



SZÉCHENYI 2020

# TEVÉKENYSÉGMENEDZSMENT FOLYAMATELEMZÉS, FOLYAMATOPTIMALIZÁLÁS (gyakorlat)

**Dr. Budai István - Deák Krisztián**  
**Jenei Attila - Kovács-Csuvarszki Rita**  
**Strigel József**

Készült: Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Debrecen

Terjedelem: 113 oldal (4 ív)

Kézirat lezárva: 2015. augusztus 15.

*A tananyag elkészítését a Munkaerő-piaci igényeknek megfelelő, gyakorlatorientált képzések, szolgáltatások a Debreceni Egyetemen Élelmiszeripar, Gépészet, Informatika, Turisztika és Vendéglátás területen (Munkaalapú tudás a Debreceni Egyetem oktatásában) TÁMOP-4.1.1.F-13/1-2013-0004 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.*

Lektor:

**Dr. Tóth János**

ISBN: 978-963-473-914-2

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG  
KORMÁNYA

Európai Unió  
Európai Szociális  
Alap



BEFECTETÉS A JÖVŐBE



## **TARTALOMJEGYZÉK**

<b>TARTALOMJEGYZÉK .....</b>	<b>2</b>
<b>TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE .....</b>	<b>5</b>
<b>ÁBRÁK JEGYZÉKE.....</b>	<b>6</b>
<b>1. FOLYAMATJAVÍTÁS FMEA ALAPOKON .....</b>	<b>10</b>
1.1. Problémafelvetés .....	10
1.2. Folyamatfejlesztés célkitűzés.....	10
1.3. A folyamatfejlesztés módszere .....	10
1.4. A jelenlegi gyártási folyamat bemutatása.....	13
1.5. FMEA elemzés .....	15
1.6. FMEA alapján módosított gyártási folyamat.....	17
1.7. Az FMEA alapján módosított folyamat átfutási időelemzése .....	19
1.7.1. H2 hiba, folyamat FMEA alapján javasolt hibajavító intézkedés .....	20
1.7.2. H1 hiba, folyamat FMEA alapján javasolt hibajavító intézkedés .....	20
1.7.3. FMEA által javított gyártási folyamat .....	21
1.8. Eredmények összegzése és értékelése .....	24
<b>Felhasznált szakirodalom .....</b>	<b>26</b>
<b>2. CSAPÁGYGYÁRTÁS TECHNOLÓGIAI LÉPÉSEI ÉS OPTIMALIZÁLÁSA.....</b>	<b>27</b>
2.1. A kúpgörgős csapágó részei és funkciói.....	27
2.2. A csapágó gyártásának technológiája [1] .....	28
2.2.1. A kosár gyártása .....	31
2.2.2. A kúpgörgő gyártása .....	32
2.3. Összeszerelés.....	33
2.4. A csapágó külső gyűrűjének köszörülési folyamata.....	34
2.5. Csapágók köszörülésére vonatkozó méréses ellenőrzési terv.....	35
2.6. Palástátmérő mérés kézi, és automata mérőműszerekkel .....	36



2.6.1. Kézi mérés .....	36
2.6.2. Automatamérés.....	37
<b>2.7. A kézi és automatamérés SWOT analízissel történő összehasonlítása .....</b>	<b>38</b>
<b>2.8. Folyamatoptimalizálás selejtanalízis segítségével.....</b>	<b>40</b>
<b>2.9. Hibaelemzés az optimalizáció során .....</b>	<b>41</b>
<b>2.10. Folyamatoptimalizációs megoldások a mérések optimalizálására .....</b>	<b>42</b>
<b>3. HATÉKONY ÉRTÉKÁRAM OPTIMALIZÁLÁS GÉPÉSZETI MÉRŐSZOBÁKBAN.....</b>	<b>44</b>
3.1. Felülvizsgálat és mérőszoba optimalizálás .....	45
3.2. Keményoldali mérőszoba optimalizálása .....	46
3.3. Értékáram bemutatása .....	48
3.4. Értékáram Analízis VSA (Value Stream Analysis).....	51
3.5. Jövőállapot felvétele: VSD .....	55
3.6. Vevői ütem megvalósítása .....	56
3.7. Folyamatos anyagáram megvalósítása .....	56
Felhasznált szakirodalom .....	58
<b>4. FOLYAMATELEMZÉS, FOLYAMATFEJLESZTÉS .....</b>	<b>59</b>
4.1. Kiindulási állapot .....	59
4.1.1. Termék.....	59
4.1.2. Gyártási folyamat .....	60
4.1.3. Folyamat- és időadatok-meghatározása .....	61
4.1.4. Mozgáselemzés .....	67
4.1.5. Mutatószámok.....	68
4.2. Célok meghatározása.....	70
4.3. Konceptiók megalkotása .....	70
4.3.1. Konceptió 1. ....	71
4.3.2. Konceptió 2 .....	72
4.3.3. Üzemi költségszámítás .....	73
4.5. Konceptió megvalósítása.....	79



Felhasznált szakirodalom .....	80
<b>5. A3, MINT GONDOLKODÁSMÓD .....</b>	<b>81</b>
5.1. A3 használata a gyakorlatban .....	82
5.2. A Poka-Yoke projekt .....	85
5.3. Az A3-as gondolkodásmód a gyakorlatban .....	89
Felhasznált szakirodalom .....	90
<b>6. LEAN ELVŰ FOLYAMATOPTIMALIZÁLÁS .....</b>	<b>91</b>
6.1. A CÉL.....	91
6.2. Egyedül nem megy.....	92
6.3. Módszer.....	92
6.3.1. Lean alapok.....	92
6.3.2. Lean eszközök: SMED .....	94
<b>6.3.3. Lean eszközök: Egydarabos anyagáram (one piece flow) .....</b>	<b>96</b>
6.3.4. Lean eszközök: húzott gyártás (pull system) .....	97
6.3.5. Lean eszközök: Standard munka .....	97
6.4. Összefoglalás .....	98



## **TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE**

1.1. táblázat: Egyedi bútorgyártási folyamat esemény listája .....	14
1.2. táblázat: FMEA Hiba/Hatás feltáró űrlap kiindulási folyamat .....	15
1.3. táblázat: FMEA Hiba/Hatás javító űrlap javított folyamat .....	16
1.4. táblázat: Hibák ragsorolása .....	16
1.5. táblázat: FMEA folyamat esemény- és tevékenység listája .....	18
1.6. táblázat: Javított FMEA folyamat esemény- és tevékenység listája .....	22
1.7. táblázat: Informatikai eszközök .....	24
1.8. táblázat: Beruházás vizsgálata három hónapos időintervallumon .....	25
2.1. táblázat: .....	41
4.1. táblázat: Kiindulási állapot mutatószámok .....	69
4.2. táblázat: Konceptió 1 .....	72
4.3. táblázat: Konceptió 2 .....	73
4.4. táblázat: Összefoglalás .....	77
4.5. táblázat: Összehasonlítás 1 .....	78
4.6. táblázat: Összehasonlítás 2 a), b) .....	79



## ÁBRÁK JEGYZÉKE

1.1. ábra: A fejlesztés lépései.....	12
1.2. ábra: Kiindulási folyamatábra .....	14
1.3. ábra: FMEA Folyamatmodell .....	18
1,4, ábra: Javított folyamatmodell .....	22
2.1. ábra: Csapágy részeinek bemutatása.....	27
2.2. ábra: Beérkezett alapanyag .....	28
2.3. ábra: Toronygyűrűk.....	28
2.4. ábra: Palástköszörült toronygyűrű .....	29
2.5. ábra: Kettéválasztott toronygyűrű .....	29
2.6. ábra: Hőkezelő kemence .....	30
2.7. ábra: Hőkezelt gyűrűk .....	30
2.8. ábra: Alapműveleten megmunkált gyűrűk 1.....	30
2.9. ábra: Alapműveleten megmunkált gyűrűk 2.....	30
2.10. ábra: Gördülőpálya finiselt külső gyűrűk 1. ....	31
2.11. ábra: Gördülőpálya finiselt külső gyűrűk 2. ....	31
2,12, ábra: Kiindulási állapot.....	31
2,13, ábra: Megmunkálás utáni végállapot.....	31
2.14. ábra: Félkész kosár.....	32
2.15. ábra: Préselt kúpgörgők .....	32
2.16. ábra: Préselt kúpgörgők .....	33
2.17. ábra: Finiselt, kész kúpgörgők.....	33
2.18. ábra: Folyamatábra .....	34
2.19. ábra: Köszörülési utasítás.....	36
2.20. ábra: Kézi mérőműszer .....	37
2.21. ábra: Palástátmérő mérő-válogató automata .....	37
2.22. ábra: Egyfejes és duplafejes mérési módszer .....	38
2.23. ábra: Selejt hibaelemzés .....	40
2.24. ábra: Selejt hiba elemzés .....	43
3.1. ábra: Egy keményoldali mérőszoba lehetséges elrendezési vázlata .....	47
3.2. ábra: Érdesség mérő .....	48
3.3. ábra: Köralak mérő .....	48
3.4. ábra: Szögmérés.....	48
3.5. ábra: Támfelület mérés.....	48
3.6. ábra: Értékáram felosztása.....	49
3.7. ábra: Anyag és információáramlás.....	49
3.8. ábra: Anyagáram szimbólumok.....	50
3.9. ábra: Információáram szimbólumok.....	50
3.10. ábra: SIPOC.....	51
3.11. ábra: SIPOC KOM mérések .....	52
3.12. ábra: Termékcsalád mátrix .....	52
3.13. ábra: KOM mérés folyamata .....	54
3.14. ábra: Egy mérőszoba lehetséges elrendezése.....	56
3.15. ábra: EPEI .....	57



4.1. ábra: Csúszó persely .....	59
4.2. ábra: Layout.....	60
4.3. ábra: Hanhart Spectron stopper .....	62
4.4. ábra: REFA CHRONOS készülék.....	63
4.5. ábra: MTM folyamat-építőelem rendszere .....	67
4.6. ábra: Spagetti diagram .....	68
4.7. ábra: Költségjellemzők.....	74
4.8. ábra: Gépköltségek .....	75
5.1. ábra: Hétköznapi poka-yoke megoldás.....	82
5.2. ábra: helyes (zöld) és helytelen (piros) szerelési pozíció .....	83
5.3. ábra: Kamerás O-gyűrű lekérdezés.....	83
5.4. ábra: Pick to light.....	83
5.5. ábra: A3 lap .....	84
5.6. ábra: Egyesített életgörbe a különböző projektekre .....	87
5.7. ábra: Poka-yoke táblázat .....	87
6.1. ábra: Fő veszteségfajták .....	93



## SZERZŐK



**Dr. Budai István PhD**, az anyagtudományok és technológiák doktora, egyetemi docens. 2002-ben szerzett előkészítéstechnikai mérnök oklevelet a Miskolci Egyetemen előkészítéstechnikai szakon. 2003-tól oktatott a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudomány Karán, majd 2008-tól oktat a Debreceni Egyetem Műszaki Karán, többek között tárgyfelelőse és előadója a Production Management. Termelésmenedzsment c. tárgynak. Több folyamat-fejlesztési és technológia szabadalom alkotója. A felsőoktatásban több mint, 10 éves tapasztalattal rendelkezik.



**Deák Krisztián**, tanársegéd, 2003-ban szerzett gépészmérnöki és mérnök-tanári oklevelet a Debreceni Egyetemen. 2011-ben környezetmérnöki MSc oklevelet szerzett, jelenleg az Informatikai Tudományok Doktori Iskolában végzi PhD, a Miskolci Egyetemen gépészmérnöki MSc tanulmányait. Kutatási területe a jelfeldolgozás, zaj- és rezgésdiagnosztika, neurális hálók és neurofuzzy rendszerek. Több éves oktatási tapasztalattal a diagnosztika, mechanika, mechanikai rendszerek dinamikája (MSc) tárgyak és Mechanical Engineering BSc szakon a Machine Repairing tárgy oktatója, 8 éves ipari tapasztalattal rendelkezik a gépészeti tervezés, gyártásirányítás, karbantartás területein, később fejlesztőmérnökként tevékenykedett.



**Jenei Attila**, folyamatmérnökség vezető az FAG Magyarország Ipari Kft.-nél. Tanulmányaimat a Debreceni egyetem Műszaki Főiskolai Karán végeztem általános és karbantartó gépészmérnök szakirányon. Az FAG-nál a karrieremet a TPM rendszer bevezetésével kezdtem, majd konstruktőrként Németországban is dolgoztam (konzernen belül 4 hónapot), technológusként termelést vezettem, ami után a szerszámgyártással foglalkoztam a köszörűs és összeszerelő üzemben. Egy kis kitérő után pedig 2011-től építem folyamatosan a folyamatmérnökséget, mely 3-4 igen fontos területből, mint a technológia és gyártáselőkészítés, kalkulációs, osztályokból épül fel.



**Kovács-Csuvarszki Rita**, Termelésvezető HPS (Hidraulic Power Steering – Hidraulikus kormánymű) Robert Bosch Automotive Steering Kft. Tanulmányaimat a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen végeztem gépészmérnöki karon. Pályafutásomat a jelenlegi cégnél 2005-ben folyamatmérnökként kezdtem, ugyanazon a területen, ahol jelenleg is dolgozom. 2008-ban felelős lettem a gyárban a lean eszközök bevezetéséért koordinátorként. 2011-ben, mint osztályvezető megkaptam a feladatot, hogy a lean osztályt felépítsem és a leant ne csak mint eszközök halmazát használjuk, hanem stratégiailag alkalmazzuk. 2014-ben, mint területvezető tértem vissza termelési területre.



**Strigel József** Ipari mérnökségi csoportvezető az egri Robert Bosch Automotive Steering Kft-nél. Tanulmányait Kecskeméten a GAMF-on végezte gépészmérnök szakon. Több multinacionális cégnél (Flextronics, Sanmina-SC, Jabil) töltött be különböző mérnöki munkaköröket (termeléstámogató mérnök, folyamatmérnök, műszaki vezető, projektmérnök, ipari mérnök) az elmúlt közel húsz évben. Jelenlegi munkakörében négy éve dolgozik, ahol az új termékek gyárthatóságának biztosításáért felelős csoportot vezet. A feladatok a kalkulációkkal kezdődnek és a gépbeszerzéseken át a stabil széria termelés kezdetéig tartanak.



## 1. FOLYAMATJAVÍTÁS FMEA ALAPOKON

Szerkesztette: Budai István

Ebben a fejezetben egy komplex példán keresztül bemutatjuk a folyamatfejlesztés alapjait a folyamatmodellezés és a hibamód- és hatáselemzés módszerek alkalmazásával. Maga a fejlesztés egy valós, iparból vett példa, létező vállalat, létező folyamatain. A vállalatot nevezzük Gyu-Fa Kft.-nek. A Gyu-Fa Kft. egyedi bútorgyártással foglalkozik, 2004-ben alakult, családi vállalkozásként. Jelenleg az ügyvezető igazgató alatt, egy termelésirányító dolgozik, a munkát összesen 6 fő asztalos látja el. Amit ellehet képzelni fából, azt a cég legyártja. Pont ez a hozzáállás teszi a térség vezető egyedi bútor gyártójává. A versenyelőny megtartására, sőt fokozására kötelező a gyártási folyamatokat felülvizsgálni és fejleszteni. Ez a fejezet erről a fejlesztésről szól.

### 1.1. Problémafelvetés

Az egyedi gyártás egyik kulcs folyamata az alapanyag-szabás, és élzárás. Technológiát tekintve a vállalat megfelelő lapszabász géppel rendelkezik, de a jobb minőségű ABS élzárásra nem képes, csak a fóliás élzárásra. Ezért a vállalat a szabási és élzárási folyamatát kiszervezte egy olyan céghez, akinek a jobb minőség elérésére, megfelelő technológiája van. Ez az outsourcing a várakozások egy részét teljesítette, minőségi javulást eredményezett, de a kitűzött időcélokat nem érte el. Ezért szükséges az egyedi bútorgyártás folyamatának átvizsgálása. fejlesztése időhatékonyság céljából.

### 1.2. Folyamatfejlesztés célkitűzés

Mivel a bútorgyártás folyamatának egy részét a vállalkozás kiszervezte és a célkitűzéseknek csak részben felelt meg az új folyamat, ezért fejlesztési célokat kell meghatározni: az egyedi bútorgyártás fő és mellékfolyamatainak feltárása, lehetséges hibamódok kivizsgálása folyamatoptimalizálás céljából. Feladat megkeresni azokat a gyenge pontokat a folyamatban, ami a túl hosszú folyamatlefutást eredményezi és javító intézkedések meghozatala, ezen gyengepontok kiiktatására.

### 1.3. A folyamatfejlesztés módszere

A vizsgálat több lépésben zajlik. Először a jelenlegi bútorgyártási folyamatot kell vizsgálni, értelmezni. A fejlesztés további részéhez szükség van a vizsgált folyamat modellezésére, amit az ARIS express toolset modellező eszközzel készítettünk el. Ez az első lépés, ami azért nagyon fontos, mert itt hozzuk létre a folyamat átláthatóságát. A folyamatmodell biztosítja a vizualizációt, ami segít megérteni a folyamat lefutását, a tevékenységek logikai kapcsolatát, továbbá biztos alapot teremt a hibák detektálására. A grafikai ábrázolást követi a folyamatban résztvevő tevékenységek idő adatainak rögzítése. Az adatokat méréssel, és szakértői vélemények alapján határozzuk meg. Mérésnél egy stopperórával állunk a műveletet végző kolléga mellett és háromszor egymásután rögzítjük a tevékenység idejét. A rögzített időkből meghatározzuk a tevékenység átlag idejét úgy, hogy a legrövidebb és a leghosszabb idő átlagát vesszük. Azoknál a tevékenységeknél ahol nem tudunk egyértelmű időt megadni, korábbi adatokból becsüljük az értéket.



Ezután a jelenlegi egyedi bútorgyártási folyamatra szakértői csoport létrehozásával elvégzünk egy folyamat hibamód- és hatáselemzést, folyamatracionalizálás (FMEA: FAILURE MODE and EFFECTS ANALYSIS) céljából. A folyamatfejlesztő csapat három főből áll. [1, 2]

A hibamód- és hatáselemzésnek az előzőekben elállított folyamatmodell biztosít alapot. A fejlesztő csapatnak csak papírra és ceruzára van szüksége. A csapat együtt végigmegy a folyamaton, és rögzítik a tevékenységeket, valamint azok kapcsolatát. A lerajzolt modellt átbeszélik és a végleges verziót rögzítik számítógépes szoftverrel. A modellben meghatározott tevékenységeknek az előbb leírt módon meghatározzák az idő adatait. A következő lépésben a gyenge pontok keresése történik.

Először mindenki átgondolja, hogy a cél elérésének mi a kulcsa, tehát az átfutási idő csökkenést hogyan lehet elérni. Át kell-e alakítani valamelyik folyamat részt, vagy elég a jelenlegi folyamatban szereplő hibákat kiiktatni. Majd a múltbeli adatokra támaszkodva megvizsgálják, hogy milyen problémák fordultak elő amióta kiszervezték az alfolyamatot. Ezeket a hibákat rögzítik, és együttesen megkeresik a hibák okait. Ehhez a következő fejezetben látható FMEA űrlapot használják. Minden hibának meg kell adni a súlyosságát (S), azt, hogy milyen gyakran fordul elő (O) és, hogy mennyire egyszerű vagy nehéz felismerni a már bekövetkezett hibát (D). Ezeket az értékeket egy, 1-10 skálán osztályozzuk [3, 4]. FMEA módszerrel azonosított hibamódok kockázati számát meghatározzuk a következő képen:

$$RPN = O \times S \times D \quad (1)$$

ahol:

- O: Előfordulás valószínűsége,
- S: Súlyosság,
- D: Felismerhetőség valószínűsége,
- RPN: kockázati szám.

A kockázati rangsor felállításával megkaptuk, hogy melyek azok a hibák amiket ki kell iktatni, hogy kívánt célt elérjük. A megtalált potenciális hibákhoz tartozó tevékenységeket meghatározzuk. Ezek azok a tevékenységek, amiket akkor végzünk el, ha a hiba bekövetkezik és azokat a folyamat lefutása során ki kell javítani. Ezeket a tevékenységeket beépítjük a folyamatmodellbe, ami így már jobban tükrözi a valóságot. Ezeknek a tevékenységeknek is meghatározzuk az idő értékét. Következő lépésként megadjuk, hogy az utólag beépített tevékenységeknek mekkora a bekövetkezési valószínűségük. Ez azért nagyon fontos, mert ezek az úgynevezett „hiba javító” tevékenységek csak akkor mennek végbe, ha a hiba bekövetkezik. Ezt a bekövetkezési valószínűségi értéket százalékban adjuk meg. Például, ha 100 termék gyártásánál egy hiba 5-ször, tehát öt termék gyártásánál fordult elő akkor a gyártás 5%-ánál volt olyan tevékenység, ami a hiba javítása miatt került be a gyártásba. Így ez az érték 0,05 értéket kap. Például, ha készítünk 100 db asztalt és minden 20-ik asztalnál nem lehet az asztallábat rendesen behelyezni, mert túl rövid a furat. akkor újra el kell végezni egy fúrást, tehát beépül a folyamatba egy *furatmélyítés* tevékenység, aminek a bekövetkezési valószínűsége 5%, tehát 0.05 lesz a valószínűségi érték. Ez alapján ki tudjuk számolni a folyamat teljes átfutási idejét (TPT – total process time) a folyamat logikai struktúráját figyelembe véve.



1.1. ábra: A fejlesztés lépései

A fejlesztő csapat a hiba okok kiiktatására összpontosít, és meghatározza azokat a tevékenységeket, amik ahhoz szükségesek, hogy a potenciális hibákat megszüntjenek, vagy annak bekövetkezési valószínűsége csökkenjen, harmadik lehetőség, hogy a bekövetkezett hiba felismerhetőségén javítanak. Ezekkel a javító tevékenységekkel elkészítjük a fejlesztett folyamatmodellt, aminek meghatározzuk az átfutási idejét. Utolsó lépésben az átfutási időket összehasonlítva láthatjuk, hogy az elméleti fejlesztés gyakorlatban milyen eredményeket hozna.

Végül elkészítünk egy beruházás megtérülés számolást, mellyel arra keressük a választ, ha az elméletben racionalizált folyamatnak a javító intézkedéseit alkalmazni szeretnénk, akkor az ehhez szükséges eszközök mennyibe kerülnének és mennyi idő alatt térülnek meg. Elméletben bármilyen jó fejlesztést ki lehet kalkulálni, de ha túl drága annak az alkalmazása akkor nem ért semmit.



#### 1.4. A jelenlegi gyártási folyamat bemutatása

Egyedi termékeknek, például bútoroknak nehéz racionalizálni a gyártási folyamatát, mert minden bútor, beépített szekrény, konyhabútor, ágy stb. más gyártási folyamaton esik át. Ezért egy konyhabútor gyártási folyamatát vesszük alapul, mert ez az a termék, ahol nagy valószínűséggel szerepel minden olyan tevékenység, ami a többi bútor gyártásánál is. A továbbiakban az egyedi bútorgyártás a konyhabútor gyártására vonatkozik. Azért, hogy realisabb képet kapjunk egy 10 m<sup>2</sup>-es bútor gyártási folyamatát vizsgáljuk.

Minden termék gyártása a megrendeléssel és a tervezéssel kezdődik. A tervezés után mindig szükséges egy egyeztetés, amikor a részletek megbeszélése történik. A következő lépésben megrendelésre kerülnek a bútor alapanyagai. A bútor két fő elemből áll, egyik az úgynevezett korpusz, amit laminált faanyagból készítenek a terméknek megfelelő élzárással. A másik rész a front, ami tömörfából készül, egyedi profilt, mintát, színt, alakot tartalmaz. Az elemek elkészítése párhuzamosan folyik. A megrendelést követően adott időn belül megérkezik a tömör faanyag, amivel elkezdődik a front kialakítása. A felületkezelés fázisába érve megérkezik a laminált faanyag és ebből elkészül a korpusz. Úgy van időzítve a két elem alapanyagának a szállítása, hogy egy időben legyen kész a két elem. Ezzel is csökkentve a tárolási időt. A két fő elem elkészülte után felszerelésre kerülnek a kiegészítők, majd a műhelybe vagy a helyszínen összeépítik a bútort.

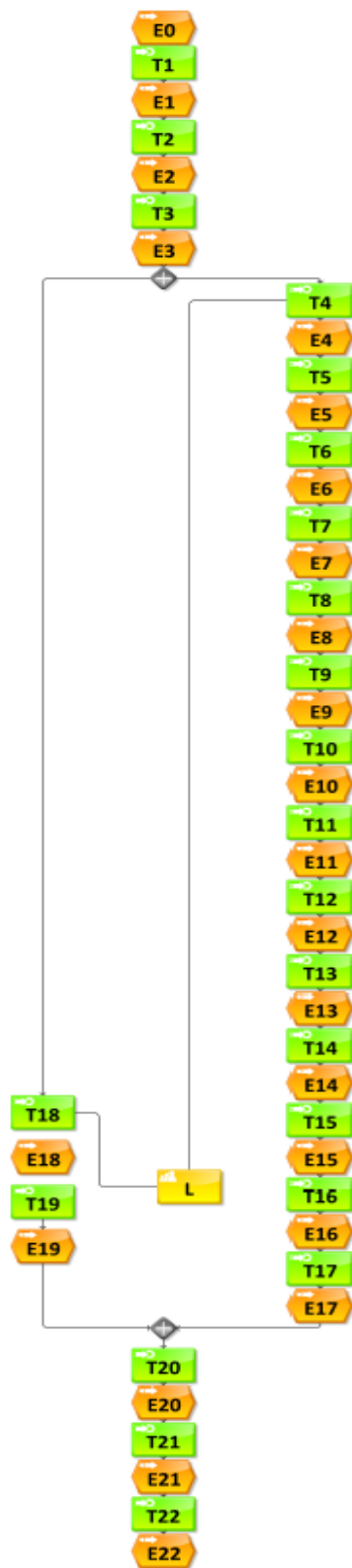
A bútorgyártás folyamatához tartozó összes tevékenységet, illetve a hozzájuk tartozó megelőző, kiváltó, befejező eseményeket az 1.1. táblázatban mutatjuk be. A táblázat tartalmazza az egyes tevékenységek végrehajtásához szükséges időt órában kifejezve és az események bekövetkezési valószínűségét. Az 1.2. ábrán található az ARIS Express nevű szoftverrel elkészített folyamatábrára. Ez a folyamatábrára a kiindulási alap az FMEA elemzéshez, mert a folyamat FMEA-t ennek alapján kell elkészíteni úgy, hogy a folyamatot tekintjük a rendszernek, a tevékenységeket a folyamat elemeinek tekintjük. amikre vizsgáljuk a hibamódokat és egyéb jellemzőket, paramétereket [5,6]. Az elemzésben felfedezett hibák rangsorolása után, meghatározzuk a kritikus hibákat, majd ezeket a hibákat beépítve a folyamatba kell elvégezni első lépésben az időelemzést.

Feltüntettük továbbá a táblázatban a tevékenységekhez tartozó időadatokat, valamint vörös és kék színnel jelöltük a párhuzamosan folyó ágakat [7,8]. A kék mutatja az egyik ágat, a vörös mutatja a másik ágat. Ennek megfelelően az ARIS szabályrendszerével (ÉS) kaput alkalmaztunk. A *Tömörfa szállítása/átvétele* tevékenységtől a fedőzés tevékenységig futó folyamat szakasz párhuzamosan folyik a *Laminált szállítása/átvétele* tevékenységtől a *Korpusz összeépítése* tevékenységig futó folyamat szakasszal. Ha mind a két szakasz befejeződött, akkor kezdődhet el csak a *T20 Furatok kialakítása* tevékenység, ezt követi a *Korpusz és front összeépítése* és a kiegészítők felszerelésével elkészül a bútor. Ez a folyamatábrára a normális esetet mutatja, mikor nincsenek hibák a folyamatban. Éppen ezért a teljes folyamat költség és idő tekintetében is a normál esetet mutatja. A felmerülő hibákat és az azokból adódó időváltozásokat nem tartalmazza. Ez a folyamatábrára a kiindulási alap a folyamat FMEA elemzéshez, hogy el tudjuk készíteni egy realisabb folyamatmodellt a megfelelő értékekkel, ami alapján javító intézkedéseket lehet javasolni.



1.1. táblázat: Egyedi bútorgyártási folyamat esemény listája

	E/T Neve	Idő	Vi
<b>E0</b>	Rendelés beérkezett		
<b>T1</b>	Egyeztetés	1,75	1
<b>E1</b>	Megrendelés kivitelezhető		
<b>T2</b>	Szabásjegyzék megírása	1,25	1
<b>E2</b>	Elkészült szabásjegyzék		
<b>T3</b>	Szabásjegyzék megrendelése telefonon	1,75	1
<b>E3</b>	Rendelés rögzítve		
<b>T4</b>	Tömör fa szállítása/átvétele	21,5	1
<b>E4</b>	Tömör fa megfelelő		
<b>T5</b>	Szabás	0,75	1
<b>E5</b>	Tömör fa előszabva		
<b>T6</b>	Egyengetés	0,6	1
<b>E6</b>	Tömörfa egyengetve		
<b>T7</b>	Vastagolás	0,66	1
<b>E7</b>	vastagság kialakítva		
<b>T8</b>	Méretre vágás	0,225	1
<b>E8</b>	Végső méret		
<b>T9</b>	Csapolás	0,67	1
<b>E9</b>	Csapolt Tömör fa		
<b>T10</b>	Profilozás	0,35	1
<b>E10</b>	Profil kialakítva		
<b>T11</b>	Ragasztás	0,25	1
<b>E11</b>	Összeragasztott profil		
<b>T12</b>	Csiszolás	0,38	1
<b>E12</b>	Lecsiszolt profil		
<b>T13</b>	Vizezés	0,135	1
<b>E13</b>	Vizezett profil		
<b>T14</b>	Pácolás	1,9	1
<b>E14</b>	Pácolt profil		
<b>T15</b>	Alapozás	6,7	1
<b>E15</b>	Alapozott profil		
<b>T16</b>	Csiszolás	2,5	1
<b>E16</b>	Végső csiszolt profil		
<b>T17</b>	Fedőzés	6,85	1
<b>E17</b>	Felületkezelte profil		
<b>T18</b>	Laminált szállítása/átvétele	26,5	1
<b>E18</b>	Laminált megfelelő		
<b>T19</b>	Korpusz összeépítése	2,2	1
<b>E19</b>	Korpusz elkészült		
<b>T20</b>	Furatok kialakítása	3,1	1
<b>E20</b>	Megfelelő		
<b>T21</b>	Korpusz és Front összeépítése	2,4	1
<b>E21</b>	Összeszerelt bútor		
<b>T22</b>	Kiegészítők felszerelése	4	1
<b>E22</b>	Kész bútor		



1.2. ábra: Kiindulási folyamatábra



Jelmagyarázat: **E/T**: Események, Tevékenységek nevei,

**Idő**: Egy tevékenység befejezéséhez szükséges idő órában kifejezve,

**Vi**: A tevékenység bekövetkezésének valószínűsége.

### 1.5. FMEA elemzés

A bútorgyártási folyamat racionalizálásának érdekében FMEA elemzést végzünk. A cél az időértékek csökkentése a teljes folyamatra nézve, a legfőbb hibák felismeréséből és az erre tett javítási intézkedésekből kifolyólag. A folyamat FMEA elemzést egy szakértői csapattal végezzük, melynek tagjai: Termelés irányító, Üzemvezető és egy a folyamatban résztvevő operatív alkalmazott. Az elemzés a folyamatdiagram megalkotásával kezdődött, ezzel meghatároztuk az értékelendő rendszert és a rendszerben a részek funkcionális kapcsolatát. A második lépésben feltárjuk és elemezzük a lehetséges hibamódokat. A harmadik lépés a hibamód potenciális hatásának a meghatározása, ahol a hatásosabb elemzés miatt a hibamód egész rendszerre gyakorolt hatását vizsgáljuk. Negyedik lépésben meghatározzuk a hiba potenciális okait, majd azt, hogy a folyamatban hogyan ismerhető fel a hiba. Ötödik lépésben megadjuk az RPN számhoz tartozó S, O, D értékeket. Ezután rangsoroljuk a hibákat az RPN számok alapján és azokra a hibákra, amik az általunk meghatározott küszöb szint feletti RPN értékkel rendelkeznek, azokra hibajavító intézkedéseket javasolunk. Az 1.2. és 1.3 táblázatban láthatók az eredmények.

1.2. táblázat: FMEA Hiba/Hatás feltáró űrlap kiindulási folyamat

Gyu-Fa Kft.		Folyamat FMEA				Részleg: Egyedi konyhabútor Dátum:			
Ssz	Tevékenység	Hiba mód	Hiba hatása	Hiba okok	Hiba felfedezése	S	O	D	RPN
T3	Szabás jegyzék megrendelés telefonon	Anyag nem felel meg a rendelésnek	Alapanyag méret/elzárás rossz Nem lehet elkészíteni a bútort	- Pontatlan szabásjegyzék - Rossz rendelés - Rossz szállítás	Szemmel látható	10	7	3	210
T10	Méretre vágás	Rossz méret	Elszabott front Nem lehet összeépíteni	- Pontatlan vágás - Gép rossz kalibrálás - Hibás szabásjegyzék	Szemmel látható	7	2	5	70
T17	Fedőzés	Szín nem megfelelő	Vevői elégedetlenség	- Rosszul kezelt anyag - Rossz felületkezelő anyag	Szemmel látható	7	2	6	84
T20	Furatok kialakítása	Furat átmérő nem megfelelő	Nem lehet felszerelni a kiegészítőket Használhatatlan termék	- Rossz méret megadás - Kopott eszköz	Szemmel látható	6	6	6	216
T11	Ragasztás	Nincs derékszög	Nem lehet összeilleszteni a frontot Korpusz + front nem komptaibilis	- Mérés nem az átmérő síkján történt	Szemmel látható	8	2	5	80



1.3. táblázat: FMEA Hiba/Hatás javító űrlap javított folyamat

Gyu-Fa Kft.		Részleg: Egyedi konyhabútor						
Ssz	Tevékenység	Hiba mód	Javasolt intézkedés	Határidő	S	O	D	RPN
T3	Szabásjegyzék megrendelése telefonon	Anyag nem felel meg a rendelésnek	Informatikai rendszer bevezetése a rendelés ellenőrzésére és nyomon követésére	2015.11.03.	10	2	3	60
T20	Furatok kialakítása	Furat átmérő nem megfelelő	Plusz egy ellenőrzési tevékenység beépítése a folyamatba	2015.10.29.	5	2	4	40

A folyamat FMEA elemzésre azért volt szükség, mert a szervezet nem felelt meg a kitűzött idő céloknak ennél a gyártási módszerénél. A folyamat tevékenységeinek és funkcióinak, illetve funkció közötti vizsgálatokor öt hibát detektáltunk, ebből kettő hiba olyan nagy kockázati (RPN) számmal rendelkezik, amire rövid időn belüli javító intézkedést javasoltunk.

1.4. táblázat: Hibák ragsorolása

rangsor	Hiba sorszám	RPN alap	RPN elvárt
1	T20: Furat kialakítás	216	40
2	T3: Szabásjegyzék rendelése telefonon	210	60
3	T17: Fedőzés	84	84
4	T11: Ragasztás	80	80
5	T10: Méretre vágás	70	70

A hibamódokat az RPN érték alapján felállított súlyossági sorrend alapján mutatjuk be, és csak azokat, amikre javító intézkedéseket javasoltunk.

Az RPN rangsor felállítása után csak azokra a hibákra javasolunk javító intézkedést, amiknek értéke eléri vagy meghaladja a 150-et. Azért ez a határ, mert az e feletti kockázati értékkel rendelkező hibamódok relevánsak a faiparban végzett elemzések alapján. Így ezek vannak nagyobb hatással a teljes a rendszerre.

Az első hiba rögtön a folyamat elején jelentkezik a szabásjegyzék megrendelése telefonon (T3) nevű tevékenységnél. A hibát a következő tömörfa szállítása/átvétele (T4) és a laminált szállítása/átvétele (T18) tevékenységeknél lehet észrevenni. Az alapanyag szállítási ideje átlagosan 21,5 óra, de ha a hiba bekövetkezik, akkor ez a duplájára nő és a gyártási folyamat csúszik. Nem beszélve a fellépő plusz költségekről, amik akkor keletkeznek, ha a megrendelés a cég rosszul leadott szabásjegyzéke miatt következik be. A szállítási költségeket minden esetben meg kell fizetni. A hiba súlyossága hatalmas, hiszen az alapanyag rossz mérettel, rossz élzárással, rossz színben kerül a gyártási folyamatba, ez vagy vevői elégedetlenséget okoz, vagy nem lehet a gyártási folyamat következő lépését addig elkezdni, ameddig nem érkezik meg a megfelelő alapanyag. Ez nagy idővesztéssel eredményez. A legrosszabb a folyamat idejére nézve az, ha a hiba bekövetkezik mind a két főelem alapanyag szállításánál, mert ekkor duplán csúszik a folyamat az időt tekintve.



A második legnagyobb RPN értékű hiba a furatok kialakítása (T20) nevű tevékenységnél keletkezik, de csak a kiegészítők felszerelése (T22) nevű tevékenységnél észlelhető. Ebben az esetben arról van szó, hogy a bútoralkatrészt nem lehet felszerelni, mert a furat kialakítása nem megfelelő. Ennek oka lehet az, hogy például a csavarhelyek nem megfelelően vannak kifúrva, így az alkatrészt nem lehet felszerelni, vagy az alkatrészt fel lehet szerelni. például egy csúszó tompítót, de a terméket nem lehet használni, mert az kilóg a szekrény síkjából. Bizonyos alkatrészek esetén ezeket a hibákat csak speciális eszközzel lehet kijavítani. ami a műhelyben található. A hiba felfedezése történhet a helyszínen is ahova a megrendelő eltervezte a terméket. Ebben az esetben igen kellemetlen vagy szerszámért elmenni, vagy a terméket visszavinni a műhelybe és ott orvosolni a hibát. A vevői megelégedés ilyenkor csökken, ráadásul, ha a hiba bekövetkezik, akkor az szintén plusz időt és költséget eredményez.

### 1.6. FMEA alapján módosított gyártási folyamat

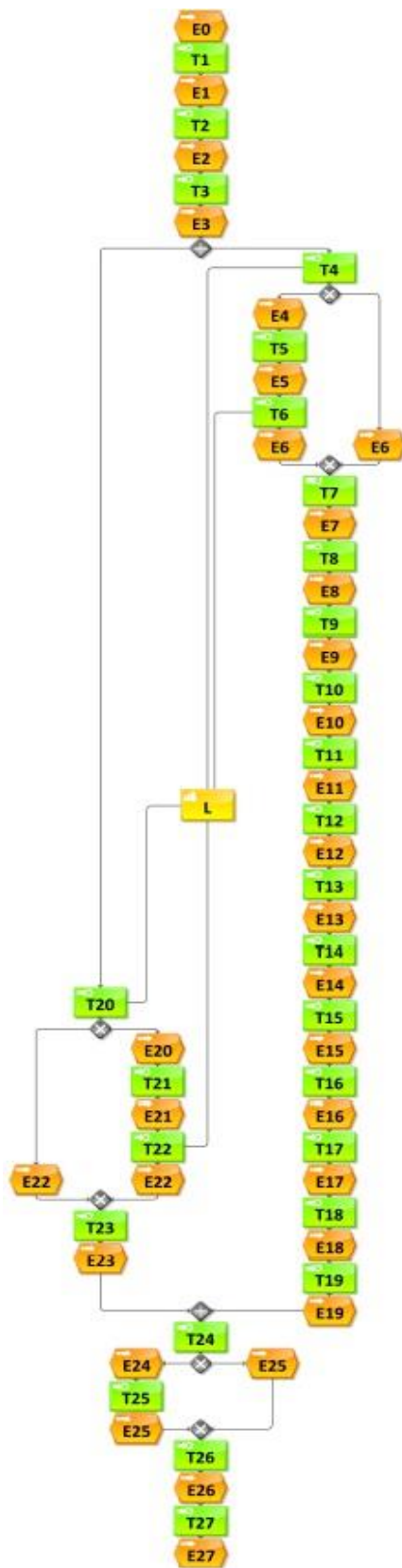
A folyamat FMEA elemzés alapján módosult az alap folyamatmodell, amiben feltüntettük a hibákat, és a javításához szükségesek plusz tevékenységeket. Minden egyes tevékenységhez hozzá kell rendelni a logikai kapcsolatot más eseményekkel, a megfelelő idő adatot illetve a tevékenység bekövetkezési valószínűségét. Ezeket az adatokat az 1.5. táblázat tartalmazza. Mivel új tevékenységek kerültek bele a folyamatba, ezért a folyamat teljes lefutási ideje változik. Ezek az értékek már jobban tükrözik a valóságos teljes folyamatidőt. Így meg tudjuk állapítani, hogy általában mennyi a teljes átfutási idő. Az új modell alapján tudunk reális javító intézkedéseket javasolni a hibák kiküszöbölésére, vagy csökkentésére. Az 1.3. ábrán látható, hogy a két kritikus hibával feltüntetett folyamatábra 27 tevékenységből áll. Ennek az az oka, hogy annál a tevékenységnél, ahol a hiba felismerhető, be kell építeni egy *kizárólagos vagy* operátorral még egy ágot. Ha a hiba nem következik be ezért a T4 tevékenységnél nem észleljük, akkor a *kizárólagos vagy* operátor bezárul és a folyamat megy tovább a T7 tevékenységgel és kihagyja a másik ágot, amin a hiba kijavítása folyik. Ha a hiba bekövetkezik és észleljük a *Tömörfa szállítás/átvétel* tevékenységnél (T4) akkor a folyamat az *újra rendeléssel* (T5). *újra szállítással* (T6) megy tovább, itt bezárul a *kizárólagos vagy*, és elkezdődhet a *szabás* (T7). Ugyan ez az eset áll fenn a *laminált faanyag szállítása/átvétele* (T20) során. csak az egyik ág futhat le, attól függően, hogy bekövetkezik-e a hiba vagy sem. A folyamat FMEA alapján ennek a hibának a bekövetkezési valószínűsége 0,07. Ha a hiba a rossz szabásjegyzék megírása miatt jön létre, akkor a cégnek újra kell fizetnie az alapanyag árat és fellép egy plusz szállítási díj is. Ha mind a két alapanyag szállításánál fellép ez a probléma, akkor az előállított bútor nem hogy nem lesz nyereséges, még rá is kell fizetni saját kasszából.

A másik probléma a kiegészítők furatainak a méretével kapcsolatos. Gépi vagy emberi hibából fakadóan ennek a hibának a bekövetkezési valószínűsége 0,04. (25 termékből egyszer következik be). A hibaköltsége akkor a legnagyobb, ha azon a helyszínen észlelik a hibát ahova a bútort szánták. Ilyenkor vissza kell vinni a műhelybe és kijavítani a problémát. Mivel egyedi olykor extrém megrendelésekről van szó, ezek sokszor olyan kiegészítőket igényelnek, amik kereskedelmi forgalomban nem kaphatók. Ebben az esetben ezeket kiegészítőket külön kell legyártatni, egy esetleges újra gyártás, igencsak megnöveli a folyamat átfutási idejét.



1.5. táblázat: FMEA folyamat esemény- és tevékenység listája

	E/T Neve	Idő	Vi	idő X Vi
E0	Rendelés beérkezett			
T1	Egyeztetés	1,75	1	1,75
E1	Megrendelés kivitelezhető			
T2	Szabásjegyzék megírása	1,25	1	1,25
E2	Elkészült szabásjegyzék			
T3	Szabásjegyzék megrendelése	1,75	1	1,75
E3	Rendelés rögzítve			
T4	Tömör fa szállítása/átvétele	21,5	1	21,5
E4	Tömör fa Nem megfelelő			
T5	Tömör fa újra rendelése	1,75	0,07	0,1225
E5	Tömör fa újra rendelve			
T6	Tömör fa újraszállítása	21,5	0,07	1,505
E6	Tömör fa megfelelő			
T7	Szabás	0,75	1	0,75
E7	Tömör fa előszabva			
T8	Egyengetés	0,6	1	0,6
E8	Tömörfa egyengetve			
T9	Vastagolás	0,66	1	0,66
E9	vastagság kialakítva			
T10	Méretre vágás	0,225	1	0,225
E10	Végső méret			
T11	Csapolás	0,67	1	0,67
E11	Csapolt Tömör fa			
T12	Profilozás	0,35	1	0,35
E12	Profil kialakítva			
T13	Ragasztás	0,25	1	0,25
E13	Összeragasztott profil			
T14	Csiszolás	0,38	1	0,38
E14	Lecsiszolt profil			
T15	Vizezés	0,135	1	0,135
E15	Vizezett profil			
T16	Pácolás	1,9	1	1,9
E16	Pácolt profil			
T17	Alapozás	6,7	1	6,7
E17	Alapozott profil			
T18	Csiszolás	2,5	1	2,5
E18	Végső csiszolt profil			
T19	Fedőzés	6,85	1	6,85
E19	Felületkezelt profil			
T20	Laminált szállítása/átvétele	26,5	1	26,5
E20	Laminált Nem megfelelő			
T21	Laminált újra rendelése	1,75	0,07	0,1225
E21	Laminált újra rendelve			
T22	Laminált újraszállítás	26,5	0,07	1,855
E22	Laminált megfelelő			
T23	Korpusz összeépítése	2,2	1	2,2
E23	Korpusz elkészült			
T24	Furatok kialakítása	3,1	1	3,1
E24	Nem megfelelő			
T25	Újrafúrás	2,9	0,04	0,116
E25	Megfelelő			
T26	Korpusz és Front összeépítés	2,4	1	2,4
E26	Összeszerelt bútor			
T27	Kiegészítők felszerelése	2,5	1	2,5
E27	Kész bútor			
				<b>62,141</b>



1.3. ábra: FMEA Folyamatmodell



Érdekeség a folyamat FMEA elemzés során hogyan alakul a problémák RPN értéke. Az alapanyag szállításával kapcsolatos problémák kisebb RPN értékkel rendelkeznek, holott sokkal nagyobb a hiba kijavításakor fellépő idő és költség. A folyamatfejlesztésben ezt a felismerhetőségi érték határozza meg. A mi esetünkben a második probléma felismerhetősége valószínűbb, mint az első problémáé. Most, hogy képet kaptunk a folyamatról és annak sajátosságairól, a továbbiakban elemezzük a folyamatot átfutási idő szempontjából.

### **1.7. Az FMEA alapján módosított folyamat átfutási időelemzése**

Annak érdekében, hogy a folyamatfejlesztés állításait alá tudjuk támasztani, nélkülözhetetlen a jelenlegi gyártási folyamat átfutási idő elmézés. Az FMEA alapján feltárt hibákat beépítettük a folyamatmodellbe, ezt a modellt fogjuk összehasonlítani a javított modellel. A folyamat átfutási idejét a következő képen határozzuk meg. A tevékenységek idejét megszorozzuk a tevékenység bekövetkezési valószínűségével, ami 0 és 1 közötti érték lehet. Erre azért van szükség, mert a teljes folyamatban vannak olyan tevékenységek, amelyek nem minden folyamat lefutásnál következnek be, csak a hibák előfordulásakor. Ezeket KIZÁRÓLAGOS VAGY (XOR) operátorral ellátott folyamatágakkal jelöljük. Az eseményeket nem kell figyelembe venni a számításnál, hiszen azoknak nincsen ideje és költsége, csak a tevékenységek elkezdését jelölik, vagy az azok befejezésekor fellépő állapotváltozást. Az így kapott értékeket összeadjuk a folyamat logikai struktúráját figyelembe véve. A párhuzamosan futó ágaknak (ahol ÉS operátor van) külön kiszámoljuk az átfutási idejét és a teljes folyamat átfutási időből kivonjuk azt az ágot, amelyiknek az átfutási ideje rövidebb. Erre azért van szükség, mivel szimultán megy a két ág, ezért a rövidebb biztosan lefut addig, amíg a hosszabb. Az így kapott teljes folyamat átfutási időt hasonlítjuk össze a fejlesztett folyamat átfutási idejével.

A jelenlegi folyamat esetén kapott eredmény a teljes folyamat lefutási idejére vonatkozóan 62,14 óra értéket mutat. Ha nyolc munkaórás munkanappal számolunk, akkor az kerekítve nyolc munkanapot jelent. Vagyis nagy eséllyel nyolc munkanap alatt biztosan elkészítenek egy 10 m<sup>2</sup> frontú konyhabútort. Ebből a konyhabútorból, egy 24 munkanapos hónapot számolva összesen 3 darabot tud egy 3 fős csapat elkészíteni. A cégnél 6 fő dolgozik, ha ebből alkotunk kettő csapatot, akkor ugyanilyen feltételek mellett, egy hónapban 6 db konyhabútor legyártása lehetséges. Ez a 8 munkanapos gyártási idő. hosszúnak tűnik. A cég kiszervezte az egyik alfolyamatát, minőség javítás céljából. A minőség javulás megtörtént, de a folyamat átfutási ideje nagyon megnőtt. Látható, hogy az egyik hiba oka, pont a kiszervezésből adódó, kommunikációs probléma, amikor a rossz rendelés miatt érkezik rossz áru, ilyenkor akár egy hetet is csúszhat a termék legyártása. Tehát a fő gond itt akkor van, amikor az alapanyag szállítási hiba bekövetkezik. A gyártási folyamaton fejlesztve is csökkenne az átfutási idő, de a fő megoldandó probléma, az, hogy a rossz szállítás ne következzen be. A cél megakadályozni a hibás rendelést, ezáltal a hibás alapanyag szállítást. Tehát a jelenlegi konyhabútor gyártási folyamat teljes átfutási ideje 62,14 óra. Az elemzést tovább folytatva ezzel az összeggel kell összehasonlítani a javított folyamat eredményét és megvizsgálni a folyamat fejlesztés feltételezéseinek helyességét. Ahhoz, hogy ezek igazolásra kerüljenek szükséges a folyamat FMEA alapján újra gondolt folyamatot is bemutatni, valamit az átfutási idejét is kielemezni.



A következőekben a H1 és H2 hiba megoldási lehetőségét ismertetjük illetve a hozzá kapcsolódó kérdésekre keressük a választ, azaz a csökkenthetőek-e az egyedi bútorgyártási folyamatoknál az átfutási idő a folyamat racionalizálásával? Összességében azt vizsgáljuk, hogy az FMEA alapján javasolt hibajavító intézkedések milyen hatással lennének a folyamat idejére.

### **1.7.1. H2 hiba, folyamat FMEA alapján javasolt hibajavító intézkedés**

A hiba okai lehetnek, hogy a telefonon leadott rendelést rosszul rögzítik. Nehéz egy 8-10 karakterből álló sorozatot lediktálás után jól rögzíteni, főleg ha ebből van 9-15 darab rendelésenként. Miután az ügyintéző telefonon rögzíti a szabásjegyzéket, utána azt továbbítja egy másik úrlapon keresztül a műhelybe, ami alapján teljesítik a rendelést. Szín, anyagminőség, anyagfajta, méret, élzárás minősége, élzárás színe, ezek azok a paraméterek, ami alapján megrendelik a gyártástól az alapanyagokat. A másik ok lehet a rossz szabásjegyzék megírása, és a rossz szabásjegyzék alapján leadott rendelés. Az is előfordulhat, hogy a szabásjegyzéket rosszul kiszámolt méretek alapján rendelik meg. Ha ezt a problémát még időben észreveszik, akkor azt lehet korrigálni, úgy hogy telefonon a külső cégnek szólva módosítjuk a rendelést.

A H2 hiba bekövetkezési valószínűségének csökkentésére tett javaslat a következő: Egy olyan informatikai rendszer bevezetése, ami segítségével nyomon követhető a rendelés. Lényegében a rendelést összekötjük egy informatikai rendszerrel és a gyártási folyamatba beépítünk plusz egy tevékenységet a rendelés visszaigazolására. A megadott sablonszerű úrlapok kitöltése után az elküldött megrendelő úrlapról azonnal jön egy visszaigazoló email az úrlap fogadásáról. Ez után a külső cég feldolgozza az úrlapot, majd küld egy visszaigazoló és egy ajánlattevő úrlapot. Ebben a visszaigazoló úrlapba le tudjuk ellenőrizni, hogy a megrendelt tételek egyeznek-e a nekünk szükséges alapanyagokkal. Ha igen akkor visszaigazoljuk a megrendelést, ha nem akkor kiigazító úrlappal javítjuk a megrendelést. Ennek a rendszernek több erőssége is van a régihez képest. A plusz beépített visszaigazoló tevékenységgel kiküszöböltük azt a lehetőséget, hogy a megrendelés a szabásjegyzék téves megírása miatt eredményez rossz alapanyagot. Ha megrendelés után rosszul dolgozzák fel az úrlapot, akkor azt a következő tevékenységnél még az alapanyagok szállítása előtt javítani lehetséges. Ráadásul a logisztikai támogatás révén, a megrendelésről pontos képet kapunk, hogy merre jár az alapanyag. A hiba bekövetkezésének a csökkentésére szükség van egy kisebb beruházásra: számítógép, hálózat kiépítés és a megfelelő szoftverek. A cég egyik munkatársát be kell tanítani a megfelelő szoftver használatára. Ezzel a hiba egyik okát megszüntettük, mégpedig a helytelen rögzítést, de a hiba még bekövetkezhet, mert a másik ok, a pontatlan szabásjegyzék készítése még egy létező probléma.

### **1.7.2. H1 hiba, folyamat FMEA alapján javasolt hibajavító intézkedés**

A hiba oka lehet a rossz méret megadása. Mivel egyedi termékről van szó, ezért ezek olykor egyedi kiegészítőket is igényelnek, amik nem minden esetben felelnek meg a szabványoknak. Az első leadott méret után az elkészült termék olykor más mérettel rendelkezik, ilyenkor a kifúrt lyukat újra kell fúrni, vagy az adott kiegészítő rögzítő elemét kell a lyukhoz igazítani. Mind a kettő idővesztéssel jár, főleg akkor, ha a hibát nem lehet



a külső helyszínen javítani és a bűtort vissza kell szállítani a műhelybe. A hiba másik oka lehet, ha az eszköz nem megfelelő, például a befogófej kopott. Ebben az esetben is ki kell igazítani a lyukat. A hiba bekövetkezési valószínűségének csökkentésére tett javaslat a következő. Be kell építeni egy plusz tevékenységet a folyamatba ott, ahol a kiegészítők felszerelése előtt ellenőrizzük azokat az eszközöket, amivel a lyukat alakítjuk ki a munkadarabnak, illetve ellenőrizzük, kiegészítőket hogy megfelelnek-e az előzetesen leadott méret adatoknak. Egy informatikai rendszerrel támogatott ellenőrzés nagyon rövid időt vesz igénybe és eltünteti a hibát a folyamatmodellből. A problémák megoldására tett javítóintézkedéseket az 1.4. ábra tartalmazza. A hibákat megpróbáltuk eltüntetni vagy a legkisebb bekövetkezési valószínűsége csökkenti az előfordulását. A folyamat FMEA által javasolt hibajavító intézkedések tevékenységeit, és eseményeit beépítettük a folyamatmodellbe, illetve a hozzá tartozó idő és adatok a 1.6. táblázatban szerepelnek. Így minden adat rendelkezésre áll, hogy meghatározzuk a javított folyamatátfutási idejét.

### 1.7.3. FMEA által javított gyártási folyamat

Ismertetjük azokat a változásokat, amik létrejöttek a gyártási folyamatban azért, hogy hatékonyabban menjen végbe, és közelítsen az optimális gyártási folyamata felé, valamint az idő adatokban bekövetkezett változásokat és annak okait is. Bizonyos tevékenységeknél változott az időtartam és a bekövetkezési valószínűség is.

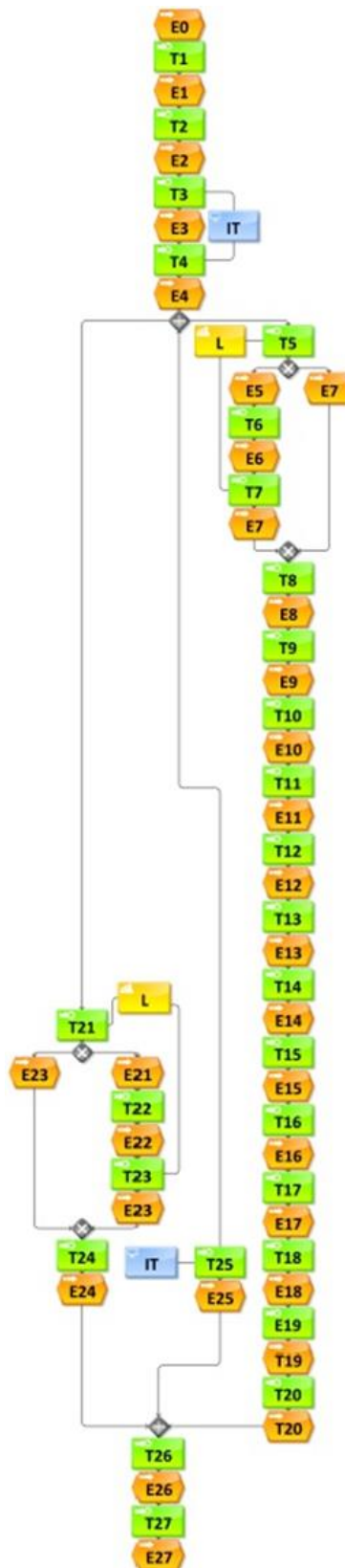
Az első szembetűnő különbség az 1.3. és 1.4. ábra között az, hogy a folyamat végénél az 1.3. ábrában található T24 tevékenység utáni *kizárólagos vagy* operátor az 1.4. ábrán ez által az új gyártási folyamból eltűnt. Ennek nagyon örülünk, mert egy hibának az előfordulási valószínűségét nullára csökkentettük, vagyis már nem létezik ez a hiba. De ezért be kellett iktatni plusz egy tevékenységet a folyamatba: egy ellenőrző tevékenységet és beintegráltuk a furatok kialakítása tevékenységet *a korpusz és front összeépítése* tevékenységbe, ezért ennek az időtartama nőtt. Az elemzés során kiderül, hogy ezzel tudtunk-e időcsökkentést elérni. Az IT az informatikai rendszert az L a logisztikai rendszert jelöli.

A H2 hibát nem tudtuk teljesen kizárni a folyamatból, de a bevezetett informatikai rendszerrel a hiba egyik okát teljesen megszüntettük, a másik okkal a hiba bekövetkezési valószínűségét 0,07-ről 0,02-re csökkentettük. A rendelés visszaigazoló módszerrel kizártuk azt a lehetőséget, hogy rossz szabásjegyzék alapján történjen a kiszállítás. így a körülményes rendelési procedúra kiiktatásával nem következhet be a hiba. A másik ok, ami miatt mégis előfordulhat a hiba, az a külső cég hibás úrlap feldolgozása, a pontatlan szabásjegyzék elkészítése alapján feladott rendelés. Ezzel megszabadultunk a dupla alapanyag költségtől, és ha előfordul a hiba, akkor csak a szállítási költséget kell megfizetni újra.



1.6. táblázat: Javított FMEA folyamat esemény- és tevékenység listája

E/T	Neve	idő	Vi	idő X Vi
E0	Rendelés beérkezett			
T1	Egyeztetés	1,75	1	1,75
E1	Megrendelés kivitelezhető			
T2	Szabásjegyzék megírása	1,25	1	1,25
E2	Elkészült szabásjegyzék			
T3	Szabásjegyzék rendelése IT	0,15	1	0,15
E3	Rendelés elküldve			
T4	Rendelés vissza igazolása	0,15	1	0,15
E4	Rendelés véglegesítve			
T5	Tömör faa. szállítása/átvétel	21,5	1	21,5
E5	Tömör fa Nem megfelelő			
T6	Tömör fa újra rendelése	0,15	0,02	0,003
E6	Tömör fa újra rendelve			
T7	Tömör fa újraszállítása	21,5	0,02	0,43
E7	Tömör fa megfelelő			
T8	Szabás	0,75	1	0,75
E8	Tömör fa előszabva			
T9	Egyengetés	0,6	1	0,6
E9	Tömörfa egyengetve			
T10	Vastagolás	0,66	1	0,66
E10	vastagság kialakítva			
T11	Méretre vágás	0,225	1	0,225
E11	Végső méret			
T12	Csapolás	0,67	1	0,67
E12	Csapolt Tömör fa			
T13	Profilozás	0,35	1	0,35
E13	Profil kialakítva			
T14	Ragasztás	0,25	1	0,25
E14	Összeragasztott profil			
T15	Csiszolás	0,38	1	0,38
E15	Lecsiszolt profil			
T16	Vizezés	0,135	1	0,135
E16	Vizezett profil			
T17	Pácolás	1,9	1	1,9
E17	Pácolt profil			
T18	Alapozás	6,7	1	6,7
E18	Alapozott profil			
T19	Csiszolás	2,5	1	2,5
E19	Végső csiszolt profil			
T20	Fedőzés	6,85	1	6,85
E20	Felületkezelt profil			
T21	Laminált szállítása/átvétele	26,5	1	26,5
E21	Laminált Nem megfelelő			
T22	Laminált újra rendelése	0,15	0,02	0,003
E22	Laminált újra rendelve			
T23	Laminált újraszállítás	26,5	0,02	0,53
E23	Laminált megfelelő			
T24	Korpusz összeépítése	2,2	1	2,2
E24	Korpusz elkészült			
T25	Eszköz ellenőrzés	0,35	1	0,35
E25	Ellenőrzés megtörtént			
T26	Korpusz, front összeépítése/ furatok kialakítása	2,6	1	2,6
E26	Összeszerelt bútor			
T27	Kiegészítők felszerelése	2,5	1	2,5
E27	Kész bútor			
				<b>52,836</b>



1.4. ábra: Javított folyamatmodell



Az idő adatokban bekövetkezett változásokról még elmondható, hogy az alapanyag megrendelése lecsökkent 0,1 és 0,2 órára, mert csak az előzőleg megírt szabásjegyzéket kell beimportálni a programba és a program által generált űrlapot elküldeni a külső vállalatnak. De van egy plusz tevékenység, amivel nő a folyamat ideje, ez a rendelés visszaigazolása, aminek az idő adatai 0,1 és 0,2 óra. De még a két tevékenységnek az időösszege sem éri el az előző folyamat *rendelés leadása telefonon* tevékenység időadatát. Ha a hiba a külső cég miatt következik be, akkor az új rendelés leadása is az informatikai rendszeren keresztül valósul meg, ezért az *újra rendelés* tevékenység ideje is csökken,

A fő cél az, hogy a H2 hibát megpróbáljuk teljesen kizárni a folyamatból, mert ha az bekövetkezik, akár duplájára is nőhet a termék gyártása. Az új folyamaton elvégzett elemzés eredményeként megkapott folyamatátfutási időt, hasonlítjuk össze a jelenlegi folyamat átfutási idő eredményével.

#### FMEA által javított folyamat átfutási időelemzése

A kapott eredmény a teljes folyamat lefutási idejére vonatkozóan 95% megbízhatósággal 52,836 óra körüli értéket mutat. Ha nyolc munkaórás munkanappal számolunk, akkor az kerekítve hét munkanapot jelent. Vagyis nagy valószínűséggel hét munkanap alatt biztosan elkészítenek egy 10 m<sup>2</sup> frontú konyhabútort. Tehát a folyamat FMEA-val javasolt hibajavító intézkedéseket beépítve a bútorgyártási folyamatba, változás következik be a teljes folyamat időt tekintve.

Beépültek plusz ellenőrző tevékenységek a folyamatba, aminek köszönhetően a hiba gyakoriság csökkent. Tehát azt gondolnánk, hogy a plusz tevékenység plusz időt jelent, de mivel áll a termelés a hiba kijavítása miatt az első esetben. Így mégis elmondhatjuk, hogy a folyamat átfutási idő csökken a javított folyamatnál, mert nem kell akkor erőforrást fordítani a bekövetkezett hiba elhárítására.

A legnagyobb jelentősége mégis annak van, hogy a H2 hiba, vagyis a szabásjegyzék rendelése bekövetkezési valószínűségét jelentősen lecsökkentettük. Az előzőekben minden 20-ik terméknel tapasztalható volt a hiba. A javított folyamatnál egy informatikai rendszerrel és egy beépített sztenderddel a hiba gyakoriságát lecsökkentettük, hogy minden 50-ik terméknel jelentkezhessen körülbelül. Ez viszont már a pontatlan mérésből fakadó rossz szabásjegyzék miatt fordult elő. Azáltal, hogy körülbelül egy nappal lecsökkent a termék előállítás ideje, így egy 24 munkanapos hónapban, a két három fős munkacsoport 3,5-3,5 darabot tud elkészíteni.



## 1.8. Eredmények összegzése és értékelése

Azáltal, hogy folyamatmodellel átláthatóvá tettük az egyedi bútorgyártási folyamatot, megteremtettük a folyamatelemzés alapját. Hagyományos folyamat hibamód- és hatáselemzéssel megkerestük a potenciális hibákat, azok okait, és megvizsgáltuk a hatását az egész rendszerre nézve. Egy 10 m<sup>2</sup> frontú konyhabútor elkészítéséhez körülbelül 60 óra szükséges, ez 8 órás munkanapokkal számolva 7,5 nap, kerekítve 8 nap. Ha a javasolt intézkedéseket beépítjük a folyamatba, akkor a bútor legyártásához szükséges idő 53 órára csökken, ami körülbelül 7 munkanapot jelent. A hibák kiküszöbölésével a vállalat képes a vevői elégedettség szintjének növelésére. valamint egy hónapban, két három fős munkacsoport készíti a bútorokat, akkor egyel többet képesek legyártani, ugyan akkora erőforrás ráfordítással.

Az a kérdés, hogy pénzügyileg megéri-e ezeket a javítóintézkedéseket beépíteni, A H1 és H2 hiba kijavításához egyaránt szükséges egy informatikai rendszerre való beruházás. Ennek az informatikai rendszernek a részzeit az 1.7. táblázatban ismertetjük:

1.7. táblázat: Informatikai eszközök

Elem	Ár (bruttó Ft)
Hardver	250.000
Szoftver	100.000
Hálózat	50.000

Az informatikai rendszer beruházásának a megtérülésére vagyunk kíváncsiak. Hányszor kell a javított folyamatnak lefutni annak érdekében, hogy a hiba kijavítására tett beruházásunk nyereséges legyen. Sokszor a belső megtérülési ráta használata félre vezető. Ezt a mutatót sosem szabad technológiai beruházások értékelésére használni. Éppen ezért egy úgynevezett ROI megtérülési rátával fogunk dolgozni [9].

A megtérülés számításánál 3 egységnyi (3 folyamat lefutású) időintervallumon számoljuk a projekt költségeit, mert a számviteli politikai is 3 időegységnyi időszakra tekinti az informatikai beruházások kezelhetőségét. **Megtérülési ráta számítása:**

$$ROI = \frac{\text{Realizált haszon}}{\text{Beruházási érték}} \quad (2)$$

Pénzügyi szempontból egyenértékűnek tekintjük a pénzáramlásokat, mert 3 folyamat legjobb esetben 2 hónap alatt, legrosszabb esetben 3 hónap alatt végbe megy, ezért az inflációt nem veszem bele a számításba.



1.8. táblázat: Beruházás vizsgálata három hónapos időintervallumon

idő (hónap)	0	1	2	3	Összesen
Hardver	250.000				250.000
Szoftver	100.000				100.000
Hálózat	50.000	10.000	10.000	10.000	80.000
<b>Kiadások összesen</b>	<b>400.000</b>	<b>10.000</b>	<b>10.000</b>	<b>10.000</b>	<b>430.000</b>
<b>Bevétel növekedés</b>	<b>0</b>	<b>200.000</b>	<b>200.000</b>	<b>200.000</b>	<b>600.000</b>

$$ROI = \frac{600000}{430000} = 1,39 = 139\% \quad (3)$$

Tehát az előző fejezetben végzet eredmények felhasználásával és ebben a fejezetben végzet ROI elemzés alapján a beruházás 3 hónap után megtérül. Minden hónapban a rövidebb átfutási idő miatt, egyel több terméket tudnak előállítani. Így azzal a plusz termék. plusz nyereségével számolva megéri a folyamatfejlesztése.

A Gyu-Fa Kft, bútorgyártási folyamatának alapos vizsgálatát követően a javasolt hibajavító intézkedések bevezetésével lényeges idő-, költség-, és energia megtakarítás érhető el.



## Felhasznált szakirodalom

[1] Nagy Jenő Bence (2008): Minőségjavító intézkedések gazdasági hatásainak értékelése az FMEA módszer tükrében, *Magyar minőség*, vol. 10, ISSN: 1216-9576, pp. 120-130

[2] Kovács Zoltán(2011): FMEA - Bevezetés előadás anyaga Pannon Egyetem, Veszprém

[3] N. Sellappan – R. Sivasubramanian (2008): Modified Method for Evaluation of Risk Priority Number in Design FMEA, *The Icfai Journal of Operations Management*, Vol. VII, No. 1, pp. 1-11.

[4] D. H. Stamatis.(2003): Failure Mode Effect Analysis: FMEA from Theory to execution, *American Society for Quality, Quality Press, Milwaukee*, ISBN: 0-87389-598-3

[5] Mendling, J. – Reijers, H. A. – van der Aalst, W. M. P. (2010): Sevenprocessmodelingguidelines (7PMG). *Information and Software Technology*, Vol. 52, No. 2. pp. 127-136.

[6] Kosztyán Zsolt Tibor (2011): Logisztikai információs rendszerek c. tantárgy előadásanyaga, Pannon Egyetem, *Veszprém, 2011*

[7] Tenner, Arthur R. – DeToro, Irving J. (1998): BPR vállalati folyamatok újraformálása. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1998, ISBN: 963 16 3001 3

[8] Vincent C. Yen (2009): Az integrated model for business process measurement, *Business Process Management Journal*, Vol. 15 No. 6, ISSN: 1463-7154, pp. 865-875.

[9] Dr. Fehér Péter (2009): Tudás és Menedzsment, Informatikai beruházások pénzügyi értékelése, Budapest

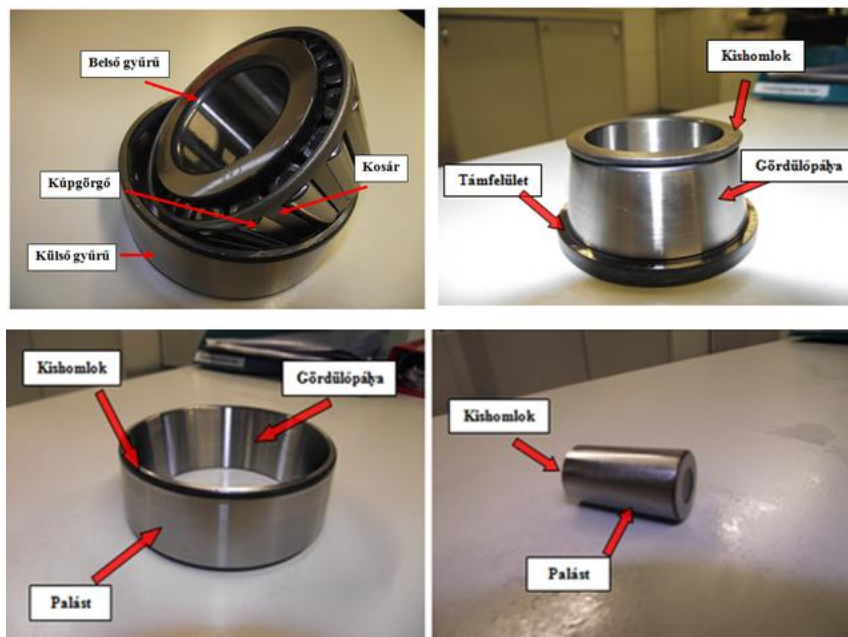
## 2. CSAPÁGYGYÁRTÁS TECHNOLÓGIAI LÉPÉSEI ÉS OPTIMALIZÁLÁSA

Szerkesztette: Deák Krisztián

Minden termelő ipari vállalat nyereség orientált ezért profit maximalizálására törekszik. Ennek egyik módja, hogy megvizsgáljuk a folyamatainkat, hogy hol és miként tudjuk azokat optimalizálni. Az ehhez kapcsolódó módszerek alkalmazásával egyre közelebb kerülünk a végső célhoz a 0 hiba elvének eléréséhez. Meg kell határozni a selejt kezelésének folyamatát, illetve a selejt keletkezésének okait, amikre már az első pár hétben adtam javítási konstrukciókat. Fő feladatok egyike a gépészmérnöki gyakorlatban a mérési, ellenőrzési hibák felmérése, azzal a céllal, hogy a gyártás képes-e a vele szemben támasztott minőségi követelményeknek eleget tenni.

A gépek különböző komplexitású gépészeti egységekből és gépelemekből épülnek fel. Ezek egyik fontos része a csapágy, amely meghibásodása kritikus tényező az egész gépállapot szempontjából. Fontos a megfelelő tervezés, a gyártás optimalizálás és a hozzá kapcsolódó ellenőrzési folyamatok, illetve a későbbi üzemeltetés során a műszaki diagnosztika és karbantartás. A jegyzet jelen fejezetében valóságos gyakorlati eseten keresztül arra keressük a választ, hogy hogyan lehetne kialakítani egy olyan hatékony mérési és ellenőrzési rendszert, amely alkalmas lehet az összes olyan csapágygyűrű kiszűrésére.

### 2.1. A kúpgyűrűs csapágy részei és funkciói



2.1. ábra: Csapágy részeinek bemutatása

Forrás: [1]

Az optimalizálás szempontjából alapvetően fontos, hogy ismerjük a vizsgált gépek és gépelemek felépítését, műszaki tulajdonságait és gyártástechnológiáját, mivel mind a gyártási, mind a szerelési és mérési optimalizáláshoz szorosan kapcsolódik. Jelenleg a kúpgörgős csapágyakra fókuszálunk, mivel a debreceni székhelyű FAG Magyarország Ipari Kft. kiemelkedik a csapágygyártás területén és igényli a megfelelő szakképzettséggel rendelkező mérnököket. Mint, ahogy a 2.1 ábrán látható, a kúpgörgős csapágyak erős, kúpos futópályájú belső és külső gyűrűből, kosárból és kúpgörgőkből állnak. A kúpgörgős csapágyak külső, illetve belső gyűrűjének futópályája, és a közöttük elhelyezkedő görgők kúposak. A belső gyűrűt, a görgőket és a kosarat együttesen belső egységnek is nevezik. A csapágy szétpárosítható, tehát a belső gyűrű a görgőkkel és kosárral (belső egység) együtt, a külső gyűrűtől függetlenül szerelhető. A görgők és a futópálya logaritmikus profilúak. A belső kialakítás, a görgővég és a támasztóváll érintkezési felületének optimalizálásával az elődeihez képest kisebb súrlódás és nagyobb terhelhetőség tapasztalható, mely a csapágy élettartamát is meghosszabbítja. A kúpgörgős csapágyak sugár, radiális irányú és egyoldalas axiális terheléseket tudnak felvenni. Az axiális ellenvezetéshez általában egy második csapágy kell, amelyet tükrözve kell elhelyezni. A csapágnak vannak fontos, vevői paraméterei, melyeknek az előírt értékektől nagyon minimális eltérés engedett meg.

Ilyen fontos jellemzők a következők: szerelési magasság, furatátmérő, palástátmérő.

Természetesen vannak még fontos paraméterek, melyektől nem szabad eltérni (például: kosárkiállítás) de ezekre kevesebb hangsúlyt elegendő fektetni.

## 2.2. A csapágy gyártásának technológiája [1]

A külső és belső gyűrűk gyártása

A következőkben ismerjük meg a gyártástechnológiát a későbbi folyamatoptimalizálás helyes értelmezéséhez.

1. Idegenáru átvétel: Kovácsolt gyűrűként érkezik be a nyersanyag, amelyeknek itt még nincsenek szétválasztva, tehát a külső és belső gyűrű egybe van, Ezt toronygyűrűnek nevezzük



2.2. ábra: Beérkezett alapanyag



2.3. ábra: Toronygyűrűk



2. Az ezt követő lépés a toronygyűrű megmunkálása, forgácsolása, A forgácsoló megmunkálás során, lágy állapotú anyagok megmunkálása történik, A forgácsolás egyik fajtája az esztergálás, amikor az alkatrész megmunkálásakor a munkadarabról egyélű, szabályos élgeometriájú szerszámmal választjuk le az anyagot,

Az első művelet lépései:

- 1, Megfogás a furaton
- 2, Furatesztergálás
- 3, Oldalazás
- 4, Élletörések,

A második művelet lépései:

- 1, Megfogás a furaton
- 2, Palástesztergálás
- 3, Oldalazás
- 4, Élletörések
- 5, Toronygyűrű szétválasztása külső- és belső gyűrűvé,



2.4. ábra: Palástköszörült toronygyűrű



2.5. ábra: Kettéválasztott toronygyűrű

3, A következő folyamat a hőkezelés, Itt hőntartással megváltoztatjuk a fémes anyagok anyagszerkezetét, Három fázisból áll: 1, Felmelegítés 2, Hőntartás 3, Hűtés, Hőkezelés után a gyűrűk keménysége nagymértékben megnövekedik, de a csapágy megfelelő működéséhez szükséges méret, alak és felületi követelményeknek még nem felel meg, Ezt a folyamatot követően a gyűrűk ismét fekete, matt színűek lesznek,



2.6. ábra: Hőkezelő kemence



2.7. ábra: Hőkezelt gyűrűk

4, A negyedik lépés a kemény megmunkálási folyamat, Ebben a szakaszban már a belső- és a külső gyűrű megmunkálási folyamata eltér egymástól, Először mindig a homlokfelületek kerülnek megmunkálásra, Az így kialakított sík homlokfelület lesz a későbbi megmunkáló eljárások megmunkálási- és mérési bázisfelülete, Második lépésként a külső gyűrű palástfelülete lesz köszörülve, Az így kialakított hengeres felület lesz a későbbi gördülópálya köszörülési megmunkáló bázisfelülete,



2.8. ábra: Alapműveleten megmunkált gyűrűk 1.



2.9. ábra: Alapműveleten megmunkált gyűrűk 2.

5, Palástköszörülés után a külső gyűrűk gördülópályája kerül megmunkálásra, Ennek a műveletnek általában kettő megmunkáló és egy termék megjelölési fázisa van: 1, Gördülópálya köszörülés 2, Gördülópálya finiselés 3, Bélyegzés, A bélyegzés a belső- és a külső gyűrűk esetén is a homlokfelületre történik, A bélyegzés a következőket tartalmazza: 1, Csapágy típusát 2, Márkajelzést 3, Gyártási dátumot 4, A csapágy származási helyét



2.10. ábra: Gördülőpálya finiselt külső gyűrűk 1.



2.11. ábra: Gördülőpálya finiselt külső gyűrűk 2.

következő szakaszban a belső gyűrűnél mindig a következő fázisokban történik a megmunkálás: 1, Gördülőpálya köszörülés 2, Furatköszörülés 3, Támfelület köszörülés 4, Gördülőpálya finiselés 5, Támfelület finiselés 6, Bélyegzés



2.12. ábra: Kiindulási állapot



2.13. ábra: Megmunkálás utáni végállapot

### 2.2.1. A kosár gyártása

A lemezalkatrészek a sajtoló üzemben készülnek. A saját és cégcsoporton belüli felhasználásra készített kosarakon kívül más, szintén lemezből készült gördülőcsapágy alkatrészek gyártása is folyik a gyárban, Ilyenek például: golyóscsapágy kosarak, porvédők. A gyárban műanyag kosarak is felhasználásra kerülnek, de ezeket készen vásárolják. A kosár biztosítja a gördülőelemek távolságtartását és mozgását a csapágyban. Az első lépés az idegenáru átvétel. Az alapanyag lemez egy tekercs vagy táblás lemez. Táblás lemezzel

egy nagyméretű kosárkivágó gép dolgozik. Megy egy nagy lemeztáblát folyamatosan mozgatva, vágja ki belőle a kosarakat. Ebben a részben a kosárgyártás folyamatát szeretném bemutatni.



2.14. ábra: Félkész kosár

A nagyméretű kosárgyártás egyedi gépeken történik. A gépek között a félkész termék ládákból kerül továbbításra. A tényleges gyártás első lépése az előhúzás. Tárcsa kivágása a lemeztekeresből és a sík tárcsa dombornyomása.

Második lépésben a nagyhomlok felőli homloklapfelületet esztergálják, Ezután a kosár ablakainak kivágása történik, majd ezt követi a bordakalibrálás,

A már majdnem kész kosarakat először mossák, majd szárítják és alávetik egy úgynevezett sorjátlanító koptatásnak. Majd ezután konzerválják és csomagolják.

### **2.2.2. A kúpgörgő gyártása**

Az első lépés az idegenáru átvétel: skip-rot rendszer, Alapanyaga a hidegen húzott tekercs anyag (huzal).

Tekercsben vásárolható meg, melyből a minimális vásárolható mennyiség 5 tonna, Ezt a huzalt először feldarabolja egy gép, majd belepréseli a kalottát.



2.15. ábra: Préselt kúpgörgők

A következő szakasz a hőkezelés: ez hasonlóan történik, mint a gyűrűknél, Ennek célja, hogyhőntartással megváltoztatjuk a fémes anyagok anyagszerkezetét, Három fázisból áll: 1, Felmelegítés 2, Hőntartás 3, Hűtés



2.16. ábra: Préselt kúpgörgők



2.17. ábra: Finiselt, kész kúpgörgők

Ezután következik a görgőpalást nagyoló előkészítése, majd a görgő homloklületének köszörülése, A következő folyamat a görgőpalást simító készre köszörülése, Majd ezt követően a görgő palástjának a superfiniselés majd ez után a görgők átesnek egy repedésvizsgálaton, A sorok végén történik a 100%-os vizuális ellenőrzés, ahol a szemmel látható eltérések kiszűrésre kerülnek, A vizuális ellenőrzés után a görgők szortírozásra kerülnek szortírozó géppel vagy kézzel történő szortírozással, A szortírozás lényege, hogyegy csomagolási egységbe azonos átmérőjű görgők kerüljenek, hogya csapágyba történő beszereléskor sikerüljön az elhelyezés és működő képes legyen a csapágy, A szortírozás pontossága általában 0,003 mm, Az utolsó lépés a csomagolás, A görgők nem kerülnek azonnal felhasználásra, beépítésre, ezért el kell szállítani, vagy a csapágy összeszerelő részlegbe, vagy a raktárba, vagy a kiszállítási részlegre,

### 2.3. Összeszerelés

Az utolsó fázis az összeszerelés, amelynek szakirodalmi áttekintés szerint általánosan két típusa létezik,

1, Minden alkatrészt egy szereldéhez szállítanak, és ott történik a szerelés, Ennek a módszernek a fő előnye, hogya szerelés gyorsasága nem függ a gyártás gyorsaságától, mivel köztes raktárból történik az anyagellátás, Nagy hátránya, hogymagas az átfutási idő, köztes raktárakat kell létrehozni és felléphet az anyagkeveredés veszélye is,

2, A szereldék általában a gyártósorok végén vannak kialakítva, úgynevezett cellát képezve, Ennek fő előnyei, hogynem kell köztes raktárakat létrehozni, az anyagkeveredés veszélye minimálisra csökkenthető, Van viszont egy nagy hátránya, hogyha leáll valamelyik művelet, akkor a többi nem tud haladni,

Az összeszerelés a következő műveletekből áll: 1, Görgőbetöltés a kosárba, a belső gyűrűbe 2, Kosárösszehúzás (műanyag kosár esetén nincs összehúzás, rugalmasabb anyag, mint a fém és csak be kell pattintani) 3, Párosítás a külső gyűrűvel 4, Mosás 5, Szerelési magasság mérés 6, Zajmérés 7, Konzerválás 8, Csomagolás

## 2.4. A csapágy külső gyűrűjének köszörülési folyamata

A csapágy gyártási folyamatának bemutatása után, a csapágy külső gyűrű palást köszörülését szeretném ismertetni,

- 1, Első lépésben a megmunkálendő anyagot szállítják a munkagépekhez,
- 2, A következő lépés a homlokköszörülés, majd ezután gyártás közbeni mintavételes ellenőrzés, illetve az ellenőrzés,
- 3, A megmunkálás után a következő folyamat a szállítás a következő művelethez (palástköszörülés), Ennél a lépésnél is van ellenőrzés, még pedig a szállítandó anyag mennyiségét és a termékek azonosítását vizsgálják, A megmunkált anyagoknak ki kell töltenie a tároló egységet,
- 4, A következő folyamat egy újabb megmunkálási művelet, ahol a külsőgyűrű külső átmérőjének megmunkálása történik, ez az úgynevezett palástköszörülés, A folyamat két lépcsőből áll, Először nagyolás történik utána pedig a kész méretre való köszörülés, a simítás, A minőség biztosítása érdekében ellenőrzési terv alapján vizsgálják a darabokat, A selejt és utómunka esetén a gyári előírásoknak megfelelően kell eljárni,
- 5, A 2, köszörülést követően újra elszállítják a megmunkált terméket,

Amikor elkészítettem a folyamat ábrát, akkor még épp a szállításnál járt a folyamat, de ezek után is folyamatos megmunkálások vártak a termékre,

Prozeß Nr./ Process No.	Prozeßname / Operation	mit sign. Métum / spec. charac. id.	Prozeßbeschreibung / Description	Op. Nr. Műv. sz.	Symbol/ symbol	Prüfplan-Ref.-Nr./ Control Plan No.
1			Szállítás a géphez.			Árukísérő ellenőrzése a műveletnek megf.
2			Homlokköszörülés és mintavételes ellenőrzés (gyártás közben) Selejt és utómunka esetén az IN_ utasítás alapján kell eljárni.	100-160		A -es gyártmányrajz alapján, ill az ellenőrzési utasítás alapján
3			Szállítás a következő művelethez (palástköszörülés)			Árukísérő kitöltése a műveletnek megf.
4		SC M	Palástköszörülés és mintavételes ellenőrzés (gyártás közben) Selejt és utómunka esetén az IN_ utasítás alapján kell eljárni.	120-160		A -es gyártmányrajz alapján, ill az ellenőrzési utasítás alapján
5			Szállítás a következő művelethez			Árukísérő kitöltése a műveletnek megf.

2.18. ábra: Folyamatábra

Forrás: [1]



## **2.5. Csapágycak köszörülésére vonatkozó méréses ellenőrzési terv**

A különböző köszörüléseknél lévő gyártási utasítások egy bizonyos minőség ellenőrzést szolgálnak, olyan szinten, hogy munkagépből kijövő terméknek, illetve a munkafolyamatnak is meg kell felelnie az előírt elvárásoknak, jelen esetben a gyártmányrajznak, Az ellenőrzési terv arra szolgál, hogy gyártmányrajzon előírt paramétereket milyen időközben, milyen darabszámban, kinek, milyen eszközzel, és milyen eljárás alapján kell elvégezni,

Az általános irányadó előírások szerint, a következő módon kell eljárni a külsőgyűrű köszörülésekor [1]:

A túrésmező közepére kell gyártani

Amennyiben a széria gyártás időtartama nem éri el az egy órát, szériagyártás közben minimum egyszer ellenőrizni kell az érdességet

Szériaindítás előtt a beérkező alapanyagot fel kell mérni és a megadott úrlapon regisztrálni kell, Ha az átmérő mérőautomata nem működik, a darabokat kézzel kell mérni,

A gyűrű köszörülésénél a következő paramétereket kell általában ellenőrizni:

- külső középátmérő
- palást merőlegesség
- érdesség
- köszörülési beégés

Felszabadításkor mért jellemzők a gépbeállító által a mérőszobában:

- Külső középátmérő
- Palást hullámosság
- Körkörösség
- Érdesség

Optimalizálás céljából gyártásközben javasolt 5-10 percenként, 3-5 db terméken ellenőrzést végrehajtani:

- Külső középátmérő (automata mérőműszerrel 100%-osan, illetve dolgozóval)
- Palást merőlegesség
- Alkotók párhuzamossága
- Kétpontos körkörösség
- Hárompontos körkörösség
- Ötpontos körkörösség
- Érdesség
- Köszörülési beégés



GYÁRTÁSELLENŐRZÉSI UTASÍTÁS

		Csapágyalkatrészek külső átmérőjének köszörülése		Verzió / Kiadás :						
Termékcsoport:		Csapágy alkatrész (alpművelet)		Készítette:	Jóváhagyta:					
		<p>Gyártás felszabadításához szükséges darabszám db</p> <p>Felszabadítási dokumentumok:</p> <p>1.) Környezetvizsgálatok dokumentumai</p> <p>2.) B_31 gép/felszabadító lap</p> <p>Általános megjegyzések:</p> <p>3.) A türesztető közepére kell gyártani</p> <p>4.) Amennyiben a széria gyártás időtartama nem éri el az egy órát, széri gyártás közben minimum egyszer ell. kell az érosséget</p> <p>5.) Az RVU-n gyártott termékeknek a leválasztás mértékét %- %- %- arányban kell megválasztani és beállítás során kell ellenőrizni.</p> <p>6.) Széria indítás előtt a beérkező alapanyagot fel kell mérni és a 10_520_050_06_alapanyag_felemero_lap úttapon regisztrálni kell</p> <p>7.) Ha az átmérőautomata nem működik, a darabokat kézzel %-ban at kell mérni.</p>								
Nr.	Spec.	Jellemző	Jele (S102602)	Előírás	Mérőeszköz	Felszab.	SZD	MGY	Fe	Megjegyzés
1	SC	Külső középméret	ΔDmp	QV1.115A	MGA	F			G/D	B_31401
2	SC	Külső középméret	ΔDmp	QV1.115A	MGA		5	10 min	G/D	SPC
3		Palást merőlegesség	SD	QV1.124	MGA		5	10 min	G/D	P5 és pontosabb
4		Alkotók párhuzamossága	VDmp	QV1.115A	MGA		5	10 min	G/D	
5		Palást hullámosság	S103207-50		MMQ 30/44	F			GM	B_31401
6		Kétpontos körköröség	VDp/2	QV1.115A	MGA		3	5 min	G/D	

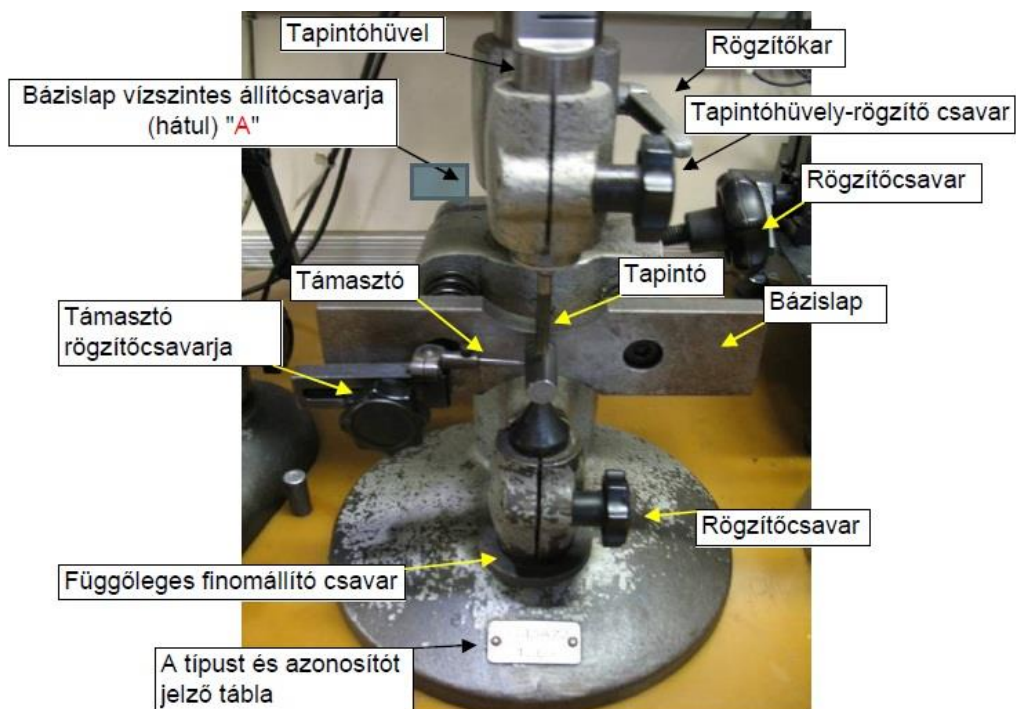
2.19. ábra: Köszörülési utasítás

Forrás: [1]

## 2.6. Palástátmérő mérés kézi, és automata mérőműszerekkel

### 2.6.1. Kézi mérés

Optimalizációs szempontból a méréses ellenőrzésre legalább akkora hangsúlyt kell fektetni, mint a gyártási folyamatra, Egyszerű mérések csoportjába tartozik a kézi méréses ellenőrzés, Palástköszörüléskor a hő tágulásból adódó méretváltozás kompenzálása miatt a gépkezelők hőtartófoliadékban tárolják az etalonokat, A felmelegedett etalonokkal kalibrálják a gépnél elhelyezett mérőórákat, a mért értékek szerint folyik a köszörűgép beállítása, A folyadék által az etalon hasonló hőmérsékleten tartható, mint amilyen hőmérsékleten van a külső gyűrű a köszörülés után, így pontosabb a kalibrálás,



2.20. ábra: Kézi mérőműszer

Forrás: [1]

A kézi mérőműszereket csak kalibrálás után használhatja a dolgozó, előírt időnkénti mérésekre, vagy ha nem működik az automata mérőműszer, akkor 100%-osan az összes terméket kell ellenőrizni, Ugyan ezt a folyamatot el kell végezni a kishomlok és a nagyhomlok felőli oldalon is minőségbiztosítási és folyamatoptimalizálási okokból,

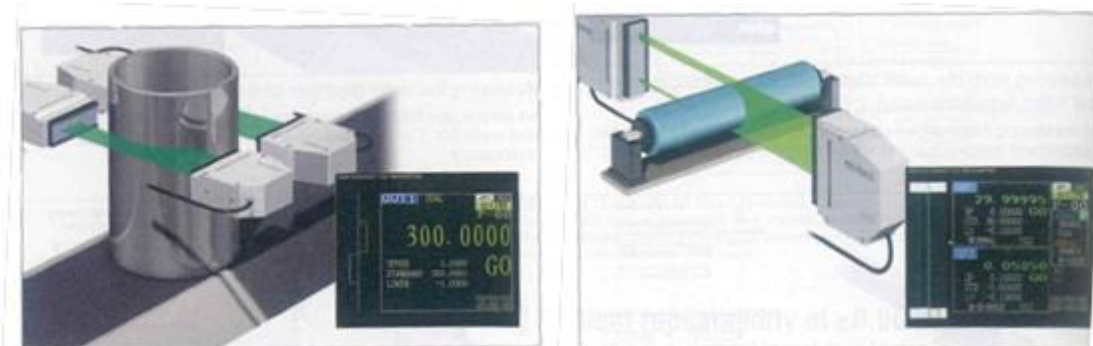
### 2.6.2. Automatamérés

Ahhoz, hogy a mérési folyamat hatékonyságát még tovább fokozni lehessen, célszerű lehet automata mérési eljárást alkalmazni, amely gépi felépítése az alábbi ábrán látható,



2.21. ábra: Palástátmérő mérő-válogató automata

A mérőműszer általában külső átmérő (25 – 180 mm között) és magasság (15 – 95 mm között) mérésére alkalmas,



2.22. ábra: Egyfejes és duplafejes mérési módszer

Forrás: [1]

Dupla fejes mód:

Ez az egyszerű speciális funkció nagy átmérőjű célpontok vagy széles felületű anyagok mérését szolgálja, Komplikált számolásokra vagy egyéb műveletekre nincs szükség,

Egy fejes egyidejű mérés:

Egy mérőfej párhuzamos méréseket tesz lehetővé, mint pl, a külső átmérő,

## **2.7. A kézi és automatamérés SWOT analízissel történő összehasonlítása**

A SWOT analízis az aktuális állapot alapján készít egy elemzést a folyamatok és rendszerek erős és gyenge pontjairól, kihasználva ezáltal az adódó lehetőségeket és felhívja a figyelmet az esetleges veszélyekre,[2,3]

Hogyan zajlik egy SWOT elemzés?

- Az érintett munkatársaknak oktatást kell kapniuk a SWOT elemzés elméletéről,
- Az elemzést egy előre meghatározott időpontban, minden érintett részvételével végzik el
- Az analízis minden egyedi munkahelyen kezdődik, majd egyre nagyobb területeken folytatódhat, végül pedig a vevővel végződhet
- A hatékonyabb elemzés megvalósításához kérdéslisták is használhatók
- A javító intézkedéseket és a hozzájuk kapcsolódó felelősöket meghatározzák



## Kézi mérés

<b>Erősség:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• olcsó</li><li>• pontos</li><li>• könnyen megtanulható</li></ul>	<b>Gyengeség:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• lassú mérés</li><li>• megbízhatatlanság</li><li>• következetlen</li></ul>
<b>Lehetőség:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• olcsó fejlesztési lehetőség</li></ul>	<b>Veszély:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• emberi tényező (figyelmetlenség, rossz leolvasás)</li></ul>

## Automata mérés

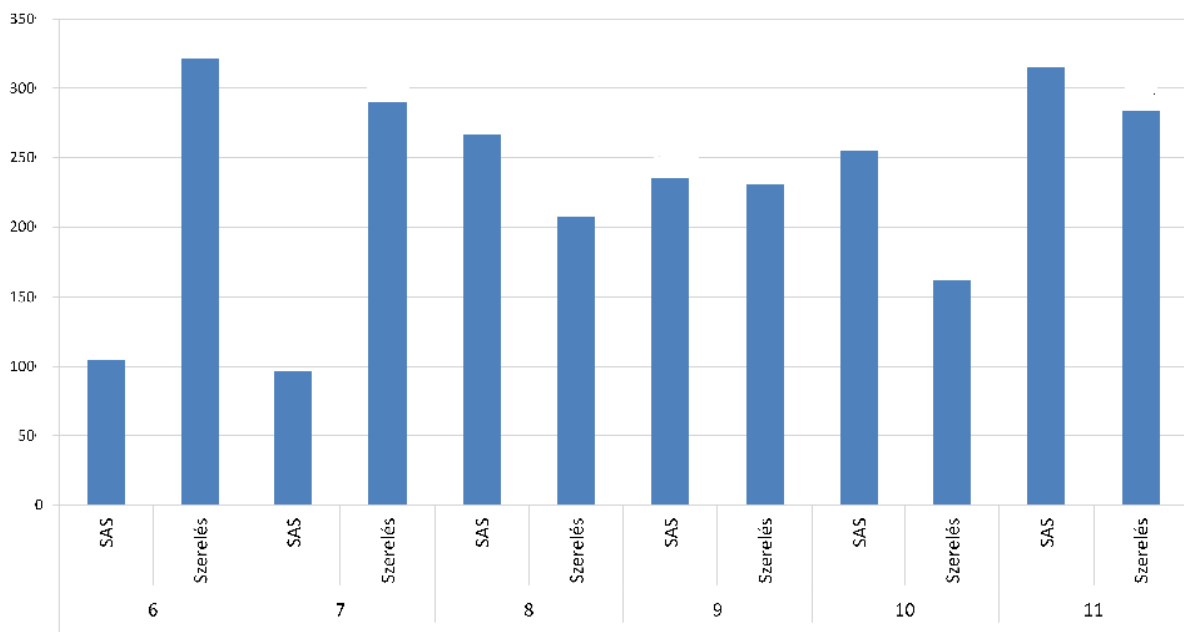
<b>Erősség:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• gyors mérés</li><li>• terhelhető</li><li>• gyors anyagáramlás</li><li>• megbízható</li></ul>	<b>Gyengeség:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• drága</li><li>• folyamatos karbantartást igényel</li><li>• kalibrálás szükséges</li><li>• egy ponton mér</li></ul>
<b>Lehetőség:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• gyors adatfeldolgozás (különbéféle statisztikák készítése akár évekre visszamenőleg is)</li></ul>	<b>Veszély:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• mérési pontatlanság</li><li>• megakadhat a termék</li></ul>



Következtetés: az ellenőrzési folyamat hatékonyan fejleszthető, optimalizálható gépi mérés segítségével, folyamatmérnökségi szinten törekedni kell a bevezetésére,

## 2.8. Folyamatoptimalizálás selejtanalízis segítségével

A köszörülés sorá, legjobb igyekezetünk ellenére is előfordul, hogyselejt kerül tovább a szereldébe, Természetesen a végső cél az, hogya köszörülés után egyetlen egy selejt darab se juthasson tovább a szereldébe,



2.23. ábra: Selejt hibaelemzés

Forrás: [1]

Mérések során az üzemben dolgozó mérnöknek vagy technológusnak célszerűen ellenőrizni kell az automata mérőműszer által selejtnek titulált termékeket,

A tároló ládából, ahova az automata mérés során a selejt termékek jutnak, 10-20 db palástgyűrűt célszerű mintavételezni újra mérés céljából, kézi mérőműszert használva, a mérési eredményeket jegyzőkönyvben dokumentálni,

Példa: ha a méretelőírás:  $56 - 0,015$  mm, az eltérések értékei mérések alapján mikrométer dimenzióban:



2.1. táblázat:

	Kis homlok		Nagy homlok	
<b>1,</b>	-13	<b>-17</b>	-10	-11
<b>2,</b>	-12	-12	-11	-12
<b>3,</b>	-11	-12	-14	-13
<b>4,</b>	-12	-13	-11	-12
<b>5,</b>	-12	-15	-12	-13
<b>6,</b>	-15	<b>-16</b>	<b>-16</b>	<b>-17</b>
<b>7,</b>	-14	-15	-14	-15
<b>8,</b>	-14	-15	-15	<b>-16</b>
<b>9,</b>	<b>-16</b>	<b>-17</b>	<b>-16</b>	<b>-17</b>
<b>10,</b>	-14	-16	-15	<b>-17</b>

## 2.9. Hibaelemzés az optimalizáció során

Lássunk 4 lehetséges hibát, amely egy technológiai folyamat közben előfordulhat és tekintsünk át gyakorlati megoldási javaslatot az esetleges problémákra,

1, Hő kompenzáció: A gyűrűk áthaladnak az alagútmosón, majd mire a 100%-os mérőgéphez érnek hőmérsékletük megközelíti a külső levegőjének hőmérsékletét, A hőmérsékletkülönbség által okozott méretváltozás 5-7 mikron is lehet, Ha a gépkezelők a gyártás során felmelegített etalonokat hűtik vissza különböző módszerekkel (sűrített levegő, hidegvíz) és a hőmérséklet megítélése tapasztalati úton történik, mivel nem áll rendelkezésre semmilyen eszköz az ellenőrzésre és hibát vihetünk a folyamatba, Folyamatfejlesztési és optimalizációs célból javasolt, hogy visszahűtött etalonnal kalibrálják az automatát,

2, Egy síkon való mérés: Előfordulhatnak olyan esetek az ipari termelési folyamatokban mérőműszer csak egy síkban képes mérni, egyes erre irányuló mérések azt mutatják, hogy attól függően, hogy kis homlok vagy nagy homlok felől érkezik a csapágygyűrű, lehet rossz vagy jó a mérés kúposági okokra visszavezethetőleg,

3, Kalibrálás időtartama – elállítható a készülék: Az átmérőmérő kalibrálását az sok esetben etalontárolóból kivett üzemi hőmérsékletű etalonokkal kell végezni, csak így biztosítható a pontos mérés, A kalibrálások időtartama 2-3 óránként van előírva, a folyamat instabil, amelyet szem előtt kell tartani, ha optimális folyamat kialakítására törekszünk,



4, Felületi sérülés: Főként a nagyméretű munkadaraboknál keletkezhet, amikor az alkatrészek fizikai kontaktusba kerülnek egymással,

Az ipari gyakorlatban alkatrészgyártás során általában egy gumi alapanyagú tálcára hullanak a futószalagról a külső gyűrűk, majd egyik része tovább csúszik a ládába, másik része pedig megáll a tálcán, függően attól, hogymilyen szögbe van elhelyezve a tálca, Folyamatfejlesztés szemszögéből nézve ez nem kielégítő megoldás, a tálca a mechanikai kialakítása folytán a hirtelen gyorsulásból eredően nagy deformációs erőket hozhat létre, Ha esetleg megállnak a termékek a tálcán, a dolgozó leboríthatja őket a ládába, amely esetben az alul lévő gyűrűkön nagy ütésből származó sérülések keletkezhetnek,

## **2.10. Folyamatoptimalizációs megoldások a mérések optimalizálására**

1, Probléma: Hő kompenzáció

Megoldási javaslat: 5 db etalonnal megoldható a teljes mérettartomány (20-200 mm) kalibrálása, Az átmérőmérő 5 db mérettartományban dolgozik, 1 mérettartományon belül 1 db etalon elég a kalibráláshoz,

1. 0-60 mm
2. 60-80 mm
3. 80-120 mm
4. 120-160 mm
5. 160-200 mm
- 6.

A gyártandó etalonok palástfelületén nem lehetnek bordák (nehezítik a mérést),

2, Probléma: Egy síkon való mérés, felületi probléma

Megoldási javaslat: Új mérőfej beszerelése, például a Keyence, mérőműszereket gyártó cégtől, TM-3000-es termékcsaládból, a TM-065T mérőműszer,[10]

Kétdimenziós, egy vonalban történő méréseket végez nagy sebességgel és pontossággal, Ez az új TM-3000-es sorozat az első 2D-s vonalban mérő eszköze,

A TM-3000 adott pontok vagy szegélyek/szélek mérését szolgálja, Nincs szükség pozícionálni a tárgyat, hanem a külső méretek és szögek mérése azonnal végezhető, Ezen túl a tárgy pozícióját is felismeri és a pontos méreteket a pozíció korrekciójával végzi el, A felület egyenetlenségeit a szegélyek átlagolásával kiküszöböli, így javítja a mérés megbízhatóságát,

Külön erre a 2D-s mérésekre kifejlesztett processzort tartalmaz, Két kép feldolgozó egység van benne, A párhuzamos feldolgozáshoz 4 processzort használ, Ez a sorozat gyors feldolgozást, azaz percenként 1800 képet tud feldolgozni,

Magas fényű led segítségével mér, amelynek azaz előnye, hogy külső fény nem befolyásolja a mérést,

Zöld led segítségével a beérkező fény világos-sötét széleit azonosítja és megméri a tárgy méreteit,

Ezek a kettős telecentrikus lencsék biztosítják, hogy csak párhuzamosított fényt használ a képkalkotáshoz, bár a tárgy a lencséhez viszonyított távolsága változik, az alkotott kép mérete változatlan marad, ez által lehetséges a nagy pontosságú mérés,

A sub-pixeles feldolgozás csak a meghatározott pont körvonalát méri, A meghatározott mérési terület a CMOS-re (komplementer fém-oxid felvezető) vetített körvonal,

A párhuzamosított fényt a led fény egyenletes vetítésével érjük el kiküszöbölve az egyenetlenséget,

Magas fényű led 3 tulajdonságot egyesít:

- egyenletes fényeloszlás
- rezisztens az EMF (az emberi elektromágneses mező kiegyenlítő technikája)
- szemkímélő

A maximális és minimális átmérőt a meghatározott területen belül, és a szélességet az azonosított szélek között méri,

A körök középpontját és a metszéspontokat méri, a távolságot két meghatározott pont között egy egyenes vonalon keresztül,

3, Probléma: Kalibrálás időtartama

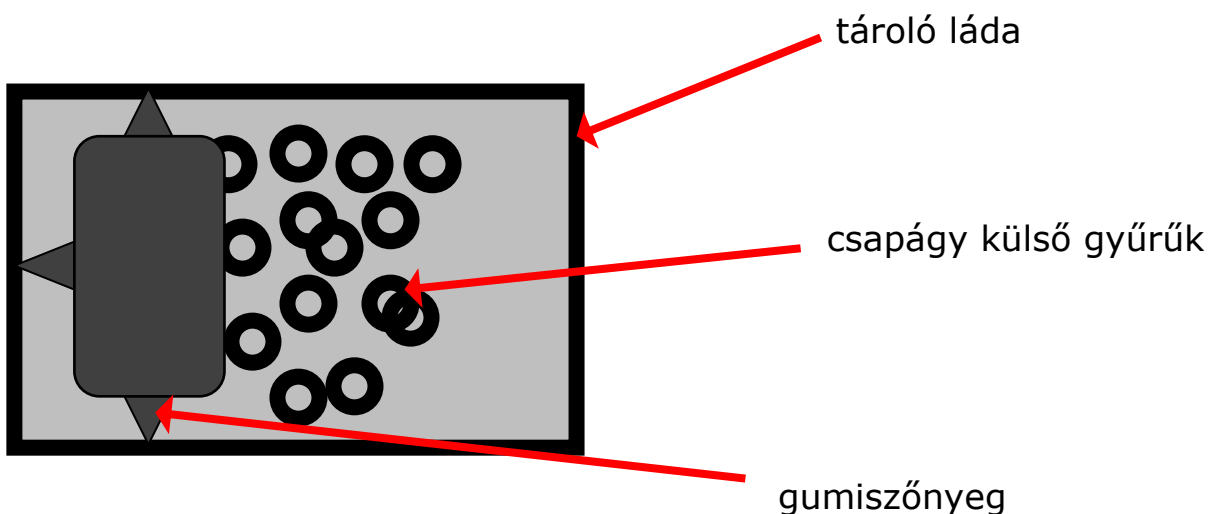
Megoldási javaslat: A kalibrálást lehetőség szerint óránként kellene megtenni, A kalibrálás idejét hang is fényjelzés is jelezhetné, tekintettel a zajos üzemi körülményekre,

4, Probléma: Felületi sérülés

Megoldási javaslat: A nagy külső gyűrűk sérülékenységének mérséklése céljából gumírozott oldalfelületekkel ellátott tárolóláda alkalmazása jó megoldás lehet,

Felülnézet:

A gumiszőnyeg 3 ponton lenne hozzáfogva a tároló láda oldalaihoz,



2.24. ábra: Selejt hiba elemzés



### 3. HATÉKONY ÉRTÉKÁRAM OPTIMALIZÁLÁS GÉPÉSZETI MÉRŐSZOBÁKBAN

Szerkesztette: Deák Krisztián

Ha a csapágygyártás folyamatát elemezzük tovább elmondható, hogy gépészeti mérőszobákban folynak a kemény, azaz már hőkezelt belső, külső gyűrűk, és görgők különféle minőségügyi mérései, amelyet a gyártási folyamat ír elő, A megnövekedett gyártási igények miatt megnövekedett a mérésre beadott csapágy és görgő darabszáma is a mérőszobában, amelyet változatlan mérőeszköz számmal, és változatlan létszámmal kívánunk ellátni, emiatt szükséges a mérőszobában optimalizálni az erőforrásokat, Erre az értékáram elemzést választhatjuk, melynek segítségével hatékonyan kívánunk reagálni a jövőbeni változásokra, Értékáram elemzés alkalmas a vevőtől a beszállítóig a teljes folyamataink feltérképezésére, az érték, átfutási idők, értékteremtő műveletek meghatározására, veszteségek nevesítésére, Ezt az összetett feladatot workshop keretében folytathatjuk le, melynek résztvevői lehetnek a mérőszoba munkatársai, csoportvezetője, és a minőségbiztosítás vezetője, A mérőszoba funkcióját tekintve az indirekt területekhez van sorolva, viszont feladatát tekintve szorosan a gyártás része,

A karbantartás fő tevékenységei a következők:

Nem tervezett karbantartás  
Tervezett karbantartás  
Projekt jellegű karbantartás  
Előretekintő karbantartás

A TPM (Teljeskörű Hatékony Karbantartás) az alábbi lépésekben definiálható,[3]

- 1, Karbantartás felülvizsgálja a régi TPM lapokat,
- 2, Meghatározza a gépen a tevékenységet, gyakoriságot,
- 3, Az új TPM lapok elkészítése, amit a karbantartás leellenőriz
- 4, TPM audit, ami a dolgozó tudására, TPM jelölők megfelelőségére, ill, TPM elvégzésére irányul,

Legtöbb magyarországi gépipari cégnél karbantartási stratégiák közül a az RM, PM, CBM, TQM és TPM-mel találkozhatunk,

A TPM egyik legkifejezőbb mutatószáma az OEE, vagyis  $OEE = \text{rendelkezésre állás} \times \text{teljesítmény} \times \text{minőség}$ ,

OEE %: Az egyik legfontosabb LEAN mutató, a teljes, átfogó géphatékonyság mutatója: Itt a napi OEE követésére szolgál,

Minőség =  $(\text{összes termék gyártására fordított idő} - \text{javítás/selejt gyártására fordított idő}) / \text{összes termék gyártására fordított idő}$



Teljesítmény= ( egy darab termék szabvány gyártási ideje x összes gyártott termék)/  
gyártásra fordítható idő-állásidő

Rendelkezésre állás= (gyártásra fordítható idő- állás idő)/ gyártásra fordítható idő

Az OEE számos LEAN alkalmazás eredményességéről nyújt visszajelzést, Segítségével nyomon követhető a TPM tevékenységek hatékonysága, SMED megvalósulásának eredményessége, de a Just in Time elvének alakulása is,[4]

Az adatokat egységesen a BISOFT - on (belső software) keresztül nyerjük ki,

Például egy alaplóműveleti technológiai megmunkálósoron a cél 2011-ben 75%,

Ha a minőség (QF) 100%, az rendelkezésre állás (VF) 52,4% és a teljesítmény (LF) 98,8% akkor az OEE csak =  $100\% \times 52,4\% \times 98,9\% = 51,8\%$

Az OEE analízis során a hiba okok százalékos kimutatásai is egyrészt a karbantartási rendszer nem megfelelőségére utalnak, jelen esetben nem tervezett állások, mikroállások, Ilyen esetben egyértelműen a TPM tevékenység felülvizsgálatára, és javítására van szükség, Rendelkezésre állás csak 52,4% volt, tehát a  $100\% - 52,4 = 47,6\%$ -ban állt a gép,

A teljesítmény 98,8% volt, ami azt jelenti, hogy a ütemidőtől  $100\% - 98,8\% = 1,2\%$ -kal tértünk el (ütemidő eltérés), A szabvány ütemidőtől való eltérés elrejtje a hibákat,

### **3.1. Felülvizsgálat és mérőszoba optimalizálás**

Egyes szakirodalom kitér rá, hogy a LEAN fejlesztés fenntartása nem könnyű, mert egyrészt könnyen szem elől veszthetjük a célt, másrészt pedig a vállalat szervezeti egységei nem küzdenek a veszteségek megszüntetéséért, [7]

A rendszer fenntarthatóságának, működésének mérésére szolgál: MOVE Review [1]

A MOVE tevékenységet a cégek általában évente 2x felülvizsgálják, belső és külső review formájában, Ilyenkor az előző review után kitűzött potenciálok teljesülését nézik, ill, egy képet kapnak, hogyjő irányba haladnak-e,

8 sikerfaktorra van bontva, a kérdések első része a vezetőkhez szól, hogyők hogyan látják a tevékenységet, a másik része pedig a megvalósulásról, ez, a munkatársakhoz,

Az önértékelést radar, vagy más néven „spider” diagramban végezzük, amely a PDCA elvek alapján vizsgálja a szervezetet, [8]

Változási készség: elsődleges feladat az emberek meggyőzése, A vállalatnak tisztáznia kell munkatársakkal a változások fontosságát, Pozitív eredményeket csak akkor érhetünk el, ha ezt minden dolgozói szinten elfogadják, kifejlődik a gondolkodás és cselekvés új kultúrája, Ez magas elkötelezettséget feltételez a management részéről, akiknek példaként kell szolgálniuk mások számára, A tevékenységekben való részvételükkel kell demonstrálniuk a változási készségüket, Csak azok tudják motiválni és támogatni munkatársaikat a változásokban, akik önmaguk is nyitottak az új ötletekre,

Folyamatvízió: Ahhoz, hogy a jövőben sikeres vállalatok lehessük, szükségünk van egy vízióra, mely a jövőbe mutat, Ez érvényes a piaci és termékbecslésekre, de vonatkozik a szervezet és folyamatok irányítjuk a szervezetet és folyamatainkat, Fontos, hogytisztán



lássuk a célunkat, mert ez lesz az út, ahogyan a fejlesztési folyamatainkat irányítjuk, a helyes irányba mutasson

MOVE-szervezet: napi "tűzoltó" tevékenységek minden vállalatnál prioritást élveznek, Érthető, hogynehéz belső szakmai támogatást biztosítani a folyamatos fejlesztési folyamatoknak, Ezt elérni szükség van egy olyan szervezetre, mely folyamatosan irányítja a strukturált törekvéseket, Szerves része a vállalatnak – ideális esetben közvetlen beszámolóval tartozik a vezetőségnek, Ez az egyetlen módja biztosítani a szükséges figyelmet a változások támogatásához,

Workshop- és Projektterv: Csak akkor valósíthatóak meg a kívánt folyamatok a gyakorlatban, ha mindenki számára tisztázott, mikor és milyen feladatai vannak, A folyamat vízió megfelelő mezőiből kiindulva erednek az akciók, és rögzített workshop-/projekttervben folyamatosan monitoringozva van, Ez biztosítja, hogya folyamatos fejlesztés folyamata nem akad el, és a források a kívánt módon fejlődhetnek,

Módszerek és eszközök: Könnyen elmagyarázható és alkalmazható dolgokat várhatunk csak el a munkavállalóinktól, Sokszor a legegyszerűbb módszerek és eszközök a leghatékonyabbak,

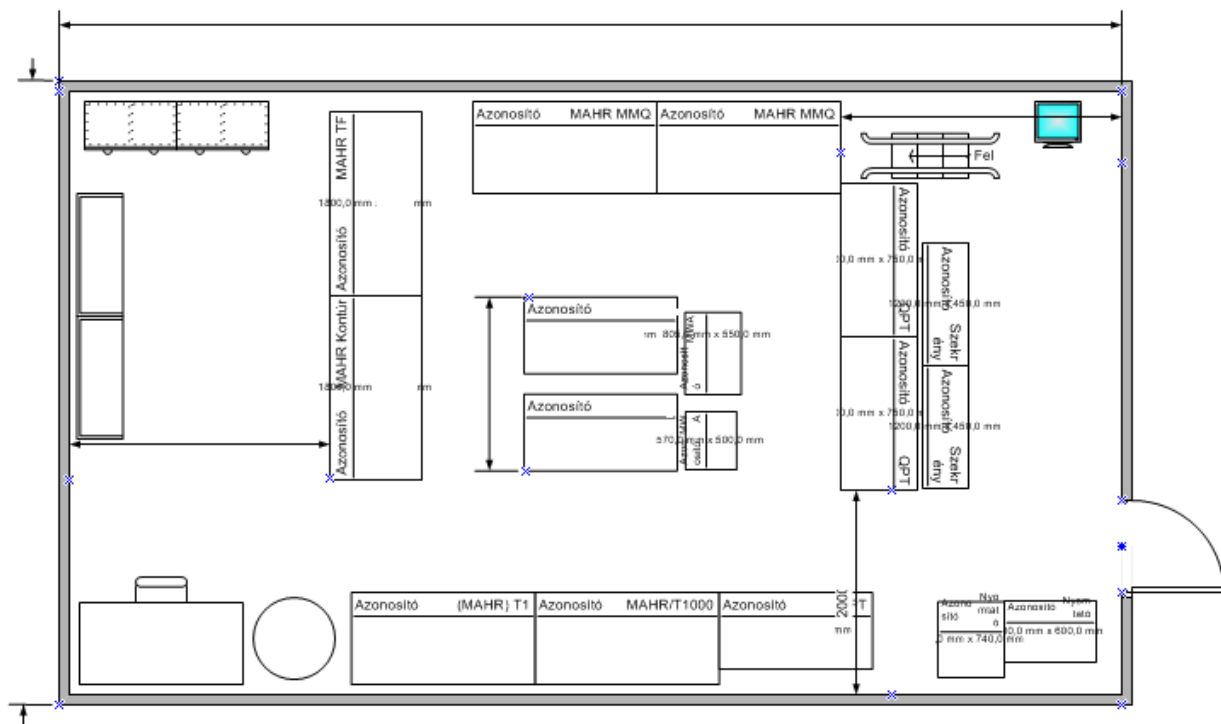
Képzettség: Képzettség nélkül nincs minőség, Azoknak, akik a kiemelkedő minőség elérésére törekednek, többre van szükségük mint egy "alapképzettség", A vállalat minden alkalmazottjának szüksége van egy elemekből felépülő tréning programra, A MOVE egy elméletből és gyakorlatból álló kombinációt kínál, szimulációs gyakorlatokkal, A megfelelő tartalom kifejezett az egyes menedzsment szintekhez van igazítva, illetve ezzel párhuzamosan biztosítanunk kell az egységes megközelítést,

7, Kommunikáció: A változási folyamatok legfontosabb része az átláthatóság és hitelesség, Ez viszonylag könnyű, ha a szükséges személyeket a projektek korai szakaszába is már bevonjuk és folyamatosan informáljuk őket, Ahogy egyre közelebb kerülünk célunkhoz, az eredmény elérésével lehetőség szerint kommunikáljuk ezt minden szint felé, Ez segít szemünket a célon tartani, A kommunikáció nem minden, de kommunikáció nélkül nem sokat érhetünk el,

8, Mérőszámok: A folyamatos fejlesztési folyamatok eredményeit is mérni kell, ehhez ajánlott különböző mutatószámok használata, Vannak mérhető dolgok, melyek megbízható információt szolgáltatnak a fejlődésről, A mennyiségi rendszer tipikusan a minőség, költségek, szállítási szolgáltatások és motiváció dimenziójára helyezi a hangsúlyt, A mérőszámok rendszere nem csak a tartalmat fejezi ki pontosan, de könnyen érthető is, Minden munkatársainknak tudnia kell tájékoztatást nyernie az információkból

### **3.2. Keményoldali mérőszoba optimalizálása**

A csapágygyártásban a gyűrűs és görgős kollégák ún, „szivárványgyár” módszer alapján dolgoznak, ami azt jelenti, hogy függetlenül attól, milyen termék kerül be a gyártósorról mérésre, az éppen szabad kolléga fog hozzá annak méréshez, Egyelőre még nincsenek egy szinten a gyakorlatban, mindkét területen fejlődésre van szükség ahhoz, hogyugyanolyan magabiztossággal mérjenek a nem preferált területű termékeket,



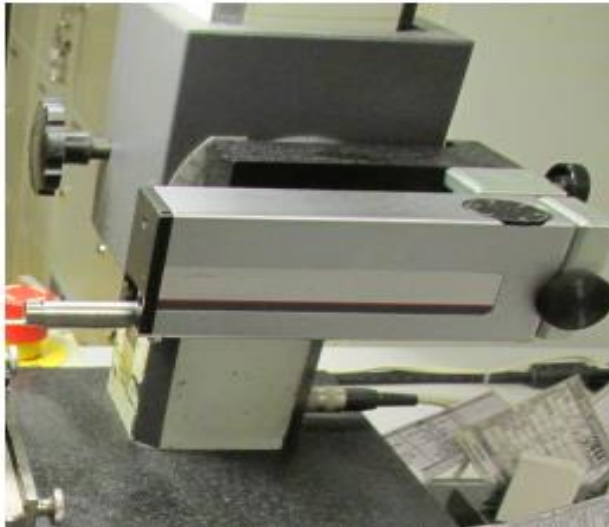
3.1. ábra: Egy keményoldali mérőszoba lehetséges elrendezési vázlata

Forrás: [1]

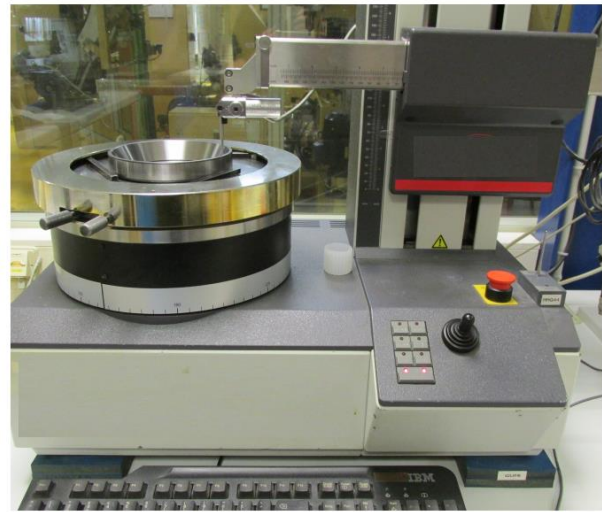
A mérőszoba folyamatbeli elhelyezkedését mutatja be a következő magyarázat:

- Árubeérkezés: áru minőségi ellenőrzésével
- Forgácsolás: ennek folyamán kerül szétválasztásra a belső és külső gyűrű
- Hőkezelés: az anyag szövetszerkezetét alakítjuk át, keménység és szívósság változik,
- Alapköszörülés: Homlok és Palástköszörülési folyamat – KOM - mérések
- Furatköszörülés, gördülőpálya köszörülés – KOM - mérések
- Görgőköszörülés – KOM - mérések
- Összeszerelés: Külső és belső egységek párosítása, kosár és görgők szerelése
- Csomagolás – KOM mintavételes mérés

A mérési paraméterek tulajdonképpen a rajzi előírások, melyek vizsgálatát a mérőszobában kell elvégezni, Egy-egy mérőgép több paramétert is mér egy azon időben vagy egymás után, egy átlagos mérőlaborban előforduló mérőkészülékek felépítését az alábbi ábrák mutatják:



3.2. ábra: Érdesség mérő



3.3. ábra: Köralak mérő



3.4. ábra: Szögmérés



3.5. ábra: Támfelület mérés

### 3.3. Értékáram bemutatása

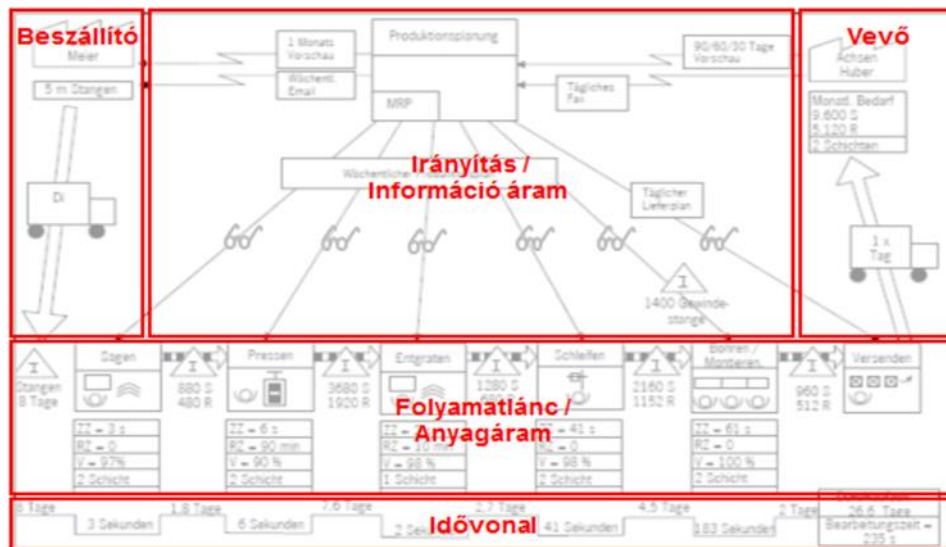
#### *Az érték meghatározása*

A lean menedzsment középpontjában az értékteremtés áll, „Csakis a végfelhasználó döntheti el, hogymi számít értéknek, és csak akkor van értelme értékről beszélni, ha egy bizonyos termék (áru vagy szolgáltatás, vagy gyakran a kettő ötvözete) az adott áron és az adott időpontban kielégíti a vevő igényeit,” [4]

Meg kell határozni azt, hogymi a vevő számára az érték,

Az értékáram-elemzés összképet ad minden folyamatunkról a beszállító alapanyagától a vevői készáruig, Ez olyan stratégiai eszköz, melyen segítségével azonosíthatjuk a

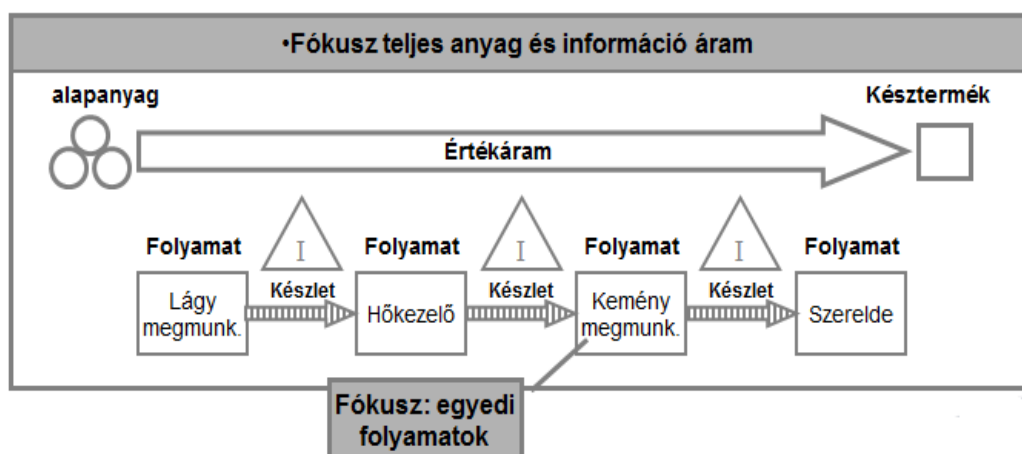
veszteségeinket, Anyag és információáram ábrázolására szolgál, Minden tevékenység az alapanyagtól a késztermékig, ami szükséges ahhoz, hogy termék elkészüljön, Husi egyik tanulmányában kitér arra, hogy vevők a tökéletes termék mellett a tökéletes minőséget is igénylik, ami azt jelenti, hogy az értéket az előállítás körülményei mellett az erőforrások felhasználása is jellemzi, [6]



3.6. ábra: Értékáram felosztása

Forrás: [1]

A veszteségek keresése egyaránt fontos az anyagáramlásban illetve az egyedi folyamatokban, fejlesztés az egyes pontokon fejleszt a többit is,



3.7. ábra: Anyag és információáramlás

Forrás:[1]

Szimbólumok - anyagáramlás					
Beszállító/ vevők	Gyártási folyamat	Adat-doboz	Készletek	kamionos szállítás	külső anyagáramlás
belső anyagáramlás	toló-elv	FIFO-csúszda max. készlet	Supermarket	anyagkivétel	Logisztikus
	Munkatárs				

3.8. ábra: Anyagáram szimbólumok

Forrás: [1]

Szimbólumok – információ áramlás / Kaizen					
Manuális információ áram	Elektronikus információ áram	gyártástervezés/ információ	Sorrend képzés	gyártási Kanban	szállítási Kanban
jelzés KANBAN	KANBAN-posta láda	egységben érkező KANBAN	"Go & See" gyártás ütemezés	ConWIP	Átállító kerék
Probléma / megoldási igény	Workshop/ intézkedés				

3.9. ábra: Információáram szimbólumok

Forrás: [1]

Az értékáram fejlesztésénél (folyam - Kaizen) az anyag- és információ áram áll a középpontban, melyek felismerése egy magasabb szintű perspektívát igényelnek,

Az egyedi folyamatokban a veszteségek elkerülésének (pont - Kaizen) fókuszában a folyamat valamint a munkatársak és a gyártási folyamat kapcsolata áll,

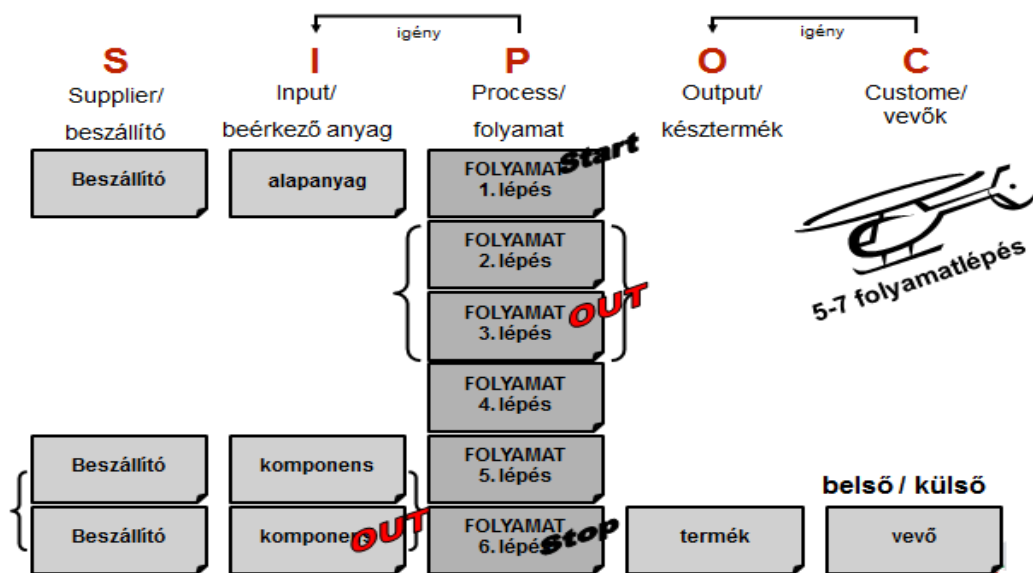
### 3.4. Értékáram Analízis VSA (Value Stream Analysis)

A folyamatoptimalizálás és minőségfejlesztés terén általános célja a vállalat fő folyamatainak meghatározása, átfutási idők és megmunkálási idők meghatározása, készletek felmérése, értékteremtő és nem értékteremtő tevékenységek különválasztása, várakozási idők figyelése, veszteségek meghatározása,

Lépései:

- Rendszerhatárok meghatározása
- Termékcsalád kiválasztása
- Vevői igény felmérése
- Folyamatlépések és készletek felmérése
- Anyagáram feltérképezése
- Irányítás és információáram felmérése
- Idővonal felállítása
- Rendszerhatárok meghatározása: SIPOC

A rendszerhatárokat a "SIPOC" módszer segítségével határozzuk meg, Ez egy olyan módszer, mely segít megérteni az adott vállalat működését, és teljes képet kap arról, hogy ki a beszállító, mi az alapanyag, mi a folyamat, mi a késztermék és ki vagy kik a vevők,



3.10. ábra: SIPOC

Forrás: [1]



Supplies	Input	Process	Output	Customer
AR sorok	Külsőgyűrű	Érdességmérés	Külsőgyűrű mérési eredmény	AR sorok
IR sorok	Belsőgyűrű	Köralak mérés	Belsőgyűrű mérési eredmény	IR sorok
Szerelde		Szögmérés		Szerelde
SAS		Tám felület mérés		SAS
		Profilmérés		

3.11. ábra: SIPOC KOM mérések

Forrás: [1]

#### KICK-OFF

Az értékáram egy kick-off megbeszéléssel indult, ahol meghatároztuk a célt, a résztvevőket: minőségügy vezetője, minőségbiztosítási terület vezetője, mérőszoba vezetője, 2 munkatárs, és én a lean tréner,

#### Jelenállapot felvétele

Meg kellett határoznunk, hogyki, vagy kik a vevők, és számukra mi az érték,

A mérőszobában érték az elvégzett mérést, azaz a mérési eredményt jelenti,

Ahhoz, hogy pontosan megismerhessük a folyamatlépéseket, munkanap felvételt készítettünk több időpontban több munkatárs bevonásával,

#### Termékcsalád kiválasztása

Gyártási folyamatábrák segítségével lehet hasonló gyártási jellemzők alapján termékcsaládokat kell képezni,

Ahogy a Mike Rother és John Shook is megfogalmazta, egyetlen termékcsaládot kell választani, mert a vevőket is csak a saját termékük gondolnak, nem kell mindent feltérképezni, [9]

	Műveletek				
Termékcsaládok	1	2	3	4	5
A	x		x		
B	x	x			x
C	x	x	x	x	x
D	x		x	x	
E		x	x		

3.12. ábra: Termékcsalád mátrix



Lehetséges termékcsalád: C típus,

A mérőszoba nem termelő folyamat, hanem szolgáltatást végez, A termék vagyis az érték az információ (a mérési eredmény) ebben az esetben nincs értelme a termék család kiválasztásának,

#### *Vevői igény felmérése*

Az értékáram analízisnél (jelen állapot) a vevői ütem meghatározásához a korábbi adatokat használjuk, az értékáram térképénél (jövő állapot) a folyamatvízió időtartamára vonatkozó tervezett vevői igényeket kell figyelembe venni,

Amennyiben egy cég esetében a gyártandó termékek száma előreláthatólag növekedni fog, a mérések száma is növekedést mutat,

A JIT minőségfejlesztési elvek alapján többször, kevesebb terméket rugalmasan igényelnek a piacon jelen lévő vevők és megrendelők, Ehhez igazodva optimalizációs szempontból fontoljuk meg [8], hogy:

-ne halmozzunk fel készleteket

-ne kössük le feleslegesen humán és tárgyi erőforrásainkat, ugyanis ezeknek a következménye szintén a több átállás, emiatt mérés lett, Továbbá meg kellett határozni, hány darab mérésre számíthatunk és ez hány %- kal nagyobb kapacitás igényel,

Példa:

2012 végéig a tervezett 1000,000 db/hó csapágyra 30,000 db mérést kell tervezni, (1000,000x1,6%),

A megoldáskereséshez eszközül hívhatjuk például a braimstorming módszerét,

A mérések rendszerezése, mérési struktúra, nyugodt környezet, felszabadítási lap optimalizálása, átállások számáról időben információ, emberek oktatása, munkatársak átcsoportosítása, létszám növelése, oktatások, túlóratöbb mérőkészülék, mérőkészülékek fejlesztése, mérések összevonása, gépek cseréje, gépek felújítása mérések kiszervezése, mérőszigetek kialakítása, mérendő paraméterek optimalizálása, layout csökkentése (átfutási idő csökkentése), ergonómia, 5S,

Az ilyen ötletbörzés tapasztalata a cégeknél általában az, hogy munkatársak a megoldást legtöbbször a plusz gépek vásárlásában, és a munkatársak létszámának növelésében, ill, túlórában látják,

A létszám bővítése általában nem javasolt a járulékos plusz terhek miatt, a plusz gépek vásárlása egyrészt sokba kerül másrészt nem biztos hogy indokolt, mert nem lesz kihasználva,

#### *Ütemidő számítás*

Az optimalizáláshoz továbbá meg kell határoznunk a vevő ütemidőt, azaz jelen esetben hány db mérést kell elvégezni ahhoz, hogyki tudjuk időben szolgálni a termelőegységeket, Húzó rendszerű gyártás esetén a mérés csak vevői igényre indul el, Toló rendszerűnél a gépek kapacitását veszik figyelembe,

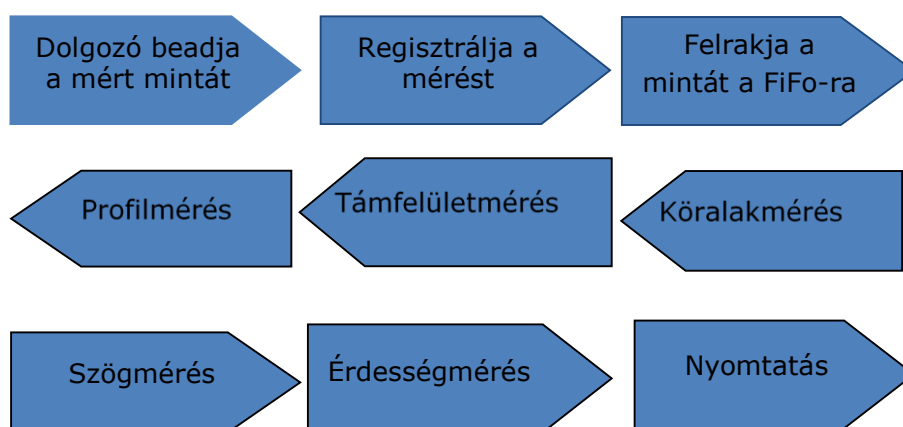


Vevői ütem (perc) = rendelkezésre álló idő (perc) / vevői igény db)

A fenti számítás megmutatja, hogy mért gyűrűnek hány percenként kell elhagynia a mérőszobát ahhoz, hogy gyártást akadálytalanul kiszolgálja,

#### Folyamatlépések és készletek felmérése

Az egyes folyamatlépések között a területen gyűjtött adatok alapján fel kell tüntetni készleteket, melybe bele kell számolni a folyamat előtt megmunkálásra várakozó minden terméket, Nem számít, hogy készlet a gép előtt vagy után esetleg egy puffer területen áll, a két folyamatlépés közötti összes anyagot fel kell tüntetni,



3.13. ábra: KOM mérés folyamata

Forrás: [1]

A termelésben dolgozó munkatársak a mérendő munkadarabok paramétereit egy méretregisztráció programban rögzítik, amelyben célszerűen be kell vezetni a gyártósort, típust, mérési feladatot, darabszámot és az alábbi három fő tevékenységekre bontható,

#### Anyagáram feltérképezése

A folyamat mentén minden belső (folyamatközi) illetve külső (egészen a vevőig) anyagmozgatást a valóságnak megfelelően kell feltüntetni, hogyvevőinkkel szembeni szállítási hűségünket értékelhessük, ismernünk kell a szállítási mennyiséget és gyakoriságot,

Az anyagáramlás mellett szükséges a munkatárs mozgását is megfigyelni, Ezt a spagetti diagram eszközével végeztük el, Lényege, hogy terület elrendezési rajzát kinyomtatva, bejelölve az adott munkaállomásokat nyomon tudjuk követni a munkatárs mozgását, a megtett utat, a keresztmozgásokat,

#### Irányítás és információáram felvétele

Az információáramot a vevőktől kiindulva képezzük a beszállítóig, érintve az egyes folyamatlépéseket, A területen az aktuális készletszintek figyelembevételével történő gyártástervezés-változtatást "Go See" gyártásütemezésnek nevezzük, Az értékáram veszteségeit az idővonal teszi láthatóvá oly módon, hogyábrázolja az anyagok várakozási (veszteglési) idejét az egyes folyamatlépések között, Egyes termékek esetében az átfutási idő és a megmunkálási idő arányát az értékteremtési ráta mutatja meg,



Az idővonal az értékáram folyamathatékonyágának mérőeszköze, A folyamatok alapján tartalmaznia kell a megmunkálási ill, folyamatidőt, Az igényektől illetve a nettó termelési időtől függően változtathatjuk a vevői ütemidőt folyamatról folyamatra,

#### *Idővonal felvétele*

A felső vonal az átfutási időt mutatja, amely a termék elkezdése és befejezése közötti eltelt időt mutatja meg, az alsó pedig a megmunkálási időt, azaz tényleges munkát a munkadarabbal, Az értékteremtési % az a megmunkálási idő és az átfutási idő hányadosa lesz,

### **3.5. Jövőállapot felvétele: VSD**

VSD (Value Stream Design) – Értékáram design – Jövőállapot

Célja: Tervezett jövőállapot megrajzolása, veszteségek kiküszöbölése, készletek minimalizálása, átfutási idők csökkentése, értékadó folyamatok növelése, karcsú gyártás kialakítása, hogybemutassuk, hogyvalósítjuk meg az elképzeléseinket, Cél egy olyan optimális folyamat kialakítása, ahol áramoltatjuk az anyagot, információt, és a folyamatok megszakítás nélkül egymás után áramolnak

Lépései:

1. Veszteségek elkerülése
2. Termékek hozzárendelése a forrásokhoz
3. Vevői ütem megvalósítása
4. Folyamatos anyagáram megvalósítása
5. Húzó elv a szupermarketekre
6. Ütemadó folyamat meghatározása
7. Termékskála szintezése

*Jövő állapottal szemben támasztott követelmények:*

A folyamatvízió kidolgozása 3 Lean elven alapszik (folyamatos áramlás; ütemezés és húzó-elv), célja szinkronban gyártani a vevői ütemmel, [5]

1. Áramlás elv: A gyártott darabok megszakítás nélkül jutnak el a következő folyamathoz
2. Ütemelv: Vevői ütemidőnek megfelelő gyártás minden folyamat kiegyenlítésével
3. Húzó elv: A következő folyamat csak azokat a darabokat veszi el, amire szüksége van

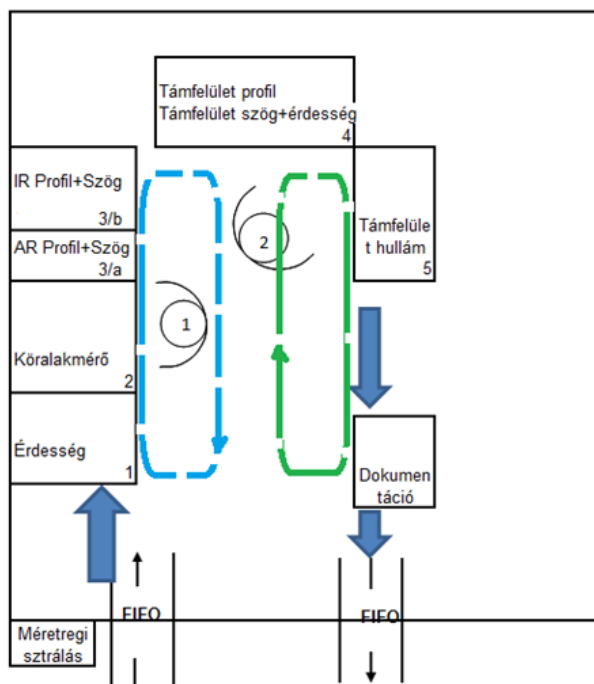
### 3.6. Vevői ütem megvalósítása

A gyártásnak és szerelésnek követnie kell a vevői ütemet, különben a túltermelés általi veszteségek vagy a vevői követelmények megsértése fenyeget. Az ütemidők és a ciklusidők szembeállítását után láthatóvá válik, hogy gyárthatunk-e és hol szükségesek beavatkozások. Ütemidő meghatározása nem csak a termelésben lehet érdekes, Robert O, Martichenko szemlélteti egy iskolai példán keresztül az ütemidőt az étkezdében, ahol a 1000 tanulót kell megebéldetni 2,5 óra alatt. Ehhez 9000mp/1000 tanuló, azaz=9 mp tanuló egy tanulónak ebédet kapnia, [7]

### 3.7. Folyamatos anyagáram megvalósítása

Egydarabos áramlás esetén a darabok (egységek) folyamatosan, megállás nélkül áramolnak a következő állomás felé. A folyamatok össze vannak egymással kapcsolva, Nincs köztes raktározás és veszteglési idő, Elágazás nélküli áramlásra kell törekedni,

A folyamatos anyagáram megvalósítására a olyan mérőszoba kialakítása tűnt a legcélszerűbbnek. Ezt két munkatárssal tudjuk megoldani három helyett, ahol az első munkatárs az érdesség->köralak->profil és szögméréseket végzi, itt automatikusan mér a készülék, nem kell ott állni mellette, csak továbbítani kell a dobozt a következő műveletre a második kollégának, aki a támfelület profil/szög,érdesség->támfelület hullám méréseket végzi, [1]



3.14. ábra: Egy mérőszoba lehetséges elrendezése

Az átfutási időt ilyen elrendezéssel minimalizálhatjuk, a mérőszoba kiegészülhet még egy FIFO csúszdával, így a beérkezés sorrendjében esnek rá a FIFO-ra a termékek, amit gyártósori dolgozó megkap a mérési eredménnyel együtt,

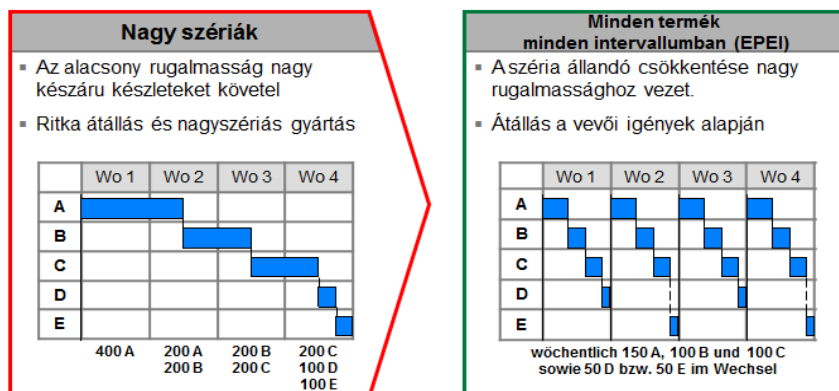


### Ütemadó folyamat meghatározása

Cél az, hogy a gyártástervezésből a megbízásvezérlés az értékáramban csak egy helyen jelenjen meg, A szállítási folyamat kanban vezérelten gyárt, hogy kivételezett terméket újra feltöltsék, Az ütemadó folyamaton történő megbízásvezérléssel a folyamaton felfelé húzó-vezérlés, a folyamaton lefelé FiFo-tolás megy végbe, Az ütemadó folyamat az a folyamat, ahol a termék megkapja a megbízás-specifikus jellemzőit,

### Termékkála szintezése

Különböző termékek gyártását a rendelkezésre álló időben egyenletesen kell elosztani az ütemadó folyamaton,



3.15. ábra: EPEI

Forrás: [1]

Összefoglalva tehát látható a vázolt esetekben, hogy mérőszobában a folyamatfejlesztés, vevő és minőségi elvárások növekedése során többletmérések szükségessége alakulhat ki, amelyet a cégeknél sok esetben a jelenlegi erőforrásokból kell biztosítani, változatlan létszám és erőforrás mellett,

Az értékáramot workshopok keretében optimalizálhatjuk, az esetbemutatásban kidolgoztuk a mérőszobai munkatársak és vezetőikkel együtt, Ezen workshop keretében az értékáram felvétele alatt a lean különböző eszközeit és minőségbiztosítási, minőségfejlesztési módszereket sikerrel lehet alkalmazni, Az értékáram felvétele után elemzésre kerültek a veszteségek, majd mérsékelni lehetőségei, Az értékáram térkép módszere, kisebb módosításokkal, de egy nem a hagyományosan termelési területen működőképes, teljes mértékben alkalmas a jelenállapot felvételére, majd ebből következően a jövőállapot felállítására, Áttekintettük a jövőállapotot, majd intézkedési tervben rögzítettük a feladatot, határidőt, és a felelőst,

Megállapítható, hogykaizen tevékenység keretén belül lehetségesnek bizonyul az elrendezések hatékonyabbá tétele, a művelet és folyamatáthelyezések, 5S tevékenységek, az egész folyamat optimalizálása, a felesleges műveletek felszámolása, az átfutási idők, a költségek csökkentése, a racionálisabb erőforrásgazdálkodás és a környezettudatos termelés az erőforrásgazdálkodás segítségével,



## Felhasznált szakirodalom

1. FAG Magyarország Ipari Kft,: Belső anyag
2. Varga Emilné Szűcs Edit: Minőségmenedzsment, Campus Kiadó, Debrecen, 2005, ISBN 963 86424 9 1, 300 p,
3. Nagy Imre: Minőségbiztosítás, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2001, ISBN 963 16 1890 0 223 p,
4. Womack, James P, - Jones, Daniel T, (2009): Lean szemlélet A veszteségmentes, jól működő vállalat alapja, HVG kiadói Zrt,, Budapest ISBN: 9789639686830
5. Péczely György, Péczely Csaba, Péczely György: Lean 3 (2009) ISBN978-963-08-3163-5
6. Husi Géza (2008): Lean menedzsment a gyakorlatban, Debreceni Campus Kiadó Debrecen ISBN:978-963-88614-3-6
7. Robert O, Martichenko (2008) Elemi lean ISBN:978-963-08-5977-6
8. Erdei János, Nagy Jenő Bence, Dr, Topár József, Dr, Tóth Zsuzsanna Eszter -(2010) Minőségmenedzsment
9. Mike Rooter és John Shook Tanuljunk látni-1999 ISBN 0-9667843-0-8
10. Keyence termék: <http://www.keyence.com/products/measure/micrometer/tm-3000/models/tm-065/index.jsp>

## 4. FOLYAMATELEMZÉS, FOLYAMATFEJLESZTÉS

Szerkesztette: Jenei Attila

A fejezet segítségével szeretnénk iránymutatást adni, hogyan és milyen módszerekkel tudtok egy folyamat elemzését elkezdni, mely eszközöket, módszertanokat tudtok segítségül hívni, Jelen példa egy kitalált alkatrész gyártási folyamatának lehetséges fejlesztéseit, illetve annak megvalósítási lehetőségeit mutatja be, Az elemzést minden esetben a jelenállapot alapos megfigyelésével, annak teljes elemzésével kezdjük, hogy tudjuk honnan indultunk ki, Majd meghatározzuk célunkat, hogy valójában hová is szeretnénk majd az optimalizálás után eljutni, Majd megtervezzük, hogyan és milyen eszközöket felhasználva szeretnénk folyamatunkat elemezni, optimalizálni, Ezen struktúrán végighaladva jutunk el egy erősebb, stabilabb, hatékonyabb rendszerhez,

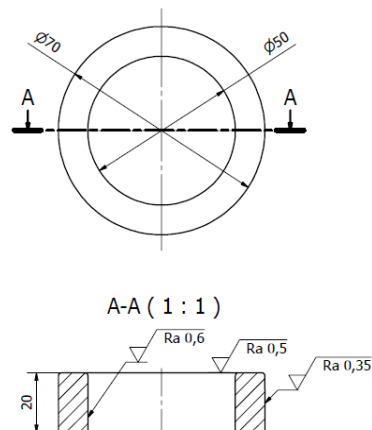
### 4.1. Kiindulási állapot

Ebben a fejezetben az tervezési rendszertan első lépcsőjét mutatjuk be, Fontos minél alaposabban leírni és elemezni az aktuális helyzetet a későbbi célok reális meghatározása végett, A helyzetelemzéseknek ki kell térnie a következő elemzési pontokra:

- termékre,
- termelésre,
- személyzetre,
- feladatra,
- és költségekre,

#### 4.1.1. Termék

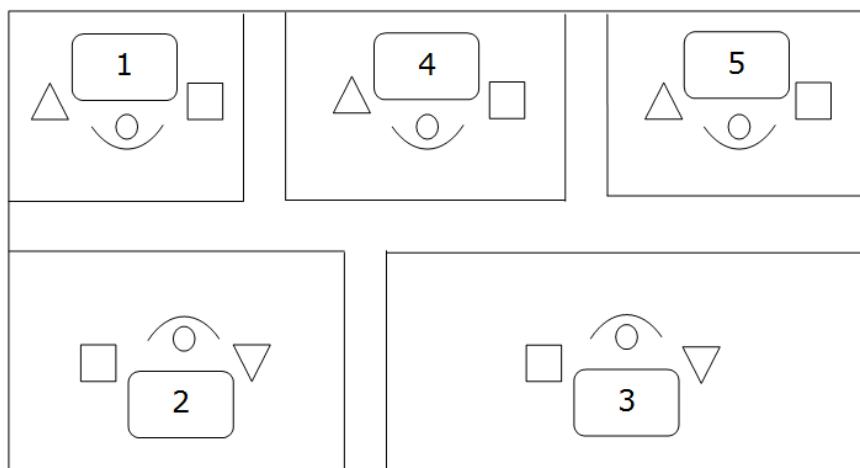
Kiválasztottunk egy üzemet, melyben különböző mérettartományú és felhasználású csúszó perselyek gyártása zajlik, Az 4.1. ábrán látható az általunk kiválasztott típus.



4.1. ábra: Csúszó persely

#### 4.1.2. Gyártási folyamat

A kiválasztott típus gyártási folyamatát nem teljes egészében mutatjuk be és vizsgáljuk. A persely homlok felülete már készre van munkálva. Ezt követően egyedi gépeken kerül megmunkálásra a termék. Minden gép egyetlen műveletet végez a munkadarabon. Az első gépen történő művelet a persely palást felületének köszörülése. A második gép végzi a persely furatának köszörülését. A harmadik művelet a persely furat átmérőének 100%-os mérése. A negyedik gép a persely palást felületének finiselését hajtja végre. Végül az ötödik művelet a persely palástátmérőének 100%-os mérése. A gépek viszonylag egy helyen egymástól változó, nem definiált távolságra helyezkednek el. Az egyedi gépes gyártó részleg elhelyezését egy sematikus layout szemlélteti, amit a 4.2. ábrán láthatunk.



4.2. ábra: Layout

ahol: 1 palást köszörülés, 2 furatköszörülés, 3 100%-os furat átmérő mérés, 4 palást finiselés, 5 100%-os palást átmérő mérés,  $\Delta$  alapanyag,  $\square$  megmunkált munkadarab,  $\smile$  operátor,

Gépenként egy-egy gépkezelő (operátor) van foglalkoztatva, ők felügyelik a gépek működését, A munkahelyek mindegyike megfelelnek az 5S által támasztott követelményeknek, minden a standard által meghatározott helyén található, Például a padlón található különböző színnel történő jelölés az alapanyag és megmunkált munkadarabok számára egy a vizualizációs eszközök közül,

A megmunkálásra váró munkadarabok egy szállító kiskocsin műanyag ládákban érkeznek a munkahely alapanyag tárolására kijelölt területére, A munkadarabok gépekbe történő adagolását egy csatorna látja el, Manuális munkafolyamat útján az operátor meghatározott darabszámú munkadarabot helyez a csatornába,

A megmunkált munkadarabok szintén egy csatornán keresztül távoznak a gépből és egy gyűjtőasztalra érkeznek, ahonnan az operátor feladata azok levétele és a műanyag szállító ládába helyezése, A megmunkált munkadarabok a munkahelyen a teljes szérianagyság



legyártásáig szállító kocsin lévő ládákban várakoznak, Az operátor a teljes sorozatnagyság legyártását követően tolja át a szállító kocsikat következő művelet előtt kialakított alapanyag tároló területre,

Az operátor munkafeladatai közé tartoznak a gépfelügyelei és logisztikai feladatokon felül továbbá a minőség ellenőrzésére és biztosítására irányuló tevékenységek, Ilyen például az óránként elvégzendő manuális méret ellenőrzések, a leszedő asztalra érkező munkadarabok vizuális ellenőrzése vagy a mérési eredmények esetleges rögzítése, Az utómunkát igénylő vagy selejt munkadarabok megfelelő módon történő anyagkezelése/könyvelése,

#### **4.1.3. Folyamat- és időadatok-meghatározása**

Ezen fejezetben kicsit részletesebb bemutatásra kerül az időadatok meghatározásának lehetőségei. A munkatudomány világában adatoknak tekinthetők a folyamatszakaszok időértékei, azon befolyásoló tényezők, melyektől a folyamatszakaszok-idők függenek, vonatkoztatási mennyiségek és munkafeltételek adatai. Európai viszonylatban az idők és vonatkoztatási mennyiségek és azok hatásaik megállapítására a REFA adat meghatározási standardprogramját alkalmazzák. A Birodalmi Munkaidőmeghatározási Bizottság, németül Reichausschuss für Arbeitszeitermittlung, röviden REFA-t 1924-ben alapították és kifejlesztették ezzel a munkaerő-gazdálkodás általánosan elismert módszertanát.

A folyamatfajtákat időfajtáknak is szokás nevezni, abban az esetben, ha az adott folyamatszakasz idejét közvetlenül jellemzi. A folyamatfajtákra nagy szükség van mivel lehetővé teszik a folyamatok pontos és egyértelmű definiálását, a folyamatfajta szakasz-idegeinek sokoldalú a felhasználása, valamint mutatószámok képzésének alapjául szolgál. Ilyen mutatószám például az üzemeszköz hasznosítás, mely megmutatja, hogy milyen hatékony az üzemeszközünk munkatárggyal való együttműködése. Mindezekről részletesen is olvashatunk a REFA szervezet kiadványaiban,

#### **Időfelvétel**

Az időfelvétel az emberre vonatkozó terv-idők meghatározása, Ezen terv-időket a tény-idők mérése és kiértékelése után kapjuk meg, melyek egyaránt megadják a folyamatszakaszok előírt időit is, A REFA kidolgozott egy standard időfelvételi programot, mely segítségével előkészíthetjük és végrehajthatjuk a tény-idők felmérését, Az időfelvételeket általában egy külső megfigyelő személy végzi, akinek kellő kvalifikáltsággal kell rendelkeznie, hogymegfelelően tudja elválasztani és megítélni a folyamatokat, Továbbá be kell tartania néhány alapszabályt:

- a megfigyelőnek tájékoztatni kell a megfigyelni kívánt személyt a megfigyelésről,
- úgy kell elhelyezkednie, hogy a megfigyelt személyt a lehető legkisebb mértékben befolyásolja, ill, akadályozza, viszont a munkafolyamatot teljes egészében átláthassa,
- nem beszélgethet a megfigyelés ideje alatt a megfigyelt személlyel,
- a biztonságtechnikai előírásokat be kell tartania,



- az időfelvételi lap egy okmány, tollal kell adatot rögzíteni,
- a bér és tarifa szabályzók betartása,

#### Stopperórával történő felvétel

Az időfelvétel elvégzéséhez használt leggyakoribb mérőeszköz a stopperóra, Ha már stopperóra, akkor érdemes egy századperces stopperórát beszerezni, mivel a munkatudományban az idő mértékegységeként a percet és a századpercet (SZP) alkalmazzák, A másodperc használata megnehezíti a számolást, mivel nem decimális számrendszerű, A 4.3. ábrán láthatunk egy digitális századperces stopperót, mely könnyedén használható az időfelvételek lebonyolításához,



4.3. ábra: Hanhart Spectron stopper

Forrás [1]

A mért tény-időket időfelvételi lapokon dokumentálhatjuk, A folyamatszakaszok szerint megkülönböztetünk egyedi időméréssel és folyamatos időméréssel felvett időket, Mind két eljárás rendelkezik előnyökkel és hátrányokkal egyaránt, A mérési pontot általában úgy válasszuk ki, hogy az a folyamatszakasz végeseménye legyen, Az időfelvételek során meghatározott időket általában tervezéshez, irányításhoz és bérezéshez használjuk, de tervidők megadására is használatosak,

#### REFA CHRONOS készülékkel történő felvétel

A REFA CHRONOS készülék a lehető legkorszerűbb időfelvételi készülék, mely alkalmas különböző időfelvételekre:

- megbízási idő meghatározására,
- kalkulációs, tervezési és irányítási tervidők, bérezési normaidők képzésére,
- hosszú távú időfelvételek végrehajtására,
- gépkezelési és csoportmunka-idők meghatározására,
- folyamattanulmányok kivitelezésére,
- Multimoment felvételek elvégzésére,

Ipari körülmények között is használható köszönhetően a gumikeretes, fröccsenő víz, ütés és por ellen védő, oldószereknek ellenálló burkolat miatt. A CHRONOS készülék a 4.4. ábrán látható. Nagy előnye más mechanikus mérőeszközökkel szemben az időtakarékoság. A kézi adatbevitelhez képest az előkészületek és az időfelvétel, valamint a kiértékelés során rengeteg idő takarítható meg és a számolási hibák előfordulása is minimalizált. A készülékre telepített kiértékelő szoftver segítségével könnyedén elkészíthetjük tanulmányuk összegzését. Az adattranszfer PC-ről a készülékre és fordítva egyaránt lehetséges,



4.4. ábra: REFA CHRONOS készülék

Forrás [2]

### **Járulékos időfelvétel**

Az ember által végzett folyamatok tervszerű kivitelezéséhez szükséges pótlólagosan szükséges folyamatszakaszok előírt időinek összegét járulékos időnek (tv) nevezzük. Megkülönböztetünk tárgyi (ts) és személyi (tp) járulékos időt. Gyakran az alapidő százalékos pótlékaként is szokás megadni, használatos a járulékos időpótlék, vagy járulékos időszázalék (zv%) megnevezések használata is,

Meghatározására három eljárás létezik:

- hosszantartó időfelvétel,
- véletlen terven alapuló osztott időfelvétel,
- Multimoment felvétel (a következő alpontban kerül részletezésre),

Célja, hogy kiderítse, hogyan és milyen időfajtákból épül fel a rögzített idő. Ahhoz, hogy megbízható eredményt érjünk el több műszakot át fogó felvételt kell készítenünk. Javítható a felvétel eredménye, ha a felvétel magába foglalja a hét minden munkanapját és minden műszak munkaidejét. Alkalmazható egyedi munkahelyeken és azon munkacsoportoknál, melyek hasonló feladattal és feltételekkel rendelkeznek,

A járulékos időfelvételnek egyik nagy előnye, hogy megfigyelő hatékonyabban tárja fel a pótlólagos folyamatszakaszok gyökér okait és ez által könnyebb intézkedéseket hozni, ill. javasolni azok megszüntetésére,



### **Multimoment felvétel**

A szó eredete a latin "multum" (sok) és a "momentum" (pillanat) szavakra vezethető vissza, A Multimoment felvétel célja, hogy az előzetesen meghatározott folyamatfajták gyakoriságát vizsgáljuk egy, vagy több hasonló munkarendszerben, mintavételes úgynevezett "pillanat felvételek" segítségével, Ezáltal azok munkaidőn belüli részaránya is kimutatható, Az előre meghatározott, statisztikailag igazolható megbízhatóságnak köszönhetően reprodukálhatóvá teszi az eredményeket, A REFA által megkövetelt pontosság 1-3% között van, attól függően, hogymire használjuk a kapott adatokat, A megfigyelést végző személy, előre meghatározott időpontokban körjáratokat végez, általában több héten keresztül, a munkarendszereken és az ott zajló folyamatok pillanatnyi állapotát rögzíti, mint pl, gép termel, vagy gép várakozik az előző gépre, Látható, hogy a megfigyelést definiált sorrendben kell végeznünk az 1,2,3 és végül a 4 munkahelyen, A gyakorlatban alkalmazható az is, hogy az x-edik a megfigyelést fordított sorrendben végezzük pl, 4,3,2 és 1 munkahelyen, Ebben az esetben ügyelnünk kell az adatok helyes rögzítésére, hogy megfelelő helyre kerüljön, amit láttunk, Az eljárás megköveteli a folyamatos közbenső értékelést és az  $n = 500$  megfigyelés után felül kell vizsgálni, hogy az előzetesen becsült szükséges megfigyelések szám elegendő lesz-e a kívánt megbízhatóság eléréséhez, A Multimoment előnye a járulékos időfelvétellel szemben, hogy kevésbé munkaigényes technika,

### **Pihenőidő meghatározás**

Pihenőidőnek nevezzük azt a plusz beiktatott tevékenység megszakítást melynek célja, hogy a tevékenység miatti munka-elfáradás megszűnjön, Ez a teljesítmény csökkenését és az azt követő folyamat teljesítmény motivációjának növekedését eredményezi, Megállapításánál célszerű külön meghatározni a terhelést és az igénybevételt, Az iparban jelen lévő nagyszámú eltérő terhelési állapotok végett nem áll rendelkezésünkre egységesített eljárás, ezáltal több eljárás is alkalmazható:

- REFA - analitikus pihenőidő meghatározás,
- fiziológiai eljárások,
- energiafelhasználási táblázatok segítségével,
- járulékos időfelvétellel,
- dolgozók megkérdezésével,

### **Interjú**

Az interjú egy előre alaposan kidolgozott beszélgetésirányítási forma, melynek célja hogy információhiányunkat megszüntesse, Előkészítéskor definiáljuk:

- a célokat és tartalmat,
- résztvevőket,
- környezeti információkat,
- időtartamát és helyét,
- szükséges dokumentációkat,
- és a folyamat tervezését,



Az interjú lebonyolítását illetően mindig a kapcsolatfelvétellel indítunk, ahol kiépítjük a kölcsönös bizalom atmoszféráját, Amint megtörtént a kapcsolatfelvétel következik az információszaki szakasz, mely türelmet és odafigyelést igényel, Ebben a szakaszban gyűjthetjük be az általános adatokat, problémákat és azok okait kutathatjuk, ösztönözhetjük a kollégát azok megoldására, illetve értékelhetjük a problémamegoldására irányuló kezdeményezéseket, Az ellenőrző szakaszban felülvizsgálhatjuk, hogy helyesen értettük-e az elhangzottakat, Az interjú utolsó záró szakaszában köszönhetjük meg partnerünknek, hogy időt szánt az interjúra, Ebben a szakaszban van lehetőségünk továbbá a fejleményeket közölni és amennyiben már beterveztük a következő interjú, akkor annak előkészületeit is itt tehetjük meg,

Az interjúk fajtáit tekintve megkülönböztetünk:

- tárgy és személyorientált,
- egyéni, csoportos, társas,
- egyszeri vagy ismétlődő interjút,

Az interjú különösen alkalmas részletes és kiterjedt megkérdezésekre, szakmailag bonyolult kérdések megválaszolására, vélemény és motiváció feltérképezésére,

### **Belső adatgyűjtés**

A belső adatgyűjtés, melyet a munkafolyamatban résztvevő személyek, üzemesszerek, vagy munkaeszközök végeznek, Az önfeljegyző adatgyűjtés fókuszában legtöbbször a folyamatfajták, mennyiségi teljesítmények és időtartamok állnak, Alkalmazhatók gyengepontok elemzésére, költségelemzések, munkafolyam elemzések, stb, A megfigyelés irányulhat a munkahelyre, ill, a műveletre egyaránt, A műveletre irányuló önfeljegyző megfigyelések alatt a termék haladását a termékkísérő segítségével követjük nyomon, A vállalati adatgyűjtés, németül Betriebsdatenerfassung, röviden BDE az önálló adatgyűjtés egyik legmodernebb és elterjedtebb formája, melyet maga az üzemesszér végez, A számítógépes hálózattal közvetlenül összekapcsolt üzemesszér átfogó adatgyűjtést végez, mely adatgyűjtés az adat létrejöttének momentumában végbe megy, Az ily módon összegyűjtött adatokat további elemzések vonják,

### **Tervidőn alapuló időadat-meghatározás**

Tervidőnek vagy norma időnek nevezzük azon folyamatszakszakas előírt-idejét, melynek lefutása egyéb befolyásoló tényezők hatásával irható le,

Terv idő = folyamatszakszakas ideje x (1, befolyásoló tényező, 2, befolyásoló tényező, ... n, befolyásoló tényező),

A befolyásoló tényezők fajtái között különbséget teszünk, A normaidőket használni gazdaságos, mert különböző termékek azonos vagy hasonló megmunkálási, gyártási folyamatok esetén nincs szükség új időfelvételre, Segítségükkel gazdaságossági benchmarkot is végezhetünk a különböző munkafolyamatok közt, Nagy szerepet játszanak az előkalkulációban és elvárásokat támasztanak a munkakialakítással szemben, Rendkívül jól alkalmazhatók kis gyakorisággal ismétlődő folyamat-sorrendekhez, ilyen pl, a kisszeri- és egyedi gyártás, A tervidők meghatározására a REFA – tervidő meghatározási standardprogram ajánlott,

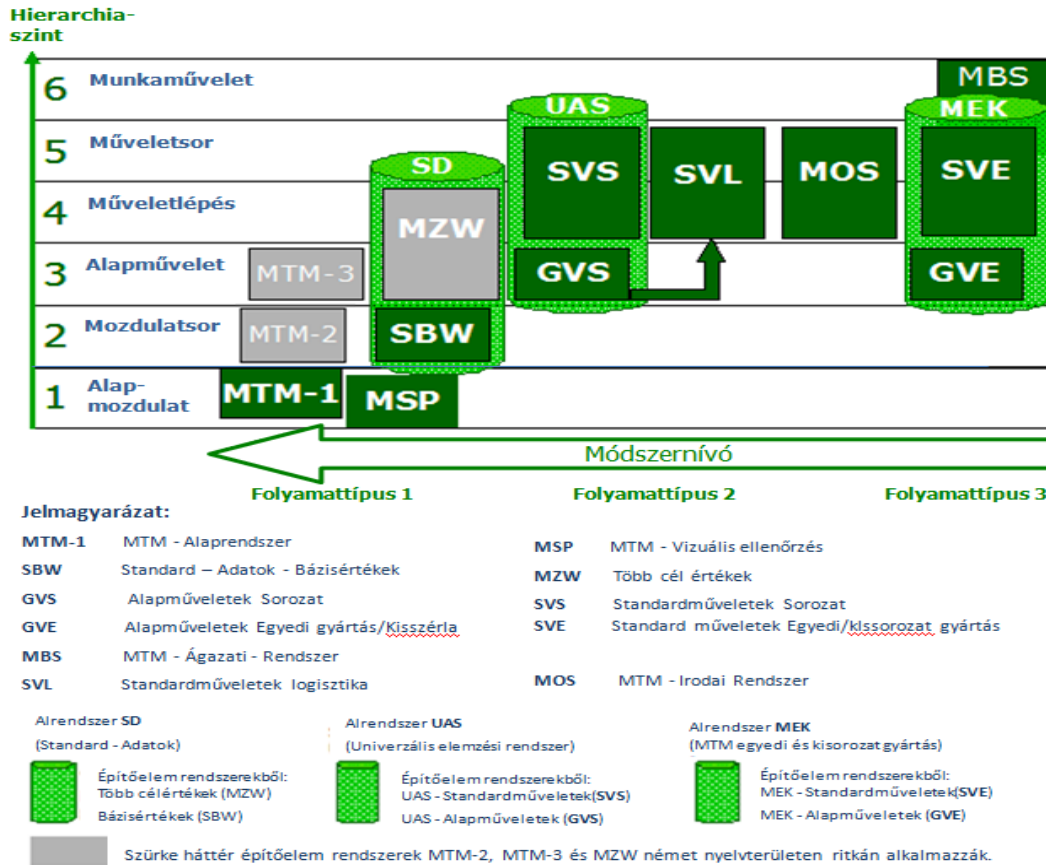


### **Előre meghatározott idők rendszere**

Az előre meghatározott idők rendszere, németül Systeme vorbestimmter Zeiten, röviden SvZ, eljárás lényege, hogy az ember által teljesen befolyásolható mozdulatok befolyásoló tényezői ismertek és ez által az utalványozott idő is származtatható, Minden manuális folyamat meghatározott számú mozdulatelemmel leírható, Egy szerelési művelet elemzése mozdulat-elemekre történő felosztásból áll, A mozdulatok tanulmányozása alatt megállapították, hogy az összes munkafolyamat 17 eltérő mozdulatelemmel leírható, Az SvZ megalapítói a továbbiakban megállapították, hogy ennél jóval kevesebb mozdulatelem is elegendő mindössze 5:

- Nyúlás – a kéz mozgatása munkatárgyhoz,
- Megfogás – ujjak összezárása munkatárgy megfogásakot,
- Mozgatás – kézzel történő munkatárgy mozgatása,
- Illesztés – munkatárgyak be-, ill, ráillesztése
- Elengedés – ujjak nyitása munkatárgy elengedésénél

Az előre meghatározott időket alkalmazó rendszerekből két eljárás terjedt el Európában a munkatényező, angolul Work Factor, röviden WF és az Módszer időmérés, angolul Methods Time Measurement, röviden MTM, Mind két eljárásnál a munkahely, a munkatárgyak és készülékek méreteiből számszerűsíthető befolyásoló tényezők szerepelnek, viszont az MTM rendszerében a kvalitatív<sup>1</sup>, azaz értékítéleten alapuló befolyásoló tényezők is helyet kapnak, Napjainkban európai és hazai viszonylatban egyaránt az MTM rendszerét alkalmazzák nagyobb számban, Az MTM alkalmazás semleges folyamat-építőelem rendszere alapján, lásd a 4.5. ábrán, a felhasználó dönti el, hogy a folyamat típusától és módszernívótól függően melyik építőelem-rendszer alkalmas a kérdéses folyamat elemzésére, Minden építőelem-rendszer rendelkezik saját normaidő kártyákkal, melyek tartalmazzák az előre meghatározott mozdulatokhoz tartozó időszükségeit, Az elemzéseket standard elemzőlapokon végezhetjük, amelyek szintén építőelem-rendszerként különböznek, Ami közös mindegyik építőelem-rendszerben a mértékegység, ami a TMU, angol Time Measurement Unit röviden, TMU, 1 TMU = 0,036 sec,



4.5. ábra: MTM folyamat-építőelem rendszere

Forrás [3]

### **Összehasonlítás**

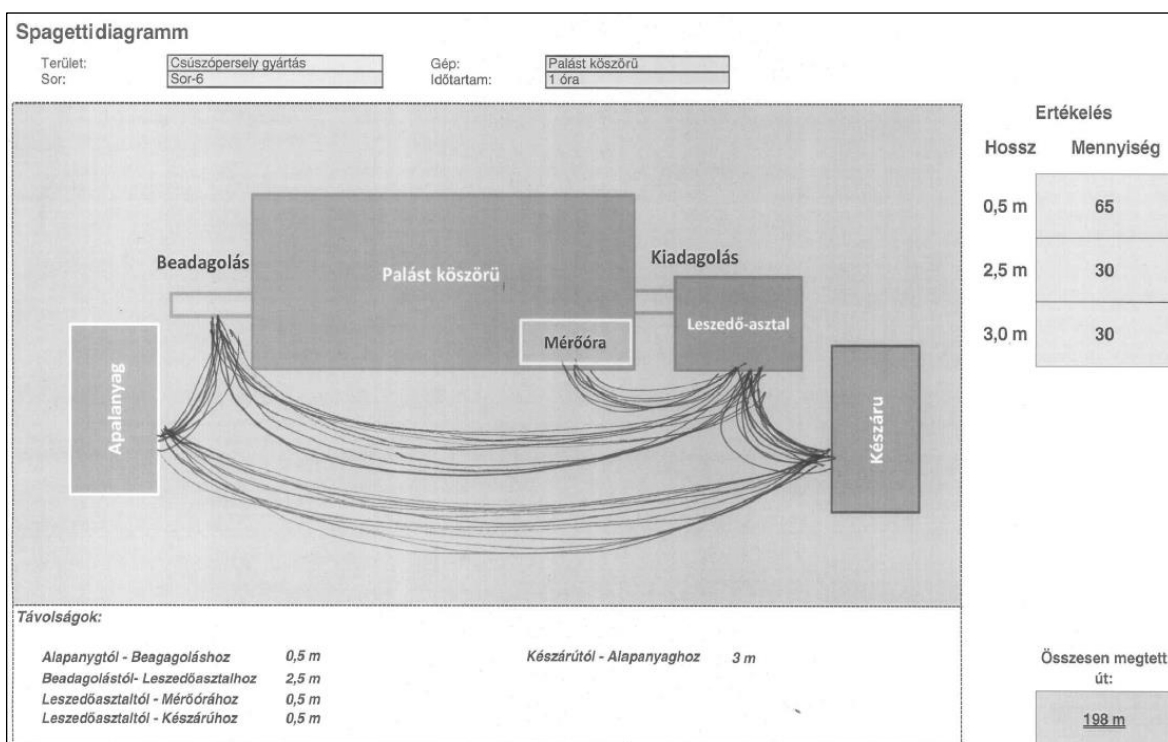
Az összehasonlítás és becslés lényege, hogyválasztunk egy egészen hasonló folyamatot a rendelkezésre álló időfelvételek közül és egyszerűen összehasonlítjuk az adatokat, Tapasztalati úton becsléssel meghatározzuk a folyamatunk több vagy kevesebb időt vesz igénybe, Érdemes a munkafeladatot kisebb munkaszakaszokra osztani és részletes összehasonlítást végezni, A statisztikai hiba-kiegyenlítődség - analitikus becslés esetén - az eredmény pontosságát növeli, Az összehasonlítás és becslés, valamint az időosztály-becslés olyan adat megállapítási módszerek, amelyek különösen az egyedi és kisorozatgyártásban, a kisiparban és a karbantartásnál alkalmazhatók hatékonyan,

#### **4.1.4. Mozgáselemzés**

A mozgáselemzés egyik leggyakrabban alkalmazott módszere a Spagetti diagram készítése, A Spagetti diagram (4.6. ábra) segítségével elemezhetjük az anyagáramlásunkat és az operátorok mozgását, Mi is szükséges a Spagetti diagram elkészítéséhez? Szükséges egy felvételi lap, amely tartalmazza a területet, ahol a megfigyelést végezzük, A vizsgálat vagy megfigyelés időtartamát, Továbbá a léptékarányos layout-ot, amin föl van tüntetve az összes olyan pont, állomás, ahol a gépkezelőnek valamilyen tevékenységet kell elvégeznie



(pl, adagolás, leszedés, kézi mérés stb,). Az állomások közti távolságokat vagy 2D-s tervező program vagy mérőszalag segítségével lemérjük és rögzítjük a spagetti diagram felvételi lapon, A 6. ábrán láthatunk egy kitöltött felvételi lapot, Amint minden szükséges adat a rendelkezésünkre áll irány a termelés és megfigyeljük a kívánt folyamatot vagy az operátort, A megfigyelés ideje alatt az operátor által érintett pontokat összekötjük és így kapjuk meg az egy tál spagettihez hasonló ábrát, A kiértékelésnél csupán annyi a teendőnk, hogymegszámoljuk hány vonal tartozik a definiált távolságokhoz, szorzatukat összeadjuk és megkapjuk, hogyhány métert tett meg a gépkezelő,



4.6. ábra: Spagetti diagram

#### 4.1.5. Mutatószámok

A bevezetésre visszautalva, miszerint jegyzetünk határi korlátoltak és nem egy teljes részletességig bemutatásra kerülő példa, hanem egyfajta iránymutatás és betekintésnyújtás a lehetséges elemzési, fejlesztési és gondolkodási módszerek tárházába, Ebből kifolyólag meghatározásra kerültek, a korábbi alpontokban bemutatott folyamat- és időadat meghatározási módszerek segítségével a legfontosabb mutatószámok, angolul Key Performance Indicator, röviden KPI, melyek segítségével jellemezni tudjuk az egyedi gépes gyártásunkat, A mutatószámokat az 4,1, táblázatban foglaltuk össze,



4.1. táblázat: Kiindulási állapot mutatószámok

	Palást köszörülés	Furat köszörülés	Furat ellenőrzés	Palást finiselés	Palást ellenőrzés
OEE	90%	88%	96%	92%	96%
TZ [sec/db]	8	9	7	8	7
db/műszak (450 min)	3038	2640	3703	3105	3703
Átfutási idő [min]	1481	1705	1215	1449	1215
	<b>7066</b>				
Érték [HUF/darab]	5,5	5,5	2,5	3,5	2,5
	<b>19,5</b>				
Érték/műszak/fő	16706	14520	9257	10868	9257
	60608				
Átlag-Érték/műszak/fő	<b>12122</b>				

Az első mutatószám a Teljes Eszköz Hatékonyság, idegen nyelven Overall Equipment Effectiveness, röviden OEE, mely mutatószám megadja egy berendezés vagy gyártósor hatékonyságát, Három faktor szorzatából származtatjuk, melyek a Rendelkezésre állás (R), Teljesítmény (T) és Minőség (M),  $OEE = R \times T \times M$ ,

A három faktor gépenkénti meghatározását követően megkaptuk a gépenkénti OEE-t,

A következő mutatószám a ciklusidő (TZ), ami két megmunkált darab közt eltelt idő, A ciklusidők szintén gépenként lettek meghatározva,

Műszakonkénti kapacitás, mint KPI, megadja, hogyegy műszakban rendelkezésre álló idő alatt, a gép ciklusidejét és hatékonyságát figyelembe véve, hány darabot tudunk legyártani, Nyolc órás műszakrendet feltételezve, egy műszakban összesen 480 perc van, ebből 30 perc szünet, tehát a rendelkezésre álló idő 450 perc/műszak,

Köztes készlet, megadja a megmunkálási lépés között lévő munkadarabok számát, A kiindulási állapotban a teljes szérianagysággal egyezik meg a köztes készlet, azaz 10,000 db,

Az átfutási idő egy feladat teljesítésének ideje, amely lehet egy vagy több munkarendszeren belül, Az egyszerűség kedvéért a jegyzetben nem vettük figyelembe a munkahelyek közt lévő logisztikai folyamatokat (megmunkált munkadarabokat kiskocsin következő művelethez szállít), Esetünkben a szérianagyság megegyezik a köztes készlettel így az átfutási idő összesen 7066 perc,

Érték alatt a munkahely által a termék árához hozzáadott értéket értjük, Forintban, A termékünk 19,5 Forint hozzáadott értéket képvisel anyagköltség nélkül,

Produktivitás vagy termelékenység, megadja, hogyegy műszakban egy fő mennyi hozzáadott értéket termel, Műszakonkénti kapacitást megszorozzuk a termék hozzáadott értékével és elosztjuk a munkahelyen dolgozó létszámmal, Az egyedi gépes gyártóterületünk 5 fővel egy műszakban összesen 60,608 Forintot termel,



Köztes készlet, megadja a megmunkálási lépés között lévő munkadarabok számát, A kiindulási állapotban a teljes szérianagysággal egyezik meg a köztes készlet, azaz 10,000 db,

Selejt arány megadja, hogy az összesen legyártott darabokból hány százalék a kieső, nem megfelelő termék, A kiinduló állapot elemzéséből 6 %-os selejtarány volt megállapítható,

## **4.2. Célok meghatározása**

Az átfutási idő egyharmadra való csökkentése, illetve a köztes készletek ötödére való csökkentése, mellyel a folyamatos termelés biztosított, valamint az előállítási költség a tervezett gazdasági mutatókat elérje, Ezen célok teljesülésével kevesebb pénz fog állni a készletekben, A köztes készlet csökkentése egyben minőségügyi szempontból is nagy jelentőséggel bír, hiszen kisebb a rizikófaktor a nem megfelelő munkadarabok továbbítására, ill, egy minőségi probléma esetén a zárolandó darabszám is kevesebb, tehát a selejt arányunk is csökkeni fog, A gyártási költségek redukálása mellett a produktivitást is növelni kell, Amennyiben a folyamat optimalizálásához beruházásra van szükség, akkor a beruházásnak 5 éven belül meg kell térülnie,

## **4.3. Konceptiók megalkotása**

A jelenlegi állapot felmérése és az előző fejezetben ismertetett célkitűzések alapján megkezdődhet az új munkarendszer kialakításának koncepcionális fázisa, Ebben a fázisban a munkafolyamatok kidolgozása és a munkatartalmak meghatározása történik, majd az egyes változatok értékelése és a döntés, Annak érdekében, hogy a döntés kellően megalapozott lehessen, fontos, hogy az egyes változatok megfelelő mélységben ki legyenek dolgozva, vagyis a számszerűsíthető és nem számszerűsíthető kritériumok egyaránt összehasonlíthatóak legyenek,

A tárgyalt példánkban kötelező kritériumként jelenik meg az átfutási idő, illetve a köztes készlet csökkentése. A célokból adódóan a koncepciók kialakításakor elsősorban a folyamatos anyagáramlás megvalósítására kell törekedni. A folyamatos anyagáramlás az egymást követő folyamatlépések közvetlen csatolását jelenti, ahol az egyes folyamatlépések egyetlen folyamattá olvadnak össze, a gyártott alkatrész várakozási idő nélkül közvetlenül a következő folyamatlépésbe kerül. Folyamatos anyagáramlás esetén eltűnnek a köztes készletek, nincsenek veszteglési idők, a munkadarabok megszakítás nélkül áramlanak, így a folyamat nagyfokú átláthatósága is biztosítható. Mivel az ilyen jellegű gyártás esetén kevesebb munkadarab van egyszerre gyártásban, ezért hamarabb felszínre kerülnek a minőségi problémák, hamarabb lehet ezekre reagálni, ami által minimalizálható a selejtes, vagy javítandó munkadarabok száma. Fontos azonban megjegyezni, hogy a folyamatos anyagáramlás megvalósításának vannak feltételei, melyek teljesülését a döntéshozatalkor mérlegelni kell, Alapvető feltétel, hogy az új folyamat effektív ciklusidejének meg kell felelnie a vevő által elvárt szállítási ütemnek (vevői ütem). Ennek vizsgálata azért kíván különös figyelmet, mert összekapcsolt rendszerek esetén a ciklusidőt a leglassabb folyamat (szűk keresztmetszet) fogja meghatározni. A rendszert felépítő egyes folyamatok fennakadásai a teljes folyamatot megakasztják, így a rendszer vesztesége az egyes folyamatok veszteségtényezőinek szorzatával számítható. A korábban ismertetett teljes eszközhatékonyság (OEE) mutatószámára összekapcsolt gyártórendszer esetén az egyes gépek OEE mutatószámának szorzataként határozható meg. Ez már néhány gép



összekapcsolásakor is – még viszonylag magas OEE értékek mellett is – meglehetősen szerény eszközhatékonysághoz és így megnövekedett effektív ciklusidőhöz vezethet:

$$\text{OEEgépsor} = \text{OEE1,gép} \times \text{OEE2,gép} \times \text{OEE3,gép} \times \text{OEE4,gép} = 0,9 \times 0,9 \times 0,9 \times 0,9 = 0,65,$$

Meg kell továbbá vizsgálni, hogy nem szükségesek-e technológiai várakozási idők az egyes lépések között, nem különböznek-e jelentősen az egyes folyamatidők, nem szükséges-e többszörös feldolgozás egy erőforráson, nincsenek-e elágazások az alkatrészáramlásban, illetve elfogadható-e az esetek többségében várható kapacitásveszteség,

Példánkban a folyamatos anyagáramlás bevezetésének feltételei teljesülnek, ezért nincs alapvető akadálya az eddig egyedi gépként működő berendezések összekapcsolásának.

#### 4.3.1. Konceptió 1.

Az első koncepció szerint az egyedi gépekből gépcsoportokat hozunk létre, ahol az egy csoporton belüli gépek közvetlenül össze vannak kötve egymással, köztük folyamatos anyagáramlás van, míg a gépcsoportok között továbbra is készletezés van. A készletek és az átfutási idő csökkentése érdekében maximalizáljuk a gépek között veszteglő alkatrészek számát, vagyis olyan sorozatnagyságokat állítunk be, mellyel közelítjük az egydarabos áramlást. A sorozatnagyságot az alapján határozzuk meg, hogy a teljes széria egy egységként szállítható legyen a gyárban rendszeresített kézi anyagmozgató eszközzel (1 egység = 1 kocsi = 6 műanyagláda = 2000 db). Így nemcsak a készleteket csökkentjük, de ezzel egyidejűleg az anyagmozgatások számát és a gép területi igényét is csökkenthetjük. A sorozatnagyság csökkentése a minőségre és a selejtarányra is pozitívan hat: mivel kevesebb munkadarab van egyszerre gyártásban, korábban megmutatkoznak a minőségi eltérések, így hamarabb lehet ezekre reagálni és a folyamatba beavatkozni. Ennek eredményeképpen kevesebb darabot kell javításra küldeni, vagy selejtezni.

A koncepció szerint a folyamat első lépése a teljes széria palástköszörülése. A palástköszörű gép adagolását és a kész darabok leszedését a gépkezelő végzi. Ezután a teljes szériát tartalmazó kocsi átkerül a furatmegmunkáló állomásra, ahol megtörténik a furat köszörülése, majd a furatellenőrzés. A köszörűgép beadagolását gépkezelő végzi. A két gép csatornával van összekötve, az ellenőrző berendezésből pedig egy asztalra csúsznak a munkadarabok. Az asztalon lévő darabokat a gépkezelő műanyagládába pakolja, majd a ládákat a kocsira helyezi. Ezt követően a széria a 3. állomásra jut, ahol a gyűrűk palástjának finiselése, majd a külső átmérő ellenőrzése történik. Hasonlóan a többi géphez, a beadagolás és a leszedés itt is kézi művelet. Az állomások ütemidejét a két megmunkálás közül mindig a lassúbb határozza meg, az eredő OEE-t pedig szorzással kapjuk meg. A számítás eredményeit az alábbi táblázatban foglaltuk össze:



4.2. táblázat: Konceptió 1

	Palást köszörülés	Furat köszörülés	Furat ellenőrzés	Palást finiselés	Palást ellenőrzés
OEE	90%	84%		88%	
TZ [sec/db]	8	9		8	
db/műszak (450 min)	3038	2534		2981	
Átfutási idő [min]	296	631		566	
	<b>1494</b>				
Érték [HUF]	5,5	8,0		6,0	
	<b>19,5</b>				
Érték/műszak/fő	16706	20275		17885	
	54866				
Átlag-Érték/műszak/fő	<b>18289</b>				

Látható, hogy a sorozatnagyság csökkentésének köszönhetően az átfutási idő jelentősen mérséklődött. A gépek összekapcsolása miatt az egyedi gépként gyorsabban működni tudó mérő berendezéseket vissza kellett lassítani, ezért a legyártható összes darabszám (kapacitás), és ezzel együtt az előállított érték csökkent. Ugyanakkor, mivel a gépkezelők számát csökkentettük, az egy fő által műszakonként előállított érték nőtt. Meg kell vizsgálni, hogy ezen ellentétes irányú folyamatok eredőjeként az egy darabra eső gyártási költség hogyan változik, változatlan eladási ár mellett realizálható-e egyáltalán nyereség az új gyártási folyamattal. Ezen túlmenően az átszervezéssel járó befektetésnek határozott időn belül meg kell térülnie. A beruházandó összeg ez esetben abból adódik, hogy a gépek elrendezését módosítani kell, illetve a gépek összekapcsolásának technikai hátterét meg kell valósítani.

#### 4.3.2. Konceptió 2

A második koncepcióban elhárulnak a folyamatos anyagáram kialakulásának akadályai. A gépek össze vannak kötve egymással, az egyik gépből kikerülő munkadarab közvetlenül az utána következő munkaállomásra jut. Ideális esetben ez azt jelentené, hogy a gyártásban csak a megmunkálás alatt álló darabok vannak jelen, így megvalósulna az egydarabos anyagáramlás eszményképe. Esetünkben megengedjük azt, hogy minimális „készlet” jelen legyen, mégpedig a gépeket összekötő szalagozáson. A gépek közötti készlet létrehozását mindig érdemes megfontolni, ha olyan gépeket kapcsolunk össze, ahol a két gép nagyon eltérő technikai rendelkezésre állással dolgozik. Ha például egy gép óránként 5 percre kiesik a termelésből, mert szerszámot kell rajta cserélni, ellenben kisebb ütemideje révén műszakonkénti kapacitása megegyezik a többi gépével, érdemes lehet a sort úgy felépíteni, hogy ezt a rendszeres kiesést egy köztes készlet (puffer) lefedje, így a szerszámcsere ne okozza a teljes sor állását. Ebben az esetben – mivel a gépek kapacitása egyébként azonos – a szerszámcsere nem lenne OEE-csökkentő hatása. A példabeli esetben a szalagon lévő minimális „készlet” nem szabályozott készlet, jelenlétét tudomásul vesszük, de a további számításokban a jobb érthetőség kedvéért nem vesszük figyelembe.



A koncepció szerint az első gép adagolása és az utolsó gépen elkészült munkadarabok leszedése kézi művelet marad, A gyártás fő mutatószámait a 4.2. táblázatban foglaltuk össze,

4.3. táblázat: Koncepció 2

	Palást köszörülés	Furat köszörülés	Furat ellenőrzés	Palást finiselés	Palást ellenőrzés
OEE	90%	88%	96%	92%	96%
	67%				
TZ [sec/db]	8	9	7	8	7
	9				
db/műszak (450 min)	2015				
Átfutási idő [min]	0,65				
Érték [HUF]	5,5	5,5	2,5	3,5	2,5
	19,5				
Érték/műszak/fő	39284				

A gépsor esetében a gyártási lépések egy folyamattá állnak össze, így egy munkadarab átfutási ideje a megmunkálási és adagolási idők összegeként számolható. Az átfutási idő ennek megfelelően minimalizálódott. A sor ütemidejét ebben az esetben is a szűk keresztmetszet gép, vagyis a leglassabb gép ütemideje határozza meg. Az ütemidő csökkenés és a szorzással kapott eredő OEE következtében a sor kapacitása természetesen alulmarad az egyedi gépes gyártáshoz képest. Ugyanakkor, mivel egyetlen gépkezelő elegendő a sor működtetéséhez, a produktivitás (előállított érték/fő/műszak) jelentősen nőtt. A gazdaságosság szemszögéből vizsgálva ennél a koncepciónál is több, helyenként akár ellentétes előjelű hatás érhető tetten. A koncepció megvalósításához a gépeket át kell telepíteni, és meg kell valósítani azok összekötését.

A célkitűzések között szerepel, hogy a vevő darabszámra vonatkozó elvárásait a továbbiakban is ki kell tudni szolgálni, ezért az átalakítás eredményeképpen a gyártási kapacitás nem csökkenhet. E feltétel miatt a 2. koncepció csak akkor felel meg a követelményeknek, ha egyéb fejlesztések bevezetésével a darabszámot növelni tudjuk. A kapacitás növelésének kézenfekvő módja a szűk keresztmetszetű gép fejlesztése. Esetünkben egy új furat köszörű gép beszerzésével csökkenthető lenne az ütemidő, a stabilabb működés által növelhető lenne az OEE, ugyanakkor a gép karbantartási költsége is csökkenne. Az új gép vétele azonban komoly kiadással jár, ennek évenkénti leírása a gyártás önköltségét is befolyásolja, ezért itt külön meg kell vizsgálni a beruházás gazdaságosságát. További fejlesztésként a palást finiselő gép nagyjavításával a gép rendelkezésre állása, azon keresztül az OEE-je növelhető, Ez a javítás a karbantartási költségre is pozitív hatással lenne, A gépek elrendezésének optimalizálásával a területi igény, ezáltal a terület költsége csökkenthető.

#### 4.3.3. Üzemi költségszámítás

Minthogy minden termelő vállalat célja elsősorban az, hogy tevékenységével nyereséget realizáljon, egy új folyamat bevezetésekor, vagy új beruházások előtt



gazdaságossági szempontból is meg kell vizsgálni a helyzetet. A folyamatban történt változtatások közvetve, és közvetetten hatnak az önköltséget alkotó különböző költségfajtákra, ezért teljes képet csak átfogó költségszámítással lehet alkotni. E jegyzetnek nem célja az üzemi költségszámítás részletes, mindenre kiterjedő ismertetése, ezért a témát csak olyan mélységig tárgyaljuk, amely feltétlenül szükséges a megtérülés-számítás alapelveinek megértéséhez.

Definíció szerint az üzemi költségszámítás célja a ráfordítások és különböző fajtájú költségek meghatározásán keresztül a gazdaságosság megítéléséhez és döntések előkészítéséhez szükséges információk szolgáltatása.

A költségek befolyásoló paraméterektől való függősége szempontjából megkülönböztetünk változó és fix költségeket. A változó költségek adott időtartamon belül az előállított mennyiségtől függenek: pl. anyagköltség, szerszámköltség. A fix költségek adott időszakban konstansnak tekinthetők, függetlenek az előállított mennyiségtől: pl. kamatköltségek, bérleti díjak, fizetések. Itt érdemes kiemelni a fix költségek degressziós hatását, vagyis azt, hogy a fix költségek egy mennyiségi egységre jutó része annál kisebb, minél nagyobb az előállított mennyiség.

A költségviselőhöz való hozzárendelhetőség alapján megkülönböztetünk közvetlen és általános költségeket. A közvetlen költségek azok a költségek, melyek közvetlenül hozzárendelhetők a költségviselőhöz: pl. anyagköltség, bérköltség, szerszámköltség. Az általános költségek ezzel szemben csak áttételesen köthetők az egyes költségviselőkhöz: pl. segéd- és üzemi anyagok, leírások, javítási költségek, értékesítési költségek. Az általános költségek költséghelyekre való szétosztása különböző pótlékok segítségével történik, melyek pontos meghatározása gyakran nehézkesen megoldható, ezért pontos költségszámításhoz a lehető legtöbb költséget közvetlen költségként kell felvenni.

Közvetlen anyagköltség			
Általános anyagköltség			
Anyagköltség			
Gyártási bérköltség			
Gyártási általános költség			
Gyártási költség			
Gyártási közvetlen külön költség			
Előállítási költség			
Fejlesztés és konstrukció közvetlen költsége			
Igazgatási általános költség			
Értékesítési költség			
Igazgatási és értékesítési költség			
Értékesítési közvetlen külön költség			
Önköltség			

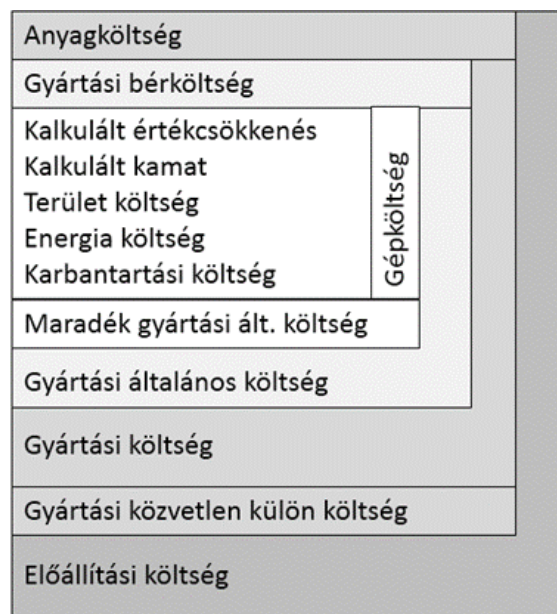
4.7. ábra: Költségjellemzők



A 4.7. ábrán látható a közvetlen és általános költségek egy jellemző struktúrája, Az alábbiakban az egyes költségösszetevők értelmezését adjuk meg:

- anyagköltség: a közvetlen anyagköltség és az általános anyagköltség összege, A közvetlen anyagköltség a gyártáshoz felhasznált összes alapanyag értéke, az általános anyagköltség pedig az anyagok kezelésével (beszerzés, szállítás, raktározás, stb,) összefüggő költség,

- gyártási költség: a gyártási bérköltség és a gyártási általános költség összege, A gyártási bérköltség a tényleges gyártási idő és a gyártási bértétel szorzataként számolható, A gyártási általános költség maga is egy összegzett költség, mely számos gyártáshoz kapcsolódó költségből tevődik össze, Az egyes költségösszetevőket a minél pontosabb költségszámítás érdekében érdemes különválasztani és a lehető legpontosabban az érintett költségviselőhöz rendelni, A gyakorlatban viszonylag könnyen megoldható a géphez kapcsolódó költségek különválasztása, illetve a szerszámköltségek, készülékek költségeinek közvetlen költségként való értelmezése, A gépköltségek egy lehetséges felépítését a 8, ábrán mutatjuk be, A gyártási általános költségek ilyen szétosztása mellett csak a maradék gyártási általános költségek maradnak, mint általánosan szétosztott költségek (fizetések, járulékos költségek, stb,),



4.8. ábra: Gépköltségek

- előállítási költség: az anyagköltség és a gyártási költség, valamint – ha a gyártáshoz rendelhető olyan közvetlen külön költségek, melyek kizárólag az adott költségviselőhöz köthetők – a gyártás közvetlen külön költségeinek összege,



- önköltség: az előállítási költséghez hozzá kell adni az igazgatás és értékesítés általános költségeit, illetve az értékesítés közvetlen költségeit, Ha vannak, a fejlesztés és konstrukció közvetlen költségeit is itt kell figyelembe venni,

Az egyes beruházások, folyamatfejlesztések megtérülésének számításakor fontos lehet a készletek csökkentéséből, ezáltal a készletekben veszteglő tőke csökkentéséből származó gazdasági előny is. A készletekből felszabaduló likvid pénzmennyiség sokféleképpen haszonra fogható: új beruházások finanszírozása, gépfejlesztések finanszírozása, anyagbeszerzés, stb.. Gyakran nehezen számszerűsíthető a minőség fejlesztésére irányuló befektetések gazdasági haszna is. A stabilabb folyamat eredményeképpen csökkenő selejtarány egyrészt tetten érhető a csökkenő anyagköltségben. Másrészt a kevesebb javításnak köszönhetően csökken az effektív ütemidő, így csökken a gyártásra fordított idő, ami a gyártási költségben egyértelműen megjelenik. Ezek mellett vannak azonban olyan minőséghez köthető következmények melyek csak közvetetten jelennek meg (magas minőség – elégedett vevő – újabb megrendelések), vagy gazdasági hasznuk csak feltételezhető (elkerült reklamációk, extra szállítási költségek, termék átválogatásának elkerült költségei).

Anyagköltség
Gyártási bérköltség
Értékcsökkenés
Terület költség
Energia költség
Karbantartási költség
Szerszám költség
Segéd és üzemi anyag költség
Egyéb indirekt folyamatköltségek
Gyártási általános költség
Gyártási költség
Előállítási költség

4.9. ábra: Egyszerűsített költségstruktúra

A jobb érthetőség kedvéért tételezzük fel, hogy példánkban szereplő vállalat a 4.9. ábrán látható egyszerűsített költségstruktúrát alkalmazza, A költségszámítás során a következő jellemzőket akarjuk meghatározni:

- produktivitás (hozzáadott érték / műszak / fő)(HUF): az egy fő által egy műszakban megtermelt érték, Hozzáadott érték alatt a vevővel egyeztetett eladási ár anyaggal csökkentett értékét értjük (eladási ár - anyagár). Ahol egy-egy gép különálló gépként, külön gépkezelővel dolgozik, a produktivitást az egyes munkahelyekre külön számoljuk, majd az összehasonlítás érdekében azok átlagértékét vesszük,



- darabár (költség/darab): egy darab gyártásának költsége, mely a közvetlen költségek és a közvetett költségek összegéből adódik.

A 4.4. táblázat összefoglaltuk az egyedi gépes gyártás költség számításának eredményeit. Az egyszerűség kedvéért azzal a – nyilvánvalóan túlzó – feltételezéssel éltünk, hogy gépek mindegyikének maximálisan ki van használva a kapacitása, vagyis nem csak a tárgyal munkadarabot gyártja, hanem ahhoz nagyon hasonló, méretben minimális eltérést mutató (gyártási költség megegyezik) más termékeket is. A szűk keresztmetszetű gépnél termelékenyebb gépek kapacitását bér gyártásra használják ki.

4.4. táblázat: Összefoglalás

	Palást köszörülés	Furat köszörülés	Furat ellenőrzés	Palást finiselés	Palást ellenőrzés
OEE	90%	88%	96%	92%	96%
TZ [sec/db]	8	9	7	8	7
db/műszak (450 min)	3038	2640	3703	3105	3703
Átfutási idő [min]	1481	1705	1215	1449	1215
	<b>7066</b>				
Érték [HUF/darab]	5,5	5,5	2,5	3,5	2,5
	<b>19,5</b>				
Érték/műszak/fő	16706	14520	9257	10868	9257
	<b>60608</b>				
Átlag-Érték/műszak/fő	<b>12122</b>				

anyagköltség	2,65				
gyártási bérköltség	1,8	2,1	1,5	1,8	1,5
értékcsökkenés	0	0	0	0	0
karbantartás költség	0,3	0,3	0,03	0,2	0,03
szerszám költség	1	1	0,05	0,2	0,05
segéd és üzemi anyag költség	0,3	0,3	0,05	0,3	0,05
energia költség	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1
terület költség	0,4	0,5	0,2	0,3	0,2
egyéb indirekt folyamatköltségek (minőség, logisztika, tervezés)	0,3292	0,4	0,3	0,3	0,3
Gyártási költség (HUF/darab)	4,3	4,7	2,2	3,3	2,2
	<b>16,7</b>				
Előállítási költség (HUF/darab)	<b>19,4</b>				

Az 1. koncepció költség számítását az 4.5. táblázat mutatja. Ezzel kapcsolatban azt érdemes megjegyezni, hogy a két-két gép összekapcsolásával létrejött géppárok egyes költségösszetevőinek nagysága az egyedi gépek költségértékeinek összegeként adódik. Ez alól természetesen kivétel a bérköltség. A szűk keresztmetszetű gépnél termelékenyebb gépek kapacitását itt is teljes mértékben kihasználják. Az egy darabra jutó anyagköltség a selejtarány csökkenésének köszönhetően enyhén mérséklődik. A költségelemzés



eredményeképpen megállapítható, hogy az 1. koncepcióban az egy darabra eső önköltség több, mint 12%-al csökken az egyedi gépes gyártáshoz képest, Bár a megtermelt érték némileg csökken, a kevesebb létszám miatt a produktivitás kb, 50%-al nő. A megtérülés számítását a műszakonkénti megtermelt érték és a műszakonkénti gyártási költség különbségéből adódó műszakonkénti nyereség alapján végezhetjük. Az 1. koncepcióban elérhető nyereséget összevetve az eredeti folyamatban elérhető nyereséggel, meghatározhatjuk a változtatással elért többletet. Ez a többlet határozza meg a befektetés megtérülésének idejét (befektetés/többletnyereség). A teljes kapacitás kihasználását feltételezve a gépek átalakítására és áttelepítésére befektetett összeg ez esetben egy éven belül (289 nap) megtérül,.

4.5. táblázat: Összehasonlítás 1

	Palást kőszőrülés	Furat kőszőrülés	Furat ellenőrzés	Palást finiselés	Palást ellenőrzés
OEE	90%	84%		88%	
TZ [sec/db]	8	9		8	
db/műszak (450 min)	3038	2534		2981	
Átfutási idő [min]	296	631		566	
		1494			
Érték [HUF]	5,5	8,0		6,0	
		19,5			
Érték/műszak/fő	16706	20275		17885	
		54866			
Átlag-Érték/műszak/fő		18289			

anyagköltség	2,6		
gyártási bérköltség	1,8	2,2	1,8
értékcsökkenés	0	0,0	0,0
karbantartás költség	0,3	0,3	0,2
szerszám költség	1	1,1	0,3
segéd és üzemi anyag költség	0,3	0,4	0,4
energia költség	0,2	0,3	0,3
terület költség	0,4	0,8	0,6
egyéb indirekt folyamatköltségek (minőség, logisztika, tervezés)	0,3	0,8	0,7
Gyártási költség (HUF/darab)	4,3	5,8	4,2
		14,4	
Előállítási költség (HUF/darab)		17,0	

Azért, hogy érzékeltesük az egyes költségösszetevők önköltségre gyakorolt hatását, a 2. koncepció eredeti és optimalizált változatának költségszámítását egyaránt ismertetjük. A 4.6.a.) táblázatból kitűnik, hogy sori gyártás esetén már különösebb plusz fejlesztés nélkül is jelentősen nő a produktivitás, mintegy 20 %-kal csökken a darabár, viszont a gyártott mennyiség, és a megtermelt érték csökken. A fejlesztések eredményeképpen a 2. koncepció optimalizált változatában növeltük a darabszámot, ezzel a megtermelt értéket, és így több,



mint 4-szeresére nőtt a produktivitás is 6.b,) táblázat. Az önköltség számításakor figyelembe vettük az új gép beszerzési értékének 8 év alatti leírását, illetve a területi költség, és a karbantartási költség csökkenését. Mindezek eredményeképpen a darabár 28 %-kal csökkent ez egyedi gyártással elérhető önköltséghez képest. Ebben az esetben – a fent ismertetett megtérülés számítás alapján – befektetésünk 808 munkanap (3 műszak / munkanap) alatt fog megtérülni.

4.6. táblázat: Összehasonlítás 2 a), b)

	Palást köszörülés	Furat köszörülés	Furat ellenőrzés	Palást finiselés	Palást ellenőrzés	Palást köszörülés	Furat köszörülés	Furat ellenőrzés	Palást finiselés	Palást ellenőrzés
OEE	90%	88%	96%	92%	96%	90%	<b>97%</b>	96%	<b>97%</b>	96%
	<b>67%</b>					<b>78%</b>				
TZ [sec/db]	8	9	7	8	7	8	<b>7,92</b>	7	8	7
	<b>9</b>					<b>8</b>				
db/műszak (450 min)	<b>2015</b>					<b>2618</b>				
Átfutási idő [min]	<b>0,65</b>					<b>0,63</b>				
Érték [HUF]	5,5	5,5	2,5	3,5	2,5	5,5	5,5	2,5	3,5	2,5
	<b>19,5</b>					<b>19,5</b>				
Érték/műszak/fő	<b>39284</b>					<b>51044</b>				

anyagköltség	2,55	2,55
gyártási bérköltség	2,7	2,1
értékcsökkenés	0	1,1
karbantartás költség	0,86	<b>0,731</b>
szerszám költség	2,3	2,3
segéd és üzemi anyag költség	1	1
energia költség	1,0	0,8
terület költség	2,6	1,6
egyéb indirekt folyamatköltségek (minőség, logisztika, tervezés)	2,5	1,9
Gyártási költség (HUF/darab)	<b>13,0</b>	<b>11,5</b>
Előállítási költség (HUF/darab)	<b>15,5</b>	<b>14,0</b>

a,)

b,)

Meg kell jegyezni, hogy az üzemi költségszámítás bemutatott példája – sok tényezőt figyelmen kívül hagyva – csak a legfontosabb összetevőkön keresztül kívánja bemutatni azt, hogy egy-egy döntéshozatalt milyen gazdasági elemzések segítenek. Azt is lényeges kiemelni, hogy esetenként gazdaságossági számításokkal nem indokolható beruházásokat is érdemes lehet megvalósítani, ha azok a vállalatot stratégiaileg jobb helyzetbe hozzák, vagy – pl, a jobb minőségen keresztül – piaci pozícióját erősítik.

#### 4.5. Konceptió megvalósítása

A kiválasztott koncepció a sori gyártás annak is az optimalizált változata, ahol a megmunkáló gépeket összekötjük és egy új furat köszörű gépet vásárolunk, A megvalósítás első lépése egy tevékenységi terv definiálásával indul, melyet egy projekt csapat állít össze, Esetünkben, a projekt csapatban minden kép szükséges projektkoordinátor, beszerző, technológus, karbantartó, logisztikus, folyamatmérnök és minőség biztosítási kolléga bevonása,



Valószínű, hogy az új megmunkáló gép beszerzése fogja igényelni a leghosszabb időt, mivel annak a szállítási határideje lesz a leghosszabb, Érdemes tehát annak a beszerzésével kezdeni és a többi tervezést csak annak a folyamatnak a sikeres elindítását követően nekilátni,

A gépeknek új elrendezést, layoutot kell tervezni, amint megvan a gépek megfelelő elhelyezése, gondoskodni kell azok összeköttetésükről, Erre a célra használhatunk például szalagrendszer és lemezcsatorna kombinációt, Amint minden terv elkészül, jöhet az árajánlatok bekérésének fázisa, Érdemesebb minimum 3 beszállítótól árajánlatot bekérni, A legkedvezőbb kiválasztását követően meg kell rendelni a beszállítóktól a munkát,

Amint minden beérkezett, ami szükséges az új sori gyártás megvalósításához kezdődhet a telepítés, A gépek régi helyéről az újra történő mozgatása, Minden ellátórendszer ki majd az új helyen történő bekötése, gépek egymással történő összekötése,

A telepítés akár több napot is igénybe vehet, attól függően hány berendezést kell mozgatni, milyen messze kell azokat mozgatni ezért érdemes alaposan megtervezni a létszámot, akik a telepítést végzik, hogy az a lehető legkevesebb termelésekieséssel járjon,

A telepítést befejezettek tekinthető, ha a kompetens társterületek mindegyike egyöntetűen átveszi a kész állapotot,

## Felhasznált szakirodalom

[1] Hanhart Spectron stopper

[http://www.hanhart-stopper.hu/?pid=details&c=c\\_d&product=251,1951-00&list=d\\_01](http://www.hanhart-stopper.hu/?pid=details&c=c_d&product=251,1951-00&list=d_01)

2015,07,11

[2] REFA Chronos készülék,

[http://www.ahkungarn.hu/fileadmin/ahk\\_ungarn/Bilder-Logos/Bereich\\_CC/Publikationen/Newsletter/20130604\\_REFA\\_Chronos\\_Pra\\_sentation\\_V05\\_-\\_hu.pdf](http://www.ahkungarn.hu/fileadmin/ahk_ungarn/Bilder-Logos/Bereich_CC/Publikationen/Newsletter/20130604_REFA_Chronos_Pra_sentation_V05_-_hu.pdf)

2015,07,11

[3] MTM folyamat-építőelem rendszere

<https://www.google.hu/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0CAcQjRxqFQoTConG8KGcs8cCFYHUGgodW-AHWA&url=http%3A%2F%2Fmtm-international.org%2Fintroduction-to-mek%2F&ei=93PTVanvAYGpa9vAn8AF&psig=AFQjCNHktGkAjL1-4T1u9ouoewiLsLh83g&ust=1440007542569684>

2015,07,11



## **5. A3, MINT GONDOLKODÁSMÓD**

**Szerkesztette: Kovács-Csuvarszki Rita**

Problémák vannak, még hozzá mindenhol. Meg kell őket oldani, mégpedig úgy, hogy az a probléma többet ne forduljon elő. Nem csak rövidtávon, hanem hosszútávon is. Lehetőleg úgy, hogy a probléma ne csak az eredeti helyén ne forduljon ismét elő, hanem az egész cég területén belül kiküszöböljük a lehetőségét. Az ipari környezetben nagyon sok eszköz van, ami ezt a folyamatot segíti, én most ezek közül választottam ki egyet, aminek a neve: A3as problémamegoldó projektlap.

Mi is az az A3? Az A3 420x297 mm, De mi köze ennek a folyamatfejlesztéshez? Egy rajzlap-méretnek? Később minderre választ kapunk,

Az A3 nem csak egy problémamegoldó eszköz, hanem egy fajta szemlélet. Arra tanít, hogyhogyan lehet egy problémát strukturáltan megoldani úgy, hogy az elért eredmények fenntarthatóak legyenek, A fenntarthatóság igen fontos kérdés bármelyik cég életében, mivel nagyon sokszor előfordul, hogy elképesztően nagy energia árán tudunk csak eredményeket elérni, de ha bizonyos idő múlva ránézünk az eredményekre, akkor sokszor azt tapasztaljuk, hogy az elért eredményekből már szinte semmi sincs, És hogy miért fordul ez elő olyan gyakran? Azért, mert probléma az mindig van, mindig van legalább egy égető probléma, amit azonnal meg kell oldani, Sok munka árán megoldjuk, de a fenntarthatósággal nem törődünk eleget, mert már ott kopogtat a következő probléma, amivel azonnal foglalkozni kell, Ez azért is hibás magatartás, mert az a probléma, aminek a megoldásának a fenntarthatóságára nem fordítunk elég figyelmet, elég nagy valószínűséggel ismét elő fog fordulni, aminek a megoldásába közel azonos energiát kell fektetni, mint első alkalommal,

Elnevezése arra utal, hogymikor a Toyota gyárak egymás között meg akarták osztani a problémamegoldás során szerzett tapasztalataikat és eredményeiket egymással, a legnagyobb papír amit el tudtak faxolni, az az a3-as méret volt, Egy ekkora lapon képesek voltak komplex problémákat és megoldásokat felvázolni úgy, hogy az mindenki számára egyértelmű legyen, Az egyértelműséget pedig annak köszönheték, hogy a lap struktúrájában mindig ugyanúgy nézett ki, ugyanazon elemeket tartalmazta, de a forma és megfogalmazás kialakítása rugalmasan igazodott az egyes vállalatok igényeihez, szokásaihoz,

Az A3-as lap a következő elemeket tartalmazza:

- Cím
- Háttér
- Jelenlegi helyzet
- Célok (mutatószámokkal definiálva, a jelenlegi állapottal összehasonlítva)
- Okelemzés
- Akciók meghatározása/terv
- Ellenőrzés/nyomonkövetés
- Megfelelő tanulságok levonása, következő lépések meghatározása

Ha jól megfigyeljük, akkor az a3-as felépítése követi a PDCA (Plan-Do-Check-Act) ciklust, Fontos, hogy gondolkodásunkban fenntartsuk ezt a körforgást azért, hogy folyamatos fejlesztésre törekedjünk a munkánk során,

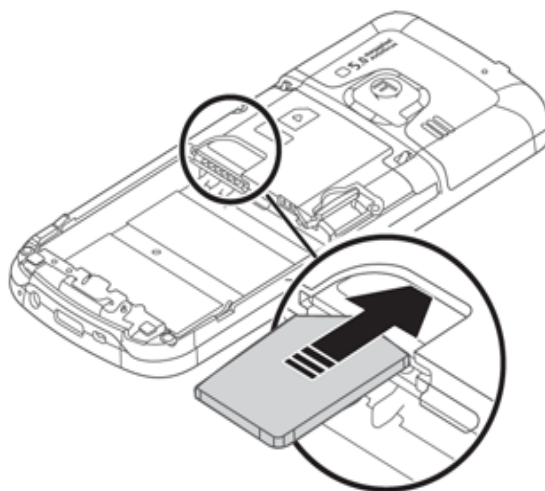
## 5.1. A3 használata a gyakorlatban

Az A3as gondolkodásmód és projektlap használatát gyakorlatban a „Poka-Yoke rendszerek és fejlesztésük” című projekt kapcsán mutatom be,

### Poka-Yoke jelentése

Mielőtt nekikezdenék a projekt részletes bemutatásának, tegyünk egy kis kitérőt és nézzük meg, hogymi is az a Poka-Yoke,

A Poka-yoke egy japán kifejezés, jelentése hibaelkerülés, Egyszerűen úgy lehet a jelentését lefordítani, hogybolond-biztos megoldás, azaz olyan megoldások gyűjtőneve, amelyet bárki csak az előre eltervezett módon tud összeilleszteni, A Poka-yoke elv az emberek okozta hibák elkerülését, illetve azok korai felfedését, a többnyire véletlenszerű hibák csökkenését célozza Ezekkel a megoldásokkal nagyon meg tudjuk könnyíteni az életünket, ipari környezetben pedig minél nagyobb hatékonysággal tudjuk biztosítani a megfelelő minőséget, Nagyon sok példát tudunk a hétköznapi életből is felsorolni, hogymegértsük a lényegét, Ilyen például a SIM-kártya (5,1, ábra), amit képtelenség rosszul behelyezni a telefonba, vagy az USB-csatlakozó, amelyet szintén csak egy pozícióban lehet csatlakoztatni,

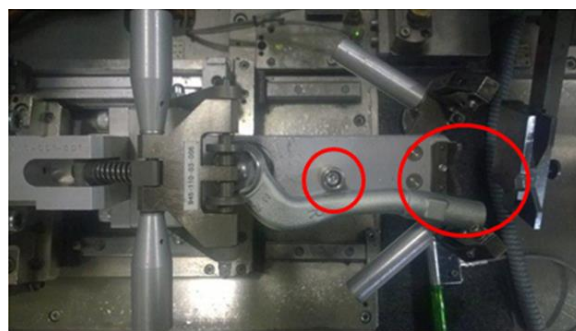
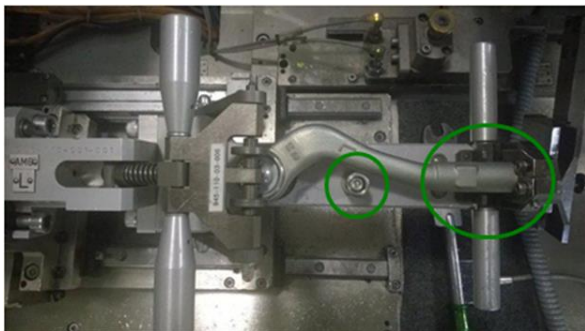


5.1. ábra: Hétköznapi poka-yoke megoldás

Forrás [3]

A Poka-yoke megoldásokat szintek szerint osztályozzuk, amelyek FMEA készítés közben, kritikusságuk alapján kerülnek meghatározásra:

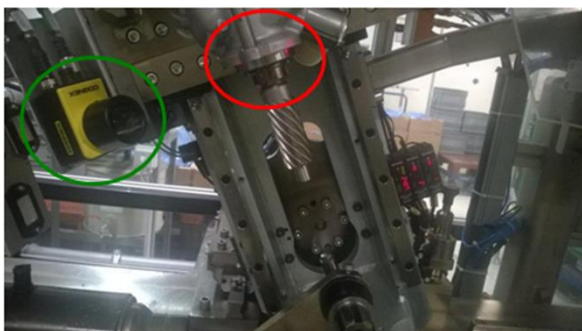
Első szint: fix megoldások, mint például fogók és készülékek, Nem lehetséges az alkatrészt, terméket másféleképpen leszerelni, legyártani (5.2. ábra). A lenti két ábrán látni, hogy az alkatrészt csak a helyes pozícióba lehet behelyezni a gépbe, Ellenkező esetben nem lehet a szerelést folytatni,



5.2. ábra: helyes (zöld) és helytelen (piros) szerelési pozíció

Forrás [2]

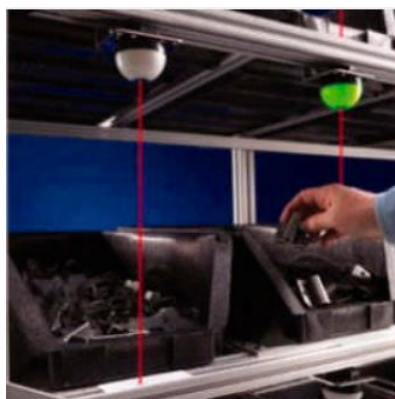
Második szint: Mechanikus reteszek, elektronikus kapcsolók, érzékelők, optikai ellenőrzés: szenzorok, kamerák, helyzet fotó, stb. A lenti két képen egy kamerás O-gyűrű lekérdezést láthatunk (5.3. ábra). Amíg a kamera nem érzékeli az O-gyűrűt, a program nem engedi a szerelés folytatását.



5.3. ábra: Kamerás O-gyűrű lekérdezés

Forrás [2]

Harmadik szint: Aktuális művelet sorrend (pick to light, CNC program, PLC program), Mennyiségi ellenőrzés: súly, darabszámlálás (pl, meghúzendó csavarok száma-szögelfordulás méréssel kombinálva), A lenti képen (5,4, ábra) egy pick to light megoldást láthatunk, mellyel az elvétet ellenőrizzük,

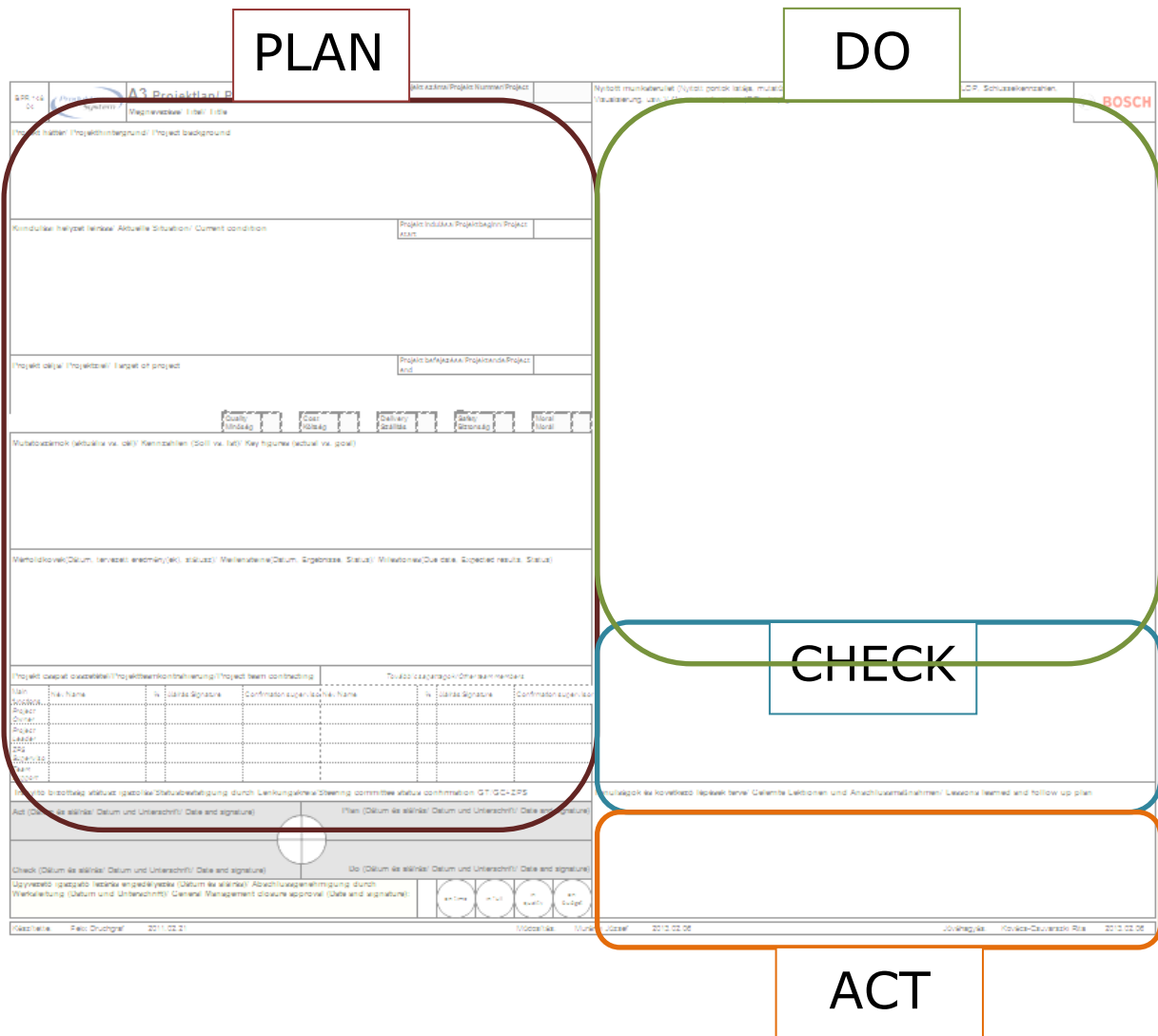


5.4. ábra: Pick to light

Forrás [2]



### Projektlap



5.5. ábra: A3 lap

Forrás [2]

Mint már korábban is említettem, az a3as gondolkodásmód a PDCA ciklusra épül, éppen ezért nem meglepő, hogy a projektlap (5.5. ábra) felépítésében is ezeket az elemeket találjuk meg,

**PLAN-fázis:** Az adott példában szereplő a3as lap is a fentebb már említett részekkel kezdődik, mint például cím, háttér és a jelenlegi helyzet bemutatása, célok és mérföldkövek definiálása, A célok meghatározásánál törekedni kell arra, hogy reálisak legyenek, hiszen ha mindig olyan célokat adunk meg, amelyek elérhetetlenek, akkor a projekt team hamarosan elveszti motiváltságát, amely egyenes út a sikertelenséghez.



**Do fázis:** Ez a fázis általában egy ok-elemzéssel kezdődik, majd az akciók meghatározásával, illetve bevezetésének dokumentálásával folytatódik, Ha valaki más olvassa majd a projektlapot, akkor ebből a részből fog kiderülni számára, hogymi volt a PLAN fázisban megfogalmazott probléma gyökéroka, milyen intézkedéseket hoztunk az alapprobléma kiküszöbölésére és az akciókat milyen ütemben vezettük be,

**Check fázis:** A projekt során elért eredményeket le kell ellenőrizni azon mérőszámok és elvárt eredmények alapján, amit a PLAN fázisban definiáltunk, A check fázis hossza eltérő, lehet 1 nap, vagy akár több hét is,

**ACT fázis:** A projekt zárásaként levonjuk a projekt során tapasztaltakból a tanulságokat, valamint meghatározzuk a következő lépéseket, A tanulságok levonása során vissza kell tekinteni az egész folyamatra, meg kell keresni azokat a dolgokat, hogymik voltak a nehézségek, a buktatók, mi az, amit nagyon jól csináltunk a projekt során és ezekből tanúlva kell megfogalmazni azt, hogykövetkező alkalommal hogy lehetne jobban csinálni a feladatunkat, Ebben tulajdonképpen nincs semmi különleges, hisz a mindennapi élet során ugyanerre törekszünk; amit jól csinálunk, azt biztos, hogyszeretnénk folytatni, ha meg nem sikerül valami, akkor törekszünk rá, hogyugyanazt a hibát ne kövessük el még egyszer,

## **5.2. A Poka-Yoke projekt**

### **PLAN fázis**

**Címe:** Poka-Yoke management system. A projekt háttere az volt, hogynem volt standardizált folyamat a poka-yoke rendszerek kezelésére, valamint az adott területen nem is volt mindenki számára teljes mértékben ismert a poka-yoke fogalma, Kiindulási helyzetként az lett megfogalmazva, hogya különböző szerelősorok hasonló folyamatai más-más poka-yoke módszerekkel vannak lefedve, Az FMEA rizikói nem minden esetben vannak figyelembe véve és nyomon követve a sorokon, Cél volt, hogyegy egységes, standardizált kezelése legyen a poka-yoke rendszernek, Tervben volt egy olyan mátrix létrehozása, amely az egyes területek folyamatait egyben kezeli és látni lehet benne a különböző poka-yoke megoldásokat és esetleges rizikókat, Mutatószámoknak ebben az esetben a meghatározott táblázatok és megoldások lettek meghatározva, A mérőszámok meghatározásánál célszerű átgondolni, hogya PDCA ciklus szerint milyen feladatok lesznek a különböző részekhez és azokat milyen ütemben lehet végrehajtani, Ebben az esetben a következők voltak: DO fázishoz először is fel kellett térképezni a jelenlegi folyamatokat és megoldásokat (4 hét), és a rizikókat bele kellett dogozni az FMEA alapján (2,5 hét), Majd létre kellett hozni a Poka-yoke mátrixot (4 hét), melynek a bevezetésére 1 hét lett adva, Visszaellenőrzésre és a tanulságok levonására 2 hónap volt tervezve, A tervezési fázisnak egy nagyon fontos eleme a csapat összeállítása, Fontos, hogybenne legyen minden olyan ember, aki munkájával értéket tud teremteni az adott projekt szempontjából, Feleslegesen ne tegyünk be embereket a csapatba olyan célból például, hogyha többen vagyunk, akkor külön-külön mindenkinek kevesebb munkája lesz, Ez nem igaz, hiszen egyrésztől feleslegesen foglalunk le olyan kapacitásokat, amelyeket ki sem tudunk használni megfelelő mértékben, másrésztől

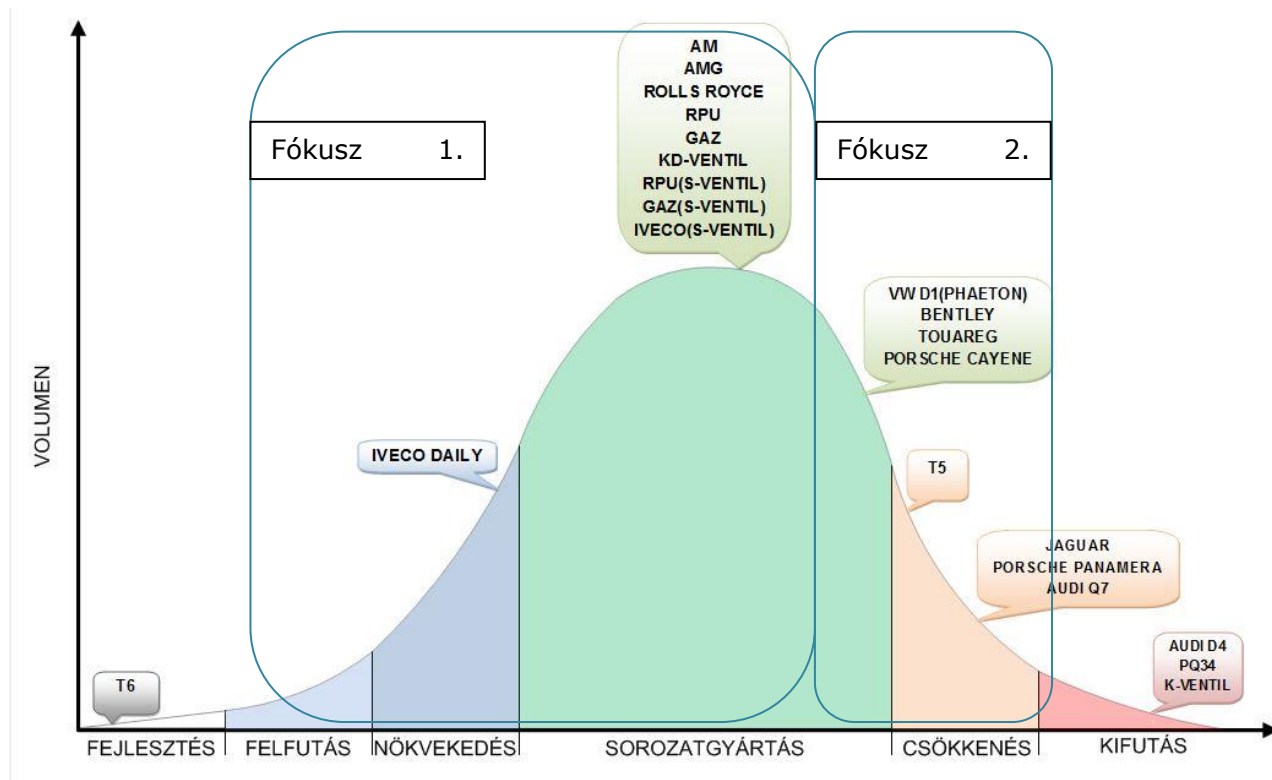


demotiválja a csapat tagjait, hogynem tudnak olyan mértékben haladni, mint elvárt lenne, hiszen a feleslegesen bevont emberek általában hátráltatják a munkát, Az elején tisztázni kell, hogy a csapat tagjai általában nem egyenlő mértékben veszik ki a részüket a munkából (hisz nem is ugyanaz a feladata mindenkinek), a kapacitásokat előre lefoglaljuk az adott embernél, mely kapacitást a dolgozó vezetője hagy jóvá az aláírásával a projektlapon,

## DO fázis

1. Első lépés: Leellenőriztük, hogymilyen poka-yoke táblázatok állnak rendelkezés-re, Ugyanis álltak rendelkezésre, de nem volt standard, Voltak felmérések, elkép-zelések soronként (néhányra), de azok nem voltak kompatibilisek egymással, Itt most tennék egy kis kitérőt és szánnék pár sort a standard fontosságára: A mindennapi munka során nagyon sokszor előfordul, hogyegy feladatba nagyon sok energiát fektetünk, Jól megcsináljuk a „P” fázist, azaz megfogalmazzuk a jelenlegi helyzetet és a célállapotot, Megtervezzük az akciókat, mérföldköveket határozunk meg, és párosítjuk mutatószámokkal is, amivel az elért eredményeinket tudjuk folyamatosan nyomon követni, A „D” fázisnál is pontosan és eredményesen hajtjuk végre az akciókat, „C” fázisban visszaellenőrizzük az elért eredmények, A probléma az szokott lenni, hogyitt annyira megőrülünk az elért eredményeknek, hogybefejezettnek tekintjük a feladatot, Pedig ha nem szánunk elég időt arra, hogyaz elért eredmény fenntarthatóságát biztosítsuk, akkor szinte 100% biztonsággal állíthatom, hogya sikeres eredményeknek még a nyomát sem fogjuk meglesni egy fél év múlva, Az elért eredmények fenntarthatóságának egyik kiváló eszköze a standardizálás, És itt térnék vissza a jelen példákra: Miután az első sorra elkészítették a Poka-yoke táblázatot, hozzáfogtak a következő sorhoz, De a következő sornál már szinte egy teljesen új rendszert hoztak létre, ami teljesen független volt az elsőtől, Ha már ennél a pontnál arra törekedtünk volna, hogyegységes adatbázisunk, majd fejlesztési javaslatunk legyen, akkor a jövőben megkíméltük volna magunkat nagyon sok olyan munkától, amit már elvégeztünk, csak nem a megfelelő módon, Sőt, az elvesztegetett idő alatt lehet, hogyfelesleges vevői reklamációtól is megkíméltük volna magunkat, Amikor egységesítettük a táblázatot, akkor szinte mindent az elejétől fogva fel kellett mérni, mert a különböző táblázatban szereplő azonos dolgok is néha többféleképpen voltak megfogalmazva, Így pedig adott volt egyfajta bizonytalanság, hogya különbözőféleképpen megfogalmazott, de valószínűleg azonos dolgok mit is jelentenek pontosan, Valamint a megoldások is különbözőek voltak azonos/hasonló problémák esetén egyes helyzetekben,
2. Második lépés: Életgörbe alapján meg lett határozva, hogymelyek azok a sorok, amelyekkel első, majd második körben szerettünk volna foglalkozni és a feltárt hiányosságokra poka-yoke megoldásokat meghatározni (5,6, ábra), A mellékelt ábrán jól látható, hogya különböző projektek milyen életszakaszban tartanak, így kiválóan látható, hogymelyek azok a területek, amelyekre koncentrálni kellett, Kifutófázisban lévő termékekkel/sorokkal már nem foglalkoztunk, A fókuszban először a növekedés és a sorozatgyártás szakaszában lévő termékek voltak, majd

következtek a csökkenés szakaszában lévők, Egyértelmű, hogya még fejlesztés alatt álló termékekkel is foglalkozva lesz legkorábban a felfutás szakasznál,



5.2. ábra: Egyesített életgörbe a különböző projektekre

Forrás: [1]

3. Harmadik lépés: egységes táblázat létrehozása, Miután megtörtént a jelenlegi helyzet felmérése és a stratégia kialakítása, itt volt az ideje, hogyegy egységes táblázatot hozzunk létre (5.7. ábra),

SORSZÁM	FOLYAMAT MEGNEVEZÉSE	T5/COL/Q7/RPU	PP/PL6/RR/RPU	D1/BENTLEY
1	Zsírzás	st 10/a, st 15, st 20, st 40/45, st 50/55, st 35, st 220, st 240/245	st 50,	st2,3,4,5,6,9,12
2	Szimmering behelyezés és pozíció	st 10/a	st10,20,30,40	st 2,3,4
3	Csapágy préselés	st 10/a	st 10	st 2
4	Szimmering préselés	st 10/a	st10,30,40	st 2,4
5	Olajzás	st 10/b	st10	st 2

5.3. ábra: Poka-yoke táblázat

Forrás:[1]



Függőlegesen a folyamatok vannak megnevezve, vízszintesen pedig a szerelősorok, Adott cellába kerül bele, hogy az adott soron az adott folyamat melyik szerelőállomáshoz tartozik, majd a cella színe utal arra, hogy milyen poka-yoke folyamat tartozik a folyamathoz,

4. Negyedik lépés: Priorizálás, Mivel nagyon sok helyen kellett volna fejleszteni, valami alapján ki kellett jelölni a fontossági sorrendet, Ehhez hívtuk segítségül az FMEA-t és az RPN számot (kockázat számszerűsítése - bekövetkezési esély és a veszteség szorzata)
5. Ötödik lépés: Megvalósítás, Miután elkészült az egységes táblázat, következett az ötletelés, Így leírva nagyon egyszerűnek tűnik, de a valóságban ez volt a legnehezebb, Itt kezdődött a tényleges mérnöki munka, Olyan megoldásokat kellett kitalálni, tényleg „bolondbiztos”, könnyen kivitelezhető (nem érünk rá hónapokat várni), és standardizálható, azaz lehet használni az összes szerelősoron, A standardizálás azért is fontos, mert kapacitásokat lehet ezzel spórolni, Nem mindegy, hogy 10 problémára 10 megoldás kell, vagy 70 (7 szerelősor esetén 7x10),

### **Check fázis**

Ellenőrzésként nyomon követtük, hogy sikerült-e elérni azt, hogy 1 egységes táblázat legyen, amelybe bele vannak dolgozva az FMEA-rizikók (OK), valamint a bevezetett megoldásokat, Fontos mindig az, hogy kimutassuk azt, hogy az egyes bevezetett intézkedések sikeresek voltak, amelyek segítettek hozzájárulni az elért eredményhez,

### **ACT fázis**

E fázis során levonjuk a megfelelő tanulságokat és meghatározzuk a következő lépéseket, Az egyik tanulság ebben az esetben az volt, hogy a standardizálás milyen nagy jelentőséggel és fontossággal bír minden projekt esetében, Lehet, hogy egy következő projekt során pár hét múlva ismét találkozunk ugyanezzel a megállapítással, DE... aki egyszer ezt megállapította és tényleg megtapasztalta azt, hogy a standard mennyivel megkönnyíti az életet a legtöbb esetben, az a következő feladat során legalább törekedni fog arra, hogy ne essen bele ugyanabba a hibába, Utána pedig egyre kevesebb eséllyel fog beleesni ugyanabba a hibába,

Következő lépésként pedig meg lett határozva, hogybe kell vezetni a többi termelési területen is, Projektet általában egy területen indítunk el (pilot), amelyet sikeres lezárás esetén továbbterjesztünk a többi osztályon is (megfelelő tanulságok levonása után), Így a többi területen már nem követjük el a pilot során elkövetett hibákat, Gyorsabbak és hatékonyabbak tudunk lenni,



### 5.3. Az A3-as gondolkodásmód a gyakorlatban

Nem szabad összetéveszteni ezt a folyamatot azzal, mikor valaki egy probléma megoldására egyszerűen csak kitölti a lapot mindenféle gyakorlat nélkül, Nem az a lényege ennek az eszköznek, hogy automatikusan felvezessük rá a problémamegoldás menetét, Egyedül nem lehet tanulni a folyamatot, jó ha van az embernek egy segítése/mentora, akinek van gyakorlata ebben a fajta gondolkodásmódban, Ezáltal ezt a lapot lehet használni mentoráláshoz, tanításhoz, Nagyon jól lehet tanítani a lean-gondolkodást ezzel a problémamegoldó eszközzel, amely nem pár napos, inkább több hónapos folyamat, amelynél szintén érvényes a „learning by doing” elv, azaz a gyakorlatban lehet mindent a legjobban elsajátítani, Azért érdemes gyakorlott kolléga segítségét igénybe venni a projekt során, mert támogatni tud bennünket abban, hogy végig a helyes úton maradjunk, valamint a helyes útmutatások, gyakorlati tapasztalatok és tanácsok alapján tanulva más hibáiból, mi már a lehető legtöbb buktatót elkerüljük,

#### YOKOTEN

Mivel sok szó esett a standardizálásról, ezért szeretnék bemutatni egy eszközt, amely nagyon jó a standardizáláshoz, vagy inkább annak nyomon követéséhez, Ennek a neve a yokoten, Jelentése: tudástranzfer, azaz a jó gyakorlatok/fejlesztések/megoldások átvezetése a hasonló területekre, A Yokoten módszer/elv, abban segít, hogy az egyik területen végrehajtott fejlesztés egyszerűen és gyorsan mások által is megismerhető és bevezethető legyen, Segítségével megelőzhető, hogy egymástól távoli szervezeti egységekben ugyanazon megoldások kerüljenek párhuzamosan kifejlesztésre, A kérdés felmerülhet, hogymiért probléma az, ha párhuzamos fejlesztések történnek, Egyrésztől azért, mert ha több ember külön-külön dolgozik a feladaton, akkor a munka nem túl hatékony, nem vezet olyan sikeres eredményhez, mintha mindenki egyszerre közösen dolgozna, Másrészt azért, mert így többen is beleeshetnek ugyanabba a hibába a fejlesztések során, amely kiküszöbölhető lenne, ha először kifejlesztenék egy rendszert, majd abból levonva a megfelelő következtetést térnénk rá a „roll-out”-ra, azaz a folyamat folytatására, eredmények kiterjesztésére az érintett területeken,

Az egyik használati lehetősége a yokoteneknek a minőség emelése a szerelés során, Több évvel ezelőtt elég nagy fejfájást okoztak a mérnököknek a visszatérő vevői reklamációk, Szinte rettegtünk már attól, ha reklamációt kaptunk és valaki kiejtette azt a szót, hogy O-gyűrű, mert akkor szinte biztosak lehettünk benne, hogymár megint hiányzik és biztosak voltunk benne, hogymegint ugyanonnan, ahonnan előző alkalommal is hiányzott, Ekkor jött valaki, aki már látott hasonló hibás gondolkodást és tudta is azt, hogyhogya lehet sikeresen kikerülni ebből a problémakörből, Igaz, hogyakkor még nem yokotennek hívtuk, amit csináltunk, de a lényege ugyanaz volt,

1. lépésként azonosítottuk a hibát,
2. lépésként felmértük, hogya többi szerelő soron lehet-e hasonló hiba,
3. lépésként létrehoztunk egy táblázatot, ahova berögzítettük az eddig összegyűjtött adatokat, Ha nem releváns egy helyen, akkor azt írtuk be és ott nem foglalkoztunk



ezzel a problémával, Ha volt rá esély, hogyott is előforduljon a hiba, akkor megjelöltük a mátrixban, hogykell rá intézkedés,

4. lépésként megnéztük azt, hogyvan-e olyan állomás, ahol már van kidolgozva olyan poka-yoke megoldás, amely kiküszöböli a hiba előfordulását, Ha volt ilyen, akkor kiterjesztettük ezt a megoldást a többi szerelősorra is, Több lehetséges megoldás esetén pedig kiválasztottuk a legmegfelelőbbet és azt terjesztettük ki, Ha nem volt még esetlegesen megoldás sehol, akkor pedig ki kellett találni egyet, amit gyorsan és hatékonyan meg kellett valósítani,
5. lépésként az olyan helyekre, ahol be kellett vezetni a megelőző intézkedéseket, ott a mátrixban egyértelműen meg kellett nevezni a feladatokat, felelősöket és határidőket (felelős csak 1 ember lehet, mert ha több embert nevezünk meg, akkor senki sem érzi magát igazán felelősnek és az olya, mintha nem lenne a feladatnak gazdája),
6. lépésként pedig a rendszeres megbeszélések alkalmával nyomon kell követni az akciókat és a bevezetett feladatok hatékonyságát, valamint le kellett vonni a megfelelő következtetéseket is,

Yokotenekeket nem csak akkor kell használni, mikor már megtörtént a baj, hanem lehet megelőző jelleggel is, Azaz megpróbáljuk előre kiszűrni azt, hogymelyik szerelési folyamatunk nem stabil, azaz látunk esélyt arra, hogyhibás darabot szereljünk le, Az a legsikeresebb megoldás, amit még a probléma megjelenése előtt be tudunk vezetni, meggátolva ezáltal a selejtes darabok leszerelését,

Ebben az esetben is nagyon jól lehet látni azt, hogymilyen nagy jelentősége van annak, hogya folyamatot szisztematikusan építsük fel, törekedjünk a folyamatos fejlesztésre, valamint a jó megoldásokat standardizáljuk és kiterjesszük az összes érintett területre, A kapacitásokat nem megosztani kell, hanem egységesen egy kitűzött cél felé irányítva elérni a sikert.

## **Felhasznált szakirodalom**

- [1] Robert Bosch Automotive Steering Kft, A3 projektlap (Dargai Olivér/Szabó Márton: Poka-Yoke management system)
- [2] Robert Bosch Automotive Steering Kft, belső termelési dokumentuma
- [3] Egyéb Robert Bosch Automotive Steering Kft, forrás



## 6. LEAN ELVŰ FOLYAMATOPTIMALIZÁLÁS

Szerkesztette: Strigel József

Ahhoz, hogy tudjuk miről is szól ez a fejezet tudni kell mit is jelentenek a fejezet címében lévő szavak.

Lean: angol szó, aminek az egyik jelentése karcsú, sovány, Jelen esetben a „lean” egy gyártási rendszer elnevezése,

Lean elvű: A lean legfőbb elve, hogyúgy kell kialakítani a folyamatokat, hogyminimálisra kell csökkenteni a veszteségeket, Ebben segítenek a lean eszközök és szabályok,

Folyamat: Itt csak a gyártási folyamatról lesz szó, de a leírtak többé-kevésbé alkalmazhatóak más jellegű folyamatokra is, Gyártási folyamaton belül is hangsúlyozottan az emberi erőforrást igénylő félautomata ill, kézi folyamatokról,

Optimalizálás: javítás, jobbítás, közelítés a TÖKÉLETES-hez, A mindnapi életben a „tökéletes” gyártás nem elérhető, mert ahogy a környezet változik úgy változik az is, hogymi a „tökéletes” amihez közelíteni kell, Ebből következik, hogyaz optimalizálás nem egyszeri alkalom kell legyen, hanem egy folyamatos tevékenység

### 6.1. A CÉL

Ahhoz, hogyegy meglévő folyamaton javítani tudjunk egyrészt tudnunk kell, hogymi a jelenlegi állapot másrészt tudnunk kell mit akarunk elérni, Ezért az első lépés, hogymeghatározzuk a javítandó folyamatra és az elérendő változásra jellemző mérőszámokat, valamint azt, hogyhonnán (jelenlegi állapot) hová (cél) akarunk eljutni, A kiválasztott mérőszámokhoz hozzá kell rendelni egy cél értéket, Rögzíteni kell a kiindulási állapotot is, amihez képest vizsgálható a mérőszámok változása, Ezzel mérhető, hogymennyire sikeres a végrehajtott változtatás, A mérőszámok és a célértékek meghatározása néha egyszerű, de minél összetettebb a folyamat amit vizsgálunk, illetve minél általánosabb a kitűzött cél annál nehezebb megfelelő mérőszámokat találni, Nézzünk néhány példát,

Amikor könnyű: - csökkenteni akarjuk a hibás termékek számát  
- csökkenteni akarjuk az állásidőt  
- gyorsítani akarjuk az átállást a különböző típusok között

Amikor nehezebb: - több terméket kell gyártani  
- kevesebb terméket kell gyártani  
- több terméktípust kell gyártani

Az utóbbi hármat az teszi nehezzé, hogya lehető legolcsóbban akarjuk előállítani a termékünket, Tehát nem elég azt nézni, hogytöbb/kevesebb/több féle termékünk lett a változtatás után, hanem azt is nézni kell, hogymennyibe kerül egy termék előállítása, Végül egy példa az igazán nehéz esetre: növeljük a hasznot hosszútávon,



## 6.2. Egyedül nem megy

Folyamatok kialakításánál és módosításánál is igaz a régi filmcím: Egyedül nem megy. A jó végeredményhez szükséges egy jó csapat (team) kialakítása úgy, hogy lehetőleg minden érintett terület képviselve legyen. A feladat jellegétől és méretétől függően változik az team mérete és összetétele. Egyszerűbb esetekben csak 2-3 fő, de összetett projekteknél sem szabad túl sok tagot választani (tíz fő fölötti létszám kerülendő). Gyakran a kiválasztott tagok egy-egy nagyobb területet képviselnek (pl. logisztika, beszerzés...), az ő feladatuk az adott területen belüli információáramlás és feladat kiosztás.

Nézzünk néhány példát, hogy mit okozhat, ha nem vesz részt a döntésben minden érintett:

A beszerzés lealkudott pár centet az ugrasztó gyűrű darabárából, cserébe az alkatrész ömlesztve jött a korábbi rúdra fűzött mód helyett, (mérőszám: alapanyag ár)

Eredmény: egymásba akadtak az alkatrészek, Egy darab kivétele a korábbi idő többszöröséig tartott, Így azon az állomáson ahol ezt az alkatrészt használták megnőtt a ciklusidő, ami végül a teljes sor termelékenységét csökkentette így növelve az elállítási költséget,

A logisztikus megtervezte a késztermék állványát, amiben majd szállítani kell a vevőhöz, Mérőszám a logisztikai költségek, azaz úgy tervezett, hogyminél több termék férjen egy kamionba,

Eredmény: a dolgozóknak nagyjából 180cm magasra kell felrakni a felső darabokat egy ~7kg-os termékből,

A folyamatmérnök rendelt félautomata címkeadagolókat az új, lean elvek alapján készült sorokhoz, de elfelejtett egyeztetni a beszerzéssel, Mérőszám: gyártási költség

Eredmény: az adagolók működési elve nem volt összhangban a címkék elhelyezésével a hordozószalagon, A pozícionáló szenzor a következő címkét figyelve állt meg, de a címkék közötti távolság nem volt elég pontos, A gépek módosításáig (hónapok) kézzel kellett ragasztani, ami miatt jelentős többletköltség keletkezett,

## 6.3. Módszer

Megvan, hogyan szeretnénk elérni, megvan, hogykivel szeretnénk, de hiányzik a hogyan, Az alábbiakban rövid összefoglaló következik a Lean-ről majd néhány folyamatoptimalizáláshoz szánt elv és eszköz ismertetése, A fejezet elolvasás után senki ne várja, hogylean specialista lesz belőle, Az alapos oktatások több naposak, hetesek és még azok is csak egy részével foglalkoznak a Lean elveknek és eszközöknek, Ez csak egy trailer, hogykedvet kapjatok az alaposabb megismeréshez,

### 6.3.1. Lean alapok

Az eredete a Toyotához kapcsolódik, Az alapjait a TPS-ből (Toyota production system) vette, A Lean néven kívül többféle elnevezéssel találkozhatunk, majd minden cég ad saját nevet a gyártási rendszerének (pl.: BPS- Bosch production system),

Az alapelv (amire a neve is utal) az, hogytörekedni kell a veszteségek megszüntetésére, Növelni kell az értékhozzáadó műveletek arányát az előállítási láncban, Az értéket nem előállító folyamatok csökkentésével/megszüntetésével lesz karcsúbb a folyamat,

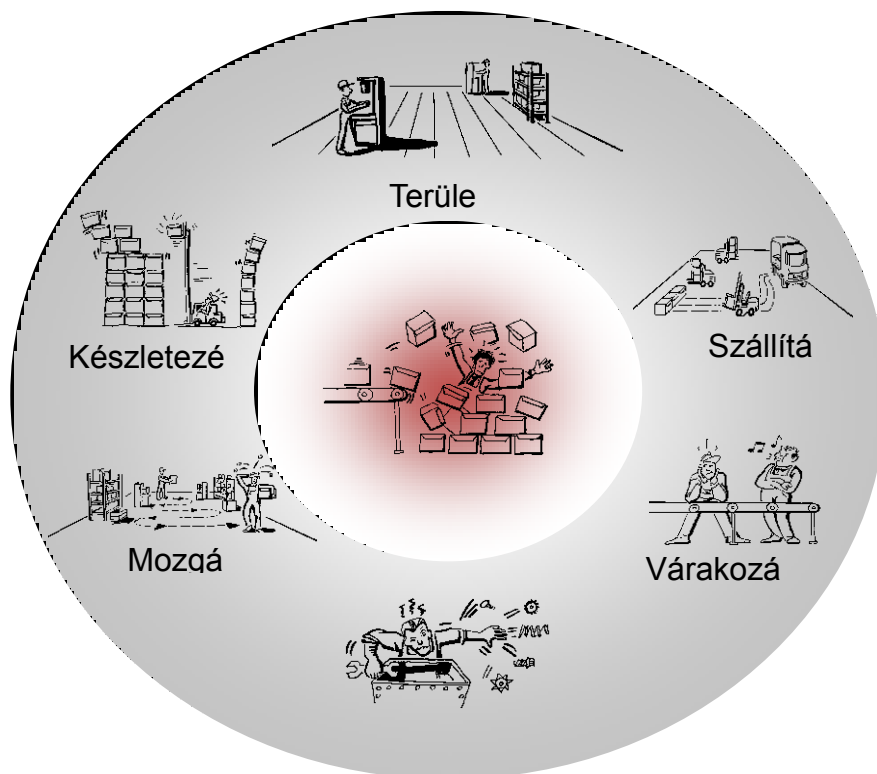
Mi is az értékhozzáadó folyamat? Rövid meghatározása az, hogyamiért a vevő fizet,

Példa: A termék egy 150mm-es cső, amit kézi fűrészszel vág le a munkás egy hosszabb szálból,

1. Elhozza a tárolóból a hosszú csövet
2. Befogja egy satuba
3. Előveszi a tolómérőt és a jelölőt a szerszámosládából,
4. Kiméri és bejelöli a vágás helyét,
5. Elrakja a tolómérőt és a jelölőt, előveszi a fűrész,et,
6. Lefűrészeli a 150mm-es csődarabot
7. A levágott csövet odaadja a vevőnek,
8. Elrakja a fűrész,et,
9. Kiveszi a satuból a maradék csövet és visszaviszi a tárolóba,

A leírt folyamatból a vevő csak a fűrészelést fizeti meg, az összes többi nem értékhozzáadó művelet, Vagyis a munkás nem végzett értékhozzáadó munkát, csak a hatos pontban, A többi is szükséges a folyamat elvégzéséhez, de törekedni kell az elvégzésükhöz szükséges idő és eszköz(ök) csökkentésére, Például szerszámtároló falról levenni majd visszarakni a szerszámokat lényegesen gyorsabb, mint szerszámosládából venni ki illetve oda rakni vissza, Ha gyakran kell ilyen méretet fűrészelni, akkor sablont lehet használni a hossz kijelöléséhez,

A Lean megkülönböztet 7 fő veszteséget, ami az 5.1. ábrán látható (nyolcadik veszteségként szokták még a dolgozó kihasználatlan tudását/képességét említeni),



6.1. ábra: Fő veszteségfajták



Nem véletlenül van a túltermelés középre helyezve, ugyanis a túltermelés általában előidézi a többi veszteség kialakulását is, Túltermelés az, mikor többet gyártunk, mint mennyit a VEVŐ akar, A „vevőre” nem csak a hagyományos értelemben kell gondolni, Egy folyamat vevője a következő folyamat, Pl, raktárnak a forgácsoló üzem, forgácsoló üzemnek a szerelde, szereldének a logisztika, logisztikának a megrendelő,

Ha a raktár túl sok alapanyagot szállít a forgácsoló üzembe az is túltermelés, Ha a forgácsoló üzem valamely alkatrészről többet gyárt mint ami a szereldének kell, vagy olyan alkatrészt gyárt amire a szereldének nincs szüksége (nulla az igény) az is túltermelés,

A folyamat egyes elemei is vevői a közvetlenül előttük lévőnek és beszállítói a következő elemnek, Pl, forgácsolóüzemben: előző folyamat (raktár) → daraboló → maró1 → maró2 → hőkezelő → finiselő (pl, köszörű) → mérőszoba → következő folyamat (szerelde)

Épp ezért a lean a korábbi szemlélettel szakítva, nem a minél többet gyártani elvet követi, Nem arra kell törekedni, hogy a meglévő soron/gépen a legtöbb termék készüljön el, hanem hogy annyit gyártsunk amennyit meg is vesznek tőlünk és ehhez az igényhez kell igazítani a gyártókapacitást,

A lean folyamatoknak az is jellemzőjük, hogy rugalmasak, Egyrészt az igényeknek megfelelően változtatható a kapacitás, másrészt alkalmas a gyakori típusváltásra,

A teljesség igénye nélkül következik néhány lean eszköz rövid ismertetése gyakorlati példákkal, A legtöbb Lean eszközre igaz, hogy nincs tiltva semmi és nem kötelező semmi, Ha a körülmények indokolják bármelyik elv és eszköz figyelmen kívül hagyható, módosítható, a helyzethez igazítható, A józan ész, a gondolkodás képessége fontosabb, mint a szabályok vakon követése,

### 6.3.2. Lean eszközök: SMED

Közérthetőbb néven gyorsátállítás, Kialakulása a vevői igények módosulására vezethető vissza, A Toyota vásárlói több típust igényeltek, rövid várakozási idővel, Emiatt csökkenteni kellett a tétel nagyságokat, sűríteni a típusváltásokat, Két csoportra bontja a típusváltáshoz szükséges tevékenységeket,

Az egyik tevékenységcsoport az amiket már el lehet végezni az előző típus gyártása közben, előkészítve a gyors típusváltást, Pl, alapanyagok kivételezése a raktárból, odakészítése a sorra, csereszszámok előkészítése (pl, öntőszerszámok előfűtése, tisztítás, közel készítés az állomáshoz...) ha szükséges szerszám, illetve extra személyzet (beállítótechnikus, karbantartó...) azok biztosítása,

A másik tevékenységcsoport amit csak az előző típus gyártásának befejezése után lehet elvégezni, Pl, szerszámváltás, alapanyagok állomásba helyezése, programváltás, dummy ciklus (lekérdezések felülvizsgálata speciális mintadarabokkal, dummy-kal)...

Az átállítás folyamatának gyorsítása első lépésben a tevékenységek szétosztásával kezdődik, ahol törekedni kell arra, hogy minél több tevékenység kerüljön az előkészítéshez,

Gyakorlati példa:

Termék, tevékenység leírása: Pénztárgépek alkatrészeit (PC, monitor, nyomtató, kábelek, kártyaleolvasó, kassza...) kell a vevői igényeknek megfelelően gyűjtődobozba csomagolni, Elvárás a lehető legkisebb gyűjtődoboz kiválasztása (logisztikai költségek), Napi 100-3000 rendelés (havi ciklusokban változik) 1-200-as sorozatnagyság,

A nagyon ingadozó vevői igény miatt egy kis létszámú fix (tapasztalt) dolgozói mag mellett bérldolgozók kerültek alkalmazásra, A gyűjtődoboz kiválasztására és a pakolási mód



kialakítására (alkatrészek sorenje és dobozba helyezés helye, iránya) a fix dolgozók voltak alkalmasak,

Folyamat leírása: A raktár a gyártási tételek alkatrészeit raklapokra összekészítve adta át a termelésnek, A csomagolás 3 görgősoron folyt, Az elején összeállították a gyűjtődobozokat és felhelyezték őket a görgőpályára, alkatrészek számától függően az 1-4 pozícióban bepakoltak a dobozokba (behelyezés előtt be kellett olvasni a vonalkódot) az 5-ös pozícióban kinyomtatták a kísérőpapírokat, címkéket majd a pálya végén levették és lezárták a gyűjtődobozokat, raklapokra tették és a kész raklapokat átadták a logisztikának, Átállás a módosítás előtt: A korábbi alkatrészek elfogyása után a termelés anyagmozgatói elvitték a kiürült raklapokat és a helyükre vitték a következő tétel anyagait, A doboz-összeállításnál kijelölt tapasztalt dolgozó a tételjegyzék és a sor mellé rakott alkatrészek mérete alapján kijelölte a használandó dobozfajtát, Próbacsomagolást végeztek és ennek eredménye alapján fogadták el vagy választottak másik dobozt, A csomagolóanyag kiválasztása után kikérték a szükséges mennyiséget, amit a termelés anyagmozgatói odaszállítottak a sor mellé,

Problémák: ha egyszerre akart több sor átállni akkor várni kellett a sori anyagmozgatókra, máskor pedig az anyagmozgatók várakoztak hogy valamelyik sor végezzen, Ha nem sikerült elsőre jó gyűjtődobozt kiválasztani az megnövelte az átállás idejét, a sori dolgozóknak alig volt feladata az átállás során, míg a csomagolás meghatározására kijelölt dolgozón aránytalanul nagy volt a nyomás, A csomagolási sorrend miatt a 4 csomagolópozíció közötti alkatrészelosztást gyakran változtatni kellett, azaz a raklapokat vagy az alkatrészeket másik helyre rakni, Gyakran aránytalan volt a terhelés a csomagoló pozíciók között, mivel nem volt idő/kapacitás a kiosztás finomítására,

Folyamatváltoztatás leírása: A típusváltás meghatározóan a sor elejét és a csomagoló pozíciókat érintette, A címkenyomtató és leszedő-raklapozó szakasznak minimális feladatai voltak váltáskor, Az alkatrészek sorra kiszállítását a gyűjtődoboz kiválasztását és az első csomag összeállítását (alkatrészek sorenje, elhelyezése) úgy sikerült átszervezni az előkészítési feladatokhoz, hogy a görgős pálya mindkét oldalán ki lett alakítva a 4 csomagolási pozíció, Amíg az egyik oldal dolgozott addig a másik oldalon a sorfelelős beállította a tételt a szkennelő PC-ken, a termelési anyagmozgatók odaszállították az alkatrészeket, a csomagolási felelős kiválasztotta a gyűjtődobozt, megcsinálta a próbacsomagolást, szükség esetén változtattak az alkatrész elrendezésen és kikérték a csomagolóanyagot, Átálláskor a csomagoló dolgozók átmentek a másik oldalra, a sorvezető és a csomagolás felelős elmondta/mutatta a bepakolási rendet és már indulhatott is a gyártás,

A második lépésben csökkenteni kell a gyártóeszközök állásával járó tevékenységek idejét, Ehhez néhány irányelv:

- szerszám nélküli átállás (az állomások és a csereszszámok tervezésekor lehet biztosítani)
- alapanyagok gyors cseréje (cserélhető alkatrésztároló kocsik; váltás az adagolók között)
- az átálláshoz szükséges szerszámok lehetőség szerint az állomásban, jól hozzáférhető helyen legyenek tárolva, Illetve nagyméretű, nehéz csereszszámoknál (pl, öntőformák, présszerszámok) megfelelő állomáskialakítás és tároló-mozgató eszközök biztosítása
- lekérdezések és/vagy poke joke (bolond-biztos) megoldások annak ellenőrzésére, hogy minden lépés végre lett hajtva, Cserélendő szerszámoknál törekedni kell a behelyezett csereszszám



azonosítására, de szükség esetén parkpozíciós lekérdezés is használható (azt detektáljuk, hogymelyik szerszám nincs a tároló helyén), Poke joke megoldás pl, ha átállási lépés kihagyása esetén az alapanyag nem behelyezhető az állomásba illetve a folyamat nem indulhat el,

- forgóasztalos állomások használatát kerülni kell, Egy hat fészkes asztalnál vagy le kell üríteni minden fészket, elvégezni az átállást és utána újra feltölteni minden pozíciót (ezzel >10 termék gyártási idejét veszítjük el), vagy ha az állomás és termékkialakítás lehetővé teszi hat ciklus alatt végezhető el a csere (A termék kivétele – egyes fészek átállítása – B termék berakása, forgatás; A termék kivétele – kettes fészek átállítása...) ezzel elnyújtjuk az átállást és a következő folyamatot átállítást késleltetjük,

### 6.3.3. Lean eszközök: Egydarabos anyagáram (one piece flow)

Napjainkban már nem jellemző a szigetes gyárelrendezés (mikor az azonos funkciójú gépeket egymáshoz közel, gyártószigetekben helyezik el), de a gyártásközi tárolókkal (puffer) még gyakran találkozhatunk,

A one piece flow lényegét a neve elég jól leírja, A folyamatunkban törekedünk arra, hogyne tételeket kezeljünk, hanem egyesével áramoljanak a termékek, de legalábbis a lehető legkisebb méretű tétel nagyságokat használva, Ezzel párhuzamosan szüntessük meg a folyamatközi tárolókat, Ha nem megszüntethető, akkor csökkentjük le a méretét,

Előnyei: kevesebb anyagmozgatás, rugalmasabb rendszer, gyorsabb reakció a megváltozott körülményekre (vevői igény, anyaghiány, gyártási hiba, gép meghibásodása...), sorozathiba esetén kevesebb selejt...

Az elméleti one piece flow-ban a dolgozó elvesz egy alapanyagot és állomásról- állomásra haladva végigviszi a teljes gyártási folyamatot, Ez jól tervezett folyamatoknál elméletben működhet is, de ha van gépi folyamatlépés a dolgozónak várakozni kellene (lásd veszteségtípusok) valamint képesnek kell lennie elvégezni minden folyamatot (ismeretek, képességek, készségek...), Ehelyett az általános eljárás az, hogyegy főre csak részfolyamat jut, gépi folyamatoknál pedig az előző ciklusban behelyezett terméket viszi tovább, Ehhez kapcsolódik másik két eszköz, a standard munka és a húzó gyártás (később ismertetve) illetve az auto eject (automatikus kiadás) fogalma,

Az automatikus kiadás célja, hogyamikor a munkás az állomáshoz érkezik kezében a berakásra váró termékkel üres legyen az hely ahová a terméket rakni kell, Ez egy kilökö hengertől kezdve, x-y-z mozgásra képes manipulátorig többféle módon kivitelezhető ami a gépi ciklus utolsó lépéseként eltávolítják a kész terméket, Speciális esete a forgató asztal (nem összekeverendő a forgóasztallal), Ez egy két fészekkel rendelkező oda-vissza forgatható asztal, aminek az eleje a betöltő-kivevő rész, a hátsóban pedig történik a gépi folyamat (forgóasztalnál nem egy munkapozíció van), A dolgozó behelyezi az új terméket, átfordítja a tartót és kiveszi a készet a másik fészekből, így a következő ciklusnál üres fészek várja,

Jó, de hogyan működik a gyakorlatban az egydarabos anyagáramlás? A válasz az, hognagyon nehezen, Többször találkoztam olyan esetekkel, mikor a rendszert kijátszva a dolgozónak szent meggyőződése volt, hogyő csinálja jól és az előírások hibásak, Például egy új, lean elvek szerint tervezett sornál a tervezők elkövették azt a hibát, hogyterveik szerint 1-1 termék tárolására alkalmas kisméretű átadótálcákat helyeztek az állomások közé, Ezek lényege a dolgozók közötti gyors anyagátadás lett volna, Csakhogy több darabot is rá lehetett rakni, nem csak egyet, Az eredmény pedig az lett, hogya gyorsabb állomások után



púposan megpakolták a dolgozók ezeket a tartókat, Annyira, hogynemcsak elvenni volt nehéz a terméket a következő dolgozónak (plusz idő az eleve lassabb dolgozónak), hanem néha a földre is vert le terméket a tálcáról (→selejt), Másik gyárban, más terméknél az anyagátroló dobozba az alapanyag tetejére pakolta vissza egy szorgalmas munkás a „felesleget”,

A megoldás (miután a folyamatot és a gyártóeszközöket is alkalmassá tettük az egy darabos anyagáramlás kivitelezésére), hogytanítunk, gyakoroltatunk, elmondjuk, megmutatjuk hogyan kellene, újra tanítunk...

#### **6.3.4. Lean eszközök: húzott gyártás (pull system)**

Ellentéte a nyomott/tolt (push) rendszernek, Optimális esetben minden folyamatlépés gyorsabb az azt megelőző lépésnél és lassabb a következőnél, Egy példán keresztül talán érthetőbb, Van 3 folyamatlépésem, Nyomott gyártás esetén „A” ciklusideje 20s, „B”-jé 25s és „C”-jé 30s, Ha minden dolgozó folyamatosan végzi a munkáját egy óra alatt A 180, B 144, C 120 darabot gyárt le, Azaz A és B között 36, B és C között pedig 24 darab félkész termék halmozódik fel (túltermelés), Ha megfordítom a sorrendet (C-B-A) akkor a kész termékek száma nem változik, továbbra is 120 darab óránként, de nem halmozódik fel félkész árú az állomások között, Ez a húzott rendszer,

Húzott gyártásnál a folyamatok több terméket tudnak felhasználni, mint amit az előző elem készít, így nem tud kialakulni a túltermelés, Ezt nem úgy kell elképzelni, hogy legelső és a legutolsó folyamatok között jelentős eltérés van, Ez jellemzően az egyes résztvevők között óránként 1-2 darabos különbséget jelent,

A gyakorlati megvalósítás során az a legegyszerűbb módszer, ha megfigyeljük a folyamatot, hogyvár-e termék két folyamatok között, Ahol rendszeresen van várakozás az egy push kapcsolat, Az ilyen elemeknél kell beavatkozni (munkatartalom átrendezés, folyamatgyorsítás...), Automata műveleteknél gyorsan megtalálhatóak ezek a torlódások, de kézi műveleteknél gyakran vándorolnak, Ilyenkor több műszaknál, több időpontban ajánlatos figyelni a torlódásokat és statisztikai módszereket használni az elemzéshez,

#### **6.3.5. Lean eszközök: Standard munka**

Hogyan fejleszthető egy olyan munka, amit minden dolgozó máshogy végez el? Ha jól teszünk az egyikkel, lehet ártunk a másiknak, Az 5,1 fejezetben (A cél) szó volt arról, hogy a folyamatoptimalizálás kezdetén fel kell mérni a jelenlegi helyzetet, Ha nem egységes (standard) a folyamat akkor nem tudjuk ezt megtenni,

Ezért is kap fontos szerepet a standardizált munkavégzés a lean elvű folyamatszervezésnél, Az, hogykedvezően befolyásolja a minőséget, hogyelőrja az ISO, hogy a betanítást megkönnyíti stb, csak hab a tortán,

Amikor a dolgozó egy állomást kezel csak (pl, a hagyományos futószalagos gyártásnál) az adott állomás folyamatait leíró munkautasítás elégséges, Viszont a lean elvű gyártásban a dolgozók több állomást is kezelnek, aminek a leírásához a mellékletben látható egy minta,

Kis kitérő annak megnézésére, hogymiért előnyös az esetek nagy részében, ha egy dolgozó nem csak egy állomást kezel, Amikor egy dolgozó-egy állomás folyamatot tervezünk, akkor úgy kell kialakítani az egyes állomások munkatartalmát, hogynagyjából azonos legyen a ciklusidő mindnél, Mivel a folyamatlépések több-kevesebb részének kötött a sorrendje nem variálhatjuk őket kedvünk szerint, Ezért az állomások munkatartalmát nehéz jól felosztani,



gyakran (1) egyenlőtlen a dolgozók terhelése, Az állomások száma kötött így a dolgozók száma is, Ebből következik, hogy a sori kapacitás is kötött, tehát (2) rugalmatlan a gyártókapacitás, Termék design változtatásakor, vagy új termék bevezetésekor (3) nehéz és drága a munkatartalom újraosztása az állomások között, vagy ha ezt nem tesszük meg növeljük a dolgozók közötti terheléskülönbséget valamint kapacitást veszítünk, Félautomata állomásoknál a gépi műveletek alatt a (4) dolgozó várakozik,

Ezzel szemben a lean soron könnyebb a munkatartalom szétoztása, Egyrészt, mert meg lehet osztani két dolgozó között az állomások munkatartalmát (erre példa az említett mellékletben is található) másrészt az állomások megfelelő elrendezése esetén (pl, „U” cella) nem csak egymást követő állomások oszthatók ki 1-1 dolgozóra, Változtatható a dolgozók száma, így a sor kapacitása is, Termék design változásokkor vagy új termék bevezetésekor egyszerűbb a feladatunk, mivel nem kell figyelni az azonos munkatartalomra az egyes állomásokban, Félautomata állomásoknál úgy kell elosztani a folyamatlépéseket a dolgozók között, hogy az állomás várjon a dolgozóra és ne fordítva,

Visszatérve a standard munkához meg kell tanulnunk még néhány fogalmat a mellékletben található utasítás értelmezéséhez,

Vízés diagram: ezen ábrázoljuk az egyes lépések időszükségletét és kapcsolatát (egymás utáni ill, párhuzamos), Jó segédeszköz már a tervezési szakaszban is és jó szemléltetőeszköz a dolgozóknak is, A vízszintes tengely az idő másodpercben, Eltérően van jelölve az emberi és a gépi műveletek ideje valamint a helyváltoztatás időigénye (útidő),

Ciklusidő: az az idő ami szükséges egyszer végrehajtani a folyamatlépéseket, Megkülönböztetjük az állomások ciklusidejét és a dolgozók ciklusidejét, Jó tervezéskor a dolgozó ciklusideje legalább 20%-kal több mint a leghosszabb állomásé, Mérésekor két azonos folyamatlépés közötti időt mérjük (pl, berakás-berakás és nem berakás-kivét)

Layout: az állomások és egyéb fontos elemek (pl, polcok, raklapok) felülnézeti rajza, Általában jelentősen leegyszerűsítve, téglalapként ábrázolva, Lehetőség van belerajzolni az anyagáramlást illetve a dolgozó útját, de előfordul, hogy csak számozással jelölik a folyamatlépések helyét,

A jól elkészített standard munkautasítás különböző létszámokra is tartalmazza a lépések elosztását a dolgozók között (a mellékelt utasítás automata állomások közötti félautomata gépcsoportokra készült, így a többféle felosztás nem kizárható),

## 6.4. Összefoglalás

A lean egyszerre követeli meg az aktuális állapot rögzítését (standardok) és a folyamatos változást, Ez elsőre ellentmondásnak tűnik, pedig megvan a magyarázata, Ha nem rögzítjük az aktuális állapotot az olyan, mintha alap nélkül építenénk a házat, Ha meg vannak határozva a folyamatok, a munkakörök, a felelőségek akkor terhet veszünk le a folyamatban résztvevőkről, Gondoljunk bele, hogymi történne, ha a tűzoltócsapat tagjai nem tudnák kinek mi a feladata ugyanakkor nem tudnának az adott helyzethez alkalmazkodni,

Másik előnye a standardoknak, hogyha nem sikerül valamelyik változtatás könnyen visszatérhetünk a kiindulási állapotba,

Aki lean elven módosít folyamatot az „A3-as gondolkodásmód” fejezetben ismertetett PDCA elvet kell használja, Tervezés, végrehajtás, hatás ellenőrzése és ha jónak ítélik a változtatást akkor a standardok módosítása, Viszont ha az ellenőrzés során rájövünk, hogy rossz utat választottunk ne féljünk beismerni a tévedést és visszatérni a kiindulási



állapotba, Nem az a baj, ha hibázunk, hanem ha nem vesszük észre, vagy ha észre vesszük nem javítjuk ki illetve ha nem tanulunk belőle,

Mint már korábban írtam nincsenek tuti megoldások, mindig jó módszerek, Vannak használható eszközök, iránymutató elvek, amiknek az ismerete megkönnyíti a munkánkat, de legalább ennyire fontos a kreativitás, a bátorság a kísérletezéshez, a nyitott és józan ész, Bátran lehet „lopni” az ötleteket, Ehhez vagy sok tapasztalat kell, vagy használni kell mások tudását, Elmondható, hogy az tudja a legtöbbet egy adott folyamatról, aki részt vesz benne, Ezért ne legyünk restek azok véleményét, javaslatát kikérni, akik az adott területen dolgoznak, Az is fontos a sikeres változtatáshoz, hogymegmagyarázzuk a dolgozóknak, hogymiért is változik a folyamat illetve, hogymiért így változik, Ennek magyarázatára, zárásként egy történet:

Két kőfejtő dolgozik egymás mellett, Egy katedrális építéséhez viszik az általuk termelt köveket, Az egyik kedvetlen és rosszul dolgozik, míg a másik lelkes, vidám és a munkával is jobban halad, Megkérdezik mindkettőtől, hogymit csinál,

Az első válasza: Követ török,

A másodiké: Katedrális építék!





EU QM 001 00 Melléklet 4. 2004-11-01

V PR 537 03  
Oldal: 2/14

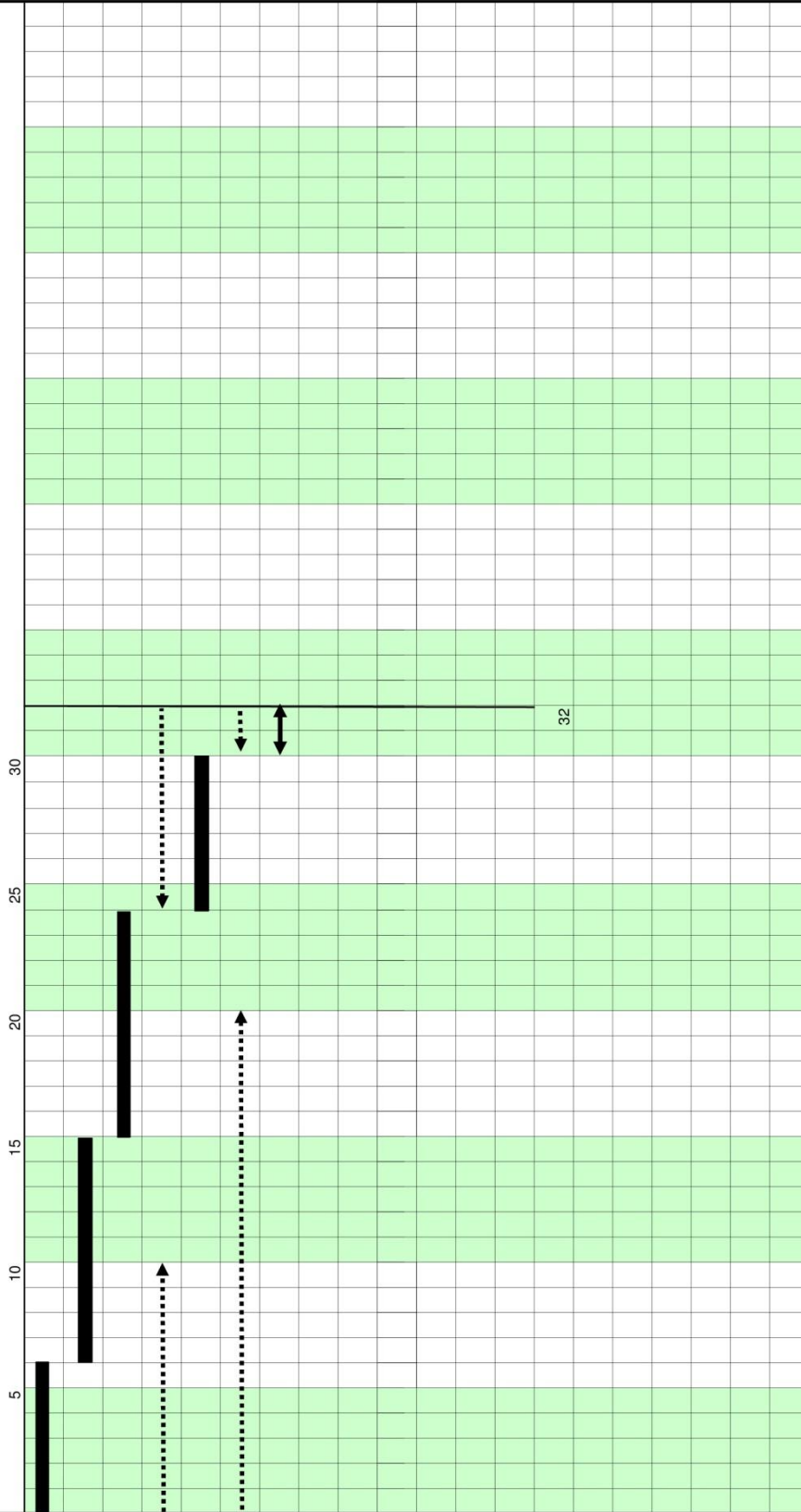
### Standardizált munkafolyamat

Készítette: Varga Attila 2011.11.25

Jóváhagyta: Darga Olivér 2011.11.25

Ciklusidő (s): 32

Munkahely (Szerelősor\_állomás): T5/Colorado 10 a és b



Készítette/Összeállította:  
Varga Attila  
2011.11.25

Módosította:  
Varga Attila  
2013.05.02

Jóváhagyta:  
Darga Olivér  
2013.05.02





EU QM 001 00 Melléklet 4. 2004-11-01

V PR.537.03  
Oldal: 4/14

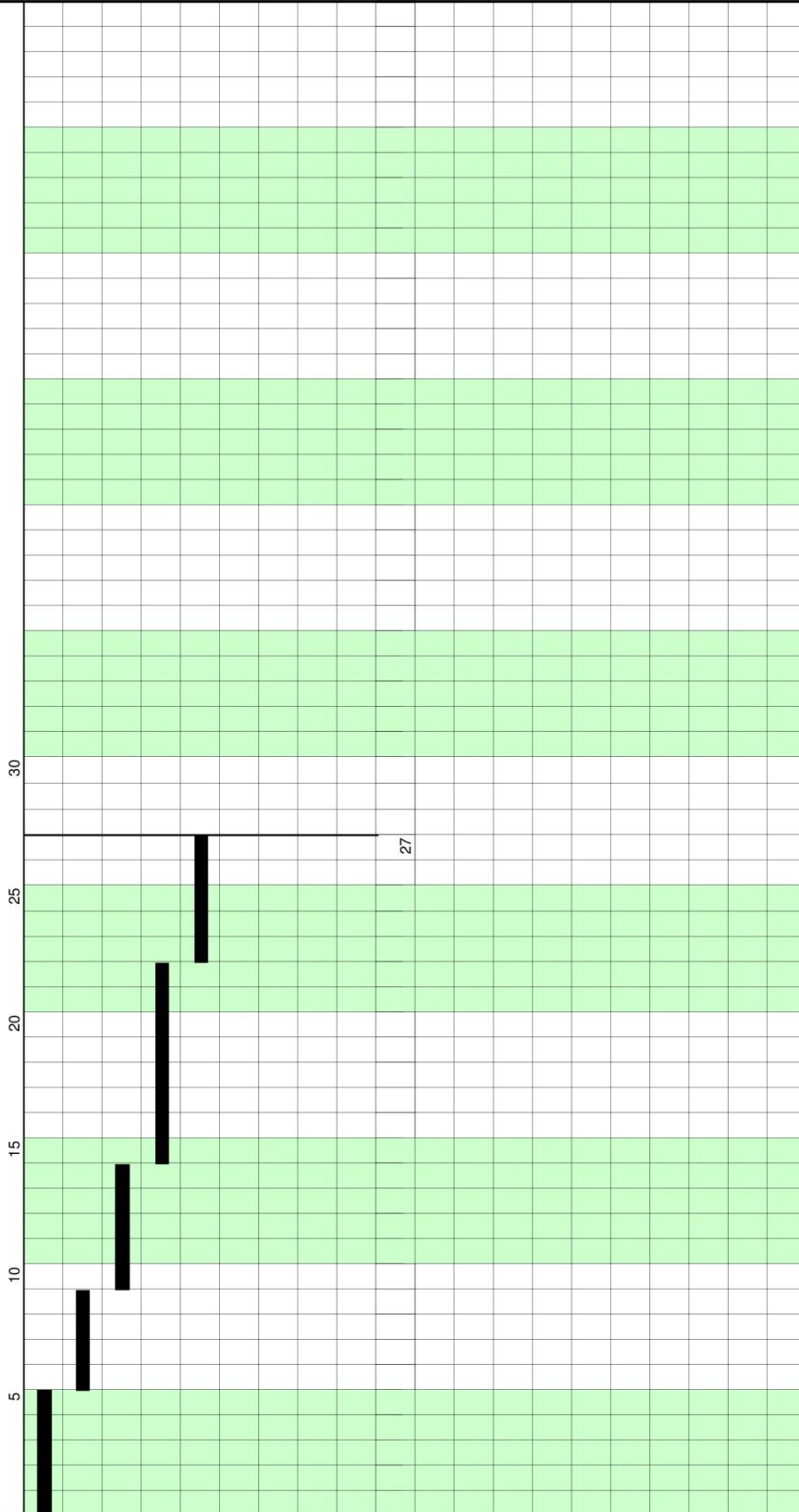
### Standardizált munkafolyamat

Készítette: Varga Attila 2011.11.25

Ciklusidő (s): 27

Jóváhagyta: Darga Olivér 2011.11.25

Munkahely (Szerelésor\_állomás): T5/Colorado 15



Készítette/Összeállította:  
Varga Attila  
2011.11.25

Módosította:  
Varga Attila  
2013.05.02

Jóváhagyta:  
Darga Olivér  
2013.05.02





EU QM 001 00 Melléklet 4. 2004-11-01

V PR 537 03  
Oldal: 6/14

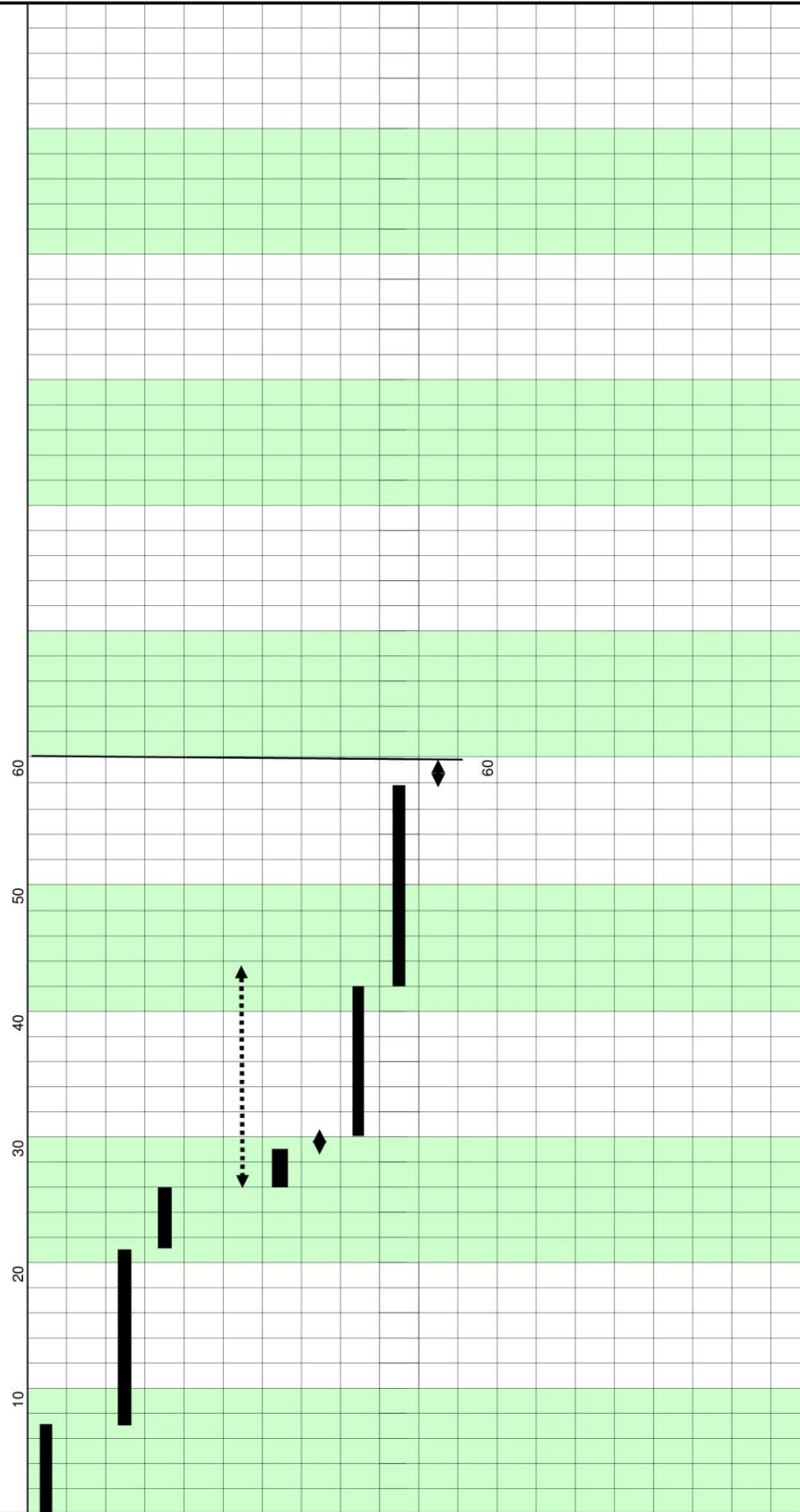
### Standardizált munkafolyamat

Készítette: Varga Attila 2011.11.25

Jóváhagyta: Darga Olivér 2011.11.25

Ciklusidő (s): 60

Munkahely (Szerelősor\_állomás): T5/Colorado 40/42 és 45/47



Készítette/Összeállította:  
Varga Attila  
2011.11.25

Módosította:  
Varga Attila  
2013.05.02

Jóváhagyta:  
Darga Olivér  
2013.05.02





EU QM 001 00 Melléklet 4. 2004-11-01

V PR 537 03  
Oldal: 8/14

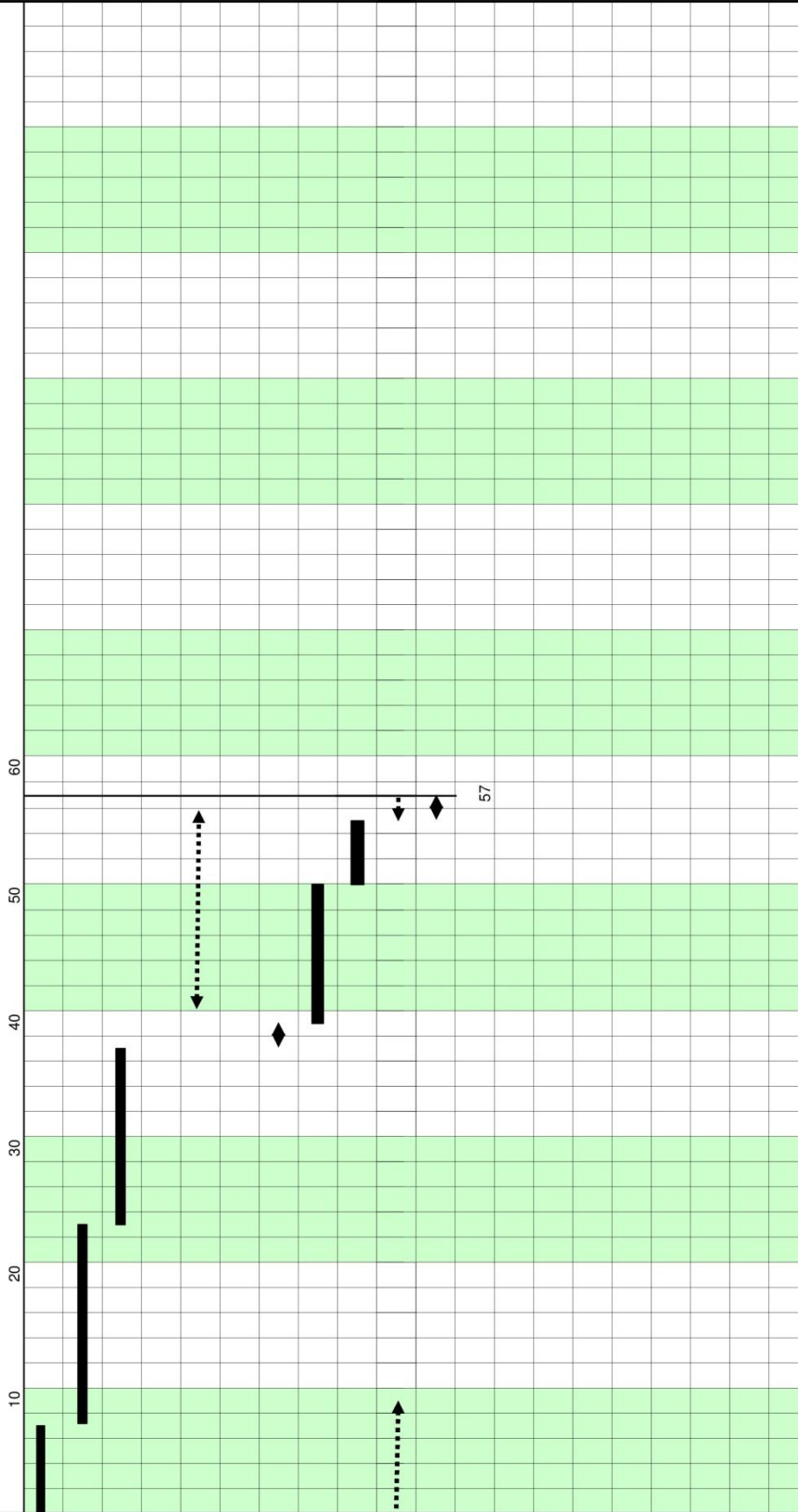
### Standardizált munkafolyamat

Készítette: Varga Attila 2011.11.25

Jóváhagyta: Dargai Olivér 2011.11.25

Ciklusidő (s): 57

Munkahely (Szerelősor\_állomás): T5/Colorado 50/42 és 55/47



Készítette/Összeállította:  
Varga Attila  
2011.11.25

Módosította:  
Varga Attila  
2013.05.02

Jóváhagyta:  
Dargai Olivér  
2013.05.02





EU QM 001 00 Melléklet 4. 2004-11-01

V PR 537 03  
Oldal: 10/14

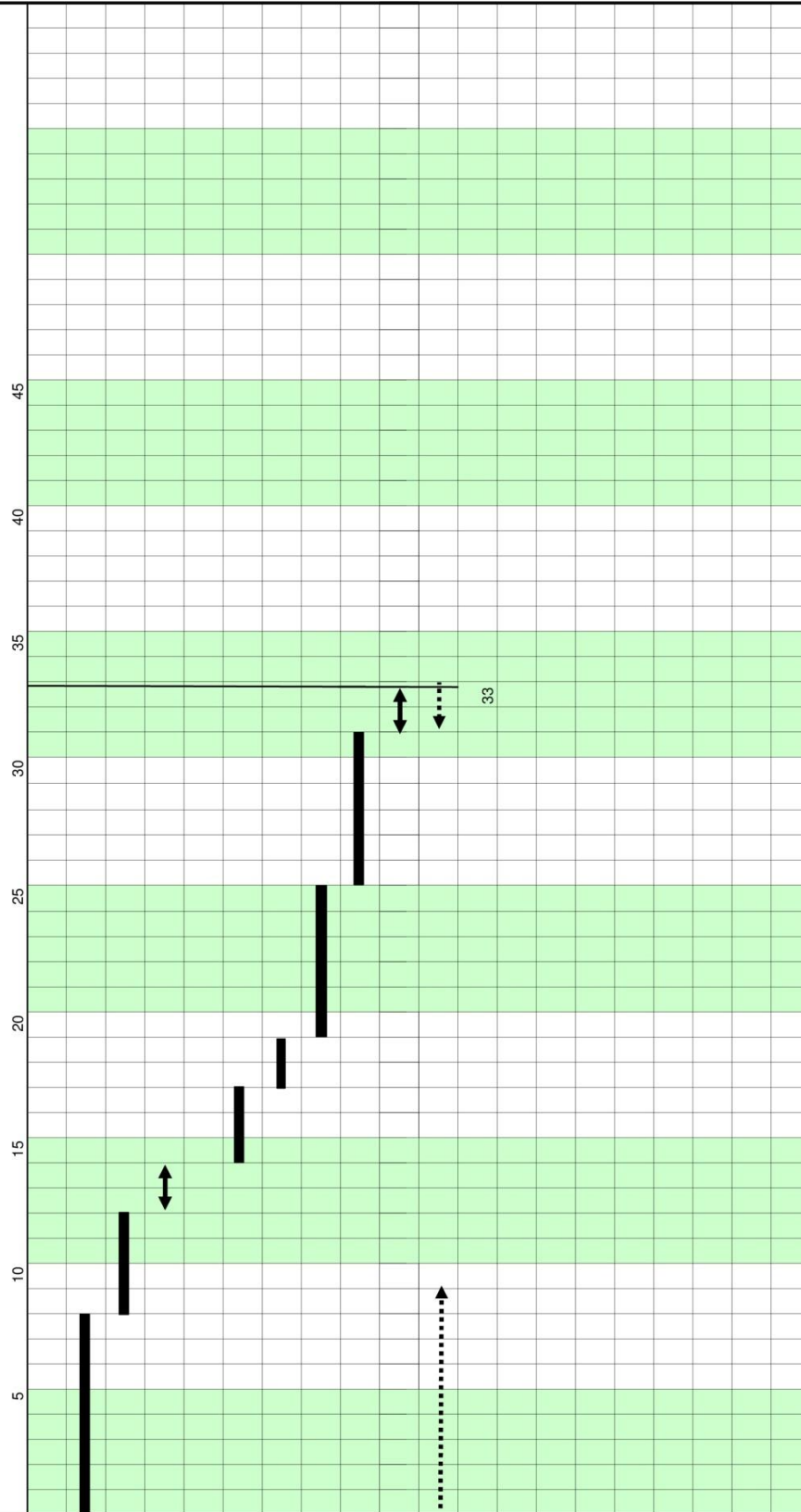
### Standardizált munkafolyamat

Készítette: Varga Attila 2011.11.25

Ciklusidő (s): 33

Jóváhagyta: Dargai Olivér 2011.11.25

Munkanely (Szerelősor\_állomás): T5/Colorado 140 előtt



Készítette/Összeállította:  
Varga Attila  
2011.11.25

Módosította:  
Varga Attila  
2013.05.02

Jóváhagyta:  
Dargai Olivér  
2013.05.02



EU QM 001 00 Melléklet 4. 2004-11-01

V PR 537/03  
Oldal: 11/14

**Standardizált munkafolyamat**

Standardizált munkafolyamat		Ciklusidő (s): 170: 29, 180: 30	Idők (s)
Layout		Munkahely (Szerelősor_állomás): T5/Colorado 170/180	Emberidő Gép-idő Utas
Nr.			
1	Szilentezett kormányművet kivész, szilent nélküli állomásba helyez, szkennel, Start gomb		8
	Automata folyamat (kormányművet megfog)		4
2	Szilentezett kormányművet a St.200 előtti palettára fektesz, Start gomb		6
	Automata folyamat (Barcode beolvasás, ütközőgyűrű ellenőrzés)		17
3	Szilentezet behelyez, Start gomb		5
	Automata folyamat (szilentez beprése)		11
4	Tisztítandó kormányműnél: Kormányművet palettáról levesz és tisztítószerezrel lefúj		10
1	Szilentezett kormányművet kivész, szilent nélküli állomásba helyez,, Start gomb		5
	Automata folyamat (kormányművet megfog)		5
2	Szilentezett kormányművet a St.200 előtti palettára fektesz, Start gomb		7
	Automata folyamat (Barcode beolvasás, ütközőgyűrű ellenőrzés)		17
3	Szilentezet olajoz, behelyez, Start gomb		7
	Automata folyamat (szilentez beprése)		10
	Standard anyagfeltöltés		
	20 percenként az St.210 állomás feltöltése 30 - 30 nyomtávrúddal		135

Készítette/Összeállította:  
Varga Attila  
2011.11.25

Módosította:  
Varga Attila  
2013.05.02

Jóváhagyta:  
Dargai Olivér  
2013.05.02



EU QM 001 00 Melléklet 4. 2004-11-01

V PR 537 03  
Oldal: 12/14

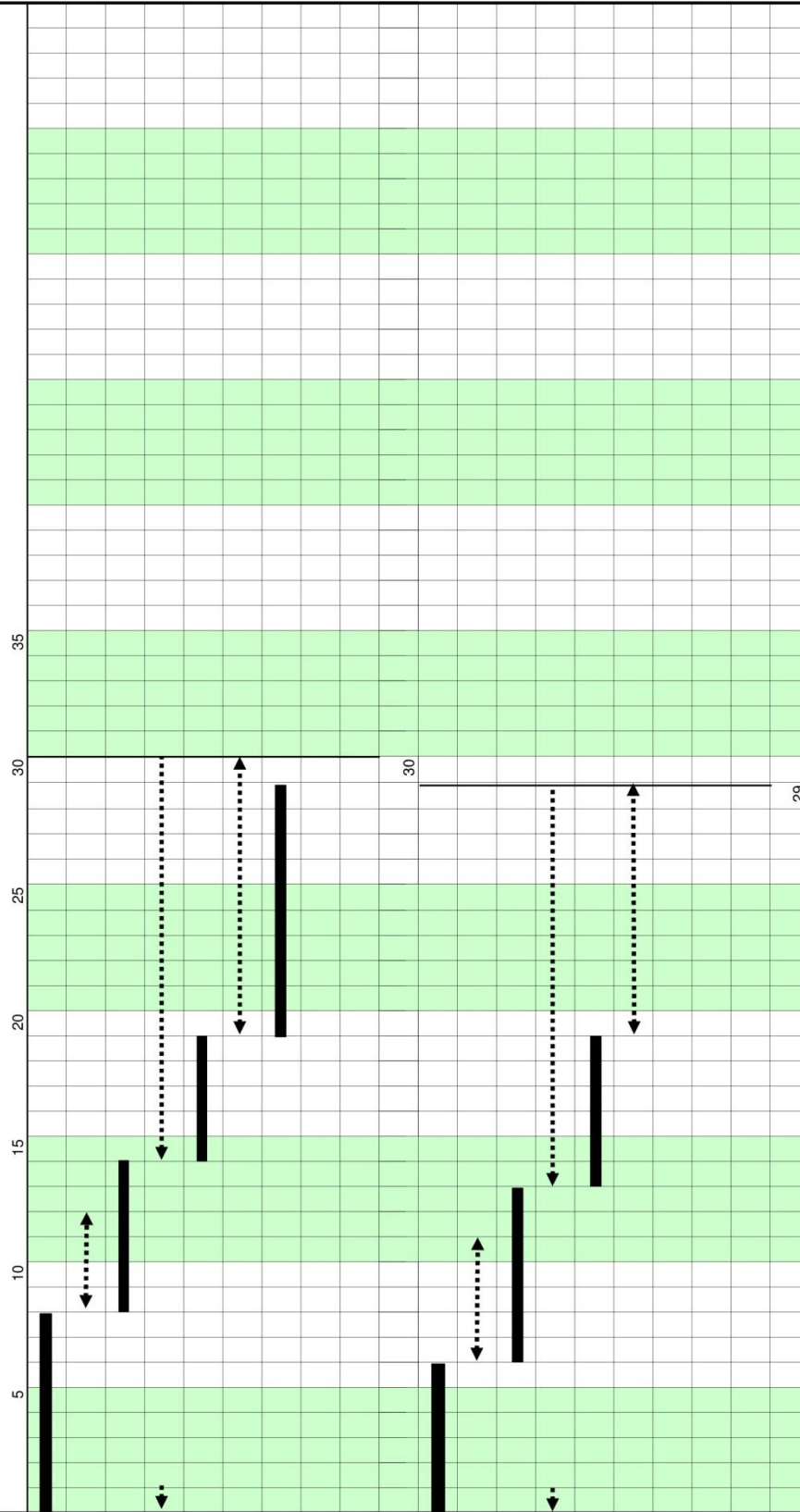
### Standardizált munkafolyamat

Készítette: Varga Attila 2011.11.25

Ciklusidő (s): 170: 29, 180: 30

Jóváhagyta: Dargai Olivér 2011.11.25

Munkanely (Szerelősor\_állomás): T5/Colorado 170/180



Készítette/Összeállította:  
Varga Attila  
2011.11.25

Módosította:  
Varga Attila  
2013.05.02

Jóváhagyta:  
Dargai Olivér  
2013.05.02





EU QM 001 00 Melléklet 4. 2004-11-01

V PR 537 03  
Oldal: 14/14

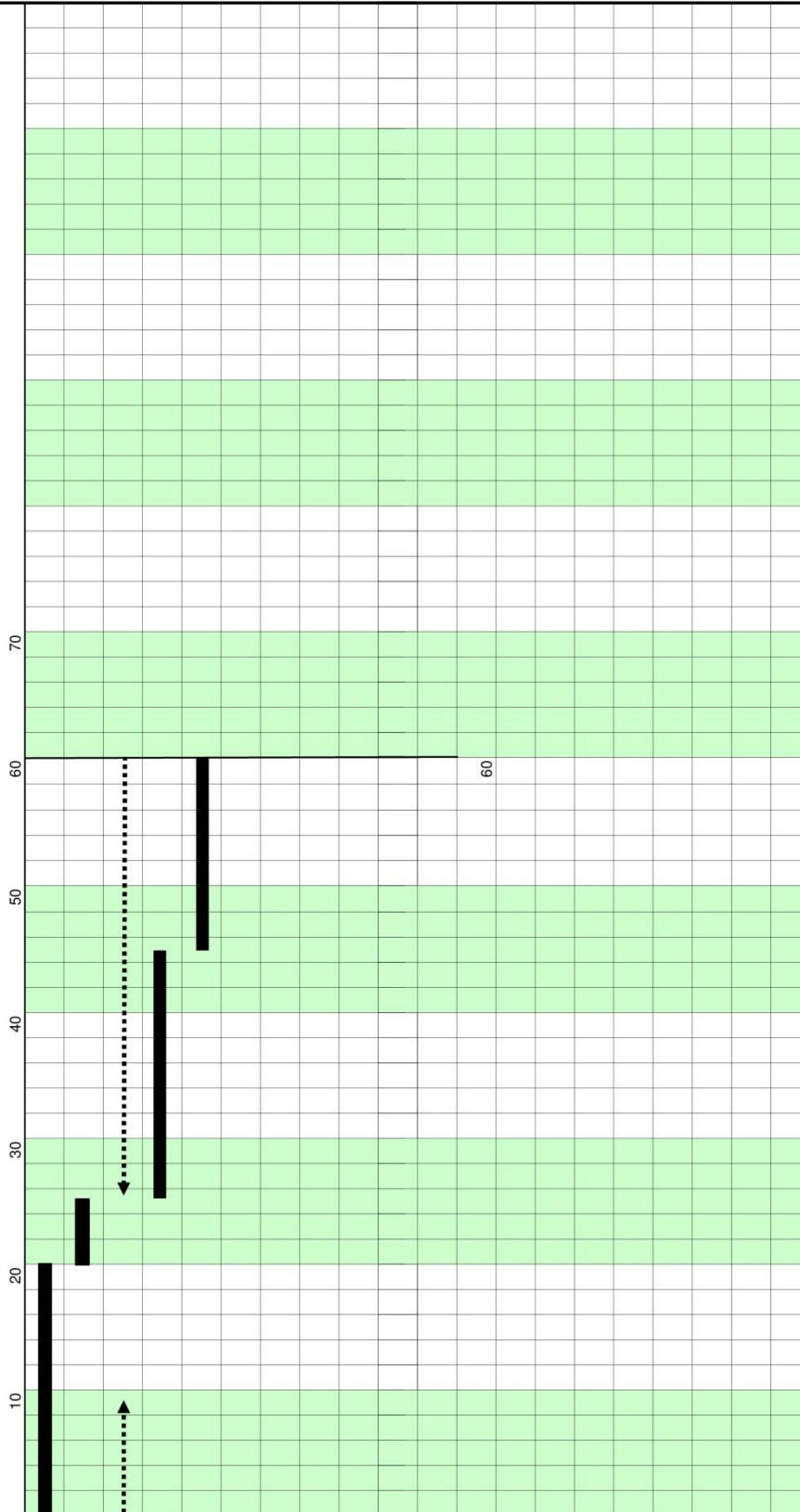
### Standardizált munkafolyamat

Készítette: Varga Attila 2011.11.25

Jóváhagyta: Dargai Olivér 2011.11.25

Ciklusidő (s): 60

Munkahely (Szerelésor\_állomás): T5/Colorado 240/245



Készítette/Összeállította:  
Varga Attila  
2011.11.25

Módosította:  
Varga Attila  
2013.05.02

Jóváhagyta:  
Dargai Olivér  
2013.05.02