



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem

Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Lean eszközök bevezetése a választott folyamatra a Hungaro-Slr Gépipari Kft-nél.

**OE-BGK
2022.**

Hallgató neve:
Hallgató törzskönyvi száma:

**Szuhai-Csöngé László
T001541/FI38878/B**



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar
Anyag- és Gyártástudományi Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Szuhai-Csöngé László

Szakedolgozat száma: SZD2209271703556726

Törzskönyvi száma: T001541/FI38878/B

Neptun kódja:

Szak: gépészmérnöki

Specializáció: gépészmérnöki - CAD-CAM-CNC

A dolgozat címe: Lean eszközök bevezetése a választott folyamatra a Hungaro-Slr Gépipari Kft-nél

A dolgozat címe angolul: Implemenation of Lean tools at Hungaro-SLR Ltd

A feladat részletezése:

1. Ismertesse a Lean filozófiát és eszközeit!
2. Mutassa be választott gyártási folyamatot!
3. Mérje fel a folyamat veszteségeit és tegyen javaslatot a veszteségforrások megszüntetésére!
4. Foglalja össze eredményeket!

Intézményi konzulens neve: Tóth Georgina Nóra

Külső konzulens neve: Szalontai László, tanácsadó

Munkahelye: Hungaro-Slr Gépipari Kft.

A kiadott téma elévülési határideje: 2024. 05. 15.

Beadási határidő: 2022. 12. 15.

A szakdolgozat: Titkos.

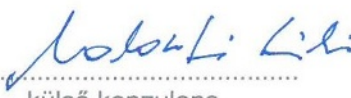
Kiadva: Budapest, 2022. 10. 27.




Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom.


belső konzulens


külső konzulens



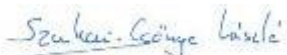
ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat/diplomamunka saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült szakdolgozatban/diplomamunkában található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Budapest, 2022.12.05


.....
hallgató aláírása

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	6
2. Lean szemlélet	7
2.1. A Lean rövid története	7
2.2. Lean elvek és eszközök bemutatása.....	9
2.2.1. A Toyota termelési rendszer (Toyota Production System – TPS).....	9
2.2.2. Lean 5 alapelve	9
2.2.3. Problémamegoldások.....	11
2.2.4. Az idővel kapcsolatos fogalmak	13
2.2.5. Teljes eszközhatékonyság.....	15
2.2.6. Lean eszközök.....	17
2.3. A projekt vezetése.....	19
3. Folyamat fejlesztése.....	20
3.1. A Vállalat és termék bemutatása	20
3.2. „Wheel” alkatrész és a gyártási folyamata	22
3.2.1. Árubeérkezés	22
3.2.2. Raktározás.....	23
3.2.3. Öntvénytisztítás	23
3.2.4. Festés	23
3.2.5. Ellenőrzés.....	24
3.2.6. Esztergálás-1	24
3.2.7. Esztergálás-2.....	25
3.2.8. Fúrás.....	27
3.2.9. Fogazás-1	29
3.2.10. Fogazás-2	31
3.2.11. Mosás	31
3.2.12. Sorjázás.....	32
3.2.13. Végső ellenőrzés	32
3.2.14. Csomagolás.....	32
3.2.15. Kiszállítás.....	32

3.3. Gyakori hibák	33
3.4. VSM – jelenállapot térkép	34
3.5. Vevői rendelések.....	34
3.5.1. Rendelési mennyiségek, előrejelzések.....	34
3.5.2. Ingadozások	35
3.6. Jelenállapot problémáinak összefoglalása	36
3.7. Jövőállapot tervezése	40
3.8. További javaslatok a megfigyelések alapján	46
3.9. Milyen eszközökkel érhető el a jövőállapot	46
3.10. Megvalósítási terv	48
3.11. Bevezetett folyamatok (Lean eszközök).....	48
4. Összefoglaló.....	51
5. Summary	52
6. Felhasznált irodalom.....	53
7. Mellékletek	54

1. Bevezetés

A világban jelenleg folyó globális szintű események miatt kiemelt szerepe van, hogy hogyan reagálunk a változásokra. Az iparág minden szegmensében igaz volt, hogy a folyamatainkat fejleszteni kell, mert a vevő folyton megújuló elvárása az árak folyamatos csökkentése, a szállítási idők javítása a megfelelő minőség mutatók mellett.

A lean szemlélet lényege a pazarlás mindennemű formájának megszüntetése. A lean kevesebb alkalmazottal, kevesebb eszközzel, kevesebb idő alatt és kevesebb helyet felhasználva, azaz kevesebb erőforrással nyújt a vevőnek több értéket.

A lean kifejezéssel először 1988-ban találkozhattunk, amikor a japán autóipart vizsgáló amerikai kutatók lean (karcsú) jelzővel illették a Toyota Termelési Rendszeréből kinőtt menedzsmentrendszert. A lean megnevezés azonban csak a kilencvenes évek végére vált elfogadott terminológiává.

Szakdolgozatom témája a vállalat termék-előállítási folyamatának fejlesztése lean eszközök felhasználásával.

Célja, hogy ezen eszközök felhasználásával optimalizáljam a vállalati erőforrásokat. Pontosán meghatározom a kiválasztott termékekhez tartozó alkalmazottak számát, szükséges eszközöket, erőforrásokat, az előállításához szükséges gyártási időket, a gyártásközi készleteket és a szállítási ütemtervet.

2. Lean szemlélet

„Emberek, folyamatok és rendszerek fejlesztése, a vevői igények teljesítése érdekében, a lehető legkevesebb erőforrás felhasználásával.”

John Shook, a Lean Global Network elnöke

2.1 A Lean rövid története

Ha a lean kerül szóba, akkor elsőként minden bizonnyal a Toyota (TPS) név ugrik be esetleg az 1900-as évek elejéről Henry Ford és a T-modell gyártása.

De ezek mellett meg kell említeni, hogy a lean történetének kezdete egészen az 1450-es évek Velencéjéhez vezethetők vissza [1].



1.ábra Arzenáli látkép

Forrás: <https://www.mdpi.com/2571-9408/2/2/77/html>. (Figure 4.) letöltés:2022.12.01

A festményt (1.ábra) ugyan 1797-ben készítették, de felismerhetők rajta az egyes összeszerelő egységek. Az 1400-as évek közepén a velencei Arzenál bemutatja a szabványos hajók számára tervezett szabványosított „úszó gyártósort” melynek köszönhetően rekordidő alatt építenek meg egy hajót

1780-as években a felcserélhető alkatrészek koncepciója a Francia hadseregben.

1799-ben Marc Brunel megalkot egy vízzel működő gépet az Angol Királyi Tengerészet számára az egyszerű alkatrészek automatizált gyártására.

1822-ben Thomas Blanchard megalkot a Springfielde Fegyvergyárban 14 gépet, amelyek több fokozatban puskákat állítanak elő. Ez volt az összetett alkatrészek automatizált gyártása.

1860-as években Samuel Colt fegyvergyára azt állítja, hogy nagy tömegben képes pisztolyt gyártani, teljes egészében felcserélhető alkatrészekkel. Ez azonban az 1980-as években bebizonyították, hogy a valóságban sok kézimunkára volt szükség.

1880-as években az amerikai húsfeldolgozók közép-nyugaton bevezetik a mozgó feldolgozószalagot.

1890-es években előre lépések történtek a Vezetéstudományban. Frederick Taylor a munkatartalmak elemzésével keresi minden munka legjobb elvégzésének módját.

1902-ben Sakichi Toyoda a szövöszékekben előforduló szálszakadás észlelésére feltalál egy eszközt, amely automatikusan leállítja a hibás anyag gyártását.

1908-ban Henry Ford bevezeti a modulokból álló autót, ezáltal hatalmas ugrást téve a valóban felcserélhető alkatrészek terén.

1913-1914-ben Henry Ford Highland Parkban található üzeme elsőként alkalmazza az áramlás alapú termelést

1924-ben a Toyoda Automatic Loom Works bevezeti a vetélő azonnali (zero time) cserélhetőséget a szövöszékek esetén ezzel megteremtve a gyors átállásokat.

1926-ban Henry Ford befejezi a hatalmas Rouge komplexumot növeli a termékválasztékot és bevezeti a tömegtermelés fogalmát.

1930-as években a német repülőgép gyártása során bevezetik az ütemidő fogalmát.

1937-ben Kiichiro Toyoda megalapítja a Toyota Motor Company-t és kitalálja a „Just in time” koncepcióját.

1941-1945 az amerikai Hadügyminisztérium bevezeti a munka utasítások, munkamódszerek, munka kapcsolatok és programfejlesztés fogalmat (TWI – Training Within Industry)

1950-es években Taichi Ohno bevezeti a Kanban és Szupermarket fogalmát

1960-as évektől a Toyota Motor Company fokozatosan kidolgoz egy új menedzsment rendszert ezzel elindítva a TPS-t

[1] Forrás: Lean rövid története, https://lean.org.hu/wp-content/uploads/2015/03/kep03_Lean-tortenelem.png

2.2 Lean elvek és eszközök bemutatása

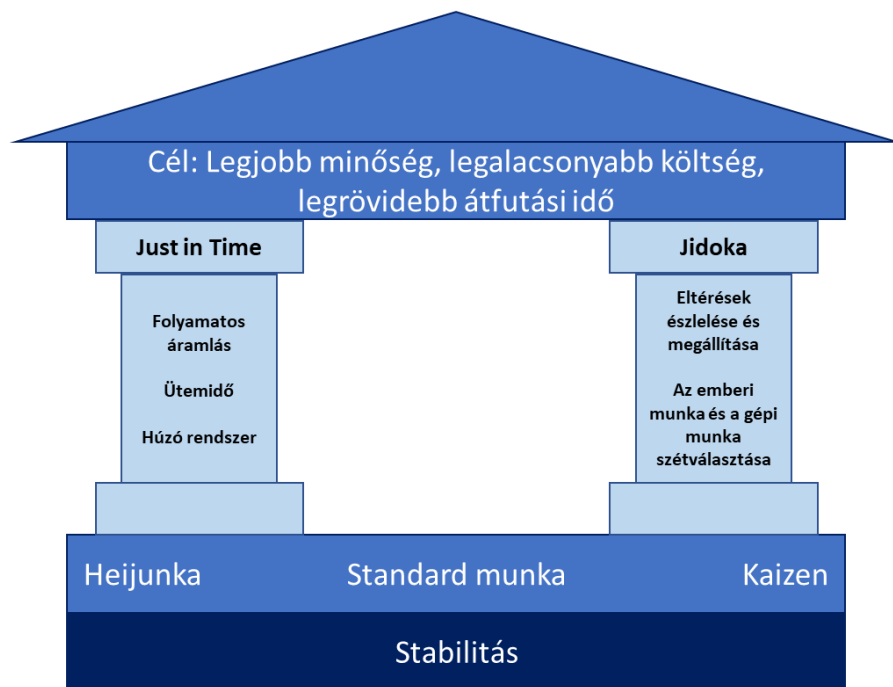
2.2.1 A Toyota termelési rendszere (Toyota Production System – TPS)

A Toyota Termelési rendszer hajtóerejét a Toyota Way-ben is megfogalmazott elvek és értékek jelentik. Az emberek együttműködésére és a kommunikációra fókuszál, illetve építi a bizalmat, hogy a lehető legjobb eredményt éri el [2].

A rendszer (2. ábra) két fő pillére:

Jidoka: Minőséget elsőre vagy a problémák azonosítása és vizualizálása

Just in Time: Csak azt állítsam elő, ami szükséges, amikor szükséges a megfelelő mennyiségben.



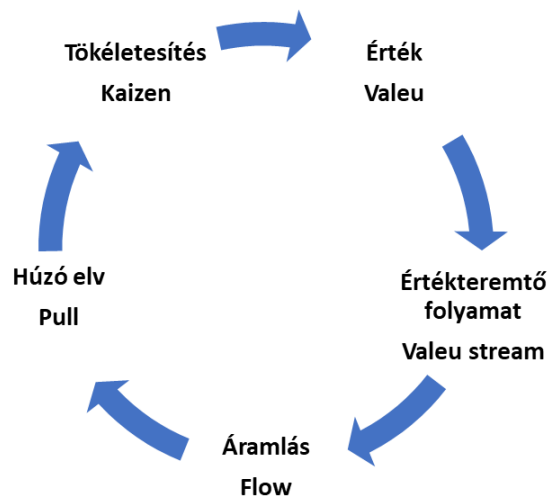
2. ábra "TPS ház", saját szerkesztésű ábra

2.2.2 Lean 5 alapelve

A lean megvalósításához öt stratégiaileg fontos lépést kell szemelőt tartani (James Womack és Daniel Jones, 1996), melyek a következők [3]:

1. Határozd meg az értéket (value): Első lépésként meg kell határozni, hogy a vállalatnak – és konkrétan az adott terméknek – ki a vevője, és hogy a vevő számára mi képviseli az adott termék értékét.

2. Térképezd fel az értékáramot (value stream): Járd végig a termék előállítás folyamatát és azonosítsd, mely lépések hozzák létre a vevői értéket. Az így előállt képet nevezzük értékáramnak.
3. Hozz létre folyamatos áramlást (flow): Biztosítanunk kell az érték megszakítás nélküli áramlását a rendszerben. Minél több helyen kell várakoznia az adott terméknek, annál jobban csökken a rendszer hatékonysága.
4. Építs fel húzást (pull): Fontos, hogy a vevő igénye gerjessze a folyamatot, és mindig csak a megfelelő mennyiséget állítsuk elő. Az egész áramlást a beszállítástól a gyártáson keresztül a vevőnek történő kiszállításig – minden folyamatot beleértve – a húzó elvnek kell jellemeznie.
5. Folyamatosan tökéletesítsd (kaizen): A tökéletesítés értelmében sosem szabad az első négy lépés eredményeit végső sikerként kezelni, hanem a megfelelő értékelés után további fejlesztési lehetőségeket kell keresni, tehát figyelniünk kell a folyamatos visszacsatolásra.



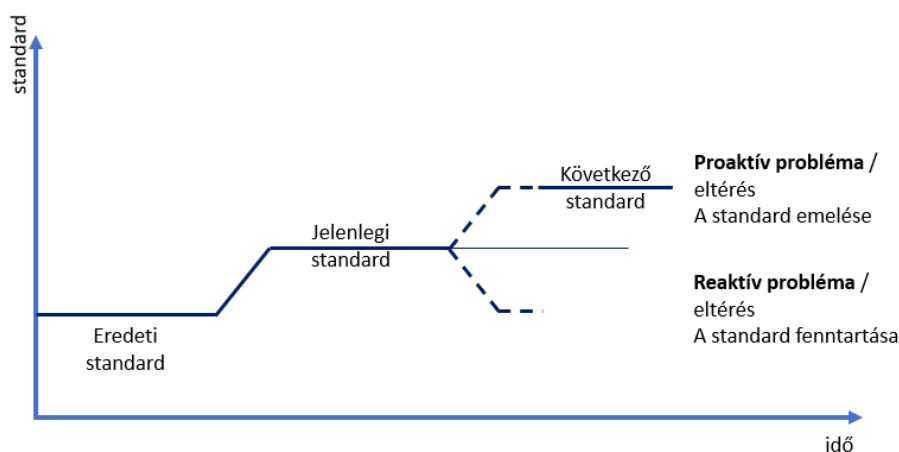
3. ábra Lean 5 alapelve, saját szerkesztésű ábra

[2] Forrás: Imai Maszaaki, Kaizen[™] stratégia, HVG könyvek, Budapest.2022. Toyota termelési rendszer, pp:141-146

[3] Forrás: Zsidai László, Integrált gyártórendszerek, Gödöllő.2016. A lean gyártás, pp: 201-202

2.2.3. Problémamegoldások

Probléma: az eltérés (hiányosság) a között ahogyan a dolgok jelenleg történnek, illetve ahogyan kellene, hogy történjenek vagy ahogy szeretnénk, hogy a jövőben történjen (4. ábra). [4]



4. ábra Reaktív és proaktív eltérés, saját szerkesztésű ábra

Intézkedések:

Azonnali intézkedés (containment action) célja, hogy a felfedezett hiba megjelenését azonnal megszüntesse. Ez rendszerint nem szünteti meg a probléma gyökérokát, de biztosítja a külső és belső vevők védelmét.

Javító intézkedés (corrective action) a probléma okainak megszüntetésére fókuszál, így megoldva magát a problémát.

Megelőző intézkedés (preventive action) a potenciális probléma okainak megszüntetésére fókuszál, illetve, hogy megelőzze azok megjelenését. Felhasználja az előző probléma során tanultakat, hogy a hasonló hibák megelőzhetőek legyenek.

A strukturált probléma megoldás előnyei:

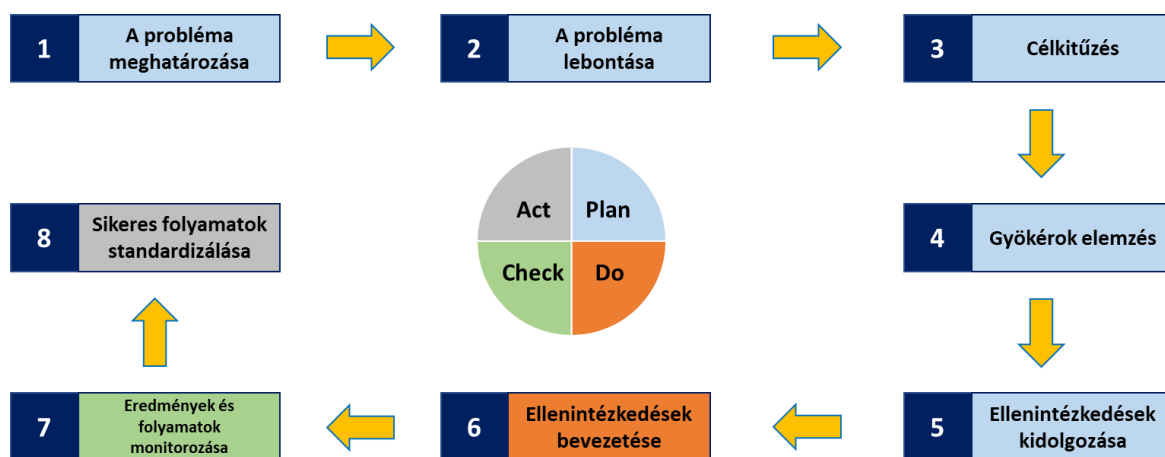
- Megszünteti a viták miatt felmerülő idővesztést
- Azonosítja a folyamat gyenge pontjait
- Feltárja a szisztematikus okokat
- Tényekkel támasztja alá, miért merült fel a probléma
- Folyamatosan biztosítja a tudatos tanulási folyamatot miközben eredményeket is szállít

- Az incidensre vonatkozóan tényszerű adatokkal szolgál
- Az incidens során minden ponton azt vizsgálja, mi történt, illetve minek kellett volna történnie
- Azonos megközelítést tesz lehetővé mindenki számára a szervezeten belül

A probléma megoldás 8 lépése:

1. A probléma meghatározása. A megoldandó probléma azonosítása, majd definiálása.
2. A probléma lebontása. A nagy rendszert fel kell osztani egyéni folyamatokra vagy részekre a folyamat feltérképezésével. Ezt követően meg kell határozni a probléma lehetséges okait. Részletes elemzések végrehajtása (a megfelelő eszközök felhasználásával pl.: ellenőrző lap, Pareto diagram, halszálla diagram, 5 miért, egyszerű folyamatábra, felhő vagy pont diagram, hisztogram, szabályzó kártya).
3. Célkitűzés. Pontos meghatározása az elvárt célnak. Akkor beszélhetünk megfelelő célról, ha az pontosan meghatározott, mérhető, a cél értéke elérhető, releváns a problémára, valamint időben határhoz kötött.
4. Gyökérok elemzés. Az elemzések tényeken alapulnak, nem feltételezéseken vagy megérzéseken. A felszínes gondolkodásból át kell lépni a mély megértés felé, hogy a probléma valós okát találjuk meg, ehhez használható eszközök az 5 miért vagy a halszálla diagram
5. Ellenintézkedések kidolgozása. Fejlesszünk ki annyi ellenintézkedést amennyit lehetséges. A fejlesztések során figyelni kell a vevő védelmére (az érték nem sérülhet), biztosítsuk, hogy az intézkedések a gyökérokot vagy okokat célozzák meg, törekedjünk zéró (vagy elhanyagolható) befektetésre, valamint az intézkedés gyorsan és hatékonyan megvalósítható legyen.
6. Ellenintézkedés bevezetése. A bevezetés előtt, ha lehetséges próbáljuk ki a megoldást egy teszt vagy pilot területen. Majd dolgozunk ki egy egyértelmű folyamatot az előrehaladás riportálására.
7. Eredmények és folyamatok monitorozása. gyűjtsünk adatokat a megoldásról és elemezzük ki azokat, validáljuk a hipotézisünket majd értékeljük az alkalmazott folyamatokat és a teljes elért eredményt (sikert vagy sikertelenséget)

8. Sikeres folyamatok standardizálása. Osszuk meg a sikeres folyamatokat és azok eredményeit másokkal. Azonosítsuk a rendszer szintű változásokat és képzések szükségességét a teljes bevezetéshez



5.ábra Problémamegoldás 8 lépése, saját szerkesztésű ábra

2.2.4. Az idővel kapcsolatos fogalmak

Általános alapelv, hogy csak azt tudjuk fejleszteni, amit mérni is tudunk. De nem elegendő csupán időméréseket végezni. Ismerni kell a különböző összetevőket vagy igényeket. Az idő egy fontos mérőszám a vevő és kiszolgáló közt, ez egy egyedül álló nyelv mely ütemet vagy ritmust ad a termelésnek, különböző szervezeti egységeket kapcsol össze, használható tevékenységek kiegyensúlyozására vagy segítheti a megfelelő fókusz kialakítását [5].

Ütemidő (Takt time, TT): Meghatározza a termelés ütemét, Az ütemidővel történő gyártás a JIT három alapelvének egyike. Az ütemidő az az időtartam, amilyen gyakorisággal egy terméknek el kellene készülnie a vevői rendelések alapján.

$$\text{Ütemidő} = \frac{\text{Termelésre fordítható idő}}{\text{Erre az időtartamra eső vevői igény}} = [s]$$

[4] Forrás: John Shook, Vezesd a tanulást, LEI Magyarországi Egyesülete 2012, Mi az az A3, pp:7-11

Ciklusidő (Cycle time, CT): Ez idő alatt a dolgozó/operátor/berendezés egy ismétlődő műveletet végez el. Mérésekor két egymást követő ciklusnak bármely két azonos pontja között eltelt időt vesszük figyelembe.

Gépi idő (Machine time, MT): Az az időtartam, amely a gép elindításától a gépi művelet elvégzéséig tart. Általában az indítógomb megnyomásától addig tart, amikor az operátor kiveheti az anyagot a gépből (pl. a gépajtó teljes kinyílása).

Gépi ciklusidő (Machine cycle time, MCT): A gépi idő és a gép működtetéséhez szükséges kézi idő összege. Ennyi időre van szükség, hogy egy termék ténylegesen elkészüljön a gépen.

Valós gépi ciklusidő (Effective machine cycle time, EMCT): A gépi ciklusidő plusz az egy ciklusra jutó átállási idő.

$$\text{Valós gépi ciklusidő} = \text{Gépi ciklus} + \frac{\text{Átállási idő}}{\text{Sorozatnagyság}} = [s]$$

Kézi idő (Hand time, HT): Az operátor ciklusának azon része, amelyet kézi munkavégzéssel tölt el.

Sétaidő (Walking time, WT): Az operátor munkaciklusának azon része, amikor az egyik művelettől a másik műveletig tartó távolságot megteszi.

Várakozási idő (Waiting time, WaitT): Az operátor munkaciklusának azon része, amikor nem végez manuális tevékenységet, hanem arra várakozik, hogy egy gép végezzen a műveletével.

Értékt teremő idő (Value-Creating time, VCT): A munkaelemeknek idejének azon része melyek úgy alakítják át a terméket vagy folyamatot, hogy azért a vevő hajlandó fizetni.

Átfutási idő (Lead time, LT): Általánosságban így nevezzük egy adott folyamat elkezdésétől a befejezéséig eltelt időt.

2.2.5. Teljes eszközhatékonyság

Teljes Eszközhatékonyság (Overall Equipment Effectiveness, OEE): Az OEE a TPM egyik legelterjedtebb mérőszáma, amely megmutatja, hogy a gép hány százalékát termeli meg annak az eladható termékmennyiségnek, amire képes lenne optimális esetben [6].

Az OEE mérésének kettős célja van:

- egyrészt információt kapunk arról, hogy a termelésre fordítandó időből mennyit fordítunk ténylegesen eladható termékek gyártására,
- másrészt számszerűsíteni a különböző veszteségeket.

Fontos leszögezni, hogy az OEE mérés nem cél, hanem eszköz a hatékonyság növeléséhez.

Az OEE egy szorzat érték, mely 3 szorzat eredményéből, hatásfokából számítandó.

$$OEE = A * P * Q = [\%]$$

$$OEE = RM * TM * MM = [\%]$$

(Overall Equipment Efficiency = Availability x Performance x Quality)

(OEE= Rendelkezésre állás * Teljesítmény * Minőség)

Rendelkezésre állási Mutató (RM): Megmutatja, hogy a termelésre szánt időből hány %-ban termelt a berendezés.

$$Rendelkezésre \text{ állás } m. = \frac{\text{Termelési idő} - \text{Állásidő}}{\text{Termelési idő}} * 100 = [\%]$$

Teljesítmény Mutató (TM): Megmutatja, hogy a berendezés működéséhez tervezett mennyiség hány %-ban teljesült.

$$Teljesítmény \text{ m.} = \frac{\text{Termelt mennyiség} * \text{ciklusidő}}{\text{Termelési idő} - \text{Állásidő}} * 100 = [\%]$$

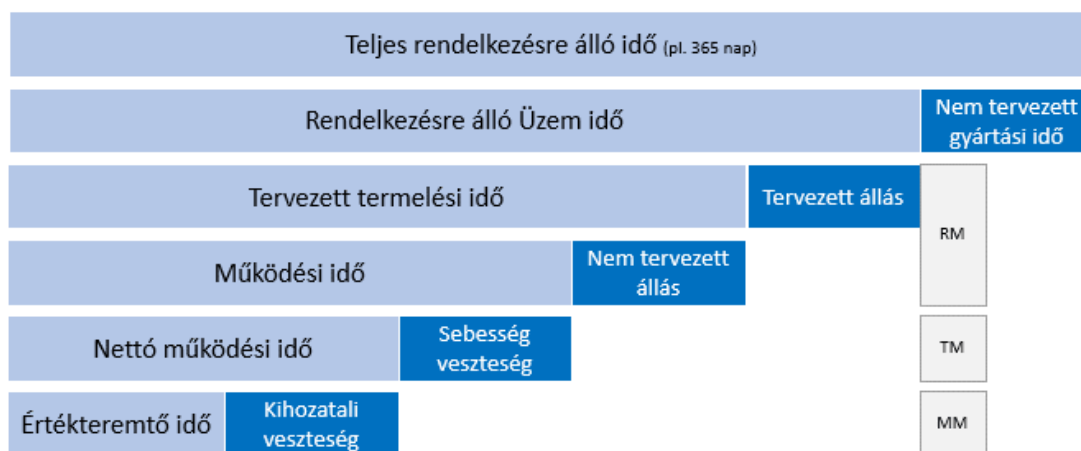
Minőségi Mutató (MM): Megmutatja, hogy a ténylegesen legyártott alkatrészek hány %-a felel meg a minőségi előírásoknak.

$$\text{Minőség m.} = \frac{\text{Termelt mennyiség} - \text{selejt mennyiség}}{\text{Termelt mennyiség}} * 100 = [\%]$$

Példák a veszteség típusokra:

- Nem tervezett gyártás idő: hétvégék, ünnepnapok, tervezett leállások (pl. leltár), megrendelés hiánya miatti állás (pl. 2 műszak történő gyártás)
- Tervezett állás: átállások (tervezett része), tervezett karbantartás
- Nem tervezett állás: meghibásodás, várakozás
- Sebesség veszteség: csökkentett sebesség, üresjárat (munkadarab nélküli futtatás)
- Kihozatali veszteség: minőségi hibák, javítások

A teljes eszközhatékonyság vizuális értelmezése (6.ábra)



6.ábra OEE vizuális értelmezése, sajátszerkesztésű ábra

2.2.6. Lean eszközök

A Toyota-módszer 14 vállalatirányítási alapelvet mutat be, amely egy vállalat működési hatékonyságának növelését szolgálhatja [7]:

- Hosszú távú filozófiára kell alapozni a vezetési döntéseket.
- Megszakításmentes folyamatáramlás szükséges a problémák felszínre hozásához.
- Húzórendszert kell használni.
- Termelés kiegyenlítése a cél.
- Nem elegendő kiszűrni a hibát, orvosolni is kell.
- Folyamatos fejlesztés és az alkalmazottak önállósítása az alapja a szabványosításnak.
- Vizuális visszajelzést kell alkalmazni
- Csak megbízható technológiát lehet használni.
- Olyan vezetőkre van szükség, akik teljes mélységig értik a munkájukat és tanítják is másoknak ezt a filozófiát.
- Kivételes, cégfilozófia szellemében dolgozó munkatársakra van szükség.
- Partnerek, beszállítók tesztelése szükséges.
- Első kézből kell megszerezni az információt.
- Teljes egyetértésben, lassan kell döntést hozni, utána viszont gyors megvalósítás szükséges.
- A folyamatos fejlesztés segítségével tanuló vállalattá kell válni.

Standard munka: A munkavégzés általunk ismert legjobb módja, figyelembe véve a biztonságot, a minőséget és a hatékonyságot [8].

Vizuális menedzsment: A termelési és anyagmozgatási folyamatokban lévő veszteségek láthatóvá tétele. Használatával bárki könnyen eldöntheti, hogy a folyamatok rendben zajlanak-e, ezért a vizuális irányítás fontos segítség a veszteségek felderítésében.

[7] Forrás: Jeffrey K. Liker, A Toyota-módszer, HVG Kiadó Zrt., Budapest, 2008, pp:60-68

VSM: Egy stratégiai eszköz, amely segítségével azonosíthatók a veszteségek. Az értékfolyamat feltérképezésének első lépése szintén a jelenállapot térkép létrehozása. Ennek alapján megalkotjuk az ideális állapot térképét, és ha a megalkotott térképen vannak olyan elemek, amelyeket egyelőre nem tudunk megvalósítani, akkor az ideális állapot térképből rajzolunk egy jövőállapot térképet.

KANBAN: A JIT-termelés megvalósításának és irányításának alapvető eszköze. A kanban elsődleges funkciója utasítás a termelésre vagy anyagmozgatásra. A rajta lévő információk megmutatják, hogy miből mennyit kell mozgatni, a kanban feltűnése pedig az időzítést is megadja. Használatával elkerülhető a túltermelés, és könnyen felismerhető a szabálytalan termelési sebesség.

SMED: Az átállási idő drasztikus csökkentését célul kitűző módszer. A szó szerinti fordítás alapján egy számjegyű, vagyis kevesebb mint 10 perc alatt kell tudnunk átállni.

TPM: A termelékenység fejlesztését célul kitűző karbantartási módszertan. A teljes körű kifejezést három értelemben használjuk: az összes dolgozó részvételével, az összes veszteségforrás megszüntetésével, a berendezések teljes életciklusa folyamán.

5S: A módszer célja, hogy minél rendezettebb, átláthatóbb munkakörnyezetet alakítsunk ki a veszteségmentes, hatékony munkavégzés érdekében. A módszer öt „S” betűvel kezdődő japán kifejezésről kapta a nevét.

- Seiri - szelektálás
- Seiton - elrendezés
- Seiso - takarítás
- Seiketsu - standardizálás
- Shitsuke - fenntartás

V7: A 7 veszteség kategóriát Taiichi Ohno állította össze. A kategóriák segítenek a folyamatokban lévő veszteségek azonosításában. Ide tartozik a termelés összes olyan eleme, amely erőforrást igényel, mégsem teremt értéket.

- Szállítás
- Készletek
- Felesleges mozgás

- Várakozási idők
- Túltermelés
- Ésszerűtlen munkafolyamat
- Utómunkálatok és selejt

Ezen elemek használata segítséget nyújt a megfelelő áramlás kialakítására. Ezt követően kikell alakítani azon elemeket amelyek láthatóvá teszik a valós teljesítményt.

2.3 A projekt vezetése

A fejlesztés sikeres kivitelezéséhez a Lean módszerek mellett a megfelelő projekt vezetésnek is érvényesülnie kell. Sok munkát jelent az egymástól gyakran különböző feladatok koordinálása és hogy a valódi célt mindig tartsuk szemelőt. A megfelelő fókusz meghatározáshoz a következő alapszabályokat vettem alapul [9].

- Mindig tartsuk szemelőt a 80/20 (Paretto elv) szabályt.
- Ne kapkodjunk, nincs elegendő idő minden probléma megoldására.
- Határozzuk meg a kulcspontokat.
- A feladatokat és a változásokat mindig kommunikálni kell (One pager, „egy oldalas lecke”).
- Alaposan határozzuk meg, hogy mit látunk és hogy mit kellene látnunk.
- Mindent megtudunk csinálni, de van-e elegendő erőforrásunk?
- Mindig keressük meg a probléma gyökérokát.
- A „Nem Tudom” is válasz.
- A „Mindig is így csináltuk” nem válasz.

[8] Forrás: Imai Maszaaki, Kaizen [™] stratégia, HVG Kiadó Zrt., Budapest.2022. pp: 48-51; 75-80; 135-139

James P. Womack-Daniel T. Jones, Lean szemlélet, HVG Kiadó Zrt., Budapest 2009. pp: 73-74; 287

[9] Forrás: Poór József, Menedzsment-tanácsadási kézikönyv, Akadémia kiadó, Budapest 2010. pp: 127-128

3. Folyamat fejlesztése

3.1 A Vállalat és termék bemutatása

A Hungaro-Slr gépipari Kft a Német SLR Gruppe csoport tagja. Az anyavállalat gömbgrafitos öntöttvasak öntésével foglalkozik. Németországban 2 öntőde van. Az első St. Leon-Rotban található (ezt 1981-ben alapították) a második Elsterheidében található. A homoköntéshez szükséges szerszámokat a Passau melletti Eging üzemben (Eme-slr GmbH) állítják elő és a megmunkálás egy részét pedig Magyarországon végezzük (ezt 1992-ben alapították). Évente több mint 130.000 tonna gépalkatrészt öntenek és ebből közel 11.000 tonna alapanyag kerül megmunkálásra Magyarországon.

Vevőink a teljesség igénye nélkül:

- ABB,
- Caterpillar,
- Class,
- John Deere,
- Liebherr.

A választott termék egy Caterpillar alkatrész, azonosítója 529-7688 (1.melléklet), megnevezése „Wheel” (7.ábra).



7.ábra Wheel alkatrész

Forrás: <https://parts.cat.com/en/catcorp/529-7688> letöltés:2022.11.01

Az alkatrészt a Caterpillar-735-740-745-ös típusúszámú csuklós dömpereknél használják (8.ábra)



8.ábra

Forrás: https://www.cat.com/en_US/products/new/equipment/articulated-trucks/three-axle-articulated-trucks/1000032934.html

Iletöltés. 2022.11.01

Az alkatrésznek funkciója szerint hasonló a szerepe, mint a személygépkocsik hajtott kereteinek ABS-el rendelkező kerékagya. Azzal a megjegyzéssel, hogy a Caterpillar, ilyen funkcióval rendelkező kerékagyai teljesen zárt kivitelben biztosítják a legszélsőségesebb körülmények közötti működést (2.melléklet).

Gyártási fő lépései:

Ez az öntvény beérkezésétől a termék kiszállításig a következő fő műveleteken megy keresztül:

- Öntvénytisztítás/festés
- Esztergálás
- Fúrás
- Fogazás (fogvésés)
- Tisztítás
- Csomagolás

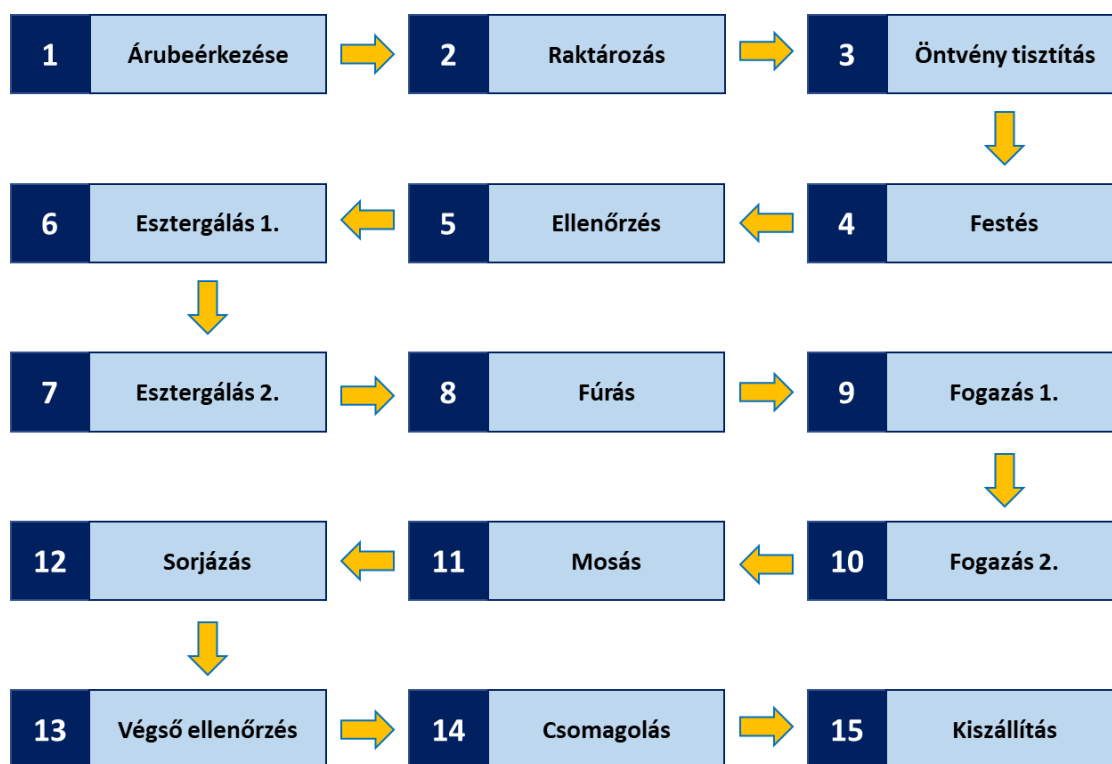
Éves darabszám: ~16.000 db (~2.000 tonna)

A Vállalatban több próbálkozás is volt az egyes lean elemek adaptálására, de miután nem értették meg a szemléletmód vagy filozófia hátterét, ezért a vállalat folytatta a „hagyományos” termelési rendszer szerinti működést.

Az elméleti gépi leterhelést magasra értékelik, míg a valós gépkihasználatnak ennek a töredékét mutatja, ez mellett gyakoriak a csúszások a szállítási tervhez képest és a minőségi mutatók sem kielégítőek a gyártási problémák miatt.

3.2 „Wheel” alkatrész és a gyártási folyamata

Az alkatrész gyártási sorrendjét a következő ábra szemlélteti (9.ábra).



9.ábra Alkatrész gyártási folyamata, sajátszerkesztésű ábra

3.2.1. Árubeérkezés

Az öntvények Németországból érkeznek, beérkező kamionokon ellenőrzik az alkatrészek sérülésmentességét, majd elkezdik lepakolni a szállítmányt. Eközben ellenőrzik az alkatrészek típusazonosságát és darabszámát a fuvarlevél segítségével.

3.2.2. Raktározás

Az alkatrészek elhelyezése a raktárban és a raktározási rendszerbe történő bekönyvelése.

Rögzített adatok: alkatrész rajzszáma, öntés dátuma, szállítmány azonosítója, darabszám és a tárolás pozíciója.

3.2.3. Öntvénytisztítás

Ez egy durva csiszolási művelet. Technológiai Utasítás alapján elvégzik az alkatrész tisztítását (durva sorjázását). Levágásra kerülnek a beömlő csomók, illetve lecsiszolják az öntőszerszám zárási sorjait. A leggyakrabban használt gépek alapadatait a következő táblázat foglalja össze (1.táblázat).

Sarokcsiszolók adatai

1.táblázat

Kézi szerszámgép	METABO, WE 26-230	Bosch HWS 65/125
Teljesítménye	2600 W	630 W
Fordulatszám	6600 1/perc	6150 1/perc
Tárcsaátmérő	Ø230 mm	Ø125 mm

A következő táblázat a művelet VSM¹ adatait összesíti (2.táblázat).

Öntvénytisztítás VSM adattábla

2.táblázat

Normaidő [min]	Ciklusidő [min]	Elvárt darabszám [db/műszak]	Műszakok száma	Beállási idő [h]	Operátor [fő]
18,46	16,15	26	2	0	1

3.2.4. Festés

Az alkatrész sűrített levegővel történő tisztítását követően az alkatrészeket a vevő által meghatározott alapozó festékekkel lefestik. Majd egy szárítókemencében megkezdik a szárítást. Az alkatrész 20 percet tölt a szárító kemencébe 50-60 °C között. Ezt követően az operátor szemrevételezi a festést, majd az alkatrészeket raklapra helyezi, majd az összerendezett alkatrészeket legalább 24 órára behelyezik a szárítóhelyiségbe.

¹VSM - Valeu Stream Map – Értékáram térkép. részletes kifejtése a 3.4-es fejezetben olvasható

A következő táblázat a művelet VSM adatait összesíti (3.táblázat).

Festés VSM adattábla

3.táblázat

Normaidő [min]	Ciklusidő [min]	Elvárt darabszám [db/műszak]	Műszakok száma	Beállási idő [h]	Operátor [fő]
5	4,4	96	2	0	2

3.2.5. Ellenőrzés

A festet alkatrész festékvastagságának ellenőrzése és annak rögzítése a minőségbiztosítási rendszerben, valamint Minőségellenőrzési Utasítás szerinti vizuális ellenőrzés. A rétegvastagság ellenőrzését egy QEO-FCT-1 típusú eszközzel végzik el. Előírt festékvastagság: 60-80µm

A következő táblázat a művelet VSM adatait összesíti (4.táblázat).

Vizuálisellenőrzés VSM adattábla

4.táblázat

Normaidő [min]	Ciklusidő [min]	Elvárt darabszám [db/műszak]	Műszakok száma	Beállási idő [h]	Operátor [fő]
2	1,6	240	1	0	1

3.2.6. Esztergálás-1

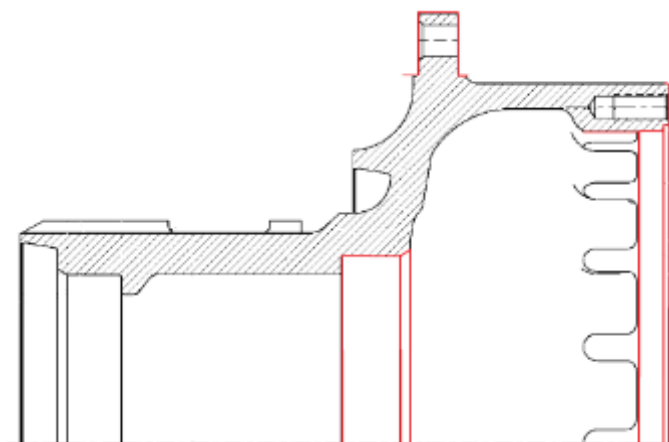
Az alkatrész „alsó” felének megmunkálása egy Doosan gyártmányú függőleges esztergával. A nagyoló esztergálás során átlagosan 6 mm anyagot esztergálnak le, majd ezt követően kialakításra kerülnek a végleges méretek. Ez alól kivétel a csapágy fészek helye. Ennek oka, hogy az alkatrész mind két oldal irányból csapágyazva lesz és a rajzon az egytengelyűség-hez tartozó előírás 0,08mm. A következő táblázat a művelet VSM adatait összesíti (5.táblázat).

Esztergálás-1-hez tartozó VSM adattábla

5.táblázat

Normaidő [min]	Ciklusidő [min]	Elvárt darabszám [db/műszak]	Műszakok száma	Beállási idő [h]	Operátor [fő]	Gépek száma
19	19	24	3	-	0,33	1

A következő képen, piros vonallal megjelölve a megmunkált felületek láthatók (10.ábra).



10.ábra 529-7688- as alkatrész első megmunkálási műveletei

Műveleti lépések és alap forgácsolási adatok összefoglaló táblázata (6.táblázat):

6.táblázat

sor- szám	Művelet	V_a [m/perc]	f [mm/ford.]	a [mm]
1.	Homlok nagyolás	230	0,33	3
2.	Furat nagyolása (fent)	210	0,35	3
3.	Furat nagyolás (lent)	250	0,4	3
4.	Perem nagyolása	230	0,3	3
5.	Perem simítása	230	0,47	0,1
6.	Furat simítása (fent)	230	0,4	0,1
7.	Furatsimítás (lent)	230	0,2	0,2

3.2.7. Esztergálás-2

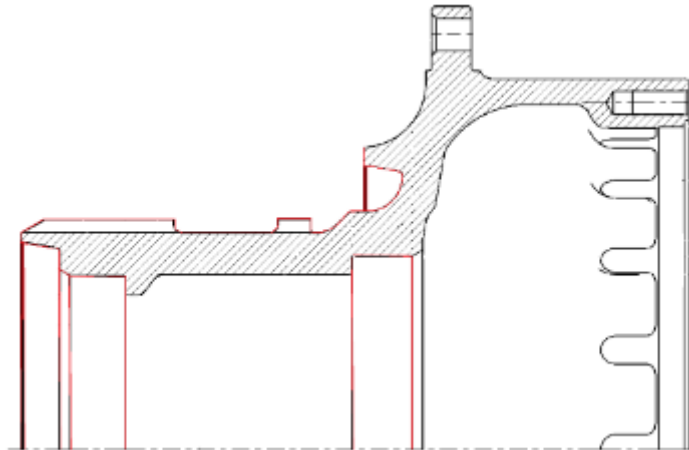
Az alkatrész második („felső”) felének megmunkálása kettő Doosan gyártmányú függőleges esztergával. A nagyoló esztergálás során átlagosan 6 mm anyagot esztergálnak le, majd ezt követően kialakításra kerülnek a végleges méretek. A kétoldal található csapágó fészkeket összedolgozzák, így érvényesül a rajzon az egytengelyűség-hez tartozó 0,08 mm-es előírás. A következő táblázatban a művelet VSM adatait összesíti (7.táblázat).

Esztergálás-2-höz tartozó VSM adattábla

7.táblázat

Normaidő [min]	Ciklusidő [min]	Elvárt darabszám [db/műszak/gép]	Műszakok száma	Beállási idő [h]	Operátor [fő]	Gépek száma
33	33	14	3	-	0,33	2

A következő képen, piros vonallal megjelölve a megmunkált felületek láthatók (11.ábra).



11.ábra 529-7688- as alkatrész második megmunkálási műveletei

Műveleti lépések és alap forgácsolási adatok összefoglaló táblázata (8.táblázat):

8.táblázat

sor- szám	Művelet	V_a [m/perc]	f [mm/ford.]	a [mm]
1.	Furat nagyolása	230	0,23	3
2.	Furat simítása	260	0,33	0,1
3.	Palást nagyolás	220	0,25	3
4.	Palást simítása	260	0,4	0,1
5.	Fogazat alatti átmérő nagyolás és simítás	260	0,33	3-0,1
6.	Visszasimítás	260	0,33	0,1
7.	Fogazat alatti beszúrás	100	0,3	0,2
8.	Homlok beszúrás nagyolás	200	0,5	3
9.	Homlok beszúrás simítás	200	0,2	0,2

A következő táblázat az Esztergálási műveletekhez használt Doosan V850M-típusú függőleges esztergáról (12.ábra) összesít néhány adatot (9.táblázat).

9.táblázat

Géptípusa:	Doosan V850M – függőleges eszterga
Teljesítmény:	37,3 kW
Vezérlés:	Fanuc 21 iTB CNC



12.ábra Doosan V850M függőleges eszterga (és munkatere)

3.2.8. Fúrás

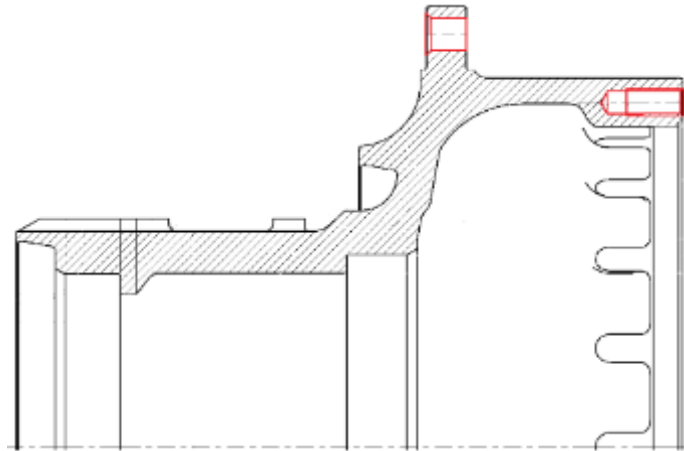
Kialakításra kerül az alkatrész „alsó részén” a furatok és a hozzá tartozó menetek, illetve kifűrjék a tőcsavarok helyét az alkatrész karimáján. A következő táblázat a művelet VSM adatait összesíti (10.táblázat).

Fúrás művelethez tartozó VSM adattábla

10.táblázat

Normaidő [min]	Ciklusidő [min]	Elvárt darabszám [db/műszak]	Műszakok száma	Beállási idő [h]	Operátor [fő]	Gépek száma
18	11,7	24	3	-	0,33	2

A következő képen, piros vonallal megjelölve a megmunkált felületek láthatók (13.ábra).



13.ábra 529-7688- as alkatrész fúrás műveletei

Műveleti lépések és alap forgácsolási adatok összefoglaló táblázata (11.táblázat):

11.táblázat

sor- szám	Műveletelem	Szerszám	n [1/perc]	f [mm/ford.]
1.	Fúrás & Letörés	Teagutec spec.kombi fúró – Ø14,25	2400	0,25
2.	Menetfúrás	Gépi menetfúró - M16	300	2
3.	Fúrás & Letörés	Teagutec spec.kombi fúró – Ø19,86	1923	0,35
4.	Letörés	Spec. visszaleélező	350	0,23

A következő táblázat a fúráshoz használt Hedelius BC-100 megmunkálóközpontról (14.ábra) összesít néhány adatott (12.táblázat)

12.táblázat

Típus:	Hedelius BC-100 – Megmunkálóközpont
Vezérlés:	HEIDENHAIN
Munkatér mérete:	3500x1000x600 mm



14.ábra Hedelius BC-100 – Megmunkálóközpont

3.2.9. Fogazás-1

Az alkatrészen két fogazott felület kerül kialakításra. Az átmérők, fogszámok, modul és az egyéb előírások a (15.ábra) táblázatban láthatók. Ehhez a fogazathoz további speciális előírás, hogy minden 45° -ra eső fogat ki kell vésni, így az alkatrész helyzetét a rögzítés előtt pozicionálni kell.

SPLINES A, B			
EXTERNAL INVOLUTE SPLINE DATA			
NUMBER OF TEETH	88	PITCH DIAMETER	279.400
NOR. DIAMETRAL PITCH	8	BASE DIAMETER	270.500
NOR. MODULE	3.175	FORM DIA MAXIMUM	272.80
NOR PRESSURE ANGLE	14.5°	NOR. CIRCULAR TOOTH THICKNESS	
CUTTER	1E2344	MAX EFFECTIVE	5.044
INSPECTION	A-B	MIN ACTUAL	4.790
FIT- SPECIAL	1E2175	MEAS PIN DIA	6.0000
		MIN MEAS OVER PINS	288.994
		FLAT ROOT	

15.ábra 529-7688-as alkatrész műszaki rajzának adattáblája [1/3 lap; A8]

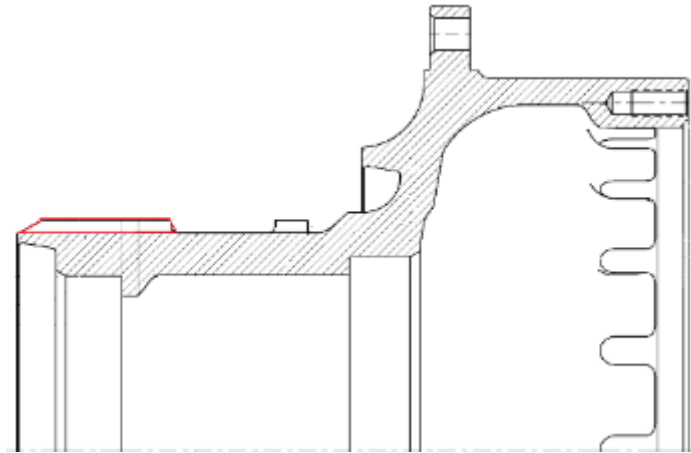
A következő táblázat a művelet VSM adatait összesíti (13.táblázat).

Fogazás-1 művelethez tartozó VSM adattábla

13.táblázat

Normaidő [min]	Ciklusidő [min]	Elvárt darabszám [db/műszak]	Műszakok száma	Beállási idő [h]	Operátor [fő]	Gépek száma
68	68	6	3	-	0,14	4

A következő képen, piros vonallal megjelölve a megmunkált felületek láthatók (16.ábra).



16.ábra 529-7688- as alkatrész első fogvésési művelete

A következő táblázat a fogazáshoz használt TOS-OHA-50-A fogaskerék gyártógépről (17.ábra) összesít néhány adatott (14.táblázat)

14.táblázat

Típus:	Toscelakovice OHA 50 A – Fogaskerék gyártógép
Teljesítmény:	3,7 kW
Alkatrész max. átmérő:	750 mm
Max. löket hossz:	130 mm



17.ábra Toscelakovice OHA-50-A – Fogaskerék gyártógép

3.2.10. Fogazás-2

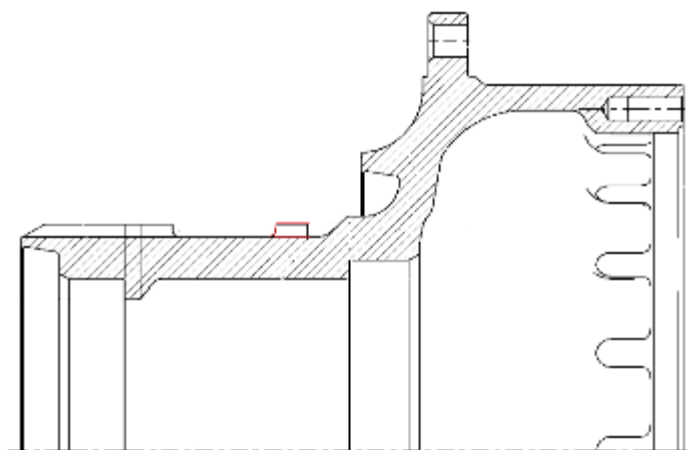
A beállítást követően legyártásra kerül a második fogazat is. Az „alsó” (rövid) és a „felső” (hosszú) fogazat alap geometriája megegyezik eltérés azok hosszában van. illetve ebben műveletben a fogazat folytonos, nincs kieső fogrész. A következő táblázat a művelet VSM adatait összesíti (15.táblázat).

Fogazás-2 művelethez tartozó VSM adattábla

14.táblázat

Normaidő [min]	Ciklusidő [min]	Elvárt darabszám [db/műszak]	Műszakok száma	Beállási idő [h]	Operátor [fő]	Gépek száma
40	40	12	3	2	0,14	2

A következő képen, piros vonallal megjelölve a megmunkált felületek láthatók (18.ábra).



18.ábra 529-7688- as alkatrész első fogvésési művelete

3.2.11. Mosás

Alkatrész megtisztítása a fogazáshoz használt vágóolajtól.

A következő táblázat a művelet VSM adatait összesíti (15.táblázat).

Mosás művelethez tartozó VSM adattábla

15.táblázat

Normaidő [min]	Ciklusidő [min]	Elvárt darabszám [db/műszak]	Műszakok száma	Beállási idő [h]	Operátor [fő]	Gépek száma
2	1,6	240	2	0	0,5	1

3.2.12. Sorjázás

A megmunkálást követő sorják eltávolítása kézi sorjázókés és pneumatikus csiszoló segítségével.

A következő táblázat a művelet VSM adatait összesíti (16.táblázat).

Sorjázás művelethez tartozó VSM adattábla

16.táblázat

Normaidő [min]	Ciklusidő [min]	Elvárt darabszám [db/műszak]	Műszakok száma	Beállási idő [h]	Operátor [fő]
2	1,6	240	3	0	0,5

3.2.13. Végső ellenőrzés

A termék végső minősítő ellenőrzése.

A következő táblázat a művelet VSM adatait összesíti (17.táblázat).

Sorjázás művelethez tartozó VSM adattábla

17.táblázat

Normaidő [min]	Ciklusidő [min]	Elvárt darabszám [db/műszak]	Műszakok száma	Beállási idő [h]	Operátor [fő]
1	1	480	1	0	1

3.2.14. Csomagolás

Alkatrészeket 2 rétegben egy műanyag szállító konténerbe (CHEP boxba - 4 db/csomag) helyezik. Az alkatrészek rögzítését felfújható légzsákok biztosítják. A következő táblázat a művelet VSM adatait összesíti (18.táblázat).

Csomagolás művelethez tartozó VSM adattábla

18.táblázat

Normaidő [min]	Ciklusidő [min]	Elvárt darabszám [csomag/műszak]	Műszakok száma	Beállási idő [h]	Operátor [fő]
12	12	40	1	0	2

3.2.15. Kiszállítás

Raktározás a kiszállításig. Minden héten csütörtökön történik a kiszállítás 2-3 szállítmány indul vegyesen egy másik alkatrésszel (482-9076-Anchor). Így a csomagszám folyamatosan változik 50-75 csomag közt, attól függően, hogy az eredeti tervhez képest mennyi alkatrész készül el.

Egy szállítmányba összes 45 csomag kerül, de ebből az alkatrészből csak a szállítás napján derül ki, hogy ennyi is a pontos darabszám.

3.3. Gyakori hibák

Ebben a fejezet részben a műveletekhez tartozó leggyakoribb minőségügyi hibák kerültek összefoglalásra.

Árubeérkezés:

- Rozsdásan érkező alkatrészek
- Sérült csomagok
- Darabszám eltérések

Tárolás:

- Rozsdásodás a nem körültekintő tárolás miatt
- FIFO (First In First Out, első darab be, első darab ki) be nem tartása

Tisztítási hiba:

- Nem megfelelő öntvénytisztítás

Festési hibák

- Festék rétegvastagság nem megfelelő
- Alapanyag hibák láthatóvá válnak

Vizuális ellenőrzés:

- Jelenleg csak 1 műszakban történik az ellenőrzés, de az alkatrészek előkészítése két műszakos, így a legyártott alkatrészeknek megközelítőleg csak a fele esik át a vizuális ellenőrzésen. Ezért az előzőekben felsorolt hibák a megmunkálás során is előkerülhetnek.

Forgácsolás során:

- Szerszám/lapkacserét követő hibás korrekció
- Mérési bizonytalanság
- Láthatóvá válnak újabb alapanyag hibák

Mosás/Sorjázás:

- Nem megfelelő tisztítás, zsírtalanítás
- Rozsdásodás
- Sorjázási hibák

Csomagolás:

- Előírásnak nem megfelelő csomagolás
- Azonosítócímke tévesztés

3.4. VSM – jelenállapot térkép

Az előzőekben leírtak és a folyamat feltérképezése céljából készült egy VSM (value stream map), jelen állapot térkép (3.melléklet), mely magába foglalja a gyártás fő pontjait és azokat az adatokat, melyek hatással vannak a teljes termelési folyamatra.

Fontosabb VSM szimbólumok a következő képen láthatók (19.ábra)

Szimbólum	Megnevezés	Szimbólum	Megnevezés
	Üzem (Vevő/Szállító)		Manuális irányítás
	Adattábla Termelési folyamat		Anyagfelvétel
	Készlet		Anyagmozgatás (pull)
	Szupermarket		Anyagmozgatás (push)
	Kanban kártya		Információcsere
			Elektronikus információcsere

19.ábra

Tanulj meg látni, Mike Rother és Jonh Shook, LEI Magyarországi Egyesület 2012;9-29 oldal

3.5. Vevői rendelések**3.5.1. Rendelési mennyiségek, előrejelzések**

Alkatrészhez a vevő meghatároz egy hosszútávú (11 hónapos) előrejelzést. Az igények a világ bármely pontján található vállalatától vagy üzemtől érkeznek az öntödék valamelyikébe, ezeket a listákat összesítve továbbítják a hét utolsó munkanapján. Az igények változásával a lista hétről-hétre változhat ezért gyakorlati tapasztalat alapján a

pontos gyártási tervek csak az ezt követő kéthétig érvényesek. A következő héten elkészítik az aktuális listához tartozó gyártási tervet és az adott hét szerda 13 óráig visszaigazolásra kerül a vevőnél. A következő képen (20.ábra) ennek a listának az alkatrészeire vonatkozó szállítási igénye látható havi felbontásba.

Dr. Nr.	Customer	Name	Index	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Marc.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Total
529-7688	Cat Belfast	Wheel	1	0	404	1424	1072	1616	2012	1432	1112	1032	1420	1272	1292	14088
529-7688	Cat Grim.	Wheel	1	0	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0		120

20.ábra Havi előrejelzések összefoglaló táblázata, saját szerkesztésű ábra

3.5.2. Ingadozások

A következő táblázatban (21.ábra) 2022-es évre vonatkozó havi előrejelzései láthatók. A havi ingadozás meghatározásához a tárgyhó utolsó pénteki adatait vettem alapul. Az éves mennyiség a valóságban csupán 11 hónapra vonatkozik. Az eredmények alapján látható, hogy az alkatrész átlagos 11 havi igény, 13.342 darab. Ennek szórás 7% havonta (a havi tervek „éves” összes mennyige alapján). Ugyan akkor, ha a szórást havi szinten vizsgálom akkor az 24%-os vagyis 296 darab/hónap a szórás.

2021.12.30	Dec.	Jan.	Feb.	Marc.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Total
529-7688	0	2140	920	1256	992	1124	1484	948	832	1152	828	816	12492
2022.01.28	Jan.	Feb.	Marc.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
529-7688	0	1996	1252	996	1296	1016	1128	1004	980	948	816	720	12152
2022.02.25	Feb.	Marc.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Total
529-7688	0	1016	952	1100	1324	1196	1184	1052	888	1084	1028	1152	11976
2022.03.25	Marc.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Total
529-7688	0	1032	1300	936	1876	1192	1196	984	1128	1020	1260	960	12884
2022.04.29	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Marc.	Total
529-7688	0	892	764	1304	1488	1596	968	1284	1388	1308	1168	1292	13452
2022.05.26	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Marc.	Apr.	Total
529-7688	0	488	1696	1488	1596	968	1284	1508	1308	1168	1172	1248	13924
2022.06.24	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Marc.	Apr.	May	Total
529-7688	0	1108	1648	1044	1264	1384	1256	1592	996	1348	1088	840	13568
2022.07.29	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Marc.	Apr.	May	Jun.	Total
529-7688	0	1438	1640	1196	1652	1256	1592	996	1348	1088	856	1188	14250
2022.08.26	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Marc.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Total
529-7688	0	1614	1672	1436	1668	1592	1000	1172	1260	860	1188	1056	14518
2022.09.30	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Marc.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Total
529-7688	0	524	1424	1072	1616	2012	1432	1112	1032	1420	1272	1292	14208

	Év	Hónap
Szórás [db]	917	296
Átlag [db]	13342	1213
Szórás [%]	7%	24%

21.ábra Éves előrejelzések összefoglaló táblázata. saját szerkesztésű ábra

3.6. Jelenállapot problémáinak összefoglalása

A gyártási kapacitás általában elegendő bizonyos esetekben túlzott is.

A tisztítás 84%-os leterheltséggel működik. 2 műszakos munkarendben 12 fő dolgozik ezen a területen ez a létszám 14 főre bővíthető, illetve a 3 műszak beindításával maximum 21 főig lehetséges a bővítése. De a számítás nem veszi figyelembe a valós rendelkezésre állást.

A festés 95%-os leterheltséggel működik. 2 műszakos munkarendben 4 fő dolgozik, a 3. műszak beindításával jelentős kapacitás növekedés állna rendelkezésre. De a számítás nem veszi figyelembe a valós rendelkezésre állást és az alacsony létszámgény miatt 1 fő távolléte esetén az elvart darabszám megközelítőleg 30%-al csökkenne az adott műszakban.

A következő kép bal oldalán az alkatrészek típusonkénti éves darabszáma, az öntvénytisztítási- és festési-idők, míg a jobb oldalon a rendelkezésre álló idő és az éves előrejelzés arányában a kalkulált kapacitás látható (22.ábra)

12 havi darabszám (Több tétel)

Megnevezés	12 havi előrejelzés [db]	Ö.Tisztítási idő [óra]	Festés idő [óra]
WHEEL	29811	6801,3	2122,2
ANCHOR	15620	3907,4	1301,7
HEAD	10945	1275,7	0,0
PISTON	3836	451,7	0,0
TRUNNION	2436	287,7	53,2
CARRIER PLANET	2240	996,4	0,0
HOUSING DIFF.	2213	717,3	27,7
HOUSING PINION	2054	425,8	160,3
HUB	1941	736,1	0,8

	Öv.t. kapacitás	Festés kapacitás
Munkanapok száma	254	
Műszakok száma	2	3
Munkaállómások	6	1
Megmunkálási idő [h]	20429	4266
Korrekciós tényező	1	1
Kapacitás	84%	70%

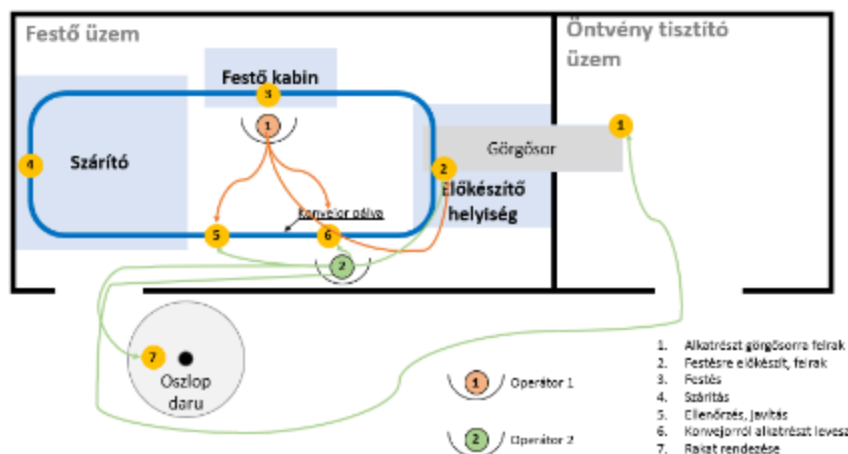
22.ábra részlet a kapacitástáblázatból

További probléma, hogy nem pontosan vannak meghatározva az operátorok közötti feladatok, ezért sok esetben egymásra várnak vagy kétszer végzik el ugyan azt a műveletet az alkatrészen. A munkafolyamat mindkét operátor által elvégezhető feladatokat a (23.ábra) festőüzem sematikus elrendezése mutatja.

Közös- vagy többszörösen elvégzett-munkafolyamatok:

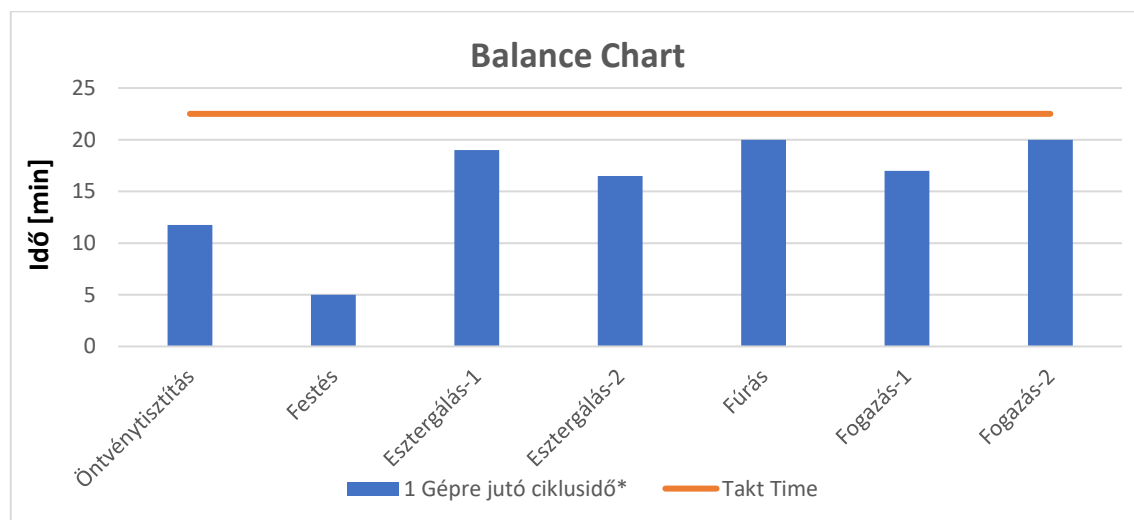
- Alkatrészek előkészítése és felhelyezése a konvejer sorra.
- Ellenőrzés és javítás
- Alkatrészt a konvejer sorról leszed és a rögzítés által kitakart részek javítása

Nagyobb probléma a tisztítás vagy javítás során állhat fenn, ugyanis ezt a kollégák rutinszerűen végzik, nem ellenőrzik, hogy ezek a műveletek végrehajtása megtörtént-e már.



23.ábra A festő üzem sematikus elrendezése, sajátszerkesztésű ábra

A megmunkálás területén VSM felmérés időszakában az esztergálási műveletre három eszterga gépen volt beállítva, de egy gép állt anyaghiány miatt. A fúrási műveletre két megmunkáló gépen volt beállítva, de egyik gép sem üzemelt anyaghiány miatt. Az utolsó megmunkálási műveleteknél összesen hét fogazó gépen volt beállítva az alkatrész, de csak három gép üzemelt a többi gép operátorra várt a ciklus lefutása után. Ezekben az esetekben a probléma gyártás kiegyenlítésének (24.ábra) a hiányára vezethető vissza, legyen az akár az alkatrész akár az operátorra vonatkozó.



24.ábra Kiegyenlítettégi diagram, sajátszerkesztésű ábra

Az CNC gépeken megfigyeljük a gépek rendelkezésre állását. Ezek eredményét a következő táblázat szemlélteti (19.táblázat) (adatok meghatározása 2022 szeptemberi és októberi eredmények alapján történt, termelési idő a tervezett műszak alapján lett számolva.)

Rendelkezésre állás

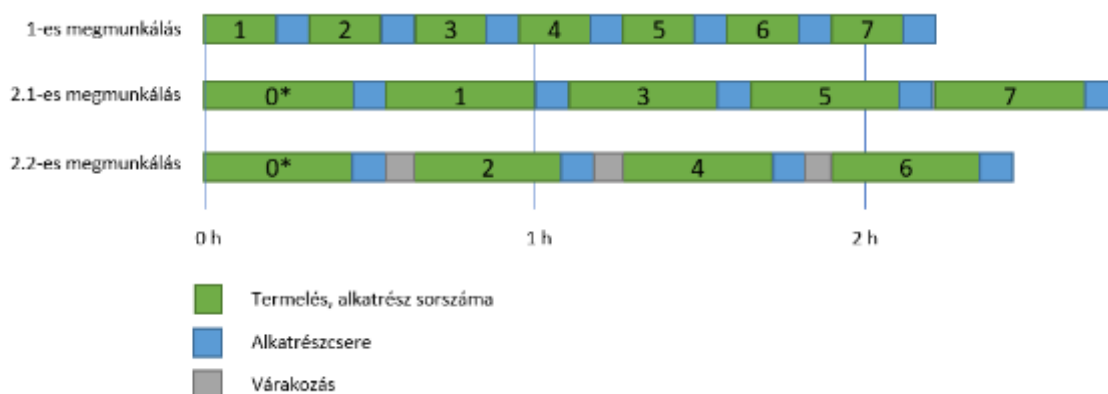
19.táblázat

Művelet azonosítója	Gép azonosítója	Rendelkezésre állása
15	BB-02	81%
20.a	BB-03	64%
20.b	BB-05	43%
90.a	CF-03	42%
90.b	CF-07	31%

Jelenleg nincs arra vonatkozó adat, hogy milyen okból nem termelt a berendezés, csupán két információt különböztetünk meg, termelt vagy nem termelt a berendezés. A rendelkezésre állás némely esztergagépnél (BB-02) elégséges, figyelembe véve, hogy az alkatrész cseréje főidőben történik, viszont a többi gépnél ez elmarad, melynek egyik fő oka a gyakori alkatrészhiány.

Első esztergálás normaideje 19 perc, míg a következő műveleté 33 perc, a második esztergálást 2 gép végzi (33perc/2db), ezt figyelembe véve 16,5 percenként elkészül az alkatrész, de a ciklusidők eltéréseiből adódóan nem lehetséges a folyamatos üzemeltetés. A következő vonal diagram (25-ábra) szemlélteti ezt a problémát a termelési idő első két órájában. Kiindulási állapot a műszak indulása, valamint, hogy mind a 3 géphez rendelkezésre áll 1-1 darab alkatrész. Majd ez követően a termelésre darabcserére és várakozásra fordított idő látható (zöld, kék és szürke színekkel). A probléma már az első megmunkálási műveletének 2-es számú darabjánál előjön, mert a 2-es megmunkálási művelethez nem érkezik meg megfelelő időben a munkadarab.

- Esztergálás-1: 19 perc/db – [38 perc/2 darab] (24 darab / műszak)
- Esztergálás-2: 33 perc/2 darab (28 darab / műszak)



25.ábra Esztergálási művelethez tartozó idődiagram, sajátszerkesztésű ábra

Ezért a 2-es művelet valamely gépe mindig várakozni fog az 1-es művelet befejezésére. Az alkatrész folyamatos igénye miatt nem lehetséges a két művelet közti készlet felhalmozása, illetve csak abban az esetben, ha időszakosan egy negyedik gépet is beállítanak erre a műveletre. Ezt viszont az éves darabszám és az ütemidő nem indokolja.

A megmunkálógépek (CF-03 és CF-07) esetében rosszabb eredményt kapunk. Ezeknél a gépeknél viszont a probléma meghatározás több okra vezethető vissza.

1. Alkatrész hiány, mely az esztergálás és fúrás ciklusidő különbsége miatt van.
2. Az alkatrészek cseréje itt is főidőben történik, de a gép kialakítása és a megmunkálás ciklusideje lehetővé tenné az alkatrészek mellékidőben történő alkatrész cseréjét.
3. Termelés tervezési hiba, a terv elkészítése során azt veszik figyelembe, hogy ez az alkatrész elsőbbséget élvezzen, még olyan esetben is, hogy csak az egyik munkaasztalon munkálják meg (két gépen is), mert így a darabszám eléri a 24 db/műszak/gép -et ezzel „maximalizálva” a kihasználtságot.

A fogazás során már az első méréseknél jelentős eltérés volt tapasztalható a hivatalos adatokhoz képest. Ezért ennek megértéséhez további vizsgálatokra volt szükség. Ezen a területen összes 13 fogazó gép van, melynek üzemeltetésére 2 fős személyzet áll rendelkezésre műszakonként. Operátoronként legalább 6 gép üzemeltetése az elvárt ezért többször előfordul, hogy a gépi művelet befejezése után a gép várakozik az operátorra.

A mosás és sorjázás folyamatos, nem torlódik fel az alkatrész. A minőségi hibák meghatározható oka a nem megfelelő mosófolyadék. A mosóberendezésnek nincs külön olajleválasztó egysége, ami segíti a mosófolyadék tisztítását, az extra terhelés miatt, amit a fogazáshoz használt vágóolaj okoz, így pedig folyamatosan csökken a hatékonyság. Ha nem megfelelő a tisztaság akkor nehezebb észrevenni és eltávolítani az alkatrészen maradt sorjakat. A mosófolyadékon található olajréteget egy porszívó segítségével választják le a mosóvíz felszínéről, de emiatt némi mosófolyadékot is leválasztanak, amit időközönként pótolni kell, különben a gép működése leáll. Így viszont csökken a vízben található mosószer és konzerváló agyak aránya, ezzel a hatásossága is.

A sorjázást követően egy központi tárolóhelyen tárolják az alkatrészeket a kiszállítást megelőző napig. Ennek eredményeként megközelítőleg egy heti mennyiség várakozik csomagolásra. A csomagolást rendszerint túlórában végzik annak ellenére, hogy a területen sok a várakozási idő. Ennek oka a hibás ütemezés, kommunikáció hiánya, valamint a dolgozók alul motiváltsága.

Általános probléma továbbá a karbantartás hiányossága, jelenleg a hibajelzések szóbeli információk alapján történnek, így gyakran torzul az eredeti információ vagy nem megfelelő időben értesül róla a felelős személy.

3.7. Jövőállapot tervezés

A jövőállapot tervezés célja a folyamatok és/vagy a munkaterület átrendezése, a folyamatok összekapcsolása, egyszerűsítése és rövidítése. Nem célja a teljes technológia felülvizsgálata és annak fejlesztése.

Ütemidő meghatározása:

$$TT = 360.000 \text{ perc (250 munkanap)} / 16.000 \text{ db} = 22,5 \text{ perc/db}$$

$$\text{Napi igény} = 16.000(\text{db}) / 250 (\text{munkanap}) = 64 \text{ db/nap}$$

A munkafolyamatok fejlesztése:

A festési műveletnél a folyamat felülvizsgálata megtörtént. A konveor sor kialakításából adódóan (pálya sebessége, „kocsik” száma) az egy műszakban lefesthető maximális darabszám 168. De a festés folyamatos üzemeltetése nem lehetséges, illetve a festett alkatrészek volumene sem követeli meg ezt az igényt. Az üzem fejlesztésére három

javaslat került megfogalmazásra, figyelembe véve az évenkénti 48.000 darab (napi 192 darab) alkatrész festési igényét. Technológia fejlesztés nem történik, csupán a meglévő folyamatokat szervezzük át.

Már az első javaslat is elméletben megfelelő hatékonyságot ad az éves mennyiségek festéséhez, de figyelembe véve az ismert kiesőidőket, éves szabadság és betegállományok számát, ez a megoldás éppen elegendő hatékonyságú (feltételezve, hogy egyszerre csak 1 fő marad távol).

A folyamatok újjászervezése után a kihozatali mennyiség 120 db/műszak-ra módosul. A napi kihozatal így 240 darab, de ez lecsökkenhet 204 darabra is 1 fő operátor távolléte esetén. Ezek alapján a terület ~90%-os terhelésű, de sok olyan tényező lehet még, amit nem ismerünk.

Igény: 48.000 db/év

Gyártható: ~54.000 db/év

A feladatok újjászervezése és az ezekhez tartozó idők a 4.mellékletben láthatók

A második eset a maximális kihozatalt célozta meg. Műszakonként 168 darabot, ennek egyik feltétele, hogy az operátorok számát 1-1 fővel emelni kell. A két műszakos működés miatt a gyártás nem folyamatos, az első műszakban szükség van a pálya feltöltésére, ezért az első műszakban a kihozatal 154 darab majd azt követően 168 darab. Az előző számítások alapján a terület ~66%-os terhelésű (gyártható mennyiség: ~73.000 db/év)

A harmadik javaslat egy hibrid megoldása az előző kettőnek. Ebben az esetben is végrehajtásra kerülnek az alap fejlesztési lépések 2, illetve 3 operátorra is, de itt a tervezett két műszak létszáma eltér. Az egyikben kettő míg a másikban három operátor dolgozna.

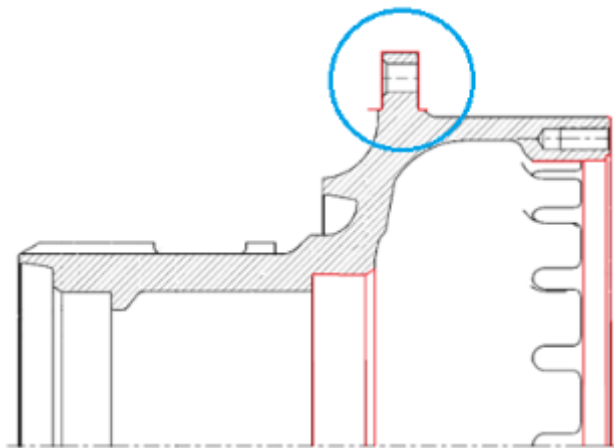
Figyelembe véve az előbb leírtakat és az ott használt számítást, a terület ~80%-os terhelésű (gyártható mennyiség: 60.000 db/év)

A vevő megfelelő kiszolgálása érdekében a javaslat a harmadik verzió bevezetése. Továbbá adatgyűjtés bevezetése a pontosabb gépkihasználat és a problémák meghatározásához.

A festést követően szükséges megfelelő száradási időt biztosítani az alkatrészeknek, ezért erre a pontra javasolt egy szupermarket (szabályzó készlet) bevezetése (5.melléklet).

Javasolt az esztergálási műveletelemek átrendezése a két esztergálást között ezzel átalakítva a ciklusidőket.

A két technológiát megvizsgálva, lehetséges áthelyezési lépés az alkatrész peremének (26.ábra) megmunkálása, de csak részben mert a cél a ciklusidők kiegyenlítése. Mind a két esztergálási műveletben megtalálható a „perem” megmunkálás. Ez egy olyan közös pont, amely nem jár nagyobb mértékű mellékidő növekedéssel, mert nincs plusz szerszám igény, a szerszámot nem kell beváltani és az alkatrészhez mozgatni.



26.ábra 529-7688- as alkatrész első megmunkálási műveletei

A perem simító esztergálásának ideje (27.ábra):

- Homlok megmunkálási ideje: (Ø550-470 mm): 2x35,6 s
- Palástmegmunkálási ideje: (Ø550 mm): 24,4 s
- Mellékidők: 5s
- Megmunkálásiidő: főidő + mellékidő = 100,5 s (1,7 min)

D_{max}	550 mm	$n = \frac{v_c \cdot 1000}{D_c \cdot \pi} = [1/min]$
D_{min}	470 mm	
L	25 mm	$t_{fg} (palást) = i \cdot \frac{L}{n \cdot f} = [min]$
f	0,47 mm	
$V_{c(áll)}$	230 m/perc	$t_{fg} (homlok) = i \cdot \frac{D_{max} - D_{min}}{2 \cdot n \cdot f} = [min]$
i	1	
t_{fg}	1,6 perc	

27.ábra megmunkálásiidő számítása

A változtatás után a következő képpen alakulnak a ciklusidők:

- Eszt1: 34,6 perc/2 darab (26 darab / műszak)
- Eszt2: 34,7 perc/2 darab (26 darab / műszak)

Az ütemidő alatt volt az egy darabra jutó ciklus idő az eredeti és a módosított műveletben is. Napi teljesíthető darabszám 78-ra emelkedik (72 darabról), míg az igény 64 db így megfelel az elvárásoknak. De a műveleti lépések között sokkal kiegyensúlyozottabb lesz a gyártás a módosítás után. Ez a gépkihasználatokra is pozitív hatást gyakorol. Illetve elkerülhető az a látszati intézkedés, hogy szükséges újabb gépek beállítása erre az alkatrésze.

Javasolt a fúrési művelet igényének az újragondolása. Jelenleg 2 megmunkáló központon gyártják az alkatrészt, ennek oka, hogy így a gépenkénti legyártható darabszám 24 darab/műszak (a két gépen tehát 48 darab/műszak). Ezek a gépek váltóasztallal rendelkeznek, így az alkatrészek cseréje mellékidőben történhet (jelenleg fő időben történik). A területen 8 megmunkálóközpont üzemel, ezek közül 6 gépnek a kihasználtsága 50% alatt van. A fennmaradó két gépen csak egy bizonyos típusú alkatrészt gyártanak, így jelenleg ezt nem veszem figyelembe a kapacitások újraszámításánál.

Az összevonással a ciklusidő 11,7 percre normája pedig 13,2 percre módosul így a gépenkénti legyártott darabszám 36 darab/műszak. A napi igény kettő műszak alatt teljesíthető ezért a harmadik műszakban egyéb, (megmunkálást és méretet tekintve) hasonló alkatrészek gyárthatók a megmunkálógépen.

A ciklusidő ellenőrzésének összefoglaló táblázatában (20.táblázat) látható, hogy eltérés volt az 1-es és 2-es műszakban mért értékek között, de a 2-es műszak ciklusideje nem véletlenszerű, hanem ismételhető ezért ezt tekinthető alapnak. A módszert pedig a többi műszak közt meg kell osztani.

Továbbá javasolt a teljes gépcsoport munkájának újra tervezése. A gépcsoportban 3 műszakos munkarendben dolgoznak, de a kihasználtság nem éri el az 50%-ot. Vagyis a gépek 24 óra alatt csak 12 órában üzemelnek. Figyelembe véve azt, hogy a gépcsoporthoz köthető lemaradások száma gyakorlatilag nulla. Javasolt vagy a műszakok számának csökkentése addig míg egyéb munkával nem terhelik a gépcsoportot.

Ciklusidő ellenőrzés

20.táblázat

Mérés	Mérés ideje	Ciklus [perc]	Átlag [perc]
1	1-es műszak	12:17	12:16
2	1-es műszak	12:17	
3	1-es műszak	12:16	
4	1-es műszak	12:16	
5	1-es műszak	12:16	
6	1-es műszak	12:15	
7	1-es műszak	12:16	
8	1-es műszak	12:16	
9	2-es műszak	11:45	11:46
10	2-es műszak	11:45	
11	2-es műszak	11:45	
12	2-es műszak	12:00	
13	2-es műszak	11:45	
14	2-es műszak	11:44	
15	2-es műszak	11:44	
16	2-es műszak	11:45	
17	2-es műszak	11:45	
18	2-es műszak	11:44	

Javasolt a fogazási folyamat újragondolása. A probléma pontosabb megértéshez az összes alkatrészre vonatkozóan meg kell határozni az operátor feladatát és ezeknek a feladatoknak az időszükségletét. Ezt követően újra kell tervezni a létszámot.

A vizsgált alkatrésznél mind a két fog előállítására esetében a tervhez képest 30-35% al kevesebb idő alatt készült el az alkatrész. Az eltérés oka, hogy a jelenlegi rendszerben operátor mozgását vették alapul, vagyis a gép már megállt, de az operátor még nem jutott el addig a többi feladata miatt, hogy a megnevezett gépen lecserélje az alkatrészt és újraindítsa a megmunkálást.

Ezért az adatgyűjtés bevezetése a pontosabb gépkihasználat és a problémák meghatározásához kiemelt fontosságú. Az 529-7688-as alkatrész esetében az új adatok alapján újra számoltam (21.táblázat) a valós gépigényt és a jelenlegi minimum 7 fogazó

gép helyett elegendő 5 gép, illetve az esztergálásból eredő korábbi 24 db/műszak mennyiség helyett 26 db/műszakkal tervezve az új esztergálási normák alapján.

Fogazáshoz tartozó gépigények meghatározása

21.táblázat

Jelen		
Művelet	Norma [perc/db]	Gépigény [db/műszak]
Fogazás-1	68	3,6
Fogazás-2	41	2,2
Σ:		7

Megmunkálendő mennyiség: 24 db/műszak

Jövő		
Művelet	Norma [perc/db]	Gépigény [db/műszak]
Fogazás-1	42	2,4
Fogazás-2	26	1,5
Σ:		5

Megmunkálendő mennyiség: 26 db/műszak

Javasolt a mosóberendezés fejlesztése. Ki kell építeni egy olajleválasztó (olajelkülönítő) PAL típusú egységet (28.ábra).

Obstyza Bt. Hungary által közzétett információk leírás valamint az egység képe:
 „A berendezés olaj és felszínen úszó szennyeződés gyűjtését szolgálja vágó, zsírtalanító, hűtő és alacsony szilárdanyag tartalmú mosó folyadékok felszínéről. Az alsó görgő szabadon van felfüggesztve egy szalagon úgy, hogy a szalag hosszának megválasztásával lehetőség nyílik az olaj gyűjtésre egy meghajtó egységgel, változó mélységű tartályban. A szalag sebessége változtatható, a meghajtó egység a folyamatos üzemeltetésre alkalmas.”



28.ábra PAL típusú olajleválasztó egység

Forrás: <http://www.obstyza.hu/> segédberendezések menü pontban letöltés:2022.11.01

3.8. További javaslatok a megfigyelések alapján

Ezek nem konkrétan az alkatrészhez köthető problémák eredménye, hanem a teljes rendszer hiányosságainak megismertetése.

- Üzem rend elmaradása és a munkaterületek átláthatóságának hiánya. Javasolt ezeknek a fejlesztése.
- A dolgozók nincsenek pontosan tisztába a feladataikkal és hogy azokban mik lehetnek a kritikus pontok. Általánoságban tudják a feladatukat, de ezek az információk csak a szájhagyomány útján terjednek. Javasolt a képzési rendszer felülvizsgálata és frissítése, valamint a technológiai- vagy munka-utasítások felülvizsgálata.
- A géphibák jelzése szóban kerül átadásra több résztvevőn keresztül ezért az eredeti információ erősen torzul, míg eljut a javítást végző személyig.
- A gyakori géphibák egy része visszavezethető a megelőző karbantartás hiányára.

3.9. Milyen eszközökkel érhető el a jövőállapot

LEAN filozófia bevezetése:

A vállalat teljes működésére javasolt a TPM ház modellt követve a megfelelő vállalati kultúra kialakítása és a minőségtudatosság fejlesztése. Ennek egyik legfontosabb eleme a munkavállalók képzése és a vezetői elköteleződés.

Oktatási modell kialakítása, lehetséges a több szintes elrendezés, attól függően, hogy az egyes munkavállalóknak milyen ráhatásuk vagy egy-egy folyamatra.

A vállalat teljes területére javasolt az 5S módszer bevezetése. A terület átláthatósága és a problémák felszínre hozása miatt. Ha a probléma mindenki számára látható akkor lehetőséget kell biztosítani a dolgozóknak a fejlesztési javaslatok megfogalmazására és hogy rész vegyen a fejlesztés folyamatában. Ez mellett időmegtakarítást is eredményez, mert a rendezett munkaterületen megszűnnek a keresgetések miatti veszteségek.

Az 5S bevezethető a TPM (Total Productive Maintenance/Termelőkenységközpontú Karbantartás) keretein belül, ebben az esetben javasolt továbbá a megfelelő informatikai támogatás biztosítása a jelzések, javítások nyomon követése, illetve a teljes karbantartási tevékenység ne csak szóbeli

információkban történjenek meg. Szintén ezen a rendszeren keresztül bevezethető az OEE módszertan bevezetése, megfelelő adatgyűjtés, elemzés és fejlesztés támogatásával.

Javasolt az összes folyamat lépéshez tartozó standard kialakítása és betanítása beleértve a vizuális irányítás lehetőségeit.

Ezt követően a Just in Time és a Jidoka elemeinek megvalósítása.

Konkrétan az alkatrészre vonatkozóan:

Ne impulzus szerűen történjen az öntvénytisztítás és a festés, hanem fix napirend (Hejunka) vagy Kanban vezérlés szerint. Ehhez szükséges kialakítani az anyagelőkészítés és a megmunkálás közt egy supermarketet (szabályzó készletet), a megfelelő készletszinteket az [5.melléklet] tartalmazza.

Az esztergálási folyamatok átrendeze:

A ciklusidő kiegyenlítésének egyik lépése. Megszüntethető a két megmunkálás közti alkatrészre várás, vagy az extra energiák igénybevétele, mint például újabb eszterga gép beállítása az első megmunkálási műveletre és ezáltal a felesleges készletre termelés. A gépkihasználság növekedését eredményezi az energiafelhasználást optimalizálva.

Az fúrási folyamatok újra tervezése:

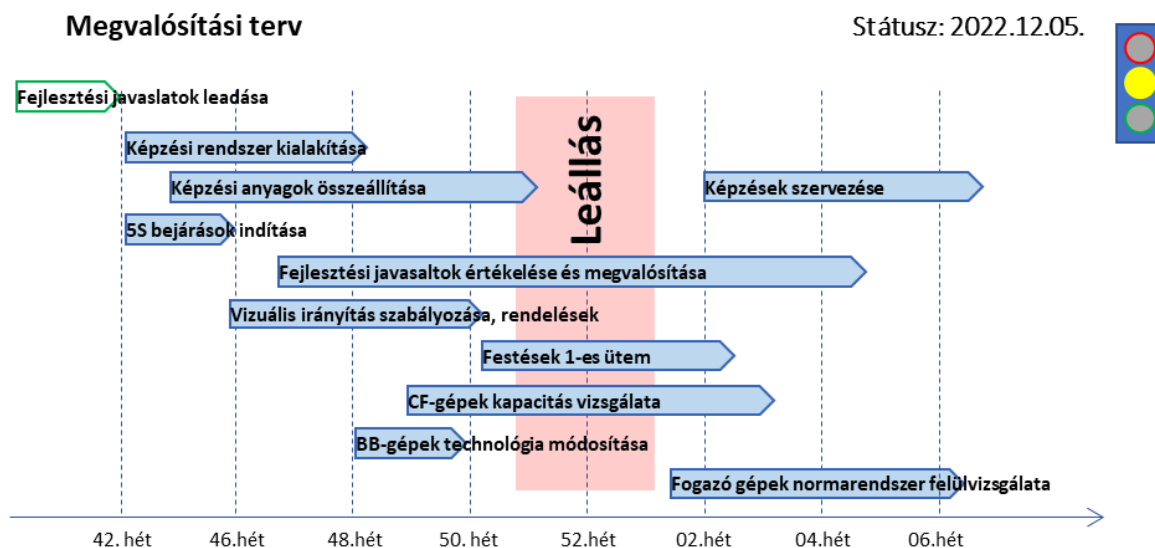
A túlzott biztonság és rugalmasság érzetének megszüntetése, mert ezek eredménye a terület gépkihasználságának 37%-os mutatója. Első lépésben az 529-7688-as alkatrész egy gépen történő gyártása 2 műszakban (folyamatos gyártás mellett). Majd ezt követően az összes alkatrész fúrási műveletének újra gondolása és a kapacitások újra kalkulálása. A gépkihasználság emelkedése mellett energia megtakarítást eredményez.

A fogazási normák meghatározása:

Fel kell mérni a lehető legpontosabban a megmunkálási és egyéb tevékenységi időket. A rendelkezésre álló adatok alapján meg kell határozni az egy főre jutó gépek számát. Fel kell osztani az operátorok között azon feladatokat, amik nem járulnak közvetlen módon a gépek üzemeltetéséhez.

3.10. Megvalósítási terv

A fejlesztés néhány eleme időben túlmutat a szakdolgozat keretein, ezért a fejlesztés lépéseinek és mérföldköveinek (29.ábra) meghatározása a szakdolgozat időkereteire épül.



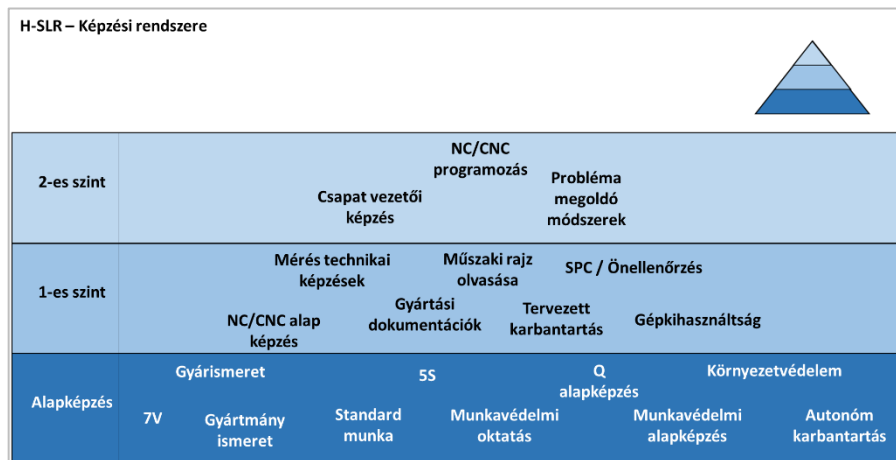
29.ábra Megvalósítási terv, sajátszerkesztésű ábra

3.11. Bevezetett folyamatok (lean eszközök)

Képzési rendszer:

Elindult a képzési rendszer kialakítása, a felvázolt több, 3-as szintű megközelítés szerint (30.ábra). Elkészültek az alapszinthez tartozó képzési anyagok (ezen képzéseknek az átlagos hossza 20-25 perc és a résztvevők száma pedig 5-10 főre van tervezve. Vezetőségi döntés alapján az alapoktatásokat 2023-as évbe már be kell tervezni minden munkavállaló számára. Az 5S képzési anyag összefoglaló posztere látható a mellékleteknél (6.melléklet).

A szakmai szinteken jelenleg a CNC operátorokra vonatkozó képzési anyagok készülnek és azon szakmai témákban kapnak képzéseket, amikre ráhatásuk lehet és ezzel befolyásolni tudják a termékelőállítási folyamatot.



30.ábra Hungaro-Slr képzési rendszere a CNC operátor munkakörre

5S bevezetése:

Napi szintű bejárások bevezetése. Kérdéslista elemei alapján ellenőrzésre kerül az összes munkaterület az eredmények függvényében pontokat kapnak. Cél a minél magasabb pontszám elérése. Ezáltal mérhető a fejlődés, illetve a fejlesztést is mindig a legalacsonyabb pontot kapott részeken kell végrehajtani. Ezeknél a részeknél egyértelmű megfogalmazásra kerül az elvárás a következő szint eléréséhez.

Támogatva a rendszert, a korábban használt munkaasztalok cseréje is elindult (31.ábra) Az új munkaasztal már sokkal jobban megfelel az új igényeknek. Több tárolófelülete van, így minden eszköz rendezetten elhelyezhető, valamint a szortírozó rendszer is mobil, így az aktuális igényekhez alakítható

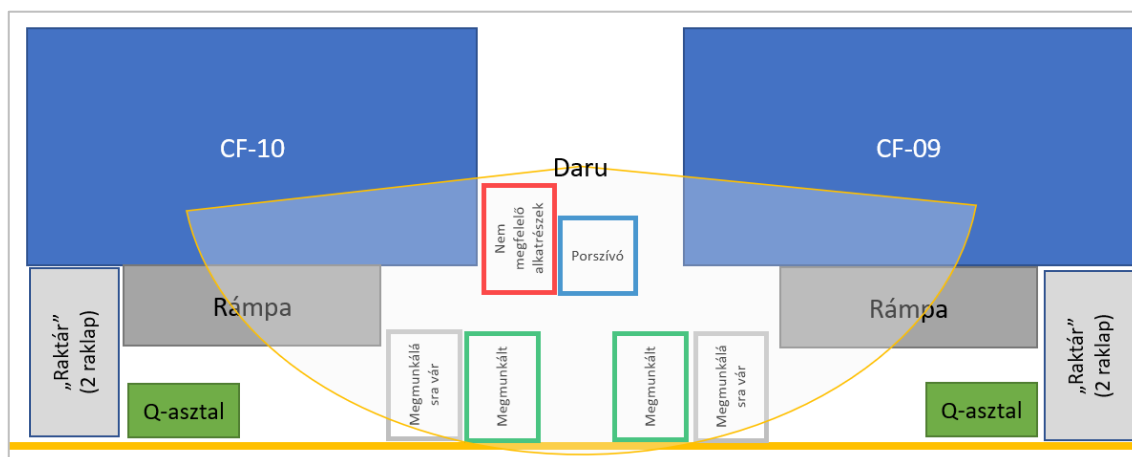


31.ábra BB-gépcsoport új munkaasztalok telepítése

Vizuális menedzsment

Elindult az üzem teljes területén a vizuális irányítás bevezetése, a padló jelölések formájában. Meghatározásra kerültek a szükséges felületek (32.ábra) és az ehhez tartozó szín kódok. A kivitelezést végző cég kiválasztása megtörtént és megkapták a megbízást is.

- Zöld: Megmunkálásra váró alkatrészek
- Fehér: Művelet szerint kész alkatrészek és ideiglenes tároló felületek
- Kék: Eszközök tároló helye (forgácsos konténer, cserekészülékek)
- Piros: Minőségügyi terület
- Sárga: Közlekedési útvonal
- Sárga/Fekete: Közlekedéstől és raktározástól elzárt terület



32.ábra Anyagáramlás és tárolófelületek a megmunkálógép környezetében

4. Összefoglaló

Szakedolgozatom témája a vállalat termékelőállítási folyamatának fejlesztése lean eszköz felhasználásával.

Célja, hogy ezen eszközök felhasználásával optimalizáljam a vállalati erőforrásokat. Pontosán meghatározom a kiválasztott termékekhez tartozó alkalmazottak számát, szükséges eszközöket, erőforrásokat, az előállításhoz szükséges gyártási időket, a gyártásközi készleteket és a szállítási ütemtervet.

A folyamatok felmérése a feltárt hiányosságok megértéséhez és a fejlesztési javaslatok meghatározása a lean módszertan elemeinek felhasználásával történt. A hagyományos gyártási rutin miatt ennek a szemléletmódnak a megértése és elsajátítása nem magától értetődő, de tanulható. Ezért ki kell alakítani egy képzés rendszert és be kell vezetni az 5S rendszert a vállalati kultúra megváltoztatása érdekében. A teljes gyártási folyamatra elmondható, hogy nem megfelelően gazdálkodnak a rendelkezésre álló erőforrásokkal. A termékelőállítás impulzus szerű nem pedig folyamatos. A műveletek közt nem található jelentős készlet, de ennek oka szinten nem a folyamatos gyártás, hanem hogy a gép és emberi kapacitások nem megfelelően kerülnek felhasználásra.

Az előterjesztési javaslatok célja a rendelkezésre álló erőforrások optimalizálása. Megszüntetni az impulzus szerű gyártást és kialakítani egy folyamatos anyagáramlást. Optimalizálva az előállításhoz szükséges gépek-, műszakok- és operátorok-számát.

A kezdeti lépések elindultak az oktatási rendszer, az 5S keretein belül a bejárások és fejlesztések. A vizuális irányítás kialakítása folyamatban van. Készülnek az új esztergálási technológiák és a CF-csoport (megmunkálóközpontok) kapacitásának újra tervezése, szem előtt tartva a gépkihasználsági mutató növelését.

5. Summary

The topic of my thesis is the development of the company's product production process using lean tools.

Its purpose is to optimize the company's resources by using these tools. Accurately determine the number of employees, important tools, resources, production times required for production, in-process inventories and delivery schedules for the selected products.

The assessment of the processes to understand the revealed deficiencies and the determination of the development proposals were carried out using the elements of the lean methodology. Due to the traditional production routine, understanding and mastering this approach is not self-evident, but it can be learned. Therefore, a training system must be developed and the 5S system must be introduced in order to change the company culture. The entire production process can be said to be inadequately managing the available resources. Product production is pulse-like rather than continuous. There is no significant stock among the operations, but the reason for this is not the continuous production, but that the machine and human capacities are not used properly.

The purpose of the submitted proposals is to optimize the available resources. To eliminate impulse-like production and create a continuous material flow. Optimizing the number of machines, shifts and operators required for production.

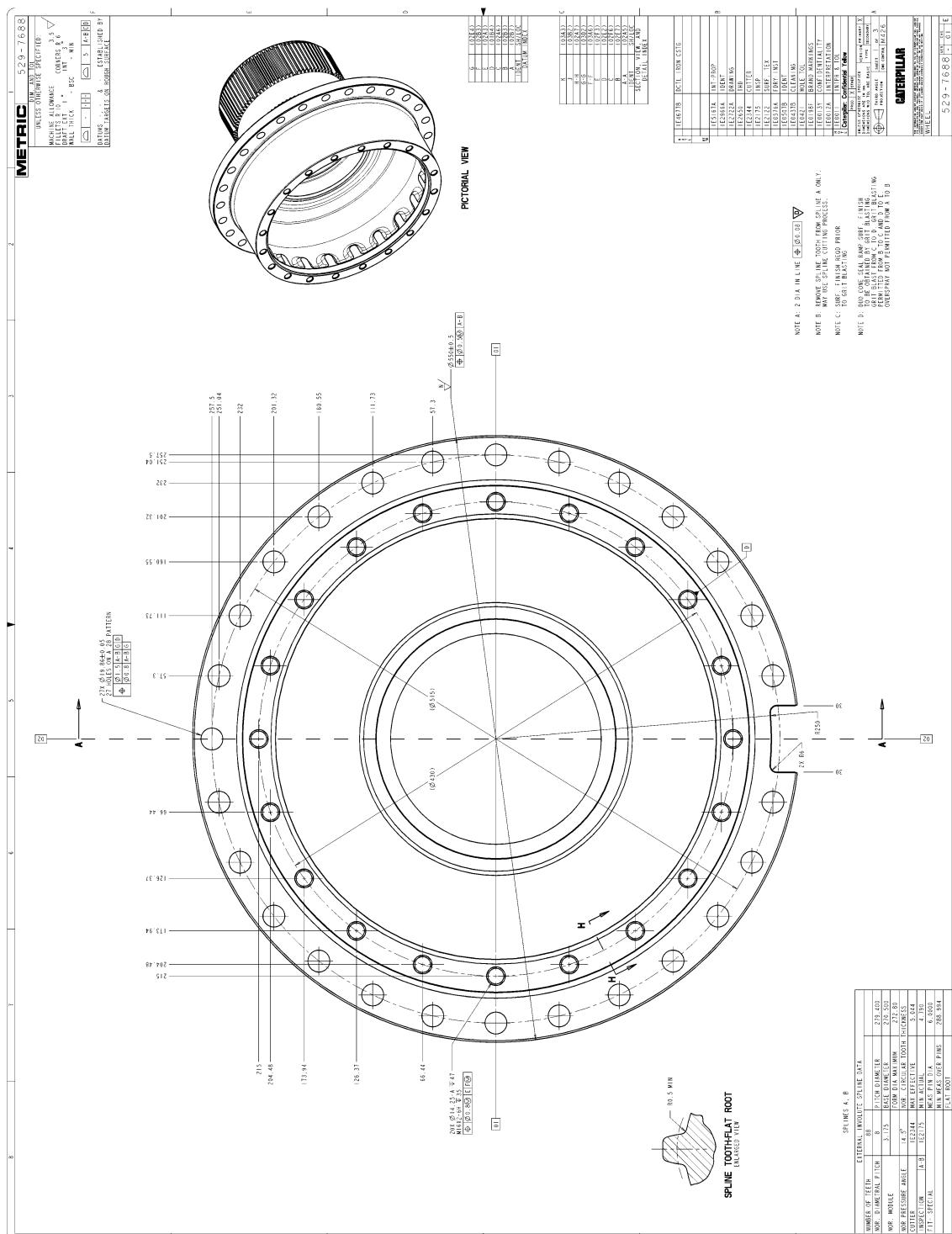
The initial steps have been initiated within the framework of the education system, 5S, the visits and developments. Visual control is being developed. The new turning technologies are being prepared and we are planning to re-design the capacity of the CF group (machining centers). Keeping an eye on increasing the machine utilization rate.

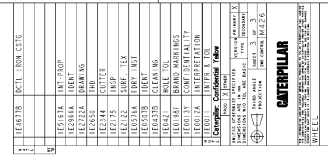
6. Felhasznált irodalom

1. Lean rövid története,
https://lean.org.hu/wp-content/uploads/2015/03/kep03_Lean-tortenelem.png
Letöltés dátuma: 2022.11.01.
2. Kaizen tm stratégia, Imai Maszaaki, Budapest.2022, HVG könyvek, Toyota termelési rendszer, pp: 48-51; 75-80; 135-139; 141-146, ISBN:9789635651733,
3. Integrált gyártórendszerek, Zsidai László, Gödöllő.2016. A lean gyártás, pp: 201-202 ISBN: 9789631254037
4. Vezesd a tanulást, John Shook, LEI Magyarországi Egyesülete 2012, Mi az az A3, pp:7-11, ISBN: 9789630835800
5. Lean szótár, Kosztolányi János–Schwahofer Gábor, Budapest 2015, KAIZEN PRO Kft., pp: 82-84; 128, ISBN: 9789638963543
6. A Toyota-módszer, Jeffrey K. Liker, Budapest, 2008, HVG Kiadó Zrt., pp:60-68, ISBN: 9789639686434
7. Lean szemlélet, James P. Womack-Daniel T. Jones, Budapest 2009. HVG Kiadó Zrt., pp: 73-74; 287, ISBN: 9789639686830
8. Menedzsment-tanácsadási kézikönyv, Poór József, Budapest 2010. Akadémia kiadó, pp: 127-128, ISBN: 9789630589444
9. Tanulj meg látni, Mike Rother és Jonh Shook, LEI Magyarországi Egyesület 2012. pp:9-29, I SBN: 9789630835794
10. Lean útján haladva, Kotter Edwin, Magyar Minőség XVI. évfolyam 2007/10, pp:2-11, https://quality-mmt.hu/wp-content/uploads/2016/06/mmt_beliv_2007_10.pdf
Letöltés dátuma: 2022.11.01
11. Operator Balanc Chart, Lean Enterprise Institute, <https://www.lean.org/lexicon-terms/operator-balance-chart/> Letöltés dátuma: 2022.11.01

7. Mellékletek

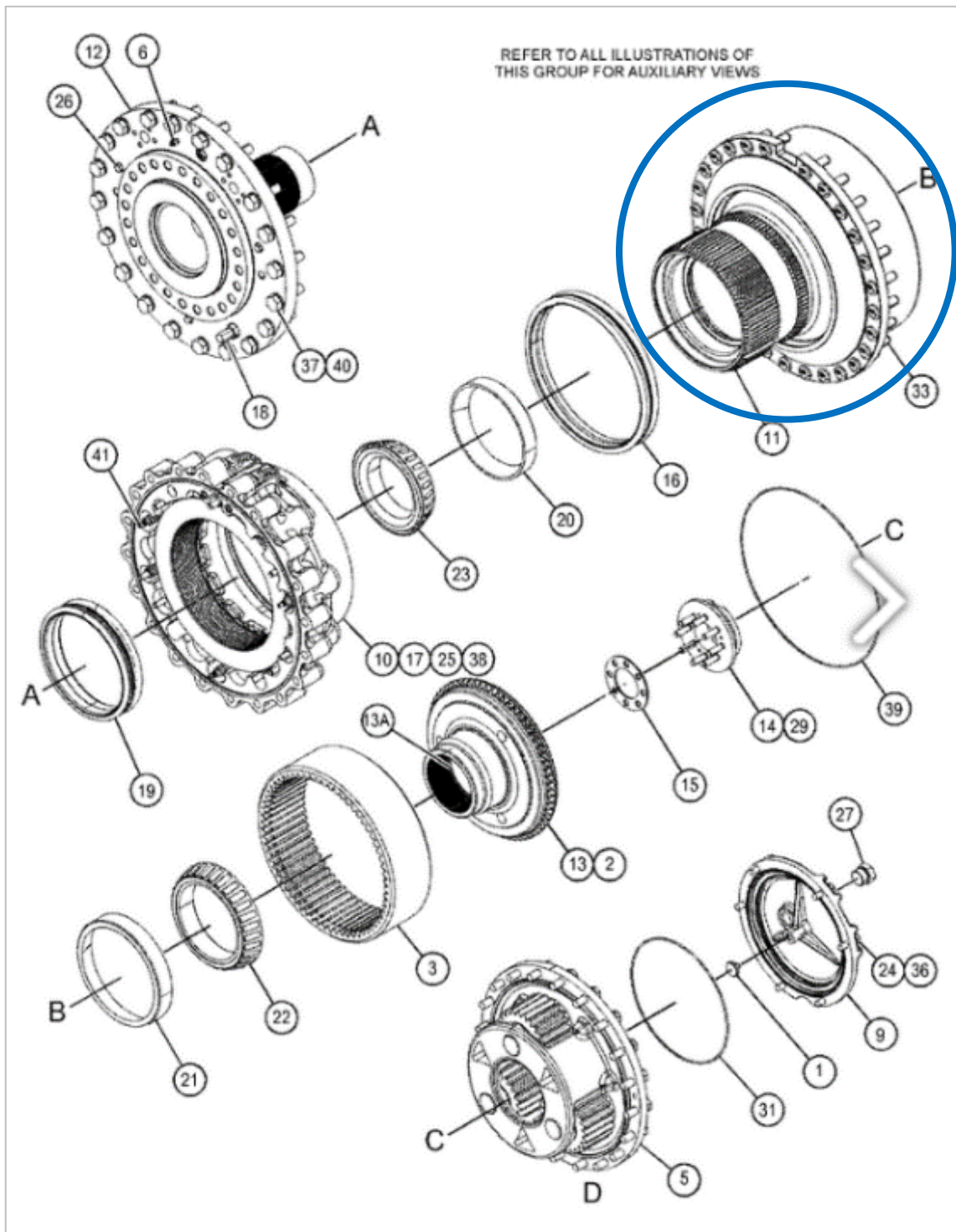
1.mellélet, 529-7688 műszaki rajz (3 lap):





FOR NOTES SEE SHEET 1

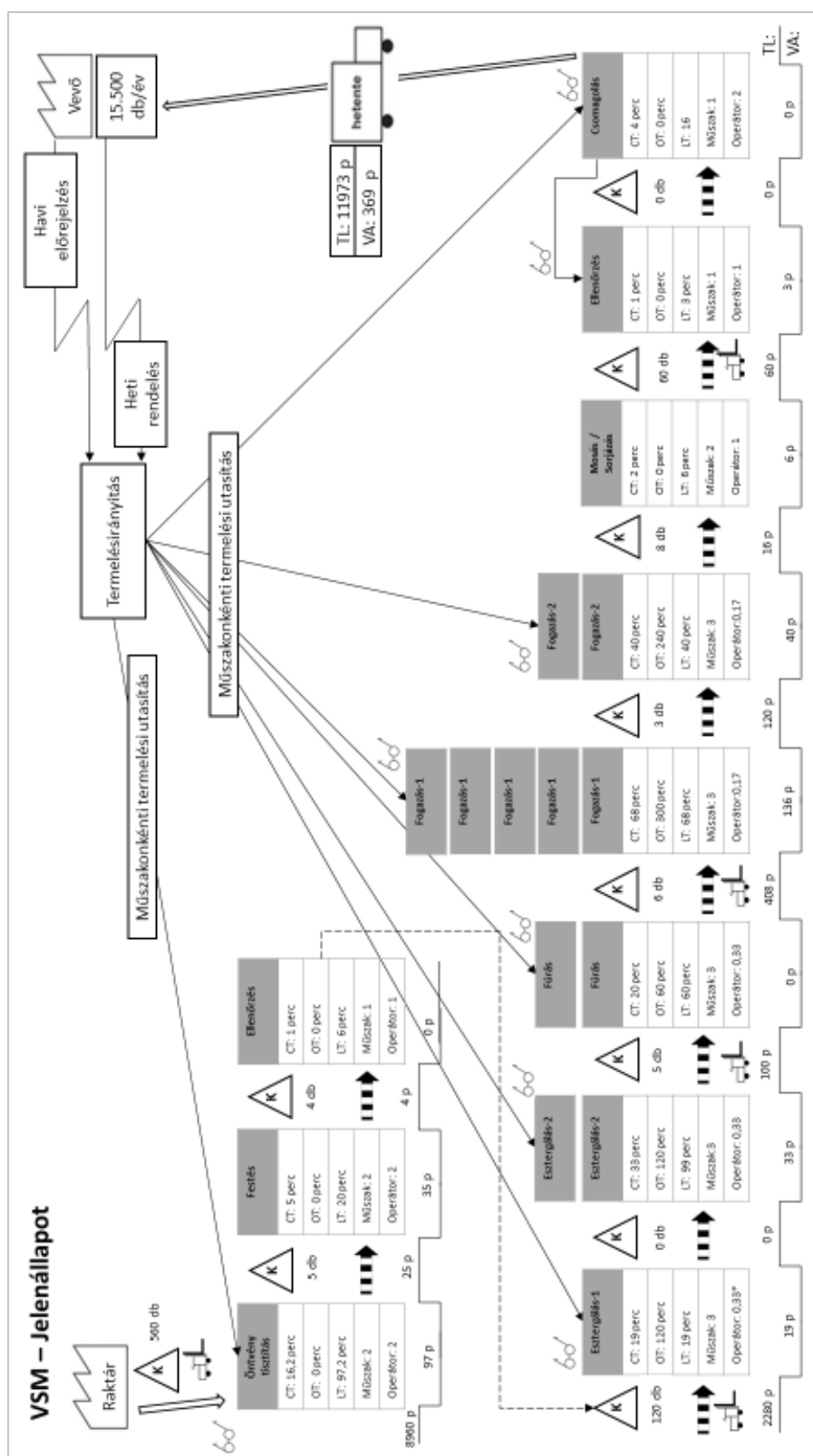
2.melléklet, Robbantott ábra az alkatrész összeszeret állapotáról



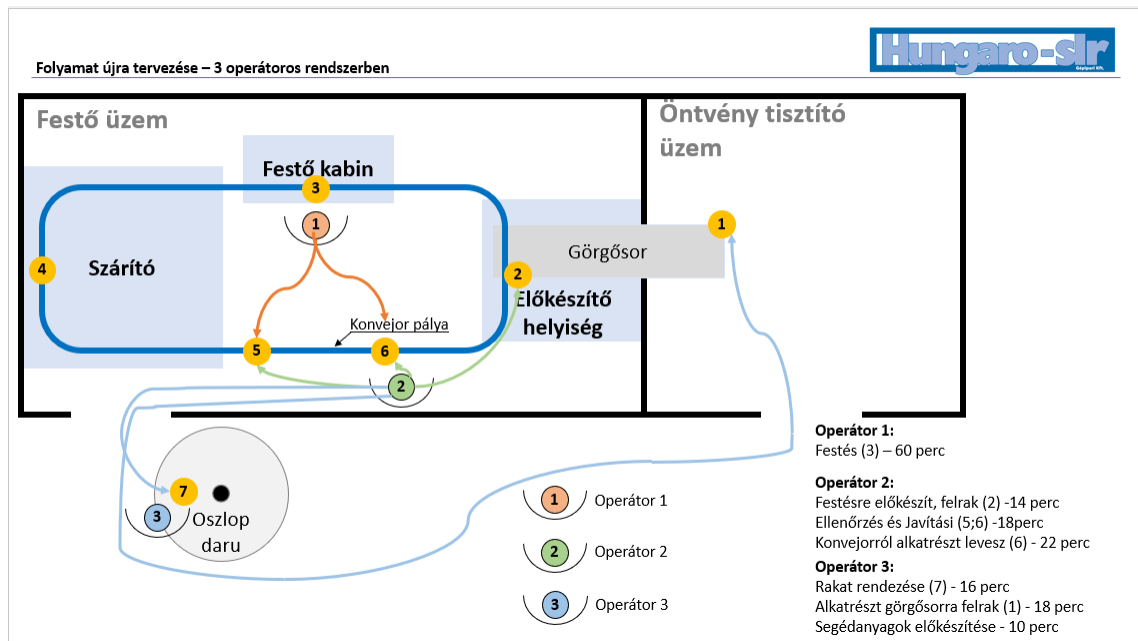
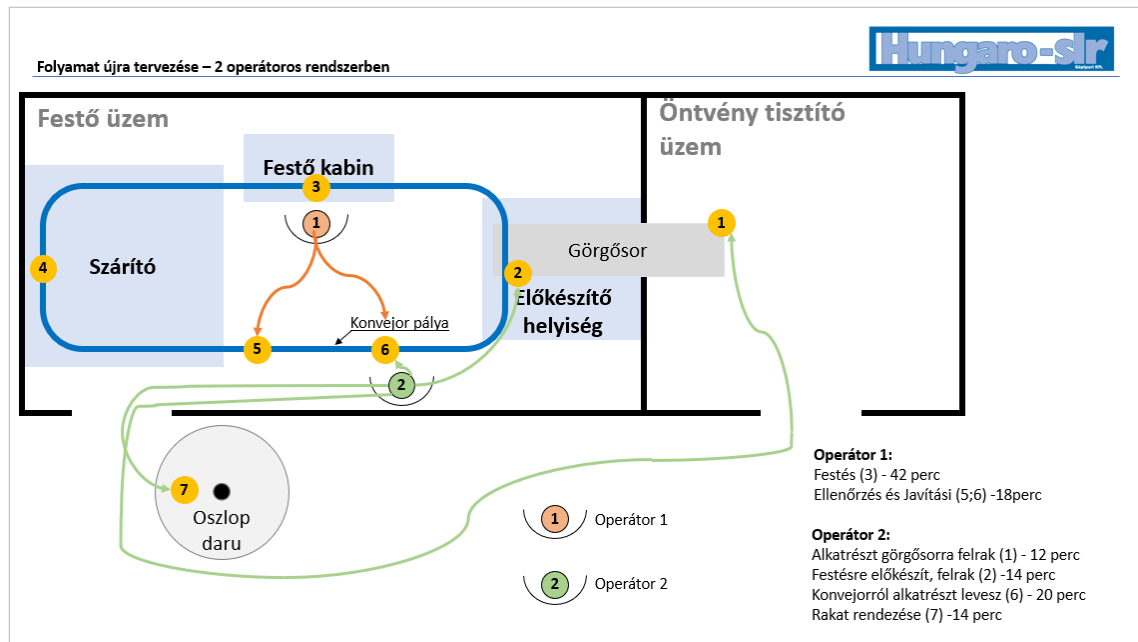
Forrás: 740C ARTICULATED TRUCK , (11-es számú alkatrész)

<https://spare.avspart.com/caterpillar/sebp6808/sebp6808048/> Letöltés dátuma: 2022.12.02

3.melléklet, VSM- jelenállapot térkép



4.melléklet, Festési folyamat



5.melléklet, Szupermarket

Alkatrész	Éves mennyiség [db]	Napi igény [db]	Szórás	Szórás [db]	Feltöltési idő [nap]		Belső veszteség
529-7688 - Wheel	16000	64	24%	15	1		10%

Készlet szintek [db]	Ciklus készlet	Puffer készlet	Biztonsági készlet	Min. készlet	Min. készlet*	Max. készlet	Max. készlet*
Szupermarket	64	46	6	110	108	116	120

Helyigény (raklap)	Max. készlet	Max. készlet
Szupermarket	18	20

$$\text{Ciklus készlet} = \text{Napi igény} * \text{Feltöltési idő}$$

$$\text{Puffer készlet} = \frac{\text{Szórás} * 3\sigma}{\text{Napi igény}} * \text{Ciklus készlet}$$

$$\text{Biztonsági készlet} = \text{Ciklus készlet} * \text{Belső veszteség}$$

6.melléklet, 5S poszter

