

Debreceni Egyetem
Műszaki Kar
Műszaki Menedzser és Vállalkozási tanszék



Veszteségek csökkentése Lean eszközökkel és környezettudatosság az FAG Ipari Kft. M 16-os szereldéjében

Készítette: **Sebők Anita** lean szakmérnök és
környezetmérnök MSC hallgató

Belső konzulens:	Dr. Dóró Tünde
Külső konzulens:	Antali János
Tanszékvezető:	Dr. Szűcs Edit

Debrecen
2012.

Felhasznált rövidítések

TPS- Toyota Production System,- Toyota Termelési Rendszer.

JIT- Just In Time,- éppen időben, a szükséges termékeket, szükséges mennyiségben szükséges időben mozgatni és gyártani.

TPM- Total Productive Maintenance,- Teljes körű hatékony karbantartás.

PDCA- Plan Do Check Act,- Tervezés Megvalósítás Ellenőrzés Korrigálás.

SDCA- Standard Do Check Act,- Standardizálás Megvalósítás Ellenőrzés Korrigálás.

3 MU- Muda Mura Muri- Veszteség, Kiegyensúlyozatlanság, Túlterhelés.

OEE- Overall Equipment Effectiveness/Efficiency- a berendezések hatékonyságára használt mérőszám.

KERO- a német Kegelrolle szóból, kúpörgőt jelent.

IR- Belsőgyűrű

AR- Külsőgyűrű

GP- Gördülőpálya

TF- Tám felület

KRK- kosár

Kft. – Korlátolt felelősségű társaság

Bevezetés

A TDK dolgozatom címe: *„Veszteségek csökkentése lean eszközökkel és környezettudatosság az FAG Magyarország Ipari Kft. M 16-os szereldéjében”.*

A témát a FAG Magyarország Ipari Kft. minőségirányítási vezetője javasolta számomra.

A lean módszernek a folyamatos fejlesztés az alapvető mozgatórugója, mely összhangban van a vállalati vezetés fenntartható fejlődés iránti elkötelezettségével.

Környezetmérnökként az a véleményem, hogy a lean filozófia elsajátításával és gyakorlati alkalmazásával nemcsak a termelést lehet hatékonyabbá tenni, hanem környezeti teljesítményjavulást is lehet vele elérni és mint a környezetmenedzsment egy új módszereként is működhet.

A lean szó sovány, szikár, karcsú, hajlékony és rugalmas jelentéssel is bír, mely alapján a lean termelés alatt, egy karcsú, rugalmas gyártási folyamatot értünk.

A szakdolgozatom téma-választásával az volt a célom, hogy a termelésben alkalmazott folyamatos fejlesztés elvéhez társítsam a fenntartható fejlődéssel foglalkozó környezetmenedzsmentet.

Ennek a szemléletnek az elsajátításával lehetőség nyílik arra, hogy egyre többet érjünk el, egyre kevesebből- kevesebb berendezéssel, kevesebb emberi erőfeszítéssel, kisebb területen és kevesebb idő felhasználásával- miközben egyre pontosabban ki tudjuk elégíteni a vevői igényeket. Ezáltal csökkenthető az anyag és energiafelhasználás, szennyezőanyag-kibocsátás és a keletkezett hulladék mennyisége is. A lean szemlélet emellett örömtelibbé teszi a munkát, hiszen azonnali pozitív visszajelzéseket ad a sikereket illetően.

Az FAG Magyarország Ipari Kft. környezettudatossága abban nyilvánul meg, hogy rendelkezik az ISO 14001 szabvány szerinti Környezetközpontú Irányítási Rendszerrel és az EMAS szabvány szerinti minősítéssel, ezek mellett folyamatosan építi be a lean alapelveket a termelési folyamatba.

1. LEAN bemutatása

A lean segít meghatározni, hogy mi számít értéknek, optimális sorrendbe állítani az értékteremtő műveleteket, amelyeket igény szerint megszakítás nélkül, egyre hatékonyabban végezhetünk el. Az első képen a Lean vagy másnéven a Toyota ház látható, amely a filozófia felépítését mutatja be.



1. ábra: Toyota ház (Forrás: Lean center honlaja <http://www.leancenter.hu/lean-cikk/lean-alapozas.html> utolsó letöltés: 2012. október 15.)

Maga a lean szemlélet a veszteségek felismeréséből alakult ki. A veszteség – japánul muda- olyan emberi tevékenységeket jelent, amely erőforrást használ fel, de nem termel értéket. Azaz a felesleges cikkek termelésére, javítást igénylő hibák, amelyek a készleten halmozódnak fel, szükségtelen feldolgozási lépéseket, áruk és alkalmazottak céltalan mozgása, illetve mozgatása. Mindez a folyamatok várakozását eredményezi, abból, ha az előző lépéssel nem végeztek időben, valamint a termékek és szolgáltatások nem elégítik ki a vevői igényeket.

A mudát a Toyota egyik vezetője, Taiichi Ohno (1912-1990), az emberiség történetének legelszántabb „vesztesség vadásza” azonosította és 7 típusba sorolta. A veszteségek kiküszöbölésére ismert hatásos megoldás a lean filozófia alkalmazása (Womack, Jones, 2009)

1.1. Lean rövid története és fejlődése

A lean kialakulásának az alapja egészen az 1800-as évek elejéig nyúlik vissza, amikor Eli Whitney (1765-1825) cserélhető eszközöket és szerszámokat szerelt fel a gépeire. A termelés így nemcsak sokkal rugalmasabb lett, hanem az eszközöket több gépre is fel lehetett szerelni. Később Frederick W Taylor (1856-1915) a munkafolyamatokat vizsgálta és értékelte hatékonyság szempontjából. Taylor munkássága tehát a munkafolyamatok felügyelésében és megszervezésében volt számottevő. A taylori elveket Frank Bunker Gilbert (1868-1924) alkalmazta a mozgáselemzés módszereinek a tökéletesítésére, oly módon, hogy a munkaelemeket 17 alapmozdulatra osztotta fel. Később a felesége, Lillian Moller Gilbert (1878-1972) alkalmazta a pszichológiát ipari szervezetekben, teljesítmény javítására.

Az első jelentősebb termelésszervezési eljárás Henry Fordnak (1863-1947) köszönhető, aki a Ford A és T modelleket készítette el mozgó gépsoron. Ezen a gyártó soron 1923-ra évi 2,1 millió autót gyártottak le úgy, hogy az egy autóra eső gyártási költség a töredékére csökkent. Azzal, hogy ez az autógyár csak egyfajta modellt egy színben gyártott, kialakult a kor színvonalának megfelelő tömegtermelés. Az első szalag rendszerben működő gépkocsigyártó termelési sor 1913-ban épült meg, amely a flow production – azaz a folyamatos termelés- nevet kapta, de még mind a mai napig Ford Termelési Rendszer (Ford Production System- FPS) néven is szokták emlegetni.

A kor egy másik nagy termelés menedzsment fejlesztője a japán Sakichi Toyoda (1867-1967) volt, aki az 1920-as évek végére kifejlesztette az olyan szövőszék gyártását, amelyben cérnaszakadás esetén megállította a gépet és ezzel együtt a termelési folyamatot is. Ez azt jelentette, hogy ha géphiba lépett fel, akkor nem továbbította a hibás terméket, a gép leállt és figyelmeztette a karbantartókat, hogy szerelésre van szükség. 1933-ban ugyanez a cég megalakította az autógyártási üzletágot, amely 1940-re a japán gazdaság meghatározó része lett. A gyors és sikeres fejlődését 2 dolognak köszönhetette:

1. Megalakult az önálló Toyota Motor Corporation (1933).

2. Elővették a szövőszékeknél már alkalmazott elvet, azaz hiba esetén a gyártósort meg kell állítani annak érdekében, hogy rossz termék ne legyen a gyártószalagon.

Ezt az elvet később a Just In Time elvvel egészítették ki – ami a készlet felhalmozódás elkerülésének leghatékonyabb eszköze, azaz minden akkor és olyan minőségben, valamint mennyiségben érkezik oda ahogyan azt felhasználják (bővebben lásd. a 1.2.4. pontban).

Ezzel a Toyota egy sajátos termelési rendszert alkotott meg, amit azóta a világ csak TPS (Toyota Production System) néven emleget. Ez a rendszer leváltotta az egyedi, komplex gyártó berendezéseket, egyszerű, rugalmas, olcsó gépekre, amelyeknek az elhelyezése termékközpontú volt. Toyota mindig szem előtt tartotta a megfelelő kapacitástervezést, az optimálisan kialakított rugalmas gyártósorok felépítését, a legmagasabb szintű minőség megteremtését, önellenőrzést, gyors átállásokat és az igényeknek megfelelő alapanyag előállítását, felhasználást.

A 90-es évek második felében Nyugat Európában és az Egyesült Államokban is elkezdtek kísérletezni a TPS rendszer alkalmazásával, ami a lean menedzsment alapja, amely napjainkban hazánkban is széles körben alkalmazott vezetés elmélet. (Husi, 2009)

A leannek vannak különböző eszközei és módszerei, amelyeket a következő alapfogalmak részben fogok ismertetni.

1.2. Alapfogalmak

Ezek az alapfogalmak segítenek abban, hogy megismerjük a lean alapgondolatait és eszközeit. A továbbiakban olvashat a Kaizenről (folyamatos fejlesztés), 5S-ről (rendezett munkakörnyezeti kialakításáról), 3 MU (veszteségek 3 alaptípusáról), 7 fő veszteségről és a Just In Timeről (éppen időbenről azaz megfelelő időben, megfelelő helyen-ről).

Kaizen

Magyarul folyamatos fejlesztésnek nevezzük az apró lépcsőkből álló, végtelen fejlesztési folyamatot, amelyhez nem anyagi erőforrásokat használunk fel, hanem a dolgozói kreativitást. A felmerülő problémákat itt nem újabb drága gép vásárlásával vagy egyéb komoly anyagi beruházással oldjuk meg. A kivitelezés anyagi szükségleteit gyakran újrahasznosított vagy újrafelhasznált anyagokkal oldjuk meg. A kaizennek 4 alapelvét ismerjük:

- művelet- vagy mozdulatrövidítés,
- összekapcsolás: két műveletet párhuzamosan végeznek, vagy két szerszámból egyet készítenek,
- átrendezés: elrendezés változtatás vagy új műveleti sorrendalkalmazás, és
- egyszerűsítés.

5S

A lehető legegyszerűbb munkahely kialakítása, a minél egyszerűbb munkavégzés érdekében. Cél az átlátható és rendezett munkakörnyezet kialakítása a hatékony és veszteségmentes munkavégzés érdekében. Az 5S bevezetésével egy munkahelyi rendet alakítunk ki, amely fenntartására folyamatos fejlesztésre van szükség. Az 5S-sel elért színvonal és a termelési rendszer fejlettsége között szoros kapcsolat áll fenn, hiszen ha nincs 5S akkor a rendszer sem tud magasabb szintre fejlődni. Maga az 5S egy öt lépésből álló módszer, amelyek kiegészítik egymást.

Seiri => Szétválasztás,

Seiton => Elrendezés,

Seiso, Seisou=> Takarítás, Tisztítás,

Seiketsu => Standardizálás,

Shitsuke => Fenntartás.

3 MU (muda, mura, muri)

A veszteség 3 fajtájának is szokták nevezni, hiszen a mura és a muri minden esetben mudát eredményez. Ezért lehetséges az, hogy a muda kifejezés és a mudák megszüntetésére irányuló tevékenységek sokkal elterjedtebbek.

Muda: veszteséget jelent, azaz a termelés összes olyan elemét, amely erőforrást igényel, de mégsem termel értéket. Olyan folyamatok elemei (mozdulatok, műveletek, műveletelemek, tevékenységek), amelyek jelentős része nem termel értéket. A vevő viszont csak azért hajlandó fizetni, ami számára érték.

Mura: kiegyensúlyozatlanságot vagy egyenetlenséget jelent. Gyártósor-kiegyenlítést, heijunkiát (kiegyenlítést), illetve standard munkavégzést alkalmaznak a mura megszüntetésére. A gyártás során az operátorok túlterhelését tudjuk mérsékelni vagy kiegyenlíteni, a heijunka segítségével a napi termelési mennyiséget és típusokat, míg a standardizálással a munkavégzés folyamán végzett tevékenységek változékonyságát tudjuk megszüntetni.

Muri: túl- vagy ésszerűtlen termelést jelent. Ha dolgozóinktól vagy gépeinktől, munkaeszközeinktől olyat várunk el, amire képtelenek, akkor probléma fog felmerülni. Emberek esetében pl. munka minőségének a romlása vagy akár sérülés is bekövetkezhet. A gépek pedig könnyen elromolhatnak.

7 veszteség (7 muda)

A veszteség 7 kategóriájának a felállítása Taiichi Ohno nevéhez fűződik. Ezen kategóriák segítségével azonosítani tudjuk a termelésben lévő veszteségeket.

1. az anyag mozgásából (szállításból) eredő veszteség,
2. készletben rejlő veszteség,
3. mozdulatokban rejlő veszteség,
4. várakozásból fakadó veszteség,
5. túltermelésből adódó veszteség,
6. felesleges tevékenységek végzése miatti veszteség, és
7. javításból eredő veszteség.

Just In Time

A szükséges termékeket, szükséges mennyiségben szükséges időben mozgatni és gyártani. Három alapelve van:

- ütemidővel történő gyártás,
- folyamatos anyagáram,
- húzó rendszer.

Legfontosabb eszközei a vevői igények kiegyenlítése és a kanban.

Kanban

A Just In Time termelési rendszer egyik alapvető eszköze. A kanban általában (színes) kártyákat használnak, amelynek elsődleges funkciója, hogy utasítást adjon a termelésre vagy az anyagmozgatásra vonatkozóan. A rajta lévő információk segítségével megtudják, hogy miből mennyit kell mozgatni, ezen felül a feltűnése megadja az időzítést is. Segítségével elkerülhető a túltermelés és a szabálytalan termelési sebesség is könnyen felismerhető lesz.

Fontos alapszabálya, hogy sose mulasszuk el a használatát, azaz ne szállítsunk vagy termeljünk a kanban nélkül. A Just In Time-on kívül a kaizen eszköze is, hiszen a folyamatos fejlesztést segíti elő. Ez abban nyilvánulhat meg, hogy a stabilan működő kanban rendszer kártyáinak számát egyesével csökkentjük, így egy adott ponton probléma fog adódni, melyet ezek után ki tudnak vizsgálni és meg tudnak oldani.

A kanban típusok közül ismerjük pl. az anyagfelvevő-, folyamatok közötti-, beszállítói-, vevői-, termelési utasítás-, folyamaton belüli-, jel-, átmenő-, ideiglenes-, pót-, pool- és a doboz (tálca) kanbant. (Kosztolányi - Schwahofer, 2010)

1.3. LEAN alapelvek

A lean stratégia megvalósítása 5 alappilléren, nyugszik, melyeket egyben az alapelveinek szoktunk nevezni.

- Érték (value),
- Értékáram (value stream),
- Áramlás (flow),
- Húzásos rendszer (Pull),
- Tökéletesítés vagy Folyamatos fejlesztés.

A lean könnyebben elsajátítható a lean alapelvek megismerésével. A továbbiakban ezeket az alappilléreket fogom ismertetni.

Érték

A lean szemlélet kialakításának fontos kiindulópontja az érték pontos meghatározása. A legegyszerűbb megfogalmazás szerint értéknek tekintjük azt, amiért a vevő hajlandó fizetni. Ennek megfelelően a gyártó végzi az értékteremtést, amelyről akkor beszélhetünk, ha a terméket oly módon alakítjuk ki, hogy az minél jobban megfeleljen a vevői elvárásoknak. (Losonczy, 2010)

Magát az értéket nagyon nehéz meghatározni. Egyrészt azért, mert a vállalatok többsége továbbra is azt akarja gyártani, amit eddig is. A másik oldalt tekintve a vevők csak azon variációit tudják kérni, amelyeket már korábban kaptak.

A vállalatok számára akkor is nagyon nehéz az érték pontos meghatározása, hogy ha maga az értékteremtés több cégen keresztül történik. Ekkor mindegyikük másképp, a saját szükségleteiknek megfelelően szokta meghatározni az értéket. Ezek a meghatározások gyakran különböznek, sőt előfordul, hogy ellent is mondanak egymásnak. A gyártók számára létfontosságú, hogy vegyék a fáradságot és átértékeljék az érték fogalmát, hiszen ez lehet a kulcsa a vevőkör és a forgalom gyors és folyamatos bővítésének, amelyek elengedhetetlenek a lean szemlélet sikeres megvalósításában.

A lean szervezet időről-időre folyamatosan a termékcsapatok segítségével visszatérnek az érték kérdésére, annak érdekében, hogy megbizonyosodjanak a felől, hogy a legjobb válasszal rendelkeznek-e. Ezt tekintjük az értékmeghatározás

kaizenjének, amely a termékfejlesztési, rendelés felvételi és a termelési tevékenységek folyamatos fejlesztésére ösztönzi a gyártót.

Az értékmeghatározás következő fontos lépése a tervezett költség meghatározása. Számításában figyelembe kell venni az adott jellemzőkkel és tulajdonságokkal rendelkező termék előállításához szükséges munkaigényt és erőforrásokat, úgy mintha az összes ismert veszteséget kiküszöbölnénk a folyamatból.

A lean szervezetek fejlesztésének tervezésénél megvizsgálják, hogy milyen jellemzőket kínálnak a hagyományos cégek, azaz milyen áron termelnek. Ezek alapján feltesszük a kérdést, hogy mennyivel tudják csökkenteni a költségeket, ha a lean módszerek teljes eszköztárát azaz toolboxát bevezetik.

A tervezett költségek meghatározása után, ez egy biztos pont lesz, mely segítségével vizsgálható a termékfejlesztési, rendeltetés felvételi és a gyártási értékfolyamat egyes lépései.

Értékáram vagy értékfolyamat

Következő lépés az, hogy az értékteremtő folyamatok lépéseit a leghatékonyabb sorrendbe állítsuk. Elsődleges feladatuk az egyes termék tervezéséhez, megrendeléséhez és előállításához szükséges minden műveletet tartalmazó értékfolyamat-térkép elkészítése.

A térkép három kategóriába sorolja a műveleteket:

1. Vevőszemszögéből értékteremtő művelet.
2. Értéket nem teremtő, de a termékfejlesztési, gyártási vagy rendelés felvételi rendszerek szempontjából szükséges, és egyenlőre kihagyhatatlan művelet (1. típusú muda).
3. A vevő szemszögéből nem értékteremtő és azonnal kiküszöbölhető művelet (2. típusú muda).

Áramlás

Az érték és az értékfolyamat azonosítása után, a következő lépés a tényleges objektumra való koncentráció. Ez az összpontosítás az adott tervre, megrendelésre és magára a termékre vonatkozik, amelyeket a kezdettől a befejezésig soha nem szabad szem elől téveszteni.

Az áramlás úgynevezett második lépése, ami lehetővé teszi az előzőt, hogy elfelejtjük a munkakörök, beosztások és a funkciók hagyományos határait. A vállalat olyan lean szervezet létrehozására törekszik, amelyben minden akadályt elhárítanak az adott termék vagy termékcsalád folyamatos áramlása előtt.

Az összes visszaáramlás (backflow) a harmadik lépés, amely a selejt és a megállás kiküszöbölésére alkalmas. Speciális gyakorlatok és eszközök újragondolása, hogy az adott termék tervezése, megrendelése és előállítása folyamatosan áramoljon.

A vezetők többsége úgy gondolja, hogy a hatékonyság követelménye azt diktálja, hogy a tervek, megrendelések és a termékek „áthaladjanak a rendszeren” és a jó vezetés egyenértékű azzal, hogy elkerülik a rendszer teljesítményingadozásait. Pedig a helyzet sokkal összetettebb, azaz teljesen új alapokra kell helyezni a vállalkozást.

Az áramlás segítésére kifejlesztettek egy nagyon hatékony lean eszközt, a Just In Time módszert (JIT, 1.2.5. fogalom). Ezt a fentiek alapján akkor lehet hatékonyan alkalmazni, ha az áramlás során következő lépései a kiegyenlített gyártásüzemelés segítségével kiküszöbölik a kereslettől független rendelési ingadozásokat. Olajozott azaz jól ütemezett szervezetnél is gyorsan kialakulnak szűk keresztmetszetek, aminek egyenes következménye, hogy ún. biztonsági készletek jelennek meg, ezáltal felborul a Just In Time rendszere.

Az áramlás sikerében még az is nagyon fontos, hogy az üzemekben dolgozók állandóan kommunikáljanak egymással, annak érdekében, hogy megoldják a termelési problémákat és fejlesszék a folyamatokat. Ráadásul az is számottevő, hogy legyen mellettük olyan személy, aki szakmai támogatást tud nyújtani, és fontos, hogy mindenki lássa az egész termelési rendszer állapotát.

Egydarabos áramlásnak nevezzük, amikor a folyamatos áramlás szerint elrendezett termelési lépések sorrendben helyezkednek el, általában egy cellán belül találhatóak és a termékek egyesével, gyártásközi készlet nélkül haladnak egyik lépéstől a másikig. Annak érdekében, hogy az egydarabos áramlást meg lehessen valósítani a megszokott körülmények között, úgy, hogy minden termékcsalád számos termékvariánst tartalmaz alapvető, hogy az összes gépet szinte azonnal át lehessen állítani egyik termék gyártásáról a másikra.

Nagyon fontos szempont, hogy a hagyományos óriási gépek „megfelelő méretűek” legyenek annak érdekében, hogy alkalmazkodni tudjanak a termelési folyamatokhoz.

A folyamatos áramlás hosszú távú fenntartásának érdekében minden dolgozónak és gépnek munkára képes állapotban kell lennie. A gépeket a teljes körű hatékony karbantartásnak – azaz a **Total Productive Maintenance-nek (TPM)**- nevezett technikával lehet biztosítani. Az alkalmazottakat és a gépeket meg kell tanítani a tévedésmentesség vagy más néven **poka-yoke** technikára, amelyek kizárják, hogy akár egyetlenegy hibás alkatrész is eljuthasson a következő lépéshez.

Húzóelv

A húzóelv fogalma azt jelenti, hogy az áramlásban senki nem állít elő terméket vagy szolgáltatást addig, amíg a vevő nem kéri azt. Ezt az elméletet viszont a gyakorlatban egy kicsit nehezebb megvalósítani. (Womack - Jones, 2009)

A vevői igények kielégítésére két rendszert különböztetünk meg:

1. Nyomósos vagy hagyományos rendszer: a készleteket összeköti a vállalati folyamatokkal. Ez azt eredményezi, hogy a készletek az egyes vállalati folyamatokat elválasztják a vevői igényektől. A rendszerben felhalmozódó készletmennyiség hatással van az átfutási időre, amely rugalmatlan és nehezen finanszírozható lesz.
2. Húzásos rendszerben ezzel ellentétben a vevői igények indítják el a termelési folyamatokat és az egyes vállalati folyamatok sorrendjüknek megfelelően egymást vezérlik. A vevői várakozási idő a műveleti lépések idejének összehangolásától és hosszától függ.

A húzóelv irányítja a vállalatok közötti kapcsolatot. A Just In Time logikáját ezen a szinten is alkalmazhatjuk, melyből az következik, hogy a vevőkkel és a szállítókkal való kommunikáció kiemelten fontos.

A lean menedzsmentben a vevő „diktál”, azaz a vevőktől származó információk indítják el a folyamatokat. A folyamatok egymást irányítják. A vevői igényeket az egyes munkafolyamatok közvetítik egymás között, ezzel biztosítva, hogy a készletek ne halmozódjanak fel. A fogyasztásvezérelt rendszerben a vevői igények szabályozzák

a készletezési pontokat, amelyek közvetítik, illetve koordinálják az egyes folyamatokat.

Tökéletesítés vagy Folyamatos fejlesztés

A folyamatos fejlesztés azt jelenti, hogy még kevesebből többet és többet tudjanak nyújtani, azaz szolgáltatni. A lean működését az előző négy alapelv segítségével meg lehet teremteni, amelyet folyamatosan fejleszteni kell:

- még jobban megérteni a vevői igényeket, azaz az érték folyamatos újítása,
- megkeresni az értékáramlásban előforduló veszteségeket,
- megszüntetni az áramlást akadályozó tényezőket,
- a húzásos rendszer további finomítása. (Losonci, 2010)

A tökéletesítésnek 2 alaptípusát különböztetjük meg:

- gyökerest (vagy más néven radikálist) és
- folyamatosat.

Gyakorlatilag minden vállalatnak szüksége van mindkét módszerre a folyamatos fejlesztéshez. Az értékteremtés folyamatában minden egyes lépést akár külön- külön is lehet eredményesen fejleszteni.

Az eddigiek során arról volt szó, hogy milyen fontos az, hogy a vezetők felismerjék az értékfolyamatokat, az értékáramlást és azt, ahogyan a vevők a húzóelv segítségével hozzájutnak az értékhez. A felismerés utolsó lépése abból áll, hogy világos képet alkossunk a tökéletességről, annak érdekében, hogy az egész vállalat meg tudja ismerni a fejlesztések céljait. Mindezen felül át kell látni, hogy milyen típusú technológiákra és terméktervekre van szükség a tökéletesítés megvalósításához és a vezetőknek szigorú ütemtervet kell készíteniük a kitűzött lépésekről.

A lean tökéletesítési technológiája a **stratégiai célok lebontása**. A lényege az, hogy a cégvezetés megállapodik néhány egyszerű célkitűzésben, ezeket lebontja kisebb célokat megvalósító projektekre, amelyek megvalósítására kijelöli a szükséges személyeket, erőforrásokat, határidőt és számszerűsíti a fejlesztési célokat. (Womack - Jones, 2009)

2. FAG vállalat bemutatása

A Schaffer csoport a világvezető gördülőcsapágy, tengelykapcsoló gyártója és sikeres partnere nemzetközi autógyáraknak. Jelenleg világszerte körülbelül 180 telephelyen működik, melyekből a három legerősebb márkája az FAG, INA és a LUK Magyarországon is megtalálhatóak (2. ábra). Az FAG gyárak központja Schweinfurt-ban, Németországban található és, amelyet 1883-ban alapítottak meg.



2. ábra: A Schaeffler csoport vállalatai (Forrás: FAG Magyarország Ipari Kft.)

A debreceni gyár (mely a 1. képen látható) története 1999-ben a FAG Automotive Ipari Kft-t megalapításával kezdődött. Egy évvel később megalakult az FAG Componenta Ipari Kft, melyet az Automotive Kft.-vel 2002-ben összevontak. Az egyesített szervezet 2003-ban megszerezte az ISO/ TS16949-es tanúsítványt, mellyel egy időben beindították a hőkezelők alkalmazását.

Görgőgyártás telepítése (2004) után egyre nagyobb bővítések és építkezések következtek. Az első csarnokot 2007-ben építették át, melyet később 2009-ben a kosárgyártás átépítése követett.

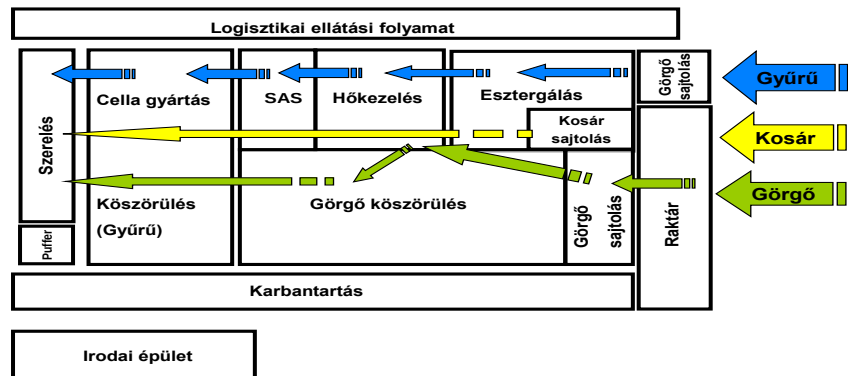


1. kép: FAG Magyarország Ipari Kft. (Forrás : FAG Magyarország Ipari Kft.)

A növekvő termelés és folyamatos bővítések mellett a hatékonyság maximalizálása érdekében a cég 2010-ben el kezdte alkalmazni a lean szemléletet. Napjainkra a Lean Manufacturing segítségével, a kapacitás bővítések és szervezet fejlesztések hatására a debreceni telephely elnyerte a legjobb Schaffer gyár címet.

Az FAG Magyarország Ipari Kft. debreceni telephelyén főként az autóipar számára gyárt gördülőcsapágyakat, valamint termékeket állít elő a légi- és az űrjárművek, a szerszámgépek, textilgépek és a szélturbinák részére, elsősorban nagy pontosságú csapágyakat. Vevői között szerepelnek a legfontosabb autógyártó cégek, mint például a Volkswagen, Ford, IB, Fiat, GM-Opel, Renault, BMW, DC, ZF, AT, Volvo, Magna, FML, DAF, Scania és a Man.

A cég jelenleg körülbelül 1300 főt foglalkoztat, akik megközelítőleg éves szinten 70 millió euró profitot termelnek. Ez azt jelenti, hogy a gyár a 120 milliméter alatti kúpörgős csapágyak gyártásának európai központja. Az éves szinten több mint 10 millió darab csapágyat állítanak elő, melynek eredményeképpen a gyár fejlődése ma is töretlen. A telephely növekedése igen látványos, hiszen minden évben építkezéseket, géptelepítéseket és létszámbővítéseket hajtanak végre, melyekkel új munkahelyek teremtenek.



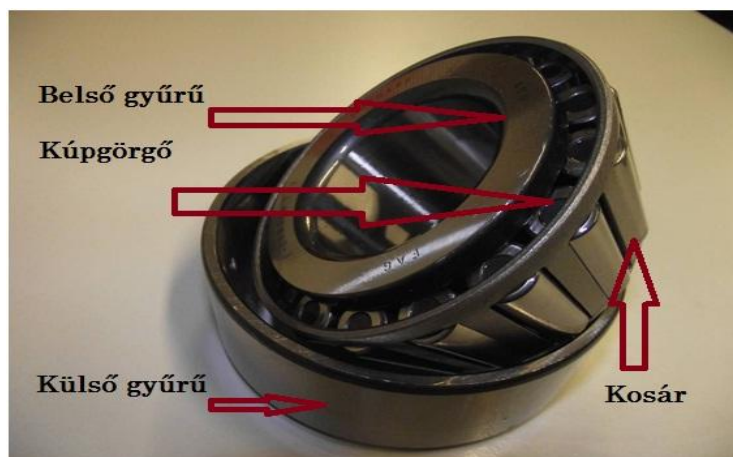
3. ábra: FAG Magyarország Ipari Kft. debreceni üzemének felépítése (Forrás: FAG Magyarország Ipari Kft.)

Az üzem az egy- és kétsoros kúpgörgős csapágyak alapanyag gyártásával és azok összeszerelésével foglalkozik. Az előállított alapanyagok közé tartoznak a külső-, belsőgyűrűk, kosarak, porvédők és a kúpgörgők.

A következőkben először is a vállalat termékeit, azok részeit és gyártási folyamait mutatom be, majd az M 16-os összeszerelő műhely működését és felépítését ismertetem.

Kúpgörgős csapágy bemutatása

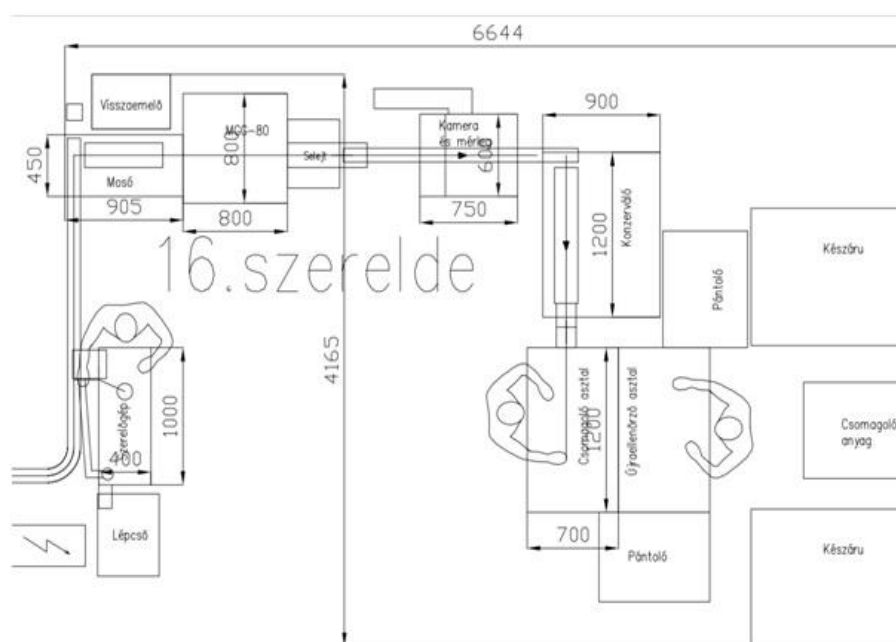
A kúpgörgős csapágyak kúpos futópályájú belső és külső gyűrűből, kosárból és kúpgörgőkből állnak (2. kép). A csapágy egy belső és egy külső egységből tevődik össze, ami szétválasztható egymástól. Belső egység alkotó részei: a belső gyűrű a görgők és a kosár, a külsőt pedig a külsőgyűrű alkotja. A görgők és a futópálya logaritmikus profilúak. A belső kialakítás, a görgővég és a támasztóváll érintkezési felületének optimalizálásával kisebb a súrlódás és nagyobb a terhelhetősége, mely a csapágy élettartamát is meghosszabbítja. A kúpgörgős csapágyak nagy radiális és egyoldalas axiális terheléseket tudnak felvenni.



2. kép: Kúpörgős csapágó felépítése (Forrás: FAG Magyarország Ipari Kft.)

M 16-os szerelde bemutatása és folyamatleírás

A M 16-os számú szerelde U alakban van kialakítva, ahol egyszerre a tervezett darabszámtól függően 2, maximum 3 fő dolgozik 4 műszakban. (4. ábra)



4. ábra: M16-os szerelde felépítése és méretezése (Forrás: FAG Magyarország Ipari Kft. 2012.)

Az ábrán az összeszerelés folyamata látható, mely pontos leírása a következő oldalon olvasható.

Folyamatleírás:

1. Belső gyűrű szemrevételezése: az összeszerelő folyamat első lépése, amikor is a belső gyűrűt a határminta katalógus alapján vizuálisan 100%-ban ellenőrzik, majd a munkadarab mindkét oldalán mérőkészülék segítségével furatot mérnek.
2. Belső egység összeszerelése: kosarat a töltőcsillagra helyezik, majd a megfelelő számú görgővel megtöltik. A következő lépésben a belső gyűrűre felhúzzák a görgőkkel töltött kosarat. A még összehúzatlan belső egységen a szerelőgép automatikus kosárösszehúzást végez el.
3. Külső gyűrű szemrevételezése: az esetleges felmerülő hibák kiküszöbölése érdekében a külső gyűrűt 100%-ban ellenőrzik pl. beköszörülésre vagy felferődésre, hibakatalógus alapján.
4. Párosítás: a belső szerelt egységet belehelyezik a külső gyűrűbe. A további gyártási folyamatok során komplett csapágyként mérik és ellenőrzik.
5. Mosó, zajgép, kamera és mérleg, konzerváló: az automatizált mérőkészülékekből (hiszen egymás mellett két darab is el van helyezve) kiesnek a selejtes darabok egy elkülönített tároló részbe, amelyeket a selejt kezelési utasítások alapján kezelik tovább. A zajgép a zaj problémákat méri fel, annak érdekében, hogy kiszűrjék a hiányzó vagy fordítottnan behelyezett görgőket.
6. Csomagolás: a csomagolás manuális úton két féle módon is történhet. Először is a komplett csapágyat a megadott csomagolási utasítás szerint külön-külön, azaz a belső egységet külön dobozba csomagolják külső gyűrűtől. Másrészt a komplett csapágyat egy dobozba is csomagolják, a vevői igényektől függően, illetve a minőség biztosításának érdekében.
7. Anyagmozgatás: a már becsomagolt dobozokat raklapokra helyezik, melyeket az anyagmozgatók a megadott időközönként a készáru raktárba szállítják. (FAG Magyarország Ipari Kft, 2012)

3. Veszteségek felmérése

Ebben a fejezetben feltérképezem, hogy milyen fajta veszteségek keletkeznek a szereldében a minőség, az idő és a hatékonysági szempontjából. Az áttekintés során SWOT analízist és Halszálla diagramot alkalmazok, valamint kitérek a selejt típusokra, eredményesség mutatószámaira.

3.1. Selejt típusok

Az összeszerelés során különböző méréseket végeznek el a szereldében, melyek során a következő hibatípusok fordulnak elő (1. táblázat). Megfigyelhető a darabszámok alakulásából, hogy a hiba típusok 20%-a azaz első 8 hiba ok adja meg a selejtes darabok 80%-át, melyek közé tartozik többek között a külső (IR)- és belső (AR) homlok esztergafoltos, foltos kosár oldalazás, szereldében bontott kosár/ KF Deformált, külső homlok (IR) furat esztergafoltos, furat átmérő nagyobb, palástátmérő kisebb vagy például rádiusz beköszörült.

1. táblázat: Selejt típusok

	Selejtek hibakódjai	db
1.	IR, AR homlok esztergafoltos (bármely területre visszavezethető) / KF foltos oldalazás	6183
2.	Szereldében bontott kosár / KF Deformált	5301
3.	IR furat esztergafoltos, anyaghiányos	2000
4.	Furat átmérő nagyobb	1477
5.	Palástátmérő minuszos/ kisebb	1425
6.	Rádiusz beköszörült	1172
7.	Edzésre visszavezethető külsőgyűrű palástja esztergafoltos	1136
8.	Szereldében bontott görgő / KF Típuskeveredés / KERO Keveredett alkatrészek	1085
9.	Palást beköszörült, lapkás	1022
10.	AR, IR gp esztergafoltos	672
11.	IR, AR Homlok beköszörült / KERO Beköszörülés / KF Bemart palást	550

12.	IR, AR finistárcsa bemaródás a homlokon	509
13.	Palástátmérő plusszos	401
14.	IR, AR beégés görgdülőpályán / támfelületen / homlokon, paláston	341
15.	AR, IR gördülőpálya minuszos	303
16.	AR, IR gördülőpálya plusszos	212
17.	Palást körkörösség, köralak n.i.o	139
18.	AR palást felverődött, bemart / KERO felverődött / KF Furat nyomott	129
19.	IR tf, gp; AR gp felverődött, bemart	122
20.	AR palást esztergafoltos forgácsolásra visszavezethető	120
21.	IR, AR bélyegzőhiány, dupla bélyegzés, nem olvasható bélyegzés, vevői típusjelölés hiányzik, nem olvasható (kivéve savfoltok)	119
22.	Furat átmérő minumszos	113
23.	Finiselési hiba (lappolás, hónolás)	92
24.	IR, AR, KERO magasság nem megfelelő / KF Mérethiba	55
25.	IR, AR savfoltok nem megfelelő bélyegzés miatt	18
26.	Koordináta, rádiusz nem megfelelően köszörül	14
	Végösszeg	24710

(Forrás: FAG Magyarország Ipari Kft. belső anyaga alapján saját szerkesztés)

3.2. SWOT analízis

A SWOT analízist, mint elemzési módszer segítségével táblázatba szedem az M16-os szerelde erősségeit, gyengeségeit, lehetőségeit és fenyegetettségeit.

A SWOT egy mozaik szó, amely az angol Strengths (Erősség), Weaknesses (Gyengeség), Opportunities (Lehetőségek) és Threats (Fenyegetettségek) szavak kezdőbetűiből alakult ki.

Az erősségek a szervezet belső tényezői közé tartoznak, amelyek azt a piaci versenyben előnyhöz juttatják. Ezek, olyan jól működő dolgok, melyek fejlesztésével egyre jobb és jobb eredményeket érhet el és piaci pozícióját is megerősítheti.

A gyengeségek is a belső tényezők, azonban ezek már hátrányos helyzetbe hozhatják a vállalatot. A szervezetnek ismernie kell a gyengeségeit annak érdekében, hogy változtatni, javítani, csökkenteni és ki tudja küszöbölni azokat.

A lehetőségek, már külső tényezőknek számítanak, melyek kihasználásával fejlődést, sikereket és kedvező piaci pozíciót érhet el a szervezet. A cél az, hogy ezekből a lehető legtöbbet ismerjen fel és saját előnyeire tudja fordítani azokat.

A fenyegetettségek vagy veszélyek azok a külső hatások, amelyeket a vállalatok minél jobban el akarnak kerülni nehogy negatív hatású, kedvezőtlen tényezőkkel kerüljön kapcsolatba. (Sebők, 2011)

2. táblázat M16-os szerelde SWOT analízise

Erősségek	Gyengeségek
1. Kisméretű szerelde,(rugalmasság) 2. Kevés dolgozó, 3. Egységes szerelde kialakítás.	1. Készlet nagyság, 2. Hosszú átállás, 3. Karbantartás.
Lehetőségek	Veszélyek
1. 5S bevezetés 2. Átállási idő csökkentése – SMED 3. Teljes körű megelőző karbantartás TPM.	1. Anyaghiány. 2. Átállás késés, 3. Meghibásodás.

(Forrás: Saját szerkesztés)

Erősségek

Az M 16-os szerelde erősségei azok a pozitív belső tulajdonságai, amelyek segítségével még kiválóbb minőségi szolgáltatást tud nyújtani a megrendelői számára és a gyár egész folyamatában. A fenti SWOT analízis táblázatában a szerelde három legfontosabb erényét emeltem ki.

Először is a szerelde rugalmasságát nevezem meg, mely abban nyilvánul meg, hogy elrendezése méretei rugalmasan átalakítható. Sokáig a szerelde része volt egy lézerbélyegző, melyet áthelyeztek egy másik részlegre, az átfutási idő csökkentése

érdekében. Ennek az erősségnek köszönhetően a berendezések elrendezésének átalakítása nem feltétlenül von maga után pénzbeli ráfordítást.

Másrészt az erősségek sorát bővíti még a kevés dolgozói létszám, azaz rendes műszakokban a szerelde két fővel működik, de ez lehet három személy is megrendeléstől függően. A két operátor rugalmasabban tud alkalmazkodni a megváltozott körülményekhez, mint azok a dolgozók, akik egyszerre nagyobb létszámban dolgoznak együtt. Munkájuk jellegét tekintve hasonló nehézségűek, akár feladatot is cserélhetnek, természetesen nem egy műszakon belül. Az egyik operátor, aki a belső egység összeszerelésért és a külső gyűrűvel való párosítását végzi, ő folyamatosan ülő helyzetben van. Vele ellentétben a másik dolgozó, viszont egész idő alatt állva dolgozik. Az ő feladatkörébe tartozik az ellenőrző mérések elvégzése és az elkészült csapágyságek becsomagolása a vevői igényeknek megfelelően.

Kedvező belső tulajdonság az egységesen kialakított szereldék terve. Az FAG Ipari Kft. debreceni telephelyén azon fáradoznak, hogy az összes szerelde ugyanúgy legyen kialakítva, ezáltal azonosak legyenek az esetlegesen felmerülő problémák és az azok megoldására készített akciótervek.

Gyengeségek

Továbbra is a belső tényezők vizsgálatánál maradva, most a szinkron szerelde gyengeségeit **vizsgálom** meg, hogy melyek azok a hátrányos tulajdonságai, amelyeken változtatnia kell.

A folyamatokban rejlő veszteségek olvasható első gyengeségként a táblázatban.

A lean egyik alap lépése, hogy megtaláljuk a termelésben előforduló veszteségeket, amely lehet hiba, selejt, túltermelés, felesleges mozgás, mozgatás, szállítás, várakozás, készletezés és felesleges tevékenység, azaz a 7 muda (veszteség). A Társaság ezért szervez rendszeresen Muda-safarikat, azaz veszteség vadászati Workshopokat, amelyeken felfedezhetik ezeket a hibákat és akcióterveket készíthetnek arra, hogy hogyan lehetne ezeket kiküszöbölni. A dolgozatomban egy ilyen jelentés és saját megfigyeléseim alapján próbáltam hasznos javaslatokat tenni a veszteségek kiküszöbölésére.

Az M 16-os gyengeségei közé tartozik a hosszú átállás, hiszen ez a leghosszabb művelete és egyben a legtöbb lehetőséggel kecsegtető területe. Az átállási idő csökkentése több csapágó összeszerelését tenné lehetővé, ezáltal több vevői megrendelést lehetne kielégíteni rövidebb idő alatt.

A gyengeségek sorát a karbantartással zárnám, hiszen ha rendszeresen teljes körűen lenne elvégezve, akkor nagyon sok váratlan leállást lehetne kiküszöbölni. A következő pontban, azaz a lehetőségek között ismertetem, hogy hogyan lehet előny kovácsolni ebből a gyengeségből.

Lehetőségek

A Lehetőségek sorát az 5S bevezetésével kezdtem, ami abban segít, hogy minél egyszerűbb munkahelyet alakítsanak ki a könnyebb munkavégzés érdekében. Ahogyan azt már az alapfogalmak részben is látni lehetett az a célja, hogy átlátható és rendezett munkakörnyezetet alakítson ki a hatékony és veszteségmentes munkavégzés érdekében. A 4.4-es pontban ismertettem azokat a hibákat és azoknak a javasolt megoldásukat, melyek segítségével időt, energiát, helyet és pénzt takaríthat meg a gyár.

A lehetőségek közé soroltam még az átállási idő csökkentését is, azért mert az átállás a leglassabb művelet a szereldei folyamatokban. Az optimális átállási idő a 45 perc lenne, amit nem mindig sikerül tartani (esetenként ez az érték felmehet 1,5 – 2 órára is). A lean rendszer egyik alapeszköze a SMED (Single Minute Exchange of Die), amelynek az a célja, hogy az átállási időt drasztikusan csökkentse. A módszernek három alpművelete van.

1. Szétválasztani a belső és külső átállási műveleteket. Esetünkben belsőnek számít a szereldében dolgozók által végzett tevékenységek és külsőnek pedig a karbantartói feladatok.
2. A belső átállási műveletek közül, amit csak lehet, csoportosítsuk át a karbantartói feladatok közé. Ehhez fog majd kapcsolódni a lehetőségek harmadik pontja is, hiszen az átállás gyorsasága a gépek állapotától is függ, hogy mennyire voltak karbantartva.

3. Fejlesszük mind a belső, mind pedig a külső átállást úgy, hogy az idejük tovább csökkenjen.

A Teljes körű Hatékony Karbantartás (TPM- Total Productive Maintenance) zárja a lehetőségek listáját. Egyrésztől azért tartom nagyon fontosnak, ennek a módszernek a bevezetését, mert gyorsíthatja a szereldében az átállási folyamatokat, valamint a termelékenység fejlesztésének is nagyon fontos eszköze. A teljes körű kifejezés három területet ölelhet fel:

1. összes dolgozó bevonásával,
2. összes veszteségforrás kiküszöbölésével, és
3. a berendezések teljes életciklusa során.

Veszélyek

Az anyaghiányt azért soroltam a veszélyek közé, mert ha ez bekövetkezik, akkor a szerelde munkája leáll. Ilyen anyaghiányok lehetnek a kúpgörgők, belső gyűrű, kosár, külsőgyűrű, csomagolóanyagok, valamint ebbe a kategóriába sorolhatóak meg a mosófolyadék és konzerválószer is. Az ilyen veszélyek elkerülése érdekében a kanbant, mint lean eszközt ajánlott használni. Ahogyan már az első fejezetben is kifejtettem a kanban egy jelölő rendszer, ami azt jelzi, hogy egyes alapanyagok hamarosan elfogynak és utánpótlásra van szükség.

A vevői igények kielégítése érdekében fontos, hogy a szerelde tartsa az ütemtervet, azonban ha késnek az átállással, akkor az egész műszak, sőt az is előfordulhat, hogy az egy napra tervezett mennyiség közelítő értékét se sikerül teljesíteni. Ezért fontos kihasználni a lehetőségeket, azaz csökkenteni az átállás időtartamát és tökéletesíteni a folyamatát.

A SWOT analízisemet a meghibásodás veszélyével fejezném be. A meghibásodás minden szempontból hátrányos, mind a termelés hatékonyságából mind pedig a költségek szempontjából. Ezért kell törekedni arra, hogy ezt elkerülje a vállalat, amelyre nagyon hatásos eszköz a TPM azaz a Teljes körű Hatékony Karbantartás alkalmazása, mint ahogyan azt már a lehetőségek között is említettem.

3.3. Eredményesség mérés mutatószámokkal

1. Terület:

Ennek a mutatószámnak a meghatározásával információt kaphatunk arról, hogy milyen mértékben használjuk ki hatékonyan a rendelkezésünkre álló területet.

$$\text{Hatékony terület felhasználás} = \frac{\text{Hasznosított terület}}{\text{Összes rendelkezésre álló terület}} \times 100 \quad [\%]$$

Hasznosított terület: $9,4146\text{m}^2$ (gépek) + $8,95\text{ m}^2$ (emberi mozgás) = 18.3646 m^2

Összes rendelkezésre álló terület: $27,67\text{m}^2$

$$\text{Hatékony terület felhasználás:} = \frac{18,3646\text{ m}^2}{27,66\text{m}^2} \times 100 = \mathbf{66,37\%}$$

Ez azt jelenti, hogy a szerelde rendelkezésére álló összes területnek csak a **66,37%**-át használja fel hasznosan, amelyen lehetne még javítani.

2. Produktív időalap

A rendelkezésre álló idő termeléssel töltött része. Produktív időalap számításakor általában egy teljes évet vizsgálnak, azonban én csak fél évre visszamenőleg vizsgáltam a szerelde termelését ezért ennek megfelelően, csak hat hónapra számolom ki az időben kifejezett produktivitást.

1. Elméleti időalap: $214\text{ nap} \times 8\text{ óra} \times 4\text{ műszak} = 6848\text{ óra}$
2. Levonás: Törvényes munkaszüneti napok: $8\text{ nap} \times 8\text{ óra} \times 4\text{ műszak} = 256\text{ óra}$
3. Naptári hasznosított időalap: 6592 óra
4. Levonás: Műszakszám miatti kiesés: 0
5. Munkarendszerinti időalap: 6592 óra
6. Levonás: TPM időszükséglete: $12\text{ műszak} \times 8\text{ óra} = 96\text{ óra}$
7. Munkarend szerinti hasznos időalap: 6496 óra
8. Levonás: Tervezett kiesések (állások): $58\text{ nap} \times 4\text{ műszak} \times 8\text{ óra} = 1856\text{ óra}$

9. Produktív időalap: $4640\text{ óra} \Rightarrow \mathbf{67\%}$

A kapott értékből azt mutatja meg, hogy a szerelde a rendelkezésre álló összes munkaidőnek a **67%-át** használja érték teremtésre. Ezen az értéken úgy lehetne

javítani, ha kevesebb időt fordítanak karbantartásra és így több időt tudnak termeléssel tölteni.

3. Gyártási folyamat minőségi vizsgálata

Minőségi vizsgálat során összehasonlítottam az összes termelt darabszámot és a selejtes darabok arányát. Számításaim során a selejt százalékot számoltam ki, melyet úgy kaptam meg, hogy a selejtes darabok számát elosztottam az összes termelt mennyiséggel, majd megszoroztam százzal.

$$\text{Selejt százalék} = \frac{\text{Selejt mennyisége}}{\text{Termelés mennyisége}} \times 100$$

- Június $\Rightarrow \frac{6541 \text{ db}}{135120 \text{ db}} \times 100 = 4,84\%$
- Július $\Rightarrow \frac{5229 \text{ db}}{127712 \text{ db}} \times 100 = 4,09\%$
- Augusztus: $\Rightarrow \frac{3593 \text{ db}}{113751 \text{ db}} \times 100 = 3,16 \%$
- Szeptember $\Rightarrow \frac{6697 \text{ db}}{147999 \text{ db}} \times 100 = 4,53\%$
- Október $\Rightarrow \frac{4650 \text{ db}}{121778 \text{ db}} \times 100 = 3,81\%$

A kapott értékekből arra a következtetésre jutottam, hogy a selejt százalék folyamatosan csökken, ami a minőség javulását jelenti. A legjobb eredményt augusztusban kaptuk, 3,16%-kal, mely mutatószám alacsonynak számít, de arra kell törekednünk, hogy ez a szám 0 legyen.

4. OEE (Overall Equipment Effectiveness/ Efficiency)

Az OEE értéke átfogóan megmutatja a felhasznált eszközök hatékonyságát, melyet úgy kapunk meg, hogy ha összeszorozzuk a rendelkezésre állás, teljesítmény és a minőség mutatószámait.

Teljes körű hatékony karbantartás (Total Productive Maintenance, TPM) által a berendezések hatékonyságának vizsgálatára alkalmazott mérőszám.

$$\text{OEE} = \text{rendelkezésre állás} \times \text{teljesítmény} \times \text{minőség} \quad [\%]$$

$$\text{Rendelkezésre állás} = \frac{\text{Tényleges termeléssel töltött idő}}{\text{Termelési idő}} \times 100 \quad [\%]$$

Termelési idő: 3600 h

Ténylegesen termeléssel töltött idő: 2984 h

$$\text{Rendelkezésre állás:} = \frac{2984 \text{ h}}{3600 \text{ h}} \times 100 = \mathbf{82 \%}$$

A rendelkezésre állás mutató számával meghatározható, hogy az összes rendelkezésre álló idő hány százalékát használják fel tényleges termeléssel. Az általunk vizsgált szerelde idejének 82%-ban tud csapágyakat összeszerelni, ami azt jelenti, hogy az idejének legnagyobb részét hasznosan tölti el.

Teljesítmény

Teljesítmény értékelésével arról kapunk információt, hogy a gyártási kapacitás hány százalékát tudjuk kihasználni.

$$\text{Teljesítmény} = \frac{\text{Termelt mennyiség}}{\text{Kapacitás}} \times 100 \quad [\%]$$

Termelt mennyiség: 775407 db

Kapacitás: 1482659 db

$$\text{Teljesítmény:} = \frac{775407 \text{ db}}{1482659 \text{ db}} \times 100 = \mathbf{52\%}$$

A szerelde teljesítményének meghatározása során 52%-os hatásosságot kaptam, amely eredmény nem kielégítő. Ez azt jelenti, hogy a kapacitásnak alig több mint a felét termelik meg, és ezen úgy lehet javítani, ha hatékonyabban állítják be a gépeket (itt gondolok a görgőbetöltőre és az ellenőrző berendezésekre) vagy ha gyakrabban kommunikálnak a karbantartókkal.

Minőség

A minőség vizsgálatánál arra kapunk információt, hogy az összes termelt darabnak hány százaléka felel meg a minőségi elvárásoknak. Ezek a követelmények kiterjednek a csapágy egészére és az elemeinek a kifogástalan állapotára.

$$\text{Minőség} = \frac{\text{Termelt mennyiség} - \text{Selejt}}{\text{Termelt mennyiség}} \times 100 \quad [\%]$$

Termelt mennyiség: 751280 db

Selejt: 24710 db

$$\text{Minőség} = \frac{751280 \text{ db} - 24710 \text{ db}}{751280 \text{ db}} \times 100 = \mathbf{96,71\%}$$

A minőség mutatószáma 96, 71%-ot mutat, amely bizonyos esetekben jó eredménynek számítana, azonban esetünkben nem elégedhetünk meg ezzel, hiszen a csapályák meghibásodásával balesetveszély léphet fel.

Javítani ezen az értéken úgy lehet, ahogyan az egyéb problémákon is, azzal odafigyeléssel, kommunikációval és pontossággal a karbantartás terén.

A kapott eredményeket a következő táblázatba foglaltam, és azok alapján megkaptam az OEE értéket.

3. táblázat: OEE havi értékei

Hónap	Rendelkezésre állás	Teljesítmény	Minőség	OEE
Június	85%	41%	95%	33%
Július	77%	40%	95,9%	29,5%
Augusztus	77,7%	37%	96,8%	27%
Szeptember	87%	72%	95%	59,5%
Október	87%	70%	96%	58%
Összesen	82%	52%	96,71%	41%

(Forrás: Saját szerkesztés)

$$\text{OEE} = 82\% \times 52\% \times 96,71\% = \mathbf{41\%}$$

A szélső oszlop értékeit megfigyelve, azaz a teljes körű eszközfelhasználást (OEE) akkor azt látjuk, hogy az értéke javuló tendenciát mutat, azonban ezzel az értékkel nem elégedhetünk meg és tovább kell rajta javítanunk. Itt most elsősorban a teljesítmény és az időbeni rendelkezésre állás területére gondolok.

5. Látszólagos Hatékonyság (Apparent Efficiency)

Megmutatja, hogy a rendelkezésünkre álló kapacitást milyen mértékben használjuk ki. Ez a mutatószám arra a régi beidegződésre alapul, miszerint akkor vagyunk a leghatékonyabbak, ha a dolgozók és a gépek folyamatosan dolgoznak.

$$\text{Látszólagos Hatékonyság} = \frac{\text{Termelt mennyiség}}{\text{Kapacitás}} \times 100 \quad [\%]$$

Termelt mennyiség: 775407 db

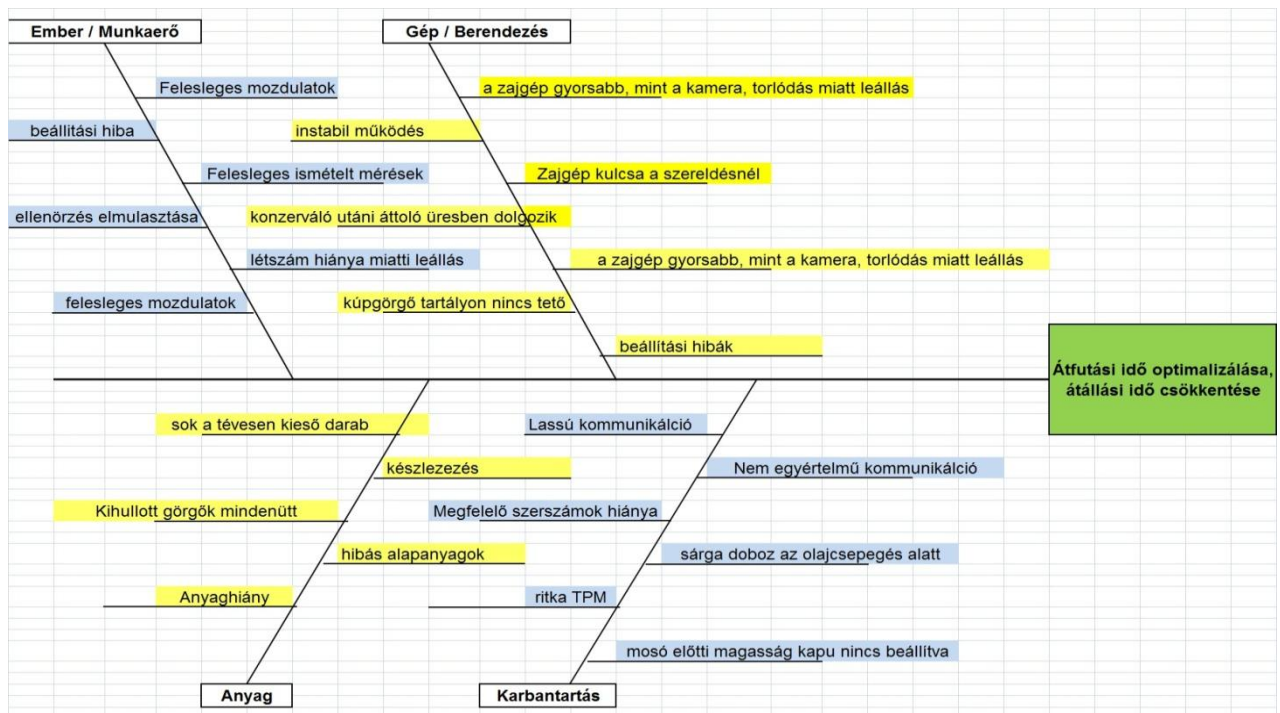
Kapacitás: 1482659 db

Látszólagos hatékonyság: 52%

Az 52%-os eredmény nagyon alacsonynak tekinthető, hiszen a szerelde többre is képes. A teljesítmény mérésénél pontosan ugyanezt az eredményt kaptuk, hisz ugyanezt a képletet használtam. Erre azért volt szükség, hogy nyomatékosítsam azt, hogy a szerelde nem dolgozik elég hatékonyan és ezen változtatni kell a fentebb említett megoldásokkal.

3.4. Halszálka diagram

Szokták Cause and effect-, Ishikawa- vagy Fishbone diagramnak is nevezni. Ezt az eszközt ok- okozati kérdések meghatározására használják. Segítségével összegyűjthetjük az összes olyan tényezőt, amely a probléma kialakulásában részt vehet. A diagram jobb oldali végébe általában felírják a problémát, amelyet jelen esetben kibővítettem az elérendő céllal, hiszen, a kettő megvalósulása egymással összefügg. A vízszintes vonalon pedig visszafelé haladva feltüntettem a fő probléma kiváltó okokat. (Kosztolányi, 2010)



5. ábra: Halszálka diagram átfutási idő optimalizálására (Forrás: Saját szerkesztés)

A 5. ábra jobb oldalán láthatjuk a kitűzött célt, megoldandó feladatunkat, vagyis az átfutási időoptimalizálását és az állási idő csökkentését, annak érdekében, hogy a rendelkezésre állás és a teljesítmény mutatószámain javítani tudjunk.

A hal testét alkotó szálkák csúcsaira írtam fel a legfontosabb területeket, amelyek befolyásolják a termelést, úgy, mint az ember/munkaerő, gép/berendezés, anyag és karbantartás. A fő pontok kisebb szálkáin pedig a nem megfelelőségek láthatóak, amelyek kijavításával elérjük a célunkat.

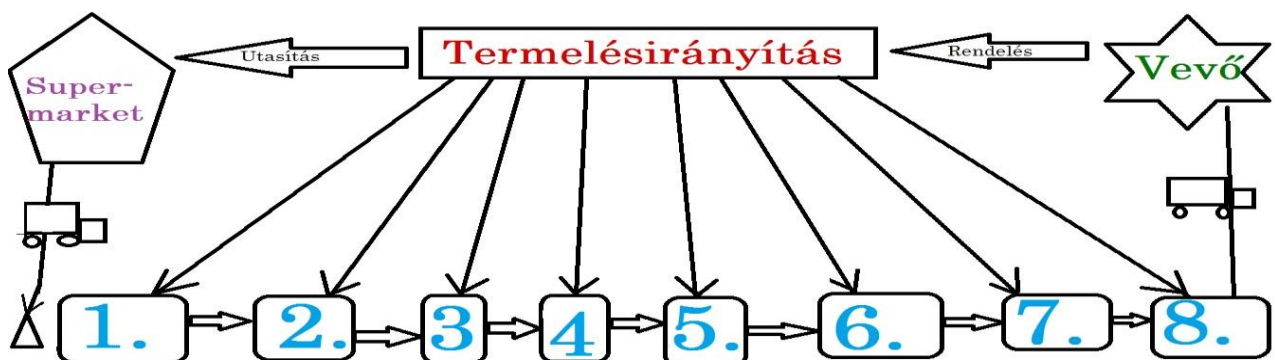
4. Lean eszközök

Lean eszközök segítségével fel tudjuk térképezni és szemléltetni a folyamatokban rejlő veszteségeket, azok helyét és nagyságát. Az M 16-os szerelde működésének megfigyelése során felmért problémákra 5St (rendezett munkahely kialakítása) és PDCA ciklust használtam azok megoldására. Továbbá értékáram térkép segítségével ábrázoltam a munkafolyamatokat.

4.1. Értékáram térkép (Value Stream Map)

Az értékáram térkép egy olyan stratégiai eszköz, amelynek a segítségével a veszteségeket lehet azonosítani. Az értékáram feltérképezésének első lépése a jelenlegi állapotok feltérképezése. Ez alapján megalkotjuk az ideális állapotterképét, és ha a megalkotott térképen vannak olyan elemek, amelyeket egyelőre nem tudjuk megvalósítani, akkor a jövőbeli állapotokra vonatkozó térképet rajzolunk. (Kosztolányi- Schwahofer, 2010)

A 6. ábrán a szerelde termelési folyamata látható. A húzó elv érvényesülése értelmében a vevő leadja a megrendelését a termelésirányításnak, ahol megtervezik a termelést, és akik utasítást adnak a Supermarketnek, hogy mennyi alapanyagot szállítson a szereldében. A négyzetekben lévő számok az összeszerelési folyamat részfeladatait jelölik, melyek időtartamát a táblázatban értékelek.



6.ábra: Értékáram térkép (Forrás: Saját szerkesztés)

4. táblázat: Értékáram térkép számszerűsítése

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Megnevezés	Belső- egység szerelés	Párosítás	Mosó	Zajgép	Kamera és Mérleg	Konzerválás	Ellenőrzés	Csomagolás
Funkció	Érték- teremtés	Érték- teremtés	Tisztítás	Teszt	Teszt	Véglegesítés	Teszt	Szállítás
Veszteség- keletkezési arány	18%	15%	0%	20%	30%	0%	17%	0%
Idő	1,2 sec	0,8 sec	1,3 sec	2 sec	1,8 sec	0,6 sec	0,7 sec	6,6 sec
%	8%	5,3%	8,7%	13,3%	12%	4%	4,7%	44%

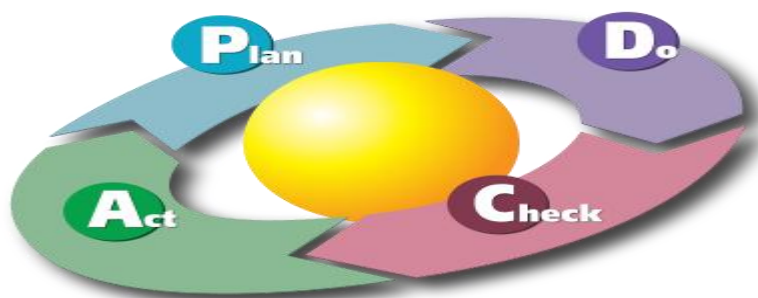
(Forrás: FAG Magyarország Ipari Kft. adatai alapján saját szerkesztés)

Ahogy a táblázatban is látjuk, a legnagyobb veszteség a kamera és mérlegnél derül ki, mely hibára anyaghibára vezethető vissza. Ezek a problémák figyelmesebb előellenőrzéssel csökkenthetők. A szerelde folyamatát tekintve nagy probléma a görgőbetöltés során elguruló görgők, amely a görgőbetöltő beállítása miatt következhet be.

A termelés időtartamának optimalizálás szempontjából a leghosszabb műveleten kell csökkenteni. Esetünkben ez a csomagolás művelete, hiszen most csak az összeszerelést nézzük, a különböző típusokra való átállásoktól függetlenül. Csökkenteni ennek a műveleten úgy lehet, ha megszabjuk az ütemidők hosszát és az alapján termelünk.

4.2. Átfutási idő optimalizálása PDCA ciklussal

A PDCA ciklust Deming ciklusnak is szoktuk nevezni. A folyamatos fejlesztés négy lépcsőből álló probléma megoldó eszköze. Ennek az eszköznek a segítségével készítettem egy akciótervet az átfutási idő csökkentésére.



7.ábra : PDCA ciklus (Forrás:

http://kitekinto.hu/global/2011/02/15/a_klimavaltozas_kockazatai/ Utolsó letöltés: 2012. október 23.)

Ahogy a 7. ábrán is látható a PDCA ciklus egy körfolyamat, melynek fázisait többször is meg kell ismételni. Fázisai a Plan (tervezés, Do (kivitelezés), Check (ellenőrzés) és Act (kivitelezés), melyeknek lépéseit a továbbiakban felsorolom.

Plan (Tervezés): A célok és teendők részletes meghatározása.

1. Cél és probléma meghatározása. A legfontosabb problémák az átfutási idő hossza és a hosszú átállási idő, amelyeket meg kell oldani.
2. Adatgyűjtés folyamata során stopperóra segítségével lemértem a munkafolyamatok hosszát, és a következő táblázatba láthatóak a kapott átlagértékek.

5. táblázat: Munkafolyamat lépéseinek időtartama

Tevékenység, feladat	Idő
Kész csapágy	8,4 sec időközönként
Belső egység összeszerelése	2,5 sec
Párosítás	1,2 sec
Mosó	1,5 sec
Zajgép	2 sec
Kamera és mérleg	2,3 sec
Konzerválás	0,6 sec
Csomagolás	6,6 sec
Átállás	45 perc – 1,5 óra

(Forrás: Saját szerkesztés)

3. Adatelemzés

A leglassabb művelet az átállás, és itt tapasztaltam a legnagyobb eltéréseket a legnagyobb és legkisebb érték között. Az átállás időtartama függ a legtöbb munkatárstól, eszköztől és tényezőtől az összeszerelési folyamat során.

4. Ok meghatározás (a veszteségek legfontosabb okai):

- ütemidő nincs meghatározva (személyzet, típus, csomagolás függvényében),
- átállás lépései nincsenek meghatározva, definiálva,
- nem szükség szerint, hanem óránként hozzák az alapanyagokat (kosarakat illetve a kúpörgőket).

Do (Kivitelezés): Tervek megvalósítása.

5. Megoldástervezés

- előzetes megbeszélés a karbantartókkal, akik az átállási munkákat végzik, hogy mikorra lesz esedékes az átállás művelete,
- abban az esetben, hogy ha a szereldében dolgozóknak mégis várakozniuk kellene, akkor elkezdik az átállás előkészítését => ehhez oktatás szükséges
- átállás lépéseinek meghatározása,
- ütemidő meghatározása,
- alapanyag pótlásigény felmérése.

A dolgozatom megírásának időtartama alatt, a ciklus lépései eddig lettek megvalósítva, de a teljesség érdekében felsorolom a többi lépést is.

6. Megoldás

Check (Ellenőrzés): Eredmények ellenőrzése.

7. Hatásvisszamérés

Act (Cselekvés): Az eltérések korrigálása.

8. Standardizálás

5.1. Szereldei 5S alkalmazása

A szereldei Work Shopja alapján összeállított veszteségeket a 6. táblázatba szedtem össze, besoroltam muda kategóriákba és 5S típusokba valamint megoldási javaslatokat tettem a kiküszöbölésükre.

1. szétválasztás (seiri),
2. elrendezés (seiton),
3. takarítás, tisztítás (seiso, seisou),
4. standardizálás (seiketsu),
5. fenntartás (shitsuke), (Kosztolányi- Schwahofer, 2010)

A 6. táblázatban (amely a következő két oldalon látható), amelynek a leírás oszlopában látható az 5S-sel megoldható problémák. Mellette a Rövid/ hosszú távú oszlop arra ad választ, hogy a megoldandó feladatot rövidebb vagy hosszabb idő alatt lehet megoldani. Rövidebb idő táv néhány hetes, maximum egy hónapos, amíg a hosszabb időintervallum több hónapos akár több éves periódust jelent.

A harmadik oszlopban a problémákat a veszteségek 7 csoportja szerint osztályoztam. Ezek a csoportok:

1. az anyag mozgásából (szállításból) eredő veszteség,
2. készletben rejlő veszteség,
3. mozdulatokban rejlő veszteség,
4. várakozásból fakadó veszteség,
5. túltermelésből adódó veszteség,
6. felesleges tevékenységek végzése miatti veszteség, és
7. javításból eredő veszteség.

A legszélső oszlopban a javasolt 5S lépés található, melynek a konkrét megvalósítására tett javaslataimat zöld betűkkel olvashatóak minden probléma alatti sorban.

6. táblázat: Szereldei 5S

	Leírás	Rövid/hosszú távú	Veszteség típus	5S típus
1.	KERO (görgők) a lépcsőn tárolva	Rövid	Anyaghiba/ selejt	elrendezés (2.seiton)
5S Megoldás, javaslat: Kúpgörgők az adagolóba töltése, felesleges készletek eltávolítása.				
2.	Parfis a lépcsőhöz támasztva	Rövid	Anyaghiba/selejt	elrendezés (2.seiton)
5S Megoldás, javaslat: Parfist a gépek alatt tartani, nem pedig rendezetlenül.				
3.	AR (külső) gyűrűt K-50-es ládában a földön tárolják	Rövid	Anyaghiba/selejt	elrendezés (2.seiton)
5S Megoldás, javaslat: Felesleges készletek eltávolítása				
4.	Rácsok a KF FIFO állványon tárolva	Rövid	Anyaghiba/selejt	elrendezés (2.seiton)
5S Megoldás, javaslat: Tárolók kialakítása, pl. asztal alatt vagy munkafelületek mellett.				
5.	Kóbor KERO a földön	Rövid	Anyaghiba/selejt	Elrendezés (2.seiton)
5S Megoldás, javaslat: Görgőbetöltő megfelelő beállítása (karbantartás feladata) és tálca vagy plexi felhelyezése (szétszóródás elkerülése érdekében).				
6.	a szerelőgépnél nincs rajztároló	Rövid	Anyaghiba/selejt	Elrendezés (2.seiton)
5S Megoldás, javaslat: Rajztároló kialakítás a szerelőoperátorral szem magasságban a gép oldalán, elhelyezni, annak érdekében, hogy mindenki számára nyomon követhető legyen a gyártási folyamat.				
7.	A Kamera burkolat nincs a helyén	Rövid	Anyaghiba/selejt	Elrendezés (seiton)
5S Megoldás, javaslat: Igazítás és folyamatos ellenőrzés				
8.	Padlójelölések hiánya	Rövid	Mozgás	Standardizálás (seiketsu)
5S Megoldás, javaslat: Egyértelmű padlójelölések elhelyezése, a berendezéseknek megfelelően.				

9.	Zártolt tételek tárolása (asztal hiány). Selejt sziget hiány szereldénként	Rövid	Mozgatás, szállítás	szétválasztás (seiri),
5S Megoldás, javaslat: Szereldebővítés, helyfejlődés, úgy, hogy eltávolítják a felesleges készleteket és új tárolókat alakítanak ki, vagy folyamatokat vonnak össze (ez költségesebb megoldás)				
10.	Pántolón az összehajtott dobozok, ill. a méretre letépett kitömő anyagok tárolása	Rövid	Készletezés	standardizálás (seiketsu)
5S Megoldás, javaslat: Készletezésből adódik, melyet folyamatoptimalizálással és tárolók kialakításával lehet megoldani.				
11.	Zöld dobozba saját holmik	Rövid	Készletezés	szétválasztás (seiri)
5S Megoldás, javaslat: Zsebes munkaköpeny viselése, annak érdekében, hogy az ott dolgozók a személyes dolgaikat maguknál és ne pedig a munkaasztalon tartsák.				
12.	Címke nem a kijelölt helyén van.	Rövid	Anyaghiba	Elrendezés (seiton)
5S Megoldás, javaslat: Ellenőrzés és igazítás, a jól átláthatóság érdekében.				
13.	Csomagoló anyagtárolón nem használt anyagok tárolása	Rövid	Készletezés	szétválasztás (seiri),
5S Megoldás, javaslat: Rendrakás és felesleges anyagok eltávolítása.				
14	Válogató asztal alatt zárt KERO, raklap	Rövid	Anyaghiba	szétválasztás (seiri), Elrendezés (seiton)
5S Megoldás, javaslat: Rendrakás és felesleges anyagok eltávolítása.				
15	Felesleges mérőórák a válogató asztalon	Rövid	Készletezés	Elrendezés (seiton) szétválasztás (seiri),
5S Megoldás, javaslat: Szelektálás, csak azt ott hagyni az asztalon, amire szükség van. Just In Time érvényesítése.				

(Forrás: Saját szerkesztés)

5.2. Ötletbörze

A felsorolt veszteségek és javaslatok alapján felsorolom és rendszerezem a folyamatfejlesztésére és javítására kidolgozott ötleteimet.

5S megoldások:

- Kúpörgők az adagolóba töltése.
- Parfist a gépek alatt tartani, nem pedig szanaszét.
- Felesleges készletek eltávolítása.
- Rajztároló kialakítás a szerelőoperátorral szem magasságban a gép oldalán elhelyezni, annak érdekében, hogy mindenki számára nyomon követhető legyen a gyártási folyamat.
- Tároló kialakítás, a rendtarás érdekében.
- Görgőbetöltő megfelelő beállítása, hogy ne legyenek elkóborolt görgők. Ez a karbantartás feladata.
- Igazítás és folyamatos ellenőrzés, a szerelési folyamat elejétől a végéig.
- Egyértelmű padlójelölések elhelyezése, a berendezéseknek megfelelően.
- Szereldebővítés, helyfejlődés: úgy, hogy eltávolítják a felesleges készleteket.
- Folyamatoptimalizálás: átfutási idő csökkentésével és minőség javításával.
- Zsebes munkaköpeny bevezetése, annak érdekében, hogy az ott dolgozók a személyes dolgukat maguknál és ne pedig a munkaasztalon tartsák.
- Rendrakás és felesleges anyagok eltávolítása.

Folyamat és átfutási időoptimalizálása:

- előzetes megbeszélés a karbantartókkal, akik az átállási munkákat végzik, hogy mikorra lesz esedékes az átállás művelete;
- abban az esetben, hogy ha a szerelvényben dolgozóknak mégis várakozniuk kellene, akkor elkezdik az átállás előkészítését => ehhez oktatás szükséges;
- átállás lépéseinek meghatározása és pontosítása az átláthatóság érdekében;
- ütemidő meghatározása (mérések alapján);
- alapanyag pótlásigény felmérése.

Motiváció:

- ✓ Leghatékonyabb szerelde: úgynevezetten kitüntetni időközönként például havonta azt a szereldét, amelyik a leghatékonyabban termelt. Ilyen kitüntetés lehetne egy dicséretfal létrehozása, amelyen a leghatékonyabb szereldében dolgozók fényképei lennének.
- ✓ Kisméretű ötletbörze: a műszak kezdete előtt találkoznának a szerelde dolgozói a karbantartás munkatársaival és megbeszelnék az aznapi termelést, mely során információkat és ötleteket adhatnának egymásnak.

Az eddigiek során arról lehetett olvasni, hogy hogyan lehet a lean szemléletet egy nagyvállalat egy kis részébe bevezetni és alkalmazni. A továbbiakban pedig arra szeretnék rávilágítani, hogy a lean segítségével felfedezett veszteségek kiküszöbölése mennyire fontos a környezettudatosság szemszögéből.

5. Környezettudatosság

Környezettudatosság szempontjából a leant, mint környezet menedzsment rendszer eszközként vizsgálom. A környezet menedzsment a környezetvédelem egyik eszköze, mely segítségével a környezethasználók fel tudják mérni a szennyezőanyag kibocsátásaikat és az alapján kialakíthatják a környezettudatos stratégiájukat.

Az FAG Magyarország Ipari Kft. 2003 óta rendelkezik Környezetközpontú irányítási rendszer tanúsítványával azaz ISO14001-es szabványi minősítéssel, melyhez 2007-ben társította az EMAS rendszer akkreditációját.

A telep környezetterhelő hatásai a keletkező szennyvíz, veszélyes anyagok, technológiák és a hulladékok.

A telephelyen szociális célú szennyvíz és olajos mosásból származó vizes anyagok keletkeznek. Az utóbbit folyékony hulladéknak kell tekinteni és előzetes egyeztetés szerint a terület hulladékgyűjtő edényzetébe kell elhelyezni.

A veszélyes anyagokat és technológiákat biztonsági adatlap alapján kezelik munkavédelem biztosítása valamint egészségkárosodás elkerülése érdekében.

A gyár területén szelektív hulladékgyűjtés működik. A gyártócsarnokban kialakított hulladékgyűjtő szigetek találhatóak, amelyek az üzemi gyűjtőkonténerekbe kerülnek. A keletkezett hulladékok 90%-át újrahasznosítják.



3. kép: belső hulladékgyűjtő sziget és külső gyűjtő konténerek (Forrás: FAG Magyarország Ipari KFT.)

A nem veszélyes hulladékok között külön gyűjtik a kommunális, papír illetve a fém hulladékokat.

A leggyakoribb veszélyes anyagok:

1. Emulzió, amely gépekből elfolyó elhasználódott hűtő-kenő folyadékból illetve az üzemekben összegyűjtött mosófolyadékból keletkezik.
2. Kőszőrűiszap, szűrési segédanyag a hűtő-kenőszolgáltató központban keletkezik, a zárt rendszerű hűtő-kenő anyagok szűrésénél.
3. Olajos rongy.
4. Használt edzősó MÉRGEZŐ, a vizsgált szereldében ez az anyag nem keletkezik.
5. Elhasználódott sav / savas hulladék:_Savazó helyiségek kimerült savhulladéka Gyűjtése 1m³-es IBC konténerben.
6. Olajjal, egyéb veszélyes anyaggal szennyezett műanyag kanna/olajos fólia.
7. Elhasználódott elektronikai hulladék. (Holló, 2012)

Az M 16-os szerelde nem érintkezik közvetlenül a természetes környezettel, ezért a továbbiakban azt fogom vizsgálni, hogy a szerelde dolgozóira és közvetlen környezetére milyen hatások érvényesülnek.

5.3. Veszélyes hatások kockázatelemzése

Valamilyen kedvezőtlen esemény bekövetkezésének a valószínűségét nevezzük kockázatnak, mely elkerülése érdekében **kockázatelemzést** készítenek.

A kockázatelemzés során feltérképezik egy adott munkahelyen minden olyan tényezőt, amely károsíthatja, veszélyeztetheti a munkavállalókat és milyen, óvintézkedések szükségesek az egészségkárosodás megelőzése érdekében.

A M16-os szerelde **kockázat elemzésénél** négy kockázati tényezőt vettem figyelembe és értékeltem, ezek:

- a hatás súlyossága, azaz „F” jelöli a hatás fontosságát és súlyosságát,
- a bekövetkezés valószínűsége, azaz „V” jelöli a bekövetkezési valószínűség mutatóját,
- felhasználás és kibocsátás mennyisége, „É” jelenti a hatás mennyiségét, és végül
- a felhasznált és kibocsátott mennyiség tartós hatása a hatásviselőre és környezetére, amelynek jele a „T” a hatás tartóssági mutatója.

Ezek a mutatók rendelkeznek egy-egy pontértékkel, melyek nagysága a kockázat fontosságát fejezi ki.

A pontok értékeiket összeszorozva kapjuk meg az adott tevékenység kockázati mutatóját: (Sebők, 2011).

$$K = F * V * \acute{E} * T$$

A pontok és a ponthatárok pontosan az I. mellékletben vannak feltüntetve.

A veszélyes hatások kockázati elemzéséből 3, 18, 24 és 50 pontokat kaptunk, amelyek az I. számú mellékletben található ponthatár alapján a nem veszélyes kategóriába sorolhatók, azaz intézkedést nem igényelnek ezek a kockázati tényezők.

A balesetveszély (elcsúszás) magasabb pont értéket kapott, mellyel a mérsékelt veszélyes besorolást kapta, ami odafigyelést igényel. Ezért kötelező mindenki számára az üzem területén viselni a csúszásvédő cipő.

7.táblázat: Kockázatelemzés

	Környezeti kockázat tényező	Élettani hatásai	Kockázati tényező				
			F	V	É	T	K
1.	Zaj	Halláskárosodás	3	2	2	2	24
2.	Rezgés	Egészség károsodás	3	1	1	1	3
3.	Veszélyes hulladékok	Veszély	3	3	2	1	18
4.	Mosófolyadék	Bőrre kerülve irritáló (Xi)	5	2	2	2	50
5.	Konzerválószer	Bőrre kerülve irritáló (Xi)	5	2	2	2	50
6.	Balesetveszély (Elcsúszás)	Sérülés	5	2	3	3	90

(Forrás: Saját szerkesztés)

5.4. Szerelde hatásvizsgálata

A hatásvizsgálat egy előrejelzési módszer, mely valamilyen tervezett emberi tevékenység hatására várható számottevő, értékelhető környezeti állapotváltozás becslése céljából készül.

Ezt a módszert azért alkalmazzák, mert:

- az ehhez szükséges adatgyűjtés segíti a tervezést, amely ez által a környezetvédelmi szempontoknak megfelel, sőt fejlesztéseket is alkalmazhat.
 - feltárja az élő és élettelen környezet minőségének alakulását, a természeti erőforrások felhasználhatóságát és a tervezett tevékenységeket, amelyek érinthetik a lakosságot mind társadalmi, mind egészségügyi és mind pedig gazdasági helyzeteiket tekintve.
 - segít elkerülni a konfliktusokat a lakossággal azáltal, hogy folyamatos kommunikációt biztosít a fejlesztésekkel, bővítésekkel és tervezetekkel kapcsolatosan.
- (Sebők, 2011)

A kapott hatásvizsgálat eredményeit a leglátványosabban mátrixok segítségével lehet szemléltetni, melyeknek én most az egyszerű és a nagyságrend típusát fogom használni.

Egyszerű mátrix

Az egyszerű mátrix segítségével felmértem azokat a hatásokat, amelyek a szereldében dolgozó embereket és gépeket érinti.

8.táblázat: Egyszerű mátrix

	Környezeti veszélyeztető tényezők	Hatásviselők			
		Operátor 1 (belső egység összeszerelője)	Operátor 2 (mérő és csomagoló)	M 16. szerelde gépei	XI. szerelde környezete
1.	Zaj ártalmak	x	x	x	x
2.	Rezgés	x	x	x	x
3.	Hulladék	x	x		x
4.	Veszélyes hulladék		x	x	
5.	Mosófolyadék		x	x	
6.	Konzerválószer		x	x	
7.	Balesett veszély (Elcsúszás)	x	x		x

(Forrás: Saját szerkesztés)

(Jelölés: x: a megállapított hatások, amelyek a dolgozókat és a környezetüket érinti.)

Nagyságrend mátrix

A nagyságrend mátrix megmutatja, hogy az egyszerű mátrixban felmért hatások milyen szinten érintik a hatásviselőket.

9.táblázat: Nagyságrend mátrix

	Környezeti veszélyeztető tényezők	Hatásviselők			
		Operátor 1 (belső egység összeszerelője)	Operátor 2 (mérő és csomagoló)	M16. szerelde gépei	M16. szerelde környezete
1.	Zaj ártalmak	*	**	*	**
2.	Rezgés	*	*	**	*
3.	Hulladék	*	**	-	*
4.	Veszélyes hulladék	-	*	-	-
5.	Mosófolyadék	-	*	-	-
6.	Konzerválószer	-	*	-	-
7.	Balesetveszély (Elcsúszás)	*	*	-	*

(Forrás: Saját szerkesztés)

(Jelölések: * : nincs érzékelhető hatása, ** : alig érzékelhető káros hatása van, - : az adott hatásviselőre nincs hatása.)

A kapott mátrix alapján azt állapíthatjuk meg, hogy a szereldében hatások nem veszélyesek a hatásviselőre, de azért nem szabad figyelmen kívül hagyni őket.

Az Operátor 2 hatásviselő esetén több hatótényező együttes hatása volt megfigyelhető, leginkább a zaj ártalmak és a hulladék hatása volt jelentős.

Összefoglalás

A TDK dolgozatom megírása során az volt a célom, hogy új szemszögből közelítsem meg a lean szemlélet alkalmazását. A megszokottól ellentétben alulról építkezve, azaz egy nagyvállalat esetünkben FAG Magyarország Ipari Kft. egy kis szereldéjéből kiindulva indítom meg a lean filozófia használatát környezettudatos módon.

A TDK dolgozatom elején a szakirodalom segítségével bemutattam a lean menedzsment alapjait, alapfogalmait, alapelveit, történetét és fejlődését. Alapfogalmak közül tanulmányoztam a Kaizen (folyamatos fejlesztés), az 5S (átlátható és rendezett munkakörnyezet), a Just In Time (éppen a megfelelő időben) kifejezéseket és a veszteségek típusait.

Ezután ismertettem a Schaeffler-csoportot és azon belül az FAG Magyarország Ipari Kft. tevékenységi körét és történelmét. Részletesen bemutattam a kúpörgős csapágyat és annak összeszerelési folyamatát, ahogyan azt a vállalat az M 16-os szereldéjében végzi.

Ezt követően az FAG Kft-től kapott adatok és saját mérések alapján különböző elemzési módszerekkel feltérképeztem a szerelde összes veszteség forrását.

Először kezdtem a selejtes termékek mennyiségi és minőségi felsorolásával. Majd folytattam a SWOT analízissel, amelyben ismertettem az M 16-os szerelde belső tulajdonságait annak erősségei és gyengeségei alapján, majd a termelésben rejlő lehetőségeket és veszélyeket térképeztem fel.

Eredményesség mérésénél kiszámoltam a terület a produktív időalap, a gyártási folyamat minőségét, az OEE értékét (azaz a szerelde hatékony rendelkezésre állását, teljesítmény és minőség szempontjából) és a látszólagos hatékonyság mutatószámait.

Halszálka diagram segítségével ábrázoltam azokat a problémákat, amelyek emberi erőforrás, gép, anyag és karbantartás oldalról akadályozzák az átfutási idő optimalizálását.

A következő fejezetben a lean eszközök segítségével feltérképeztem azt, hogyan lehet a folyamatokban rejlő veszteségeket kiküszöbölni. Kezdtém az értékáram térképpel, mellyel bemutattam, hogy melyik a leglassúbb művelet és hogy hol fedezik

fel a legtöbb minőségi problémát a termelés során. A veszteségek feltérképezésénél az idő volt az egyik legnagyobb muda (veszteség) forrás, ezért az átfutási idő optimalizálására egy PDCA-ciklust készítettem. A legismertebb és egyben legjelentősebb eszközzel, az 5S (átlátható és rendezett munkakörnyezet) segítségével javaslatokat tettem a szerelde kialakításával kapcsolatosan, a könnyebb munkavégzés érdekében. Ötletbörze segítségével összeszedtem és rendszereztem a javaslataimat, melyeket a termelés javítása érdekében végeztem.

Napjainkban a környezetvédelme egyre nagyobb figyelmet igényel és környezetmérnökként elemeztem az FAG Magyarország Ipari Kft környezetvédelmi tevékenységét felmértem azt, hogy milyen hatások érik az M 16-os szereldében a dolgozókat.

Céлом az volt, hogy felmérjem az M16-os csapágy összeszerelő műhely termelési folyamataiban felmerülő veszteségeket és a lean filozófiájának megfelelő eszközök segítségével csökkentsük, vagy teljes mértékben kiküszöböljük azokat.

Arra a **következtetésre** jutottam, hogy a kitűzött cél, azaz a folyamatokban rejlő veszteségek csökkentése lean eszközökkel jól kivitelezhető.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani mindenkinek, akinek segítségére számíthattam a dolgozatom megírásakor, mely biztosította a szakmai fejlődésem.

Köszönöm a belső konzulenseimnek, Dr. T Kiss Judit főiskolai docensnek és Dr. Dóró Tünde egyetemi docensnek, akik nagyon sok hasznos tanáccsal látott el a dolgozatírás közben és külső konzulenseimnek, Antali János FAG Magyarország Ipari Kft. minőségbiztosítási vezetőjének, Kubiczki Tímeának, aki a Társaság minőségszabályozási mérnöke.

Külön köszönetet szeretnék mondani az FAG Magyarország Ipari Kft. összes munkatársának, akik segítőkészségükkel és vendégszeretetükkel sikeressé tették az ott végzett munkámat.

Irodalmi hivatkozások

1. FAG Magyarország Ipari Kft.: Belső anyag.
2. Holló Zsolt, Környezetvédelmi oktatás külső munkavállalók részére, FAG Magyarország Ipari Kft. belső anyaga.
3. Husi Géza, Lean menedzsment a gyakorlatban, Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Debrecen, 2009. ISBN 978-963-88614-3-6
4. James P. Womack – Daniel T. Jones, Lean szemlélet- A veszteségmentes, jól működő vállalat alapja, HVG Kiadó Zrt. Budapest 2009. ISBN: 978-963-9686-83-0
5. Kosztolányi János – Schwahofer Gábor, Lean szótár, Kaizen Pro Kft. 2010, ISBN: 978-963-06-9907-5
6. Lean center honlaja <http://www.leancenter.hu/lean-cikk/lean-alapozas.html> utolsó letöltés: 2012. október 15.
7. Loconci Dávid, Bevezetés a lean menedzsmentbe- a lean stratégiai alapjai. Műhelytanulmány, Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest 2010. Elérhető: <http://edok.lib.uni-corvinus.hu/317/01/Losonci119.pdf> Utolsó letöltés: 2012. január 10.
8. Sebők Anita, NYÍRSÉGVÍZ Zrt. elkötelezettsége a fenntartható fejlődés iránt, szakdolgozat, Debrecen 2011, Debreceni Egyetem Műszaki kar.
9. http://kitekinto.hu/global/2011/02/15/a_klimavaltozas_kockazatai/ Utolsó letöltés: 2012. október 23.

Melléklet

1. A hatás súlyossága

„F” a hatás fontossági, súlyossági mutatója:

A hatás súlyosságának meghatározásánál vizsgáljuk a hatás ártalmi potenciálját, figyelembe véve a szerelde környezetét érzékenységet, és az érdekelt felek észrevételeit.

A vizsgálat figyelembe veszi a következőket:

Pontozása:

10. táblázat: „F” a környezeti hatás fontossági, súlyossági mutatójának pontozása

10 pont	Valószínűleg súlyos környezet károsodást fog okozni rendkívül fontos
8 pont	Panaszok oka, vagy veszélyeztetheti a szereldében dolgozókat fontos
5 pont	Kis mértékben károsítja a környezetet rá kell figyelni
3 pont	Alig érzékelhető káros hatás a környezetre nem fontos
1 pont	Nincs érzékelhető környezeti hatás jelentéktelen

(Forrás: Sebők Anita, NYÍRSÉGVÍZ Zrt. elkötelezettsége a fenntartható fejlődés iránt, szakdolgozat, Debrecen 2011, Debreceni Egyetem Műszaki kar)

2. A bekövetkezés valószínűsége

„V” a környezeti hatás bekövetkezési Valószínűségének mutatója,

A bekövetkezés valószínűségénél vizsgáljuk, mekkora a valószínűsége a kockázati hatás bekövetkezésének a különböző működési körülmények esetén, vagy egyáltalán előfordulhat-e a veszélyhelyzet.

Pontozása:

11. táblázat: „V” a környezeti hatás bekövetkezési Valószínűségének mutatójának pontozása

4 pont	Magas, a folyamat jellegéből adódóan folyamatosan fennálló kockázati tényező.
3 pont	Közepes, s környezetterhelés nem áll fenn folyamatosan, de időszakos munkavégzés esetén fellép.
2 pont	Alacsony, korábban már legalább egyszer előfordult a veszélyhelyzet.
1 pont	Még nem következett be veszélyeztetés, kicsi a valószínűsége a káros hatás bekövetkezésének.

(Forrás: Sebők Anita, NYÍRSÉGVÍZ Zrt. elkötelezettsége a fenntartható fejlődés iránt, szakdolgozat, Debrecen 2011, Debreceni Egyetem Műszaki kar)

3. Felhasznált és kibocsátott mennyiség

„É” a mennyiségi mutató,

A felhasznált és kibocsátott mennyiség vizsgálatánál a hatással kapcsolatban van a használt erőforrások mennyiségével, vagy a szennyezőanyag kibocsátásával.

Pontozása:

12. táblázat: „É” a hatás mennyiségi mutatójának pontozása

4 pont	Nagy, határérték feletti szennyezőanyag kibocsátás, illetve jogi nem megfelelés fennállása, veszélyes hulladékképződés.
3 pont	Közepes, határérték alatti, de azt megközelítő szennyezőanyag kibocsátás, kismértékű veszélyes hulladék, vagy nagy mennyiségű nem veszélyes hulladékképződés.
2 pont	Kicsi, határérték 50%-át el nem érő szennyezőanyag kibocsátás, kis mennyiségű nem veszélyes hulladékképződés.
1 pont	Nem jelentős veszélyes hatás kibocsátás.

(Forrás: Sebők Anita, NYÍRSÉGVÍZ Zrt. elkötelezettsége a fenntartható fejlődés iránt, szakdolgozat, Debrecen 2011, Debreceni Egyetem Műszaki kar)

4. Felhasznált és kibocsátott mennyiség tartós hatása a hatásviselőkre.

„T” a környezeti hatás Tartóssági mutatója,

A felhasznált és kibocsátott mennyiség vizsgálatánál a hatásviselőkre kifejtett tartósság szempontjából.

Pontozása:

13. táblázat: „T” a környezeti hatás Tartóssági mutatójának pontozása

4 pont	Emberöltön túli.
3 pont	Egy éven túli.
2 pont	Egy napon, egy hónapon túli.
1 pont	Nem értelmezhető.

(Forrás: Sebők Anita, NYÍRSÉGVÍZ Zrt. elkötelezettsége a fenntartható fejlődés iránt, szakdolgozat, Debrecen 2011, Debreceni Egyetem Műszaki kar)

5. Kiértékelés

A négy szempont alapján kapott értékeket szorozva megkapjuk az adott tevékenység kockázati mutatóját. A tevékenység besorolása ezen kockázati mutató alapján történik a következőképpen:

$$K = F * V * É * T$$

14. táblázat: Kiértékelés pontozása

320- 640 pont	A tevékenység kritikus , azonnali elemzést, megelőzési, megszüntetési intézkedést igényel.
121- 319 pont	A tevékenység jelentős veszélyeket rejt magába, 1 éven belüli intézkedést igényel.
65-120 pont	A tevékenység mérsékelt veszélyes, odafigyelést igényel.
1-64 pont	A tevékenység nem veszélyes , intézkedést nem igényel.

(Forrás: Sebők Anita, NYÍRSÉGVÍZ Zrt. elkötelezettsége a fenntartható fejlődés iránt, szakdolgozat, Debrecen 2011, Debreceni Egyetem Műszaki kar)