



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI DOLGOZAT

Egy autóipari gyártócella folyamat- és minőségfejlesztése

Szerző(k):

Lengyel Anita

Műszaki menedzser B.Sc. szak

Konzulens(ek):

Dr. Pogátsnik Monika

Egyetemi Docens

Dr. Németh József

Minőségirányítási Rendszermérnök

Székesfehérvár, 2023.

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés	1
	Cég bemutatás.....	2
2.	Termelési rendszerek jellemzői	3
2.1	Lean eszközök és a lean folyamatfejlesztés alapjai	6
2.2	Hatékonyság és termelékenység mérése	12
2.2.1	OEE.....	12
2.2.2	Normaszámítások.....	13
2.2.3	Standard Work Chart	14
3.	Felhasznált módszerek és eszközök.....	18
4.	Fejlesztési munka.....	19
4.1	Alapállapot felmérés	19
4.2	Fejlesztési munka	21
4.2.1.	Lefűvató pisztollyal kapcsolatos javaslatok	22
4.2.2.	Méréssel kapcsolatos javaslatok	23
4.2.3.	Gyűrűs komponens	24
4.2.4.	Layout átrendezés	25
4.2.5.	Termék hűtés.....	26
4.2.6.	Műveleti elem áthelyezés.....	27
4.3	Hatékonyabb állapot bemutatása.....	28
5.	Összefoglalás	30
	Irodalmi hivatkozás.....	32
	Hivatkozások	32
	Ábrajegyzék	34
1.	Melléklet: VSM ábra	1

1. Bevezetés

Az elmúlt évtizedekben, az autóiparban a költségek és a haszon közötti különbséget a folyamataik hatékonyságának fejlesztésével, valamint a selejt mennyiségének csökkentésével igyekeztek maximalizálni. TDK dolgozatomban ezt a gondolatot fogom végig vezetni gyakorlati szempontból.

Munkám során a lean folyamatfejlesztési eszközöket fogom alkalmazni. Ezek az eszközök a lean keretein belül a munkanap felvételezés, valamint Standard Work Chart készítése, amelynek része a műveletek és elemi műveletek elemzése, a szűk és bő keresztmetszetek meghatározása és a kapacitáselemzés. A kapacitáselemzés fogja megmondani, hogy milyen munkaszervezéssel, valamint gyártórendszer fejlesztéssel tudjuk elérni, hogy az adott gyártóberendezés milyen vevői igényt képes kielégíteni. A Standard Work Chart mellett néhány klasszikus lean technikát is fogok használni, mint például 5S és a Kaizen. Az 5S japán szavak kezdőbetűit takarja. A rendezett, minőségi munkavégzés alapköve. Magyarul a szelektálás, szortírozás, takarítás, standardizálás, fenntartás fogalmakat foglalja magába. A Kaizen szintén japán eredetű szó, legtöbbször folyamatos fejlesztésként definiáljuk. Kisebb javító intézkedésekből álló végtelen folyamat, mely legtöbbször költségmentes.

Lépésről lépésre fogom bemutatni, hogyan lehet egyre hatékonyabbá alakítani egy autóipari gyártóberendezést. TDK munkám olyan esettanulmány, ami bemutatja a folyamatmérnöki, logisztikai és minőségügyi mérnöki tevékenység folyamatfejlesztési aspektusait.

A munkám során arra törekszem, hogy a gyártó berendezés hatékonyságát legalább 5%-kal javítsam. Mindezt úgy, hogy a törekedjünk a költséghatékonyságra, valamint az ergonomikus és biztonságos munkakörnyezet kialakítására és fenntartására.

Cég bemutatás

Dolgozatomban egy olyan autóipari gyártócella folyamatait fogom elemezni és fejleszteni, amely a Hydro Extrusion Hungary Kft. székesfehérvári telephelyén található. Az anyavállalat, a Norsk Hydro ASA az energetikai szektorban és az alumínium gyártás teljes egészén érdekelt. Piacvezető céggént a termékpalettája kontinensenként eltérő, Európában az építőiparnak és az autóiparnak szállít be a legtöbb telephely. A magyar vállalat az európai alumíniumsajtolás élvonalában helyezkedik el, hat alumíniumsajtoló gyártósorának és közel 300 megmunkáló gépének köszönhetően a vezető autóipar telephely a régióban, de globálisan is. Több mint 110 éves tapasztalattal rendelkezik ipari technológiák és ezek fejlesztéseinek terén, ezáltal megvalósul a vevői igények magas szintű kielégítése. Sajtolt, felületkezelte, valamint megmunkált alumínium alkatrészekkel lát el többek között olyan, sokak által ismert, prémiumkategóriás autógyártókat, mint például a Tesla Inc., a BMW AG., a Jaguar Land Rover Automotive PLC. vagy a Mercedes-Benz Group AG. A vállalaton belül három fő egység, a présüzem, a megmunkáló üzem és a felületkezelő üzem együttesen szolgálják az autóipar igényeit, valamint az alábbi kategóriákban szállít:

- Body-In-White, szerkezeti elemek
- Crash Management, azaz ütközési zónák
- Emobility, az elektromos autózás egyes alkatrészei, és
- ABS/Valve block,

A megmunkáló területeken job shop-os termelési rendszert alkalmaz, tehát alacsony volumenen, nagy termékpaletta gyártása a jellemző. A vállalatnál az alapfolyamat, az alumínium alakítási folyamat, jelen esetben direkt meleg sajtolás. A présberendezésekbe megközelítőleg 450 °C –ra előmelegített alumínium tuskók kerülnek, majd ezután következnek a további értéknövelő folyamatok, mint például megmunkálás, hajlítás, lyukasztás, felületkezelés. Ezen kívül azon vevők esetében, akik nagy volumenű, de kis termékvariációt képviselnek cellás gyártást is megvalósít a vállalat. Ezekben a cellákban a lyukasztás, hőkezelés és darabolás után egy helyen történik jellemzően magas automatizáltsági fokon a marás, szerelés, hegesztés.

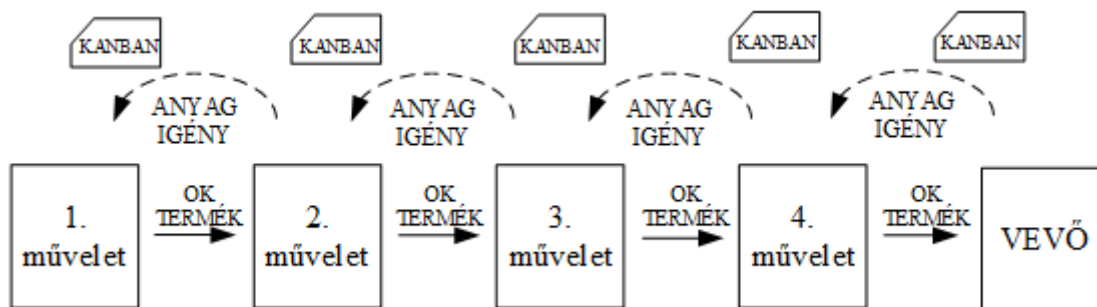
Napjainkban a vállalatok elsődleges célja a vevői igények magas szintű kielégítése, amelyhez elengedhetetlen a minőségirányítási rendszerek kiépítése és használata. A minőségirányítási rendszer adhat keretet a folyamatos fejlesztéshez, valamint elősegíti és támogatja a vevő számára elfogadható termék gyártását. [1] A Hydro Extrusion Hungary Kft. az IATF 16949 szerint működik, mely jelenleg a legkorszerűbb minőségbiztosítási rendszer. Ez a minőségirányítási szabvány pontosítja az ISO 9001 követelményeit az autóipari gyártásban résztvevő vállalatok számára.

2. Termelési rendszerek jellemzői

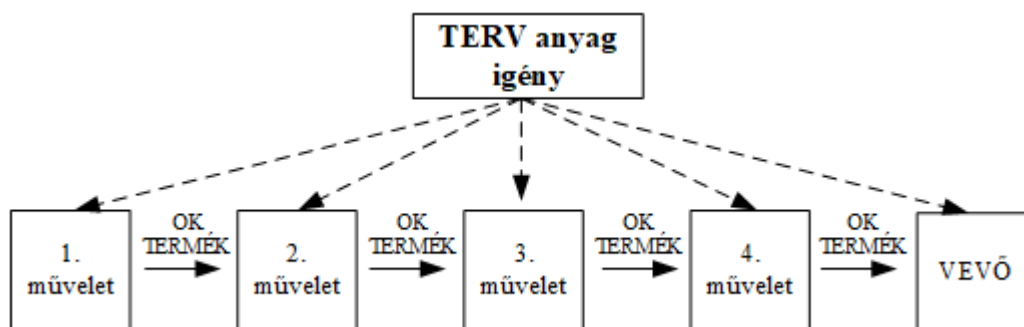
Termelési rendszerek, azon folyamatok összessége, melyeknek célja a vevői igények kielégítése.

A vevői igények kiszolgálása, szolgáltató és termelő vállalat esetén egyaránt egy tömegkiszolgáló rendszeren alapul, melyeknek számos jellemzője van. Termelés-szervezés szempontjából fontos az adott termelési rendszer milyensége, ennek révén beszélhetünk úgynevezett „Push”, azaz nyomó termelési filozófiáról, valamint a lean filozófia révén a „Pull”, azaz húzó termelési filozófiáról. A nyomó termelési filozófia lényege, hogy a gyártás készletre történik, míg a húzó esetében a vevői igény határozza meg a gyártást. Ennek kapcsán a JIT (Just In Time) egyik eszköze, a Kanban, olyan húzó jellegű gyártásirányító rendszer, melynek alkalmazásával elkerülhető a túltermelés és a készlethiány egyaránt. A Kanban rendszert jellemzően olyan gyártósorokon lehet alkalmazni, ahol a termelés mennyisége a közepes sorozatgyártás és a tömeggyártás közé esik. [2]

A következő két ábra szemlélteti a toló és a húzó termelési rendszerek közötti különbséget. Mindkét ábra esetében a fekete folytonos nyilak jelölik az egyes folyamatok, munkaállomások közötti anyagáramot, míg a szaggatott nyilak az információáramlás jelölésére hivatottak.



1. ábra Húzó (Kanban-elvű) termelési filozófia (saját szerkesztés)

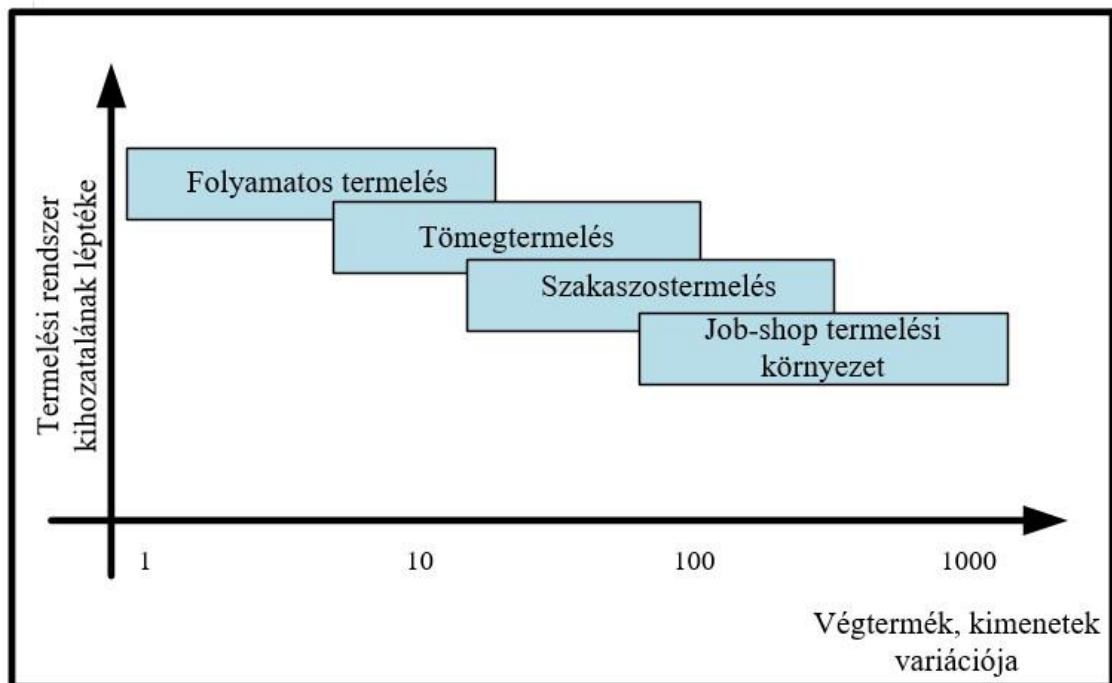


2. ábra Hagyományos (toló) termelési filozófia (saját szerkesztés)

Az autóiipari vállalatoknál jellemzően tömeggyártás folyik, tömeggyártásról pedig akkor beszélhetünk, ha néhány terméket nagy sorozatban folyamatosan gyárt a vállalat. Ezekben a folyamatokban az operátorok nem a művelet elvégzésére, csak a célgépek kezelésére vannak betanítva. További típusai a gyártási folyamatoknak, az egyedi és a sorozatgyártás. Egyedi gyártás során ritkán, vagy csak egyszer gyártott, sokféle termék kerül előállításra. Az ilyen gyártási típust alkalmazó vállalatoknál általában magasan kvalifikált munkaerő van jelen. Ezzel szemben sorozatgyártás esetén, korlátozott számú terméktípus sorozatai meghatározott időszakonként kerülnek gyártásra. Ebben az esetben többségében egyes műveletekre betanított munkások dolgoznak a folyamatokban. Sorozatgyártásnak alapvetően három fajtáját különböztetjük meg, melyek a kis- és közepes sorozatgyártás, valamint a nagysorozat-gyártás. Ezt a felosztást folyamatos, tömegszerű, szakaszos és a job shop-os termelési rendszernek is szokás nevezni, ahogy a 3. ábrán is látszik. [3]

A megmunkáló területeken jellemző az úgynevezett job shop-os termelési

rendszer és a cellás gyártás. Beszélhetünk még flow shop-os gyártási rendszerről, valamint group, - open, - és project shop-osról is, de ezeket a Hydro termelési rendszereiben nem alkalmazzuk. A flow shop tradicionálisan autóiparban alkalmazandó megoldás, ahol gyártósorokon keresztül halad az alapanyag egy darabos anyagárammal az egyes műveletek között, ahol különböző részműveleteken keresztül alakítják ki a készterméket. [4] Jellemző eredménye az egy darabos anyagáramlás, azaz egy időben egy alkatrészt munkálunk meg, vagy szerelünk össze és adjuk a következő folyamatnak, műveletnek. Egy darabos anyagáramlás előfeltétele a standard munka és a kiegyenlített gyártósor, valamint a kiépített Kanban rendszer. Group shop az a gyártási rendszer, amely megfelelően válaszol a vegyes kapcsolású gyártástervezésre, ezáltal tömegtermelés esetén alkalmazható. Az open shop egyedi gyártás során alkalmazható, ugyanis nincs ütemezés, tehát a műveletek bármilyen sorrendben megtörténhetnek, így teljesen rugalmas. A tervezés nem függ a gépkihasználatától. Projekt shop esetében a termék marad a helyén és a segédanyag, anyag jut el hozzá. Egyedi gyártásnál lehet hatékony, a tömegtermelésben nem alkalmazható megfelelő hatékonysággal.



3. ábra Termelési rendszerek (saját szerkesztés)

Az alkalmazott gyártási technológiát, termelési rendszert legfőképp a gyártandó termék jellege határozza meg. Alapvetően megkülönböztetünk szakaszos gyártást, folyamatos gyártást és tömegtermelést. Szakaszos gyártásnál a termékpaletta folyamatosan változik, így a gyártórendszer rugalmas, a folyamatokat a vevői igények mozgatják. Ebből eredeztethető, hogy ennél a gyártási módnál jellemző a húzó termelési filozófia. Folyamatos gyártás esetén kis termékvariáció gyártása, nagy volumenben valósul meg. Ebben az esetben a gyártóberendezések, a folyamat egyes részei sorrendben vannak letelepítve, az anyagáramlás jellemzően automatizált, a nyomó termelési filozófiát követve kerülnek legyártásra a termékek. Folyamatos gyártás esetében az eszköz- és emberi erőforrások jobban kihasználhatók, valamint a gyártási folyamat alacsonyabban kvalifikált dolgozókkal is kivitelezhető. [5]

Minden rendszer közös tulajdonsága, hogy a folyamataiba fiskális erőforrás jellemzően csak a megrendelőtől, az az a vevőktől érkezik. Minden egyéb folyamat költségtényezőként jelentkezik. Ezeknek a költségeknek a minimalizálása javíthatja a szervezet pénzügyi eredményeit, valamint a hatékonyságát. Ezáltal minden szervezet a folyamatos fejlesztésre törekszik, melynek köszönhetően javítja termékei vagy szolgáltatásai minőségét, növeli folyamatai hatékonyságát és vevői elégedettségét. Ezen tényezők következtében fenntartja piacvezető státuszát, avagy csökkenti hátrányát más vállalatokkal szemben a piacon.

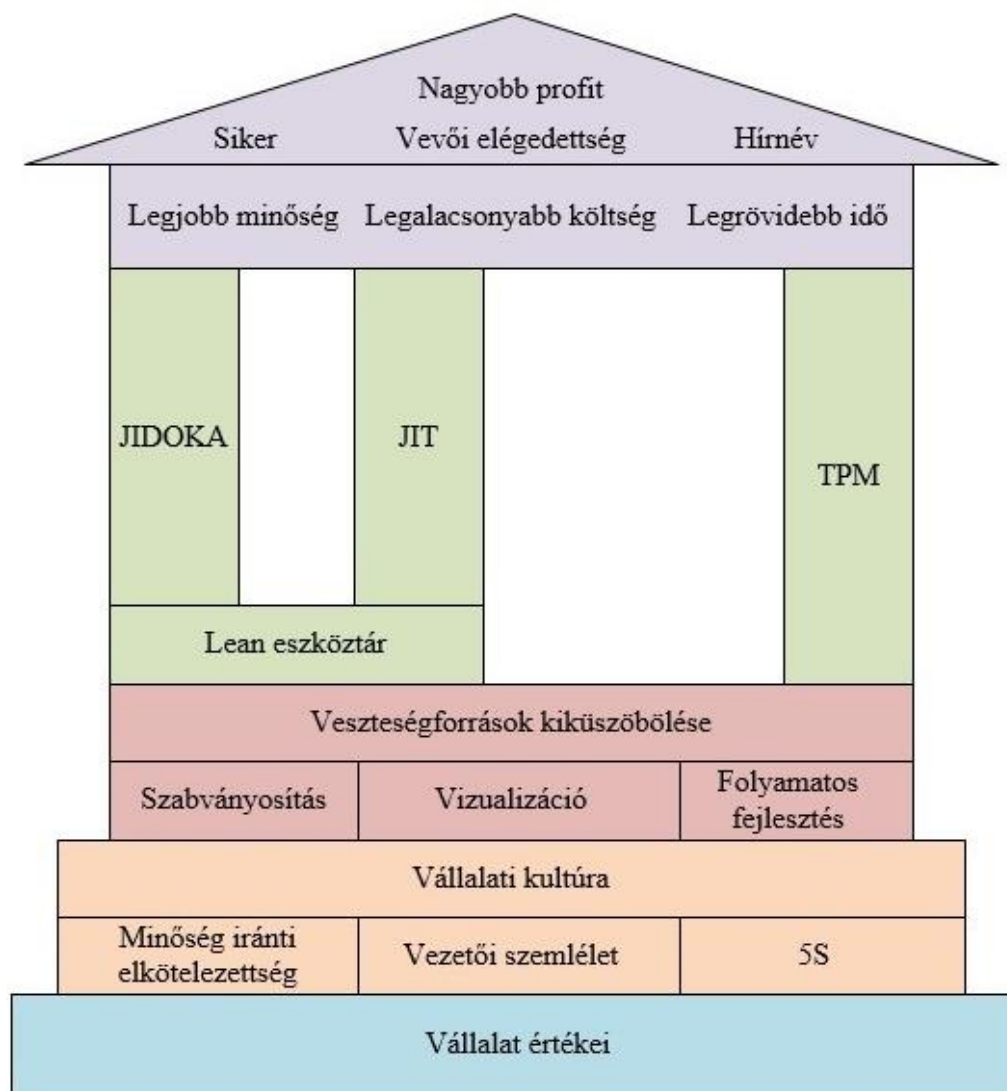
2.1 Lean eszközök és a lean folyamatfejlesztés alapjai

A fent említett folyamatos fejlesztés eszköze évtizedek óta a lean. A lean menedzsment lényege röviden a költségek, veszteségek, átfutási idő, valamint a készletek csökkentése, ezzel párhuzamosan a készletforgás, a minőség és a hozzáadott érték növelése. [6]

Munkám során számos lean eszközt fogok használni, ezért elengedhetetlen ezek bemutatása. Koncz Annamária a „A lean szemlélet eszköztára” című tanulmányában alapvetően két szinten sorakoztatja fel a lean menedzsment elemeit, a stratégiai és az operatív szinten. A stratégiai szinten gyakorlatilag a lean menedzsment öt alapelve van

felsorolva, melyek a következők: értékmeghatározás, értékáram elemzés, áramlás megvalósítása, húzó gyártás kialakítása, valamint a folyamatos fejlesztés. Ezekhez kapcsolódnak a különböző eszközök, amelyeket az operatív szinten sorakoztat fel az esettanulmány írója. [7]

Kosztolányi János és Schwahofer Gábor „Lean szótár” című könyvében a dolgozatom szempontjából fontos lean eszközök megtalálhatók, néhányat szeretnék kiemelni ezek közül, valamit kiegészíteni a meglévő fogalmakat egy ábra segítségével. [8]



4. ábra TPS templom (saját szerkesztés)

A 4. ábrán látható az úgynevezett „Toyota templom”, amit „lean templomnak” is szoktak említeni a szakirodalmakban. Ez az ábra szemlélteti a Toyota termelési rendszer felépítését, melynek lényege, hogy a legjobb minőséget tudják előállítani a vállalatok, a legrövidebb idő alatt, legalacsonyabb költségen, ezáltal minimalizálják veszteségeiket és maximalizálják profitjukat. Legelső szinten a vállalat értékei helyezkednek el, majd ezt követi a vállalati kultúra. A következő szinten a szabványosítás, a vizualizáció, valamint a Kaizen (folyamatos fejlesztés) állnak, melyek a különböző veszteségforrások kiküszöbölésére szolgálnak. A Jidoka a TPS egyik alappillére, gyakorlatilag nem más, mint automatizáció. A Jidoka két alapelve a következő: a gépek képesek arra, hogy rendellenesség észlelésekor automatikusan megálljanak; valamint az emberi és gépi munkavégzést külön kell választani. Ugyan ezen az „oszlopon” található a Poka-Yoke kifejezés, amely olyan eszközök és megoldások összessége, amelyek elektronikus vagy mechanikus módon jelzik hibát, a hibák elkerülésére hivatottak. A JIT a TPS másik alappillére, lényege nagyon egyszerű: a szükséges terméket, a szükséges mennyiségben, a szükséges időben gyártani és mozgatni. A Just in Time (JIT) termelés megvalósításának egy eszköze a Kanban húzó rendszer, ahol a termelési folyamatot az azt követő folyamat húzza. A Heijunka, azaz a kiegyenlített termelés előfeltétele a JIT-nek. Alkalmazásával a készletek jelentősen lecsökkennek, így a gyártás rugalmasabbá válik, aminek köszönhetően a vállalatok számára könnyebb a vevői igények lereagálása és teljesítése.

A lean szemléletet követő vállalatok, olyan eszközöket használnak termelési folyamataik optimalizálására, fejlesztésére, mint az 5S, az SWC, és a Kaizen. Az 5S használata garantálja a rendezett, balesetmentes és hatékony munkavégzést, átlátható munkakörnyezet mellett. A Kaizen japán szót, általában folyamatos fejlesztésként definiáljuk. Legtöbbször költségmentes vagy alacsony költségű javító intézkedésekből álló folyamat, mely a termelési folyamatokban jelentkező veszteségeket minimalizálja, vagy szünteti meg. A Kaizen ötletek hatékony kivitelezése, bevezetése nagyobb pénzügyi befektetés nélkül juttatja versenyelőnyhöz a vállalatot. A Kaizen ötlet indulhat akár dolgozói szintről javaslatként egy a termelés során felmerült probléma megoldására, vagy vezetői szintről, ha egy gyártási területet, gyártósort célzottan fejleszteni kell. [9]

A veszteségeket 3M-ként, vagy 3MU-ként szoktuk említeni, a japán Muda, Muri és Mura szavakat értjük alatta. A Muda az a veszteség, ami gyakorlatilag a termelésben jelenik meg. A Muri az emberek felesleges plusz mozdulatok végrehajtása miatti túlterheltségét jelenti, ami rövidtávon emeli a hatékonyságot, azonban hosszú távra kivetítve negatívan hat az erőforrásokra. Dr. Berényi László „A Toyota-módszer hatása a minőségmenedzsmentre” című jegyzetében a Muda és Muri eredőjeként definiálja a Mura-t. A Mura gyakorlatilag a mozdulatok nehézségei megjelenése. [10]



5. ábra A 7 fő veszteség (saját szerkesztés)

A lean menedzsment a legtöbb szakirodalom szerint, ahogy Womack és Jones a „Lean Thinking” című könyvükben is, alapvetően 7 + 1 veszteséget azonosít. A fenti ábra a hét fő veszteséget szemlélteti, melyek a következők: túltermelés, készletek, várakozás, szükségtelen tevékenységek, felesleges anyagmozgatás, dolgozói mozdulatok és a hibák. Túltermelésről akkor beszélünk, amikor a vevői igények felett termelünk, ezáltal a készleteink is megnövekednek. Termelési folyamatokban legnagyobb veszteség a túltermelés, azért mert, ha az bekövetkezik, akkor az összes többi veszteség is jelen lesz. Ugyanis ebben az estén megnövekednek a készleteink, ebből kifolyólag a várakozási idő is, így megjelennek a termelésben a hozzáadott értéket nem növelő, szükségtelen

tevékenységek. Ezeken túl a dolgozók által végzett olyan mozdulat sorozat, mozgások, amelyek nem növelik a termék hozzáadott értékét, jelentős veszteségforrásnak számítanak. Ha a dolgozók munkakörülményei ergonómiai szempontból nem megfelelőek, akkor teljesítményük, koncentráció képességük, a munkaidő végére jelentősen csökken. Ebből kifolyólag növekszik a selejtgyártás, valamint az egyéb hibák és olyan műveletek, amelyek nem indokoltak a termék előállításához. [11]

A fent említett veszteségforrásokon túl, a kiaknázatlan emberi képességeket, kreativitást és tudást említik a szakirodalmak 8. Mudaként. [12] Ezt a felsorolást, az egyetemen elsajátítottak alapján további egy tényezővel egészíteném ki, a terület kihasználtságával, ami akkor válik veszteséggé, ha az adott terület kisebb vagy nagyobb, mint a termeléshez szükséges terület.

Továbbiakban egy táblázatban összesítettem a TPS megfogalmazása szerinti 7 veszteséget.

1. táblázat:

7 FŐ VESZTESEG	ÉSZREVEHETŐ JELEI
TÚLTERMELÉS	túlméretezett berendezések, növekvő minőségi problémák, túlzott készlet, az üzemi folyamatok nincsenek egyensúlyban,
KÉSZLETEK	túlzott félkész és raktáron lévő késztermék, indokolatlanul sok anyagmozgató eszköz, sok és/vagy nagyméretű raktárterület,
VÁRAKOZÁS	nincs összhang a gépi és az emberi munkaerő között,
SZÜKSÉGTELEN TEVÉKENYSÉGEK	túlzott dokumentáció, túl szigorú tűrések alkalmazása, elavult szoftverek használata,
ANYAGMOZGATÁS, SZÁLLÍTÁS	nem megfelelő anyagáramlás, sokat kell várni az anyagszállításra, nem megfelelő gyárterület elrendezés,
DOLGOZÓI MOZDULATOK	rossz munkahely elrendezés, ergonómia hiánya a munkaállomáson, rendetlen munkakörnyezet, nem értéknövelő tevékenységek és mozdulatok,
HIBÁK	sok selejt, megnövekedett túlóra, alacsony munkamorál, sok, nagyméretű selejttároló, elkülönített utómunka területek,

Ezen veszteségek kiküszöbölése tehát minden olyan szervezet célja, amely a folyamatait gazdaságosan és hatékonyan akarja működtetni, hosszú távon versenyelőnyt akar élvezni a konkurens vállalatokkal szemben. Veszteségcsökkentési lehetőségeket alapvetően két csoportra bontjuk, az extenzív és intenzív módszerek csoportjára. Extenzív módszerek között szerepel a túlóra, azaz a munkaidő növelése, a meddőidők csökkentése, nem felhasznált műszakok termelésbe állítása, valamint a szűk és bő keresztmetszetek feltérképezése, ezáltal a szűk keresztmetszetek kiküszöbölése, bő keresztmetszetek jobb kihasználása. Intenzív módszerek közé soroljuk a szellemi munka fokozott bevonását. Ez a lépés kiemelten fontos egy vállalat hatékony és minőségtudatos működése érdekében. További módszerek a termelő munka ésszerűsítése, valamint a legjobb munkamódszerek általános alkalmazása. [7]

2.2 *Hatékonyság és termelékenység mérése*

2.2.1 OEE

Az általános eszközhatékonyság, a teljeskörű hatékony karbantartás eszköze, célja a termelékenység folyamatos növelése. Feladata a gyártóberendezések hatékony üzemeltetése, tervezett karbantartási folyamatokkal, a szervezet teljes bevonása mellett. A megelőző karbantartásoknak köszönhetően nő a termelő berendezések élettartama, a fejlesztő karbantartási folyamatoknak köszönhetően, teljesítményük javításával nő a kapacitása is.

Az OEE (Overall Equipment Effectiveness) magyarul a teljes eszközhatékonyságot jelenti, a termelési folyamatok hatékonyságának figyelemmel kísérésére használatos mérőszám. [13]

OEE számításának módja:

$$OEE = A \times P \times Q$$

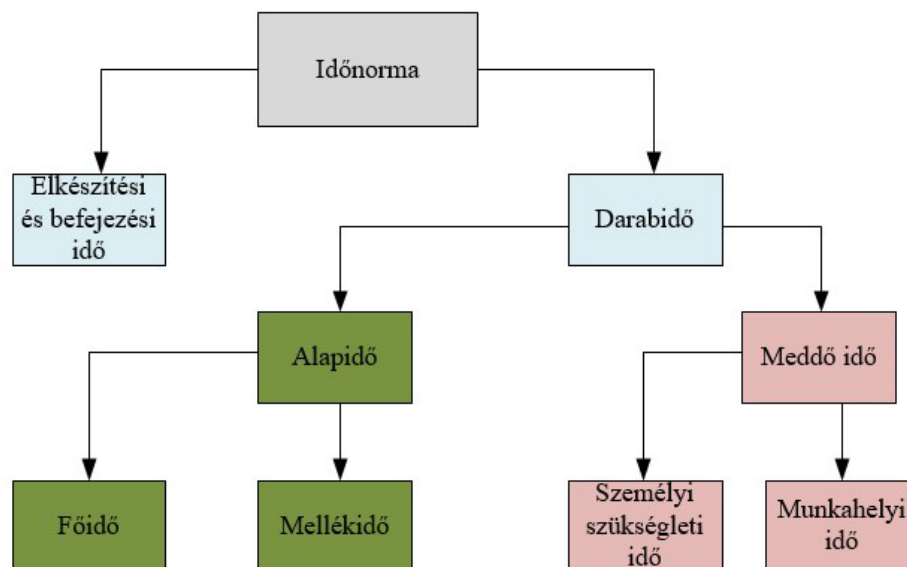
$$OEE = \frac{\text{Actual Operation Time}}{\text{Planned Operation Time}} \times \frac{\text{Machine ideal cycle time} \times \text{Total pieces produced}}{\text{Planned Operation Time}} \\ \times \frac{\text{Good Pieces Produced}}{\text{Total Pieces Produced}}$$

Ennek a szorzatnak az értéke, ahogy a tagoknak külön- külön is, mindig 0 és 1, azaz 0% és 100% közé esik. A teljes eszközhatékonyság számítás figyelembe veszi az összes olyan veszteséget, ami ténylegesen a produktív gyártási idő mértékét eredményezi. Ez a számítás pontosan leképezi, hogy milyen hatékonysággal folyik a gyártás egy adott vállalatnál, így könnyen nyomon követhető a folyamatok fejlődése időről időre. [14]

2.2.2 Normaszámítások

Egy termelési folyamat során alapvetően háromfajta normát különböztetünk meg, idő, teljesítmény- és anyag felhasználási normát.

Az időnorma valamilyen előre definiált feladat tartós végrehajtásához szükséges emberi munka vagy gépi idő felhasználás. Időnormába épülő elemek között szerepel az előkészítési és befejezési idő, valamint a darabidő. Előkészítési és befejezési idő, minden olyan művelet összessége, amelyek ahhoz kellenek, hogy a gyártást előkészítsük és le is tudjuk zárni. Ilyen műveletek például a mérőeszközök előkészítése, a csomagolás és a dokumentálás is. Darabidő, minden olyan tevékenység időtartama, amely egy sorozat legyártása közben felmerül.



6. ábra Időnorma szerkezeti elemei (saját szerkesztés)

Az időnorma alapvetően két fő részből tevődik össze. Az elkészítési és befejezési időből, mely magába foglalja az adott termék legyártásához szükséges előkészületeket, valamint csomagolást, ellenőrzést is. Másik fő része a darabidő, mely tartalmazza a termék fizikai előállításának idejét, azaz az alapidőt, amit tovább bonthatunk fő és mellékidőre. Emellett a meddőidő része az operátor munkahelyi ideje, amely alapvetően 8 óra, de ez tartalmazza a törvényileg előírt szüneteket, valamint a személyi szükségletének idejét is.

A kapacitás a termelési lehetőséget adja meg, ideális körülményeket feltételezve, ezért a munkára fordítható leghosszabb idővel (hasznos időalap), és a legjobb termelési teljesítménnyel (kapacitás norma) számol. Egy vállalat életében azonban nincs olyan, hogy „ideális körülmény”, így a gyártási folyamat közben előforduló különböző eseményekkel, problémákkal is számolnunk kell, ilyen például a karbantartás is. [13]

A teljesítménynorma meghatározott szervezési és műszaki feltételek mellett, időegység alatt előállítható termékmennyiség. Az időnorma és a teljesítménynorma egymás reciproka. Az anyag felhasználási norma a késztermékbe beépülő anyagot, valamint technológiai veszteséget és a hulladékot is magában foglalja.

A termelési rendszerek kapacitás-jellemzőinek meghatározásához olyan időtartamokat, időtávokat kell definiálni, amelyek alatt az egyes jellemzők nem változnak, értékük, ezen időszakokon belül, állandónak tekinthetők, melyek a naptári időalap, a hasznos időalap és a produktív időalap. Ezekre az adatokra szükségünk van a Standard Work Chart készítése során is. [15]

2.2.3 Standard Work Chart

A Standard Work Chart (SWC) olyan eszköz, amely a standard munkavégzés térbeli megvalósulását ábrázolja. Ugyanakkor egy Kaizen eszközként is említhetjük, mert alkalmas a munkavégzés folyamataiban lévő problémák felfedésére. Feltérképezi az adott folyamatot, ezen belül a részfolyamatokat, tevékenységeket, műveleteket és műveleti elemeket is. Vizsgálja a TT (taktus idő), HTT (magyar taktus idő), CT (ciklusidő) közötti eltéréseket. [16] Kosztolányi János és Schwahofer Gábor által leírtak alapján, fontosnak tartom kiemelni, hogy az időelemzés alapvető technika a jelenlegi folyamatok

megértéséhez és fejlesztéséhez, ugyanis a standard munkafolyamat megállapításához, minden elemi művelet időszükségletét ismernünk kell. Az időelemzés által megtalálhatjuk a folyamatokban megbúvó problémákat és ezáltal a fejlesztési lehetőségeket. [8]

A Standard Work Chart tartalmaz egy layout tervet, ahol az anyagáramlást és az emberi mozgást tüntetjük fel. Tartalmazza még a következő statisztikai adatokat: a munkanapok száma a hónapban, a havi darabszám, egy műszak hossza, operátorok száma, valamint a kihasználtsági mutató. Ezekből az adatokból számolható a napi és műszakonkénti darabszám, az ütemidő és a szűk keresztmetszet is. Mindezek mellett megmutatja az egyes operátorok leterheltségének eltéréseit is. A havi darabszámot elosztjuk a munkanapok számával egy hónapban, akkor megkapjuk a napi darabszámot. A műszakonkénti darabszám, a havi darabszám és a műszakok számának hányadosaként írható fel.

$$\text{napi darabszám} = \frac{\text{havi darabszám}}{\text{munkanapok száma a hónapban}}$$

1. egyenlet: *Napi darabszám képlete*

$$\text{műszakonkénti darabszám} = \frac{\text{napi darabszám}}{\text{műszakok száma}}$$

2. egyenlet: *Műszakonkénti darabszám képlete*

Az ütemidőt (TT), úgy számíthatjuk ki, ha a munkanapok számát a hónapban, összeszorozzuk a műszakok számával és hosszával, majd a kapott eredményt elosztjuk a havi darabszámmal.

$$TT = \frac{(\text{munkanapok száma a hónapban} * \text{műszakok száma} * \text{egy műszak hossza})}{\text{havi darabszám}}$$

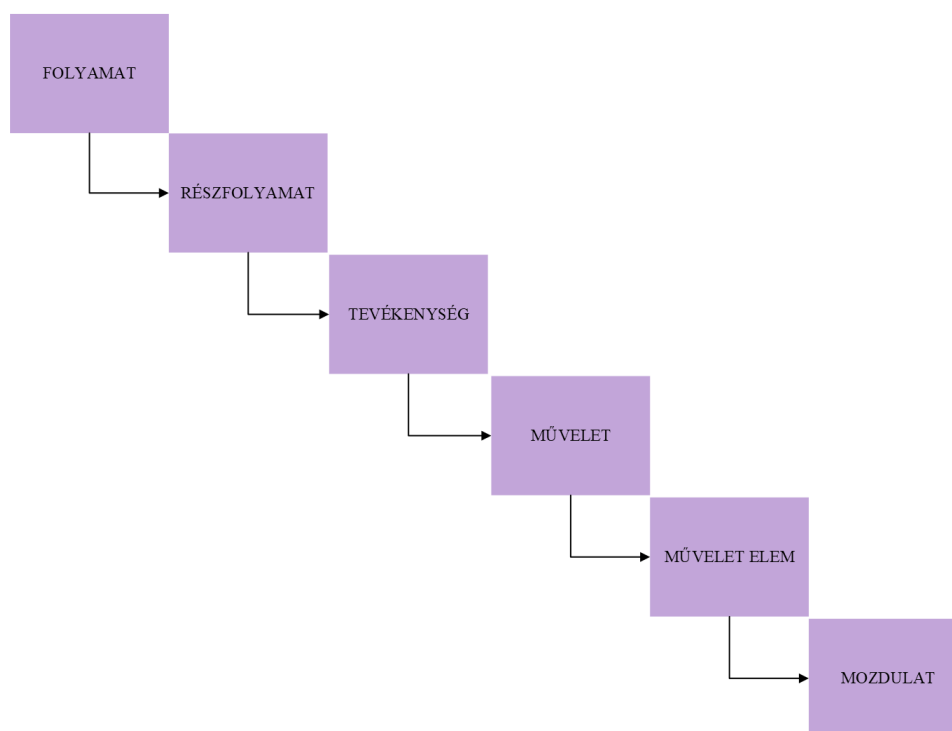
3. egyenlet: *Taktusidő képlete*

Kihasználtsági mutatóval terhelt érték (HTT) az ütemidő és a kihasználtsági mutató hányadosaként definiálható.

$$HTT = \frac{\text{ütemidő}}{\text{kihasználtsági mutató}}$$

4. egyenlet: Magyar taktusidő képlete

Ha az adott műszak hosszát elosztjuk a HTT-vel, akkor megkapjuk a maximális kapacitást. Nettó idő alatt a dolgozó effektív munkaidejét értjük. Szűk keresztmetszet pedig a leghosszabb idejű elemi művelet. A szükséges munkaerőt a terhelt ütemidő és a dolgozó nettó idejének hányadosa adja.



7. ábra Egy folyamat felbontása alkotóira, részelemeire (saját szerkesztés)

Az SWC célja, hogy standard munkafolyamatokat alakítsunk ki. Első és legfontosabb lépés a célterület feltérképezése, mely során az egyes folyamatokat egészen az elemi műveletekig lebontjuk. A 7. ábra mutatja, hogy egy folyamatnak milyen alkotóelemei vannak, ha egészen a mozdulat szintjéig elemezzük azt. Az ember, kézi idejét és a gépi időt is feltérképezzük, azért, hogy megismerjük a folyamatokat. A gépi idő általában az indítógomb megnyomásától, a kész munkadarab kivételéig tart. Kézi időnek nevezzük az operátor ciklusának azon részét, amikor kézi munkavégzéssel tölti idejét. Következő lépésként meg kell figyelni az emberi mozdulatokat, műveleteket, ezáltal felmérjük az aktuális ciklusidőt és a dolgozó által használt munkamódszert. Lemérjük az elemi műveletekhez szükséges időt és elkészítjük az aktuális Standard Work Chartot. Ez alapján megállapítjuk a szűk és bő keresztmetszeteket, azaz a fejlesztendő területeket. Kaizen bevetésével fejlesztjük a folyamatokat, majd újra mérjük az elemi műveleteket, hogy meg tudjuk állapítani a Kaizen hatásosságát. Utolsó lépésként véglegesítjük a javításokat, fejlesztéseket és ezeket a munkautasításban rögzítjük. A dolgozót be kell tanítani az új munkaműveletekre, valamint ellenőrizni kell az új standard betartását.

3. Felhasznált módszerek és eszközök

ALKALMAZOTT MÓDSZEREK	FELHASZNÁLT ALAPADATOK	KINYERT INFORMÁCIÓ	FEJEZET VAGY OLDALSZÁM
STANDARD WORK CHART	kézi mérések, saját szerkesztésű layoutok,	alapállapot és a fejlesztés utáni állapot, taktusidők, operátori teljesítmények, szűk és bő keresztmetszetek azonosítása,	12.oldal
YAMAZUMI CHART	kalkulált kézi idők kalkulált gépi idők kalkulált normaszámítás	kézi idők, gépi idők, sétaidő, szűk keresztmetszetek, bő keresztmetszetek,	27.oldal
VALUE STREAM MAPPING VSM	operátorok száma, lokációk a folyamaton belül, kézi idők, gépi idők,	anyagáram, kézi idők, gépi idők, anyagmozgatás módja,	28.oldal

A layout mutatja, hogy alapvetően négy operátor dolgozik a fent említett cellában. Egyértelműen látszanak az egyes műveleti elemek, valamint a sétaútvonalak a cellán belül. Egy operátor dolgozik a Chiron 51 marógépnél, kettő a hegesztőgépnél és a mosónál, egy operátor pedig az SLP állomásnál, ahol minden készterméknek egyenként ellenőrzik a paramétereit.

A Chiron 51-es marógépnél dolgozó operátor munkája során elmegy a kihordószalaghoz az adott alkatrészt, melyet előkészít és kicseréli a marógépben lévő alkatrésszel, ezután elindítja a programot. A kivett alkatrészt lefűvatja, majd sorjázza, ezután újra lefűvatja, majd a behordó szalagra teszi. Ellenőrző mérést óránként végez az adott alkatrészen, ilyenkor ellenőrzi a furatok nagyságát, menetek mélységét, valamint a profil teljes hosszát is.

Eközben egy másik operátor elsétál a Chiron 41 behordó szalaghoz, majd felpakolja az alapanyagot. Visszasétál a Chiron 42 kihordószalaghoz, itt összepárosítja az alkatrészeket, majd a már párosított alkatrészt felveszi, mosógépbe teszi és elindítja a programot. Eközben két gyűrűt a hegesztőgépbe helyez, majd a párosított alkatrészt kiveszi a mosóból és ezt is a hegesztőgépbe teszi és elindítja a programot. A program végével a hegesztett alkatrészt a Chiron 51 behordó szalagra helyezi. A mosógépből a mosott készterméket, pedig az OK palettába rakja.

Ezekkel a folyamatokkal párhuzamosan a 3. operátor felveszi az alapanyagot a kihordószalagról, lefűvatja és lesorjázza. Ezután az alkatrészt a mosóba helyezi, majd kiveszi és az OK palettába teszi és visszasétál a szalaghoz. Mérést óránként végez az adott profilon. Furat és menetellenőrzést, valamint teljes hosszsmérést is végrehajt.

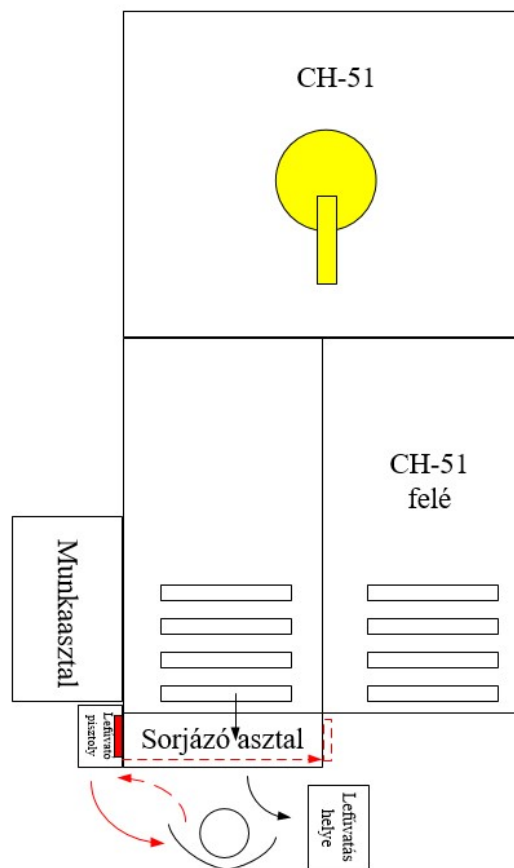
Utolsó lépés pedig, az eddig elkészült összes alkatrész lemérése és csomagolása. Ennél a lépésnél az operátor minden alkatrész esetében ellenőrzi a furatokat, sorjáz, menet ellenőrzést, valamint idomszeres ellenőrzést hajt végre. Szemrevételezi a mért profilt, majd behelyezi a készülékbe, rögzíti, ezután következik a hegesztett idom ellenőrzés. Legvégső művelet, pedig a csomagolás.

4.2 Fejlesztési munka

KAIZEN SORSZÁMA	FEJLESZTÉSI JAVASLAT	KIMUTATHATÓ HATÁS	MEGJEGYZÉS
1	minden (CH-51-en is) munkaasztalon legyen megtalálható a 1,5 méteres	sétaidő megszüntetése, mérési folyamat rövidülése	-8 mp sétaidő
3	tolómérő rögzítése a munkaasztalon	mérési folyamat gyorsabban kivitelezhető	0 € bekerülési költség
4	analóg nóniuszos tolómérő helyett digitális tolómérő használata	mérési folyamat gyorsabban kivitelezhető	alacsony költségű javaslat
5	mérés során az egyes lépések csoportosítása, és a mérési frekvencia átalakítása	mérési folyamat gyorsabban kivitelezhető	0 € bekerülési költség
6	A gyűrűs komponens helyezzék el hegesztő cella közvetlen közelében	sétaidő csökkenése	Kanban polc használatával kivitelezhető
7	SLP terület layout átrendezése	ergonomikus munkakörnyezet	0 € bekerülési költség
8	CH-51 felé a hegesztett (meleg) termék hűtésének javítása	hegesztett termékek gyorsabb bekerülése a folyamatba	alacsony költségű javaslat
9	lefúvató pisztoly áthelyezése	lefúvatás folyamat rövidülése, kényelmes munkavégzés	0 € bekerülési költség

10	lefúvató pisztoly spirális csövének lerövidítése	botlás veszély megszüntetése,	0 € bekerülési költség
11	mérőeszköz tároló felszerelése a munkaasztalra	ergonomikusabb munkakörnyezet,	alacsony költségű javaslat

4.2.1. Lefúvató pisztollyal kapcsolatos javaslatok

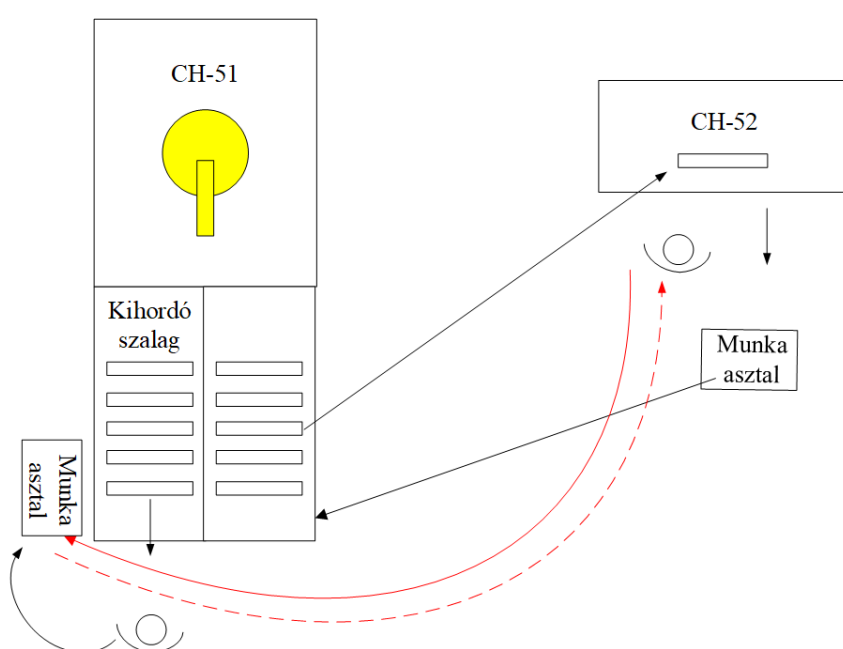


9. ábra Lefúvató pisztollyal kapcsolatos Kaizen

A fenti layout mutatja, hogy a Ch-51 után a sorjázó asztalon a lefúvató pisztoly rossz helyen van. Az operátor a kihordó szalag jobb oldalán fúvatja le az alkatrészt, azonban a pisztolyt a szalag bal oldalára kell visszaakasztania. Ha áthelyezzük a lefúvató pisztolyt a jobb oldalra, akkor az operátornak nem kell visszalépnie és kezét váltania, így kényelmesebbé válik a munkaterület. Ezzel a javaslattal csökkenthető a kézi idő is, ugyanis így megszüntetünk egy felesleges, szükségtelen dolgozói mozdulatot, így a

lefűvátás, mint műveleti elem, rövidül 6 másodperccel. Jelenleg a lefűvató pisztoly két darab spirálos levegőcsővel van átvezetve a kihordószalag alatt, emiatt a munkaterület botlásveszélyes. Abban az esetben, ha a pisztolyt a jobb oldalon tároljuk, akkor elég csak egy darab spirálos cső a használatához, így a munkakörnyezet nem csak ergonomikusabbá, hanem biztonságosabbá is válik. A pisztoly cső rövidítése kényelmesebb használatot, illetve tárolást tesz lehetővé.

4.2.2. Méréssel kapcsolatos javaslatok

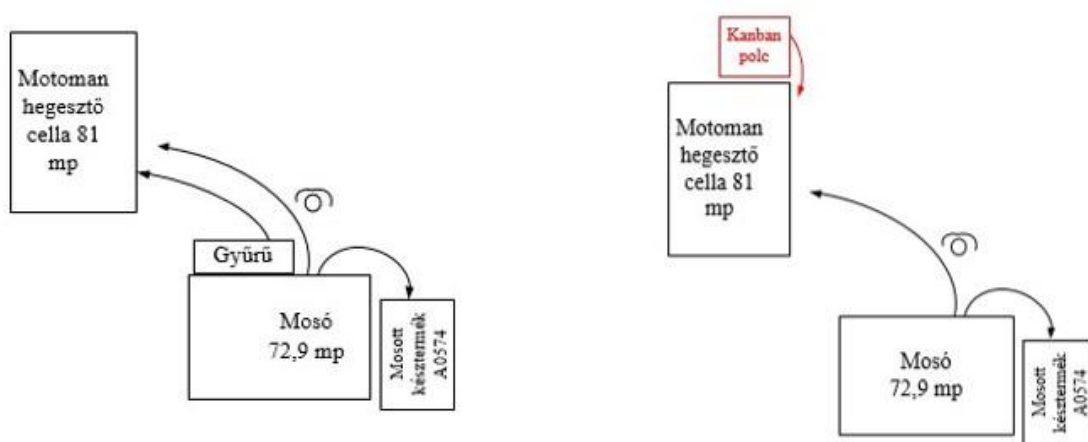


10. ábra Méréssel kapcsolatos javaslatok

A fenti layout rajzon látszik, hogy az operátornak, aki a Ch-52 marógépnél végzi a mérést, el kell sétálnia a Ch-51 munkaasztalhoz, mert csak azon a munkaasztalon van 1,5 méteres tolómérő. Ebből adódik, hogy növekszik az operátor sétaideje, azonban, ha mindegyik munkaasztalon megtalálható lenne a 1,5 méteres tolómérő, akkor kiválthatjuk a sétaidőt. A layouton piros nyilakkal jelzett sétaút, amely 8 másodpercet vesz igénybe, teljesen megszűnne. A mérési folyamat a Ch-52-nél hosszú és nehézkes, mivel a tolómérő nem digitális, és nincs lerögzítve, így a mérés során el tud mozdulni. Egyszerűsíthetjük a mérési folyamatot, azáltal, hogy az analóg tolómérőt digitális változatra cseréljük,

továbbá rögzítjük a munkaasztalon. Ezen javaslatok összessége 13 másodperccel rövidíti a mérési folyamatot, valamint egyszerűbb is teszik azt. Ezen felül, ha a mérés során csoportosítjuk az egyes lépéseket, akkor az operátornak nem kell minden lépésnél mérőeszközt cserélnie, így nincsenek felesleges mozdulatok, egyszerűbbé válik a mérés folyamata.

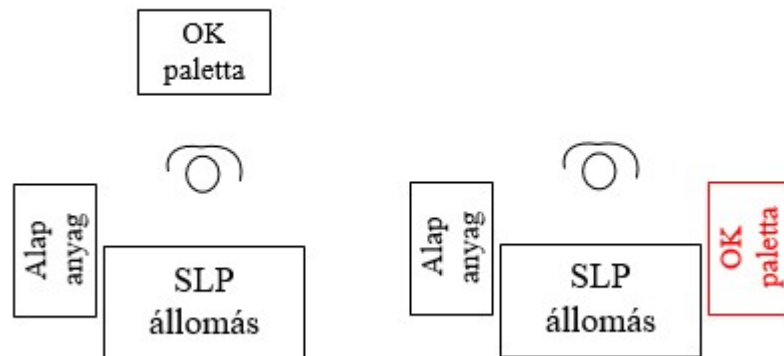
4.2.3. Gyűrűs komponens



11. ábra Kaizen előtti és utáni állapot - gyűrűs komponens

A hegesztőgép töltése plusz sétaidőt vesz igénybe, ahogy a layouton is látszik, a gyűrűs komponensek a mosó mellett vannak, onnan kell az operátornak a hegesztőgépbe tennie. A gyűrűs komponenst helyezük el a cella közvetlen közelében, egy az ábrán pirossal jelzett Kanban polcon. A Kanban polcot úgy kell megtervezni, hogy 24 órányi standard termeléshez szükséges anyag elférjen rajta, így csökkenthető az operátor sétaideje. A kiürülő csomagegységeket anyagmozgató kollégák töltik műszak elején. Ha egy műszakban (7,25 órával számolva) 26100 mp a nettó termelési idő és 360 mp a ciklusidő, akkor 72,5 db készterméket tudunk legyártani. Így 75 darabbal számolva, 150 db/ 8 óra gyűrűs komponensre van szükség, ugyanis egy késztermékhez előállításához 2 db gyűrűs komponens szükséges. Tehát 450 db gyűrűs komponenssel kell feltölteni a Kanban polcot. Ezzel a javaslattal az operátornak 4 másodperccel csökken a sétaideje.

4.2.4. Layout átrendezés

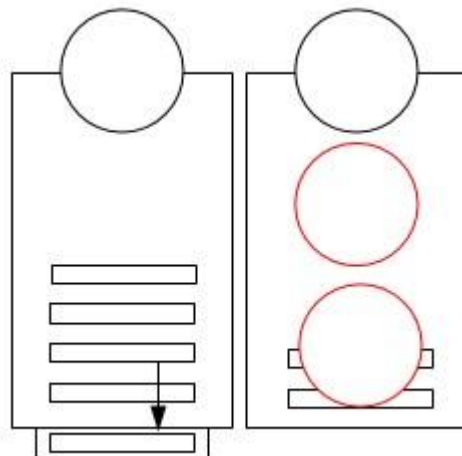


12. ábra SLP terület átrendezése

A cellában az utolsó művelet a csomagolás előtt, az összes elkészült profil mérése. Ha a fent látható módon átrendeznénk az SLP területet, akkor az operátornak kevesebb lenne a sétaideje, kényelmesebbé válna a munkakörnyezete, így nem fárad el olyan gyorsan. Hatékonyabbá válik ezáltal a mérési és csomagolási folyamat.

További javaslatként említeném, hogy a munkaasztalra, ha felszerelünk egy tárolót a különböző mérőeszközöknek, akkor az operátor könnyebben elérheti azokat, valamint kényelmesebb is számára. Jelenleg egy mágnesszalagon tárolják a mérőeszközöket a munkaasztal felett, így az operátornak messzebb kell érte nyúlni, mintha az asztallap magasságában lennének.

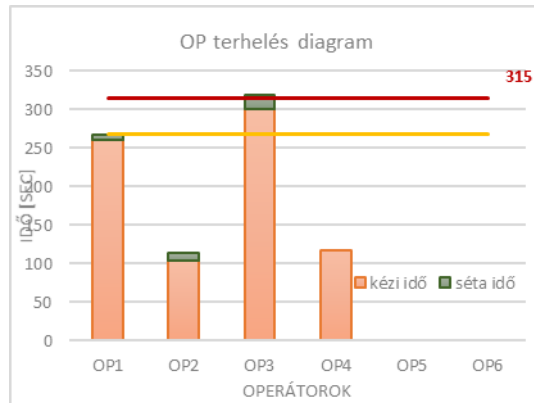
4.2.5. Termék hűtés



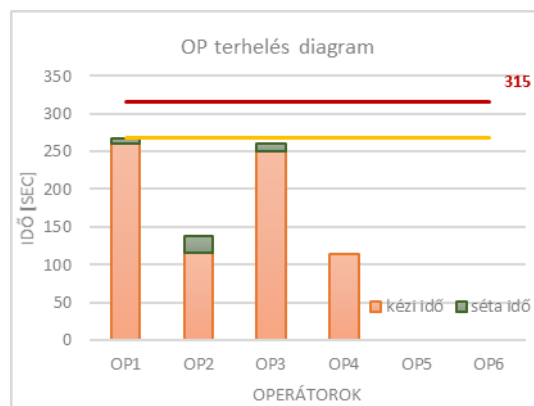
13. ábra hegesztett termék hűtésének javítása

További kisebb javaslat, hogy Ch-51 felé a hegesztett (meleg) termék hűtését javítsuk. Ha több ventilátor lenne felszerelve, akkor a profilok hamarabb elérnék a kívánt hőmérsékletet, így gyorsabban bekerülhetnek a folyamatba. A fenti ábrán pirossal jelzett ventilátorok felszerelésével javítható a hegesztett meleg termék hűtése.

4.2.6. Műveleti elem áthelyezés



14. ábra Operátor terhelési diagram a cella alapállapotában



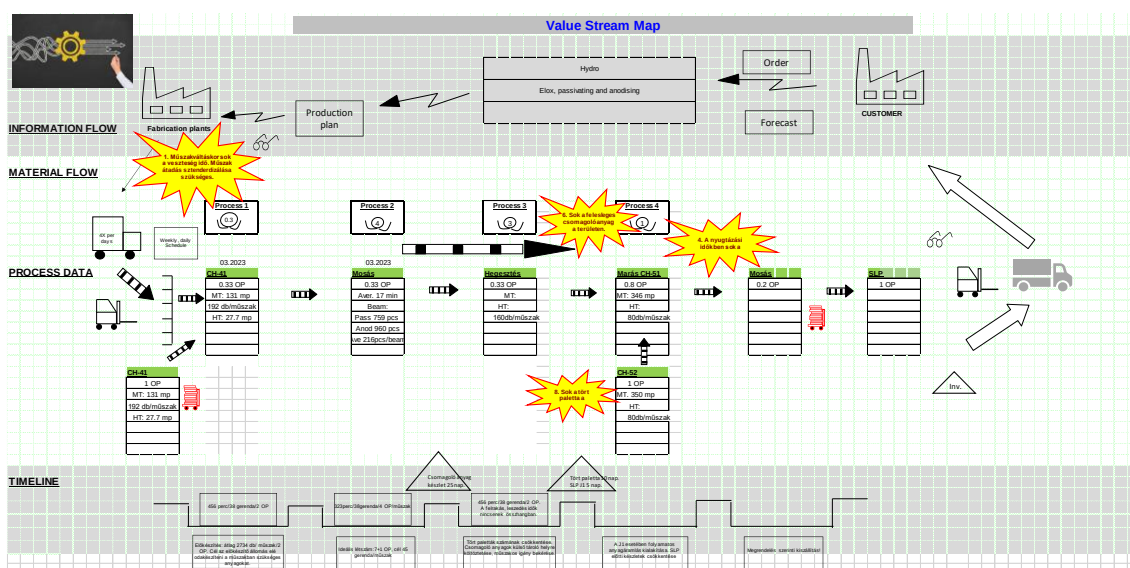
15. ábra Operátor terhelési diagram fejlesztések után

A 14.ábrán, a diagramról leolvasható, hogy a 3-as számú operátor (OP3) a folyamatban a szűk keresztmetszet, ugyanis neki a leghosszabb a kézi ideje, ezáltal ő a legleterheltebb. Abban az esetben, ha a leghosszabb elemi műveleteit, melyek az alapanyag előkészítés és a lefűtatás, átadjuk a 2-es operátornak (OP2), akkor a 3-as operátor kézi ideje 50,1 másodperccel rövidül. A művelet átadásával 81 darab/ műszak teljesítményű cella termelését 94 darab/ műszakra tudjuk növelni. Ez az adott műszakban 13 darab többlet termelést fog eredményezni. Ez egy nap alatt, 3 műszakos munkarenddel számolva, 39 darabra növekszik, így 5 munkanap alatt 195 darabot eredményez. Ez több mint, 2 műszakos kapacitás. A cellában jelenleg 4 operátor dolgozik, így a fenti számítás

alapján 8 operátori műszakot tudunk megspórolni, amikor ők más értékteremtő folyamatokban tudnak részt venni, valamint karbantartható és fejleszthető a cella. A lefűtatás és az alapanyag előkészítés műveletek áthelyezésével, az új szűk keresztmetszet az 1-es számú operátor lesz. Ahogy a 15. ábra mutatja, a műveleti elemek áthelyezésével az operátorok között kiegyenlített munkavégzés folyik.

4.3 Hatékonyabb állapot bemutatása

A VSM ábra (Value Stream Mapping), vagyis értékfolyamat térkép olyan stratégiai eszköz, melynek használatával az anyag és információáramlás teljes folyamata láthatóvá válik. Ki lehet szűrni az olyan veszteségeket, amelyeket egyébként az egyes folyamatoknál nem vennénk észre. Az értékfolyamat térképnek köszönhetően lehetővé válik a lean eszközök strukturált használata, így a fejlesztési projektek megvalósulását is elősegíti. Célja, hogy rendezett, átlátható és biztonságos munkakörnyezetet alakítsunk ki. Alkalmazhatjuk továbbá a termelési és tervezési folyamatok feltérképezésére. [17]



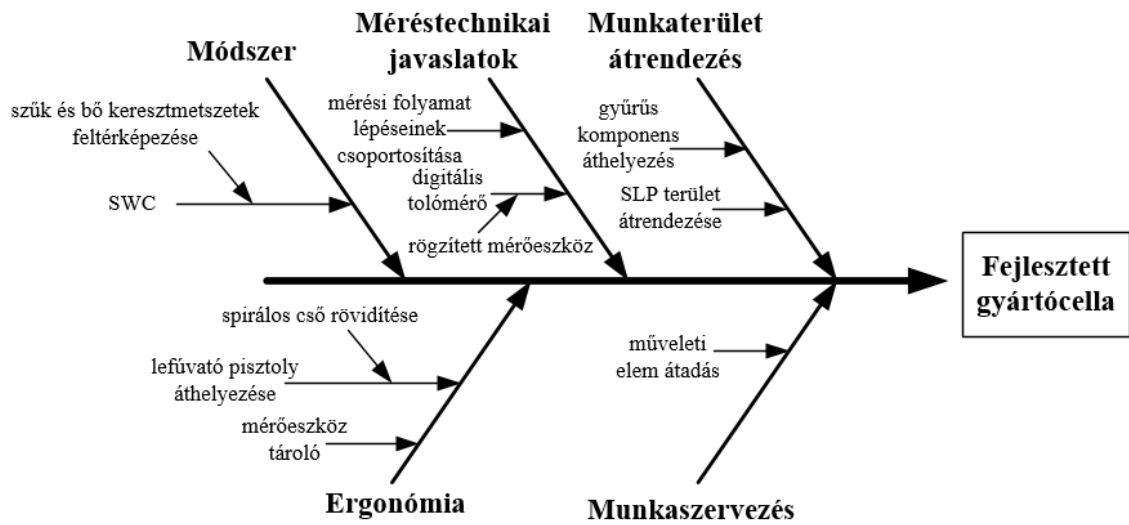
16. ábra Daimler cella VSM ábra

A fenti VSM ábrán látszanak a lokációk közötti anyag és információ áramlások, valamint, hogy az egyes műveletek elvégzéséhez hány operátor szükséges. Az értékfolyamat térképnek köszönhetően, kirajzolódnak a fejlesztési pontok. Végig

kísérhetjük, hogy az adott folyamaton belül az alapanyag, milyen változásokon megy keresztül és hogyan jut el a vevőig, azaz hogyan válik belőle késztermék. A VSM ábrán fel vannak tüntetve a kézi és gépi idők is.

5. Összefoglalás

A dolgozatomban bemutatom a lean szemléletet, ezen belül a főbb eszközeit és ezek használatát. Részletesen ismertetem egy autóipari gyártócella folyamatfejlesztésének módját és lépéseit. A munkám egyfajta esettanulmányként lépésről-lépésre az egyes fejlesztési javaslatokat és azok kimutatható hatásait szemlélteti. Bemutatom és elemzem a gyártócella működését, a különböző műveleti elemeket lebontva, egy Standard Work Chart-on keresztül. Ennek köszönhetően láthatóvá váltak olyan veszteségek, melyek megszüntetésével a cella hatékonyabban tud működni, így rövidebb idő alatt teljesíthető a vevő megrendelés. A veszteségek kiküszöbölésével megvalósulhatott a karcsúsított gyártás. Legtöbb javaslat költségmentes vagy nagyon alacsony költségen kivitelezhető. A layout átrendezésével ergonomikusabb, rendezett és balesetmentes munkakörnyezetet sikerült megteremteni a dolgozók számára. A kisebb javaslatok, mint például a lefúvató pisztoly áthelyezése, amellet, hogy a munkakörnyezetet biztonságosabbá és ergonomikusabbá tette, a lefúvatás folyamatát rövidítette 6 másodperccel. A gyűrűs komponensek áthelyezésével az operátor sétaideje 4 másodperccel csökkent. A méréssel kapcsolatos javaslatoknak köszönhetően az operátor korábbi sétaideje teljesen megszűnt, valamint, a digitális mérőeszköz rögzítésével együtt 13 másodperccel rövidült a mérési folyamat. Az SLP területen a layout átrendezésével, egy ergonomikusabb munkakörnyezetet sikerült kialakítani. A munkaműveletek átadása kiegyenlített munkavégzést eredményezett, tehát a cellában dolgozó operátoroknak közel azonos a leterheltsége. Így a korábban 81 darab/műszak teljesítményű cella termelését a fejlesztéssel 94 db/műszakra tudtuk növelni, ez egy műszakban 13db többletet jelent, ami egy nap alatt 39 db-ra nő. Három műszakos munkarenddel számolva, 5 munkanap alatt 195db lesz az eredmény, ez több mint 2 műszak kapacitása. A cellában jelenleg 4 operátor dolgozik, azaz 8 operátori műszakot sikerült megspórolni, amikor az operátorok más értékteremtő folyamatokban tudnak részt venni, valamint eközben karbantartható, fejleszthető a cella. Továbbiakban egy Ishikawa ábrán összegeztem a dolgozatom során említett fejlesztési javaslatokat.



17. ábra Fejlesztési javaslatok halszájka diagramon összegezve

Összességében elmondható, hogy sikerült a gyártócella hatékonyságát növelni, a folyamatokat optimalizálni. A munkakörnyezet a cellán belül ergonomikusabbá vált, így a munkavégzés is egyszerűbbé és kényelmesebbé vált a dolgozók számára.

Irodalmi hivatkozás

Hivatkozások

- [1] L. Dr. Berényi, A minőségmenedzsment módszerei és eszközei, Miskolc: Publio Kiadó, 2014.
- [2] D. J. Powell, „Kanban for Lean Production in High Mix, Low Volume Environments,” *IFAC PapersOnline*, 1. kötet, összesen: 251-11, pp. 140-143, 2018.
- [3] J. Perger, Járműipari gyártási folyamatok modellezése és optimalizálása, Győr: Széchenyi István Egyetem, 2014.
- [4] J. D. Martins, L. Varela, B. Gonçalves, J. Machado, A. C. Monteiro és G. Putnik, „Analysing a meta-model for production scheduling in different kind of flow shop configurations,” *Procedia CIRP*, 1. kötet112, pp. 51-56, 2022.
- [5] G. Dr. Kovács és P. Dr. Tamás, Termelési folyamatok bemutatása és vizsgálata, Miskolc: Miskolci Egyetem Gépészmérnöki és Informatikai Kar, 2015.
- [6] N. Y. G. Lai, W. C. Foo, C. S. Ta, M. S. Kang, H. S. Kang, K. H. Wong, L. J. Y. 6, X. Sun és N. M. L. Tan, „Understanding Learning Intention Complexities in Lean Manufacturing Training for Innovation on the Production Floor,” *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 1. kötet8, pp. 1-16, 2022.
- [7] A. Koncz , A lean szemlélet eszköztára, 2017.
- [8] J. Kosztolányi és G. Schwahofer, Lean szótár, Budapest: KAIZEN PRO Kft., 2015.
- [9] S. Baranyi, A Kaizen rendszer működése és fejlesztési lehetőségei az Apollo Tyres (Hungary) Kft.-nél, Budapest: Budapesti Gazdasági Egyetem, 2020.
- [10] L. Dr. Berényi, A Toyota-módszer hatása a minőségmenedzsmentre, Miskolc, 2015.

- [11] J. P. Womack és D. T. Jones, *Lean szemlélet*, Budapest: HVG Kiadó Zrt., 2009.
- [12] J. P. Womack és D. T. Jones, *Lean thinking*, New York, 1996.
- [13] B. Kocsi és I. Budai, „Kapacitásszámítási modell fejlesztése,” *Menedzsment tudományok*, 1. kötet1, pp. 1-19, 2016.06.20.
- [14] M. P. Cercós, L. M. Calvo és R. Domingo, „An exploratory study on the relationship of Overall Equipment Effectiveness (OEE) variables and CO2 emissions,” *Procedia CIRP*, 1. kötet112, pp. 51-56, 2022.
- [15] K. Bóna, J. Juhász, P. Kovács, G. Kovács, B. Lénárt és J. Tokodi, *Üzemszervezés*, Budapest: Typotex Kiadó, 2011.
- [16] A. Pereira, M. F. Abreu, D. Silva, A. C. Alves, J. A. Oliveira, I. Lopes és M. C. Figueiredo, „Reconfigurable Standardized Work in Lean company - a case study,” *Procedia CIRP*, 1. kötet52, pp. 239-244, 2016.
- [17] G. Thalmeiner, V. Harmat és S. Gáspár, „Értéket nem teremtő folyamatok feltárása VSM módszer alkalmazásával egy kis vállalkozás gyártóberendezésének esettanulmányán keresztül,” *Economica XI. Új évf.*, pp. 1-2, 2020.

Ábrajegyzék:

1. ábra Húzó (Kanban-elvű) termelési filozófia (saját szerkesztés)	4
2. ábra Hagyományos (toló) termelési filozófia (saját szerkesztés)	4
3. ábra Termelési rendszerek (saját szerkesztés)	5
4. ábra TPS templom (saját szerkesztés)	7
5. ábra A 7 fő veszteség (saját szerkesztés)	9
6. ábra Időnorma szerkezeti elemei (saját szerkesztés)	13
7. ábra Egy folyamat felbontása alkotóira, részelemeire (saját szerkesztés)	16
8. ábra Daimler cella alapállapot	19
9. ábra Lefúvató pisztollyal kapcsolatos Kaizen	22
10. ábra Méréssel kapcsolatok javaslatok	23
11. ábra Kaizen előtti és utáni állapot - gyűrűs komponens	24
12. ábra SLP terület átrendezése	25
13. ábra hegesztett termék hűtésének javítása	26
14. ábra Operátor terhelési diagram a cella alapállapotában	27
15. ábra Operátor terhelési diagram fejlesztések után	27
16. ábra Daimler cella VSM ábra	28
17. ábra Fejlesztési javaslatok halszálka diagramon összegezve	31

1. Melléklet: VSM ábra

