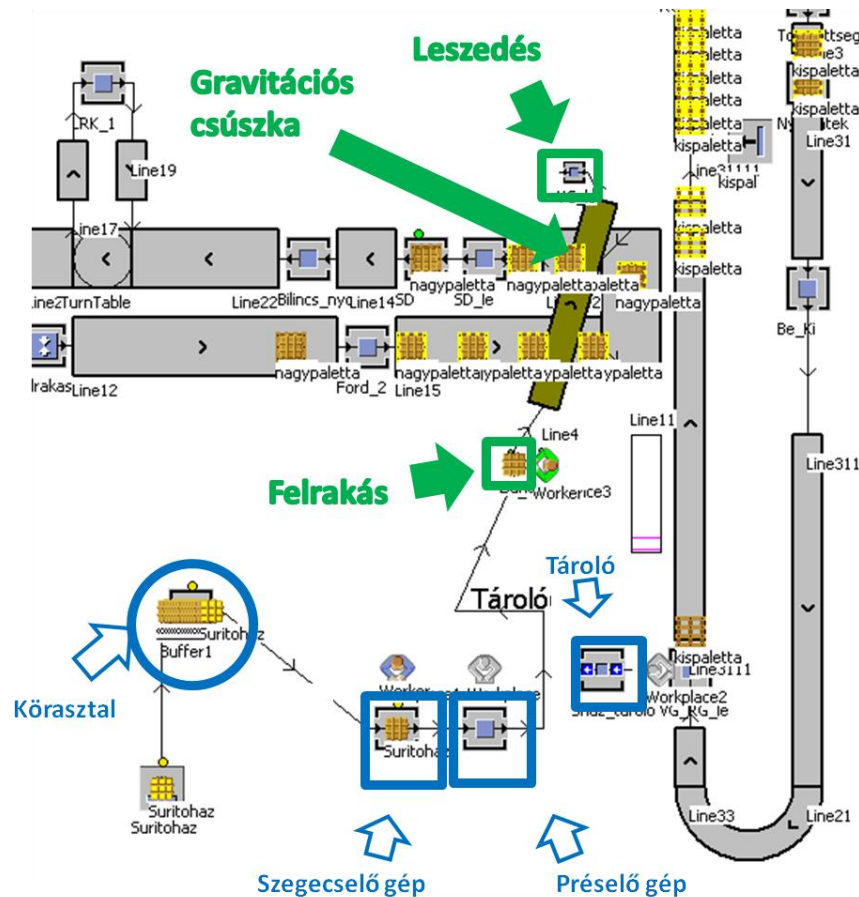
2. táblázat – Műveletek felosztása

A szegecselő gépállomáshoz a szegecselő készülék műveletei tartoznak, a préselő gépállomáshoz a présgép műveletei. A feldolgozási idő a műveleti időszükségletnek megfelelően alakul ki. Ez a megoldási módszer megszünteti az eddigi torlódásokat, hiszen eddig egy munkaállomásnál egy ember végzete a feladatokat, de a változtatás után a két ember külön-külön végzi a rájuk kiosztott műveleteket. Az eddigi módosításokkal a kapcsolódási pontnál lévő torlódás megszüntethető. Ahhoz azonban, hogy a teljes folyamat kifogástalanul működhessen ez a verzió nem kielégítő a gyártósor szempontjából.



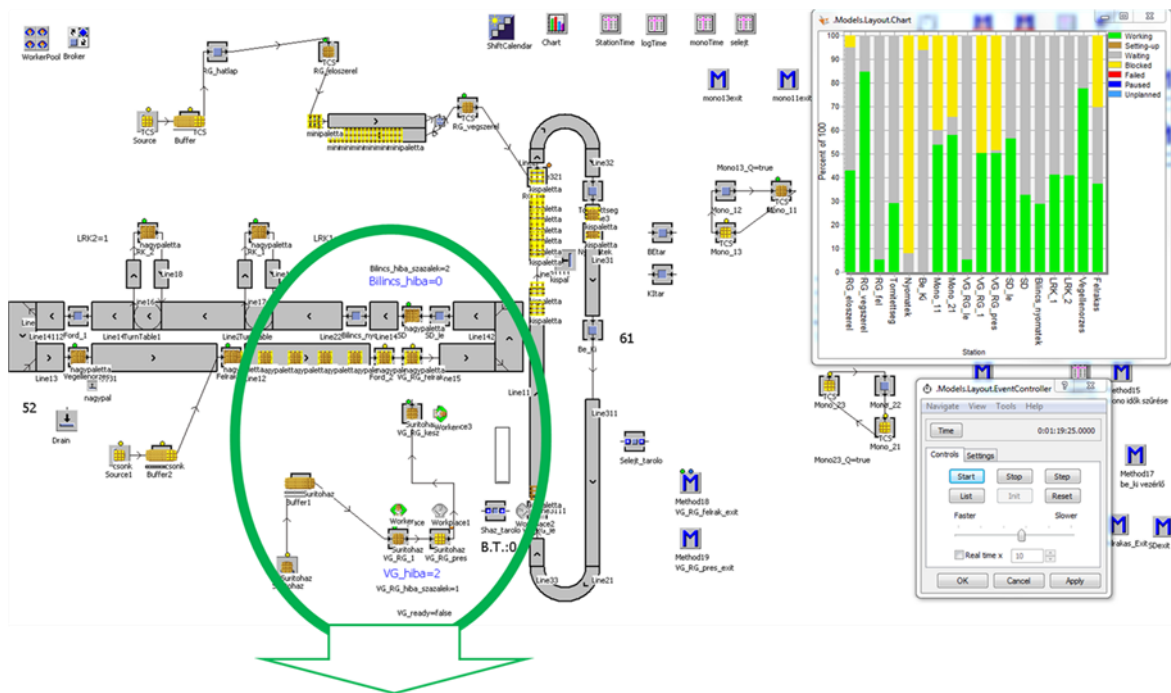
3.2 „B” változat

Az eddigi változtatásokat felhasználva és tovább bővítve a problémamentes üzemeltetéshez az alkatrészek továbbításának problémáját kell megoldani. Az eredetileg automata állomásokat tartalmazó sor palettájáról lekerült az alkatrész a szegecselő készülékbe és présbe, majd ha elkészültek, akkor a műveletek visszakerültek a palettára és továbbítódott a szerelősoron. Ezután a dolgozó az elkészült alkatrészt nem az automata állomásokat tartalmazó soron lévő palettára fogja visszatenni, hanem a kézi szerelő soron lévő palettára. Amennyiben a soron érkező palettán nem áll rendelkezésre elegendő hely a második alkatrész számára, lehetséges megoldást jelentene, ha egy gravitációs csúszka segítségével továbbítódna az alkatrész a következő munkahelyre, ami a szerelősor fölött helyezkedne el (8. ábra). A csúszkának azonban számos feltételnek kell eleget tennie, hogy az megfelelően érkezzen egyik állomásról a másikba az alkatrész. Nem megfelelő gravitációs csúszkapálya esetén, a mozgatus sérülést, illetve károsodást okozhat, ugyanis precíziós alkatrészekről van szó. Nem szabad túlságosan megdönteni a csúszka pályáját, valamint biztosítani kell a megfelelő pozíciót az alkatrész számára, hogy ne legyen ütközés, felütközés. A csúszkára felrakott alkatrészt le is kell venni, így plusz időt jelent minden egyes darabnál a levétel, ami nagy darabszámnál jelentős időmennyiség. A csúszkapálya kialakításához biztosítani kell a megfelelő területet is. Összegezve ez a megoldás nem megfelelő az alkatrészek továbbításra sem helyszükséglet, sem pozícionálás, sem mozgatus szempontjából. Egy egyszerűbben kivitelezhető és hatékonyabban működő megoldást kell találni, amit a következő megoldás tartalmaz.

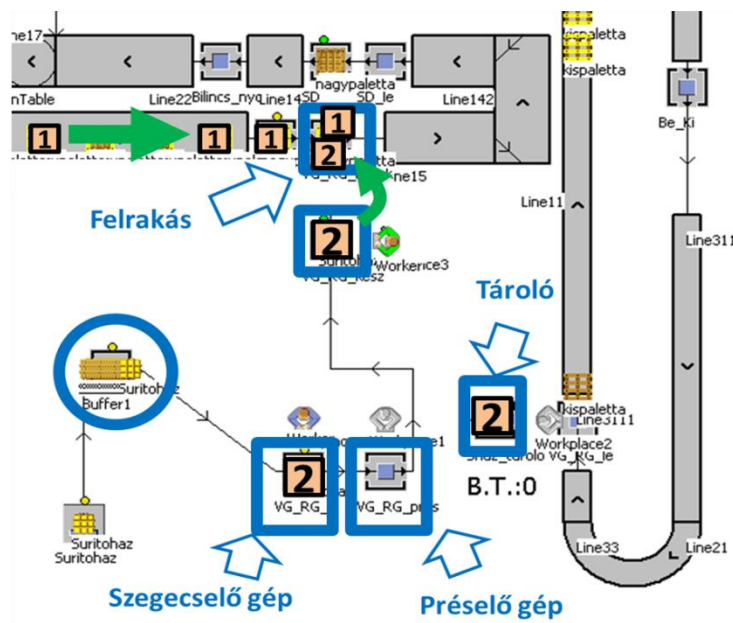


8. ábra – Gravitációs csúszka

A dolgozó az elkészült alkatrészt az előbbiekben említett kézi szerelő soron lévő palettára helyezi fel és nem az automata állomásokat tartalmazó soron lévő palettára. Az itt érkező palettán azonban már van egy alkatrész és emellé kerülne fel a szegecselő és préselő állomásból érkező alkatrész. Ahhoz, hogy megtörténjen a felrakás, szükség van a palettán szabad kapacitásra és meg kell állítani a sort is. Egy vizsgálat megerősítette, hogy a palettán van elegendő hely az alkatrészeknek. Mindemellett a palettákat át kell alakítani, úgy, hogy a második alkatrész is pontosan illeszkedjen. Miután felkerült a munkadarab, továbbítódik mindkét alkatrész egy palettán (9. és 10. ábra).



9. ábra - Két alkatrész egy palettán való felhelyezésének szimulációs modellje

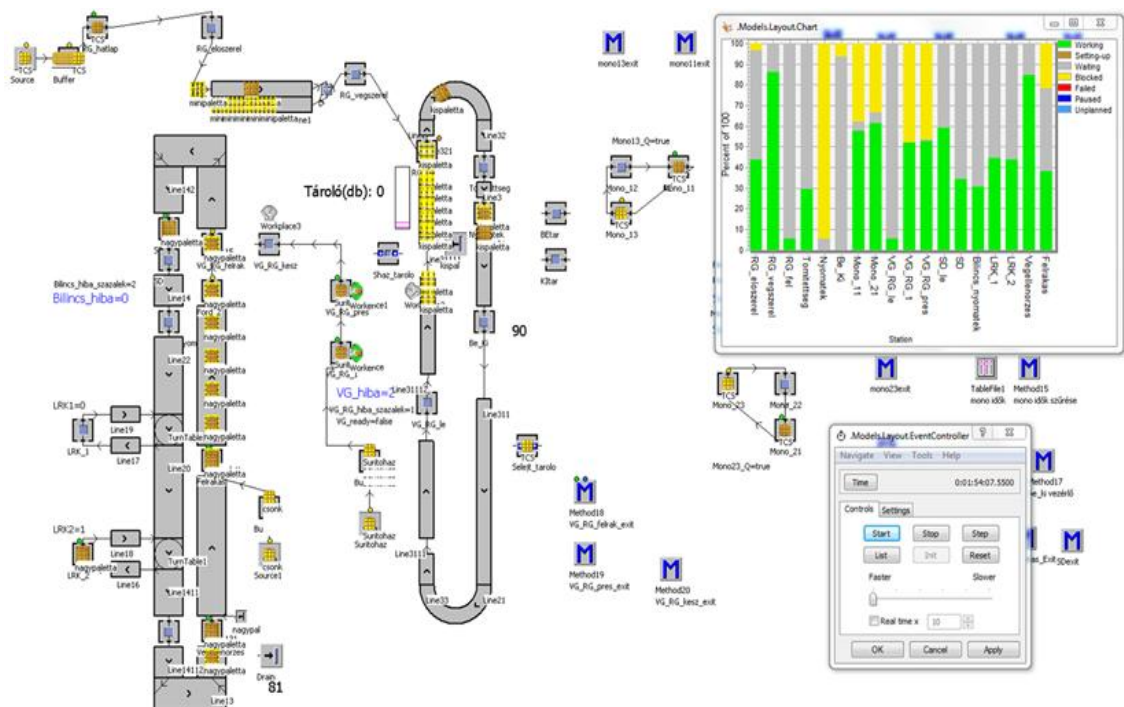


10. ábra – Két alkatrész egy palettára való felhelyezése

Ezen megoldások hozzájárulnak a torlódás problémájának megszüntetéséhez. A folyamat optimális működéséhez azonban még szükség van az állomások kifogástalan kiszolgálására is. Ahhoz, hogy az állomások jól hozzáférhetőek és könnyen kiszolgálhatóak legyenek, a szerelősor struktúráját kell átalakítani.

3.3 „C” változat

A struktúra megváltoztatásához a kézi szerelősor elhelyezkedésén kell változtatni. Ezáltal a teljes gyártósor elrendezése megváltozik. Fő szempont, hogy a munkaállomások kiszolgálása és hozzáférhetősége egyszerűbb valamint könnyebb legyen, ugyanakkor a gyártási folyamat a lehető legjobb maradjon. A teljes kézi szerelősor és az automata állomásokat tartalmazó sor egymáshoz viszonyított helyzetén kell változtatni. Úgy kell változtatni, hogy párhuzamosak legyenek egymással (11. ábra). Ezáltal a teljes gyártósor elején az előszerelő soron lévő állomások, továbbá az automata állomásokat tartalmazó szerelősor állomásai, valamint a megváltoztatott kézi szerelősor állomásai is egyszerűen kiszolgálható és hozzáférhető legyen.

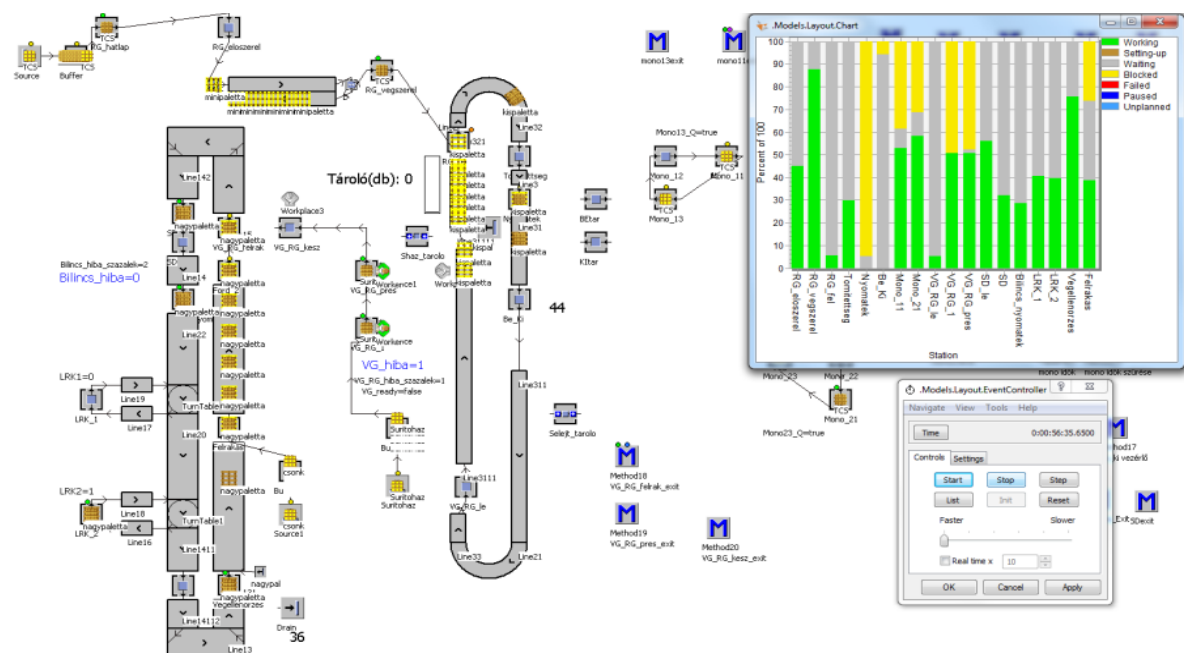


11. ábra – A megváltoztatott layout

4. Eredmények

A szimulációs modellek futtatása előtt a teljes gyártási folyamat működése került vizsgálatra. A működési folyamat megismerése után 3 féle változat jött létre. Az első változat a kapcsolódási pont megváltoztatásával került kialakításra, melyet egy tároló és egy új felrakási pont tett teljessé. A második változat, az első verziót felhasználva a kézi szerelősorra való felpakolással valósult meg.

Ahhoz azonban, hogy a feladat elérje célját, illetve teljes mértékben optimalizált legyen, az utolsó lépésben a szerelősor struktúráját kellett megváltoztatni. A célok szem előtt tartása mellett és a meghatározott paraméterek figyelembe vételével a legkedvezőbb megoldás lett kiválasztva (12. ábra).



12. ábra – Szimulációs környezet futtatás közben

A szimulációk futtatását követően összehasonlításra kerültek a különböző változatok. A modellváltozatok három nap időtartamát vizsgálják és táblázatok tartalmazzák a hozzá tartozó eredményeket.

"A" változat 1 dolgozóval(db/ 3 nap)		
Állomás	Állomás kihasználtság (%)	
	Eredeti gyártósor	Megváltoztatott gyártósor
RG_hátlap	42,24	42,78
RG_előszerelő	34,72	35,16
RG_végszerelő	68,78	69,66
RG_fel	4,34	4,39
Tömítettség	23,86	24,16
VG_RG_1	87,91	42,98
VG_RG_prés		44,83
SD_le	51,85	51,22
SD	29,74	29,88
Bilincs_nyomaték	26,55	26,67
LRK1	68,53	70,25
LRK2	7,00	5,67
Ford_1	7,43	7,46
Végellenőrzés	85,89	86,26
Felrakás	19,17	19,25
Ford_2	7,45	7,48
Kihozatal	2704 db	2716 db

3. táblázat – Az „A” változat eredményei 1 dolgozóval

Az első „A” változat eredményei ismeretében elmondható (3. táblázat), hogy kihasználtság tekintetében az eredeti szerelősorhoz képest nem jelent számottevő változást az, hogy a szegecselő és préselő állomáson csak egy ember dolgozik. Ezért a vizsgálat két dolgozó esetén is megvalósult, hiszen előtte műveletszinten is megtörtént az elemzés, ami ezt lehetővé tette.

"A" változat 2 dolgozóval (db/ 3 nap)		
Állomás	Állomás kihasználtság (%)	
	Eredeti gyártósor	Megváltoztatott gyártósor
RG_hátlap	42,24	45,79
RG_előszerelő	34,72	36,92
RG_végszerelő	68,78	77,31
RG_fel	4,34	5,03
Tömítettség	23,86	24,21
VG_RG_1	87,91	48,25
VG_RG_prés		48,78
SD_le	51,85	56,07
SD	29,74	31,03
Bilincs_nyomaték	26,55	28,28
LRK1	68,53	40,63
LRK2	7,00	40,32
Ford_1	7,43	8,05
Végellenőrzés	85,89	86,70
Felrakás	19,17	30,10
Ford_2	7,45	8,07
Kihozatal	2704 db	2885 db

4. táblázat – Az „A” változat eredményei 2 dolgozóval

Az első változat javításával megállapítható volt, hogy két operátorral történő gyártással jelentős termelésnövekedés érhető el (4. táblázat).

Az első verzió változtatásait felhasználva, az alkatrész továbbítás megváltoztatásáról a második „B” változat ad számszerű választ.

"B" változat (db/ 3 nap)		
Állomás	Állomás kihasználtság (%)	
	Eredeti gyártósor	Megváltoztatott gyártósor
RG_hátlap	42,24	49,79
RG_előszerelő	34,72	40,92
RG_végszerelő	68,78	81,31
RG_fel	4,34	5,13
Tömítettség	23,86	28,21
VG_RG_1	87,91	51,20
VG_RG_prés		52,84
SD_le	51,85	56,44
SD	29,74	32,92
Bilincs_nyomaték	26,55	29,39
LRK1	68,53	44,48
LRK2	7,00	39,08
Ford_1	7,43	8,22
Végellenőrzés	85,89	83,24
Felrakás	19,17	32,95
Ford_2	7,45	8,23
Kihozatal	2704 db	2988 db

5. táblázat – A „B” változat eredményei gravitációs csúszkával

Ezen változat eredményeinek ismeretében azonban belátható (5. táblázat), hogy a gravitációs csúszka jelentős előrelépést nem jelent a megcélzott eredmény elérése felé, csupán többletköltséget jelent a kialakítása. Az a megoldás azonban fejlődést jelent, hogy a kézi szerelősor palettájára kerül fel az alkatrész egy másik alkatrész mellé és így továbbítódik a paletta (6. táblázat).

"B" változat (db/ 3 nap)		
Állomás	Állomás kihasználtság (%)	
	Eredeti gyártósor	Megváltoztatott gyártósor
RG_hátlap	42,24	49,79
RG_előszerelő	34,72	40,92
RG_végszerelő	68,78	81,31
RG_fel	4,34	5,13
Tömítettség	23,86	28,21
VG_RG_1	87,91	51,25
VG_RG_prés		52,78
SD_le	51,85	60,07
SD	29,74	35,03
Bilincs_nyomaték	26,55	31,28
LRK1	68,53	45,63
LRK2	7,00	43,32
Ford_1	7,43	8,75
Végellenőrzés	85,89	88,70
Felrakás	19,17	35,10
Ford_2	7,45	8,77
Kihozatal	2704 db	3185 db

6. táblázat – A „B” változat eredményei a kézi szerelősorra való felpakolással

A harmadik „C” változat esetében a változtatás inkább csak az elrendezésben jelentkezik. Az állomások és ezzel együtt az egész kézi szerelősor áthelyezése, illetve átmozgatása a kívánt eredményt hozta meg. Ebben az esetben a gyártósor kihasználtsága jóval kiegyenlítettebb az eredeti változathoz képest (7. táblázat).

"C" változat (db/ 3 nap)		
Állomás	Állomás kihasználtság (%)	
	Eredeti gyártósor	Megváltoztatott gyártósor
RG_hátlap	42,24	49,79
RG_előszerelő	34,72	40,92
RG_végszerelő	68,78	81,31
RG_fel	4,34	5,13
Tömítettség	23,86	28,21
VG_RG_1	87,91	50,76
VG_RG_prés		52,36
SD_le	51,85	59,57
SD	29,74	34,74
Bilincs_nyomaték	26,55	31,01
LRK1	68,53	45,19
LRK2	7,00	43,01
Ford_1	7,43	8,68
Végellenőrzés	85,89	87,92
Felrakás	19,17	34,79
Ford_2	7,45	8,69
Kihozatal	2704 db	3170 db

7. táblázat – A „C” változat eredményei

5. Összegzés

Az utolsó átalakítási lépés szimulációjában megváltoztatott folyamatok arra a következtetésre utalnak, hogy a változtatásokkal a cellarendszerű gyártási folyamat hatékonysága jelentősen növelhető az eredetihez viszonyítva. Az eredmények ismeretében megállapítható, hogy a tárolónak a sorra való beillesztése, a szegecselő és prés gép állomáson lévő műveletek felosztása, ezáltal a dolgozók számának növelése, az alkatrész továbbítás, valamint a kézi szerelősor struktúrájának és fizikai elhelyezkedésének megváltoztatása a legoptimálisabb eredményhez vezet. Ennek bizonyítására következő táblázat ad számszerű magyarázatot (8. táblázat).

Átalakítások eredményei		
Változat	Átlagos kihasználtság (%)	Kihozatal (db/3nap)
Eredeti	37,70	2704
"A" verzió	41,63	2885
"B" verzió	40,27	3185
"C" verzió	41,38	3170

8. táblázat – Az egyes változatok eredményei

A munka kezdetén ismertetésre kerültek a tervezett cellarendszerű gyártósorral szemben támasztott követelmények, ezeket folyamatosan szem előtt tartva sikerült a kívánt eredményt kialakítani. Az átalakítási lépések eredményét figyelembe véve azt lehet megállapítani, hogy a tároló felhasználása kedvező megoldás, viszont csak átmeneti. Az a módszer, hogy a dolgozó várakozási idejében besegít a mellette legközelebb helyet foglaló dolgozónak, nem lehetséges megoldás, mert nem kivitelezhető. A műveletfelosztás a tároló, valamint az ebből adódó állomásfelosztás a megfelelő megoldás az alkatrészek szűk keresztmetszetének megszüntetésére, mivel ekkor már két dolgozó is tud egyszerre dolgozni két állomáson egy időben. Az alkatrészek továbbításának problémáját az a megoldás teszi lehetővé, hogy az alkatrészek egy palettára, egymás mellé kerülnek fel és így haladnak tovább a

palettán. A csúszkapályás elrendezés azért nem használható megoldás, mert sem kialakítása, sem mozgatása, sem a pozícionálás nem kivitelezhető. A végső megoldás kialakításához azonban az utolsó változat vezet el, ugyan a kihozatal rosszabb, mint az „B” verziónál, de nem számottevően. Az állomás kiszolgálás és hozzáférhetőség viszont a „C” verzióban valósul meg, ezáltal könnyebbé és egyszerűbbé válik.

Ezen módosítások elvégzése után a gyártósor kiegyenlítetttsége javult. A folyamatosságot csak a dolgozók létszámának növelésével lehetett elérni, ezáltal a szerelősorok kihasználtsága is növekedett. Az egyes változatokról szimulációs modell is készült, ennek segítségével került megállapításra, hogy a lehetséges változatok a kívánt célnak megfelelnek-e vagy sem. Ezáltal a projekt sikeresnek tekinthető, mert szimulációval alátámasztott modelleket sikerült készíteni az átalakítandó cellarendszerű szerelősor számára.

6. Irodalomjegyzék

- [1] Dr. Cselényi József, Dr. Illés Béla - Logisztikai rendszerek I., Miskolci Egyetemi Kiadó 2004.
- [2] Dr. Kardos Károly, Jósvai János – Gyártási folyamatok tervezése, Elektronikus jegyzet, 2006.
- [3] Dr. Prezenszki József - Logisztika II. (Módszerek, eljárások), Budapest 2005.
- [4] GraphIT Kft. honlapja, a Plant Simulation szoftver magyarországi forgalmazója:
<http://www.graphit.hu/Tecnomatix/Products/Plant%20Simulation.aspx> 2012.10.28.
- [5] Dudás Illés, Cser István - Gépgyártástechnológia IV., Gyártás és gyártórendszerek tervezése 2004.
- [6] Wolfgang Kühn – Digitale Fabrik, Hansel 2006.