SZAKDOLGOZAT

Benkő Szilveszter Máté

Gépészmérnöki, BSc

Gödöllő

2024

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Gépészmérnöki Szak

Munkagép alkatrész előállítás folyamatának fejlesztése

Belső konzulens:	Prof. Dr. Kiss Péter tanszékvezető
Külső konzulens:	Szalontai László tanácsadó
Készítette:	**Benkő Szilveszter Máté** ILELXY Nappali
Intézet/Tanszék:	Műszaki Intézet/ Járműtechnika Tanszék

Gödöllő

2024

MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

Szent István Campus, Gödöllő
Cím: 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.
Tel.: +36-28/522-000
Honlap: https://godollo.uni-mate.hu

MŰSZAKI INTÉZET GÉPÉSZMÉRNÖKI ALAPSZAK
Gépjárműtechnika specializáció

SZAKDOLGOZAT

feladatlap

Benkő Szilveszter Máté (ILELXY)

részére

A szakdolgozat címe:

Munkagép alkatrész előállítási folyamatának fejlesztése

Feladatkiírás:

Foglalja össze és értékelje a témakörhöz kapcsolódó szakirodalmat. Vizsgálja meg, egy kiválasztott munkagép alkatrész előállítási folyamatát. Dolgozzon ki javaslatot a folyamat javítására. Hasonlítsa össze és értékelje az eredeti és a módosított folyamatot.

Közreműködő tanszék: Járműtechnika Tanszék

Külső konzulens: *Szalontai László, Tanácsadó, Hungaro-SLR Gépipari Kft.*

Belső konzulens: *Prof. Dr. Kiss Péter, Tanszékvezető,* MATE, Műszaki Intézet, Járműtechnika Tanszék

Beadási határidő: 2023. november 6. (hétfő) 12.00 óra

Gödöllő, 2023. június 15.

Jóváhagyom		**Átvettem**
Prof. Dr. Kiss Péter tanszékvezető	Prof. Dr. Szabó István szakfelelős	*Benkő Szilveszter Máté* hallgató

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

Gödöllő, 2024. április hó 09 nap

(külső konzulens)

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés, célkitűzés 5
2. Folyamatfejlesztés 6
   2.1. A termék-előállítási folyamat és szereplői 6
   2.2. Folyamatok modellezésére, leírására alkalmazható módszerek 7
   2.2.1. Folyamatábra 8
   2.2.2. Hat lépéses folyamatfejlesztő módszer 10
   2.3. Toyota Termelési Rendszer (TPS - Toyota Production System) 12
   2.3.1. A TPS alapjai 12
   2.3.2. JIT, Kanban, Heijunka, SMED 14
   2.3.3. Jidoka, Poka-yoke, Andon 17
   2.4. Lean termelés 18
   2.4.1. Lean alapelvek 18
   2.4.2. Lean veszteségek 19
   2.4.3. Lean eszközök 21
3. Munkagép alkatrész előállítási folyamatának fejlesztése 23
   3.1. A megmunkáló gép 23
   3.2. A Brake-Anchor termékcsalád 24
   3.3. A felmérő mérés 25
   3.3.1. A mérési eredmények és a külső/belső átállások meghatározása 27
   3.3.1.1. Spaghetti-diagram 30
   3.3.2. Belső átállások külsővé alakítása 31
   3.3.3. Belső átállások fejlesztése 32
   3.3.4. Külső átállások fejlesztése 33
   3.3.5. Folyamatok standardizálása 37
   3.4. Ellenőrző mérés 39
   3.4.1. Ellenőrző mérés Spaghetti-diagramja 41
   3.5. Költségszámítás 42
4. Összefoglalás 44
5. Summary 46
6. Irodalomjegyzék 48
7. Nyilatkozat 50
8. Köszönetnyilvánítás 52

1. BEVEZETÉS, CÉLKITŰZÉS

Napjainkban, a fogyasztók igényeinek ismerete, az igényekhez való alkalmazkodás és azok kielégítése, nélkülözhetetlen feladat egy vállalat számára, mert ezek segítségével lesznek képesek megőrizni versenyképességüket. Ezért a vállalatok egyre komolyabb lépéseket tesznek a folyamataik tökéletesítése, költségeik csökkentése, termelékenységük növelése, valamint a piaci versenyképességük megtartása és növelése érdekében. Az említett okok miatt, újabb gyártási elméletek jelentek meg.

Manapság mindenki egyetért azzal, hogy a hagyományos tömegtermelésnél sokkal célravezetőbb, ha egy vállalat, lean termelési rendszert alkalmaz. Emiatt a vállalatok nyereségesebbek, mint a hagyományos termelési rendszert működtető konkurenseik. Az előbbiek szinte minden erőforrásukat felemésztik és csak részben sikerül a céljaikat megvalósítaniuk, ellenben a lean termelési rendszert alkalmazók, csekély erőforrást használnak céljaik elérése érdekében. Erőforrás lehet, dolgozó, gép, idő, pénz, de a cél mindig az ügyfél elégedettsége. Ez jelenti a vállalat pénzügyi sikerét.

A csekély erőforrás használat miatt, a működési költségek alacsonyan tarthatóak. Ez mutatja a lean szemlélet és a kaizen létjogosultságát. A lean szemlélet célja, a vevő számára értéket nem teremtő folyamatok megszüntetése, valamint az értékteremtő folyamatok fejlesztése, tökéletesítése.

A jó minőség kialakításában, rendszeresítésében és fenntartásában, nélkülözhetetlen szerepet játszik a folyamatok ingadozásának szabályozása. A lean szemléletnek fontos szerepe van a környezettudatosságban is. Segít redukálni a pazarlás szintjét, valamint a szükségszerűen felhasznált természeti erőforrásokat. Ez manapság minden cég számára nagyon fontos, mert az ökológiai egyensúlyt fenn kell tartani. Ezen okok miatt, a vállalatok körében egyre nagyobb az igény, a lean eszközök és módszerek gyakorlati alkalmazására.

Szakdolgozatom célja, az a Hungaro-SLR Gépipari Kft. által rám bízott termék-előállítási folyamat fejlesztése. Ez egy Brake-Anchor megnevezésű, fékház típusú alkatrész előállítási-folyamatának megújítása lesz. A jelenlegi folyamat megfigyelése, kiértékelése. A fejlesztéshez szükséges mérések elvégzése, adatok feljegyzése. Az átállási időt befolyásoló tényezők meghatározása, átcsoportosítása. A fejlesztéshez szükséges eszközök, gépek, szerszámok kiválasztása. Javaslat kidolgozása a folyamat fejlesztéséhez. Az eredeti és a módosított előállítási-folyamatok összehasonlítása, kiértékelése.

2. FOLYAMATFEJLESZTÉS

A folyamatok fejlesztése egyúttal szervezetfejlesztési projekt is. Ha a folyamatok megfelelőek, akkor a munka is gördülékenyebben halad, kisebb mértékű lesz a veszteség és a vállalaton belüli nézeteltérések száma is kevesebb lesz. A folyamatok fejlesztése a folyamatban valamilyen szerepet vállaló személy érdeke kell, hogy legyen. Érdemes felkészülni arra, hogy a folyamatfejlesztés elején némi kételkedéssel és ellenállással találjuk szembe magunkat. A folyamatok tanulmányozása, vizsgálata, a megszokott munkájuk mellett plusz problémát ró a folyamatban szereplőkre, és pánik alakulhat ki, hogy a folyamatok módosulásával valakik előnytelenebb helyzetbe kerülhetnek. A projekt elején ezért nagyon fontos a megfelelő kommunikáció, biztosítani szükséges a felső vezetés tevékeny jelenlétét és kitartó segítségét. A folyamat meghatározó szereplői számára fontos problémák abszolválására összpontosítsunk. (www.kvalikon.hu 2023.01.04.)

2.1. A termék-előállítási folyamat és szereplői

A termék fogalma: tervezett, szervezett folyamatok és cselekvések megvalósított eredménye, amelyek szükségletet elégítenek ki, és amiért mások hajlandóak szintén értékes dolgot adni. A termékeket két csoportba sorolhatjuk:

- kézzel fogható,
- kézzel nem fogató termékek.

A kézzel fogható termékek például:

- hardver (pl. alkatrészek és az ezekből összeállított egységek),
- feldolgozott anyagok (pl. huzalok, gyümölcsök, folyadékok stb.).

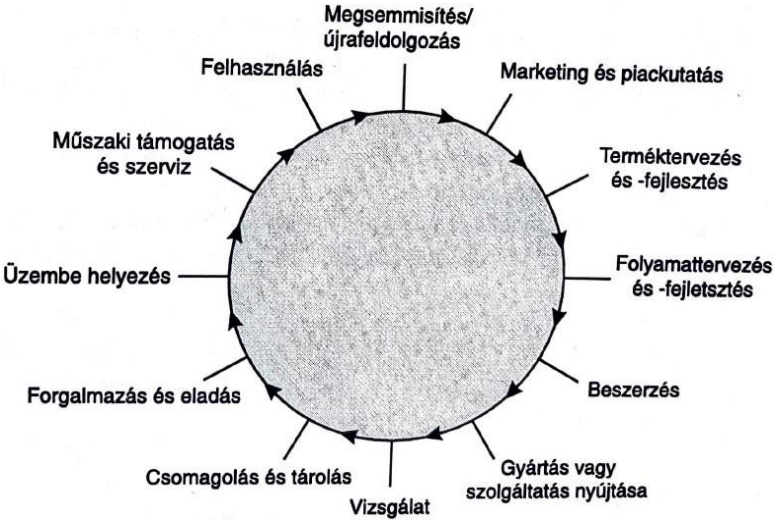
A kézzel nem fogható termékek:

- szolgáltatások (pl. biztosítás, vendéglátás, internet stb.),
- szoftverek (pl. programok, adatok, információk stb.).

Két főszereplője a terméket vagy szolgáltatást előállító szervezet vagy személy, és a terméket vagy szolgáltatást megvenni szándékozó szervezet vagy személy. A termékkel kapcsolatos követelmények felmérése, majd a követelményeknek megfelelő termék létrehozása az a gyártó feladata.

Az igénykielégítési folyamat további szereplői, a tulajdonos, aki tőkéjével finanszírozza a folyamatok megvalósulását, a beszállítók, akik termékek vagy szolgáltatások rendelkezésre bocsátásával támogatják a folyamatokat, a munkatársak és a folyamathoz kapcsolódó más szervezetek vagy társadalmi csoportok. (Koczor, 2002)

A folyamatfejlesztés helyét egy termék életpályáján az 1.ábra szemlélteti. Ezt a termék életpályaszakaszait bemutató fázishuroknak/minőséghuroknak nevezzük. Ezek a szakaszok a minőségügyi szempontból fontos csomópontokat határozzák meg. Ezek azok a pontok, ahol beavatkozás vagy információszerzés történik. A szakaszok ciklikusságát és egymásra épülését fejezi ki a hurok saját magába való visszatérése. (Koczor, 2002)

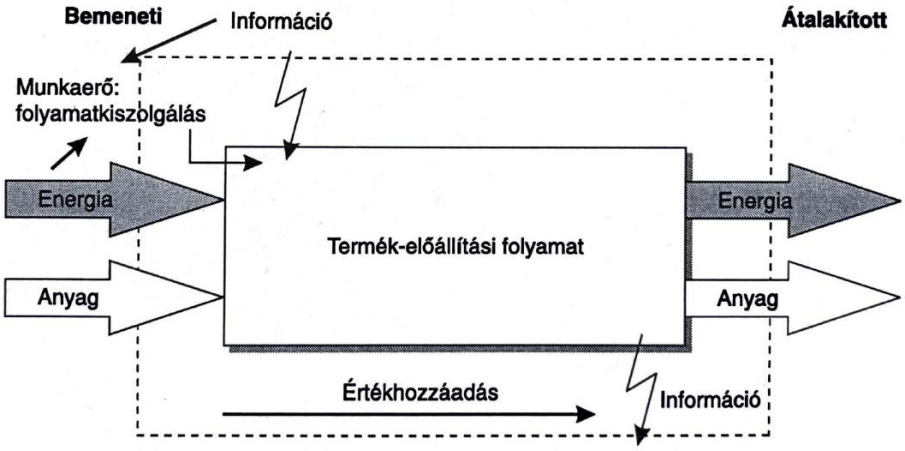


1.ábra: A termék életpályaszakaszait bemutató fázishurok (Koczor, 2002)

2.2. Folyamatok modellezésére, leírására alkalmazható módszerek

A folyamat több, adott sorrendű cselekmény láncolata, amelyek inputokat (bementeket) értéket jelentő outputokká (kimenetekké) változtat egy partner vagy egy másik folyamat számára erőforrások (eszköz, eljárás, személy) segítségével. (https://ki.oszk.hu/sites/default/files/hirfajlok/benedek_petra_folyamatabrakeszites_12_03.pdf 2023.01.11.)

„A termék-előállítás egy folyamat, amelynek során anyag-, energia- és információáramlás valósul meg.” (2.ábra) (Koczor, 2002)



2. ábra: A termék-előállító folyamatok modellje (Koczor, 2002)

A termék-előállítási folyamat tervezett cselekvés, teljesítéséhez elengedhetetlen a megfelelő általános szakmai tapasztalat, az adott technológia, a felhasznált anyagok és az alkalmazott eszközök ismerete. Ezek mellett, a folyamatokba való beavatkozáshoz, valamint a folyamat felügyeletéhez információ szükséges. Ezért a termékéletpálya valamennyi szakaszából információra van szükségünk, hogy a folyamatszabályozás eredményes és zökkenőmentes legyen. Eme sok információ együttes kezelése igen nehéz és összetett feladat, ezért szükség van a tudatos tervezésére, a gyakori végzésére és értékelésére.

1. A tevékenység alapját a folyamatok szakaszairól méréssel vagy megfigyeléssel szerzett információk szolgáltatják. A nem megfelelő módon kiértékelt információk alapján hozott döntések rendkívül költségesek lehetnek.
2. Az adatokat statisztikai és méréstechnikai módszerekkel értelmezzük.
3. Ha a folyamat jelen állapotát a célhoz viszonyítjuk akkor kirajzolódnak a beavatkozás lehetőségei. (Koczor, 2002)

2.2.1. Folyamatábra

A folyamatábra készítése kiváló eszköz egy folyamat tevékenységeinek, lépéseinek, eseményeinek vizuális szemléltetésére és megértésére. A folyamatlépések kapcsolatát átláthatóvá teszi, elősegítve a hibamentes működés megvalósítását, és összehasonlítható a tényleges folyamat az ideálissal, így jó eszköz egy folyamat javításában is. (Medina, 2019)
Rendkívül jól használhatóak annak prezentálására, hogy jelenleg hogyan működik a folyamat, vagy arra, hogyan kellene működnie ideális esetben. (Medina, 2019)
A folyamatábrák arra is alkalmazhatóak, hogy feltárjuk, hogy logikusak-e a folyamatot leíró lépések egymást követő láncolata. A folyamatábra segít az információcsere közben jelentkező zavarok felszínre hozásában, a folyamat keretének azonosításában, és kiváló eszköz ahhoz, hogy a folyamat által érintett szervezeti egységek és szervezeti tagok egységes képet kapjanak a folyamatról és annak működéséről. (Medina, 2019)

Elkészítése:
Többféle szimbólummal jelöljük az egyes lépéseket a folyamatábrában, és a folyamat irányát, lépésről lépésre történő haladását nyilakkal ábrázoljuk, amelyek összekötik az egyes szimbólumokat. (Medina, 2019)
A folyamatábra elkészítésének általános menete:

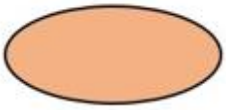
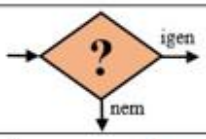
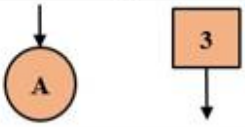
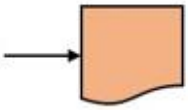
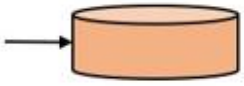
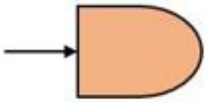
1. A folyamat keretének meghatározása.
2. A folyamat lépéseinek azonosítása.
3. A megfelelő rajzjelek, szimbólumok segítségével a folyamatábra megalkotása.

4. A diagram teljeskörű vizsgálata.
   4.1. A megfelelő rajzjeleket használtuk-e?
   4.2. Zárt-e minden csatlakozás?
   4.3. A folytatási pontoknak vannak-e megfelelő csatlakozópontjai az ábrán?
5. A folyamatábra kiértékelése. Érdemes rajzolni egy ideális folyamatábrát és összevetni a már elkészülttel. (Medina, 2019)

Típusai:

A folyamatábráknak számos variációja létezik, és a használható szimbólumok is többfélék lehetnek. A folyamatban lezajló lépések és tevékenységek vizuális bemutatására különböző jeleket használnak. Néhány példa az alkalmazásukra. (1.táblázat) (Medina, 2019)

1.táblázat: Folyamatábrákban használatos szimbólumok és jelentésük (Medina, 2019)

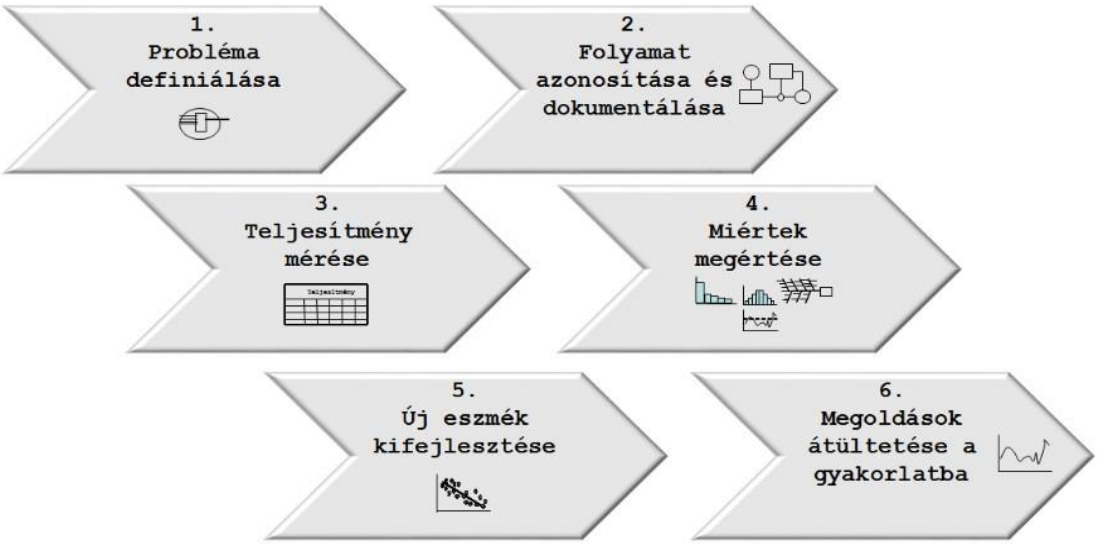
Szimbólum	Jelentése
	Ellipszis alakkal jelöljük a folyamat eleji állapotot (input), illetve a folyamat eredményét (output). Az ábra közepébe bele lehet írni, hogy mi a folyamatot indító igény, állapot vagy pedig azt, hogy mi az eredmény, produktum.
	Téglalapot használunk a folyamat lépéseinek, tevékenységeinek ábrázolására. A téglalap közepére rendszerint beírjuk a tevékenység nevét vagy lényegét.
	A nyilak a folyamat irányát mutatják meg. A folyamatábra tevékenységek egymás utáni bekövetkezését ábrázolja. A folyamatábrában egyirányú nyilat használunk.
	Rombusszal ábrázoljuk a folyamat döntési pontjait, ahol eldöntendő (igen/nem) kérdésre kell válaszolnunk. A kérdést a rombusz közepébe beírhatjuk.
	Egy betűvel vagy számmal ellátott apró kör, vagy négyzet a folyamatábra megszakítását mutatja. Egy ugyanilyen szimbólummal ellátott másik helyen folytatódik a folyamatábra.
	Egy félbevágott papírlap, mappa alakú ábra egy nyomtatott dokumentumot, jelentést szimbolizálhat.
	Ez az ábra rendszerint egy adatbázist, adatbevitelt jelöl.
	A félkör vagy nagy „D” betű a késleltetést mutatja. Olyan folyamatokban használhatjuk amelyekben van valamilyen kötelezően előírt „technológiai” várakozási idő.

Előnyei, hátrányai:

Láthatóvá teszi a művelet komplexitását, megmutatja a szükségtelen lépéseket és visszacsatolásokat, a problémás területeket és azokat, ahol egyszerűsítésre van lehetőség a felszínre hozza. Csak akkor ad előnyöket, ha a művelet tényleges menetét jelképezi. (Medina, 2019)

2.2.2. Hat lépéses folyamatfejlesztő módszer

Ez a módszer a folyamatok fejlesztését segíti hat lépésben. A folyamatjavítás hat lépésének létrehozásának célja, hogy általános leírást adjon a javítás folyamatához. Nem termelő és gyártó területen egyaránt használható. A hat lépéses modell elemeit a 3.ábra szemlélteti.



3.ábra: A folyamatfejlesztés hat lépéses módszere (http://www.szervez.uni-miskolc.hu/blaci/leanjegyzet/folyamatok_javtsa.html 2023.01.04.)

A hat lépéses módszer értelmezése:

1. lépés: Határozzuk meg a problémát a folyamat összefüggésében.
   1.1. Termék, termékek azonosítása.
   1.2. Vevők azonosítása.
   1.3. Vásárlói igények definiálása.
   1.4. A terméket előállító műveletek meghatározása.
   1.5. A folyamatok felelőseinek azonosítása.
2. lépés: A művelet azonosítása és rögzítése.
   2.1. Azonosítsuk a művelet közreműködőit, beosztás, név vagy akár szervezet szerint.
   2.2. Biztosítsuk, hogy a résztvevők értik a folyamat lépéseit, illetve a folyamatban betöltött szerepüket is.

2.3. A felesleges, pazarló lépések felismerése.

2.4. Kínáljunk keretet a folyamatmérések meghatározására.

3. lépés: Teljesítmény mérése.

3.1. A rendszerteljesítmény milyenségének meghatározása. Jó vagy rossz.

3.2. Meg kell határozni a méréseket, majd értékelni kell a vásárlói követelmények összefüggésében.

4. lépés: „Miértek” megértése. Itt egy ok-okozati elemzést végzünk. (4.ábra)

4.ábra: Ok-okozati elemzésre egy példa (Medina, 2019)

5. lépés: Ötletek és megoldások kifejlesztése és tesztelése.

5.1. Korrigálást szolgáló elmélet kifejlesztése.

5.2. Ötletek és megoldások kidolgozása.

6. lépés: Megoldások átültetése a gyakorlatba és azok értékelése.

6.1. Az 5. lépés során kidolgozott ötletek alkalmazásával kezdődik.

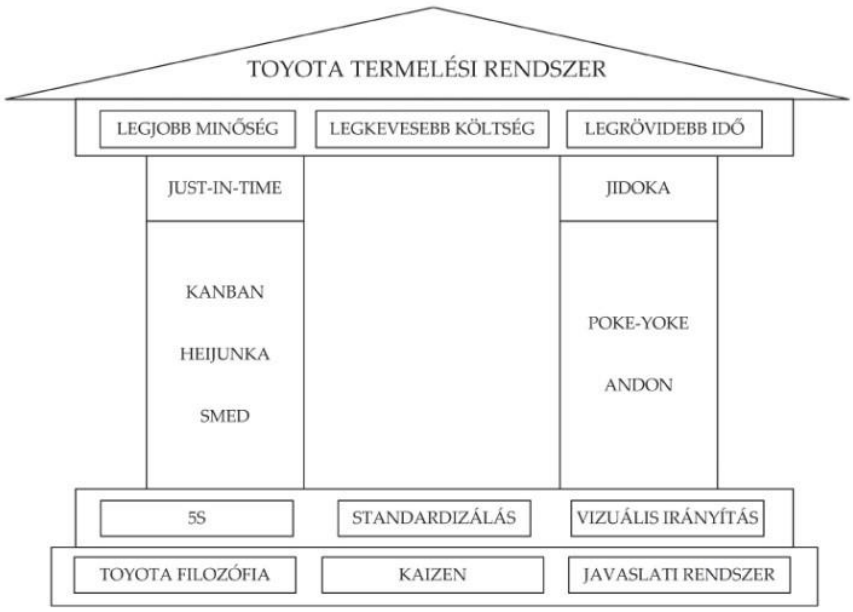
6.2. A javított folyamat teljesítményének mérése, értékelése. (Medina, 2019)

További folyamatmodellező és leíró módszerek:

- mátrixdiagram, kompetencia mátrix,
- kérdéslisták, ellenőrző listák,
- mérföldkődiagramok,
- valamint a DMAIC, és a hat szigma módszer.

2.3. Toyota Termelési Rendszer (TPS - Toyota Production System)

„A Toyota Motor Corporation által az 1940-es évek végén megalkotott termelési rendszer, mely a veszteségek megszüntetését tűzte ki célul, a megfelelő minőségű termék, legkisebb költséggel és legrövidebb idő alatt történő előállításának érdekében. A rendszer felépítését jól mutatják a különböző Toyota/TPS házak/templomok. (5.ábra) Mindegyik ábrázolásban közös a két pillér: a jidoka és a JIT". (https://leanszotar.hu/page.php?163 2023.01.10.) Ezen termelési rendszeren alapuló rendszereket, lean termelési rendszernek nevezzük.



5.ábra: A Toyota Termelési Rendszerének (TPS) egyik lehetséges ábrázolása (https://kaizenpro.hu/kaizen-javaslati-rendszer/ 2023.01.10.)

2.3.1. A TPS alapjai

Toyota filozófia: „A használt eszközök mögött rejlő elvek összessége, ami biztosítja a tartós sikereket és a folyamatos fejlődést." (https://kaizenpro.hu/a-tps-haz/ 2023.01.11.)

Kaizen: Az aktuális módszert állandóan megkérdőjelező, folyamatos fejlesztési módszer. (https://kaizenpro.hu/a-tps-haz/ 2023.01.11.)

Egy japán módszer, amelyet mindenhol lehet használni, ahol emberek ténykednek, azaz folyamatosan lehet fejleszteni egy-egy tevékenységet, ezáltal annak eredményét is. Japán szó, jelentése: változtatás (kai) a jó (zen) irányába. (https://hu.wikipedia.org/wiki/Kaizen 2023.01.11.)

Ezekhez a fejlesztésekhez elsősorban nem anyagi javakat használunk, hanem elsősorban a dolgozók kreativitását. Ugyan minimális költsége szinte mindig van, de a kivitelezést

leggyakrabban újra felhasznált anyagokból oldjuk meg. Ellentétben a kairyóval, ahol a fejlesztésekhez tőkebefektetés szükséges. (Kosztolányi-Schwahofer, 2019)
A kaizen négy alapelve: rövidítés, összekapcsolás, átrendezés, egyszerűsítés. Ez a négy alapelv segítségünkre lehet abban, hogy biztosan találjunk olyan megoldást, amellyel fokozhatjuk a termelékenységet, a minőséget és a biztonságot is. (https://leanszotar.hu/page.php?92 2023.01.11.)

Javaslati rendszer: Feladata, az alkalmazottaktól érkező fejlesztési javaslatok kezelése. Két fő célja van: az alkalmazottak bevonása és fejlesztése, valamint az előállítási folyamat fejlesztése. Általában a megvalósuló javaslat esetén az alkalmazottat pénzbeli jutalomban részesítik. (https://kaizenpro.hu/kaizen-javaslati-rendszer/ 2023.01.11.)

5S: Az egyik legszemléletesebb eleme a vizuális menedzsmentnek. Segítséget nyújt azáltal, hogy megmutatja a tisztaság és a rend megfelelő állapotát. Nem tudunk fejleszteni, ha nem tudjuk mi az alapállapot, minek hol kellene lennie és hogyan kellene kinéznie.
Az 5S célja, a vállalat egészében az átláthatóság kialakítása és fenntartása. Ezt az eszközök szelektálásával, a rend kialakításával, takarítással és ezek rendszeresítésével éri el. Az 5S elemeit a 2.táblázat mutatja be. (Zsidai, 2016)

2.táblázat: Az 5S elemeinek áttekintése (Zsidai, 2016)

Az „5S" elemei	Az elemek jelentése	Az elemek céljai
1. Seiri	Szelektálás	A munkahelyen a szükséges eszközök megtartása, a szükségtelenek eltávolítása.
2. Seiton	Elrendezés	Az eszközök helyét ki kell alakítani, majd feliratozni kell.
3. Seiso	Takarítás	Munkakörnyezet, és eszközök tisztítása.
4. Seiketsu	Standardizálás	Eredmények fenntartása, eljárások rögzítése.
5. Shitsuke	Fenntartás	Dolgozók oktatása, szabályok betartása.

Előnyei a dolgozóknak:

- eszközök keresgélésének megszűnése,
- jobb körülmények,
- kellemesebb légkör.

Előnyei a vállalat számára:

- teljesítmény növekedése,

- veszteség csökkenése,
- minőség javulása.

Standardizálás: A munkafolyamatok pontos leírása, ami lehetővé teszi a termék biztonságosan történő előállítását, a leghatékonyabb módon és jó minőségben. (https://kaizenpro.hu/a-tps-haz/ 2023.01.12.)

Vizuális irányítás: Láthatóvá teszi az előállítási és anyagmozgatási műveletekben lévő veszteségeket. Fontos segítség a hiány felderítésében, alkalmazásával egyszerűen eldönthető, hogy a folyamatok rendben zajlanak-e? (https://leanszotar.hu/page.php?168 2023.01.12.)

2.3.2. JIT, Kanban, Heijunka, SMED

Just in Time (JIT): A veszteségek megelőzésével történő, termelési költségek csökkentése az „Éppen időben" termelési rendszer alapszemlélete. A veszteségek mérséklésével javítja a teljesítményt, amely így a minőség színvonalának emeléséhez vezet. A JIT egyszerű, hatásos és redukálja a veszteségeket. A JIT lényege, hogy időben előállítsák és eladásra elszállítsák a terméket, a részegységeket időben összeszereljék, valamint a nyersanyagokból időben állítsák elő az alkatrészeket.

Napjainkban, a JIT termelési rendszert kezdi felváltani a JIS (Just in Sequence) vagyis a „pontosan a szerelési sorrendnek megfelelően" termelési rendszer. Ez azt jeleneti, hogy az alkatrésznek nem elég az, hogy határidőre a szerelt egységhez megérkezik, hanem pontosan a szerelés helyén elérhetőnek kell lennie a beépítés időpontjában. Célja, a szállítási logisztikai és raktározási költségek csökkentése. (Zsidai, 2016)

A JIT főbb célkitűzései:

- a munkaerő csökkentése,
- átfutási idő csökkentése,
- produktivitás növelése,
- az előállítási és a disztribúciós költségek alacsonyan tartása,
- termék színvonalának növelése és hibák csökkentése,
- költségek csökkentése. (Zsidai, 2016)

A legfontosabb JIT alapelvek:

- a gyár kialakításánál a rugalmasságra és érzékenységre kell fektetni a hangsúlyt, az előállítási folyamat javítása érdekében,
- egységes üzemi terhelés,
- raktárkészlet nagyságát csökkenteni kell,

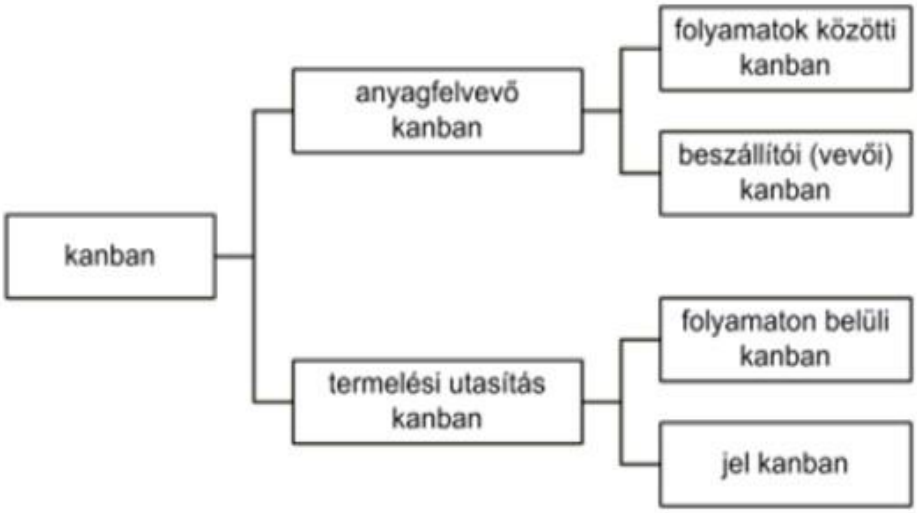
- előkészítési idő megszüntetésére folyamatos fejlesztéseket kell alkalmazni,
- le kell redukálni a sorozatnagyságokat,
- el kell kerülni azt, hogy üzemi túlterhelés álljon elő,
- a biztonsági raktár megszüntetése,
- a tartozékok előállításának alkalmazkodnia kell az alkatrészek elkészülésének határidejéhez,
- szükséges a vezetőség továbbképzése. (Zsidai, 2016)

Kanban: A JIT-termelési rendszer megalkotásának és irányításának nélkülözhetetlen eszköze. Kialakítását tekintve változatos lehet, de javarészt kártyákat használunk erre a célra. Előfordul még golyó, műanyag korong vagy digitális jelzés formájában is. A kártyákat színes papírból készítjük a felismerhetőség miatt, majd laminájuk őket a tartósság érdekében. Legfontosabb funkciója utasítás a gyártás vagy anyagmozgatás számára. A rajta található adatok információt adnak arról, hogy miből mennyit kell előállítani, mozgatni, a kártya megjelenése pedig az ütemezést adja meg. Segítségével kiküszöbölhető a túltermelés. Soha ne gyártsunk vagy mozgassunk alkatrészeket kanban nélkül. (https://leanszotar.hu/page.php?94 2023.01.17.)

A kanban a húzórendszer egy megvalósítása. A kanban, mint jelzés, párhuzamosan jelent kérelmet és jóváhagyást:

- ha az alkalmazás helyén szükség lesz az anyagra, ez a kérelem,
- jóváhagyás, amikor még a megengedett készletszintet nem érték el. (https://mersz.hu/dokumentum/dj256ateszrfi__103/ 2023.01.17.)

A kanban típusokat a 6.ábra szemlélteti.



6.ábra: Kanban típusok (https://leanszotar.hu/page.php?94 2023.01.17.)

Heijunka: Az előállított típusok és a volumen kiegyenlítése. Ha alkalmazzuk a Heijunkát, akkor a készletek és az átfutási idők csökkenését érhetjük el. A termelési rendszerünk rugalmasabb lesz, így egyszerűbben tudunk alkalmazkodni a vevők igényeinek változásához. (https://leanszotar.hu/page.php?101 2023.01.17.)

SMED (Single Minute Exchange of Die): „egy számjegyű perc alatt, azaz kevesebb, mint 10 perc alatt kell átállni." (Kosztolányi-Schwahofer, 2019)

A SMED lépései:

- az átállás teljes egészének lemérése,
- a külső és belső átállások meghatározása,
- a belső átállások közül, amit csak tudunk külső átállássá alakítunk,
- a belső átállások fejlesztése,
- a külső átállások fejlesztése,
- a folyamatok standardizálása. (Kosztolányi-Schwahofer, 2019)

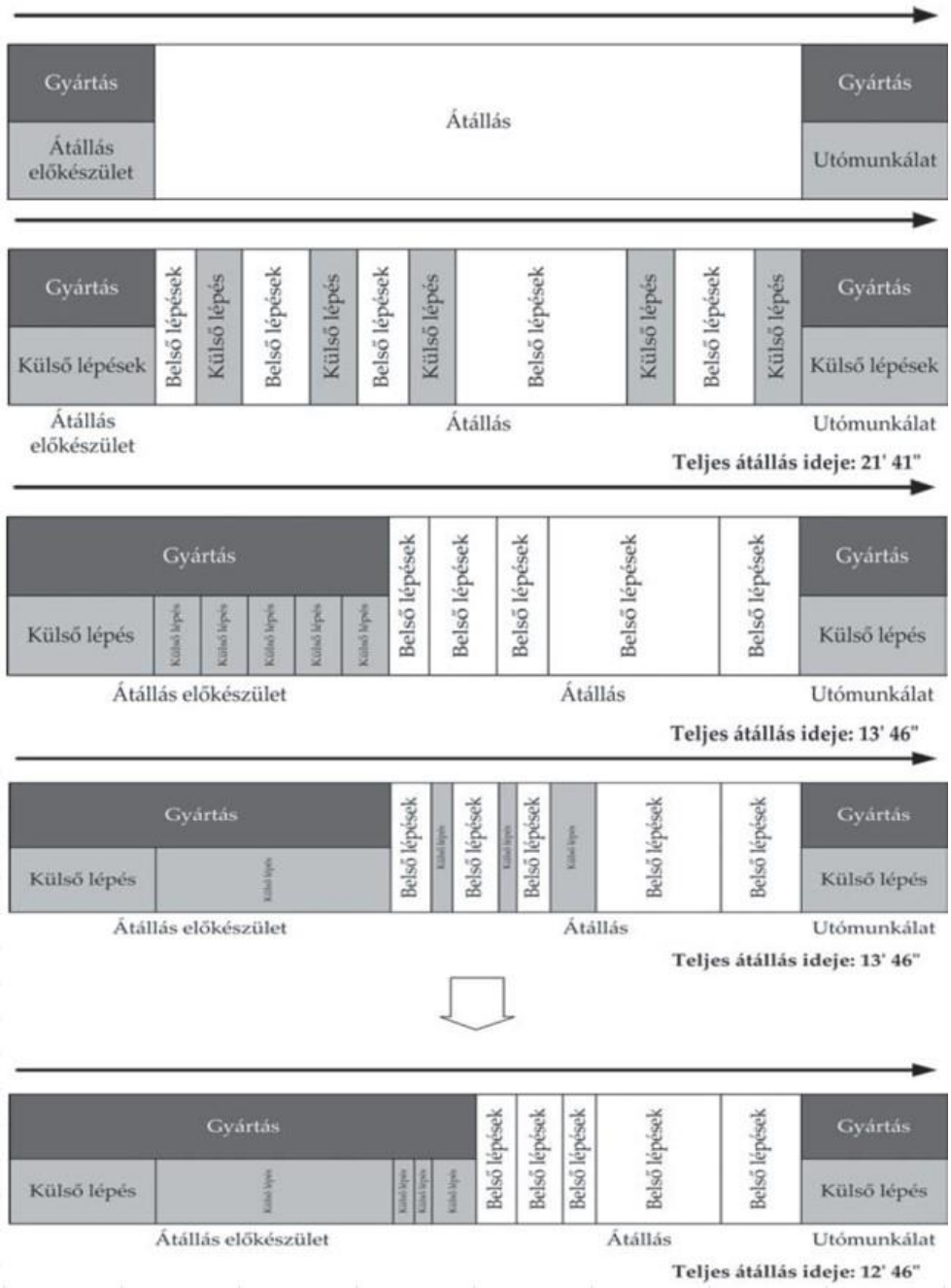
Átállási idő: Az utolsó jó darab legyártásától a típusváltást követő első jó darab legyártásáig eltelt időt nevezzük átállási időnek. (Kosztolányi-Schwahofer, 2019)

Belső átállás: azon tevékenységeket foglalja magába, amiket csak akkor tudunk elvégezni, amikor a gép már áll. Például szerszámcsere. (Kosztolányi-Schwahofer, 2019)

Külső átállás: azon tevékenységeket foglalja magába, amiket a gép működése közben is eltudunk végezni. Például anyag előkészítése, szerszám előmelegítése. (Kosztolányi-Schwahofer, 2019)

Ha sikerült megvalósítani a SMED-et, akkor a következő célunk az OMED (One Minute Exchange of Die) lehet, ahol az átállás már kevesebb, mint egy perc alatt megy végbe. Ezt követően jöhet szóba az OTED (One Touch Exchange of Die), vagyis az egy érintésre történő átállás. Végül a Zero setup, ami azonnali átállást jelent, itt nincs az átállással járó időveszteség, így nem akadályozza a folyamatos áramlást. (Kosztolányi-Schwahofer, 2019)

A SMED lépéseinek eredményét a 7.ábra mutatja be.



7.ábra: A SMED lépéseinek hatása az átállásra (Kosztolányi-Schwahofer, 2019)

2.3.3. Jidoka, Poka-yoke, Andon

Jidoka: Automatizált gépek felruházása emberi intelligenciával. A gépek detektálni tudják az előállítási folyamat, illetve az előállított termék hibáit és letudják állítani a folyamatot. Ennek köszönhetően egy gépkezelő több gépet is képes figyelni. (Womack-Jones, 2009)

Célja, alacsonyabb költséggel történő, jobb minőség elérése. Két alapelve van:

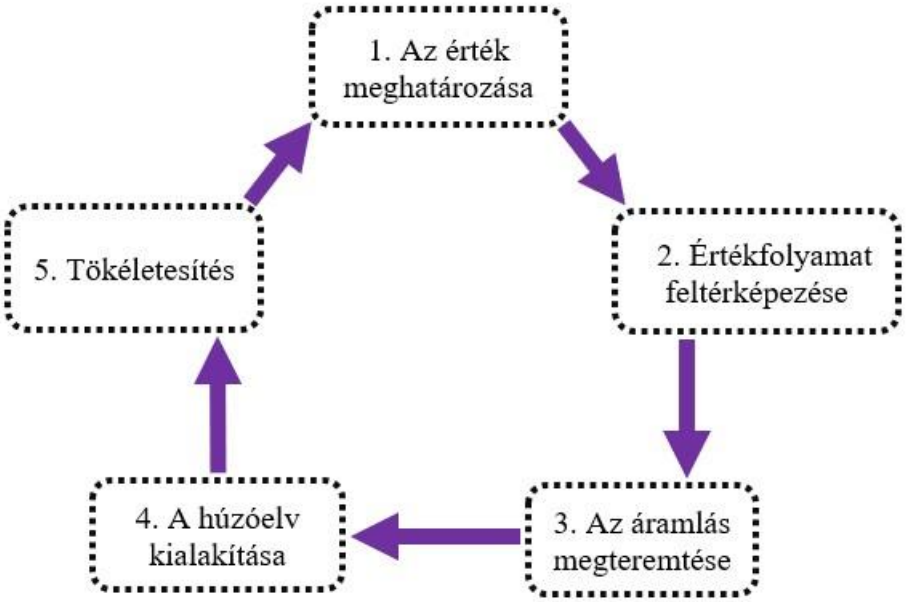
- hiba esetén a gépek automatikus leállása (minőség garantálása),
- az ember és a gépi munka különválasztása (megtakarítás garantálása). (https://leanszotar.hu/page.php?88 2023.01.17.)

Poka-yoke: Hibák megelőzésének módszere, a művelet vagy a termék kialakításának, befolyásolásának segítségével. Célja, elkerülni a véletlen hibákat. (Medina, 2019)

Andon: A termelés állapotával kapcsolatos információk jelzésére használatos vizuális irányítási eszköz. Általában színekkel jelöli a folyamatok állapotát, hogy be tudjunk avatkozni, ha probléma lépne fel. Automatikus is lehet, de az operátor is működésbe tudja hozni. Típusai: jelző, figyelmeztető, működést jelző és előrehaladást jelző andon. (https://leanszotar.hu/page.php?32 2023.01.17.)

2.4. Lean termelés

Egy vállalat eredményes működéséhez elengedhetetlen a piaci igények ismerete, továbbá ismerni kell a gyártási műveletet, amelyet egységesíteni kell. A fejlesztéseket csak ezek után végezhetjük el. Ezen alapul a lean termelés. Alapelveit a 8.ábra mutatja be.



8.ábra: Lean alapelvek (Womack-Jones, 2009)

2.4.1. Lean alapelvek

Az érték meghatározása: Az értéket a gyártó teremti, de a végfelhasználó határozza meg, hogy mit tekint értéknek. Értékről csak akkor van értelme beszélni, ha egy adott termék az adott időpontban és az adott áron a felhasználó igényeit kielégíti. A fogyasztóval folytatott párbeszéd során lehet meghatározni pontosan az értéket, az adott paraméterekkel rendelkező, adott áron forgalmazott termékre vonatkoztatva. Tehát az első és kulcsfontosságú lépése a lean szemléletnek az, hogy az értéket meghatározzuk. Ha ez nem valósul meg akkor mudát hozunk létre. (Womack-Jones, 2009)

Az értékfolyamat meghatározása: azon tevékenységek összessége, amelyek során a vevő igényeinek megfelelő terméket előállítjuk. Az értékfolyamat során háromféle műveletre kerül sor:

- értékteremtő,
- értéket nem teremtő, de elkerülhetetlen,
- veszteséges. (Womack-Jones, 2009)

Az áramlás megteremtése: Az érték és értékfolyamat megismerése és a veszteségek eliminálása után, a következő lépés, az a termék áramlásának megteremtése. Fontos, hogy a termék megakadás nélkül haladjon a folyamatokon keresztül és a folyamatok között is. (Kosztolányi-Schwahofer, 2019)

A húzóelv kialakítása: A vevői igények kielégítésre történő gyártás. Ez azt jelenti, hogy a művelethez csak a szükséges alkatrészt hívják le, vagy igénylik meg a szükséges mennyiséget az előző művelettől. Így elkerülhető a raktárra gyártás, ami csak veszteséget generál, viszont ez mozgó tőkét is képez, amit fejlesztésre lehet fordítani. (Kosztolányi-Schwahofer, 2019)

Tökéletesítés: Ez lényegében megegyezik a kaizennel. A folyamatos fejlődés a siker kulcsa. Ha ez leáll, elveszítjük a piaci helyzetünket. Tökéletes állapot nem létezik, viszont az erre való törekvés előre viszi a céget. (Kosztolányi-Schwahofer, 2019)

2.4.2. Lean veszteségek

Lean szemlélet esetén a veszteségeket három főcsoportba kategorizáljuk. Ezek a „3Mu" hibák. A mura és a muri minden esetben mudát eredményeznek.

Mura típusú hibák

„A mura egyenetlenséget, változékonyságot jelent, a tervezhetőség teljes vagy részleges hiányát mind emberek, mind gépek munkavégzése esetében." (Zsidai, 2016)
Megszüntetésére a gyártósor-kiegyenlítés, a heijunka és a standard munkavégzés eszközök biztosítanak megoldást. Ezeknek az eszközöknek a segítségével az operátorok leterheltségét tudjuk enyhíteni, a napi termelési volument és típusokat, valamint a tevékenységek változékonyságát tudjuk megszüntetni. (Kosztolányi-Schwahofer, 2019)

Muri típusú hibák

Általában túlterhelésnek fordítják. de akkor is ezt használják, ha valami lehetetlen vagy ésszerűtlen. Ha olyat várunk el a munkaeszközeinktől, dolgozóinktól, gépeinktől, amire nem képesek akkor az problémát fog okozni. Ez az embereknél betegséget, sérülést vagy az elvégzett munkájuk minőségének romlását eredményezheti. Gépeink elromolhatnak, ha folyamatosan a maximális kapacitás közelében működtetjük őket. (Kosztolányi-Schwahofer, 2019)

Muda típusú hibák

A muda szó jelentése veszteség, de a gyártás minden olyan elemét is így nevezzük, ami erőforrást igényel ugyan, de értéket nem teremt. (Kosztolány-Schwahofer, 2019) A veszteségek 7 típusát Ohno Taiichi kategorizálta, aki a Toyota dolgozója volt és őt tekintjük a TPS és a JIT megalkotójának. (Zsidai, 2016) Egyes szakirodalmakban 7+1 veszteséget említenek. Ezeket a veszteségeket a 3.táblázat szemlélteti.

3.táblázat: A 7+1 veszteség (Kosztolányi-Schwahofer, 2019)

Veszteségfajta	Meghatározás
1. Anyagmozgatásból/szállításból eredő veszteség	A termék szükségtelen mozgatása a műveletek között.
2. Készletben rejlő veszteség	A folyamatok biztonságos működtetéséhez szükséges minimális készletnél nagyobb mennyiség.
3. Mozdulatokban rejlő veszteség	Gépek, személyek felesleges mozgása, mozgatása. Ami nem ad értéket a termékhez.
4. Várakozásból fakadó veszteség	Várakozás gépre, anyagra, információra stb.
5. Túltermelésből adódó veszteség	A termelt javak mennyisége meghaladja a fogyasztás szükségleteit.
6. Felesleges tevékenységek miatti veszteség	Olyan tevékenység, amely a vevő szempontjából nem ad értéket a termékhez.
7. Javításból eredő veszteség	Ha valamit először nem jól csinálunk, akkor az plusz ráfordítást igényel.
+ 1 Kihasználatlan emberi tudás	A dolgozók ötleteinek, képességeinek figyelmen kívül hagyása.

2.4.3. Lean eszközök

Lean alapelvek megvalósításának lehetséges eszközeit a 4.táblázat mutatja. Az itt nem ismertetett eszközök a dolgozatom Toyota Termelési Rendszer alfejezetében megtalálhatóak.

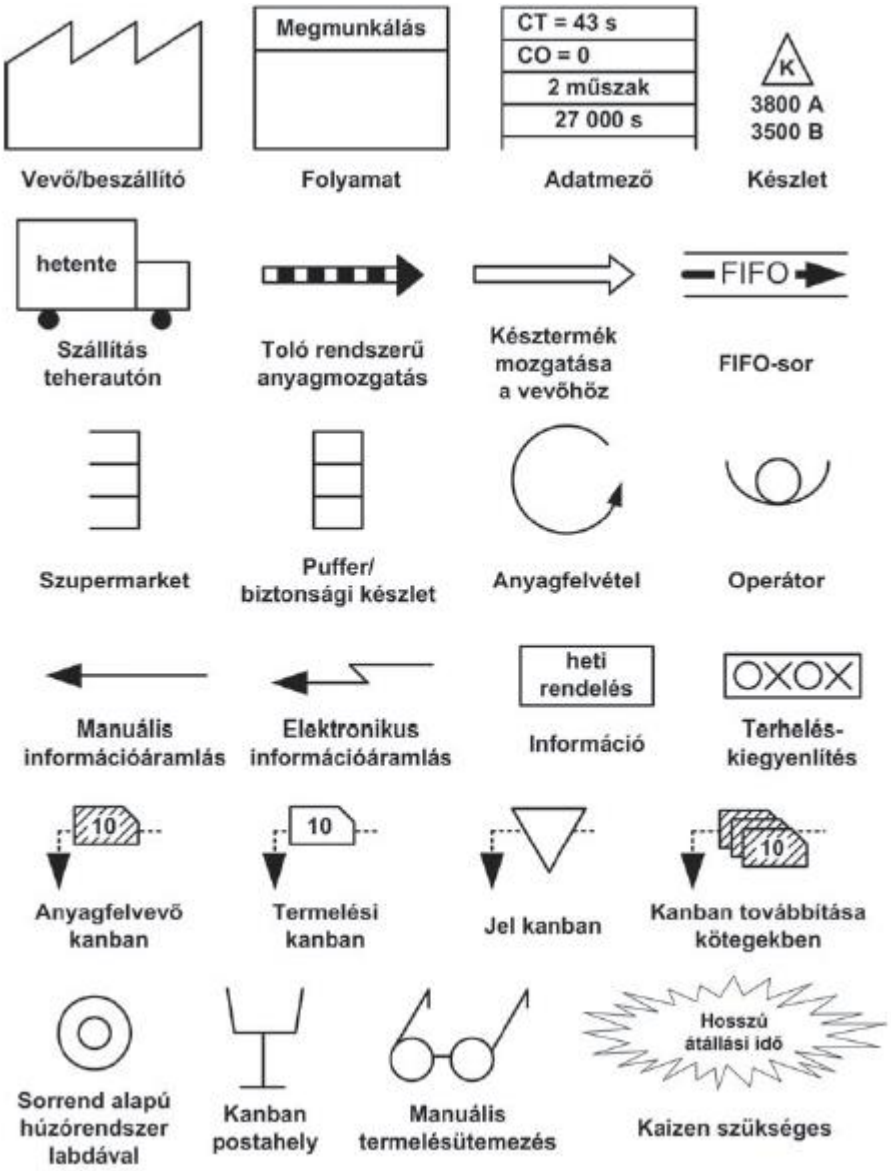
4.táblázat: Lean alapelvek és eszközük (http://midra.uni-miskolc.hu/document/26537 2023.01.04.)

Lean alapelvek	Lean eszközök
Érték meghatározása	Genchi genbutsu
Értékáram meghatározása	Genchi genbutsu
	5 miért
	Értékáram-elemzés
Áramlás megvalósítása	JIT
	Egydarabos áramlás
	Takt Time
	Heijunka
	SMED
	Jidoka
Húzó elv	Kanba
	Szupermarket
Tökéletesítés	Kaizen
	5S
	Vizuális irányítás

Genchi genbutsu: Az érték meghatározását segítő eszköz. Jelentése: „Menj oda, és nézd meg!" (https://leanszotar.hu/page.php?72 2023.01.21.)

5 miért: Az egyik legegyszerűbb gyökér-okok feltérképezésére szolgáló módszer. Lényege a miért kérdés ismételt feltevése addig, amíg el nem jutunk az alap problémához, ami már tovább nem bontható. Ennek megoldásával a probléma is megoldódik. (Kosztolányi-Schwahofer, 2019)

Értékáram-elemzés: Vizuális eszköze a VSM (Value Stream Map -értékáram térkép), ami a veszteségeket mutatja meg. Az egységes jelölési rendszerével a folyamatokat, jól átláthatóvá teszi. Mindig készíteni kell egy jelenállapot térképet, majd a veszteségek csökkentése után egy ideális állapot térképet. Ha valamiért a fejlesztések nem tudnak az első lépésben megvalósulni, akkor az ideális állapot térkép, jövőállapot térkép lesz. (https://leanszotar.hu/page.php?63 2023.01.22.) Néhány értékáram-térkép szimbólumot a 9. ábra ismertet.



9.ábra: Értékáram-térkép szimbólumok (Kosztolányi-Schwahofer, 2019)

Egydarabos áramlás: Egy időben, egy alkatrészt szerelünk össze vagy munkálunk és küldjük tovább a következő munkaállomásra. Ezzel a módszerrel a termelési rendszerünk rugalmassága nagymértékben növekszik, a készletek megszűnésével a hibák azonnal a felszínre bukkannak. Sikeres bevezetésének előfeltétele a műveletek kiegyenlítése. (https://leanszotar.hu/page.php?56 2023.01.22.)

Ütem idő (Takt Time): Az az időtartam, amely megmutatja, hogy milyen gyakorisággal kell egy terméknek elkészülnie a vevői igények alapján. (Kosztolányi-Schwahofer, 2019)

Szupermarket: Folyamatok között található készletek tárolási eszköze. Dinamikus tárolóeszközöket használnak hozzá. Segíti a FIFO-elv megvalósulását. (Kosztolányi-Schwahofer, 2019)

3. MUNKAGÉP ALKATRÉSZ ELŐÁLLÍTÁSI FOLYAMATÁNAK FEJLESZTÉSE

3.1. A megmunkáló gép

A Brake-Anchor alkatrészek megmunkálása a Goodway GV-1200-as típusú NC-esztergagépen történik. (10.ábra) A gép egy függőleges elrendezésű, numerikus vezérlésű eszterga. A tengelyeket AC szervomotor hajtja. A gépben megmunkálható anyagok: vas, öntöttvas, alumínium, réz, rozsdamentes acél és ötvözött acél. Nem szabad benne grafitot, fát vagy olyan anyagokat megmunkálni, amelyek megmunkálása porral jár. Továbbá, nem szabad benne olyan anyagokat megmunkálni, amelyek mérgezést okozhatnak. A gép főbb adatait az 5.táblázat mutatja. Ezen a gépen, csak esztergálási műveletet végeznek.

10.ábra: Goodway GV-1200-as NC-esztergagép

5.táblázat: A gép főbb adatai

	Megnevezés	Méret	Mértékegység
1.	Forgácsszállító nélküli gépméret (hosszúság x szélesség x magasság)	3540x3695x5300	[mm]
2.	Gép tömege	23500	[kg]
3.	Körasztal átmérő	1250	[mm]
4.	Asztalterhelés	max. 5000	[kg]
5.	Esztergálási átmérő	max. 1350	[mm]
6.	Esztergálható alkatrészek magassága	max. 1300	[mm]
7.	Orsó fordulatszám tartomány	2-350	[1/min]
8.	Orsó nyomaték	max. 17100	[Nm]

3.2. A Brake-Anchor termékcsalád

A **termékcsaládot** úgy definiálhatjuk, mint a vállalat azon gyártmányainak összessége, amelyek valamilyen tulajdonság szerint kapcsolódnak egymáshoz. A kapcsolat lehet, marketing, műszaki-technológiai és formai jellegű. Műszakilag a gyártmány fő működési elvének, az alkalmazott alkatrészek és részegységek, a felhasznált anyagok egy meghatározott hányadának az azonossága; technológiailag a gyártási folyamat azonossága; marketing szempontból pedig a piac, az értékesítési csatornák, a népszerűsítési módszerek azonossága, a fogyasztó, illetve erős hasonlóságuk hozza létre azt a halmazt, amelynek alapján termékcsaládról beszélhetünk. Egyszerűbb és termelékenyebb egyfajta módon gyártani és a piacra vinni, az egy termékcsaládba tartozó több tucat terméket. (https://www.mimi.hu/marketing/termekcsalad.html 2024.04.03)

A Brake-Anchor az üzemi fékrendszer része, amely olajjal működtetett tárcsafékmechanizmust biztosít a gép megállításához. Ilyen típusú alkatrészt használnak például a 11.ábrán látható dömperben is.

11.ábra: 775G dömper (https://www.cat.com/en_GB/products/new/equipment/off-highway-trucks/off-highway-trucks/18256812.html 2023.10.28)

Brake-Anchor alkatrészek 12-13.ábra:

12.ábra: 328-9033-as Brake-Anchor

13.ábra: 371-9584-es Brake-Anchor

3.3. A felmérő mérés

Mivel az átállásfejlesztés nagyon bonyolult feladat, ezért létre kellett hozni egy átállásfejlesztő csapatot. A csapat létrehozásának főbb szempontjai:

- önkéntesség,
- tapasztalat,
- műszaki szemlélet,
- jó kommunikációs készség.

Az **önkéntesség** azért fontos, mert ez egy fejlesztő feladat, elvárások hatására az emberben gátak alakulhatnak ki, amelyek a feladat eredményes elvégzését negatívan befolyásolhatják.

A **tapasztalatra** azért van szükség, mert ha nem ismerik a fejlesztés folyamatát, vagy a használatban lévő eszközök működését, akkor nem tudnak érdemben javaslatokat tenni a fejlesztésre.

A **műszaki szemlélet** azért célszerű, mert ismerni kell a gyártott termék kritikus tényezőit, a műveletek felépítését és technikai sajátosságait.

A **kommunikációs készség** fontos, mert az emberek félnek a változástól és megkell győzni őket arról, hogy amit csinálunk az jó.

Először 2023.12.05-én (kedd) tartottunk egy megbeszélést, ahol rajtam kívül részt vettek a következő kollégák:

- minőségirányítási vezető,
- gyártásvezető,
- gépbeállító,
- folyamatellenőr.

A megbeszélésen átbeszéltük a problémát, illetve a gépbeállító kollégát tájékoztattuk arról, hogy ez a mérés, nem az általa elvégzett feladatok jóságának vizsgálatát jelenti, nem őt ellenőrizzük, hogy mindent a szabályoknak megfelelően végez-e, hanem magát a termék-előállítási folyamatot vizsgáljuk. Tehát megkértük arra, hogy mindent úgy csináljon majd ahogy szokott. Továbbá, fontos volt a gépbeállító kolléga szerepe, mert ugye ő dolgozik a területen nap mint nap, így lehet olyan tapasztalata, amivel a csapat a felmérés során nem találkozik.

A Szakdolgozatom 16. oldaláról beszúrva a SMED lépései:

- az átállás teljes egészének lemérése,
- a külső és belső átállások meghatározása,
- a belső átállások közül, amit csak tudunk külső átállássá alakítunk,
- a belső átállások fejlesztése,
- a külső átállások fejlesztése,
- folyamatok standardizálása.

Mint tudjuk, az átállási idő az előző típus utolsó jó darabjának legyártása és a következő típus első jó darabjának legyártásáig eltelt időt jelenti.

3.3.1. A mérési eredmények és a külső/belső átállások meghatározása

Az átállás teljes egészének felmérését és a külső és belső átállások meghatározását a 6-8.táblázat mutatja. Azokat a tevékenységeket, amiket csak akkor tudunk elvégezni amikor a gép áll, azt belső átállásnak nevezzük. Külső átállásnak nevezzük azokat a tevékenységeket, amiket a gép működése közben is eltudunk végezni. Ebben a pontban jelöltem, hogy a külső átállásoknál az átállás során mikor, előtte vagy utána kellene őket elvégezni.

6.táblázat: A felmérés 1. oldala

Tevékenység analízis									
Hely, Dátum:	Gödöllő, 2023.12.05	Termelő terület:	NC-eszterga	Oldalszám:					
Kivitelező:	Benkő Szilveszter	Gép:	BG-01	3/1					
No.	Folyamat lépés	Időtartam (aktuális)		B/K		E/U			
		Időegység (ó:pp:mm)		Belső átállás	Külső átállás	Átállás előtt	Átállás után		
		Idő	Időtartam						
1.	Start	0:00:00	0:00:13		X				
2.	Pofa csere kezdete	0:00:13	0:13:27	X					
3.	A beállító elment csavarokért	0:13:40	0:04:24		X	X			
4.	Visszajött a beállító	0:18:04							
5.	Pofa csere vége	0:20:17	0:02:13	X					
6.	Egyeztetés a technológussal	0:20:17	0:01:26		X	X			
7.	Készülékeket oda mozgat a gép mellé	0:21:43	0:01:13		X	X			
8.	A beállító elment rongyért	0:22:56	0:00:55		X	X			
9.	Visszajött a beállító	0:23:51							
10.	Technológussal egyeztet	0:23:51	0:02:23		X	X			
11.	Gépmosás kezdete	0:26:14	0:02:39	X					
12.	Gépmosás vége	0:28:53							
13.	Gép állítása	0:36:55	0:08:02	X					
14.	Készülék beemelése a gépbe daruval	0:46:23	0:09:28	X					
15.	Készülék rögzítése	0:51:42	0:05:19	X					
16.	Reggeli	1:13:28	0:21:46		X	X			
17.	Emelőt keres	1:18:24	0:04:56		X	X			
18.	Alkatrészt megemel, mert alatta van a tokmánykulcs	1:20:44	0:02:20		X	X			
19.	Tokmány állítás	1:25:10	0:04:26	X					
20.	Támasztó tüskét cserél	1:32:18	0:07:08		X	X			

7.táblázat: A felmérés 2. oldala

Tevékenység analízis									
Hely, Dátum:	Gödöllő, 2023.12.05	Termelő terület:	NC-eszterga	Oldalszám:					
Kivitelező:	Benkő Szilveszter	Gép:	BG-01	3/2					
No.	Folyamat lépés	Időtartam (aktuális)		B/K		E/U			
		Időegység (ó:pp:mm)		Belső átállás	Külső átállás	Átállás előtt	Átállás után		
		Idő	Időtartam						
21.	Szerszámcsere kezdete	1:32:18	0:22:45	X					
22.	Szerszámcsere vége	1:55:03		X					
23.	Program beírása	1:57:56	0:02:53	X					
24.	Gép állítása	2:06:58	0:09:02	X					
25.	Munkadarab bedaruzása	2:08:13	0:01:15	X					
26.	Program behívása	2:15:45	0:02:26	X					
27.	Gépbeállító elment szerszámért	2:18:11	0:05:51		X	X			
28.	Visszajött	2:24:02							
29.	Megmunkálás kezdete	2:24:02	0:06:38	X					
30.	Technológussal egyeztetés kezdete	2:30:40	0:12:14		X	X			
31.	Technológussal egyeztetés vége	2:42:54							
32.	Szerszámok átlapkázásának kezdete	2:42:54	0:02:04	X					
33.	Elment lapkáért	2:44:58	0:02:31		X	X			
34.	Visszajött	2:47:29							
35.	Szerszámok átlapkázásának vége	3:11:23	0:23:54	X					
36.	Szerszámmal gond van	3:11:23	0:16:57	X					
37.	Folytatás	3:28:20	0:14:12	X					
38.	Mérőeszközért elment	3:42:32	0:32:16		X	X			
39.	Visszajött	4:14:48							
40.	Megmunkálás folytatása	4:14:48	0:06:25	X					

8.táblázat: A felmérés 3. oldala

Tevékenység analízis									
Hely, Dátum:	Gödöllő, 2023.12.05	Termelő terület:	NC-eszterga	Oldalszám:					
Kivitelező:	Benkő Szilveszter	Gép:	BG-01	3/3					
No.	Folyamat lépés	Időtartam (aktuális)		B/K		E/U			
		Időegység (ó:pp:mm)		Belső átállás	Külső átállás	Átállás előtt	Átállás után		
		Idő	Időtartam						
41.	Darabot takarít kezdete	4:21:13	0:25:10	X					
42.	Darabot takarít vége	4:46:23							
43.	Megmunkálás folytatása	4:46:23	0:30:39	X					
44.	Sorja felszívás kezdete	5:17:02	0:01:15	X					
45.	Sorja felszívás vége	5:18:17							
46.	TMK-ba elment	5:18:17	0:08:25		X	X			
47.	Visszajött	5:26:42							
48.	Megmunkálás folytatása	5:26:42	0:45:31	X					
49.	Megmunkálás befejezése	6:12:13							
50.	Darab elszállítása a mérőszobába	6:23:09	0:10:56	X					
51.	Darab beérkezése a mérőszobába	6:24:18	0:01:09	X					
52.	Darab mérésének kezdete	6:27:31	0:03:13	X					
53.	Darab mérésének vége	6:58:49	0:31:18	X					
54.	Összepakolás,rendrakás kezdete	7:06:24	0:07:35		X		X		
55.	Összepakolás,rendrakás vége	7:23:51	0:17:27		X		X		
56.									
57.									
58.									
59.									
60.									

Látható, hogy az átállás 7 óra 23 perc 51 másodpercig tartott.

A fenti táblázatokból látszik, hogy a belső átállás lépései összesen 5 óra 3 perc 16 másodpercig tartottak, a külső átállás lépései pedig 2 óra 20 perc 35 másodpercig. Ha csak a külső átállás lépéseinek idejét sikerül csökkenteni, már akkor rengeteg időt és pénzt lehet megspórolni, ami éves szinten akár több millió forintot is jelenthet, de az anyagi vonzatot egy későbbi pontban vizsgáltam meg.

3.3.1.1. Spaghetti-diagram

Ez egy olyan vizuális szemléltető eszköz, amely a folyamatos vonalak segítségével megmutatja egy folyamatban, egy személy, egy elem vagy egy tevékenység útját. A folyamatos vonalak segítenek azonosítani a felesleges mozgásokat, illetve a folyamat felgyorsításának lehetőségeit is. Ahol sok vonal fedi egymást, ott késés fog kialakulni, ami várakozást eredményez. A várakozás pedig a lean szemlélet egyik veszteség típusa. (https://asq.org/quality-resources/spaghetti-diagram 2024.04.04)

A beállás során én is készítettem egy Spaghetti-diagramot, amit a 14.ábra mutat. Látható, hogy a gépbeállító kolléga rengeteget mozgott a beállás alatt. A 6-8. táblázatokból kiolvasható, hogy összesen 61 perc 38 másodpercet volt távol az esztergagéptől, ez az idő az alábbi pontokból adódik össze:

- 3-4. a beállító elment csavarokért 4 perc 24 másodperc,
- 8-9. a beállító elment rongyért 55 másodperc,
- 17. emelőt keres 4 perc 56 másodperc,
- 18. tokmánykulcsot keres 2 perc 20 másodperc,
- 27-28. a gépbeállító elment szerszámért 5 perc 51 másodperc,
- 33-34. elment lapkáért 2 perc 31 másodperc,
- 38-39. mérőeszközért elment 32 perc 16 másodperc,
- 46-47. TMK-ba elment, 8 perc 25 másodperc.

Egy átlagos ember gyaloglási sebessége 0,8-1,38 m/s (3-5 km/h). Ennek a tartománynak a számtani közepével számolok tovább.

$$v = \frac{0{,}8\frac{m}{s} + 1{,}38\frac{m}{s}}{2} = 1{,}09\frac{m}{s} = 3{,}924\frac{km}{h} \approx 4\frac{km}{h} \qquad (1)$$

Ezzel a 4 km/h értékkel könnyen kiszámítható, hogy a gépbeállító kolléga mennyit mozgott a beállás során. A 61 perc 38 másodperc sétálási idő, 3698 másodperc. Tudjuk, hogy egy óra 3600 másodperc. Ezekből az adatokból adódik, hogy hány órát mozgott a gépbeállító. Majd ezután az általa megtett távolság is számítható lesz.

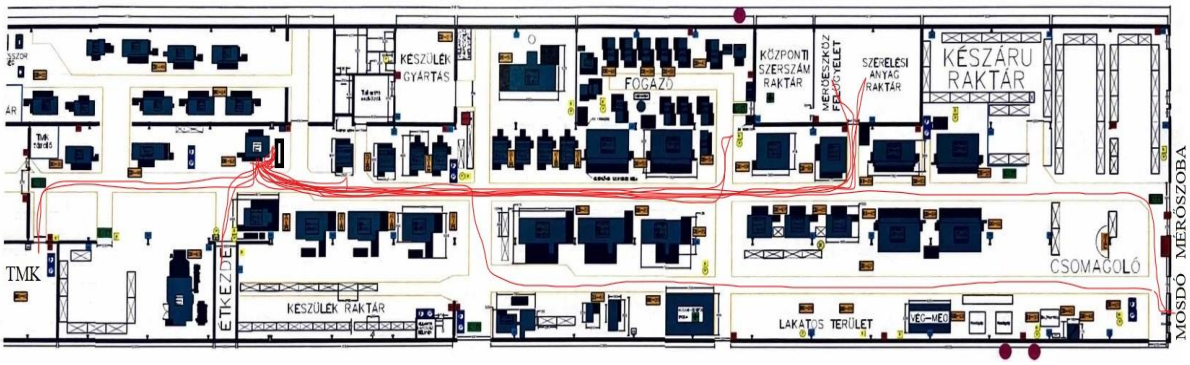
$$t = \frac{3698\ s}{3600\ s} = 1{,}02\ h \qquad (2)$$

$$s_1 = v \cdot t = 4\frac{km}{h} \cdot 1{,}02\ h = 4{,}08\ km \qquad (3)$$

ahol:

- s_1: megtett út km-ben,

- v: sebesség km/h-ban,
- t: eltelt idő órában.



14.ábra: Spaghetti-diagram

A gép munkaterének ajtaja és a kollégák munkaasztala közötti távolság 4,5 m. A beállás során ezt 26-szor tette meg.

$$s_2 = 26 \cdot 4{,}5\ m = 117\ m = 0{,}117\ km \tag{4}$$

ahol:

- s_2: a gép ajtaja és a munkaasztal között megtett út méterben.

Tehát az összesen megtett távolság az a két út összege.

$$s_1 + s_2 = 4{,}08\ km + 0{,}117\ km = 4{,}197\ km \tag{5}$$

3.3.2. Belső átállások külsővé alakítása

Az átalakítás itt annyit jelent, hogy végig gondoltam melyik belső átállás lépést lehet külső átállásként elvégezni, azaz akkor, amikor a gép dolgozik. Ilyenkor lehet csak a lépést kell áthelyezni az átállás kezdete elé, például mikor még tart az előző széria gyártása. A 6-8.táblázatokat megvizsgálva és ismerve a belső és külső átállások fogalmát, az alábbi lépéseket alakítottam át külső átállássá:

- 2. pofa csere kezdete, 13 perc 27 másodperc,
- 5. a pofa csere vége, 2 perc 13 másodperc.

Ezek a lépések 15 perc 40 másodperc időt vettek igénybe. Ezeket a lépéseket pont a fentebb említett módon, áthelyezéssel akkor is el lehet végezni, amikor az előző széria megmunkálása történik.

Ezen a Goodway karusszel gépen ki lehet nyitni a szerszámtár ajtót megmunkálás közben. Lehet forgatni az esernyőtárat, megcsinálni a lapkázást, ki- és berakni a tartókat a villákba,

amikor zajlik egy alkatrész megmunkálása. Ha közben végez az aktuálisan dolgozó szerszám, akkor persze a szerszám csere előtt, le fog állni a gép. Erre figyelni kell.

Így a szerszámcserét is át lehet alakítani külső átállási lépéssé, illetve áthelyezni az előző széria gyártásának idejére. Ezek a következő lépések:

- 21-22. ez 22 perc 45 másodperc időbe telt.

Amiatt, hogy megmunkálás közben is cserélhető a gépben a szerszám, a szerszámok átlapkázása is külső lépéssé alakítható. Ezek az alábbi lépések:

- 32-35. ezek a lépések 28 perc 28 másodpercet vettek igénybe.

Ha ezt a 10 lépést külső átállásként végzi el, az alábbi módon változnak a belső és külső átállások ideje. Belső átállási idő 3 óra 56 perc 23 másodpercre, a külső átállásoké 3 óra 27 perc 28 másodpercre módosul.

3.3.3. Belső átállások fejlesztése

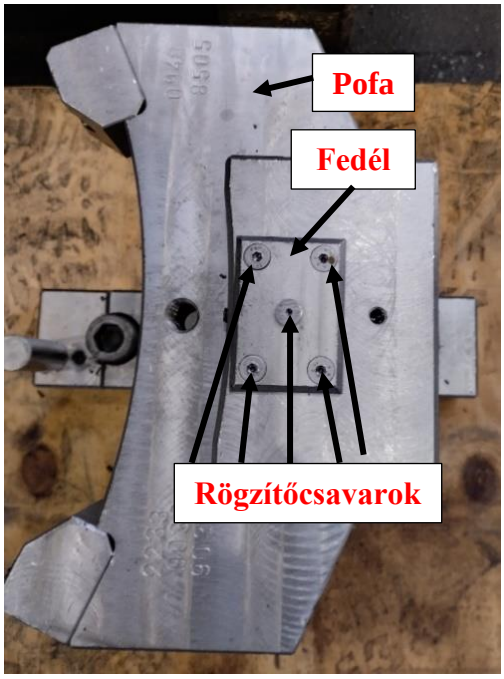
Mivel a cég nem akart még most pénzt költeni az átállás fejlesztésére, így csak egy lépést tudtam fejleszteni. Ez az 50. pontban szereplő, darab elszállítása a mérőszobába. Ezt meg kell szüntetni. Mivel a megmunkálás és az elszállítás között 10 perc 56 másodpercet kellett várakozni a targoncára, így javasoltam, hogy a megmunkálás befejezése előtt 5-10 perccel szólni kell a targoncás kollégának, hogy időben ott legyen.

Javasoltam a 15. pont fejlesztését, ami a készülékek rögzítésére vonatkozik. Jelenleg kézi erővel rögzítik őket 5 perc 19 másodperc alatt. Javasoltam egy pneumatikus légkulcs beszerzését, amivel ezt az időt a töredékére lehetne csökkenteni. Nem utolsó sorban munkavédelmi szempontból is javasolt. (15.ábra) Egyelőre nem hagyták jóvá a beszerzését.

15.ábra: Készülékek rögzítése

3.3.4. Külső átállások fejlesztése

Ebben a pontban a már belső átállásból külsővé alakított pontokat is megvizsgáltam. A pofa csere fejlesztésére javasoltam, hogy a pofa rögzítőcsap fedelének csavarjait, amelyeket a 16.ábra mutat, ne csavarhúzóval, hanem akkumulátoros csavarbehajtóval szereljék.



16.ábra: Pofa rögzítőcsap fedél és rögzítő csavarjai

Ezt a fedelet 5 darab csavar rögzíti. Egy darab csavar ki- és becsavarása 15 másodpercet vett igénybe. Mivel 3 darab készülék van, így a következőképpen számoltam.
Egy fedél csavarjainak ki- és becsavarása csavarhúzóval:

$$t_1 = 5 \cdot 15\ s = 75\ s = 1\ p\ 15\ s \tag{6}$$

ahol:

- t_1: egy darab fedél csavarjainak ki- és behajtásának ideje.

Így látható, hogy a 3 darab fedél csavarjainak ki- és behajtása csavarhúzóval:

$$t_{cs} = 3 \cdot t_1 = 3 \cdot 75\ s = 225\ s = 3\ p\ 45\ s \tag{7}$$

ahol:

- t_{cs}: csavarok ki- és behajtásának ideje csavarhúzóval.

Akkumulátoros csavarbehajtóval 17.ábra egy darab csavar ki- és behajtása 3 másodpercbe telik. A fenti számítások alapján:

$$t_A = 3 \cdot 5 \cdot 3 = 45\ s \tag{8}$$

ahol:

- t_A: csavarok ki és behajtásának ideje akkumulátoros csavarbehajtóval.

Ezzel a fejlesztéssel 3 percet lehet nyerni az átállás során.

17.ábra: Metabo 18 LTX BL I típusú akkumulátoros csavarbehajtó

A 3. és 4. pontot meg kell szüntetni az átállás során. Ezek a pontok azért jöttek létre, mert 2 darab csavarnak a feje már annyira el volt használva, hogy nehezen lehetett kicsavarozni őket, és úgy döntött a kolléga, hogy azokat a csavarokat selejtezi. Ezért a gépbeállítónak el kellett mennie új csavarokért. Ez 4 perc 24 másodpercet vett igénybe. Ezt egy úgynevezett beállási kocsi létrehozásával szüntettem meg, amit a 18.ábra mutat. A csavarokért való elmenetel és a csavarok behajtásának fejlesztésével az egész pofa csere folyamatát 7 perc 24 másodperccel sikerült csökkentenem.

A beállási kocsi lényege, hogy az átállás előtt előkészítenek rajta mindent, ami szükséges lehet (szerszámok, pótcsavarok, váltólapkák, rongy, mérőeszközök) és odatolják ahhoz a géphez, amelyen a beállást végzik. Ezzel a beállási kocsi létrehozásával sok más külső átállási lépést is sikerült megszüntetnem.

Az összes olyan lépést amikor a gépbeállító a technológussal egyeztetett tehát a 6., 10., és a 30-31. pontokat áthelyeztem az átállás megkezdése előttre, amikor még az előző széria gyártása folyik:

- 6. pont 1 perc 26 másodperc,
- 10. pont 2 perc 23 másodperc,
- 30-31. pont 12 perc 14 másodperc.

Így 16 perc 3 másodperc felszabadítható az átállás során.

A következő lépés, amin tudtam fejleszteni az a 7. lépés volt, ami a készülékek oda mozgatása a gép mellé. Ezt a lépést a pofák cseréjekor kell elvégezni, így még az előző széria gyártása során elvégezhető. Újabb 1 perc 13 másodperc szabadult fel.

A következő külső átállás lépés a 8-9. lépés amikor a gépbeállítónak rongyra volt szüksége, de nem volt a közelben rongy. Így el kellett mennie rongyért. Ezt a lépést szintén meg lehet szüntetni a beállási kocsi létrehozásával, amellyel 55 másodperc takarítható meg.

18.ábra: Beállási kocsi

Az étkezést az előző széria gyártása során kell megejteni. Így 21 perc 46 másodperc szabadul fel.

A 17. pont az az, amikor a gépbeállító az alkatrész emeléséhez szükséges körmös emelőt kereste. 4 perc 56 másodperc alatt találta meg a rendezetlenség miatt. Ezért ennek megszüntetése érdekében az emelőeszköznek kijelölt helye kell, hogy legyen a gép mellett.

A következő 18. pontnál a gépbeállító hibázott. Ez az alkatrész és a raklap közé valamilyen távtartót kell elhelyezni, hogy a körmös emelő körmei beakadjanak az alkatrész peremébe. Mikor a targoncás kolléga meghozta az alkatrészt még a beállás elején és megemelte azt a targonca villájával, a gépbeállító a tokmánykulcsot tette alá, mint távartó. Ezzel a hibával 2 perc 20 másodperc időveszteség keletkezett a keresés miatt. Ezt úgy szüntettem meg, hogy a gép mellett ezentúl, mindig lesz egy 5x5x40 cm-es fahasáb és ezt kell távtartóként használni.

A 20. lépést, amelyben a támasztó tüskék cseréje történt, szintén el lehet végezni, amikor a pofákat cserélik. Tehát ezt a lépést is az előző széria gyártásakor kell elvégezni. Így 7 perc 8 másodperc szabadult fel.

A következő 27-28. lépés, miszerint a gépbeállítónak szerszámra volt szüksége a lapkacseréhez, ezért el kellett mennie a szerszámraktárba. Ez 5 perc 51 másodpercig tartott. Ez a lépés is megszüntethető a beállási kocsi használatával.

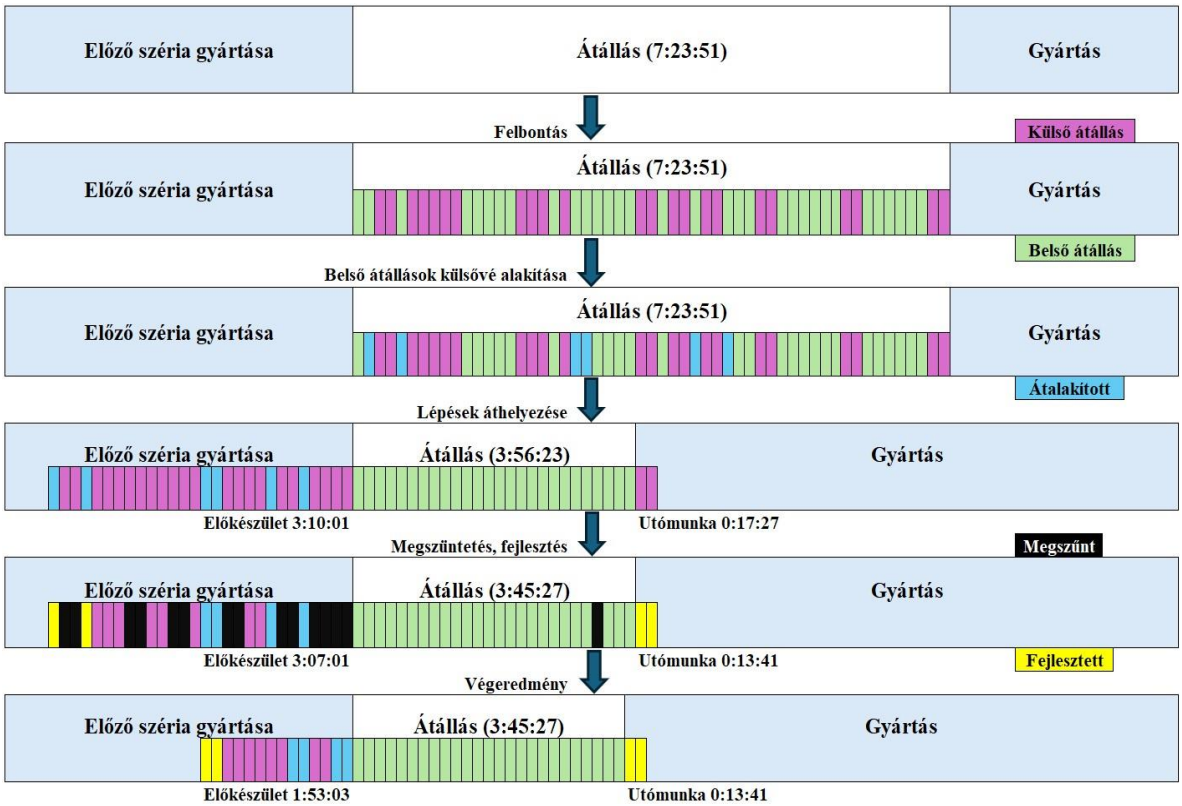
A 33. és 34. pontok, amikor a gépbeállítónak el kellett mennie lapkáért, meg kell szüntetni. Ha a beállási kocsin elő van készítve az összes használandó lapka az alkatrész megmunkálásához, akkor ez a lépés megszüntethető.

A 38-39. lépést szintén meg lehet szüntetni a beállási kocsi használatával. Ha előkészítik rajta a mérőeszközöket még a beállás előtt, rengeteg időt lehet megspórolni. Jelen esetben 32 perc 16 másodpercet.

A 46-47. lépés mikor a gépbeállítónak el kellett mennie a TMK-műhelybe. Sajnos zárva volt, így várakoznia kellett, hogy megszerezze a kalapácsot amiért indult. Így keletkezett újabb 8 perc 25 másodpercnyi időveszteség. Ezt szintén az átállási kocsi használatával tudtam megszüntetni.

Végezetül az 54. lépés. Itt keletkezett 7 perc 35 másodpercnyi várakozás, mert a mérőszobából nem jött visszajelzés, hogy jó a darab. Utasításba adtam, hogy a beállási darabok mérése után, telefonon kell tájékoztatni a gépbeállítót a darab minőségéről, hogy tudja, kezdhet-e pakolni vagy sem. Maga az összepakolás, rendrakás 17 perc 27 másodpercig tartott. Ebből 13 perc 41 másodperc a lehullott fémforgács összesepresével és az eszközök tisztításával telt. A maradék 3 perc 46 másodperc az eszközök összeszedésével. Ez az idő felszabadítható, ha a következő beállás során, minden eszközt visszarak a beállási kocsira a használata után.

Összefoglalva tehát, sikerült megszüntetnem 1 óra 17 perc 44 másodpercnyi külső átállás idejét. A különböző külső átállások áthelyezésével újabb 2 óra 6 perc 44 másodperc idő szabadult fel. Továbbá, a pofa cserénél a csavarok behajtásának fejlesztésével 3 percet sikerült felszabadítanom, illetve, ha jóváhagyják a pneumatikus légkulcs beszerzését további 4 perc körüli idő nyerhető, de ezzel az idővel jelenleg nem számoltam. A belső átállások idejéből 10 perc 56 másodpercet sikerült felszabadítanom. Így előkészületre 1 óra 53 perc 03 másodperc jut. Az utómunkákra 13 perc 41 másodperc. Az átállás ideje pedig 3 óra 45 perc 27 másodpercre csökkent. A beállás folyamatának alakulását a 19.ábra szemlélteti.



19.ábra: SMED-lépéseinek hatása az átállásra

3.3.5. Folyamatok standardizálása

Az előző pontokban kielemzett lépések szabályozása. Lehetett látni több esetben is, hogy a kolléga belekezdett egy műveletbe, de azután hirtelen belekezdett egy másikba és az előzőt félbehagyta. Így nem lehet hatékonyan dolgozni, ezért szabályozásra, sorrendiségre volt szükség.

Először is az előkészítő műveleteket, már az előző széria gyártása vége előtt, legkésőbb 1,5 órával el kell kezdeni, az alábbi sorrendben:

- 1. beállási kocsi kitolása a munkaterületre,
- 2. technológussal egyeztetés,
- 3. pofa csere,
- 4. tüske csere,
- 5. készülék gép mellé mozgatása,
- 6. szerszámcsere, szerszámok átlapkázása, ehhez minden szükséges dokumentum a gép melletti irattartóban található.

Az belső átállás lépéseinek sorrendiségét a 9-10.táblázatok tartalmazzák. Annyit fűznék hozzá, hogy ki adtam utasításban a gépbeállító kollégáknak, hogy a megmunkálás vége előtt 5-10 perccel jelezzenek a targoncás kollégának, hogy időben ott tudjon lenni és ne kelljen hosszú percekig várakozni rá, mint a felmérő mérés során.

Továbbá a mérőszobában dolgozó kollégáknak is utasításba adtam, hogy a mérés végeztével jelezzenek vissza a beállást végző dolgozónak. Ha jó a darab akkor azért, hogy tudjon pakolni és el tudja indítani a széria gyártását, ha nem jó a darab és korrekciózni kell, legyen ott a gépnél, hogy amint visszaérkezik a darab el tudja kezdeni a korrekciózást.

Ennek a sorrendiségnek az a lényege, hogy így könnyebben nyomon lehet követni a beállás menetét. Könnyen előfordulhat az, hogy akkor esedékes a műszakváltás amikor a beállás zajlik. Ekkor a műszakot leadó kolléga könnyedén átadhatja a beállás folytatását a műszakot felvevő kollégának, hiszen csak meg kell mondani, hogy például a 5. pontig jutott el, azaz a készülékeket odamozgatta a gép mellé. A műszakot felvevő kolléga pedig innen tudja folytatni a beállást.

A standardizálásnak számos előnye közül néhány:

- csökkenteni tudjuk a selejtek számát,
- nő a termelékenység,
- biztonságosabb munkavégzés megteremtése.

3.4. Ellenőrző mérés

Ez a mérés azt a célt szolgálta, hogy az első mérés alapján bevezetett intézkedéseim, fejlesztéseim mennyire voltak sikeresek. Továbbá, újabb fejlesztési lehetőségek fedezhetőek fel. Erre a mérésre 2024.01.08-án (hétfő) került sor. Itt a beállást végző kolléga már a beállási utasítás alapján végezte a beállást. Az eredményeket a 9-10.táblázatok mutatják.

9.táblázat: Ellenőrző mérés 1. oldala

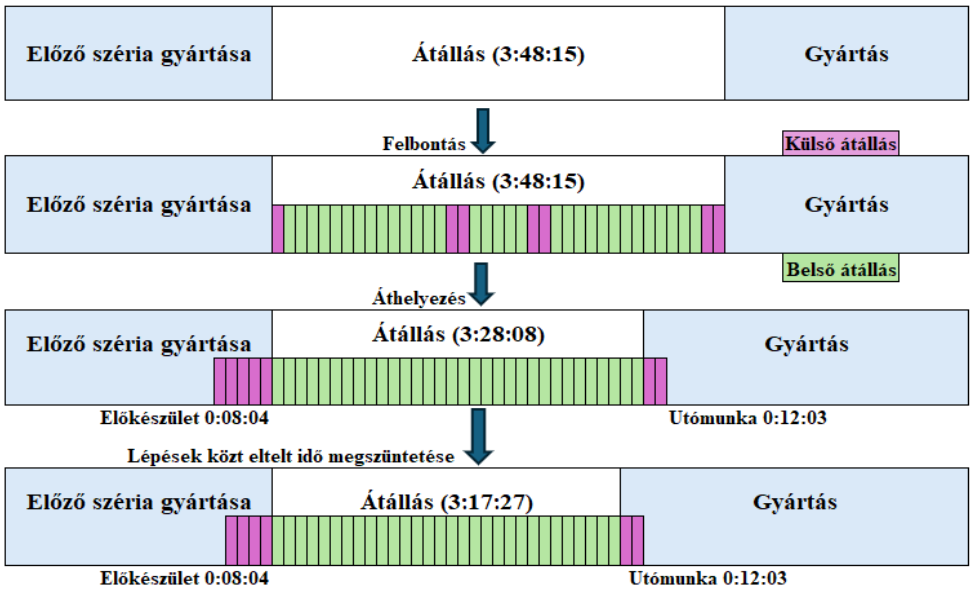
Tevékenység analízis									
Hely, Dátum:	Gödöllő, 2024.01.08	Termelő terület:	NC-eszterga	Oldalszám:					
Kivitelező:	Benkő Szilveszter	Gép:	BG-01	2/1					
No.	Folyamat lépés	Időtartam (aktuális)		B/K		E/U			
		Időegység (ó:pp:mm)		Belső átállás	Külső átállás	Átállás előtt	Átállás után		
		Idő	Időtartam						
1.	Start	0:00:00	0:00:31		X				
2.	Gépmosás kezdete	0:00:31	0:02:26	X					
3.	Gépmosás vége	0:02:57							
4.	Gép állítás kezdete	0:03:11	0:07:30	X					
5.	Gép állítás vége	0:10:41							
6.	Készülék beemelése daruval kezdete	0:11:02	0:04:52	X					
7.	Készülék beemelése daruval vége	0:15:54							
8.	Készülék rögzítésének kezdete	0:16:09	0:04:28	X					
9.	Készülék rögzítésének vége	0:20:37							
10.	Tokmány állításának kezdete	0:20:55	0:04:18	X					
11.	Tokmány állításának vége	0:25:13							
12.	Program beírás kezdete	0:25:36	0:02:35	X					
13.	Program beírás vége	0:28:11							
14.	Gép állítás kezdete	0:28:35	0:06:37	X					
15.	Gép állítása vége	0:35:12							
16.	Technológussal egyeztetés kezdete	0:35:19	0:04:22		X	X			
17.	Technológussal egyeztetés vége	0:39:41							
18.	Munkadarab bedaruzásának kezdete	0:39:57	0:01:51	X					
19.	Munkadarab bedaruzásának vége	0:41:48							
20.	Program behívása	0:43:33	0:01:45	X					

10.táblázat: Ellenőrző mérés 2. oldala

Tevékenység analízis									
Hely, Dátum:	Gödöllő, 2024.01.08	Termelő terület:	NC-eszterga	Oldalszám:					
Kivitelező:	Benkő Szilveszter	Gép:	BG-01	2/2					
No.	Folyamat lépés	Időtartam (aktuális)		B/K		E/U			
		Időegység (ó:pp:mm)		Belső átállás	Külső átállás	Átállás előtt	Átállás után		
		Idő	Időtartam						
21.	Megmunkálás kezdete	0:44:08	0:48:20	X					
22.	Megmunkálás vége	1:32:28							
23.	Darabot takarít kezdete	1:33:17	0:12:23	X					
24.	Darabot takarít vége	1:45:40							
25.	Sorja felszívás kezdete	1:46:12	0:01:12	X					
26.	Sorja felszívás vége	1:47:24							
27.	Mérés	1:51:33	0:04:09	X					
28.	Technológussal egyeztetetés kezdete	1:52:28	0:03:42		X				
29.	Technológussal egyeztetés vége	1:56:10							
30.	Megmunkálás kezdete	1:56:31	0:55:05	X					
31.	Megmunkálás vége	2:51:36							
32.	Darab kidaruzásának kezdete	2:52:41	0:01:25	X					
33.	Darab kidaruzásának vége	2:54:06							
34.	Darab elszállítása a mérőszobába	2:56:23	0:02:17	X					
35.	Darab megérkezése a mérőszobába	2:57:03	0:00:40	X					
36.	Várakozás a mérés elkezdésére	3:00:48	0:03:45	X					
37.	Darab mérésnek kezdete	3:01:27	0:31:18	X					
38.	Darab mérésének vége	3:32:45							
39.	Összepakolás, rendrakás kezdete	3:36:12	0:12:03		X		X		
40.	Összepakolás, rendrakás vége	3:48:15							

Ennél a mérésnél, hogy követte a beállási utasítás lépéseit és sorrendben haladt a beállító, már az az idő is kiolvasható a táblázatokból, amelyek egy lépés vége és az azt követő lépés között eltelik, ami 10 perc 41 másodperc. Így összesen 3 óra 37 perc 34 másodpercbe telt a beállás. Ezeket az időket videófelvétel készítésével és annak kielemzésével lehetne felszabadítani. Például ki lehetne elemezni a különböző mozzanatokat, vagy át lehetne

rendezni a munkaterületet a videók alapján, hogy minél közelebb legyen a beállítóhoz a szükséges eszköz. A 21.ábra jól szemlélteti, hogy sikeres volt az átállási folyamat fejlesztése.

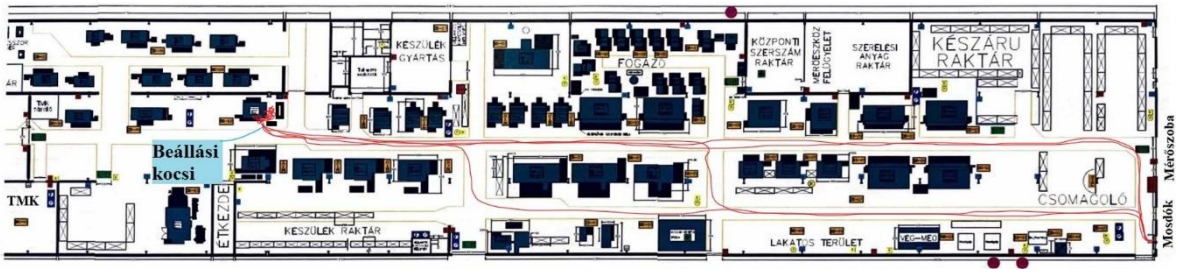


21.ábra: Ellenőrző mérés SMED-lépéseinek hatása

A lépések között eltelt idő és a lépések áthelyezésével összesen 30 perc 48 másodperc szabadítható fel, tehát a beállás ideje 3 óra 17 perc 27 másodpercre csökkenthető. Az ellenőrző mérés során nem találtam további fejlesztési lehetőségeket. Nem láttam megszüntetendő felesleges műveleteket. Itt tényleg csak a technológussal való egyeztetést lehetne megszüntetni, bár ezt véleményem szerint nagyon nehéz feladat, mivel bármikor adódhat egy olyan probléma, amitől a gépbeállító elbizonytalanodik magában. A lépések közötti időt, mint már említettem, videófelvétel készítéssel és annak tüzetes elemzése révén lehetne csökkenteni, illetve a már meglévő műveleteket gyorsítani.

3.4.1. Ellenőrző mérés Spaghetti-diagramja

Ehhez a méréshez is készítettem egy Spaghetti-diagramot, amin szemmel látható a változás ez első mérés ugyanezen diagramjához képest. (22.ábra)



22.ábra: Ellenőrző mérés Spaghetti-diagramja

Az első mérés alapján megszüntetett feleslegesen megtett út jól látható, hogy megszűnt. A beállást végző kolléga, csak mosdó használat miatt hagyta el a munkaterületét. Ezt az időt nem lehet rövidíteni.

3.5. Költségszámítás

Egy gépre vetített rezsióraköltség számítása rendkívül sok összetevőből áll. Néhányat ezek közül az alábbi felsorolás tartalmaz:

- gép lízing költsége,
- gép közvetlen személyi költsége,
- gép karbantartási költsége,
- szerszámköltség,
- gép energiaköltsége.

A cégtől kapott rezsióraköltség értéke a 2023-as évben 1,13 €/perc volt. Ez mai -2024.01.24.- árfolyamon számolva 435,94 Ft/perc.

A 11.táblázat mutatja, hogy ebből a Brake-Anchor termékcsaládból összesen 8 félét gyárt a cég. Erre a 8 féle alkatrészre a 2023-as évben összesen 34 db beállás történt.

11.táblázat: Brake-Anchor darabszám

Rajzszám	Öntvényszám	Gyártott széria	Összes darabszám 2023-ban
371-9584	371-9584	6	190
420-0948	420-0948	6	230
312-2233	312-2233	1	4
328-9033	328-9033	1	6
328-9034	328-9034	4	44
419-8252	419-8252	7	308
471-8709	471-8709	6	94
530-2558	530-2558	3	56
	összesen:	**34**	**932**

Az első mérés költsége tehát:

Az első beállás 7 óra 23 perc 51 másodpercig tartott. Ez 443,85 percet jelent. Ezt az értéket megszorozva a percenkénti rezsióradíjjal, megkapjuk mennyi költség (K_1) keletkezett ezen a beálláson.

$$K_1 = 443{,}85\ perc \cdot 435{,}94\ \frac{Ft}{perc} = 193\,491{,}97\ Ft \qquad (9)$$

Tegyük fel, hogy a tavalyi évben mind a 34 beállás a termékcsaládra ugyanúgy 443,85 percig tartott. Akkor a következő költség (K_{34}) keletkezett:

$$K_{34} = 34 \cdot K_1 = 34 \cdot 193\,491,97\ Ft = 6\,578\,726{,}98\ Ft \tag{10}$$

Ezzel szemben idén, ha az általam kidolgozott lépések és sorrendiség szerint hajtják végre a beállásokat, akkor tegyük fel, hogy idén is lesz 34 db beállás a termékcsaládra. Mivel a rezsióraköltséget minden évben szükséges újra számolni, így a 2024-es évre én most 1,15 €/perc költséget választok, azaz 443,66 Ft/perc. Ez 1,77%-os növekedést jelent. Feltételezzük, hogy egy beállás 3 óra 17 perc 27 másodpercig fog tartani. Ez az idő 197,45 perc. Ekkor a módosult költség (K_{1m}) egy beálláson:

$$K_{1m} = 197{,}45\ perc \cdot 443{,}66\ \frac{Ft}{perc} = 87\,600{,}67\ Ft \tag{11}$$

Tehát 34 beálláson a módosult költségek (K_{34m}) az alábbiak szerint alakulnak:

$$K_{34m} = 34 \cdot 87\,600{,}67\ Ft = 2\,978\,422{,}78\ Ft \tag{12}$$

A két végösszeg, a K_{34} és a K_{34m} különbözete adja azt az értéket, amelyet a fejlesztéseim által megtakaríthat (S) a cég 1,77%-os árnövekedés mellett.

$$S = K_{34} - K_{34m} \tag{13}$$

$$S = 6\,578\,726{,}98\ Ft - 2\,978\,422{,}78\ Ft = 3\,600\,304{,}2\ Ft \tag{14}$$

Ezek alapján a cég 45.28%-os költségcsökkenést érhet el, 1,77%-os árnövekedés mellett a 2024-es évben a Brake-Anchor termékcsalád megmunkálása során.

4. ÖSSZEFOGLALÁS

Egy termelőüzem fennállása során, nagyon fontos tényező a folyamatok folyamatos fejlesztése. Ezekkel a lépésekkel tudják teljesíteni vevőik igényeit, ezzel megtartva versenyképességüket. A fejlesztésekkel költségeik csökkenni fognak, míg a minőség növekedni. Nem utolsó sorban, az ökológiai lábnyomukat is tudják a fejlesztésekkel csökkenteni, ami mára elengedhetetlen egy gyár életében.

Ezt a témát a Hungaro-SLR Gépipari Kft.-nél végzett nyári gyakorlatom során bízták rám. Az egyeztetések során világossá vált számomra, hogy sok a fejlesztési lehetőség, ezáltal jelentős anyagi megtakarítást érhetek el a cégnek.

Szakdolgozatomban összefoglaltam a folyamatfejlesztés lehetőségeihez kapcsolódó szakirodalmat. Érintettem a folyamatfejlesztés szereplőit és a folyamatok leírására alkalmazható módszereket. Bemutattam a Toyota Termelési Rendszert és a lean termelést. Részletesebben kifejtettem a SMED-et, mert a szakdolgozatom érdemi részében is ezzel foglalkoztam.

Szakdolgozatom érdemi részében, egy SMED szerinti folyamatfejlesztést írtam le. Lemértem az átállás teljes egészét, ami 7 óra 23 perc 51 másodperc volt. Ebből a belső átállások ideje 5 óra 3 perc 16 másodpercig tartott, míg a külső átállások ideje 2 óra 20 perc 35 másodpercig. A felmérés táblázataiból kiolvasható, hogy a gépbeállító 61 perc 38 másodpercet volt távol a gépétől. Spaghetti-diagram és számolás segítségével szemléltettem, hogy ezalatt az idő alatt körülbelül 4,197 km-t sétált. A belső átállás lépései közül, amit csak tudtam, külső átállássá alakítottam. Ennél a lépésnél az átállás hossza nem változik csak a külső és belső átállások aránya változik. Belső átállási idő 3 óra 56 perc 23 másodpercre, a külső átállásoké 3 óra 27 perc 28 másodpercre módosult. Javaslatot tettem a készülék csere fejlesztésére, miszerint egy pneumatikus légkulcs beszerzésével gyorsítható lenne a folyamat. Egyelőre ezt még nem hagyta jóvá a cégvezetés.

Egy úgynevezett beállási kocsi létrehozásával sikerült megszüntetnem a beállást végző kolléga felesleges mozgását a beállás során, továbbá a lépések gondos megvizsgálása után és azok áthelyezésével, összesen 3 óra 28 perc 24 másodpercnyi idővel lehet rövidebb az átállás folyamata. Javasoltam, hogy a pofa csere meggyorsítása érdekében ne csavarhúzót, hanem egy akkumulátoros csavarbehajtót használjak, ezzel kereken 3 perccel sikerült csökkenteni a folyamatot. Ábra segítségével szemléltettem a SMED-lépéseinek hatását az átállásra.

Standardizáltam az átállás folyamatát. Ennek köszönhetően az ellenőrző mérés adatai és diagramjai egyértelműen bizonyítják az elvégzett fejlesztések sikerét. A folyamatok szabályozásának köszönhetően nyomon követhető az átállás folyamata. Most már nem okoz gondot, ha az átállás során műszakváltás történik.

Költségszámításom során is bizonyosságot nyert, hogy a fejlesztéseim sikeresek. A 2024-es évre 45,28%-os költségcsökkenést érhet el a cég 1,77%-os árnövekedés mellett a Brake-Anchor termékcsalád megmunkálása során.

5. SUMMARY

During the existence of a production plant, the continuous development of processes is a very important factor. With these steps, they can fulfill the needs of their customers, thereby maintaining their competitiveness. With the improvements, their costs will decrease, while the quality will increase. Last but not least, they are also able to reduce their ecological footprint with improvements, which is essential in the life of a factory nowadays.

This topic was entrusted to me during my summer internship at Hungaro-SLR Gépipari Kft. During the negotiations, it became clear to me there are many opportunities for development, and thus I can achieve significant financial savings for the company.

In my dissertation, I summarized the scientific literature related to the possibilities of process development. I touched on the participants of process development and the methods that can be used to describe processes. I presented the Toyota Production System and lean production. I explained SMED more detailed, because I dealt with it in the substantive part of my dissertation.

In the substantive part of my thesis, I carried out process development according to SMED. I measured the entire lead-time, which was 7 hours 23 minutes 51 seconds. Of this, the internal lead-time was 5 hours 3 minutes 16 seconds, while the external lead-time lasted 2 hours 20 minutes 35 seconds. It can be read from the survey tables that the machine operator was away from his machine for 61 minutes and 38 seconds. Using a Spaghetti-diagram and counting, I illustrated that he walked approximately 4.197 km during that time. Of the components of the internal lead time, I turned everything I could into an external lead time. In this step, the length of the lead time does not change, only the ratio of external and internal lead times. The internal lead time was changed to 3 hours 56 minutes 23 seconds, and lenght of the external transitions to 3 hours 27 minutes 28 seconds. I made a proposal to improve the equipment, according to which the process could be accelerated by purchasing a pneumatic air wrench. So far, this has not been approved by the company management.

By creating a so-called setup car, I managed to eliminate unnecessary walking during setup, and after carefully examining the steps and relocating them, the lead time can be shortened by a total of 3 hours 28 minutes 24 seconds. In order to speed up the replacement of the jaw, I recommended using a battery-powered screwdriver rather than a simple screwdriver, which

reduced the process by completely 3 minutes. With the help of a diagram, I illustrated the impact of the SMED steps on the lead time.

I standardized the setup process. Thanks to this, the data and diagrams of the control measurement clearly prove the success of the improvements made. In addition, the setup process can be monitored, so it is not a problem if a shift change occurs during setup.

During my cost calculation, he gained certainty that my developments were successful. By the year 2024, the company can achieve a 45.28% cost reduction in addition to a 1.77% price increase when machining the Brake-Anchor product line.

6. IRODALOMJEGYZÉK

1. Benedek Petra: Folyamatábra készítés a gyakorlatban, Előadás, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar Menedzsment és Vállalkozásgazdaságtan Tanszék https://ki.oszk.hu/sites/default/files/hirfajlok/benedek_petra_folyamatabrakeszites_12_03.pdf (2023.01.04.)

2. Berényi László (2015): A Toyota-módszer hatása a minőségmenedzsmentre, Miskolci Egyetem Vezetéstudományi Intézet, Miskolc http://www.szervez.uni-miskolc.hu/blaci/leanjegyzet/index.html (2023.01.03.)

3. https://asq.org/quality-resources/spaghetti-diagram (2024.04.04.)

4. https://hu.wikipedia.org/wiki/Kaizen (2023.01.11.)

5. https://kaizenpro.hu/a-tps-haz/ (2023.01.11.)

6. https://kaizenpro.hu/kaizen-javaslati-rendszer/ (2023.01.10.)

7. https://leanszotar.hu/page.php?101 (2023.01.17.)

8. https://leanszotar.hu/page.php?163 (2023.01.10.)

9. https://leanszotar.hu/page.php?168 (2023.01.12.)

10. https://leanszotar.hu/page.php?32 (2023.01.17.)

11. https://leanszotar.hu/page.php?56 (2023.01.22.)

12. https://leanszotar.hu/page.php?63 (2023.01.22.)

13. https://leanszotar.hu/page.php?72 (2023.01.21.)

14. https://leanszotar.hu/page.php?88 (2023.01.17.)

15. https://leanszotar.hu/page.php?92 (2023.01.11.)

16. https://leanszotar.hu/page.php?94 (2023.01.17.)

17. https://www.cat.com/en_GB/products/new/equipment/off-highway-trucks/off-highway-trucks/18256812.html (2023.10.28)

18. http://www.kvalikon.hu/folyamatmenedzsment/fejlesztes.php (2023.01.04.)

19. https://www.mimi.hu/marketing/termekcsalad.html (2024.04.03)

20. James P. Womack – Daniel T. Jones (2009): Lean szemlélet – A veszteségmentes, jól működő vállalat alapja, HVG Könyvek, Budapest

21. Koczor Zoltán, Göndör V., Némethné Dr. Erdődi K., Gregász T., Paulics A. Tóth T. (2002): Minőségirányítási rendszerek fejlesztése, Módszertani segédlet, TÜV Rheinland InterCert, Budapest

22. Kosztolányi János, Schwahofer Gábor (2019): Útmutató a lean gyakorlati alkalmazásához, Kaizen Pro Kft., Budapest

23. Kovács Zoltán (2017): A termelő és szolgáltató rendszerek fejlesztésének főbb irányai, Akadémia Kiadó https://mersz.hu/dokumentum/dj256ateszrfi__103/ (2023.01.17.)

24. Medina Viktor (2019): Minőségmenedzsment, Oktatási segédlet, Szent István Egyetem, Gödöllő

25. Terhes Katalin (2017): Diplomadolgozat, Folyamatfejlesztés a Multiton Kft.-nél, Miskolci Egyetem Gazdaságtudományi Kar Vezetéstudomány Intézet http://midra.uni-miskolc.hu/document/26537 (2023.01.04.)

26. Zsidai László (2016): Integrált gyártórendszerek, Fenyves Dent Kft., Gödöllő

7. NYILATKOZAT

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve:	Benkő Szilveszter Máté
A Hallgató Neptun kódja:	ILELXY
A dolgozat címe:	Munkagép alkatrész előállítási folyamatának fejlesztése
A megjelenés éve:	2024
A konzulens intézetének neve:	MATE Műszaki Intézet
A konzulens tanszékének a neve:	Járműtechnika Tanszék

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

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

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

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

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

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvári repozitori rendszerében.

Kelt: Gödöllő, 2024 év április hó 10 nap

Benkő Szilveszter

Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Benkő Szilveszter Máté (hallgató Neptun azonosítója: ILELXY) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védésre **javaslom / nem javaslom**.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: Gödöllő, 2024 év április hó 09 nap

belső konzulens

8. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretnék köszönetet mondani belső konzulensemnek, Prof. Dr. Kiss Péter tanszékvezető Úrnak, aki segítőkészségével és türelmével segített, hogy szakdolgozatomat sikeresen megírjam. Köszönöm, hogy bármikor számíthattam rá, mikor elakadtam a feladat során és tanácstalan voltam. A konzultációk során nagyon sok hasznos ötletet és tanácsot kaptam, valamint köszönöm, hogy mikor hibáztam, visszaterelt a helyes útra.

Szeretném megköszönni Szalontai László Úrnak, a Hungaro-SLR Gépipari Kft. tanácsadó kollégájának, hogy külső konzulensemként támogatott a szakdolgozatom megírásában. Köszönöm, hogy amikor tanácsra volt szükségem, készségesen segített.

Végezetül, szeretnék köszönetet mondani a Hungaro-SLR Gépipari Kft. minden kollégájának, aki valamilyen formában segítette a szakdolgozatom elkészültét.

Köszönöm szépen még egyszer mindenkinek!