



ÓBUDAI EGYETEM

**Keleti Károly Gazdasági Kar
Vállalkozásfejlesztés és Infokommunikációs Intézet**

SZAKDOLGOZAT

**ÓE-KGK
2023**

Hallgató neve:
Hallgató törzskönyvi száma:

**Bágyi Dóra
T006451/FI12904/G**



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Keleti Károly Gazdasági Kar
Vállalkozásfejlesztés és Infokommunikációs Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Bágyi Dóra

Szakedolgozat száma: [REDACTED]

Törzskönyvi száma: T006451/FI12904/G

Neptun kódja: [REDACTED]

Szak: Gazdaságinformatikus

Specializáció: Vállalatinformatikai specializáció

A dolgozat címe: Szerszám átszerelési folyamat javítása egy présüzemben

A dolgozat címe angolul: Suggestions for the improvement of the changeover time and process at a press shop

A feladat részletezése:

1. Végezzen szakirodalmi feldolgozást folyamatmenedzsment területen!
2. Mutassa be a présüzem folyamatait!
3. Végezzen folyamatmenedzsment elemzést a présüzem folyamataira vonatkozóan!
4. Összegezze a kutatási eredményeket és tegyen fejlesztési javaslatokat!

Intézményi konzulens neve: Dr. Szilágyi Győző Attila

A kiadott téma elévülési határideje: 2024. 12. 15.

Beadási határidő: 2023. 12. 15.

A szakdolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2023. 10. 30.



[Signature]
Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom.

[Signature]
belső konzulens

[Signature]
külső konzulens



HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott Bágyi Dóra (Neptunkód: [REDACTED]) hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült szakdolgozatban található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Budapest, 2023. 12. 13.


hallgató aláírása

TARTALOMJEGYZÉK

1.	BEVEZETÉS	1
2.	SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	2
2.1.	Vállalati áttekintés.....	2
2.2.	A folyamatmenedzsment.....	3
2.3.	A minőségmenedzsment módszerek bemutatása	4
2.3.1.	Folyamatábra	5
2.3.2.	Pareto-elemzés	6
2.3.3.	Ishikawa-diagram.....	7
2.4.	A lean menedzsment	9
2.4.1.	SMED	12
2.5.	Kutatási eredmények ismertetése	15
3.	PRÉSÜZEMI FOLYAMATOK BEMUTATÁSA.....	17
3.1.	Présüzem bemutatása	17
3.2.	Vágógépnél történő lemez előállítási folyamata	20
3.3.	Présgépnél történő préselem előállítási folyamata	22
3.4.	Átállási folyamatokhoz tartozó definíciók tisztázása.....	24
4.	ELEMZÉS	26
4.1.	Vágógép átállási idők elemzése	28
4.1.1.	Szerszámszintű elemzés a vágógépen.....	29

4.1.2.	Műszakszintű elemzés a vágógépen	33
4.2.	Présgép átállási idők elemzése	35
4.2.1.	A P és R státuszú adatok elemzése a présgépen	36
4.2.2.	R státuszú állásidők elemzése a présgépen	38
4.2.3.	Gyártási folyamathoz kapcsolódó hibák elemzése a présgépen	40
4.2.4.	Darabellenőrzéssel kapcsolatos elemzés a présgépen.....	41
4.2.5.	Műszakszintű elemzés présgépen	43
4.2.6.	Egyéb elemzések, ahol nem találtam megoldást	46
4.3.	Kapcsolatok vizsgálata.....	46
5.	ÖSSZEFOGLALÁS	47
	IRODALOMJEGYZÉK	49
	TARTALMI KIVONAT.....	I
	SUMMARY	I

ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra: A vállalat telephely gyáregységei	2
2. ábra: Pareto-diagram.....	7
3. ábra: Ishikawa-diagram.....	8
4. ábra: A lean ház	10
5. ábra: SMED módszer használat előtti és utáni átszerelési idő aránya	13
6. ábra: Belső és külső tevékenységek átállítása.....	14
7. ábra: A présüzem csarnok layout.....	18
8. ábra: A vágószerszámok és a tekercsek raktára.....	19
9. ábra: A présszerszámok raktára	19
10. ábra: A lemezelőállítási folyamat	20
11. ábra: A préselés folyamata.....	22
12. ábra: A présgép operációi	25
13. ábra: A két gép átszerelési idejének átlaga 2018-2023 között (perc)	26
14. ábra: Ishikawa-diagram a vágószerszámok célértéket meghaladó átszerelési idő problémára	28
15. ábra: 2023-ban a vágógép átszerelési ideje a különböző műszakoknál (perc)	33
16. ábra: Műszakok szerinti átszerelési idők csopontosításának aránya	34
17. ábra: Könyvelés változások	36
18. ábra: A P és R státusz idő aránya 2018 és 2023 között (óra).....	37
19. ábra: Széria modellek P és R státusz aránya 2018 és 2023 között (óra).....	37

20. ábra: Az R státuszok változása az évek során.....	38
21. ábra: Pareto-diagram az R státuszú állásidők gyakorisága.....	39
22. ábra: Állásidők gyakoriságának arányai	40
23. ábra: Folyamattal kapcsolatos állásidők előfordulás gyakoriságának aránya, amire van emberi ráhatás	41
24. ábra: Az R státuszú darabellenőrzés gyakorisága	42
25. ábra: 2023-ban a műszakok átszerelési ideje a présgépen (perc)	45

TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat: Minőségtechnikák a minőségmenedzsmentben	5
2. táblázat: Alapanyag típusok közötti váltások átlaga (perc)	30
3. táblázat: Vágószerszám típusok közötti váltások átlaga (perc)	31
4. táblázat: Anyagszélesség típusok közötti váltások átlaga (perc)	32
5. táblázat: Műszakok szerinti átszerelési idők sávok mennyisége (db).....	34
6. táblázat: Az átszerelések száma az évek során (db)	35
7. táblázat: A három műszak darabellenőrzés teljesítménye	43
8. táblázat: A műszakokhoz rendelt szerszámok átlagos átszerelési ideje	44

1. BEVEZETÉS

A globális piacon a termékek széles választékban állnak rendelkezésre a fogyasztók számára. Minél nagyobb a rendelkezésre álló (különböző) termékek mennyisége, annál kisebb lesz az egyes termékek tételmérete. A termékek életciklusa is jelentősen csökkent az évek során, amelynek következménye az állandó fejlődés, amely által követni kell a piaci változásokat és a vásárlói igényeket. A szervezeteknek növelni kell a termelékenységüket és rugalmasságukat, valamint csökkenteni kell a költségeiket, hogy az új termékeket a lehető legalacsonyabb költséggel tudják előállítani és forgalmazni a piacon. A nagy változatosság miatt a termékek előállítása során szükséges a termékek közötti váltás, amely azt jelenti, hogy egyik termékről a másikra át kell állni, amelyek bizonyos eljárásoknál gyakori szerszámcsertét igényelnek. Ha a beállítási/átszerelési idők túl magasak, akkor annak az a következménye, hogy nagyobb méretű tételek gyártása szükséges, amely magas készleteket, így magas tőkelekötést okoz, amely növelheti a teljes termelési költséget.

A szakdolgozatom fő témája a présüzemi szerszámok átszerelési idejének elemzése, valamint javaslatok kidolgozása ezen idők csökkentésére. A célom az, hogy a vágógépen olyan váltásokat és kombinációkat dolgozzak ki a tervezők számára, amellyel lehet csökkenteni az átszerelési időt. A présgépen pedig az a célom, hogy olyan problémákat fedezzek fel, amelyek kiküszöbölésével és megoldásával a produktivitást növelni, míg az átszerelési időt csökkenteni lehessen.

Dolgozatom első felében a téma megértéséhez szükséges szakirodalmat feldolgozom és ezeket ismertetem, majd mások által elért kutatási eredményeket mutatok be. A következő részekben bemutatom a présüzemet, valamint a présüzemi folyamatokat. Elemzést végzek el a vágógépen és présgépen egyaránt, ahol hibaelemző módszerek segítségével feltárom a felmerülő problémákat. A feltárt problémákon mélyebb és részletesebb elemzést hajtok végre, valamint keresek olyan szempontokat, amelyek befolyásolják és hosszabbá teszik a célértéket meghaladó átszerelési idők hosszát. A legvégén összegzem a talált eredményeket és javaslatokat teszek az átszerelési idők csökkentésére.

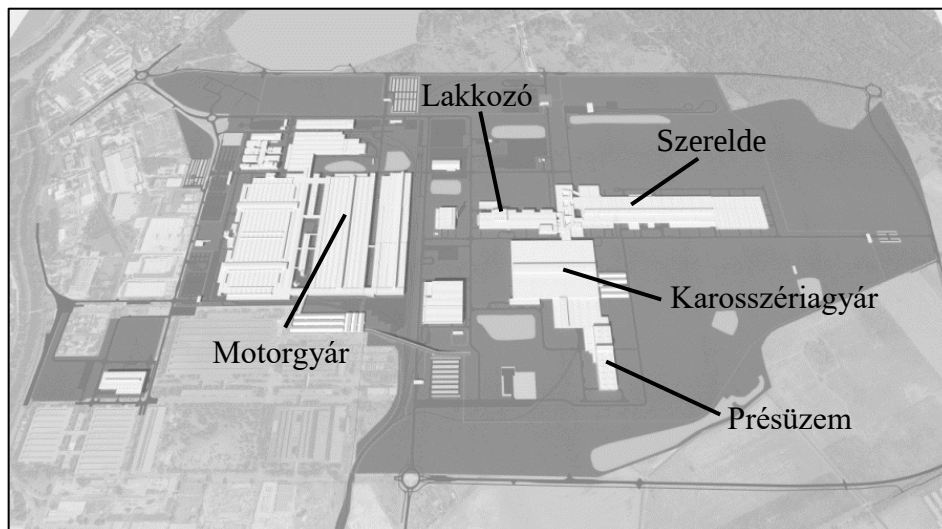
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

Ebben a fejezetben elsőként röviden bemutatom a vállalatot. Ezt követően áttérek a szakirodalmi áttekintésre, ahol kicsit részletezem a folyamatmenedzsmentet. Ezt a témakört minőségmenedzsment szempontjából is megközelítem, ahol kifejtek olyan technikákat, amelyek relevánsak lesznek az elemzésnél. A minőségmenedzsment után áttérek a lean menedzsmentre, ahol a SMED módszertant részletesebben bemutatom, majd ismertetek néhány olyan kutatási eredményt, amelyek ebben a módszerben történtek.

2.1. Vállalati áttekintés

A nyugat-európai termelői cég egy gépjármű gyártó vállalat, amely világszerte több telephellyel rendelkezik. A vállalat egy nagyobb vállalat csoport része, és a szakdolgozatomat a magyarországi telephelyű leányvállalat présüzemében írtam.

Az 1990-es évek elején alapították meg a magyarországi telephelyet, ahol kezdetben csak motorgyártás zajlott, majd a 90-es évek végére elkezdődött a járműgyártás, szerszámgyártás és a műszaki fejlesztés. A 2010-es évek elején a vállalat profilja présüzemmel, karosszériaüzemmel és lakkozóval egészült ki. (Fekete, 2018)



1. ábra: A vállalat telephely gyáregységei

Forrás: vállalati honlap

A telephely területén felső-középkategóriás termékeket gyártanak a globális piacra. Motorgyártást tekintve a vállalat leginkább belső égésű motorokat gyárt, de az utóbbi időkben elektromotor gyártósor került telepítésre, ahol megkezdődött azok gyártása. (Fekete, 2018)

Napjainkra az érintett telephely Magyarország egyik legnagyobb exportőre, emellett a legtükeerősebb vállalatává nőtte ki magát. Ezek mellett elmondható, hogy az ország egyik legnagyobb befektetője. A vállalat magyarországi telephelyének főtevékenységi területe a gépjárműgyártás, motorgyártás és fejlesztés. (Fekete, 2018)

2.2. A folyamatmenedzsment

A folyamatmenedzsment, mint fogalom az 1990-es években jelent meg és egészen napjainkig számos változáson ment keresztül mind szemlélet, mind módszer tekintetében. A folyamatokat már a szervezet szerves részeként azonosítja és a célja sem korlátozódik a költségcsökkentésre, mint a kialakulása idején. A folyamatfejlesztést régen a szervezet gyökeres átalakítása jelentette, ma már olyan megoldások léteznek, amivel folyamatos lépésekkel dolgoznak, jelen vannak a szervezetben állandó tevékenységként és statisztikai eszközökkel segítik a hatékonyságjavulást. A folyamatmenedzsment egy olyan összetett tevékenység, amelynek célja a folyamatok összekapcsolása a szervezet stratégiájával, a leghatékonyabb tervezési-irányítási rendszer kidolgozása, amelyhez pontos folyamatszerkezetet kell felállítani személyhez kötött felelősséggel. Az eredményesség elérése érdekében foglalkozik a meglévő folyamatok átalakításával, új folyamatok kialakításával és a folyamatok ellenőrzésével. (Dr. Uhlyarik, 2022)

A folyamatmenedzsmentnek az alábbi megközelítései léteznek:

- szervezési megközelítés,
- minőségmenedzsment-irányzatok,
- tervezési és irányítási megoldások. (Dr. Uhlyarik, 2022)

A szakdolgozatom során a minőségmenedzsment-irányzatok szempontja alapján elemzem/mutatom be a folyamatmenedzsmentet.

2.3. A minőségmenedzsment módszerek bemutatása

A minőségmenedzsment egy olyan keretrendszer egy vállalat életében, amelynek célja, hogy minden szervezeti egység és dolgozó tudatába integrálódjon a minőségfejlesztés elmélete és gyakorlata. A rendszernek szigorú követelményei vannak, amelyeknek meg kell felelni annak érdekében, hogy egy vállalat sikeresen elérje azt a minőséget, amely az előírásoknak és a szabályoknak eleget tesz. (Topár, 2009)

A minőségmenedzsmentrendszer modelljei a következők:

- Teljes körű minőségirányítás (Total Quality Management, TQM),
 - ISO 9000-es szabványrendszer,
 - EFQM (European Foundation for Quality Management) kiválósági modell.
- (Turcsányi, 2014)

A fent felsorolt modellek rendszeréhez olyan pontok tartoznak közös metszéspontként, amelyeknek az alapvető céljuk, hogy meghatározzák az érdekelt felek igényeiket és elvárásait, megalkossák a szervezet minőségére irányuló politikát és az erőforrások megfelelő biztosítását, valamint, hogy a folyamatokban olyan módszereket alkalmazzanak, amelyek biztosítják a hatékony működést különböző mérési rendszerek segítségével, illetve folyamatosan felügyeljük és javítsák a meglévő folyamatokat. (Turcsányi, 2014)

Az egyes minőségmenedzsment módszerek alkalmazása szervezetenként eltérő lehet, mert minden szervezetnek más adottságai, céljai vannak, ezáltal nem minden módszer hoz ugyanolyan eredményt. Az 1. táblázat összefoglalja a módszereket és rendszerezi a lehetséges csoportosítást. (Turcsányi, 2014)

Adatgyűjtés és feldolgozás	Kérdéslista	Minőségmenedzsment-és humán módszerek
Pareto-diagram	Ellenőrző lista	Kompetenciamátrix
Hisztogram	Audit	PDCA módszer
Gantt-diagram	Problémaelemzés	SWOT/CSWOT elemzés
Hálódiaagram	Ishikawa-diagram	Kano-diagram
Intelligens számítástechnikai szoftverrendszerek	A hibahatás struktúrája	Benchmarking
Folyamatleírás és modellezés	FMEA	Minőségköltség-elemzés
Folyamat szöveges leírása	Interjú	Minőségkörök
Folyamat táblázatos leírása	Minőség szabályozás	Szervezeti minőségmutató rendszer
Folyamatábra	Hibaelhárítás és minőségjavítás	Szervezeti önértékelés
Problémafeltárás	QFD, a minőség házak módszere	RADAR módszer
Brainstorming	Minőségsokszög	
Delphi-módszer		

1. táblázat: Minőségtechnikák a minőségmenedzsmentben

Forrás: Turcsányi 2014, p. 201.

Az 1. táblázatban lévő minőségi módszerek közül a szakdolgozatomban az adatokat Pareto-diagram segítségével gyűjtöm és feldolgozom. A folyamat könnyebb megértése és leírása érdekében folyamatábrát használok és a problémaelemzést Ishikawa-diagram segítségével végzek. A következőkben az előbb felsorolt módszertanokat bemutatom részletesebben.

2.3.1. Folyamatábra

A folyamatábra egy olyan vizuális módszer, amely könnyíti az olvasónak a megértést egy szöveges folyamatleírással szemben. A módszer lényege, hogy lehetőséget nyújt egy folyamat könnyebb megértéséhez, áttekintéséhez és az összefüggések megismeréséhez. A folyamatábrán remekül ábrázolható és megérthető a tevékenységek sorrendje, a tevékenységek között létező logikai kapcsolatok, valamint az adott pontokhoz tartozó

lehetséges utak és kimenetek. A folyamatábrával történő szabályozást elsődlegesen az összetett, komplex folyamatok leírásánál használhatjuk eredményesen, mert áttekinthetővé teszi a folyamatok kapcsolódását. (Turcsányi, 2014)

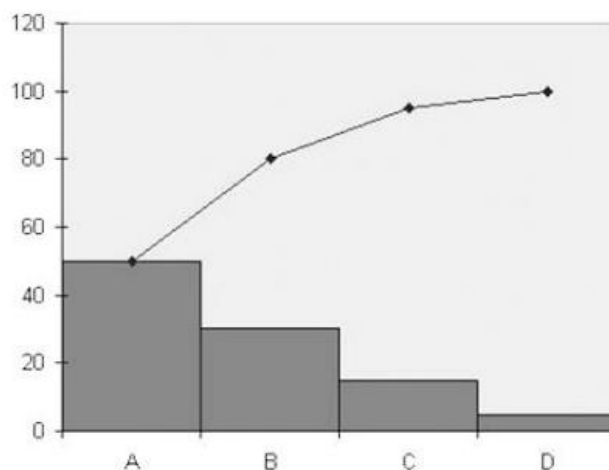
A folyamatábrákat három fő típusba sorolhatjuk:

- Makro folyamatábra,
- Részletezett folyamatábra,
- Strukturált folyamatábra. (Turcsányi, 2014)

A folyamatábra elkészítéséhez előre meghatározott alakzatokat kell használni, mert mindegyik alakzatnak megvan a saját jelentése. A folyamat kezdését és befejezését ellipszis alakzattal, a tevékenységeket és lépéseket téglalappal, továbbá a döntéseket rombuszsal kell ábrázolni. Az alakzatokat nyíllal kötjük össze, amely a folyamat helyes irányát és logikai sorrendjét mutatja meg. (Veresné, 2021)

2.3.2. *Pareto-elemzés*

A minőségmenedzsmentben a hibaelemzések közül az egyik legismertebb és leggyakrabban használt módszer a Pareto-elemzés, melyet a 19. század végén egy olasz közgazdász, Vilfredo Pareto alkotott meg, amely a problémák fő okainak elemzésére alkalmas. Pareto nevéhez fűződik a „20-80 elv”, amelynek a jelentése az, hogy az okok kisebbik része (20%-a) okozza a hibák nagyobbik (80%) részét. A Pareto-diagram célja, hogy segítsen az összes lehetséges hibák közül a legfontosabb problémák és okok feltárásában. A diagramból jól leszűrhető, hogy melyek azok a fő problémák és okok, amelyek mélyebb elemzésre, intézkedésre és javításra szorulnak. (Veresné, 2021)



2. ábra: Pareto-diagram

Forrás: Turcsányi 2014, p. 203.

A 2. ábrán látható a Pareto-diagram, ahol a függőleges tengelyen ábrázoljuk a relatív gyakoriságot, és a vízszintes tengelyen a hibaokok csoportjait. A hibaokok összevonására is van lehetőség indokolt esetben, habár ez nem minden esetben célravezető, mert, ezáltal lényeges okok maradhatnak periférián kívül. (Czeplédi, 2011)

A foglalkozni kívánt hibaokok megszüntetésével komoly eredményeket lehet elérni, de az okok gyakoriságának csökkentésével (pl. technológiai és eljárásváltozás, oktatás, szervezés) komolyabb beruházás nélkül is jelentős eredményeket lehet elérni. A hibaokok megtalálása, valamint az intézkedéseket követően szükség lesz egy újabb Pareto-elemzésre, mert a régebben alacsonyabb gyakoriságú hibaokok kerülnek előtérbe és válnak jelentőssé. (Czeplédi, 2011)

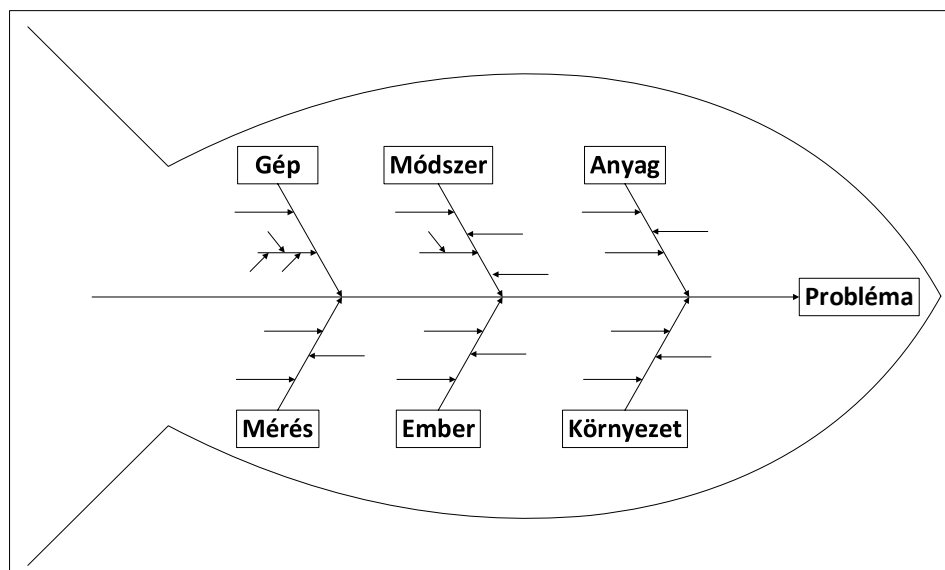
2.3.3. Ishikawa-diagram

Az Ishikawa-diagram, más néven halszálkadiagram az okok és okozatok összefüggésének elemző módszere. A problémaelemzés, vagyis az ok-okozati elemzés egyik gyakran alkalmazott eszköze. A diagramot termékek és folyamatok elemzésére, valamint hibafeltárására egyaránt lehet használni. A módszer használatakor a vízszintes vonal végére azt a jelenséget írjuk, amit elemezni szeretnénk. A hal gerincéből leágazó fővonalak végén található blokkokba írjuk be a fő okcsoportokat, majd ezekből a vonalakból szákaszerűen leágazó vonalak mellé az egyes okokat. A diagram felépítése

során a 4M vagy 5M struktúra kialakítására kell törekedni, ami szerint az alábbi 5 fő okcsoport:

- Ember (Man),
- Gép (Machine),
- Anyag (Material),
- Módszer (Method),
- Mérés (Measuring). (Turcsányi, 2014)

Az okcsoportok kialakításánál célszerű 3-6 csoportot kialakítani, és egy okcsoporton belül 10-20 okot felsorolni. Előfordulhatnak olyan esetek is, amikor azonos okok több okcsoporthoz is tartozhatnak a struktúra különböző mélységein. A diagramon általában 4-5 szintes mélységek vannak, amit úgy lehet kialakítani, hogy a „Miért?” kérdést addig tesszük fel, amíg alapvető okokhoz nem jutunk. (Turcsányi, 2014)



3. ábra: Ishikawa-diagram

Forrás: saját szerkesztés

Egy jól elkészített diagram a következő előnyöket nyújtja:

- áttekinthető ábra formájában rálátást ad az egész problémakörre,
- felfedi a sokszor rejtett kapcsolatokat az okok között,
- segítséget ad a probléma eredetének feltárásában. (Czeglédi, 2011)

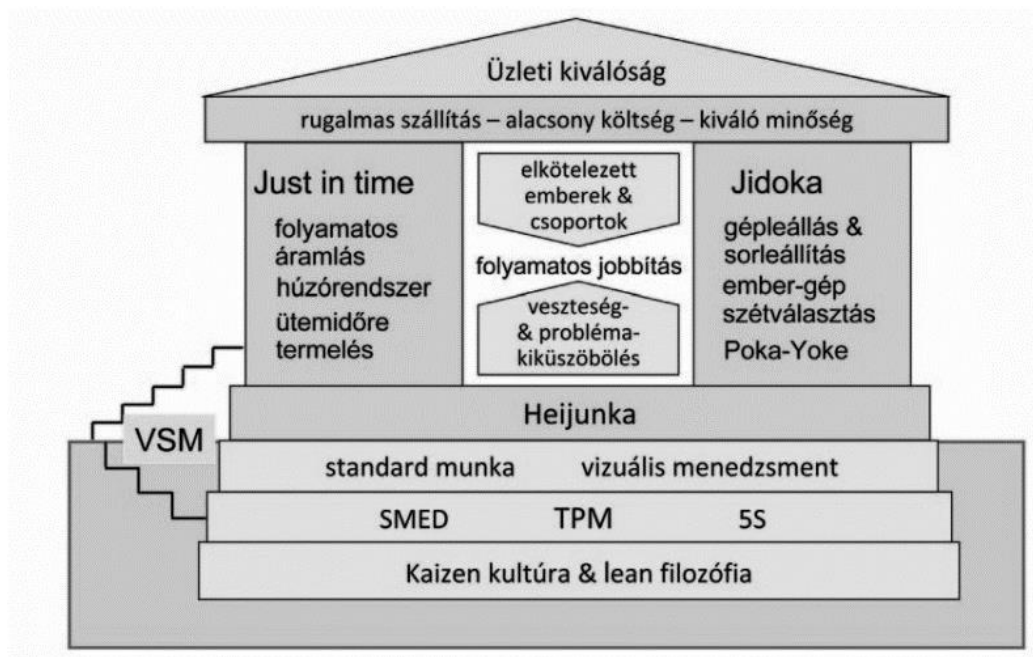
Az Ishikawa-diagram számos okot tárhat fel, amelynek következtében az okokat meg kell szüntetni, amely után újabb minőségi elemzést célszerű elvégezni, amely ellenőrzi, hogy valóban sikerült-e megszüntetni az okokat, valamint a változtatás során nem keletkeztek-e más és újabb hibák. (Turcsányi, 2014)

2.4. A lean menedzsment

A lean menedzsment a Toyota termelési rendszerből (Toyota Production System, TPS) nőtt ki magát. A lean egy angol szó, amelynek a magyar jelentése karcsú, rugalmas, könnyed, emiatt "karcsúsított gyártásnak" is szokták nevezni. A TPS rendszer alapelveihez lehet sorolni a folyamatos fejlesztést és- gyártást, a szabványosítás hatékonyságának növelését és a veszteségek minimalizálását. A lean szemléletet nem csak gyártással kapcsolatos folyamatokra lehet használni, hanem üzleti, logisztikai folyamatokra és szolgáltatásokra is kiválóan alkalmas. (Koloszár, 2017)

A lean napjainkra világszerte elterjedt, és a vezető multinacionális vállalatok aktívan alkalmazzák. A lean szemlélet egyfajta gondolkodásmód, aminek hosszútávú alkalmazásával lehet jelentős eredményt elérni úgy, hogy a szervezet minden tagjának (dolgozók, vezetőség) el kell fogadni és fel kell fogni a lean szemlélet fontosságát, valamint ezek alkalmazását. (Topár, 2009)

A szemlélet célja, hogy minimalizálja vagy megszüntesse a nem értékteremtő műveleteket, emellett a legszükségesebb erőforrásokat használja fel, valamint vevő által megkívánt minőségben adja a termékeket és szolgáltatásokat. (Gyenge et al. 2015)



4. ábra: A lean ház

Forrás: Veresegyházy 2011, p.33.

A lean ház alapja a kaizen eszközökre épül, mert ezek az eszközök kiválóan alkalmasak a problémamegoldásra, javaslatokra, munka standardizálásra, magas szintű vizualizálásra és gyors átállásokra. A háznak ahogyan 4. ábrán látható két pillérje van. Az egyik a megfelelő időben (just in time, JIT) rendszer, aminek a fő elemei a külső és belső vevői igényeknek megfelelő gyártás, az egydarabos folyamatos áramlás és a húzórendszer. A ház másik pillére a jidoka, amely a JIT számára biztosítja, hogy ne keletkezzen selejt, esetleg ha mégis keletkezne, akkor az ne kerülhessen át a következő feldolgozási helyre. A jidoka pillérnek a fő feladata az ember-gép szétválasztása, a másik pedig a gép- és sorleállítás. A leállításoknak két változata létezik. Az egyik az, amikor probléma esetén a gép automatikusan leállítja magát, így nincs szükség gépkezelőre, aki leállítsa. A másik eset, amikor olyan esetek történnek (főleg összeszerelő sorok esetén), amikor probléma esetén a dolgozóknak kötelességük leállítani az egész gyártósort. Az előbb felsorolt módszerek alkalmazásával költséghatékonyabban lehet termékeket előállítani, valamint meg lehet akadályozni a selejtmennyiségek magas számát. (Veresegyházy, 2011)

A fenti ábrán látható eszközök együttes alkalmazása révén számos lehetőséghez és előnyhöz képesek jutni a vállalatok, amelyekkel észrevehető és megelőzhető a hibák, ezen kívül a veszteségek csökkenthetők és megszüntethetők. A lean módszerei nagyon

egyszerűek, de ennek ellenére alkalmazásaik általában igen sok nehézségbe ütköznek, illetve lassú, de kitartó megvalósítást nyújt, bár fontos megemlíteni, hogy minden vállalatnál azonosak az alapelvek, de azok alkalmazása igen különböző módokon keresztül vezethet a sikerhez. (Topár, 2009)

A lean fejlesztés lépcsői (alapelvei) a következők:

- Érték (value),
 - Értékáram (values stream),
 - Folyamatos áramlás (flow),
 - Húzó rendszer (pull),
 - Folyamatos fejlesztés (perfection, continuous improvement, kaizen).
- (Veresegyházy, 2011)

Az alapelvek közül a „Húzó rendszer” gyártás kialakítás rész egy alpontját szeretném kiemelni a szakdolgozatomban, mert úgy vélem, hogy az alapelvek közül ez a legfontosabb szempont, mert rendkívül fontos szerepet játszik a pazarlás minimalizálásában és a költség-csökkentésben.

A húzórendszer módszerei az alábbiak:

- Just in time (JIT),
- Egydarabos áramlás (One Piece Flow, OPF),
- Ütemidő-tervezés (Takt Time),
- Kanban,
- Heijunka,
- SMED (Single Minute Exchange of Die),
- Jidoka. (Kolozsár, 2017)

A lean menedzsmentnek nagyon sok módszere és technikája létezik. A módszerek közül a szakdolgozatomban témájából eredően a SMED módszert választottam ki, amit részletesen bemutatok a következőkben és ismertetek mások által végzett kutatási eredményeket.

A járműiparban az alkatrészgyártás elengedhetetlen folyamata a termelőberendezések átállítása és szerszám cseréje, amikor termékváltásra kerül a sor. Az átállások idejét minimalizálni kell, mert ez üres járat, vagyis nem produktív idő. A Toyotánál ezt a tény

olyan komolyan vették, hogy a karosszériaelemek préselésére szolgáló gépek szerszámcserejének időtartamát fél műszak időről három percre csökkentették. Ennek eredményeképp felgyorsult az anyagáramlás a gyártási fázisok között, mert a vevői igények szerint gyakorta minden elem gyártásra kerül. (Veresegyházy, 2011)

A sorozatgyártásban elvárt a széles termékportfólió és az alacsony darabszámú alkatrészgyártás, viszont ez a gyártásfajta hajlamos megnövelni a beállítási időt, ezzel csökkentve a termelékenységet. Az ilyen típusú helyzetekre a lean gyártás fontos szerepet játszik, mert képes a vevői igények kielégítésére, termelékenység növelésére, nagyobb rugalmasságra és gyors átállási időre. Átállási időnek nevezzük azt az időtartományt, amely egy adott sorozat utolsó termékének, és az azt követő sorozat első termékének előállítása között telik el. (Deepak et al. 2018)

2.4.1. SMED

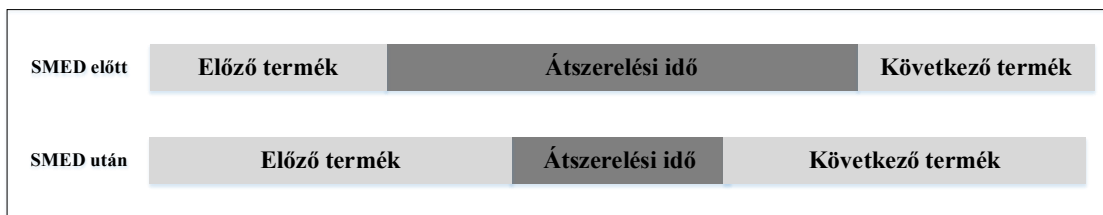
Az egyperces szerszámcsere (Single Minute Exchange of Dies, SMED) az 1950-es években Shiego Shingo által bevezetett lean gyártási technika. Az „egyperces” kifejezés, amely a beállítási időt 10 percnél rövidebb időre, pontosabban egy számjegyű időre történő csökkentésre helyezi a hangsúlyt. A módszer eredetileg egy szerszámcsere folyamat tanulmányozásán keresztül alakult ki, válaszul az egyre kisebb gyártási tételméretekkkel kapcsolatos, vevői igényekhez szükséges rugalmassághoz és a felmerülő igényekhez. (Berna, 2011)

A SMED egy folyamatalapú innovációs technika, ahol az alábbi tevékenységeket különböztetjük meg:

- Belső tevékenység (internal): a beállítás azon része, amelyet a gép leállítása közben kell elvégezni,
- Külső tevékenység (external): a beállítás azon része, amely a gép működése közben elvégezhető. (Deepak et al. 2018)

A módszer lényege, hogy a belső tevékenység külső tevékenységgé alakításával csökkenteni lehessen a beállítási időt. Ez a technika magába foglalja az átállás során végzett összes tevékenység elemzését, így a nem hozzáadott értéket képviselő tevékenységet meg lehessen előzni, vagy külső tevékenységgé lehessen alakítani. (Deepak et al. 2018)

Alkalmazhatóságát tekintve alkalmazható új gyárak tervezéséhez és már meglévő gyárak javítására irányuló intézkedésekhez is egyaránt. Számos iparágban köztük az öntőiparban, gyógyszeriparban, autóiparban, átalakítóiparban, kohászati iparban és textiliparban is remekül használható. A SMED alkalmazásával jelentős javulást értek el, a kezdeti adatok szerint a beállítási idő 25%-tól 85%-ig terjedő csökkenést mutatott a beállítási idő. A csökkentett beállítási idővel a termelés rugalmassága is bővült, mert lehetővé tette a termékkeverék gyakoribb változtatását, illetve nőtt a gép és berendezések kihasználtsága. (Berna, 2011)



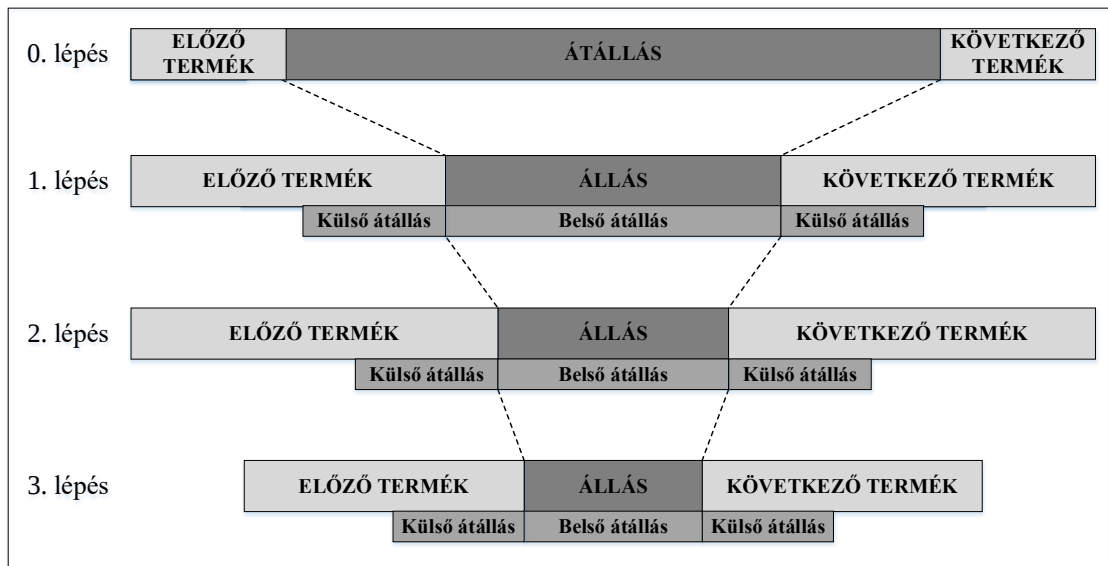
5. ábra: SMED módszer használat előtti és utáni átszerelési idő aránya

Forrás: saját szerkesztés

A SMED módszer használatának több lépése van, amelyet a szakirodalmak máshogy értelmeznek. Ez azért van így, mert számos iparágban alkalmazható módszerről van szó, így iparáganként eltérőek az alkalmazott módszerek és lépések. A szakirodalmak átolvasását követően megállapítható, hogy a SMED módszernek 3 fő lépése van, amely az alábbiak szerint történik:

- 1. lépés: A belső és külső beállítás szétválasztása,
- 2. lépés: A belső beállítás átalakítása külső beállítássá,
- 3. lépés: A beállítási művelet minden szempontjának racionalizálása. (Berna, 2011)

Shingo módszertana szerint a fentiekben említett lépéseket megelőzi egy nulladik lépés, ahol szükség van a folyamatok megértésére. Ez a nulladik szakasz azért olyan fontos, mert szükséges minden tevékenységet és folyamatot megismerni, hiszen ennek segítségével lehet azonosítani a külső és belső tevékenységeket, illetve olyan területeket tár fel, amelyek fejlesztésre szorulnak. (Berna, 2011)



6. ábra: Belső és külső tevékenységek átállítása

Forrás: saját szerkesztés

Deros B. M. tanulmánya szerint a SMED-nek létezik egy bővített változata is, amely az alábbi nyolc technikából áll:

- Belső és külső beállítási műveletek szétválasztása,
- Belső és külső beállítás átalakítása,
- Funkció szabványosítása,
- Funkcionális szorítók használata vagy a kötőelemek teljes kiküszöbölése,
- Közbenső szerkesztők használata,
- Párhuzamos műveletek alkalmazása,
- Beállítások megszüntetése,
- Gépesítés. (Deros et al. 2011)

A SMED használatával számos előnyhöz lehet jutni. Többek között lehetővé teszi a kisebb tételek gyártását, rugalmasabbá a termelési rendszert, ezen kívül pedig a alábbiakban felsorolt tényezőket csökkenti:

- Gépek leállítását,
- Nem hozzáadott értéket képviselő műveleteket,
- Beállítási selejtet,
- Beállítási munkaköltséget,
- Termék átfutási idejét,
- Termelékenységet,
- Eszközök kihasználtságát,
- Gyártási költségeket. (Bidarra et al. 2018)

Szakirodalmak szerint a módszertan nem egy lehetséges megoldás az adott problémára, hanem egy folyamatos és fokozatos folyamat. A módszertan eredményei alapján bármelyik gyárban és gépen lehet csökkenteni a beállítási időt több óráról egy számjegyű percre. (Arul et al. 2023)

2.5. Kutatási eredmények ismertetése

Számos olyan tanulmány van, ahol a beállítási idők csökkentésére a SMED módszert alkalmazták. Az elkövetkezőkben bemutatom, hogy más személyek milyen kutatási eredményeket értek el átállási idők csökkentésében.

Deros B.M. egy akkumulátorgyárban végezte el kutatását, ahol 9 szerszámbeállítási tevékenység közül kiválasztotta azt a két szűk keresztmetszetet, amelyek a leghosszabb idejű beállítási tevékenységek voltak. A kijelölt beállítási tevékenységeken változtatásokat és fejlesztéseket vezettek be a hevederre öntésben és a hőpecsételőgépnél. A végeredménye az lett, hogy a hevederre öntésnél 13 feladatot 7 feladatra csökkentettek, ezáltal a teljes beállítási idő 52 percről 24 percre redukálódott. Ez összesen 28 perc változást jelent a korábbi eredményekhez képest, amely alapján a beállítási idő 54%-kal csökkent. A hőpecsételőnél a 12 feladatot 5 feladatra redukálták, ezáltal a teljes beállítási idő 36 percről 19 percre csökkent. Itt 17 perc különbség figyelhető meg, amely a korábbi beállítási eredmények 47%-át teszi ki. (Deros et al. 2011)

Berna Ulutas a KKV szektor egyik fröccsöntőprésénél végezte kutatását, ahol hungarocell gyártás folyik. Az üzemben 115 szerszámmra vonatkozóan elemzéseket végzett el a szerszámok fizikai tulajdonságain, használatuk gyakoriságán és a kezelési távolságokon. Az elemzés során kiválasztotta a legproblémásabb gépeket, majd az SMED módszer alkalmazásával. A tanulmánya szerint automatizált anyagmozgató berendezés használatával 11 perc 21 másodperces csökkenést ért el. (Berna, 2011)

Jonalee D. egy varrodában végzett kutatást SMED módszertan segítségével. Az elemzés során nehéz volt a termékeket összehasonlítani ebben az iparágában, így csak a hasonló stílusú termékek közötti váltásról tudott kutatást végezni. A SMED alkalmazását követően a gép beállítási ideje növekedett, de a kötegetelt beállítási idő, bemutató idő és az időkésés csökkent. Az átállási idő 404 percről 266 percre csökkent, így 34%-kal csökkent. (Jonalee, 2014)

T.G. Arul és társa egy présüzemben alkalmazta a SMED módszert, ahol kiválasztott folyamaton szabványosítást hajtottak végre, emellett új karbantartási pontokat vezettek be és bizonyos eszközök használatát szüntették meg. Átállási dokumentumokat írtak elő, ahol lépésről lépésre leírták a beállítási műveleteket és tisztítási tevékenységeket, és ezek alapján hivatalosan kiképezték az ott dolgozó munkásokat. A teljes beállítási idő végeredménye 76 percről 9 percre redukálódott, azaz 80%-os csökkenést tudtak elérni. Ennek eredményeként nőtt a kapacitás, a rugalmasság és a présüzem leltárkészlete. (Arul et al. 2023)

Deepak Mauray szintén egy présüzemben végzett kutatást, ahol meghatározta a súlyponti szerszámokat és a szűk keresztmetszetet, amelyeken mély és alapos elemzést végzett különböző minőségirányítási eszközökkel. A SMED alkalmazásának eredményeként a szerszámcsere ideje összességében 35,5 percről 24,5 percre csökkent, így 31%-os redukálódást ért el. (Deepak et al. 2018)

Andreia Simoes Deepak Mauray-hez hasonlóan szintúgy présüzemben végzett kutatást, ahol mély elemzést végzett és feltárt 7 olyan hibát, amelyet javítani tudtak. Új robotokat telepítettek a gépsor végére, két operátort helyeztek el minden automatizálási cellába, valamint az automatizálás sorrendjén is változtattak. A módosítások végrehajtását követően 31%-os javulás volt megfigyelhető a szerszámok átszerelési idejében. (Andreia, Alexandra, 2010)

3. PRÉSÜZEMI FOLYAMATOK BEMUTATÁSA

A szakdolgozatom könnyebb megértése érdekében ebben a fejezetben röviden reprezentálom a présüzemet és a présüzemhez tartozó folyamatokat. A folyamatok közül először ismertetem, hogyan lesz tekercsből levágott lemez, majd a lemeztől hogyan jutunk el egy kész préselt elem alkatrészig. A présüzemi folyamatok bemutatáshoz szükséges információkat a témavezetőm és munkatársaim személyes közlései alapján ismertem meg.

3.1. Présüzem bemutatása

A világban számos présüzem található és több különböző iparágat szolgálnak ki. A vállalat présüzemében karosszériaelemeket gyártanak a vállalat telephelyei és konszern márkái számára. Az üzem 28 000 m² alapterületű csarnok, ahol közel kétszáz dolgozó járul hozzá munkájával a vállalat sikerességéhez.

Az itt zajló tevékenységek alapvetően értékteremtő és támogató munkafolyamat köré csoportosíthatók. Ezek a fő csoportok az alábbiak:

- Termelés: lemezek vágása és préselése,
- Karbantartási folyamatok: gép- és szerszámkarbantartás,
- Minőségbiztosítási folyamatok: présüzem saját és minőségbiztosítás általi alkatrész vizsgálatok,
- Logisztika: tekercs-lemez és készalkatrész logisztika.

A 7. ábrán látható a présüzemi csarnok felülnézete, ahol számokkal jelöltem azokat a területeket, amelyeket bemutatok röviden.



7. ábra: A présüzem csarnok layout

Forrás: saját szerkesztés

A csarnokon belül két berendezés található. A lemezvágógép berendezésnél (7. ábra 1. szám) tekercsből állítják elő az alumínium-, és acéllemezeket a konzernen belüli présgépek számára. Tekercsből a lemezeket a vágógép képes négyzet, trapéz, rombusz és egyedi forma alakra vágni. A másik berendezés a présgép (7. ábra 2. szám), ahol a lemezekből kész alkatrész elemek préselése történik. A présgépnél történik a csomagtartók, sárvédők, motorháztetők, tetők és oldalelemek préselése. A szerszámok karbantartás a 7. ábra 3. szám helyen helyezkedik el. Ezen a helyen a vágó- és présszerszámok takarítása, karbantartása és javítása zajlik.

A szerszámoknak és tekercseknek külön raktára van az üzemben belül. Az előbb említetteknek igen nagy tömegük (kb. 20-50 tonna) van, így az üzemben belül 3 daru segítségével történik ezek mozgatása. A beérkezett tekercseket és a vágószerszámokat a vágógép mellett tárolják (7. ábra 8. szám), amelyeket daru segítségével lehet mozgatni a folyamathoz szükséges helyükre. A vágógéphez tartozik egy paletta raktár is (7. ábra 7. szám), amely távol van a géptől, de helyhiány miatt közelebbi helyen nem megoldható a tárolás.



8. ábra: A vágószerszámok és a tekercek raktára

Forrás: saját szerkesztés

A présszerszámok raktára a présgéppel szemben található (7. ábra 4. szám), ahol a szerszámokat tárolják különböző raktárstruktúra szerint, amelynek elrendezése segíti a külső átállási tevékenységet (szerszámok daruval való pakolása).



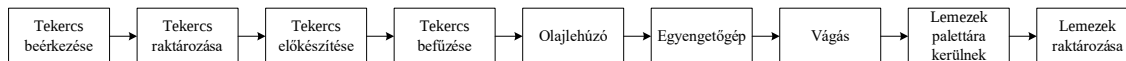
9. ábra: A présszerszámok raktára

Forrás: saját szerkesztés

A félkész- illetve késztermékeket raktározni kell a csarnokon belül. Azokat a lemezeket, amelyek a magyarországi telephelyű présgéphez lettek termelve azokat a 7. ábra 5. számú helyen raktározzák. Az elkészült alkatrészeket pedig a 7. ábra 6. számú helyén helyezik el a targoncavezetők.

3.2. Vágógépnél történő lemez előállítási folyamata

A vágógép csarnok hajójában történő folyamat, azaz a tekercs beérkezésétől a kész lemez raktározásáig a 10. ábrán látható folyamat szerint történik:



10. ábra: A lemezelőállítási folyamat

Forrás: saját szerkesztés

A folyamat kezdete a tekercseknél kezdődik, ahol elsőként külső beszállító biztosítja a lemeztekercs ellátást. A csarnokba beérkezett tekercset egy híddaru, más néven futódaru segítségével szállítják a lemeZRaktár megfelelő helyére, ahol egy úgynevezett lemeztekercs bölcsőbe helyezik. A becsomagolva érkezett tekercseket kicsomagolják, majd ezt követően a munkatárs ellenőrzést hajt végre a tekercsen és megvizsgálja, hogy a beszállító által jóváhagyott méretekkal megegyezik-e. A vizsgálatokat követően megállapítják, hogy találtak-e valamilyen hibát, mert abban az esetben, ha a tekercs sérült, szennyezett, vagy ovális alakja van, akkor reklamációt igényelnek a beszállító felé.

A következő szakaszban történik a tekercs alapanyag előkészítése, ahol daru segítségével egy úgynevezett rakodószékbe helyezik a tekercset, amely biztosítja a tekercs forgatását. Minden tekercsnél felületi szennyeződések miatt minimum egy kört levágnak a tekercsből, melyet csomagolási selejtként kezelnek.

Vágási terv alapján különböző ellenőrzéseket végeznek el, valamint a tervek alapján kiválasztják a lemez befűzési módját, ami lehet felső vagy alsó befűzés. A műveletet követően a gépben elhelyezkedő tüske segítségével a tekercset bevezeti a lemezvágó berendezésbe.

Miután a tekercs bekerül a vágó berendezésbe, akkor az első fontos lépés az olajlehúzó részegység. Tekercselés során a kenőanyag az alapanyag szélére kerül, így egyenlőtlen lesz az eloszlás. Ezért a megelőzés érdekében olajlehúzás szükséges, amit az olajlehúzó állomás segít egyenletesen elosztani a felületen.

A lemez következő állomása a berendezésben az egyengető géphez vezet, ahol az anyagot kiegyenesítik, mert a lemez feltekert állapotban érkezik meg. Ennél az állomásnál

különbséget kell tenni alumínium és acél anyag között, ennek okán két fajta egyengető kazetta van beépítve a berendezésbe, amiknek a felépítésük azonos, de az anyagok eltérő szerkezeti tulajdonsága és különböző kenőanyagok miatt külön kazettát igényelnek.

A lemezek következő állomása a hurok, aminek az a feladata, hogy az egyengető által a tekercsben keletkezett feszültséget csökkentse. Mellette a hurok pufferként is szolgál, mert az előtolás a vágás végéig megáll, azonban a tekercs folyamatosan forog. A hurok mélysége 3000 és 5500 mm közötti értéket vehet fel, amely minden alkatrésznél különböző. A mélység mértéke az előtolás függvénye, azaz minél magasabb az előtolás mértéke, annál nagyobb hurkot kell alkalmazni. Ennek az értéknek a beállítása rendkívül fontos, mert hibás beállítás esetén a gép végén ledobási hibát okozhat, így a levágott lemez éle deformálódhat, ami minőségi problémákhoz vezet.

A folyamat következő szakasza a vágási művelet, ami a vágószerszámok használatával történik. Minden szerszámhoz tartozik egy vágási terv dokumentum, amely tartalmazza a szerszámhoz tartozó megfelelő beállításokat.

A teríték előállítása két fajta módon történhet. Az egyik univerzálisan állítható, míg a másik formára gyártott szerszámmal lehetséges. Az univerzális szerszám esetében meg kell adni a megbízáshoz tartozó vágási értékeket, szögeket és méreteket. A forma szerszámnak a bonyolultabb alkatrészeknél van jelentősége, mert ezek az eszközök a vágás mellett különböző lyukak és alakzatok előállítására is képesek.

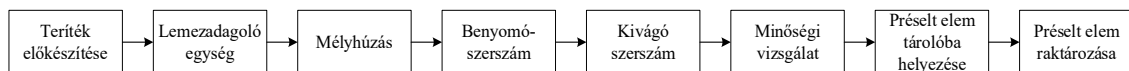
A levágott alkatrészeket teleszkópos szállítószalag továbbítja az asztalok felé. A megfogást és a ledobást egy megadott program alapján hajtják végre: az acél alkatrészeket mágnessel, az alumínium alkatrészeket pedig vákuummal mozgatják. Minden alkatrésznek megvannak a maga ledobási pontjai, amelyek, ha pontatlanul vannak megadva minőségi hibát okozhatnak a terítéken, illetve a követő préselési folyamatban a rossz pozícionálás miatt akadályozhatja a gép zavartalan működését.

A ledobást követően a levágott lemezek palettára kerülnek, amelyet anyagkísérő lappal (MBS kártya) látnak el. Az anyagkísérő lap tartalmazza a lemezalkatrészek legfontosabb gyártási és logisztikai adatait. A palettán elhelyezkedő lemezeket támasztó oszlopokkal látják el, ezzel megakadályozva a lemezek elcsúszását szállítás során. Minden palettát minimum négy ponton kell megtámasztani, hogy minden irányból biztosítva legyen a stabilitása.

Utolsó lépésként a kollégák targoncával a lemezraktárba szállítják a palettákat. A betárolás után szabad raktárkészletre kerülnek az alkatrészek, melyek a követő préselési folyamatban szabadon lehívhatók válnak.

3.3. Présgépnél történő préselem előállítási folyamata

A présgép csarnok hajójában történő folyamat, azaz a lemezalkatrészek lehívásától a kész préselt elem raktározásáig a 11. ábrán látható folyamat szerint történik:



11. ábra: A préselés folyamata

Forrás: saját szerkesztés

A lemezalkatrészek lehívását követően a teríték előkészítése zajlik. A művelet során mérőgépek segítségével ellenőrzik a lemezek felületi érdességét, valamint a kenőanyag mennyiségét. Majd a mérési eredményeket követően, ha minden paraméter megfelelő, akkor eltávolítják a palettán lévő támasztó oszlopokat, majd behelyezik a lemezadagolóba.

A lemezadagoló egységben (Front of Line) történik a munkadarabok kifeszítése. A kifeszítés acél anyagok esetében mágnessel, míg alumínium anyagoknál fűvókák segítségével történik.

A megmunkálás első állomása a mélyhúzás, ahol a robotok automatikus központosítást követően a húzószerszámba helyezik a lemezt. A szerszám felépítése szempontjából megkülönböztetünk egyszeres és kétszeres működésű szerszámot, ami azt jelenti hogy a szerszám felső és alsó részből épül fel. A gyártás során a felső és alsó rész nyitott állapotban van a berendezésben. A felső rész elindul lefelé, és lenyomja az alkatrészemelőn lévő terítéket. Miután a felső rész felfelé indul, a robot áthelyezi a következő állomásra.

A folyamat következő állomása a benyomószerszám, amely általában 1-3 operáció. A művelet kezdetekor a felső és alsó rész nyitott állapotban van. A felső rész elindul lefelé, és lenyomja a lemezt, majd a szerszám felfelé indul, és a robot áthelyezi a következő állomásra.

A munkadarab megmunkálásának utolsó állomásai kivágó szerszám, amely általában 1-2 operáció. A művelet kezdetekor az előző állomásokhoz hasonlóan az alsó és felső szerszámfél nyitott állapotban van. A felső rész elindul lefelé, és lenyomja a leszorító emelőn lévő lemezt.

A munkadarabok megmunkálása termékenként eltérő. Általában a legtöbb termék 5-6 szerszámfolyamaton (operáción) megy keresztül, de léteznek olyan termékek is, amelyhez 3-4 szerszám tartozik. Azoknál a termékeknél, ahol a 6 állomás közül valamelyikhez nem tartozik fizikailag szerszám, azon az állomáson egy úgynevezett „üres állomás” kerül beépítésre, azért, hogy a robotok a szállítószalagig végig tudják léptetni a préselemeket.

A kifutószalagnál (End of Line) történik a kész préselt elemek minőségi vizsgálata és betárolása. Az elemeket első körben a présgép kifutószalagjánál dolgozó ellenőrök végzik, akik rotációs ellenőrzési terv alapján zónánként elvégzik az alkatrész vizuális vizsgálatát és a részleges lehúzást. A lehúzás külső felületeknél húzókövel, a belső felületeknél csiszolószivaccsal és tapintással történik. A húzókövel jól láthatóvá válnak a felületi hibák az alkatrészeken.

A második szabályozó kört minőségbiztosítási asztalon végzik. Itt a területen dolgozó munkatárs szűrőpróbaszerűen a termelés minden 400. darabját részletes ellenőrzés alá veti a központi minőségbiztosítás által kiadott ellenőrzési terv alapján. A vizsgálat során, ahol eltérések vannak, azokat hibajelölő lapokon rögzíti, melyek alapján meghatározhatók az alkatrészek súlyponti hibái.

A minőségi ellenőrzést követően a munkatársak a leszedési terv alapján az előírt tárolóba helyezik az alkatrészeket. A teli tárolókat anyagkövető lappal (MBS kártya) látják el, majd a logisztikai munkatársak targonca segítségével a logisztikai raktárba szállítják. A présüzemi raktárba való betárolás után az alkatrészek útja a karosszériaüzembe vezet a FIFO felhasználás szigorú betartása mellett.

3.4. Átállási folyamatokhoz tartozó definíciók tisztázása

Az elemzés megértése végett fontosnak tartom, hogy a következő fogalmak tisztázásra kerüljenek:

Minden termék termelésekor az időket és a gépállásokat rögzítik a rendszerben. A termelés folyamán, ha a gépben bármilyen hiba felmerül, akkor automatikusan leállítja magát, de vannak olyan esetek is, amikor a gépkezelők állítják le a gépet. Az ilyen állásokat állásidőknek nevezzük. Amikor gépállás van, akkor a rendszer „Állásidő indoklás hiányzik”-ot jelez ki, és ezt a hibát a gépkezelőknek kell a megfelelő hibaként elkönyvelni.

A présüzem működésben az alábbi kifejezéseket fogom használni a szakdolgozatom során:

- P és R státusz: minden állásidőnek van egy státusza, amelynek két esete lehet:
 - Ha termelés zajlik, akkor P státusz van. A „P” jelölés a Produktion szóból származik, amelynek a jelentése termelés,
 - Ha átszerelés zajlik, akkor R státusz van. Az „R” jelölés a Rüsten szóból ered, amelynek a jelentése elkészül, felkészül, de ebben az esetben az átszerelésre utal.
- Technikai átszerelési idő: az az idő, amikor az előző termékhez és a következő termékhez tartozó szerszámok között fizikailag csere/átállítás zajlik,
- Átszerelési zavar idő: az egész átszerelési folyamat alatt felmerülő gépállási idő, amíg az első kész darab,
- Átszerelési idő (összeadott): az előző termék utolsó darabja és a következő termék első darabja között eltelt idő,
- Operáció: az alkatrész megmunkálási folyamat száma (fizikailag ennyi darab szerszám)



12. ábra: A prés gép operációi

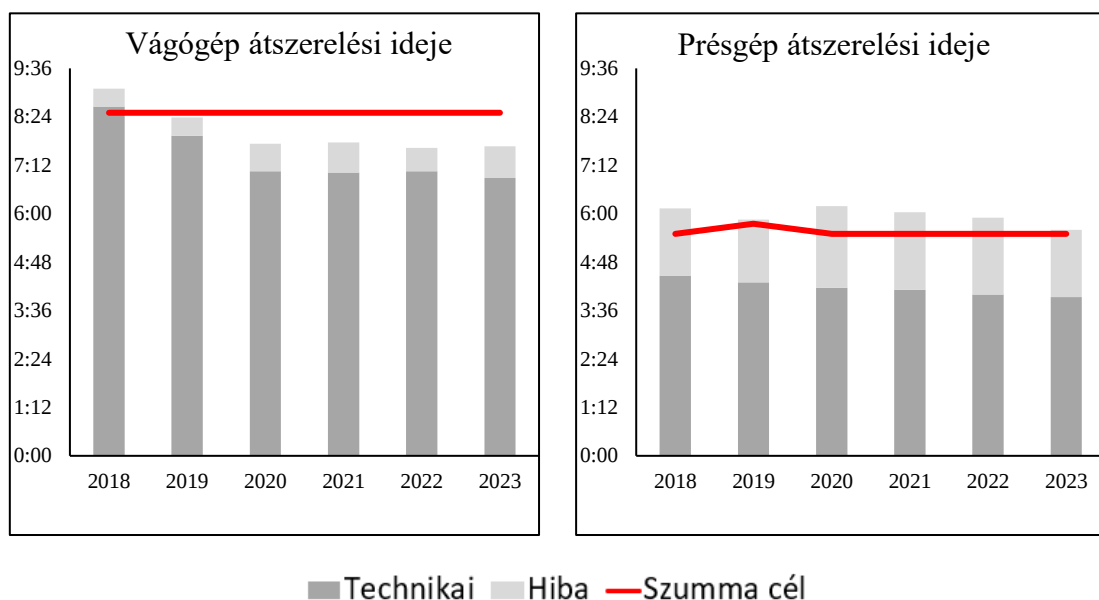
Forrás: saját szerkesztés

A 12. ábrán egy szerszámcsere előtti állapotot láthatunk. A képen egy szériamodell oldalfalának a szerszámai láthatók, amelyhez fizikailag összesen 6 darab szerszám tartozik. Vagyis egy lemez 6 operáción (szerszámon) megy keresztül, tehát ennyi megmunkálási állomása van, amíg a kész darab el nem készül.

4. ELEMZÉS

Ebben a fejezetben bemutatom, hogy milyen elemzéseket hajtottam végre és milyen kutatási eredményeket találtam az átszerelési idők csökkentésére. Az elemzést a vágószerszámok és a prészserszámok esetén is egyaránt elvégeztem. A szakdolgozat megengedett terjedelme miatt a vágószerszámok esetén csak olyan elemzéseket fogok bemutatni, amelyekből súlyponti következtetéseket lehet levonni. Részletesebb elemzést a prészserszámok esetén fogok bemutatni, mert ezen a gépen évről évre az átállási idők meghaladják a meghatározott célértéket.

Az elemzés elkezdése előtt megnéztem a két gép esetén, hogy az évek során az átszerelési idők hogyan változtak 2018-2023 között, amelyet az 13. ábrán láthatunk:



13. ábra: A két gép átszerelési idejének átlaga 2018-2023 között (perc)

Forrás: saját szerkesztés

Ahogy a fenti diagramon látható a vízszintes tengelyen az évek, függőleges tengelyen pedig az átlagos percek vannak ábrázolva. A két gép között nagy eltérés van, ennek elsődlegesen technológiai okai vannak. A két diagramon sötétszürke színnel vannak jelölve a technikai átszerelési idők, a világosszürke színnel az átszerelési zavar idők, míg piros színű vonallal az előző két fajta átszerelési idő összegének a célértéke. A 13. ábrán látható, hogy a vágógép esetén apró javulások voltak az átszerelési időkben, és 2018 kivételével minden évben célérték alatt volt az átszerelési idő. A présgép esetén látható,

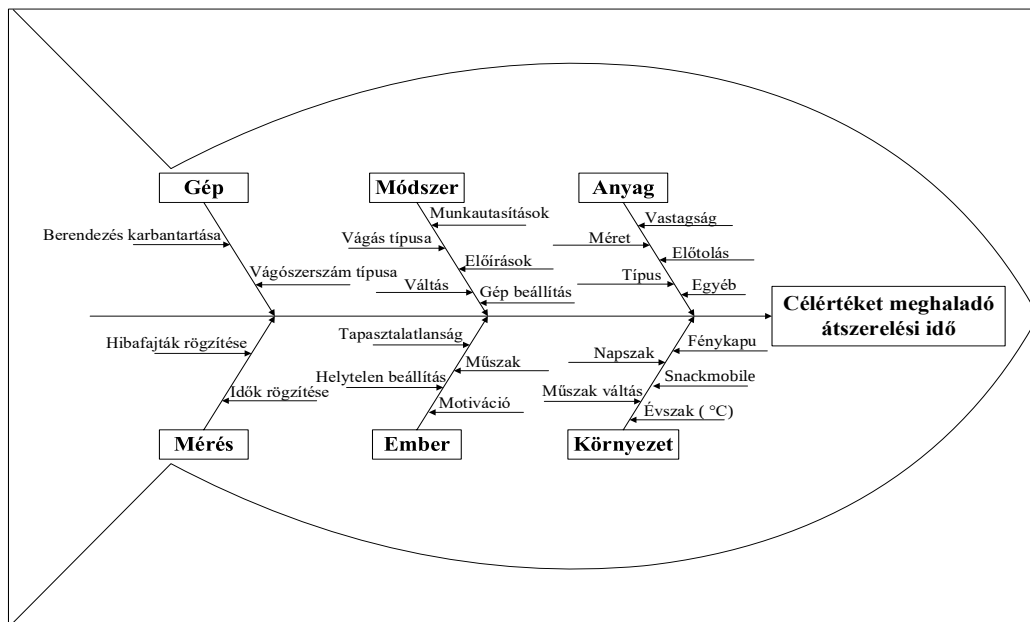
hogy 2019 kivételével minden évben célérték felett volt az átszerelési idő és mellette átlagosan magasabb az átszerelési zavaridő, mint a vágógép esetén.

A két gépet különböző módon elemeztem az operációk száma és más gyártástechnológiai különbségek miatt. A vágógépnél csak egy operációs műveletek léteznek, ezért itt a két különböző termék szerszámaik közötti váltásokhoz tartozó időket és tulajdonságokat vizsgáltam meg. A présgépnél 3-6 operáció fordul elő, azaz ennyi különálló szerszámot használó műveletek léteznek. Ezért a présgépen nem az egymás utáni váltásokat vizsgáltam meg, hanem az adott szerszámokhoz tartozó állásidőket, amelyek már nem a technikai átszerelési időhöz, hanem az első kész darabig felmerülő zavaridőhöz tartoznak.

Az adatok elemzése előtt az adatokon tisztítást hajtottam végre. Elsőként töröltem az olyan adatokat, ahol fizikailag nem történtek szerszámcserek, de a rendszer rögzítette átállási időnek. Ilyen esetek volt a szerszámok tervszerű karbantartása és a még nem szériamodellek termelése.

4.1. Vágógép átállási idők elemzése

A vágógépen az adatokat 2022 áprilisa és 2023 márciusa között rögzítettem, azaz 1 éves időtartamot vettem figyelembe. Az elemzést először Ishikawa-diagrammal kezdtem, amelynek segítségével feltártam azokat a hibaokokat, amelyek a vágógép célértéket meghaladó átszerelési idejét okozzák, amelyet a 14. ábrán láthatunk.



14. ábra: Ishikawa-diagram a vágószerszámok célértéket meghaladó átszerelési idő problémára

Forrás: saját szerkesztés

Az ábrán látható, hogy melyek pontosan azok az okok, amelyek a problémát előidézik. Szerintem a legfontosabb okcsoport a mérés, mert az időrögzítésre kerül, amely problémát okoz abban, hogy a technikai és az összesített idő mértéke mennyi. Továbbá nagy problémát okoz a hibafajták besorolásának rögzítése is. Gépoldalról megközelítve a problémát, az egyik hibát okozó tényező a vágószerszám típusa, mert ha a három típus (ív, szög, forma) között kell váltani, akkor eltérő beállításokat kell elvégezni a gépkezelőknek. Ezáltal vannak olyan esetek, amikor egy beállítás kevesebb időt vesz igénybe, de van olyan eset is, amikor több időt vesz igénybe. A vágószerszám mellett fontos megemlíteni a berendezések karbantartását is, hiszen fontos a tervszerű karbantartás a vágógépen, mert ezzel el lehet kerülni olyan állásidőket és hibákat, amelyek szerszámcseré folyamat közben fordulnának elő. A módszerek közül az egyik legnagyobb befolyásoló tényező a váltások betervezése. Több olyan fizikai paraméter van, amelyet be kell állítani átszerelés közben, és ezek több időt vesznek igénybe. Fontos

még megemlíteni a módszerekhez a munkautasításokat és előírásokat is. Az anyag szempont szerint az alapanyag típusa (alumínium, acél) az egyik fő befolyásoló tényező, mert a két típus váltásánál a gépkezelőnek át kell állítani többek között az egyengető kazettát. Befolyásoló tényező még a lemezek vastagsága, szélessége, hosszúsága és az előtolás mértéke, de egyéb tényezők is előfordulhatnak. Emberszempontról szerint befolyásoló tényezők lehetnek a műszakok, mert minden műszakban más gépkezelők dolgoznak különböző motivációval és tapasztaltsággal. Környezetszempontról szerint az egyik okozat a napszak, mert valószínűleg éjszakai műszakban a gépkezelők másképp dolgoznak. A napszak mellett fontos megemlíteni a fénykaput. Csere közben gyakran előfordul, hogy bárki akaratán kívül belép a tiltott zónába és emiatt leáll a szerszámcsere fizikailag. Az újraindítása sok időt vesz igénybe, ezáltal az átszerelési idő jóval hosszabb lesz az átlagosnál.

A továbbiakban a fő hibaokok közül kiválasztottam azt a két főcsoportot, amelyen részletes kutatást végeztem, és ahol kiemelkedő eredményeket találtam. Az egyik hibacsoport az anyag, ahol megvizsgáltam az átszerelési időt befolyásolható anyagok és szerszámok fizikai tulajdonságait. A másik csoport pedig az emberi tényező, ahol a három műszak teljesítményét hasonlítottam össze egymás között.

4.1.1. Szerszámszintű elemzés a vágógépen

Az elemzéshez több forrásból kigyűjtöttem azokat az adatokat, amelyek egy adott szerszámhoz tartoznak. Az adatok összegyűjtését követően a rendszerből összegyűjtöttem az összes átszerelési időt és a hozzájuk tartozó állásidőket tartalmazó táblázatot, ezután itt hozzárendeltem a szerszámokhoz a már korábban kigyűjtött adatokat.

A következőkben kimutatásokat készítettem a szerszámtulajdonság közötti váltásokról és a következő szempontok szerint vizsgáltam meg a két tulajdonság közötti átlagos átszerelési időket:

- Anyagtípus,
- Anyagvastagság,
- Anyagszélesség,
- Vágószerszám típus,
- Vágási típus,
- Paletta típus,
- Előtolás.

A fent felsorolt tulajdonságok közül az alapanyagtípus, vágószerszámtípus és anyagvastagság váltásainál találtam említésre méltó eredményeket.

Alapanyagtípus-váltás	Átlag	Szórás
acél-acél	6,3	2,7
alumínium-alumínium	6,6	2,1
alumínium-acél	7,0	1,9
acél-alumínium	7,3	2,1

2. táblázat: Alapanyag típusok közötti váltások átlaga (perc)

Forrás: saját szerkesztés

A 2. táblázatban láthatók azok az adatok, amelyek az anyag típusváltások átlagos átszerelési idejeit tartalmazzák. A váltásnál a legjobb opció, ha egymás után ugyanolyan anyagú lemezek következnek, mert az átszerelés során ilyenkor fizikailag nem kell változtatni semmin. Ha a váltás acél és alumínium között történik, akkor fizikailag át kell állni az egyengető kazetta cserére, amely miatt az átszerelési idő átlagosan fél – 1 perccel nő.

A javaslatom a tervezők számára, hogy úgy érdemes tervezni a lemezvágásoknak a sorrendjét, hogy egymás után következzenek az azonos alapanyagok és minél kevesebbszer forduljon elő az acél anyagról az alumíniumra való váltás.

Vágószerszám típusváltás	Átlag	Szórás
ív-ív	5,2	2,1
szög-szög	5,6	2,3
szög-ív	6,4	1,6
ív-forma	6,4	1,4
szög-forma	6,6	1,6
forma-forma	7,0	1,8
ív-szög	7,1	2,0
forma-ív	7,2	1,4
forma-szög	8,3	1,9

3. táblázat: Vágószerszám típusok közötti váltások átlaga (perc)

Forrás: saját szerkesztés

A vágógépen ívvágást, szögvágást és formavágást különböztetünk meg, amelynek 9 kombinációja létezik. A szerszámok között 16 darab ívvágó, 100 darab szögvágó és 81 darab formavágó szerszám található. A 3. táblázat szerint a legjobb típusváltás ív-ív, aminek az átlaga 5,2 és a legrosszabb váltás az a forma-szög, aminek az átlaga 8,3.

Javaslat a tervezők részére, hogy a váltásokat úgy érdemes tervezni, hogy az azonos típusú vágószerszám egymás után következzen és ha a váltásra kerül a sor, akkor szögről az ívre érdemes váltani és szögről a formára.

Az alapanyagok szélességét az alábbi 2 csoportba soroltam:

- Keskeny: 500 és 1000 milliméter közötti értékek,
- Közepes: 1000 és 1500 milliméter közötti értékek,
- Széles: 1500 és 2000 milliméter közötti értékek.

A felsorolt szélességcsoportok váltásainak kiszámoltam az átlagos átszerelési idejét, amelyet az alábbi táblázatban láthatunk:

Anyagszélesség-váltás	Átlag	Szórás
keskeny-keskeny	5,6	2,0
közepes-közepes	6,0	2,4
keskeny-közepes	6,2	3,4
közepes-keskeny	6,6	1,9
közepes-széles	6,7	1,5
széles-széles	6,9	2,0
keskeny-széles	6,9	1,9
széles-közepes	7,7	2,1
széles-keskeny	8,7	2,4

4. táblázat: Anyagszélesség típusok közötti váltások átlaga (perc)

Forrás: saját szerkesztés

A 4. táblázat szerint, ha az anyag szélességet széles méretből váltjuk keskeny méretbe, azaz, ha szélesből közepesbe, szélesből keskenybe, valamint a közepesből keskenybe váltunk, akkor ebben az esetben az átlagos átszerelési idők nagyobbak az átlagnál. Ha az anyagszélességet keskeny méretből váltjuk széles méretbe, azaz, ha keskenyből közepesbe, keskenyből szélesbe és közepesből szélesbe, akkor az átlagos átszerelési idők kisebbek lesznek az átlagnál.

Javaslat a tervezők számára, hogy a termékek sorrendjét úgy tervezzék be, hogy gyakoribb legyen a keskenytől a szélesig a váltás, míg ritkább legyen a szélestől a keskenyig váltás.

4.1.2. Műszakszintű elemzés a vágógépen

Az anonimitás miatt a műszakokat X, Y, Z műszakként fogom említeni a továbbiakban. A három műszak átszerelési idejét pontdiagrammon ábrázoltam, amit a 15. ábra szemléltet.



15. ábra: 2023-ban a vágógép átszerelési ideje a különböző műszakoknál (perc)

Forrás: saját szerkesztés

A diagram vízszintes tengelyén az időbeliség, a függőleges tengelyen az átszerelési idők vannak ábrázolva perc egységben. Az ábrát megnézve szembetűnik, hogy a három műszak összes átszerelési ideje hogyan alakult a vizsgált időszakban. Jól látható, hogy az „X” műszakban nincsen olyan magas mértékű szórás, mint a másik két műszakban. Az átszerelési idő célértéke a diagramokon piros színű konstans egyenes, amelynek az értéke 7 perc 30 másodperc. A vízszintes egyenes körül nem lehet szemmel megállapítani, hogy van-e különbség a műszakok cél körüli ideje (szórása) között, ezért számszerűsítettem az adatokat. Felállítottam egy 10 másodperces tűréssávot, ahol megszámláltam műszakonként, hogy hányszor fordultak elő olyan átszerelési idők, amelyek 7 perc 20 másodperc és 7 perc 40 másodperc tartományban helyezkedtek el. Az „X” műszaknál 457-szer, ami az esetek 33%-ban volt az átszerelési idő ebben a sávban. Az „Y” műszaknál 294-szer, ami az esetek 21%-ban fordult elő. A „Z” műszaknál pedig 284-szer, amely az esetek 19%-a. A számokat összehasonlítva megerősíthető az a megfigyelés, hogy a két műszaknak (Y, Z) közel azonos nagyságú szórása van a célértékhez képest a harmadiktól (X) eltérően. A következtetés levonása érdekében idő szerint csoportosítottam az eredményeket, ahol megnéztem, hogy a három műszak átszerelési ideje csoportonként hányszor fordult elő.

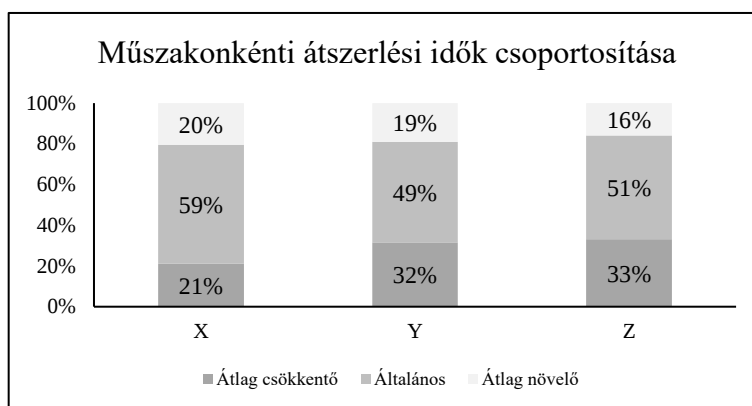
	Műszakok		
Percek	X	Y	Z
0-2	18	55	35
2-4	40	99	143
4-6	234	294	313
6-8	808	699	754
8-10	196	205	191
10-12	86	66	45

5. táblázat: Műszakok szerinti átszerelési idők sávok mennyisége (db)

Forrás: saját szerkesztés

Az 5. táblázaton látható melyik műszak milyen gyakorisággal szerelt át a megadott perc tartományokban. A következőkben a perceket csoportosítottam az alábbi 3 csoport szerint:

- Átszerelési átlagidőt csökkentő csoport: 0-6 perc közötti értékek,
- Célsávban lévő átszerelési idő csoport: 6-8 perc közötti értékek,
- Átszerelési átlagidőt növelő csoport: 8-12 perc közötti értékek.



16. ábra: Műszakok szerinti átszerelési idők csoportosításának aránya

Forrás: saját szerkesztés

Az „X” műszak esetén az átszerelési idő növelő és csökkentő idők aránya 20% és 21%, míg a célsávban lévő átszerelési idő az esetek 59%-ban fordul elő. Ebből látható, hogy ennek a műszaknak az átszerelési ideje stabil. Az „Y” és „Z” műszakoknak a csökkentő idő aránya mindkét esetben 32% és 33%, a célsávban lévő átszerelési idő 49% és 51% valamint a növelő átszerelési idő aránya 16% és 19%. A két műszaknál megerősíthető,

hogy ők már kevésbé stabilak, de a csökkentő tartományban nagyobb százalékban fordulnak elő az átszerelési idők, mint az „X” műszaknál.

Időhiány miatt nem fogom a műszakokat részletesebben elemezni, de konklúzióként megállapítottam, hogy a jövőben érdemes a műszakokat részletesen elemezni, hogy milyen tényezők miatt ilyen eltérő az egyik műszak átszerelési ideje a másik kettőhöz képest.

4.2. Présgép átállási idők elemzése

A présgépnél 2018 januárja és 2023 szeptembere közötti időszakot vettem figyelembe. Először a 6 évnyi időszak adatain végeztem elemzéseket, ahol megnéztem a trendek alakulását, és kerestem állandó, újonnan felmerülő és eltűnő problémákat. Miután ezekkel végeztem, részletes elemzést hajtottam végre a 2023-as év első három negyedén. Az említett években az éves átszerelési idők mennyisége változó volt, amelyet az alábbi táblázatban láthatunk:

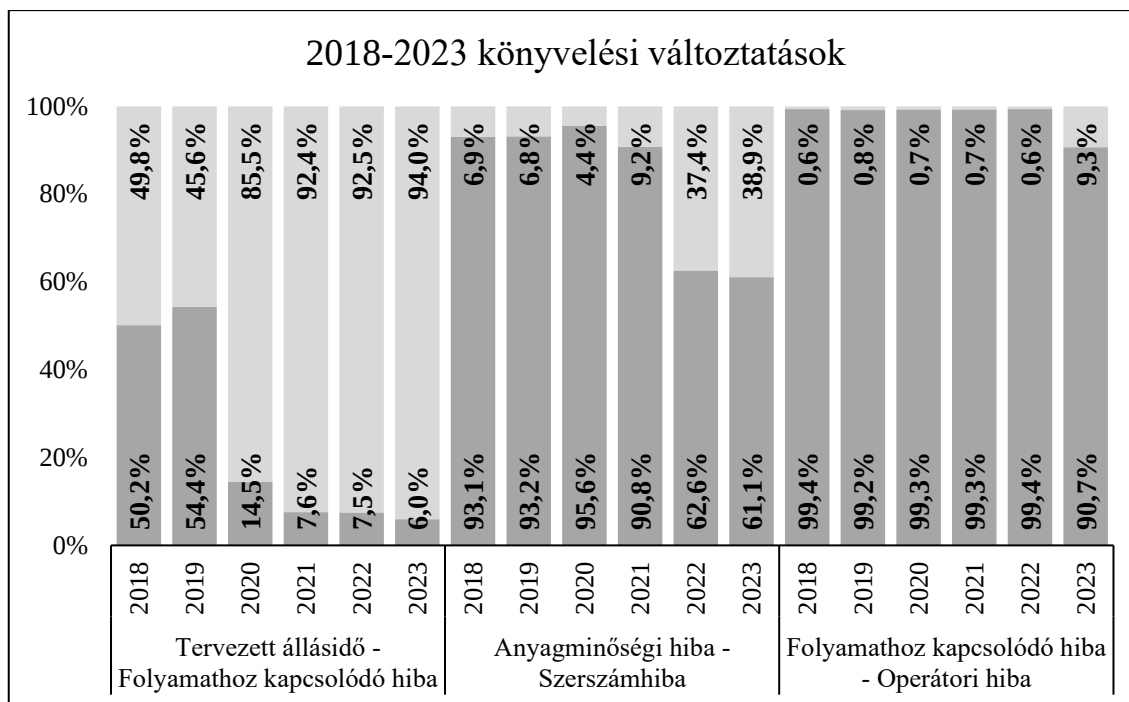
	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Átszerelés gyakoriság (db)	2035	2712	2376	2080	2031	1617

6. táblázat: Az átszerelések száma az évek során (db)

Forrás: saját szerkesztés

Az évek során több olyan globális esemény történt, amely befolyásolta az éves átállási mennyiséget. Az egyik ilyen esemény a koronavírus volt, amelynek következtében az alkatrészellátás megváltozott, így kevesebb volt a termelési idő. A vírus mellett a mikrochip hiány is befolyásolta az alkatrészek gyártásának mennyiségét, ezáltal az átszerelési idők mennyiségét is. Az évek során fokozatosan történik az átállás az elektromos modellekre, amely miatt kevesebb olyan termékre van kereslet, amelyet a telephely gyárt.

Az adatok elemzése előtt fontos megemlíteni azt a tényt, hogy az évek során több olyan vezetői döntés volt, ahol egy adott hibát más állásidőre kellett könyvelniük a gépkezelőknek, így ezekre a hibákra különösen figyelni kell, mert megtévesztő eredmények és következtetések születhetnek. Az alábbi ábrán látható, hogy milyen változtatások voltak az elmúlt időszakban.



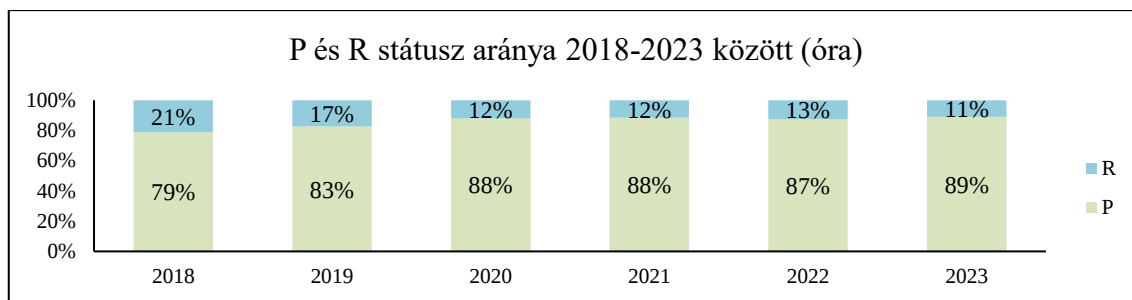
17. ábra: Könyvelés változások

Forrás: saját szerkesztés

Ahogy a 17. ábra bal oldali diagramján látható, 2020-tól a tervezett állásidők csökkentek (sötétszürke), és a folyamathoz kapcsolódó állásidők (világosszürke) aránya nőtt. A csökkenés annak köszönhető, hogy a darabellenőrzést ettől az időszaktól már a folyamathoz kapcsolódó állásidőre könyvelték. A középső diaramon látható, hogy 2022-től a szerszámhiba (sötétszürke) csökkent az anyaghiba (világosszürke) javára. A jobb oldali diagram jól mutatja, hogy az operátori hiba (világosszürke) igen csekély volt, de 2023-ban ez megnövekedett, és mellette csökkent a folyamathoz kapcsolódó hiba (sötétszürke).

4.2.1. A P és R státuszú adatok elemzése a présgépen

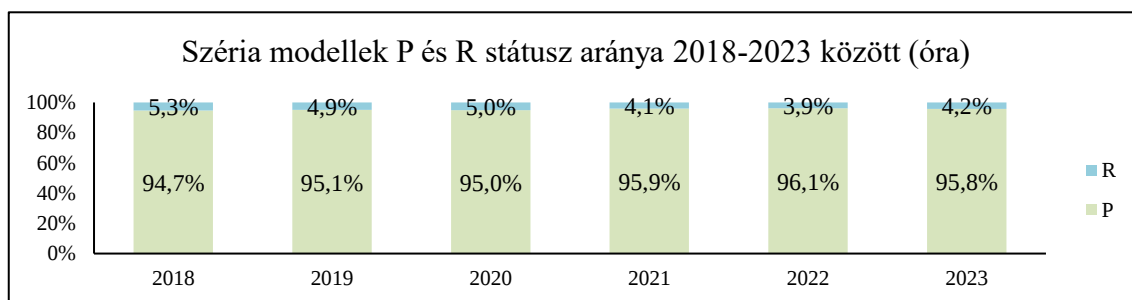
Az elemzést először a P és R státusz arányának vizsgálatával kezdtem, ahol megvizsgáltam azt, hogy az évek során a két státusz aránya hogyan változott időben (óra), amit az alábbi ábrán láthatunk:



18. ábra: A P és R státusz idő aránya 2018 és 2023 között (óra)

Forrás: saját szerkesztés

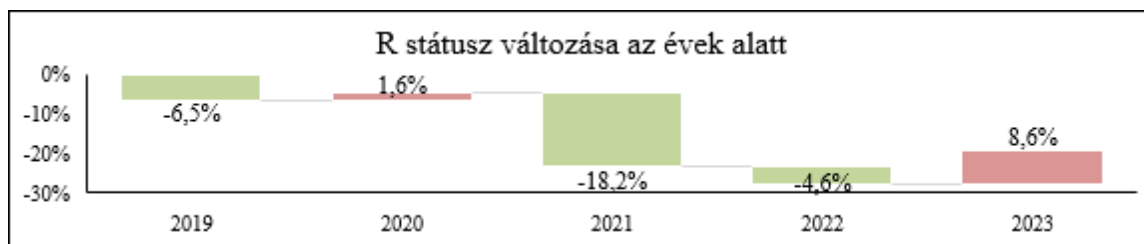
Ahogy a fenti ábrán látható, elsősorban azt a következtetést vonhatnánk le, hogy az R státuszú állásidők az évek során csökkentek, és jelentős javulás történt, de a háttérinformáció szerint még nem szabad ezt a következtetést levonni. 2018-2019 között a jelenlegi szériamodelleknek felfutási előfázisban voltak, amely azt jelenti, hogy ilyenkor nem csak szériamodellek gyártása zajlott a présüzemben, hanem már az új modelleké is. Így a felfutó modellek eredményei is szerepeltek az adatok között, de ezek még nem szerepeltek a telephelyhez tartozó statisztikában. Ebben az esetben az R státuszú állásidők is beletartoznak, amelyek a szerszámok első néhány beépítéseinél beállítások voltak. Ezért fontos megvizsgálni az arányokat olyan módon is, ahol csak a szériamodellek adatai szerepelnek, így az alábbi ábrán láthatók ezek az arányok:



19. ábra: Széria modellek P és R státusz aránya 2018 és 2023 között (óra)

Forrás: saját szerkesztés

A 19. ábrán látható, hogy az R státusz aránya 3,9%-5,3% között fordult elő, ami már igen alacsony aránynak számít, mert ezekben az adatokban már csak szériamodellek adatai szerepelnek. Ezáltal nincsenek benne azok a rontó tényezők, amelyek az új modellek felfutásához tartoztak. A vizsgálatot tovább folytattam azzal, hogy megnéztem, hogy az R státusz aránya hány százalékkal nőtt vagy csökkent az előző évhez képest, amelyet az alábbi ábrán láthatunk:



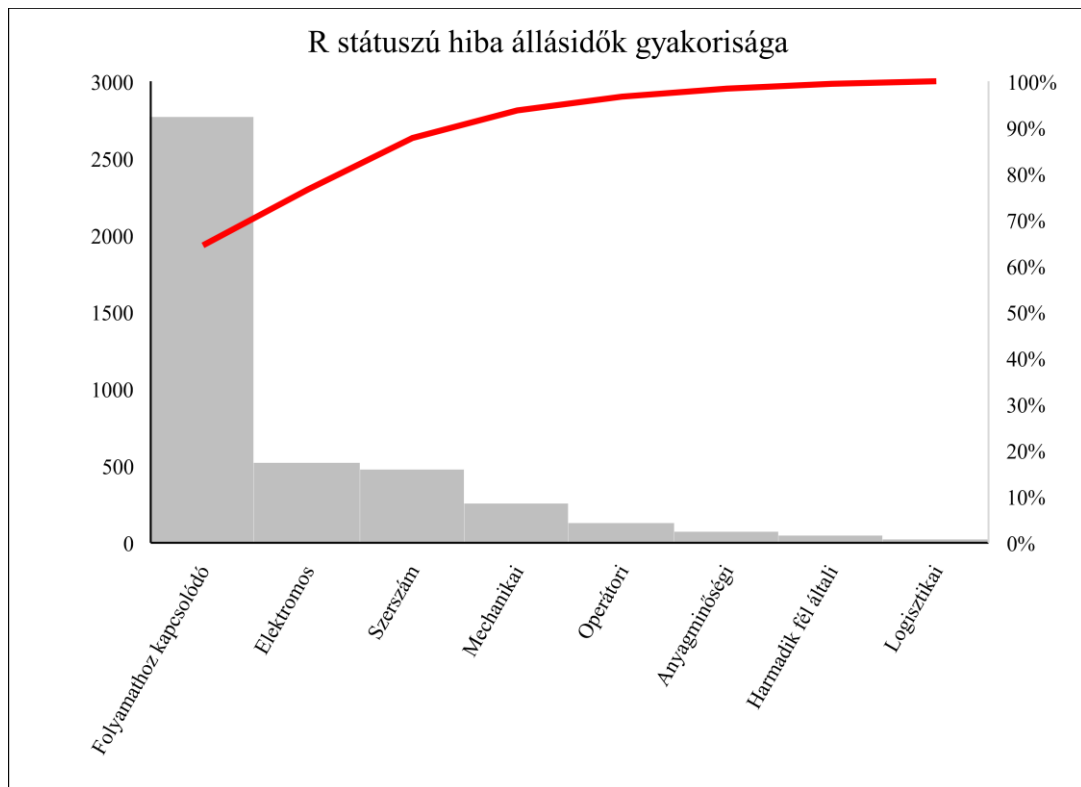
20. ábra: Az R státuszok változása az évek során

Forrás: saját szerkesztés

A 20. ábrán jól látható, hogy a zöld színű oszlopoknál javulás volt, mert csökkent az aránya az előző évhez képest, míg a piros színű oszlopoknál szemmel látható, hogy növekedett az R státusz aránya, így romlás figyelhető meg az átállási időben. A legnagyobb romlás 2022-2023 között volt, ahol 8,6%-kal növekedett az R státusz aránya, ezért a 2023-as évet részletesebben elemzem majd a lenti részekben.

4.2.2. *R státuszú állásidők elemzése a présgépen*

A következőkben 2018-2023 közötti időszak összes adatait megvizsgálva, Pareto elemzéssel megnéztem azokat az R státuszú állásidőket, amelyek a legtöbbet fordultak elő, amelyet az alábbi ábra szemléltet:



21. ábra: Pareto-diagram az R státuszú állásidők gyakorisága

Forrás: saját szerkesztés

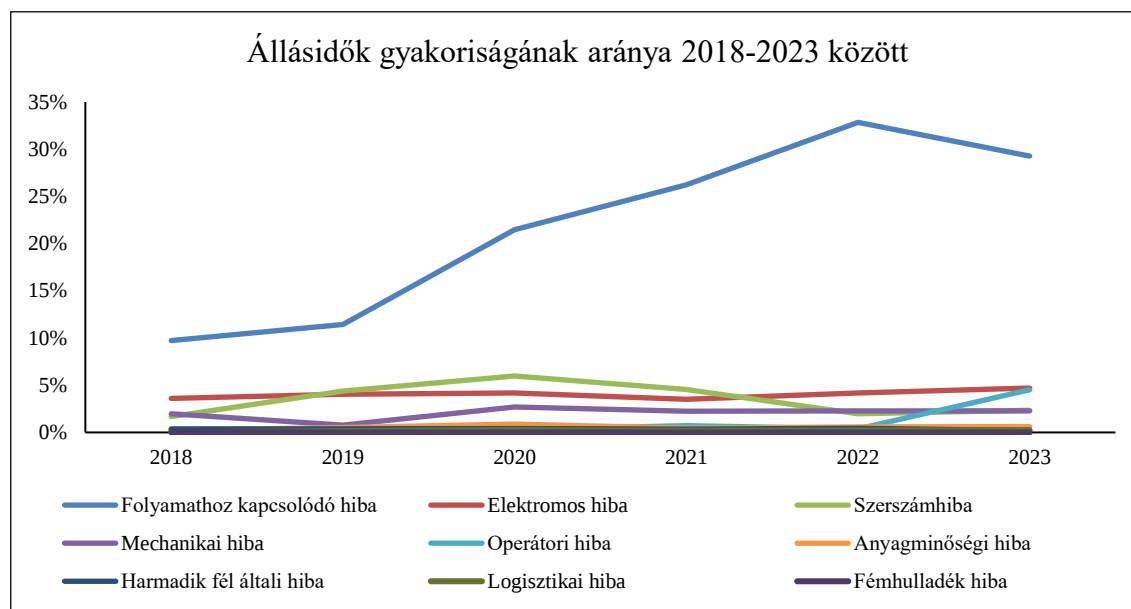
A 21. ábrán nyolc olyan állásidő szerepel, amely az évek során R státuszban fordult elő, de nem mindegyik hibára lehet emberi ráhatást gyakorolni. Az ábrán látható állásidők közül csak a következőkre lehet fizikailag emberi ráhatás:

- Folyamathoz kapcsolódó hibák,
- Operátori hibák,
- Anyagminőséggel kapcsolatos hibák.

A diagramon jól látható, hogy kiugróan a gyártási folyamatokhoz kapcsolódó hibák a legkiemelkedőbbek, ez az állásidők 64%-ának felel meg. A többi felmerülő hiba gyakorisága ehhez képest elenyésző, így elsősorban a legnagyobb gyakoriságú hibával kell foglalkozni.

A Pareto-elemzésnél nemcsak gyakoriságra, hanem az összes futási időre, vagyis az összes R státuszú állásidőhöz tartozó óraszámára is megnéztem a Pareto-elemzést. Ugyanaz az eredmény jött ki ebben az esetben is, így megerősítette azt a tényt, hogy a legnagyobb probléma a gyártással kapcsolatos állásidőknél van.

Ezt követően megnéztem az R státuszú állásidőket, hogyan fordultak elő az évek során és megnéztem, hogy milyen trendek lehettek az évek során, vagyis kerestem állandó, új és eltűnő problémákat.



22. ábra: Állásidők gyakoriságának arányai

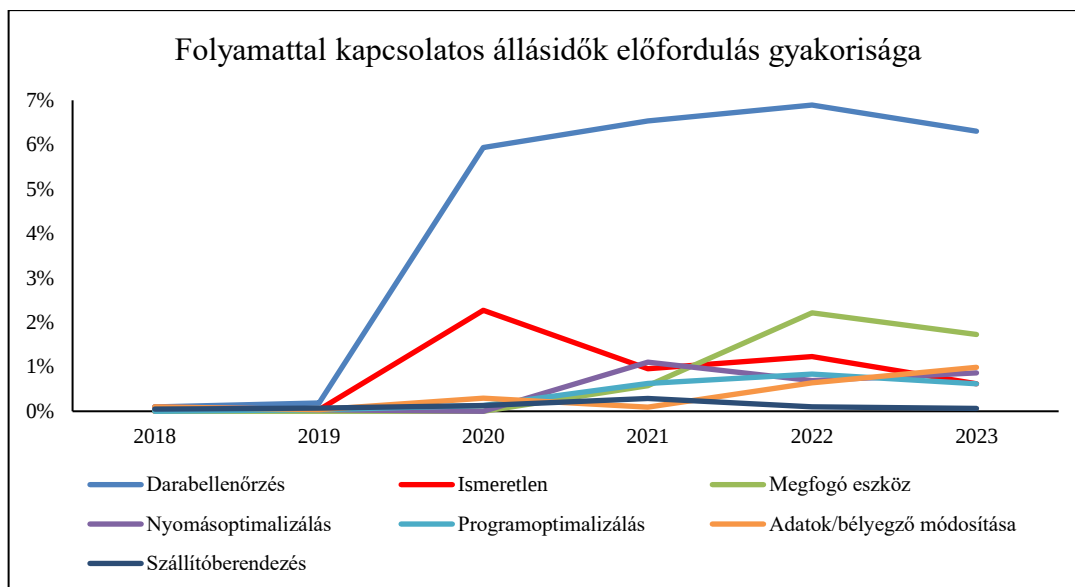
Forrás: saját szerkesztés

A 22. ábrán látható, hogyan alakultak az évek során az adott állásidők R státuszban. Az arányokat úgy határoztam meg, hogy megnéztem éves szinten az állásidők darabszámát és leosztottam az adott évhez tartozó összes gyártás darabszámával. Az eredményeket tanulmányozva megállapítható, hogy a folyamathoz kapcsolódó hibák aránya igen magas a többi állásidőhöz képest. A többi állásidő előfordulási gyakoriságának aránya legtöbb esetben 5% alatt van, így ezekkel a szakdolgozatom során nem foglalkozom.

Az R státuszokhoz tartozó állásidők megvizsgálása után megállapítható, hogy a legnagyobb időt a gyártási folyamathoz kapcsolódó hibák teszik ki, ezért ezt részletesebben elemzem a továbbiakban.

4.2.3. Gyártási folyamathoz kapcsolódó hibák elemzése a présgépen

A gyártási folyamathoz kapcsolódó állásidőket további 17 darab alkategóriába lehet sorolni, amelyet vonaldiagram segítségével készítettem el, de a jó átláthatóság érdekében csak olyan alkategóriákat ábrázoltam, amelyekre lehet emberi ráhatás.



23. ábra: Folyamattal kapcsolatos állásidők előfordulás gyakoriságának aránya, amire van emberi ráhatás

Forrás: saját szerkesztés

A diagramon látható értékek szintén arányokat mutatnak, amelyeket ugyanúgy számoltam ki, mint az állásidők gyakoriságát tartalmazó diagramon (22. ábra). A 23. ábrán jól látható, hogy magasan a darabellenőrzés fordul elő a leggyakrabban R státuszban. A darabellenőrzés 2018-2019 között tervezett állásidőre volt könyvelve, majd 2019 után már a folyamathoz kapcsolódó állásidőre könyvelték, ezért ez nem merül(t) fel új hibaként az évek során. A többi hibát megnézve az ismeretlen hibánál és a nyomásoptimalizálásnál is elmondható, hogy az egyik évben megemelkedtek, később azonban ezek eredményei/értékei csökkentek. Az adatok/bélyegző módosítása viszont 2021 óta emelkedni kezdett, míg a szállítóberendezés és a programoptimalizálás az évek során alacsony mértékben változott.

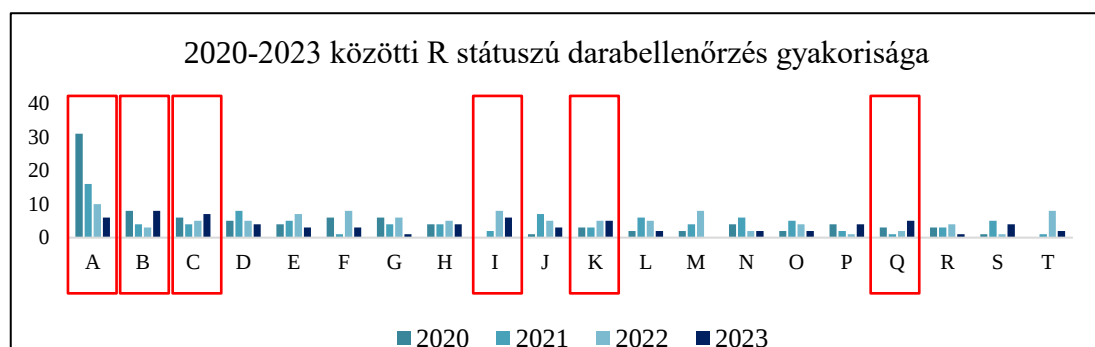
4.2.4. Darabellenőrzéssel kapcsolatos elemzés a présgépen

Minden terméknél szükség van első darabellenőrzésre, amelynek ideális esetben mindig P státuszban kellene történnie, de vannak olyan esetek, amikor ezek R státuszban történtek. Darabellenőrzés R státuszban akkor történik, amikor nem a szalagvégén ellenőriznek darabot, hanem a préselési folyamat valamelyik operációjánál leállítják a gépet és ott ellenőrzik az adott darabot.

A darabellenőrzés előfordulás gyakorisága szerint P státuszban 94%, R státuszban pedig 6%-ban fordult elő, az óraszámot megnézve pedig a P státusz 96% és R státusz 4%. Az óraszámokat számszerűsítve az 5,5 év alatt összesen 348 órát vett igénybe a darabellenőrzés, ebből az R státusz 12 órának felel meg. Ezek a számok soknak számítanak egy termelésben, így szükséges a darabellenőrzést részletesebben és mélyebben megvizsgálni.

A darabellenőrzést a 6 évre meg lehetne vizsgálni, de mivel 2018-2019 között tervezett állásidőre volt könyvelve, ahol az adatokat nem lehetett további alkategóriákba sorolni. Így csak szövegszerűen lehet szűrni az adatokat, azonban az emberi hiba miatt (helyesírás, ékezet használata, melléütés stb.) nem minden adatot lehet pontosan beazonosítani, ezért ezt a fajta elemzést nem tudtam elvégezni. Ezért a továbbiakban 2020-2023 közötti adatokkal dolgoztam.

Szerszámszinten megnéztem, hogy melyik szerszámnál milyen gyakorisággal fordult elő R státuszú darabellenőrzés, amit az alábbi ábra szemléltet:



24. ábra: Az R státuszú darabellenőrzés gyakorisága

Forrás: saját szerkesztés

A szerszámokat megnézve elég változó előfordulásokat tapasztaltunk 2020-2023 között, ezért szűkebb időintervallumot néztem meg, így a továbbiakban már csak a 2023-as év adatait fogom figyelembe venni.

A 24. ábrán piros kerettel jelöltem azt a TOP 5 szerszámot, amelyek a 2023-as adatok alapján a leggyakoribb R státuszú darabellenőrzések voltak. A szerszámokat megnézve megállapítható, hogy az ajtó belsőknél és a csomagtartó belsőknél a leggyakoribb az R státuszú darabellenőrzés. A legsúlyosabb helyzet az első szériamodell csomagtartó belsején van, mert a vizsgálat évében (2023) az esetek 28%-ában átszerelési időben

történt az első darabellenőrzés. Ezeknél a súlyponti szerszámoknál az ott dolgozó emberek gyakran végeznek R státuszban darabellenőrzést minőségi hibák megelőzése miatt. A présgépnél van lehetőség olyan program indítására, ahol csak egy lemezt visz végig a folyamaton, de nem tölti fel a gépet alkatrésszel, így ezt használva más mutatószám értéke romlana.

4.2.5. Műszakszintű elemzés présgépen

A műszakszintű elemzésnél elsőként a darabellenőrzést vizsgáltam meg, majd megnéztem az átszerelési időket.

A darabellenőrzést szerszámszint mellett megvizsgáltam műszakokra nézve is. A műszakokat anonimitás miatt X, Y, Z betűként kezelem. A műszakok teljesítményére készítettem egy összefoglaló táblázatot:

	X	Y	Z
Összes átszerelés (db)	548	561	552
Átlagos átszerelési idő (perc)	3,18	2,07	3,15
Szórás (perc)	2,58	1,83	2,08
Összes ellenőrzés (db)	567	439	530
Ellenőrzés (%)	103,5%	78,3%	96,0%

7. táblázat: A három műszak darabellenőrzés teljesítménye

Forrás: saját szerkesztés

Ahogy a 7. táblázatban látható, a három műszak átszereléseinek száma a 2023-as évben szinte közel azonos (548, 561, 552), de a műszakok átlagos darabellenőrzéséről ez már nem mondható el. Az „X” műszak átlagos ideje 3,18 perc, az „Y” műszaké 2,07 perc, míg „Z” műszak ideje 3,15 perc. A darabellenőrzés perc átlagát megnézve, az egyik műszak jelentősen gyorsabb, mint a másik két műszak, amely nagyon szembetűnő eltérés. Összegyűjtöttem, hogy melyik műszak hányszor végzett darabellenőrzést és ezt leosztottam az összes átszerelési idő gyakoriságával, így kijött egy százalékos érték, ahol megállapítottam, hogy az „X” műszak 103,5%-os darabellenőrzést végez, amely azt jelenti, hogy ez a műszak többször ellenőriz darabot, mint ahányszor átszerel. Az „Y” műszaknak 78,3%, ami azt mutatja, hogy ők sokkal kevesebbszer végeznek darabellenőrzést az adatok szerint. A „Z” műszak 96%, ami azt jelenti, hogy majdnem mindig ellenőriznek. A számok megtévesztőek lehetnek, mert vannak olyan termékek, amelyeket elkezd az egyik műszak és a másik fejezi be (műszakátadás időszakban

történik). Ez azt jelenti, hogy amit már az első műszak leellenőrzött az első darabnál, azt már a másik műszak nem tudja. A százalékok eredményét megnézve ez is további elemzést von maga után és érdemes feltárni azokat az okokat, hogy miért ilyen eltérő százalék jött ki az „Y” műszak esetében.

A darabellenőrzés vizsgálatánál felmerült az a hipotézis, hogy vannak olyan bizonyos szerszámok, amelyek a termelés során műszakokhoz vannak rendelve, így azoknak a műszakoknak gyorsabb a darabellenőrzése, akik az adott szerszámot gyakrabban ellenőrzik.

Szerszám	Legtöbbet gyártott műszak	X		Y		Z	
		Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás
A	X	5,26	3,14	1,68	1,22	5,56	5,23
B	X	1,68	1,74	0,66	0,14	2,37	1,16
C	Y	3,20	1,15	1,95	1,14	3,44	1,58
D	Y	3,32	2,16	2,09	1,65	4,29	2,57
E	Y	1,85	0,91	1,42	1,08	2,34	1,65
F	Y	3,54	2,42	2,62	1,92	3,86	1,23
G	Z	3,76	2,33	2,08	1,37	3,25	2,08
H	Z	3,02	1,1	1,89	1,09	3,18	1,11
I	Z	2,32	1,35	1,10	0,57	2,37	0,73
J	Z	1,90	1,13	2,31	1,37	3,37	1,35

8. táblázat: A műszakokhoz rendelt szerszámok átlagos átszerelési ideje

Forrás: saját szerkesztés

A 8. táblázatot megnézve megállapítható, hogy ez a hipotézis nem igaz, mert az összes darabellenőrzésnél az „Y” műszak majdnem mindegyik szerszám esetén 1 perccel gyorsabb.

Az „Y” műszak átlagos darabellenőrzéséből kiindulva készítettem egy olyan számítást, ahol kiszámoltam, hogyha adott szerszámoknál a másik két műszaknak is átlagosan ugyanannyi időbe telne a darabellenőrzés, akkor mennyi időt lehetett volna megspórolni a figyelembe vett időszakban. A számítás eredménye az lett, hogy a 9 hónap alatt 20,43 órával, azaz 2,55 műszaknyi idővel lett volna rövidebb a darabellenőrzés művelet.

A továbbiakban ezeket a darabellenőrzéseket személyesen meg kell figyelni az "Y" műszak esetén, miszerint ennyivel gyorsabb a másik két műszakhoz képest.

A következőkben a darabellenőrzés után megnéztem azt, hogy melyik műszaknak milyen az átszerelési ideje. Az átszerelési idő végén kétfajta váltást különböztetünk meg. Az egyik váltás a manuális váltás, amelyet a gépkezelők váltanak át átszerelési időből termelési időbe. A másik váltás pedig az automatikus váltás, amely azt jelenti, hogy gépkezelő által nem történt váltás, így a gép magától váltott át termelésbe. Az automatikus tartományba tartozó adatok aránya 30% volt 2023-ban. Az alábbi ábra szemlélteti a három műszak átszerelési idejét:



25. ábra: 2023-ban a műszakok átszerelési ideje a présgépen (perc)

Forrás: saját szerkesztés

A 25. ábra vízszintes tengelyén az időbeliség, azaz az egymás utáni átszerelési esetek, a függőleges tengelyén pedig az átszerelési idők perc értékben láthatóak. Az ábrára három konstans egyenest rajzoltam fel, amelynek alábbiak a jelentései:

- Szürke színű vonal: manuális váltás alsó határa (2 perc),
- Sárga színű vonal: automatikus váltás alsó határa (4 perc 49 másodperc),
- Piros színű vonal: automatikus váltás felső határa (4 perc 53 másodperc).

A szürke és sárga színű vízszintes közötti tartományba olyan értékek tartoznak, ahol feltételezhetően a gépkezelők manuálisan váltották át az átszerelési állapotot termelési állapotra. A sárga és a piros sávban pedig olyan értékek találhatók, amelyeket a gép automatikusan váltott át átszerelési állapotból termelési állapotba. A műszakokat megnézve látható, hogy a három műszak közül az „X” műszaknál van a legtöbb olyan adat, amelyek gép általi automatikus tartományba tartoznak. Az „Y” műszaknál látható, hogy van több felső kiugró érték (piros vonal felett) és a „Z” műszaknál látható, hogy az év elején látványosan az átszerelési idők a manuális tartományban voltak, majd egy idő után a legtöbb érték már az automatikus váltási tartományba került. A vágógéppel ellentétben a présgépről már nem lehet műszakszinten hasonló következtetést levonni.

4.2.6. Egyéb elemzések, ahol nem találtam megoldást

A kutatás során volt több olyan elemzés, ahol nem találtam olyan számottevő megfigyelést vagy eredményt, amely javaslatra alkalmas lehetne, de ezek közül néhány érdekes elemzést röviden megemlítek.

A gyártási folyamathoz kapcsolódó hibák közül kiválasztottam a variáns cserét. Ez a csere tető gyártásánál fordul elő, amikor egymás után a telitetőt és a panoráma tetőt gyártják, csak annyi különbséggel, hogy más szerszám kell az utolsó két operációhoz. Megnéztem, hogy milyen átlagos átszerelési idők vannak az A-B és B-A variáns esetében. Ha A-B váltás van, akkor 1,9 perc az átlag, B-A váltás esetén pedig 1,7 perc. Ezután kiszámoltam, ha mindegyik csere B-A szerint történt volna, akkor azzal 7,5 percet lehetett volna megspórolni 9 hónap alatt, amely igen alacsony érték, így ezzel nem érdemes foglalkozni.

A gyártási folyamatokkal kapcsolatos hibák közül az évek során növekedett az adatok/bélyegző módosítása R státuszban. Megnéztem, hogy 2023-ban tipikusan a hármas szériamodell ajtóknál fordult elő és percben megnézve ez összesen 41,48 percet vett igénybe, így ez az idő megint olyan alacsony, amellyel nem érdemes foglalkozni.

4.3. Kapcsolatok vizsgálata

Ebben a részben azt vizsgálom, hogy adott ismérvek között milyen kapcsolat van, és azoknak milyen szintű a szorossága. A vágógépre és présgépre is egyaránt végeztem vizsgálatot. Asszociációs vizsgálat esetén Cramer-együttható segítségével végeztem el a vizsgálatot. Elsőként a vágógépen vizsgáltam kapcsolatot az alapanyagtípus és vágószerszámtípus között. A két ismerv mindkét esetben minőségi, így asszociációs vizsgálatot végeztem a $C = \sqrt{\frac{\chi^2}{N \cdot \min\{(r-1);(c-1)\}}}$ képlet szerint. A számolás eredménye $C=0,10721$, így a két ismerv között gyenge kapcsolat van.

Második vizsgálatom a présgépen történt, ahol a műszakok és az emberi ráhatású állásidők közötti kapcsolatot vizsgáltam meg. A két ismerv mindkét esetben minőségi ismérvek. A kapcsolat számolás eredménye $C= 0,039548$, így a két ismerv között nagyon gyenge kapcsolat van.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

A szakdolgozatom témája a présüzemi szerszámok átszerelési folyamatának javítása volt. A célom az volt, hogy a kutatásom során olyan befolyásoló tényezőket találjak, amellyel csökkenteni lehet az átállási időt.

A kutatásomat először szakirodalmi áttekintéssel kezdtem, ahol a minőségmenedzsmentet és lean menedzsmentet ismertettem, majd néhány módszert is bemutattam. A technikák közül kiemeltem a SMED eszközt, amelyet részletesebben mutattam be, majd a módszertan általi kutatási eredményeket vázoltam. A továbbiakban ismertettem a vállalat présüzemét, valamint a présüzemi folyamatokat.

A dolgozat másik felében kutatást végeztem a vágógép és a présgép esetén is. Első lépések között több rendszerből gyűjtöttem adatokat és az átszerelési folyamatokat érintett kollégák segítségével értelmeztem. Majd a következőkben hibaelemző módszer segítségével feltártam a hibákat és kiválasztottam olyan problémás tényeket, amelyekkel részletesebben foglalkoztam. A vágógép esetén fizikai paraméterek szerint végeztem elemzéseket, a présgép esetén pedig olyan állásidőket vizsgáltam részletesebben, amelyekre lehet emberi ráhatás. Ezek vizsgálatát követően javaslatokat tettem fel a tervezők és munkatársak számára.

A vágógépen végzett kutatásom eredménye alapján több olyan pontot találtam, amely bevezetésével javítani lehet az átszerelési idő hosszúságán. A vágógép esetén az egymás utáni váltásokat (milyen típusú szerszámból milyenbe váltanak) elemeztem és több szerszámtulajdonság (fizikai paraméterek, anyag paraméterek) szempontjai szerint végeztem el a kutatásomat. A kutatás során a tervezők számára több javaslatot fogalmaztam meg. Az egyik javaslatom az, hogy a váltásoknál a termelési sorrendet úgy határozzák meg, hogy lehetőleg legtöbbször ugyanolyan alapanyag típus következzen egymás után, de ha át kell térni egy másik alapanyagra, akkor minél ritkábban történjen váltás acélról alumíniumra. A következő javaslatomat a vágószerszám típusváltásra dolgoztam ki. A javaslatom szerint a tervezőknek itt is érdemes a típusok között egymás után azonosat betervezni, de ha váltásra kerül a sor, akkor a számításaim szerint szög típus után ív típus jöjjön, ív típus után forma típus jöjjön. Ha formáról kell váltani, akkor pedig ív típusra történjen. Fontos megemlítenem, hogy a formáról szögre váltás a legrosszabb lehetőség, ezért ennek a váltását minél ritkábban javaslom. Az utolsó

javaslatom a vágógép váltás betervezésénél az anyagszélességre vonatkozik. A szélességet figyelembe véve a javaslatom az, hogy a termékek sorrendje úgy legyen betervezve, hogy gyakoribb legyen az, hogy a keskeny mérettől a szélesebbig, és ritkább legyen a szélestől a keskenyig való váltás.

A présgép kutatása esetén több olyan állásidőt vizsgáltam, amelynél eredményeket találtam. Az adatelemzés során kapott eredmények alapján elmondható, hogy az átállási időben a legnagyobb esetszámban a darabellenőrzés fordult elő, amely eredetileg nem ehhez az időhöz tartozik. Vannak olyan esetek, amikor ezek elkerülhetetlenek, de a műszakokat megvizsgálva megállapítottam, hogy az egyik műszak sokkal gyorsabban végzi a darabellenőrzést, mint a másik kettő. Így a javaslatom a kollégák felé, hogy a három műszak darabellenőrzését figyeljék meg és végezzenek vizsgálatot az ügyben, hogy az érintett műszak mi miatt ellenőriz gyorsabban. A présgép kutatásom során azt a megállapítást is tettem, hogy a műszakok nagyon sokszor manuálisan nem váltják át az átszerelési státuszt termelési státuszba. Így a javaslatom az, hogy a manuális és automatikus váltást vizsgálják felül a kollégák és tegyenek megállapítást, hogy milyen esetekben történhet manuális váltás, mert ezáltal a technikai átszerelési idő sok esetben rövidebb lesz.

A kutatásom célját sikerült megvalósítani, mert találtam olyan befolyásoló hibákat a présüzemben, amelyek kiküszöbölésével lehet csökkenteni az átállási időt. Az elemzés és a kutatás során más olyan felmerülő problémát is találtam, amely nem a szakdolgozatom témája, de a vállalat számára hasznos kutatási eredmény.

IRODALOMJEGYZÉK

1. Andreia Simões, Alexandra Tenera (2010). Improving setup time in a Press Line – Application of the SMED methodology . UNIDEMI, Department of Mechanical and Industrial Engineering, pp. 297-302.
2. Bidarra, T., Godina, R. M., João C.O., A., & G., S. (2018). SMED Methodology Implementation in an Automotive Industry Using a Case Study Method. International Journal of Industrial Engineering and Management, pp. 1-15.
3. Berna Ulutas (2011): An application of SMED Methodology . World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering, pp. 1194-1197.
4. Czeglédi László (2011): MINŐSÉGMENEDZSMENT. Eger: Eszterházy Károly Főiskola. pp. 59-74.
5. Deepak Maurya, Yagnesh Yadav, Deepak Pandey (2018): Change Over Time Reduction Using SMED: An Industrial Case Study. International Journal of Scientific & Engineering Research, 13-17.
6. Deros B.M., Mohamad D., Idris M.H.M., Rahman M.N.A, Ghani J.A., Ismail A.R. (2011): Setup Time Reduction in an Automotive Battery Assembly Line. AIJSTPME , pp. 9-13.
7. Fekete Dávid (2018): 25 éve Győrben az AUDI - A kutatás eddigi eredményeinek összegzése, TÉR GAZDASÁG EMBER, pp. 9-24.
8. Gyenge Balázs, Kozma Tímea, Szilágyi Heléna (2015): Lean menedzsment alkalmazása szolgáltatóvállalat esetében. Vezetéstudomány, pp. 44-54.
9. Jonalee D. Bajpai (2014). SMED (Single-Minute Exchange of Die) methodology in Garment . National Institute of Fashion Technology, pp. 1-7.
10. Koloszar László (2017): Lean eszközök a kkv-k fejlesztésében. Gazdaság és társadalom. pp. 68-98.
11. T.G.Arul, A.Manimaran, P. Ranjith. (2023): SMED Implementation in a Press Shop. IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering, pp. 36-41.
12. TOPÁR József (2009): A TQM vezetési filozófia és a minőséghajlézó vezetési rendszerek. Budapest. pp. 85-90.
13. Turcsányi Károly (2014): Minőségelmélet és -módszertan. Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem. pp. 199-255

14. Veresné Dr. Somosi Mariann (2021): Minőségmenedzsment általános ismeretek. Budapest: Könyvtári Intézet. pp. 13-37.
15. Veresegyházy Róbert (2011): Termelékenység-növelés japán módszerekkel: divat, vagy a siker kulcsa? Harvard Business Review, pp. 31-39.

Elektronikus hivatkozások

1. Az üzleti folyamatmenedzsment alapjai tanulmány, Dr. Uhlyarik Ildikó, 2022. szeptember 19. <https://gdprcegeknek.hu/az-uzleti-folyamatmenedzsment-alapjai/> (Utolsó letöltés: 2023.október.19.)

TARTALMI KIVONAT

A szakdolgozat témája többek között a présüzemi vágó- és présgépekhez tartozó szerszámok átszereléseinek idejéről szól. A szakdolgozat célja, hogy a vizsgálatok során olyan befolyásoló tényezőket és hibákat mutasson be az átszerelési folyamatok során, amelyek megoldásával csökkenteni lehessen a „pazarlási” időt, ezáltal a termelékenység növekedjen. A dolgozat első részében a téma megértéséhez szükséges szakirodalmi áttekintés található, majd a présüzem, illetve a présüzemi folyamatok és definíciók ismertetése. A második felében az átszerelési idők kutatása olvasható, ahol több szempont szerint van megközelítve a két géphez tartozó átszerelési idők elemzése. A kutatás során problémák keresése, hibaokok feltárása, fizikai paraméterek váltásai, műszakok összehasonlítása, problémás súlyponti szerszámok vizsgálata mind-mind megtalálható. Az elemzéseket követően több javaslat született a vezetőség és a kollégák részére, amelyek bevezetésével csökkenteni lehet az átszerelési/átállási időt a présüzemben.

SUMMARY

The topic of the thesis revolves around the retooling time for cutting and pressing tools associated with press machines. The aim of the thesis is to highlight influencing factors and errors during retooling processes, the resolution of which could reduce 'waste' time and consequently increase productivity. The first part of the thesis contains a literature review necessary for understanding the topic, followed by an overview of the press operation, as well as definitions and descriptions of press-related processes. In the second half, the research on retooling times is presented, where the analysis of retooling times for the two machines is approached from multiple perspectives. The research involves seeking problems, identifying causes of errors, changes in physical parameters, comparing shifts, and examining problematic center-of-gravity tools, among other aspects. Following the analyses, several suggestions have been made for management and colleagues, with the implementation of which retooling/setup time in the press operation can be reduced.