

Gyártási hatékonyság növelése az Unilever Magyarország Kft. nyírbátori gyárában

Vass Mark

Járműmérnöki szak

Konzulens: Dr. habil Antal Tamás,

Barsy Bence

2024

NYÍREGYHÁZI EGYETEM
MŰSZAKI ÉS AGRÁRTUDOMÁNYI INTÉZET
Jármű- és Mezőgazdasági Géptani Intézeti Tanszék
NYÍREGYHÁZA

Gyártási hatékonyság növelése az Unilever
Magyarország Kft. nyírbátori gyárában
OTDK DOLGOZAT

Készítette: Vass Mark

Konzulens(ek): Dr. habil Antal Tamás, Barsy Bence

2024

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETŐ	1
1. SZAKIRODALMI FELDOLGOZÁS	2
1.1. Lean története, a Toyota ház.....	2
1.1.1. A lean gondolkodás fejlődése	5
1.1.2. A lean és alternatívái	9
1.2. Lean eszközök a folyamatos fejlesztés érdekében	13
1.2.1. Az 5S	14
1.2.2. Az 5G	15
1.2.3. A „Just in Time”	15
1.2.4. Kanban	16
1.2.5. Teljeskörű hatékony karbantartás	16
1.2.6. Értékáramlás feltérképezés	17
1.2.7. Kaizen	18
1.2.8. Jidoka.....	18
1.2.9. Egyperces szerszámcsere.....	19
1.2.10. Az 5M.....	19
1.2.11. Az „5 Miért?”	20
1.2.12. A „6W+2H”	20
2. AZ UNILEVER MAGYARORSZÁG KFT. TEVÉKENYSÉGEI	21
2.1. A nyírbátori gyár telephelyének bemutatása	21
2.2. Gyártósorok bemutatása, „hole in the wall” flakon ellátó rendszer	21
2.2.1. Flakonrendező gép.....	24
2.2.2. Flakonösszeterelő gép.....	26
2.2.3. Töltő-kupakoló gép.....	27
2.2.4. Kupakrendező gép	28
2.2.5. Csomagológép	29
3. EREDMÉNYEK	31
3.1. Az adott gyártósor elemzése	31
3.2. Kivizsgálás folyamatának bemutatása PDCA ciklussal	33
3.2.1. Kupakoló gép	33
3.2.2. Töltő és Csomagoló gép.....	36

2.2.3.	Flakonösszeterelő csiga	38
3.3.	Az elért eredmények és a jövőbeni tervek	39
3.3.1.	Kupakoló gép	39
3.3.2.	Töltő és Csomagoló gép	43
3.3.3.	Flakonösszeterelő csiga	45
3.3.4.	Jövőbeni tervek	46
4.	KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	47
4.1.	Következtetések	47
4.2.	Javaslatok	48
5.	ÖSSZEFOGLALÓ	49
	IRODALOMJEGYZÉK	50
	Felhasznált irodalmak jegyzéke	50
	Internetes források	51
	Mellékletek	52

BEVEZETŐ

„Minden gépet a lehető legjobb állapotba kell hozni, abban is kell tartani, és mindenhol törekedni kell a teljes tisztaságra, hogy az ember megtanulja tisztelni szerszámaikat, környezetét és önmagát.”

(Henry Ford)

Az idézet, mely Henry Ford-tól hangzott el, rávilágít arra, hogy a bennünket körülvevő világ állapota mennyire befolyásoló hatással lehet az ember magatartására. Azonban nemcsak az otthonunk vagy járművünk tisztaságára kell odafigyelnünk, hanem az ipari környezetben is gondoskodnunk kell a rendezettség fenntartásáról, azon gépek állapotáról, melyek képesek fáradhatatlanul elvégezni helyettünk a feladatokat. Az ilyen tevékenységet végrehajtó gépek vagy robotok jól meghatározott időn belül vagy mozdulat után, igénylik a karbantartást és a tisztítást, hogy a lehető legjobb állapotukban, a lehető leghatékonyabban tudják elvégezni a feladatot, amelyre tervezve voltak. A megfelelő állapot fenntartása érdekében nagy segítséget nyújtanak a Lean manufacturing tools (Karcsúsított gyártási eszközök) megfelelő használata, amelyek koncepciója az erőforrások felhasználásának maximalizálása és gyártási tevékenységek minimalizálása. Ezzel a gyártási módszerrel először az egyetemi tanulmányaim során találkoztam, majd szakmai gyakorlatom és teljes munkaidős állásom alatt az Unilever Magyarország Kft.-nél sajátítottam el alapjait, melyeket most már magabiztosan alkalmazok. A lean rendszerrel párhuzamosan az Unilever által fenntartott UMS-el (Unilever Manufacturing System – Unilever Gyártási Rendszer), amely a WCM (World Class Manufacturing – Világszínvonalú Gyártás) rendszerből lett kialakítva, a különböző fejlesztési és karbantartási módszerekkel ismerkedtem meg.

A OTDK dolgozatomban célkitűzése legújabb gyártósor a hatékonyságának növelése a minőségből eredő veszteségek csökkentésével, illetve a soron levő gépek egymás közötti termékek szállításának az optimalizálásával. A legtöbb veszteséget okozó gép azonosítására az operátorok által használt, a gyár saját fejlesztésű rendszerét használtam a „Minerva”-t, amelyben a nap 24 órájában az év 365 napjában minden rendellenesség, amely 1 percnél tovább tart, rögzítésre kerül. A kivizsgálások lépéseit követve sikerült a gyökér okokat megtalálni, megoldásokat javasolni, majd az operátorok és fókusz technikus segítségével gyakorlatba helyezni.

1. SZAKIRODALMI FELDOLGOZÁS

1.1. Lean története, a Toyota ház

„I plan to cut down on the slack time within work processes and in the shipping of parts and materials as much as possible. As the basic principle in realizing this plan, I will uphold the „just in time” approach. The guiding rule is not to have goods shipped too early or too late.”

„Azt tervezem, hogy csökkentem a munkafolyamatokon belüli többlet időt az alkatrészek és anyagok szállításánál, amennyire csak lehetséges. Mivel a tervem megvalósításának alapelveként a "just in time" elvét fogom fenntartani. Az irányadó szabály az, hogy az árukat nem szabad túl korán szállítani vagy túl későn.”

(Kiichiro Toyoda)

A Toyota egyike a világ legjobb autógyártó vállalatainak, és ennek a sikeres státuszának a kulcsa a Toyota Termelési Rendszer (TPS – Toyota Production System). A TPS egy hatékony és jövedelmező gyártási filozófia, amelynek központi elve a "just in time", vagyis a termékek pontos és időbeni szállítása. Ezt a rendszert a Toyota az alacsony keresletű és változatos piaci igényekre reagálva fejlesztette ki Japánban. A Toyota története visszanyúlik, Kiichiro Toyoda apjához, Sakichi Toyoda-hoz, aki az általa kifejlesztett szövőszékekkel vált ismertté [1].

Sakichi Toyoda az 1800-as évek végén nőtt fel Yamaguchiban, Toyota városához közel. Akkoriban Japánban a szövés volt a fő iparág és a kormány támogatta is a kisvállalkozások fejlődését. Apja ácsmesterségét elsajátítva elkezdett tervezni majd készíteni szövőgépeket, melyeket 1894-ben kezdett el árusítani. Annak ellenére, hogy elégedett volt a szövőszékek minőségével, a manuális munkával melyet a család tagjai kellett elvégezzenek nagyon zavarta. Az 1900-as évek elején még nem tartott ott a technológia, hogy ezt egyszerű lett volna megoldani, tehát mindent magának kellett megterveznie és sikerült is egy motoros fa szövőszéket készítenie, viszont nem volt semmilyen energia, ami a motort meghajtja, ezért egy használt gőzgépet vásárolt és azzal kísérletezett. Számtalan próbálkozás után végül 1926-ban megalapította a Toyoda Automatikus Szövőszék Művek-et (Toyoda Automatic Loom Works), amely a mai Toyota-csoport anyavállalata. Sakichi-nek sikerült elérni azt, hogy olyan automata szövőgépeket készítsen, amelyek működtetéséhez csak egy ember volt szükséges, aki a be- és kirakodásnál kellett ott legyen, illetve, ha valamilyen probléma merült fel. Sikerének titka a PDCA - Plan-Do-Check-Act (Tervezd-Csináld-Ellenőrizd-Reagálj) ciklus volt, mellyel igyekezett minden esetleges problémára megoldást találni. Az egyik talán legjelentősebb az volt

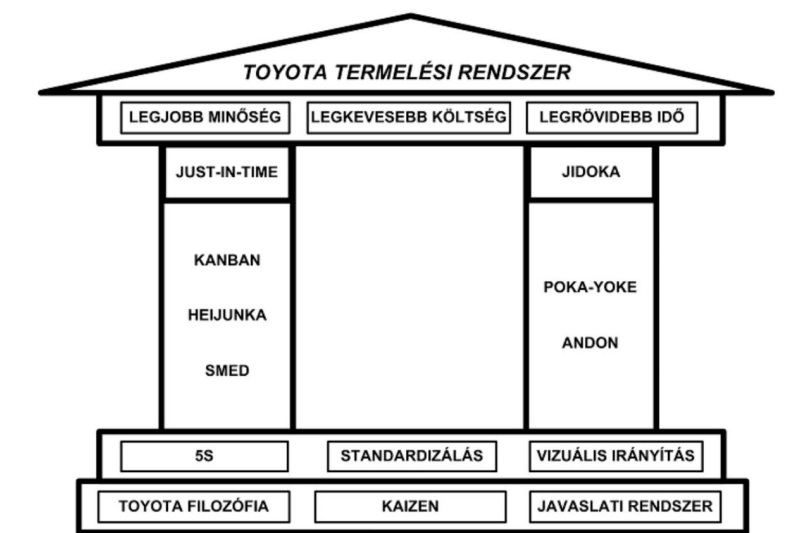
amikor kifejlesztett egy olyan mechanizmust, amely automatikusan megállította a szövőgépet egy probléma esetén, így a személy nem kellett folyamatosan a gépet figyelnie. Ezt a folyamatot tovább fejlesztette és kialakította a ma is ismert fény jelzéses rendszert, amely rendellenesség vagy szabványon kívüli állapotot képes jelezni, jidoka-nak nevezte el, amely azt jelenti, hogy automatizálás emberi érintéssel. Sakichi életére és gondolkodására nagy hatással volt Samuel Smiles „Self-Helped” (Önsegítő) című könyve, melyben híres feltalálókról szól, mint James Watt és arról ír, hogy ezek a személyek sikere nem a képességeiknek köszönhető, hanem a kemény munkának, kitartásnak és fegyelemnek, melyek Sakichi Toyoda tulajdonságaira pontosan rámutatnak [1].

Sakichi fia, Kiichiro a szövőszék gyártásban segédkezett, majd a tokiói Imperial Egyetemen tanult gépészmérnöknek, a motortechnológiára összpontosítva, ezután az Egyesült Amerikai Államokban tanult egy évet a szövőszék készítésről és végül Angliában dolgozott két évig a Platt Brothers (Platt Testvérek) szövőszékgyártó vállalatnál. Az Angliában töltött két év alatt megfigyelte a munkások napi tevékenységét, ezáltal számos pazarlást beazonosított például felesleges járkálás, utómunkálatok, szerszám keresés. Visszatérve a Toyota Automatic Loom Works-ba a megszerzett tapasztalatai alapján igyekezett javítani a gyártási folyamatokon, majd az alapvető ötleteket szolgáltatott a TPS-hez. Az 1930-as évek elején folytatta a kutatásait a járműfejlesztéssel, majd a már Toyota Industries Corporation (Toyota Ipari Vállalat) néven működő vállalatnál 1933-ban létrehozott egy autóiipari részleget, és megkezdte a járművek teljes körű fejlesztését. A második világháború ideje alatt Japán vereséget szenvedett és Kiichiro a vállalata fennmaradására kevés esélyt látott, viszont az amerikaiaknak pont ellenkező volt a terve, ugyanis nagy igény lett a teherautókra. A teherautók gyártása nagy segítség volt a Toyotának és már egy új üzem alapítása is szükségessé vált. Kiichiro Toyoda három fontos alapelvet épített be a TPS-be: a JIT-just-in-time (Épp Időben), a jidoka-t (Sakichi Toyoda) és a folyamatok szabványosítása [1].

Az 1930-as években a Toyota vezetői meglátogatták a Ford és GM (General Motors) vállalatokat, hogy megtekintsék és tanulmányozzák a gyártósoraikat. Annak ellenére, hogy a Toyota tudta, hogy nem képes ellátni a Japán piacot, valamilyen tervvel kellett előállniuk, hiszen az amerikaiak kilencszer több autót gyártottak havonta, mint ők, tehát a hosszútávú fennmaradás érdekében a tömegtermeléshez kell alkalmazkodniuk. Látva a Ford termelékenységét a Toyota megmunkáló üzemét irányító Taiichi Ohno azt a feladatot kapta, hogy hasonló termelékenységi szintre emelje fel a gyártást. Az amerikai nagy tömeggyártással ellentétben a Toyota szerelősorain kis mennyiségben kellett különböző modelleket gyártani,

ami igencsak megnehezítette Ohno feladatát, mivel az autópiacon a fogyasztói kereslet túl alacsony volt ahhoz, hogy egy-egy típushoz külön szerelősort lehessen fenntartani. A Toyota kevés erőforrással, kevés tőkével, gyorsan kellett készpénzt forgatnia, hogy a beszállítókat kifizesse, tehát azt tűzték ki célnak, hogy magas minőséget, alacsony árt és rövid átfutási időt biztosítsanak a vevők számára. A szinte lehetetlennek tűnő feladattól Ohno nem riadt meg és Kiichiro koncepcióira támaszkodva, a csapatával kifejlesztette a Lean gyártási folyamatokat, mely eleinte csak Ohno termelési rendszer néven emlegettek majd a TPS létrejöttét eredményezték. Taiichi Ohno és csapata nemcsak egy új gyártási rendszert hozott létre, amely egy adott piacon egy adott kultúrában oldott meg egy vállalati problémát, hanem egy teljesen új paradigmát alkottak meg a termelés és szolgáltatás kivitelezéséről, amely végül sok tekintetben a tömegtermelés bukásához és a lean termelés felemelkedéséhez vezetett [1].

A „Toyota ház” (1. ábra) fogalom azt az elrendezést jelenti, amely a Toyota Termelési Rendszer építőelemei felhasználásával egy lehetséges utat mutat a vállalat céljainak elérése érdekében.



1. ábra – Toyota ház

Forrás: [3], p. 7.

Általában egy házformával szokták szemléltetni, melyben a két oszlop a Sakichi és Kiichiro Toyoda által megfogalmazott két fő koncepciót jelöli, a Jidoka és Just-in-time. A Jidoka pillér jellemzője a Poka-Yoke, mely az egyszerű megoldásokat foglalja magába és az Andon, amely a fényjelzésre utal. A JIT-hez tartozik a Kanban rendszer, amely a húzó rendszerű gyártásra ad megoldást; a Heijunka, mely a termelés kiegyenlítésért felel és a SMED-Single Minute Exchange of Die (Egyperces Szerszámcsere), mely a kis sorozatban való gyártáshoz szükséges átállási módszert jelenti [2],[3].

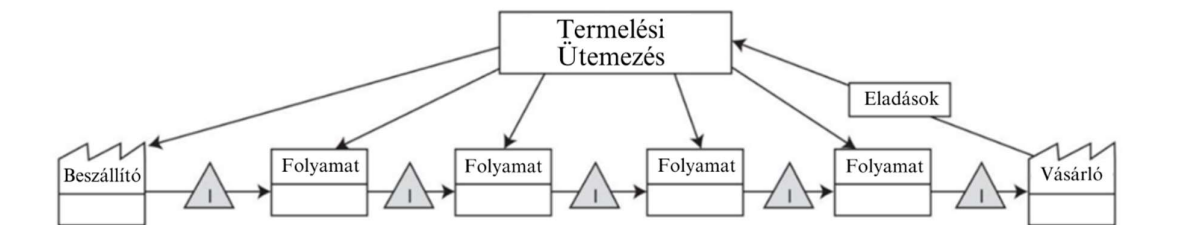
1.1.1. A lean gondolkodás fejlődése

A lean gondolkodás fejlődését 1980-tól négy meghatározó szakaszra osztották a szakemberek és mindegyik korszakban igyekeztek tovább fejleszteni a lean-t és olyan rendszereket kialakítani, amelyek az előzőben részben vagy teljesen hiányoztak.

A kezdeti szakasz a Tudatosság kora, amely 1980-tól tartott 1990-ig és olyan meghatározó személyek tartoznak ide mint: Taiichi Ohno, Shigeo Shingo japán ipari mérnök volt, akit a Toyota gyártási gyakorlatok és termelési rendszer világelső szakértőjének tartanak, Schonberger J. Richard, a ma már széles körben használt kifejezés „világszínvonalú gyártás” megalkotója vagy Yasuhiro Monden, a Japán Tsukuba Egyetem professzora akinek alapvető szerepe volt a Just-in-Time termelési rendszer az Amerikai Egyesült Államokban való alkalmazásában. Az első szakasz fókusz a gyártósori gyakorlatok terjesztése volt, főleg az autópárban a járműösszeszerelés folyamatainak a fejlesztése. A folyamatok fejlesztésének a célja a JIT technikák alkalmazása és a költségsökkentés volt. A kezdeti fázisban a lean figyelme erősen a hulladék mennyiségére és a költségek csökkentésére összpontosított a gyártósoron. Olyan tevékenységek azonosítására és megszüntetésére tette a hangsúlyt, amelyek követlenül nem járultak hozzá a végtermék értékéhez, értéket nem növelő tevékenységek, ilyen például a várakozás-felesleges mozgás, túltermelés-hibás termékek újra megmunkálása.

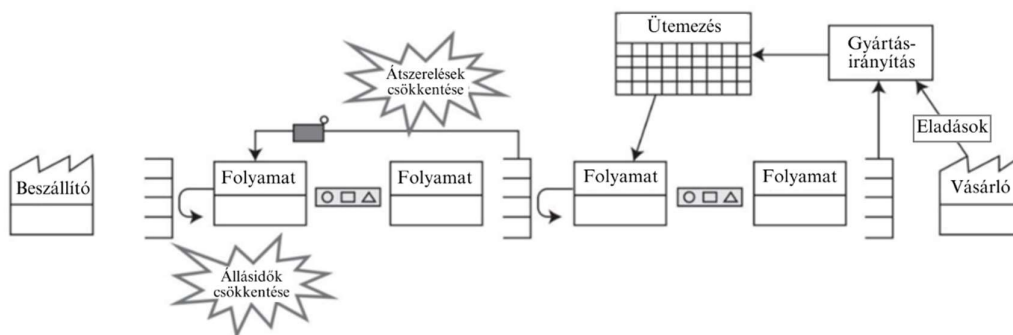
A második szakasz a Minőség kora, amely 1990-től tartott 1994-ig ahol az egyik legmeghatározóbb személy James P. Womack, a „Massachusetts Institute of Technology” (Massachusettsi Műszaki Intézet), röviden „MIT”, „International Motor Vehicle Program” (Nemzetközi Gépjármű Program), röviden „IMPV” kutatási igazgatója volt, valamint a „Lean Enterprise Institute” (Lean Vállalati Intézet), röviden „LEI” alapítója és elnöke, amely egy ma is működő, a lean gondolkodás továbbfejlesztése érdekében létrehozott nonprofit szervezet. Ugyanebben az időszakban említhető meg Michael M. Hammer, MIT professzor, aki a „Hammer and Company” (Hammer és Társai) céget kutatási céllal hozta létre, a vállalatok folyamatainak fejlesztésére lean módszertanok beépítésével vagy Bennet Harrison, amerikai közgazdász és professzor, aki 1994-ben megjelent könyvében „Lean and Mean” (Karcsú és Átlagos), amelyben a lean hatásait kérdőjelezi meg a gazdasági növekedésre és a munkahely teremtésben a kis- és középvállalkozásoknak köszönhetően. A minőség szakasz hangsúlya ugyanúgy az autópárba esett a jármű és alkatrész összeszerelés legjobb gyakorlat kifejlesztésére és teljesítményértékelésére. Jelentős fejlődést értek el a költségek, promóciók, TQM – „Total Quality Management” (teljes körű minőségirányítás) és az anyaggazdálkodási feladatokban.

A harmadik szakasz a Minőség, Költség és Szállítás kora, röviden QCD – „Quality, Cost and Delivery”, amely 1994-től 2000-ig tartott és olyan kulcsfontosságú személyeket említhetünk meg, mint Richard Lamming, aki először használta a „lean supply” (karcsú kínálat) kifejezést és mutatta be mint modellt vagy Mike Rother és John Shook, akik a „Learning to See” (Tanulj meg Látni) című könyvükben az értékfolyamat- vagy információáramlás térképezésnek nevezett folyamatot (Value Stream Map) mutatják be amelyet a jelen- (2. ábra) és jövő- (3. ábra), vagy ideális állapot meghatározására használják.



2. ábra – Jelen állapotú értékáramlási térkép

Forrás: [1], p. 32. (saját fordítás)



3. ábra – Jövő állapotú értékáramlási térkép

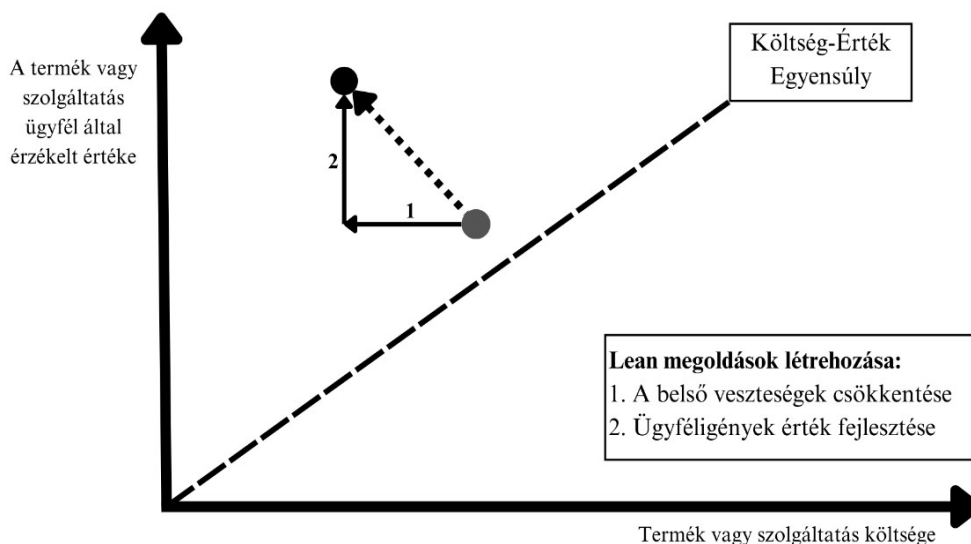
Forrás: [1], p. 33. (saját fordítás)

A harmadik szakasz ennek megfelelően az értékáram meghatározására, az együttműködésre az ellátási láncban fektetett hangsúlyt és már nemcsak az autógyártásban volt jelen, hanem az általános gyártásban a gyakran ismétlődő tevékenységek egyszerűsítésében. Ez azt jelentette, hogy az érték már nemcsak a hulladék csökkentéséről szólt, hanem a vevői igények és elvárások kielégítéséről is, hiszen a vevő dönti el végső soron, hogy mi az, ami hulladéknak és mi az, ami értéknek minősül. Az értékteremtésnek két típusát határozták meg:

Belső hulladék csökkentése: A hulladékkal járó vagy ahhoz kapcsolódó tevékenységek megszüntetése, ezáltal növelhető a végtermék összértéke a vevő számára.

Értéknövelés további funkciók vagy szolgáltatások által: Olyan funkciók vagy szolgáltatások biztosítása, amelyet a vevők értékelnek a szállítás időtartamának csökkentésével kezdve egészen a késztermék extra felszereltségéig.

A negyedik szakasz a 2000-es évektől kezdve, az Értékrendszer kora, melynek képviselői Peter Hines a Cardiff Egyetem professzora, többszörös Shingo díjas szerző és társalapítója a LERC – „Lean Enterprise Research Centre”-nek (Lean Vállalati Kutató Központ) és társigazgatója a világ első „Lean Mesterek” programjának vagy Nicola Bateman, az angliai Leicester Egyetem professzora, aki a vizuális menedzsment kutatásával és fejlesztésével foglalkozik. A jelenlegi legutolsó szakasz a rendelés teljesítésére és az új termékek fejlesztésére kialakított folyamatokra helyezi a fókusz az érték és költség közötti kapcsolat vizsgálatával. A kis- és nagy volumenű gyártás kiterjesztése a szolgáltatási ágazatokra, hiszen napjainkban a vállalatok egyre több szolgáltatást biztosítanak a termékeikhez, legyen szó extra funkcióról vagy ipari környezetben képzés, technikai támogatás és karbantartásról.



4. ábra – Költség-érték-hulladék kapcsolata

Forrás: [14], p. 997. (saját fordítás)

A költség-érték egyensúly (4. ábra) olyan helyzetet jelöl, ahol a termék vagy szolgáltatás által nyújtott érték pontosan megegyezik azzal a költséggel, amelyet a vevő hajlandó megfizetni. Azok a termékek, amelyek ez az egyensúlyi pont alatt helyezkednek el kevés értéket nyújtanak viszonylag magas áron, tehát a vevők nem lesznek hajlandók fizetni érte. Ez azt jelenti, hogy a

gyártók számára fontos a megfelelő stratégiai pozicionálás, melynek célja, hogy a terméket vagy szolgáltatást az egyensúlyi érték fölé helyezték, vonzóbbá tegyék a vevő számára, amit a költségek csökkentésével vagy a termék értékének növelésével tudnak elérni. [14]

A lean gondolkodás, tehát segítséget nyújt abban, hogy minél többet érjünk el minél kevesebbel: kevesebb erőfeszítéssel, berendezéssel, idővel és tárhellyel, miközben egyre közelebb kerülünk, azokhoz az igényekhez, amelyeket a vásárlók várnak el. A megfelelő gondolkodás kialakításával a helyes alkalmazás érdekében azonban fontos pár fogalmat megértenünk: az érték, az értékfolyam, az áramlás, a húzó hatás és a tökéletesség. Az érték meghatározása nehéz feladat, hiszen teljesen külön kell választani az értékteremtő feladatokat a nem értékteremtő feladatoktól, mely gyártó és vevő szempontjából lehetetlen. Számos olyan feladat van, amely a vevő számára nem jár értékteremtő hatással, viszont termelési oldalról a jelen technológiai megoldások miatt egy szükséges tevékenység. A lean rendszerben, ezért az értékfolyamban három kategóriába soroljuk a tevékenységeket. Az első kategória az egyértelműen értéket teremtő feladatok. A második kategóriába olyan tevékenységek tartoznak, amelyek nem értékteremtőek, de fontos őket elvégezni, például minőségi ellenőrzések, ezeket elsőrendű muda-nak nevezzük. A legutolsó, harmadik kategóriát másodrendű muda-nak nevezzük és ide tartoznak azok a lépések, amelyek semmilyen értékkel nem szolgálnak és ezeknek mielőbbi eltávolítására kell törekedni az értékáramból. Az érték meghatározása és az értékfolyam leegyszerűsítése után fontos a folyamatos áramlás kialakítása, mégpedig minél jobban elrugaszkodni a megszokott tételenkénti termeléstől és minél inkább koncentrálni a folyamatosságra. Henry Ford a T Model összeszerelésénél 1913-ban 90%-os javulást ért el, amikor a gépeket az alkatrészek összeszerelési sorrendjébe helyezte el. A húzó hatás koncepciója a rendelés leadás, igényekre való gyors reagálás megoldását jelenti termelői oldalról, illetve a megfelelő időben a megfelelő mennyiség vagy utánpótlás biztosítása, különösebb fennakadások nélkül. Az ötödik alapelv a tökéletességre való törekedés, amely elv az előző négy betartásával egy olyan átfogó és letisztult működést von maga után, amelyben minden beavatott személy képes átlátni a folyamatokat, ezáltal könnyebben tudnak fejlesztéseket javasolni, kaizenelni, értéket teremteni. Paradox módon a tökéletességről alkotott kép sem lehet tökéletes, ezért olyan mintha a végtelenséget próbálnánk elérni, de az erre irányuló erőfeszítés képes inspirációt nyújtani és útmutatást adni előrehaladáshoz és fejlesztésről fejlesztésre apránként megközelíteni a kívánt állapotot.

1.1.2. A lean és alternatívái

A lean kialakulás és fejlődése az emberiség számára egy olyan gondolkodást követelt meg amely sok esetben szembe megy a logikus vagy éppen az egyértelműnek tűnő megoldással. Mint minden rendszernek a lean termelési rendszernek is akadnak olyan kutatói, amelyek egyetértenek vele, illetve olyan személyek, akik bizonyos esetekben a lean-t nem tartják a legmegfelelőbb választásnak. Ezek a személyek fontos szerepet tölthetnek vagy töltenek be a lean terjesztésében és nélkülük nem tartanánk ott, hogy a legtöbb óriásvállalat hatékonyan alkalmazza a lean által nyújtott eszközöket, melyekkel olyan előnyöket élvezhetnek mint, optimalizált folyamatok, veszteségek minimalizálása vagy a termelési hatékonyság növelése.

Norman Bodek (1932-2020) amerikai tanár és író volt, jelentős szerepet játszott a lean gyártás Egyesült Államokban való elterjesztésében, ezért az évek során a „Mr. Productivity”-nek (Hatékonyság Úr) nevezték el (INTERNET 2). Bodek pályafutása során összesen több mint 250 könyvet publikált angol nyelven, köztük a két legkülönlegesebb a lean rendszer alapító személyeivel készült. A „Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production” (Toyota termelési rendszer: Túl a nagyüzemi termelésen) Taiichi Ohno-val és az „A Study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering Viewpoint” (Egy tanulmány a Toyota termelési rendszerről egy ipar mérnöki nézőpontból) Shigeo Shingo-val. Mind a két mű alapvető olvasmány a lean szakemberek számára. Az könyvek írása mellett tanulmányi utakat szervezett Japánba, ahol a TPS mestereivel találkozott és ezeken a tanulmányi utakon lehetőséget biztosított az amerikai vezetőknek, hogy közvetlenül tanuljanak a japán szakemberektől. 1979-ben megalapította a „Productivity Inc.”-t (Termelékenységi beépítve) és a „Productivity Press”-t (Termelékenységi sajtó), amely a lean és a folyamatos fejlesztés témájában publikált könyveket és kiadványokat. Ezenkívül a lean gyártás egyik legnagyobb elismeréséért járó díjat, a Shingo-díjat, ő hozta létre társával Dr. Vern Neuhler-el, amely a kiváló minőségű gyártási folyamatokat ismeri el. Munkássága során hangsúlyozta a lean elvek gyakorlati alkalmazását és a folyamatos fejlesztés fontosságát, szerinte a lean gyártás nem csupán technikák és eszközök gyűjteménye, hanem észre kell venni a mögöttes elveket és kultúrát együtt kell alkalmazni. Kijelentette, hogy sok esetben, egy-egy vállalat azért nem ér el sikereket a lean alkalmazásával, mert túlságosan a rövid távú eredményekre fektetik a hangsúlyt és a hosszú távú célok és a kultúra fejlesztése háttérbe szorul. (INTERNET 3)

John Seddon, született 1952-ben, egy brit foglalkozási pszichológus és szerző, aki a szolgáltatási ipar változásaira specializálódott. Seddon számos könyvet írt, legjelentősebb a

„Beyond Command and Control” (Túl a parancson és az irányítás) amelyben a közszolgáltatások reformját és a rendszergondolkodás alkalmazását tárgyalja. Munkássága az általa 1985-ben létrehozott Vanguard nevű tanácsadó cég által megalkotott Vanguard Method (Élcsapat Módszer), amely a szolgáltatási szervezetek hatékonyságaira és folyamatra összpontosít. Sheddson szerint a lean a hagyományos parancs- és irányítási rendszer figyelmen kívül hagyja a szolgáltatási szervezetek sajátos igényeit és kihívásait. Kijelentette, hogy a lean megközelítések túlzottan a standardizálás irányába haladnak, amely következtében merevvé tehetik a folyamatokat és akadályozhatja az ügyfél igényeihez való alkalmazkodást (INTERNET 4). Nem éretett egyet a célalapú menedzsmenttel sem, szerinte acélok és mutatók túlzott használata megterhelő hatással lehet az alkalmazottakra és rossz irányba terelheti a szervezeti fókusz (INTERNET 5).

Peter M. Senge, 1947-ben született Stanfordban, az Egyesült Államokban. Egyetemi tanulmányait a Stanfordi Egyetemen kezdte mérnöki pályán, majd mesterképzését az MIT-n (Massachusetts Institute of Technology) folytatta társadalmi struktúrák és folyamatok szimulációs modellezésével és végül PhD végzettséget szerzett menedzsmentből. Ezután oktatóként folytatta munkásságát az MIT-n és megalapította a „Society for Organizational Learning” (Társaság a szervezeti tanulásért), röviden SoL, egy olyan nonprofit szervezet melynek célja a „az emberek és intézmények egymástól függő fejlődését szolgáló elméletek és gyakorlatok” felfedezése, integrálása és megvalósítása. Senge számos menedzsmenttel kapcsolatos könyvet írt, ezek közül sikerét az 1990-ben kiadott „The fifth Discipline: The Art and Practice of The Learning Organization” (Az ötödik fegyelem: A tanuló szervezet művészete és gyakorlata) című könyve alapozta meg. Senge szerint a tanuló szervezetek „olyan szervezetek, ahol az emberek folyamatosan bővítik a képességüket annak érdekében, hogy az általuk kitűzött eredményeket elérjék, ahol új és fejlesztő gondolkodási mintákon dolgoznak, ahol a kollektív törekvések érvényesülnek és ahol az emberek folyamatosan megtanulják, hogy mindent egy egészként lássanak.” [15]. Öt olyan alapvető készséget emelt ki, amelyek kulcsfontosságúak annak érdekében, hogy egy szervezet elérhesse a fent említett „tanuló szervezet” szintet.

System thinking (Rendszergondolkodás): - az összefüggések és a kölcsönhatások megértése a szervezet különböző részei között

Personal mastery (Személyes mesteri szint): - az egyének folyamatos önfejlesztését és tanulását jelenti, ahol arra törekednek, hogy képességeik határát feszegessék.

Mental models (Mentális modellek): - olyan feltételezések vagy képek megértése, amelyek meghatározzák cselekedeteinket és felfogásunkat a világról.

Building shared vision (Közös jövőkép építése): - személyes jövőkép átalakítása közös jövőképpé, amely tanulásra motiválja a szervezet tagjait.

Team learning (Csapatban tanulás): - a csoportos tanulásban nemcsak az átadott tudásra és az abból származó eredményekre kell hangsúlyt fektetni, hanem a közös gondolkodás, együttműködés, a párbeszéd és vitákból származó ötletek és megoldások előnyeit.

Peter Senge, tehát a folyamatos fejlesztésére és a rendszer szintű gondolkodás által nyújtott alkalmazkodóképességre fekteti a hangsúlyt egyaránt az szervezet tagjaira és folyamataira. A lean termelési rendszer hasonló elvet képvisel, szerinte az egyének folyamatos fejlődési lehetősége háttérbe szorul.

A lean rendszer alkalmazásával, tehát nem minden területen érhetjük el a kívánt eredményt, ezért olyan esetekben, ahol fontos a rugalmasság, a szűk keresztmetszetek csökkentése, döntéshozatalok hatékonysága, ott más megközelítést kell használni.

Kiseb méretű projekteknél, ahol a projekt vezető átlátja a feladatokat, hasznosnak bizonyulhat egy olyan módszertan, amelyben napi rendszerességgel tartanak megbeszéléseket ezáltal folyamatosan felülvizsgálják a tervet és közösen reagálnak a változásokra. A szoftverfejlesztésben legnépszerűbb, de más iparágakban is használható módszer, amely a fent említett követelményeknek eleget tesz az az „Agile” (Fürge) rendszer. Az Agile rendszernek az alapelve a csapatban való munkavégzés és a folyamatos visszajelzés a felhasználóktól. Tehát az előnye közé soroljuk a megfelelő kommunikációt a csoportok között és a nagyobb ügyfél elégedettséget. Az eredmények biztos elérése érdekében olyan eszközöket használ, mint a „Scrum” (Dulakodás), amely sikerességéhez szükség van egy rövid határidőre, úgynevezett „sprint”-re (rövidtávfutás), általában 1-4 hét, amikor a csoportok előre meghatározott feladatokat hajtanak végre és egy minden napi rövid megbeszélésre, ahol az előző napi munkáról, az aznapi tervekről és az esetleges akadályokról számolnak be. A „Scrum Master” (dulakodás mester) akinek feladata a megbeszéléseket levezetni, gondoskodni a szabályok betartásáról és az akadályok elhárítása, vele együtt a termék tulajdonos is jelen van a megbeszéléseken, mivel ő az a személy, aki ismerteti a követelményeket és ő határozza meg a prioritásokat is. A feladatok számának korlátozását és a nyomon követhetőség szempontjából Kanban jelzéseket alkalmaznak. Egy táblán vizuálisan jelölik a feladatok státuszát (például: új,

folyamatban, elvégezve), ezáltal jobban korlátozni lehet az egyidőben folyamatban levő feladatok számát elkerülve a dolgozók túlterhelését. (INTERNET 6)

Egy másik kiváló módszer, amely segíthet bizonyos folyamatbeli vagy vállalati problémák kiküszöbölésére egy olyan megoldás, amely lehetőséget ad arra, hogy a hibák előfordulását lecsökkentse a folyamatok standardizálásával. Bill Smith a Motorola nagyvállalat egyik mérnöke fejlesztette ki, „6 Sigma”-nak nevezte el és azóta számos másik vállalat alkalmazza például a 3M, Amazon vagy a General Electric. A módszertan célja, hogy a hibaarányt 3,4 alá csökkentse egy millió termékre számítva, amely egy nagyon magas szintű megbízhatóságot és minőséget igényel (INTERNET 7). A 6 Sigma módszertan két darab öt feladatra osztható folyamat fejlesztést tartalmaz, amely közül az első a DMAIC a második a DMADV ciklus. A DMAIC mozaikszó a Define (Meghatározás), Measure (Mérés), Analyse (Elemzés), Improve (Fejlesztés), Control (Felügyelés) szavak angol kezdőbetűje alkotja és a folyamatos fejlődést képviseli:

Meghatározás – A probléma azonosítását és megértését jelenti.

Mérés – Konkrét és mérhető mérföldkövek meghatározása.

Elemzés – Alternatív megoldások összehasonlítása.

Fejlesztés – Az „Elemzés” lépésben kiválasztott megoldás megvalósítása és az dolgozók oktatása.

Felügyelés – A fejlesztést a fenntartás érdekében felügyelni kell, majd standardizálni.

A második mozaikszó a DMADV az új termék vagy folyamatok bevezetésében segít a következő lépések betartásával:

Define (Meghatározás) – A projekt céljának és az ügyfél összes követelményének egyértelmű meghatározása.

Measure (Mérés) – Az aktuális teljesítménymutatók felmérése.

Analyze (Elemzés) – Az összegyűjtött adatok elemzése és a gyökérok meghatározása.

Design (Tervezés) – A legjobb tervezési alternatíva fejlesztése, amely megfelel a vevő igényeinek és prototípus készítés.

Verify (Ellenőrzés) – A végleges megoldás érvényesítése és a folyamat teljesítményének folyamatos ellenőrzése.

A két módszertanban olyan eszközökre támaszkodhatunk mint, Statistical Process Control, (Statisztikai folyamatszabályozás) röviden SPC, Gyökérok elemzés röviden RCA, Failure Mode and Effect Analysis (Hibamód és hatáselemzés) röviden (FMEA) és grafikus eszközök a folyamatok stabilitásának és ellenőrzésének nyomon követésére. (INTERNET 8)

A Lean, Agile, 6 Sigma rendszerek számos közös vonással rendelkeznek, hiszen mindegyik a minőség javítását, a költségek csökkentését és az ügyfelek elégedettségének az elérését célozza meg, mindazonáltal mindegyik eltérő megközelítést alkalmaz. Egy vállalat esetében kulcsfontosságú lehet az, hogy mennyire nyitott ezen rendszereknek az alkalmazására, hiszen különböző területeken és feladatoknál ajánlott azt a módszer választani amelyik előnye a legnagyobb hatással bír a projektre nézve.

1.2. Lean eszközök a folyamatos fejlesztés érdekében

A lean filozófiájában az vevő szempontjából nézve az értékteremtést helyezi a középpontba, tehát minden olyan tevékenység, amely a vevő számára fontos az értékteremtő, amely nem ad értéket a termékhez vagy szolgáltatáshoz, azt veszteségnek tekinti. A lean eszközök a folyamatos fejlesztés és hatékonyság növelésének érdekében egy olyan vállalat irányítási rendszert biztosít, amely képes azonosítani a veszteségeket, növelni a termelékenységet és optimalizálni a munkafolyamatokat, ha a megfelelő módon vannak használva. A lean eszköztár különböző problémákra különböző vizsgálati módszereket biztosít pár fontosabb ilyen eszköz az 5S rendszer, amely a tisztaság és rend fenntartását célozza meg, a TPM – Total Productive Maintenance (Teljeskörű Hatékony Karbantartás), amely a gépek karbantartásának fontosságát emeli ki. A Kanban, amely a JIT gyártásra van nagy segítséggel a megfelelő vizuális jelzések megvalósításával. A SMED segítséget nyújt az átszerelések felgyorsításának elérésében vagy a Standard Munka, amely a munkafolyamatok szabványosításával teszi egyszerűbbé a folyamatokat. A Kaizen olyan eszköz, amely segítségével a napi tevékenységeket kis és folyamatos lépésben fejleszteni tudjuk és általában alacsonyabb költséggel járnak (INTERNET 1). Kiichiro szerint hét típusú veszteséget lehet megkülönböztetni, amelyeket az előbb felsorolt eszközök segítségével lehet lecsökkenteni: túltermelés, várakozás, felesleges szállítás, túlzott feldolgozás, többletkészlet, felesleges mozdulatok, hibás termék gyártása [1],[4].

A leghatékonyabb alkalmazásuk érdekében, viszont elengedhetetlen az eszközök részletes ismerete, mivel a probléma megoldó lépések nem megfelelő követése akadályozhatja a kívánt eredményt elérését.

1.2.1. Az 5S

A legelső eszköz, amelyet bemutatok az 5S lesz, hiszen ezt az eszközt akár a lean alapkövének is nevezhetnénk, mert az 5S betartása nélkül a karbantartási rendszerek sem működnének megfelelően, ebből következően a gépek sem. Az 5S (5. ábra) öt japán szó kezdőbetűjét jelöli, amely szavak jelentése az alábbi:

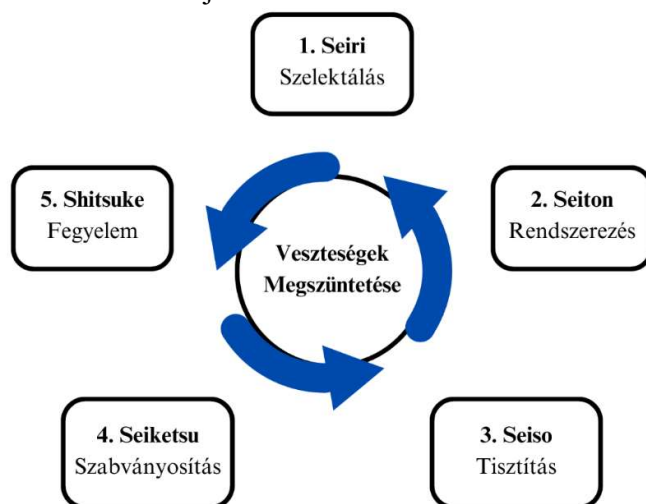
Seiri (Szelektálás) – Az első lépés, a szükséges és szükségtelen eszközök elkülönítése. A szükségtelen eszközöket el kell távolítani a munkaterületről megakadályozva a zsúfoltságot, ezáltal növelhető a hatékonyság.

Seiton (Rendszerezés) – A második lépés, a szükséges eszközök számára megfelelő helyet kell kialakítani, ahol mindig elérhetőek, így kevesebb időt kell a megkeresésükre szánni.

Seiso (Tisztítás) – A harmadik lépés, a munkaterület és eszközök tisztán tartása. A rendszeres tisztítás által nemcsak a rendtartható fenn, de számos más előny is származik belőle, például a rendellenességek feltárására kiváló lehetőség adatik ilyenkor.

Seiketsu (Szabványosítás) – A negyedik lépés, az első három lépés fenntartásának a rendszer kialakítását foglalja magába. Törekedni kell, egy olyan rendszer kialakítására, amelyben a szelektálás, rendszerezés és tisztítás fenntartható, nyomon követhető és következetes.

Shitsuke (Fegyelem) – Az ötödik lépés, a munkavállalók viselkedésén alapul, arra utal, hogy meg kell őrizni a fegyelemüket a szabványok folyamatos alkalmazására és továbbá törekedniük kell a rendszer továbbfejlesztésére.



5. ábra – 5S

Forrás: Saját szerkesztés

A 5S helyes alkalmazása esetén jelentős mennyiségű hulladéktól szabadulunk meg ezáltal egy kellemesebb, biztonságosabb, hatékonyabb munkakörnyezetben dolgozhatunk, így a dolgozóknak jobb lesz a közérzete. [7].

1.2.2. Az 5G

Az 5G módszer minden problémamegoldási folyamat alapja, amely egy szigorú sorrendiséget követel, így biztosítja a kivizsgálás végére a leghatékonyabb eredmény elérését. A nevét öt japán szó kezdőbetűjéről kapta:

Gemba – A rendellenesség helyszíne. Itt tudunk valódi információt összegyűjteni a problémáról, amellyel szembesülünk.

Gembutsu – A gép vagy termék vizsgálata. A közvetlen megfigyelés során be tudjuk azonosítani az esetleges hibákat és a lehetséges javítási lehetőségeket.

Genjitzu – Az adatok ellenőrzése. Az összegyűjtött információk megértése után, körvonalazódik a probléma jellege, ezáltal összpontosítani tudunk annak kiváltó okára és a lehetséges megoldásokra.

Genri – A folyamat és alapelv megértése. A rendellenességhez kapcsolódó folyamatok és alapelvek megismerése segít abban, hogy a kiváltó okok között megtaláljuk a valódi gyökér okot és azt véglegesen megszüntessük.

Gensoku – A szabványok betartása. A hatékonyság fenntartása érdekében törekedni kell a szabványok betartására a minőség elérése érdekében.

Mind az 5 szó egy-egy feladatot foglal magába, ezek megfelelő teljesítése során a rendellenességről egy olyan átfogó képet alkot a kivizsgálást végző személy számára, hogy az időnkénti és krónikus veszteségek is észlelhetővé válnak. [8]

1.2.3. A „Just in Time”

A JIT – Just in time (Éppen időben) egy olyan eszköz, amely a veszteségekre fókuszál úgy, hogy csak a megfelelő időben, a megfelelő terméket, a megfelelő mennyiségben gyártja le, csökkentve így a fölösleges készlet tárolásához szükségetet teret. Az ilyen típusú termelést húzó rendszernek is nevezhető, hiszen csak a vevő igényeire támaszkodva lehet elkezdeni a gyártást. A gyártás megkezdése előtt fontos két tényezőt megvizsgálni az EOQ (Economic Order Quantity) Optimális/Gazdaságos rendelési tétele nagyság és a LAUC (Lowest Average Unit

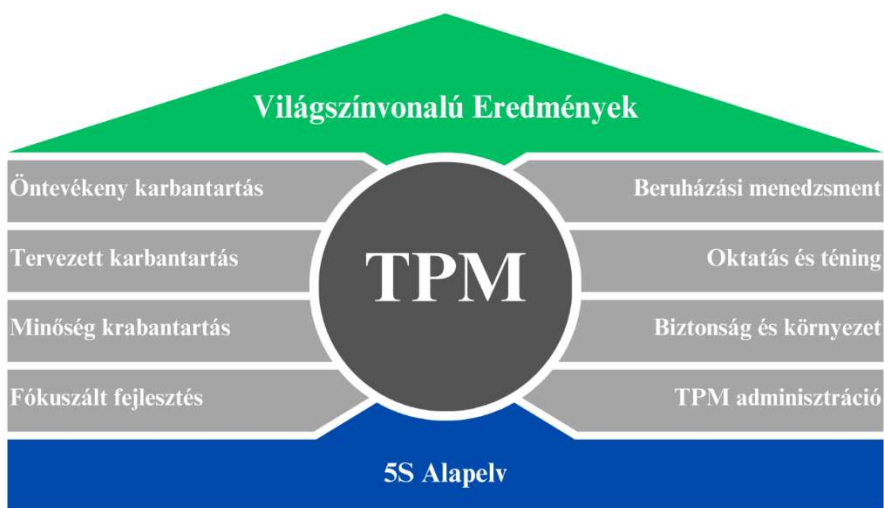
Cost) Legalacsonyabb átlagos egységköltség. Mind a két tényezőt olyan más értékek befolyásolják mint, a rendelés mennyisége, termelési folyamatok hatékonysága vagy alapanyagok költsége. A JIT alkalmazásával el lehet érni, hogy az EOQ és LAUC olyan alacsony legyen, ahol a gyártó biztosítani tudja a vevő által elvárt igényeket. [1],[7].

1.2.4. Kanban

A Kanban egy olyan kommunikációs eszköz a beszállító és vevő közötti kapcsolatban, amely a JIT rendszert kiegészíti, mégpedig olyan értelemben, hogy elősegíti az anyag áramlását, de csak bizonyos jelzés függvényében. Ez a jelzés eleinte kártyákkal történt és raktározási folyamatokban nyújt nagy segítséget hiszen, ha egy üres dobozt adunk át valakinek az nem fogja tudni pontosan, hogy mit és mennyit tegyen bele, de egy kanban jelzéssel pontosan meghatározható a megfelelő doboz mit kell tartalmaznia és milyen mennyiségben. Az egyszerűsége ellenére kiválóan alkalmazható kis és nagy vállalatoknál egyaránt, hiszen fő előnye a készletek minimálisan tartása, ezért nem igényel nagy leltárt [1].

1.2.5. Teljeskörű hatékony karbantartás

A TPM – Total Productive Maintenance (Teljeskörű Hatékony Karbantartás) megcélozza a nulla meghibásodást és a maximális hatékonyságot (6. ábra). Egy olyan rendszert jelent, amely folyamatosan fejleszti a hatékonyságot és termelékenységet bevonva az alacsonyabb-magasabb szinten dolgozó embereket a karbantartási folyamatokba. A hatékony működtetés szempontjából 8 részleg kell együtt dolgozzon úgy, hogy egyik a másikat ne akadályozza.



6. ábra – TPM modell

Forrás: (INTERNET 8), (saját fordítás)

Öntevékeny karbantartás (autonomous maintenance) – Az operátorok kezébe helyezi a felelősséget a rutinszerű karbantartások tekintetében: tisztítás, kenés, ellenőrzés.

Tervezett karbantartás (planned maintenance) – A meghibásodási arányok alapján a karbantartási feladatokat előre meghatározza.

Minőség karbantartás (quality maintenance) – Gyökérok-elemzés alkalmazása az ismétlődő minőségi hibák megszüntetésére

Fókuszált fejlesztés (focused improvement) – Olyan csoport, amely proaktívan együttműködik a berendezések működésének rendszeres javítása és fejlesztése érdekében.

Beruházási menedzsment (early equipment management) – A TPM révén szerzett gyakorlati ismeretek és a berendezés működésének ismeretének átadása az új berendezések javítása érdekében.

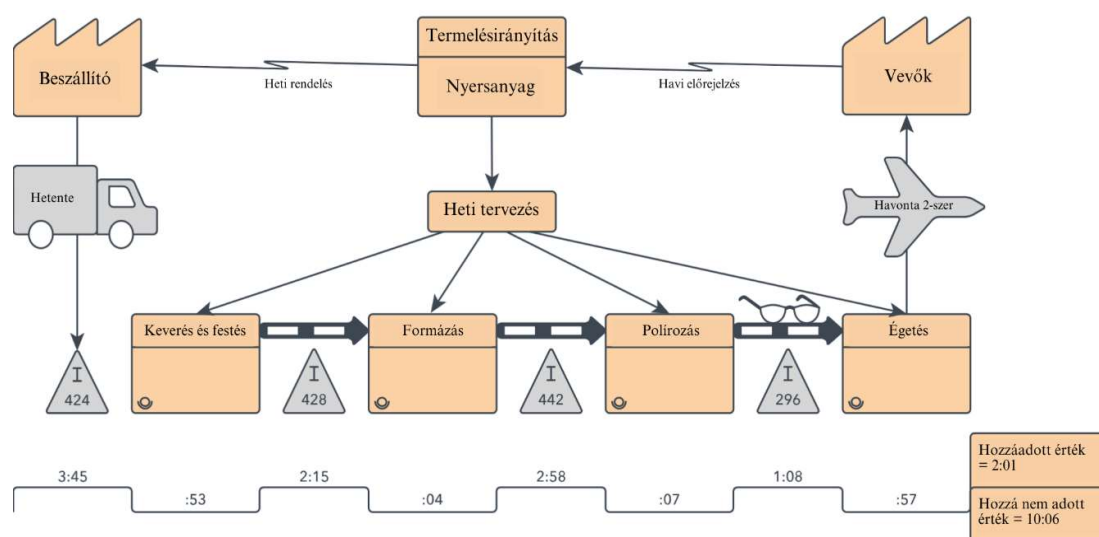
Oktatás és tréning (education and training) – A TPM által meghatározott célok elérése érdekében a szükséges tudásbeli hiányosságok kitöltése az operátorok, karbantartókra és vezetőkre nézve.

Biztonság és környezet (Safety, health and environment) – Biztonságos és egészséges környezeti feltételek fenntartása.

TPM adminisztráció (TPM in administration) – TPM-el járó adminisztratív ügyek kezelése: rendelések feladása, beszerzés és időbeosztás. (INTERNET 8), [7].

1.2.6. Értékáramlás feltérképezés

A VSM – Value Stream Mapping (Értékáramlás Feltérképezés) (7. ábra) olyan stratégiai eszköz, amely segítséget nyújt egy folyamat és annak veszteségei feltérképezésére. Ez a feltérképezés azt jelenti, hogy megvizsgáljuk a jelenlegi információ vagy anyag haladását, amely a beszállítótól egészen a vevőig terjed, annak érdekében, hogy elérje azt a szintet, amely célul volt kitűzve. A vizsgálat során egy olyan magasabb szintű betekintést nyerünk a folyamatba, melynek segítségével képesek leszünk megkülönböztetni az értéket teremtő és értéket nem teremtő folyamatokat. Az értéket nem hozzáadó lépéseket el tudjuk távolítani, míg az érték növelő folyamatokat tovább tudjuk fejleszteni. A célja az, hogy a jelen állapottól eljussunk a FVSM – Future Value Stream Mapping (jövő állapot térkép)-hez, amely az ideális állapotot ábrázolja [2],[6].



7. ábra – Jelen állapotú értékáramlási térkép (VSM modell)

Forrás: (INTERNET 9), saját fordítás

1.2.7. Kaizen

A Kaizen két japán szó együttese (Kai – változás, Zen – jobb), amely azt jelenti, hogy változás a jobb eredmény érdekében. A PDCA ciklus, amely a Kaizen egyik alapvető eszköze, lehetővé teszi a folyamatok folytonos kiértékelését és finomítását. A teljesítmény folyamatos javítására irányuló olyan tevékenység, amely nemcsak a nagy áttörő innovációkat célozza meg, hanem az olyan mindennapi tevékenységek egyszerűsítésére alkalmas kis méretű fejlesztéseket, amelyek alacsony költségvetésűek és mégis nagy mértékben csökkentik a veszteségek mértékét. A kaizen szemléletmód előtérbe helyezi a csapatmunkát és az együttműködést, hiszen a fejlesztésjavaslat kialakításában minden érintett személy bevonását ajánlja [7].

1.2.8. Jidoka

A Jidoka a TPS második pillére, mivel az előző fejezetben bemutattam, hogy Sakichi Toyoda volt az a személy, aki az automatizált szövőszék tervezésénél a gyakori minőségi hibák kiküszöbölésére egy olyan rendszert hozott létre, amely képes megállítani a gépet. A jidokat, tehát egy olyan jelzés, amely felhívja a gépkezelő személy figyelmét arra, hogy valamilyen rendellenesség történt vagy a jelenlegi helyzet eltér az alapállapottól és a gép nem tudja tovább folytatni a feladatot. Ez a jelzés lehet hang vagy fény, ezért a gépkezelő nem kell, hogy folyamatosan egy adott gép mellett legyen, hanem több gépet vagy más feladatot is el tud látni és csak akkor kell beavatkoznia, ha jelzést észlel. A jelző rendszert „andon”-nak is nevezik, azaz papír lámpás, amely a japán kultúrában egy nagy jelentőséggel bíró eszköz. Másik előnye

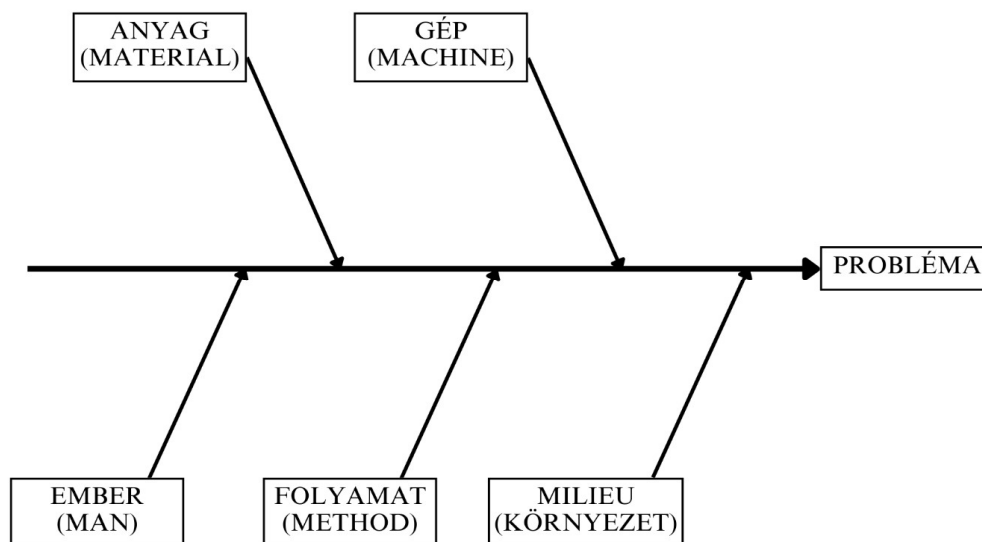
az, hogy nemcsak a probléma jelenlétét mutatja, hanem a gépkezelő személy akár manuálisan is el tudja indítani, abban az esetben, ha például minőségbeli rendellenességet tapasztal. Ehhez a lehetőséghez egy felelősségtudat is társul, hiszen a személy maga döntheti el, hogy mit tulajdonít megfelelőnek és mi az, ami már nem tartozik ebbe a kategóriába. A kezében lévő döntési lehetőség viszont eléri azt, hogy fontosnak érezze a feladatát, ezáltal motiváltabb lesz, hiszen értelmét látja munkájának [1].

1.2.9. Egyperces szerszámcseré

A SMED – Single Minute Exchange of Dies (Egyperces Szerszámcseré) olyan technikák sorozata, amely az termelésben lévő gépek 10 perc alatti átszerelési idejét célozza meg. A „One-touch setup” (Egyérintéses beállítás) kifejezés akkor használatos, amikor az átszerelés egy perc alatt valósul meg, viszont az igazi cél a „Zero setup” (Nulla beállítás), azaz egy átszerelés azonnali és semmilyen hatással nincs a folytonos termelésre. A módszert Shigeo Shingo fejlesztette ki a Toyotánál, ahol a kis tétel nagyságok voltak előtérbe helyezve, így tette lehetővé, hogy a hatékonyság ne romoljon a gyakori átszerelések miatt. A nagy sorozatú gyártásnak ez teljesen az ellentétje, ahol egy beállítással dolgoznak hosszabb ideig azért, hogy ne okozzanak veszteséget az átszerelésekkel. A Toyota és Japán akkori helyzete, viszont megkövetelte, hogy felgyorsítsák ezt a folyamatot [5].

1.2.10. Az 5M

Az 5M másnéven Halszáлка diagram vagy Ishikawa diagram (8. ábra) egy olyan vizualizációs probléma megoldási módszer, amely segítséget nyújt olyan komplex problémák megértésére, ahol több tényező kisebb-nagyobb mértékben van hatással a jelenségre. A diagram egy vízszintes nyílból áll, amely a megoldandó jelenségre mutat, ehhez kapcsolódik öt fő kategóriát képviseli. Leggyakrabban előforduló kategóriák közé soroljuk a: gép, módszer, személy, környezet és anyag, ezek a kategóriák angol neve mind „M” betűvel kezdődik, innen ered az „5M” elnevezés. A fő kategóriákat vonal köti össze a fő, vízszintes nyíllal, ezekre a vonalakra soroljuk az általunk felfedezett lehetséges okokat, amelyek megakadályozzák az ideális folyamat végbemenetelét. A lehetséges okok kivizsgálása egy ok-okozati (cause-and-effect) összefüggéshez vezet melynek során meg kell vizsgálni, hogy az adott feltételezésnek van-e tényleges hatása a problémára vagy sem [9],[10].



8. ábra – 5M diagram

Forrás: Saját szerkesztés

1.2.11. Az „5 Miért?”

Az „5 Miért?” analízis módszer azt a célt szolgálja, hogy azok a feltételezések, amelyeket az 5M-ben meghatároztunk megvizsgáljuk azt, hogy miért alakultak ki, a „Miért?” kérdés megválaszolásával. Addig ismételjük ezt a folyamatot ameddig eljutunk oda, hogy már nem lehetséges mélyebbre ásni a problémában és ilyenkor derül ki, hogy pontosan mi a rendellenesség eredeti oka, azaz gyökér oka. A legalább öt válaszadással minimalizálni tudjuk annak az esélyét, hogy a tényleges gyökér okot találjuk meg és nemcsak annak egy tünetét.

1.2.12. A „6W+2H”

A 6W+2H egy olyan problémamegoldó módszer, amelyben 8 jól strukturált kérdés megválaszolásával érünk el egy alapos betekintést a vizsgált folyamatba, ezáltal azonosítani lehet a rendellenességet és a megfelelő folyamat kifejlesztésére ad lehetőséget. A 6+2 kérdés az angol what? (mi), why? (miért), where? (hol), when? (mikor), who? (ki), which? (melyik) illetve a how? (hogyan?) és how much? (mennyire sok) tevődik össze és számos szakterületen alkalmazható például termelékenység növelésére, projektek vezetésénél, minőségi problémáknál, stratégiai tervezéseknél.

2. AZ UNILEVER MAGYARORSZÁG KFT. TEVÉKENYSÉGEI

2.1. A nyírbátori gyár telephelyének bemutatása

A gyár magyarországi története 1814-re nyúlik vissza, alapítója Mandel Eduárd. Az évek során különböző termékekkel bővült a gyár portfóliója, például olajat 1840-től, sört és likőrt 1875-től, szappant 1901-től gyártott. 1925-től téglagyártás vette kezdetét, 1945-től gyertyagyártással bővült majd 1992-ben Unilever Hungary Kft. lett belőle, amely egy jelentős mérőföldkőnek számított a gyár fejlődésében. Napjainkban a nyírbátori gyár (9. ábra) az Unilever működésének meghatározó szereplője, évente 347 millió darab flakont gyárt. A gyár 370 teljes munkaidős alkalmazottat foglalkoztat, és világszerte 32 helyre szállít termékeket. Az Unilever Magyarország Kft. emellett egy másik gyárat is üzemeltet a veszprémi Algida fagyaltgyárat.



9. ábra – Unilever Nyírbátori gyára

Forrás: saját szerkesztés

2.2. Gyártósorok bemutatása, „hole in the wall” flakon ellátó rendszer

Az Unilever nyírbátori gyárában 12 gyártósoron folyik termelés nap mint nap. Minden gyártósor a maga módján különleges, hiszen nincs két olyan sor, amelyen ugyanazt a terméket gyártanánk le, ezért minden sor külön névvel rendelkezik, amelyet egy-egy híres személy ihletett. Magyar személyek nevei is megtalálhatók, mint például Bíró László József, Rubik

Ernő, Neumann János vagy Semmelweis Ignác, megmutatva és nap mint nap emlékeztetve, hogy a tehetség és a kitartó munka meghozza a kívánt eredményt. A gyár széles termékpalettáján a legkisebb méretű flakontól a Cif súrolószertől, amely 250ml, egészen az 5 literes kannás Domestos-ig, minden megtalálható, ami a hazai boltok polcain megfigyelhető. A gyártósorok sebességének egyik meghatározó tényezője a flakonok mérete, illetve a hozzájuk tartozó doboz kiszerelés és azok mérete. A leglassabb sor, amelyen az 5 literes termékek dobozba kerülnek az a Gutenberg, amelyen 20 flakon/perces sebességgel folyik a termelés, míg a leggyorsabb a Bíró nevezetű sor, ahol 260 flakon/perces sebességgel készülnek el a 750ml-es Domestos-ok 4x5-ös kiszerelésben. E két sebesség között foglal helyet a gyár többi 9/10 sora, ahol 200 flakon/perces sebességre 3/4 sor képes. Vannak olyan sorok, ahol csak egy típusú flakonnal termelnek, úgynevezett monoform sorok, ahol csak a doboz kiszerelés és címke cserélődik a különböző termékeknek megfelelően, ilyen például a Rubik sor, amelyen Savo, Cif és Domestos 500ml-nél kisebb szórófejes termékei kerülnek csomagolásra vagy a Volta sor, ahol az 500ml-es Cif súrolószert 250 flakon/perces sebességgel igyekszik eleget tenni a vevői igényeknek.

A legtöbb gyártósoron tíz fő gépegység található meg: flakonrendező, töltő, kupakrendező, kupakoló, címkéző, soroló, robot, dobozzáró, mérleg és elevátor, de néhány soron kiegészülnek összetételő csigákkal, orientáló géppel és gőzalagúttal. Minden soron, minden gép az adott termékre van speciálisan tervezve és ezek beállításai részletesen dokumentálva vannak. Az operátorok felelősek a gépek folyamatos működéséért és a rendszeres kisebb méretű karbantartásukért, tisztításukért és zsírozásukért vagy olajozásukért.

A csomagolócsarnok fölötti szinten, a 720-on, a doboznyitó, kupakadagoló és palettázó gépek vannak, amelyek ezzel a megoldással biztosítják helykihasználtság szempontjából a leghatékonyabb megoldást. Hasonlóan innovatív megoldás a „hole in the wall” (lyuk a falban) rendszer, amely a flakonellátást biztosítja a soroknak a Serioplast gyár oldaláról. A Serioplast egy szállítószalagon juttatja el a flakonokat a gyár egyik csarnokából a másikba, ahol egyenesen a flakonrendező gépekbe kerülnek. Ezek a flakonok lehetnek helyben fűjtak vagy a gyár külső telephelyén fűjtak, amelyeket utólag szállítanak át az Unilever gyáregységébe. A nagy előnye ennek a rendszernek, hogy minimalizálja vagy teljesen megszünteti a flakonok raktározási lehetőségét, ezáltal rengeteg hely szabadul fel, így a gyár bővítésének tekintetében rendelkezésre áll.

A dolgozatomban bemutatott sor a gyár jelenleg egyetlen női névre hallgató sora, a lengyel származású Marie Curie vegyész és fizikus után, amelyet 2021-ben kezdtek el telepíteni és 2022 első negyedévében már a csomagolták is a különböző szórófejes termékeket (10. ábra). A termékek széles skálája megtalálható a soron: Cif, Domestos, Savo, Flóraszept, melyeket két flakon méretben tud a sor gyártani az 500ml és 750ml kiszerelésben. Mindkét méretben csak zsugorfóliás termék készül. A sor névleges sebessége 200 flakon/perc, minden termék esetében, függetlenül a doboz kiszereléstől is, ahol összesen 4 különböző típus van 2x3-as és 2x6-os felosztás mind a két flakon méret esetében. A névleges sebesség stabil fenntartásához a sor sebessége úgy van meghatározva, hogy az eleje és a vége gyorsabb legyen, mint a középén található töltő gép, amely a leglassabb pontja a sornak, ezért annak állandó sebessége szigorúan 200 flakon percenként.



10. ábra – Curie Sor

Forrás: Saját szerkesztés

A sor eleje a flakonrendező géppel kezdődik, ahova a kész flakon egy úgynevezett „hole in the wall” technológián keresztül kerül a csomagolósorra. Serioplastnál a külső vagy az Unilever belső gyáregységében a műanyag granulátumot felmelegítik és egy csövön keresztül extrudálják, hogy parizán (hosszú, hengeres cső) keletkezzen belőle. A parizánt egy formába helyezik, majd levegőt fújnak bele, hogy a műanyag a forma falához nyomódjon és felvegye annak alakját. A formákat annak érdekében, hogy megtartsák a formájukat és megszilárduljanak lehűtik és végül eltávolítják belőle a flakont. A kész flakonokat a külső gyáregységből a belső

gyáregységbe szállítják. Ebben a csarnokban minden gyártósornak külön tartálya van, ahova a megfelelő méretű és típusú flakonokat borítják és innen két veszteségmentes szállítoszalag segítségével jut el a flakon a csomagolósorra. A flakonrendező gépben megtörténik a csomagolóanyagok pozícionálása, a nagy sebesség biztosításához, viszont egyszerre két flakonrendező dolgozik. Az innen kikerülő flakonok két külön konvejoron haladnak a flakonösszeterelő orsókhoz, ahol egy konvejor pályára kerülve haladnak tovább. Ezt követően a flakonorientálóba kerülnek, ahol a töltéshez megfelelő irányba fordulnak. A még mindig üres flakonok eljutnak a töltő-kupakoló géphez, itt a töltésre kerül sor majd a szórófejes kupak szívószállal együtt felhelyezésre kerül, ezennel a csomagolóanyag lezárása megtörténik. Következő lépés a címkézés, amely a zsugorfóliával történik és egy gőzalagút segítségével tudunk végleges állapotba hozni, majd rákerül a borításra a gyártási kód. Az elkészült flakonok így már használatra készen állnak, de ahhoz, hogy eljussanak a boltok polcaira, a szállításukat is meg kell oldani, ezért dobozba helyezzük őket. A soroló gép 10 sorba 6-6 flakont rendez, így készíti elő a robot megfogó fejeinek a megfelelő mennyiséget. Összesen 18 flakont fog meg a robot és helyez be egyszerre 6 kis vagy 3 nagy méretű dobozba. A dobozzáró gép lezárja a dobozok tetejét, rákerül a gyártási dátum és végül egy mérleg biztosít arról, hogy a megfelelő mennyiségű termék van a dobozban. Ezután egy spirálevátoron a dobozokat a palettázó géphez szállítjuk, ahol a megfelelő elrendezés után a raklapra kerülnek és készen állnak a biztonságos kiszállításra.

2.2.1. Flakonrendező gép

Az Amsy cég által fejlesztett flakonrendező gép egy olyan iker rendeződobbal kialakított szerkezet, amely biztosítja sor számára a megfelelő mennyiségű flakont (11. ábra). A gép teljes méretét illetően 4,5 méteres hosszal, 2,4 méteres szélességgel rendelkezik. Elektromos energiaigénye 3 fázisú 25A-es áramerősség, 400 V-os feszültséggel. A gép levegőszükséglete 5 ± 1 bar-on átlagosan 600l/perc, mindez a fűvókák és a flakonok dobban való mozgása 88dB-es zajt generál. Főbb egységei a váz, behordószalag, rendező dob, továbbító szalagok és orientáló tárcsa, szállítoszalag, illetve flakonösszeterelő csiga. A berendezés feladata, az 500ml és a 750ml-es flakonok mozgatása, rendezése, álló helyzetbe állítása, a szállítoszalagra való kiadagolása, majd összesorolása egy szállítoszalagra. A flakonok beadagolása a behordószalagon keresztül történik a két rendező dobba, ami a gép felső részének közepén történik, ami egyidőben biztosítja az egyenletes adagolást, ha elegendő flakon került a rendező dobba, a fotócella leállítja a flakonbehordó szalagot mozgó csigahajtóműves motorokat és megáll a további flakon beadagolás.



11. ábra – Flakonrendező gép, primer oldal

Forrás: Saját szerkesztés

Ezután a rendező dobba került flakonok egy előorientált helyzetbe kerülnek, amit a cserekorongok és a terelőkúp, dob palást között kialakított csatornában vesznek fel. Így összesen két lehetséges esetet különböztetünk meg a flakon keskenyebb oldalán való haladás tekintetében, a flakon szája a dob forgás irányával azonos vagy ellentétes irányba állhat, bejutva a továbbító szalagok közé. A nem a keskeny oldalukon haladó flakonokat a kidobó lapát kényszeríti egy újabb körül fordulásra, így lehetőséget biztosítva a megfelelő pozíció felvételére és megakadályozva a termelési folyamat leállítását. Az ideálisan haladó flakonok a hevederrendszerhez eljutva először a felső lenyomó szalaghoz jutnak, amely a rendeződob kijáratánál közvetlenül helyezkedik el, ez a szalag biztosítja a gyorsabb haladást, így elkerülve a flakonok összeakadását vagy beszorulását a csatornába. A hevederrendszer további részei párosan futnak és két oldalról párhuzamosan folyamatosan támasztják meg a flakonokat. A második szakasz az ütemadó szalagpár, amely felel a flakonok közötti megfelelő követési távolság kialakulását biztosítja, ez egy kisebb sebességű szalagpár, mivel a negyedik részben levő rendező szalagpár a flakonokra kihúzó hatással éri el, hogy köztük megfelelő legyen a távolság. Ennek a távolságnak a növelésére a harmadik részben elhelyezkedő gyorsító görgők gondoskodnak, melyek lengőkaron rugóval elé vannak feszítve egymáshoz képest, így a flakon egyedi geometriáját lekövetve tudja kifejteni optimális hatását. A negyedik szakasz után az

orientáló tárcsa segít az azonos állapot elérésében. A flakonszájjal előre érkező flakonokat úgy kell fordítani, hogy az ötödik hevederszakaszba, a kihordó szalagba érkezve a flakon szája hátrafelé álljon. A nem megfelelő flakonok fordítását egy rugóterhelésű, lökéscsillapítóval ütköztetett mechanikus kar végzi, amelynek végkialakítása a flakon szájához igazodik. A rendezőtárcsából a belső terelőelem kényszeríti ki, a flakon szájjal hátrafelé fekvő pozícióba kerül a kihordó szalagok közé. Az első kihordó szalagpár végén az átadási pontnál egy belső támaszték található, amelynek a flakonfenék nekiütközik és a flakon az ütköző elem körül elfordulva feláll, szájjal fölfelé, majd a második kihordó szalagpárról végül a szállítoszalagra kerül. [11]

2.2.2. Flakonösszeterelő gép

A két szállítoszalagról érkező flakonokat a flakonösszeterelő gép segítségével tudjuk átsorolni egy szalagra, ami csigák segítségével történik (12. ábra). A csigák speciális menetkialakítása lehetővé teszi a két sorból érkező flakonok probléma mentes egy sorba történő összerendezését nagy sebességnél is. A két csiga tengelye csapágyazott tartókon van rögzítve, lehetőséget nyújtva a különböző flakonméret állításához. Hajtásuk együttesen végzi egy 0,55kW-os teljesítményű hajtómotor. A motor által szolgáltatott nyomatékot oldalanként kardántengelyek könyök hajtóműveken keresztül továbbítják a csigatengelyekre, ami hozzájárul az egyenletes sebességen való működés fenntartásához. A gép hossza 3,3m és szélessége 0,85m, melyen a flakonok áthaladva egy konveijoron jutnak el a flakon orientáló gépig.



12. ábra – Flakonösszeterelő gép

Forrás: Saját szerkesztés

2.2.3. Töltő-kupakoló gép

A csomagolósor egyik legkomplexebb gépe a francia Serac cég által fejlesztett töltő gépet és a prototípusként készített kupakoló gépet egy berendezésként foglalja magába (13. ábra). A berendezés hossza 5m, szélessége 2,7m és magassága 3,2m, így az egyik legnagyobb gép a soron. Három behordó csiga, egy 36 fejes töltő egység, hat darab csillagkerék és egy 16 fejes kupakoló alkotja. A flakonok a behordócsigákon keresztül érkeznek meg a flakon orientáló géptől, amely átadja a flakonokat az első csillagkeréknek, amely beforgatja a flakonokat a töltőfejek alatti mérlegcellán levő tálcára, ahol a gép század ml pontossággal képes adagolni a megfelelő méretű flakonba a kívánt mennyiségű terméket. A töltés közben a töltőfejek képesek korrigálni magukat, így minden esetben garantált a megfelelő mennyiség. Ezután a flakon eljut a kupakoló fejek alá, ahol a szórófejes kupakok egy behordó tárcsáról elvéve kerülnek fel a flakonra. Abban az esetben, ha bármilyen rendellenesség történt ez a két folyamat alatt, a gép kimeneténél kiterelő lapátok segítenek a nem megfelelő termék kivételében a gyártási folyamatból. Esetlegesen előfordul hibák lehetnek a nem megfelelő töltési súly, kupak nélküli termék vagy rosszul kupakolt termék.[12]



13. ábra – Töltő-kupakoló gép

Forrás: Saját szerkesztés

2.2.4. Kupakrendező gép

A dobozból kikerülő szórófejes kupakok megfelelő szállításáért a flakonig az Erre Enne gyártású kupakrendező gép végzi a feladatot (14. ábra). A csomagoló csarnok fölötti részen, a 720-on, az operátor egy 4,3m hosszúságú, 0,82m szélességű és 0,75m mélységű tartályba ömleszti a kupakokat. Amelyek egy 0,37kW teljesítményű villanymotorral meghajtott szállítószalag segítségével jutnak le a csomagoló csarnokba. Ott egy másik kisebb fogazatú műanyag veszteségmentes szalagon a flakonrendező gép dobjába kerülnek. Hasonló módon, mint a flakonrendezőnél, itt is a kupakokra ható centrifugális erő hatására a dob szélére kerülnek, szívószállal fölfelé mutatva, ahol külön-külön kialakított fészkekbe kerülnek bele, majd a kiterelő csatornába kerülnek. A kiterelő csatornában megtörténik a kupak csatornába való átadás. Itt a kupakokat a szívószáluktól megtartva megfelelő pozícióba orientálódnak és így haladnak tovább a kupakbehordó csatornán az úgynevezett c-íven keresztül, amely egy félkörív, ahol a kupak megfordítására kerül sor. A c-ív alján megtörténik a behordó tárcsára való átadás, ahonnan a 16 kupakoló fej percenként összesen 200 flakont képes kupakkal lezárni.



14. ábra – Kupakrendező gép

Forrás: Saját szerkesztés

2.2.5. Csomagológép

A csomagológép három fő egységre osztható soroló (15. ábra), dobozfordító és csomagoló részre. A gépet a német ETT vállalat gyártotta. Egy olyan komplex szerkezet, amelyben a gőzalagútból kijövő zsugorfóliázott flakonokat, a 720-ról érkező alul zárt, felül nyitott dobozokba képes automatikusan belehelyezni, majd a dobozzáró géphez szállító szalagon továbbítani. A gép maximális állandó kibocsátási sebessége 220 flakon/perc, azaz 2x3-as doboz kiszerelésből 36 percenként és 2x6-os kiszerelésből, pedig 18 percenként.

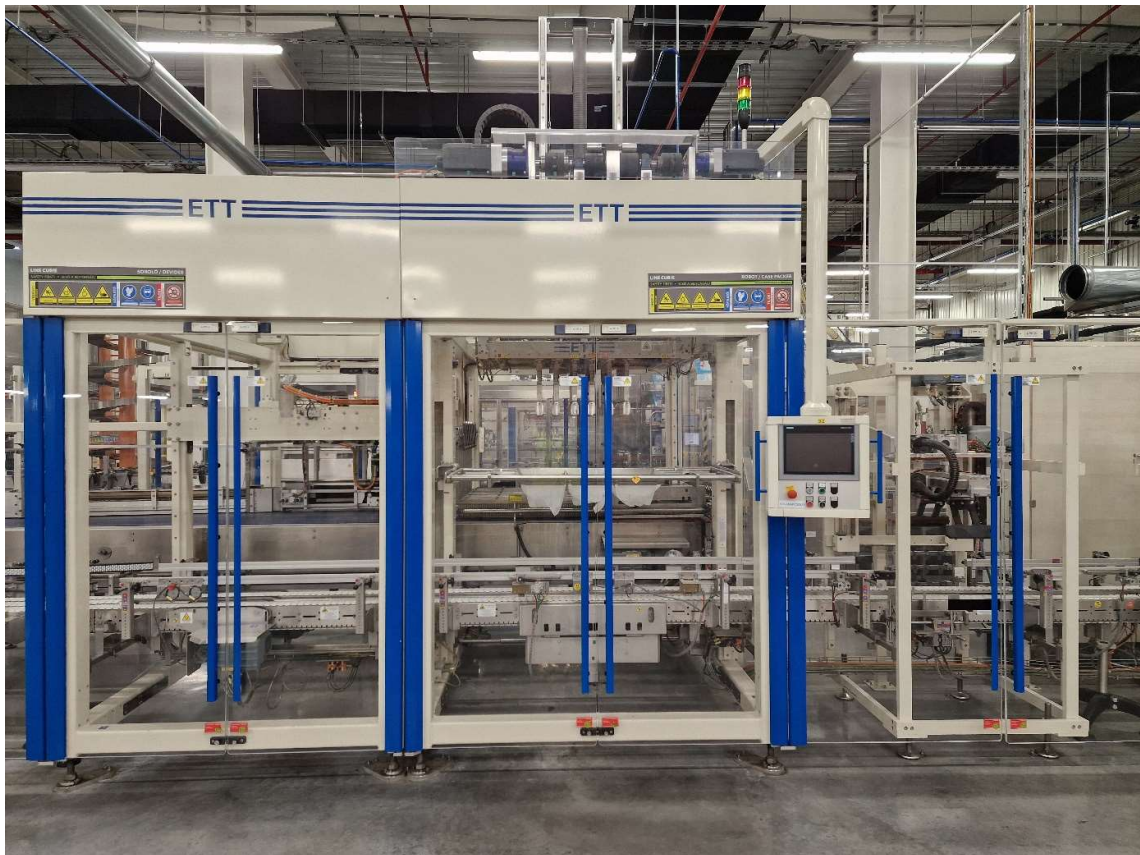


15. ábra – Soroló gép

Forrás: Saját szerkesztés

A soroló gép három darab egymással párhuzamosan futó műanyag szállítószalagból áll, melyet egy 0,55kW teljesítményű motor hajt és 32 m/perc-es sebességgel szállítja a flakonokat. A szalag bevezető részén található a sorfelosztó berendezés, amely egy 0,55kW-os teljesítményű szinkronmotor vezérel és kizárólag oldalirányú mozgásra alkalmas 40m/perc-es sebességgel. A sorfelosztó a flakonokat tíz csatornába rendezi és mindegyikbe fotócella segítségével hat flakont enged be. A hat flakon szórófejjel előre tekintve halad és a csatornába

való sorolás hatékonyság növelése érdekében az következő sorrendben sorol: 1-2-4-5-6-8-10-9-7-6-5-3-1, ezáltal csökken a sorfelosztó mozgási ideje két csatorna között. A csomagoló részben (16. ábra) levő megfogó fejek egyszerre 36 flakont képesek megfogni és szállítani, speciálisan az aktuális szórófejre kialakítva. A megfogó fejek egy 1300x800mm keretre vannak felhelyezve és a doboz kiszerezésnek megfelelő távtartókkal szabályozható azok mozgási tartománya. A keret az x-y tengely mentén képes mozogni, egy-egy szervomotor által vezérelt bordás szíjon vezetve mind a két irányba. A megfogó fejek leereszkednek a flakon kupakjáig, (ez encoder által van nyomon követve) megfogja a kupakot és a 36 darab flakont az y tengelyen fölemeli, az x tengelyen eltolja az ejtőkeretig, amely alatt a dobozok helyezkednek el, majd az y tengelyen elkezd csökkenni 300mm-t, majd elengedi a flakonokat. Az ejtőkeret alatt 3 nagy doboz fér be, melynek mérete 373x224x299mm, ezeket szükséges a 720-ról leérkező helyzetüktől elfordítani 90°-al, tehát merőlegesen a haladási irányra, a bepakolás idejére, ebben segít a dobozfordító berendezés. A kis dobozok mérete 223x190x299mm, ezeket nem kell elfordítani, sőt kétszer annyi fér el az ejtőkeret alatt, mint a nagy dobozból, ilyenkor a csomagoló gép egyszerre képes megtölteni mind a 6 dobozt termékkel. [13]



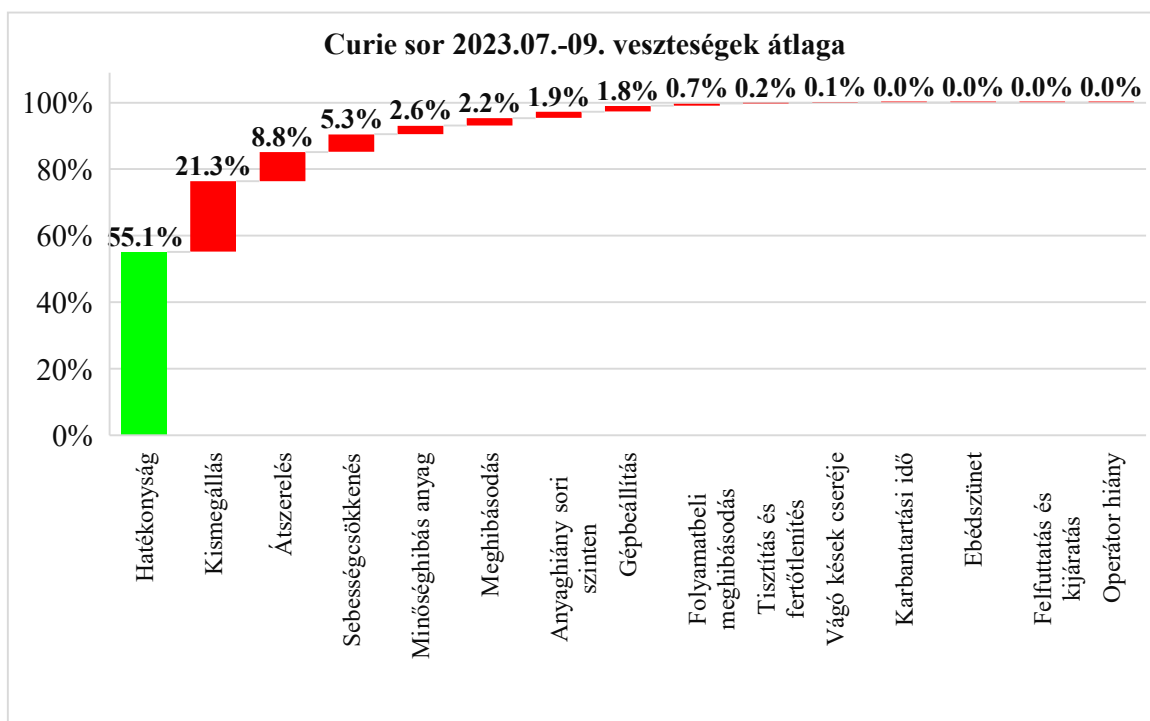
16. ábra – Csomagológép

Forrás: Saját szerkesztés

3. EREDMÉNYEK

3.1. Az adott gyártósor elemzése

Az Unilever Nyírbátori gyárában a legújabb sor a Curie gyártósor, a kezdeti nehézségek ellenére, ami egy prototípussal jár, sikerült elérnie 2023 közepére az átlagos 55,1%-os általános hatékonyságot, átlagos 60,5%-os termelési hatékonysággal. Veszteségek terén, ahogy a 17. ábra mutatja 21,3%-os kismegállással, melyhez 5,3%-os sebességcsökkenés társul, illetve a másik nagy veszteség az átszerelések ideje, amely 8,8%-ot jelent.



17. ábra – Curie sor vízszintes diagram a veszteségekről

Forrás: Saját szerkesztés

A gyár saját fejlesztésű rendszerének, a Minervának, a hibanaplózásából gyűjtöttem össze az adatokat és Excel táblázatba rendezve készítettem el a megfelelő diagramokat. Ez a hibanaplózási rendszer úgy van kialakítva, hogy automatikusan határozza meg az állás kezdetét és végét, ebből meghatározza az állás hosszát, a sor nevét, az operátor nevét, aki a következő adatokat tölti be a rendszerbe: gép, gép részegysége, gépállás oka, illetve, ha szükséges akkor megjegyzést is tud írni. A három főbb veszteségforrás, tehát a kismegállás, sebességcsökkenés és átszerelés, ezek a fogalmak megértése alapvető helyes kivizsgálás elvégzése érdekében. A kismegállások minden olyan állásidőt magukba foglalnak, amelyek 10 percnél rövidebbek és nem betervezett a termelési folyamatban. A sebességcsökkenés kapcsolódik a megállásokhoz, hiszen azt, a rövid időt foglalja magába ameddig a sor a névleges sebességről, 200 flakon/perc,

lecsökken 0-ra és induláskor meg 0-ról ameddig a sor eléri a 200 flakon/perces termelési sebességet. Az átszerelés azokat a tevékenységeket foglalja össze, amelyek tervezettek és ez az idő alatt az operátorok különféle feladatot kell végrehajtsanak:

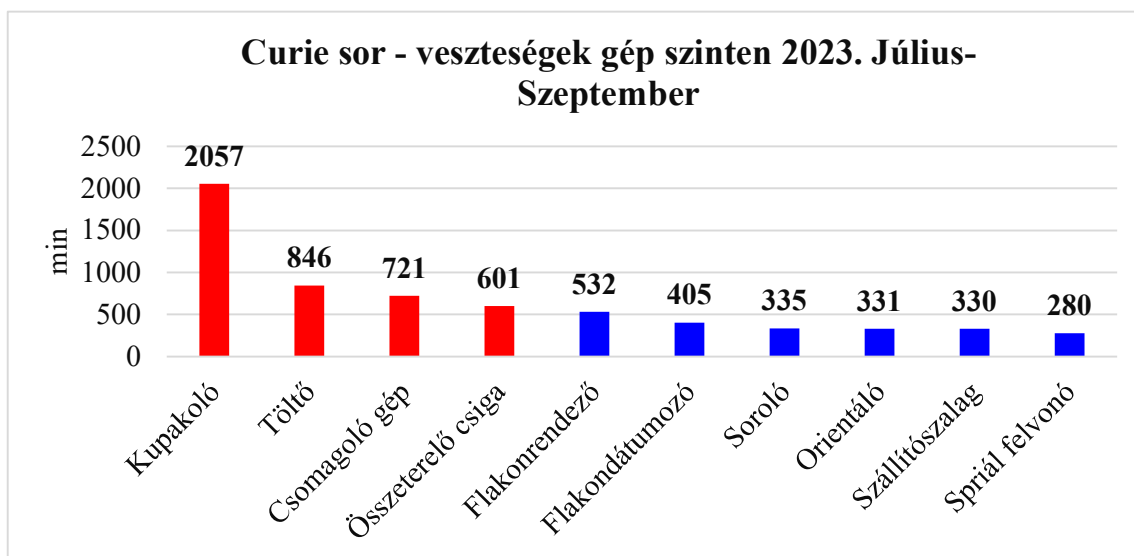
Méretváltás – A teljes sor átszerelése egyik flakonméretről a másikra.

Robot méretváltás – Csak a csomagológépet kell átszerelni dobozkialakításnak megfelelően.

Termékváltás – Csak a termék és annak csomagolóanyagai (címke és doboz) változnak.

Cikkszámváltás – Csak a csomagolóanyagok változnak.

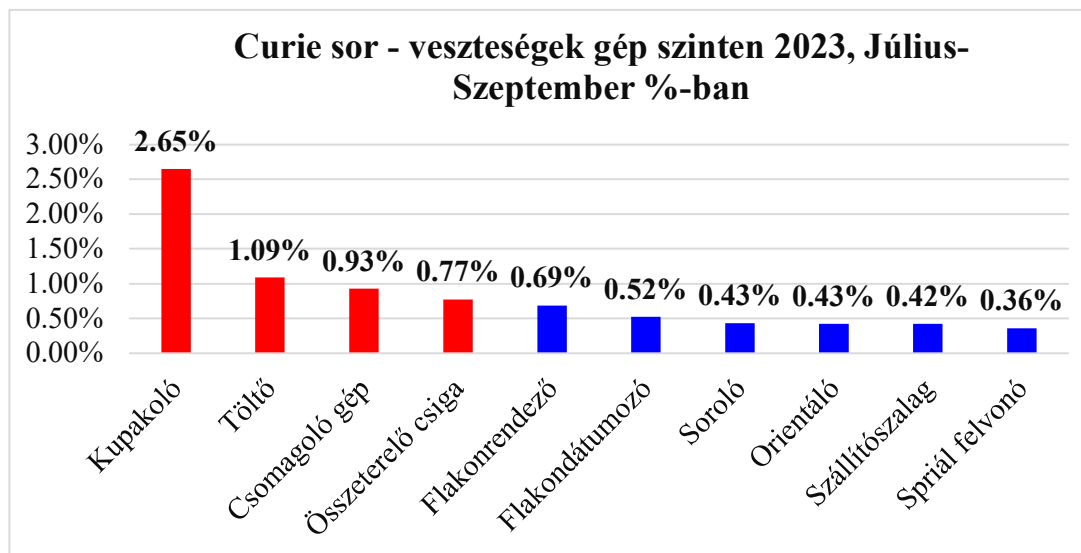
A Pareto-elv alapján a veszteségek 80%-a a legfőbb veszteségek 20%-ból származik, ez az elv alapján összegyűjtöttem a 2023 Július-Szeptember hónapokban keletkezett kismegállások összidejét, és ebből kiválasztottam a 10 legjelentősebbet, amelyek eloszlása a 18. ábra szerint alakult.



18. ábra – Curie sor oszlop diagram a veszteségekről gépszinten.

Forrás: Saját szerkesztés

A diagramon látható első 4 kritikus területen végeztem kivizsgálásokat, melyek közül párat a következő fejezetben fogok részletesebben bemutatni. Abban az esetben, ha összehasonlítjuk a rendelkezésre álló idővel, 77659 perccel, a 18. ábrán megjelenő értékeket, akkor megkapjuk a veszteségeket százalékban (19. ábra), tehát a sor hatékonyságához tudjuk majd mérni.



19. ábra – Curie sor oszlop diagram a veszteségekről gépszinten százalékban

Forrás: Saját szerkesztés

3.2. Kivizsgálás folyamatának bemutatása PDCA ciklussal

Az Unilevernél elkezdett tevékenységem először a folyamatok megismerésével kezdődött, tehát az október a sori tevékenységek és a Curie sor gépeinek működésének megismerésével telt. A november hónap az Unilever problémamegoldó rendszerének a megismerésével, így tehát a hónap végén el tudtam kezdeni azokat a problémákat kivizsgálni, amelyek július és szeptember között a legtöbb veszteséget okozták. Kivizsgálásaimat PDCA (tervezni – tenni – ellenőrizni - cselekedni) ciklusban végeztem el és ennek megfelelően kerülnek majd bemutatásra is. A 19.ábrán megjelölt négy gép mindegyikét külön-külön fogom bemutatni a probléma észlelésétől egészen a megoldásig, majd a következő fejezetben részletezem az elért eredményeket.

3.2.1. Kupakoló gép

A kupakoló gép három hónap alatt 2057 perc (34,3 óra) állásidőt generált 810 darab állásból, tehát havonta átlagban 685,7 percet (11,4 óra), amely 270 állást eredményez. Ez a veszteség miatt havi szinten átlagosan 137.000 termékkel kevesebbet tudott termelni a sor csak ez az egy probléma miatt.

Első lépés a tervezés, ezért meg kellett határozni a folyamatot, amellyel a kivizsgálást fogom végrehajtani. Az Unilever Manufacturing System (Unilever Gyártási Rendszer) gyökérok elemzés (20. ábra) lépéseit követtem és célul tűztam ki, hogy az állásidőt a felére csökkentssem. A 20. ábrához végzett adatgyűjtésem alapján a legnagyobb veszteség a kupakoló gépnél

1. **Köddös probléma leírás**
Menj a probléma helyszínére
Használd a 6W2H-t és 5G-t
Ok és okozat összefüggések
Ok(ok) azonosítása

2. "5 Miért?" a problémára
"5 Miért?" a rendszerre

3. Ötletek megvalósítása és visszamérése

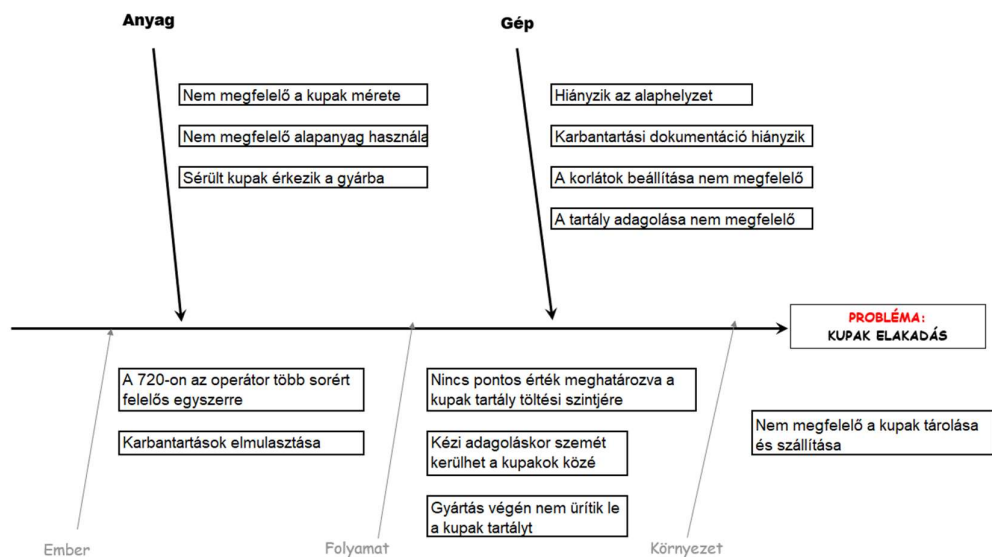
4. Eredmények fenntartása

5. Szabványosítás és kiterjesztés

Forrás: Saját szerkesztés

Forrás: Saját szerkesztés

A részletes megoldásban az 5G minden folyamatát betartottam, ebben a 6W2H dokumentáció nyújtott segítséget (1. sz. melléklet). Ebben a dokumentumban a jelenség leírásával kellett kezdenem: A kupakokat a 720-on egy 4,3m hosszúságú, 0,82m szélességű és 0,75m mélységű tartályba borítja az operátor, ahonnan két veszteségmentes szállítószalagon került a kupakrendező gépbe a kupak. A kupakok a rendező forgó betétjeiben kialakított fészekbe kerülnek fejjel lefele és a centrifugális erő hatására, majd átkerülnek az orientáló részhez. Átadásnál előfordult, hogy beszorult a kupak a forgó rész és az orientáló pálya korlátja közé. Az orientálónál van esély arra, hogy a szívószál nélküli kupak, illetve a helytelenül orientált kupak kikerüljön a folyamatból állásidő okozása nélkül. A megfelelő orientáció után a kupakok a kupak csatornán haladnak tovább, amely egy 3 méter hosszú egyenes szakasz, itt több helyen is elakadtak olyan kupakok, amelyek szára görbe. Tovább haladva a kupakok egy félkörív mentén megfordulnak, amelyben szintén jelentkezett elakadás, majd az átadó tárcsára kerülnek a kupakok és végül a flakonra. Következő lépésekben a hibátlan állapotot kellett megfogalmazni, itt az operátorok és fókusztechnikus segítségével végeztem el a leírást, majd az azt követő részben is hozzájuk fordultam, ahol az alaphelyzetre vonatkozó beállításokat kell ellenőrizni. Megvizsgáltuk a kupakrendező gép és kupakoló gép beállításait, de nem találtunk eltérést. Megmértünk 25 kupakot a beérkező dobozból és mindegyik a műszaki adatlapjának megfelelően tűréshatáron belül volt. Leellenőriztem az öntevékeny karbantartást, a szakmai karbantartást és egyéb rendellenességek jelenlétét, amely a gépekhez vagy a problémához köthető, itt már jelentkeztek olyan problémák, hogy nincs dokumentálva a karbantartás, de rendellenesség, viszont nem volt tapasztalható. Az alaphelyzetre való beállításhoz nem találtam dokumentációt, ezért azt is feljegyeztem, tehát már két rendellenességet kellett megoldani, így a következő lépéshez jutottam, az 5M diagramhoz (22. ábra). Ebben lépésben megvizsgáltam a probléma lehetséges gyökérokait, amelyeket öt kategóriára osztottam: anyag, gép, ember, folyamat és környezet. Végül mind a két területen a gyártósoron és a 720-on is találtam hiányosságokat.



22. ábra – 5M diagram (részlet a kivizsgálásból)

Forrás: Saját szerkesztés

Második lépésben a javaslatokat valósítottuk meg, amelyeket szintén dokumentáltam és utólag visszaellenőriztem hatékonyságukat, amit a következő fejezetben fogok bemutatni. Az első javaslat: a teljes szakasz, ahol a kupak végigmegy, a kupakrendezőben és a töltő-kupakoló gépben, a takarítást el kell végezni és dokumentálni kell a tisztítás folyamatát. A második javaslat a kupaktartály oldalain levő nyílások lezárása és a tartály töltési szintjének meghatározása. A harmadik javaslat egy leszorító függöny felszerelése a tartály végére, amely szabályozza a kupakok veszteségmentes szállítoszalagra történő átadását.

2.2.2. Töltő és Csomagoló gép

A töltő és csomagoló gép esetében mivel problémák jellege hasonló volt, ezért egyszerre mutatom be őket. A töltőgép három hónap alatt 846 perc (14,1 óra) állásidőt generált 189 darab állásból. Havi szinten a 63 darab állás 282 perc (4,7 óra) állásidőt eredményezett. A csomagoló gép helyzetében a három hónap alatt 721 percnnyi (12 óra) állásidő keletkezett 396 darab állásból. Havi szinten átlagosan 240 perc (4 óra) állásidőt okozott 132 darab állásból. A két gép együttesen 8,7 óra kihasználatlan időt okozott havonta, amely alatt a sor 104.400 flakont töltött volna meg és csomagolt volna be.

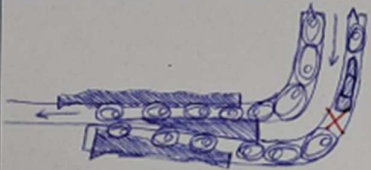
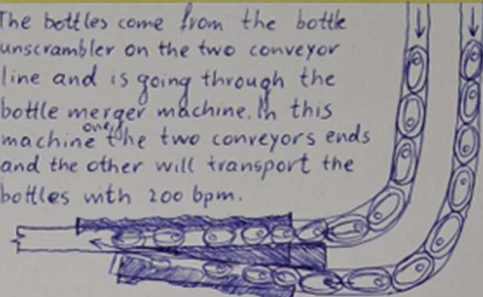
A Minerva rendszer alapján mind a két gépnél a flakon borulás és flakon karambol volt a legmeghatározóbb, de a csomagoló gépnél a doboz elakadás is jellemző volt. Az állások időpontjából következtetve azt vettem észre, hogy ezek a problémák átszerelések, méretváltások után jelentkeznek sűrűbben, az első órában akár 4-5 alkalommal, majd egyre csökken az arány és órákon keresztül nincs ehhez kapcsolódó probléma. A következő első

Az ilyen helyzetekre tökéletes megoldás a 6W2H, hiszen a dokumentáció második részénél már meg is követeli, hogy a teljes gépet alapállapotba kell helyezni, ez vonatkozik a beállítási pontokra is. Tehát a feladat adott volt, mindegyik gépen meg kellett határozni az adott méretre a megfelelő beállítási pontok értékét, jelölni a soron és betartani azok használatát.

2.2.3. Flakonösszeterelő csiga

A flakonösszeterelő csiga a flakonrendező utáni gép, amelynél a két szállítószalagon érkező flakonokat egy szállítószalagra vezetjük át és innen haladnak tovább az orientáló géphez. 2023-ban július és szeptember között 601 perc veszteséget okozott 426 darab flakon borulás, amely átlagosan számítva havonta 200 percnyi állást igényelt, tehát 40.000 flakonnal tudott volna többet termelni a sor.

A probléma a flakonösszeterelő csigánál a Minerva rendszer alapján csak flakon borulást rögzített, mind a két típusú flakonnál, de nagyobb mértékben a kisebb flakonokra volt jellemzőbb. A kivizsgálási dokumentációban a 6W2H lépései alapján (24. ábra) azt vettem észre, hogy az egyik szalagon gyakrabban borulnak a flakonok, mint a másikon. Következő lépés a halszájka diagram, amely alapján az ok-okozati összefüggésekben megvizsgáltam a lehetséges javaslatokat. Azt állapítottam meg, hogy a flakonok haladási sebessége és a csigák forgási sebessége okozhatja a flakonok borulását.

6W2H for Equipment & Material Losses		
Line/Machine <i>Curie; Bottle Merger</i>	Date and hour: <i>2024.01.23 08:30</i>	Completed by: <i>VASS MARK</i>
Initial Problem Statement: <i>Bottle overturning</i>		
Draw & Describe the phenomenon that happens (Equipment/Material related). Go to the floor, observe the loss while you see the problem and draw. DO NOT assume! Use a camera to better understand the problem. Draw until you understand where the issue happens and not where it stops downstream. WHAT - Describe what phenomenon is happening to the component / product in relation to the component part(s) of the machine. HOW - Describe how the phenomenon is happening WHERE - Describe where the issue is. Can you put your finger on it?		Draw & Describe the phenomenon that should happen (the target state). Refer to existing standards (e.g. WPA and equipment drawings if available).
<i>The bottles come from the bottle unscrambler on the conveyors, hit the bottle in the front of them and the bottle which was in motion overturns on the conveyor.</i> 		<i>The bottles come from the bottle unscrambler on the two conveyor line and is going through the bottle merger machine. In this machine the two conveyors ends and the other will transport the bottles with 200 bpm.</i> 

24. ábra – 6W2H részlet

Forrás: Saját szerkesztés

Az szállítószalagok sebességét leellenőriztem, 215 és 210 flakon/perc volt, viszont az összeterelő csigák leállításának nem volt egy meghatározott lassulási szakasza. A legjobb javaslat

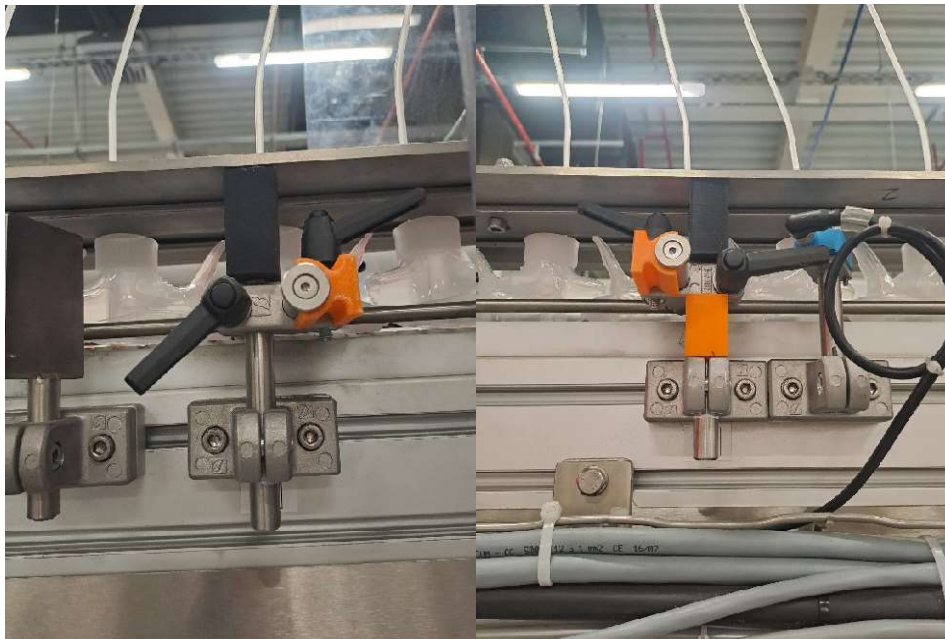
tehát a szállítószalag és az összetereelő csigák sebességének az optimalizálása, ezért szükségem volt PLC programozóra és egy fotoelektromos érzékelőre.

3.3. Az elért eredmények és a jövőbeni tervek

A három bemutatott kivizsgálás mellett még több kisebb fejlesztés és optimalizálás segített abban, hogy az eltelt 10 hónap alatt a kívánt eredményt el tudjuk érni. A megfelelő összehasonlítás érdekében ugyanúgy három hónapra visszamenőleg elemeztem a sor állásainak idejét, de havi felbontásban is be fogom mutatni a kivizsgálások hatását a kismegállásokra nézve.

3.3.1. Kupakoló gép

A három kritikus helyen, amit az adatgyűjtések után meghatároztam, leghamarabb a soron levő problémák megszüntetését céloztam meg. A kupakrendező és töltő-kupakoló gép közti csatornában, a kupakcsatornában, gyakran elakadtak a kupakok és kézzel kellett őket megmozgatni ahhoz, hogy tovább haladjanak. Itt az operátorok gyakran állítottak, megfelelő beállítási értékek hiányában. Ezért ezt a jelenséget, úgy szüntettem meg, hogy a kupak műszaki rajza alapján, úgy állítottam be az oldalsó és felső korlátokat, hogy 1 milliméternyi hely maradt holtjártékként. Mivel megfelelő volt a beállítás, standardizálás érdekében 3D-ben nyomtatott távtartókat készítettem (2. sz. melléklet), amelyeket az adott pontra illesztve a megfelelő értékre állítja be a korlát távolságait. (25. ábra)



25. ábra – Távtartó fejlesztésének folyamata

Forrás: Saját szerkesztés

A távtartók végleges kialakítása után (26. ábra) az elakadás teljes mértékben megszűnt az adott szakaszon.



26. ábra – Távtartók, végső állapot

Forrás: Saját szerkesztés

Továbbiakban a gépek öntevékeny karbantartási folyamatában hajtottam végre változásokat, ugyanis számos levegőbefűvási helyen figyeltem meg poros, olajos szennyeződést (3. sz. melléklet). A gyárban használt levegőszűrő berendezések képesek megszűrni a kompresszorokból érkező levegőt, viszont a kupakok szállításával járó szennyeződések ellen kevés intézkedés volt létrehozva. Ennek megfelelően ellenőriztem a kupakrendező géptől a flakonokig tartó szállítási szakasz, minden olyan pontját, ahol levegő befűvás történik. Az öntevékeny karbantartási folyamatok tisztítási lépését kiegészítettem, így csökkentve a szennyeződések okozta elakadásokat.

A fejlesztési javaslatok további része a 720-as területhez köthető, ide kerülnek az új kupakok és itt történik az adagolásuk a kupakadagoló tartályba. Gyakori probléma volt a megtört szárú kupak leérkezése a sorra. A gyárba érkező kupakok közül a szállítás során egyetlen sérült kupakot sem találtunk 3 doboz átvizsgálása során, így kizártam azt a lehetőséget, hogy szállítás során sérülnek meg. Az adagoló tartálynál, viszont több problémát is megfigyeltem: szűk nyílások voltak a tartály oldalán, ahova a kupakok szára be volt szorulva, az operátorok nem követik az előírt adagolási szintet, túltöltik a tartály, ezért nagyobb mennyiség kerül a

vesztésmentes szalagra, mint amennyi szükséges lenne. Olyan megoldást kellett alkalmazni, amely egyértelmű és megkönnyíti az operátor feladatát. A tartály oldalán levő nyílásokat lezártam és a tartály maximális töltési szintjét jól észrevehető piros vonallal szemléltettem. A javaslatok alkalmazása ellenére, még mindig gyakori volt a görbe szárú kupak jelenléte a soron. Tovább vizsgáltam az esetet és arra a következtetésre jutottam, hogy annak ellenére, hogy alacsonyabban van a töltési szint, az adagolás nem folyamatosan történik, hanem nagyobb mennyiségek kerülnek a veszteségmentes szállítószalag lemezei közé. (27. ábra)



27. ábra – Kupakadagoló tartály

Forrás: Saját szerkesztés

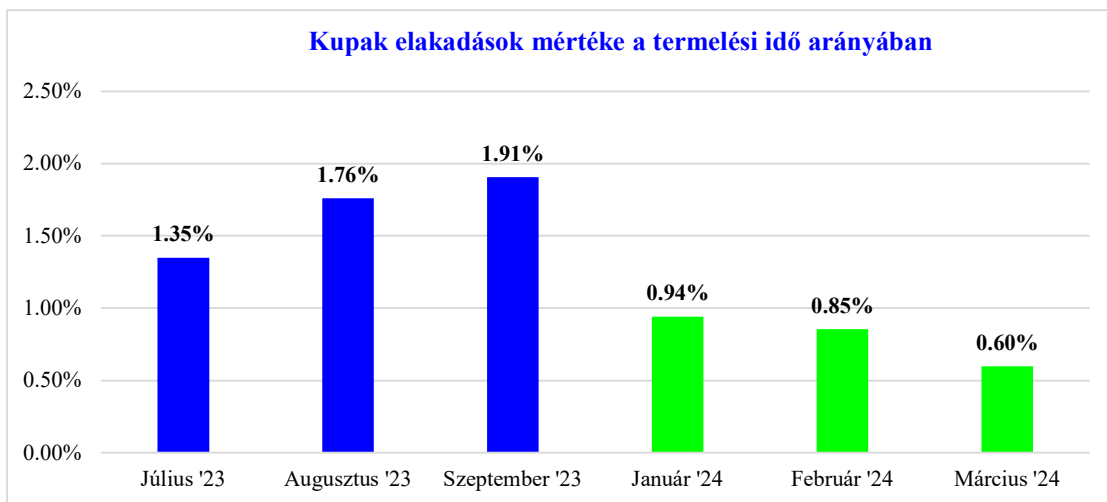
Kezdeti megoldásként egy lezorító függőnyt alkalmaztam, amely nem érte el a kívánt hatást, végül, egy rezgővályú segítségével sikerült elérni, hogy az adagolás olyan mértékben és mennyiségben történjen, amelyben a kupakok szárai nem szenvednek maradandó deformációt (28. ábra). Kaizen készült a megoldásról, így a gyár következő szórófejes gyártósora telepítésekor, már ezzel a módosítással fog kiegészülni a kupakadagoló rendszer.



28. ábra – Adagoló tartály fejlesztései

Forrás: Saját szerkesztés

A fejlesztések visszamérésére a gyár Minerva rendszerét használtam és a 29. ábrán a termelési idő arányában szemléltetem a veszteségek alakulását a kiindulási állapottal (kék oszlopok), illetve a fejlesztés közbeni és utáni hónapokkal szemben (zöld oszlopok). A kivizsgálás következtében átlagosan 50%-os javulást sikerült elérni. Márciusban összesen 126 perc állásidő jelentkezett, amely csak 18%-a az átlagosan számított 685 percnak 2023-ból.



29. ábra – Kupak elakadás javulása

Forrás: Saját szerkesztés

3.3.2. Töltő és Csomagoló gép

A töltő és csomagoló gépnél keletkező problémák, a kivizsgálás alapján a nem megfelelő kialakított méretváltási, azaz átszerelési, folyamatokból adódnak. A sor teljes átszerelésének átlagos ideje két fővel számolva 128 perc volt 9 alkalomra a vizsgált időszakban. A folyamat része a cserelakatrészek váltása a méretnek megfelelően, a korlátok és más elemek megfelelő méretre való beállítása, amelyek lehetnek számlálóval ellátott kézikerék vagy marokcsavarok, illetve rögzítő karok. A megoldás elérése érdekében az 5S lépéseit alkalmaztam, melynek célja végül,

az átszerelés pontosságának és egyszerűségének elősegítése, illetve az átszerelési idő csökkentése volt a teljes gyártósorra. A töltő-kupakoló gép esetében átszereléskor 6 csillagkereket cserélni kell, de mivel azokat két félkörívben kellett felhelyezni lassította a folyamatot. A javaslat, a két ív összeillesztése, hegesztett kötéssel, ahol nem akadályozta a felhelyezést. Ezenkívül 3D-vel nyomtatott számjegyeket illesztettem a megfelelő orientáció könnyebb meghatározása érdekében. Majd a cserealkatrészt szállítókocsin helyeztem el, a sorszámok alapján fényképpel ellátott hatékony elrendezési sorrendet alakítottam ki a csillagkerekek és korlátok számára (30. ábra).



30. ábra – Cserelakatrészek elrendezése

Forrás: Saját szerkesztés

A következő lépés a megfelelő beállítási pontok meghatározása, dokumentálása és standardizálása volt. A töltő és csomagoló gépek esetében 3, illetve 45 olyan beállítási pont van, amelyet az operátorok manuálisan kell a megfelelő értékre beállítaniuk és külön megnevezítette a feladatukat, hogy egyes helyeken hiányos volt a jelölés vagy helytelen. A megfelelő értékek

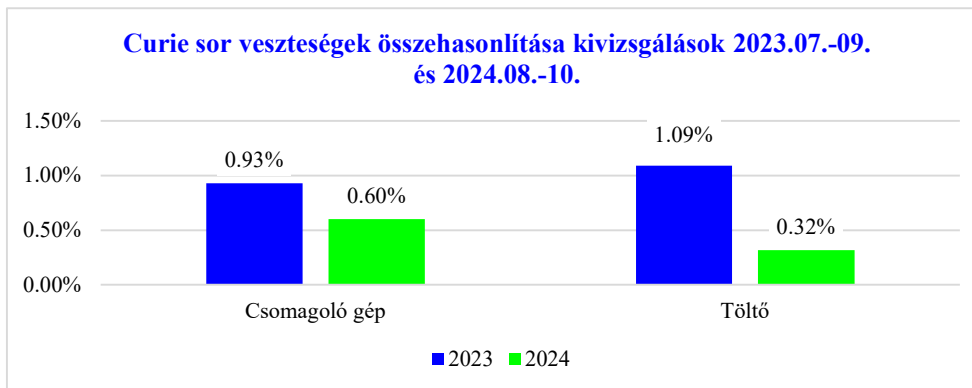
meghatározásához többszöri átszerelés után gyűjtöttem össze az adatokat és az esetleges eltérésekre, igyekeztem egy szűk toleranciát felállítani, amely útmutatást nyújt az operátoroknak, abban az esetben, ha például a legyártott flakonok valamelyik specifikációja eltér a megszokottól. Az optimális értékeket ezután frissítettem minden gép átszerelési útmutatójában, amelyet a soron felhelyeztem a gép oldalára és vizuális jelölést alkalmaztam a beállítási pontok számozására, illetve a középértékekre, toleranciával ellátva (31. ábra).



31. ábra – Beállítási pont és érték jelölése

Forrás: Saját szerkesztés

Az értékek betartása és nyomon követése érdekében, az operátorok műszakonként bizonyos számú beállítási pontot le kell ellenőrizzenek és 24 óra alatt a teljes soron áthaladnak, az eltéréseket a sor melletti reggeli megbeszéléskor átnézzük és megbeszéljük. Az 5S és a vizualizálás eszközökkel sikerült az átszerelési időt lecsökkenteni és a sor felfuttatását gyorsítani, ezáltal az elindulás után jelentkezett problémák mennyisége is csökkent. Az utolsó három hónap 10 teljes soros átszerelési idejének az átlaga 77 percre csökkent, amely 51 percnyi javulást, közel 40%-os fejlődést értünk el. Az állásidők tekintetében, a töltő gépnél havi átlagban 282 percről 76 percre csökkent, míg a csomagológép esetében 240 percről lecsökkent 144 percre. Összesítve a két gépnél 54,4%-át sikerült az állásidőknek megszüntetni. (32. ábra)



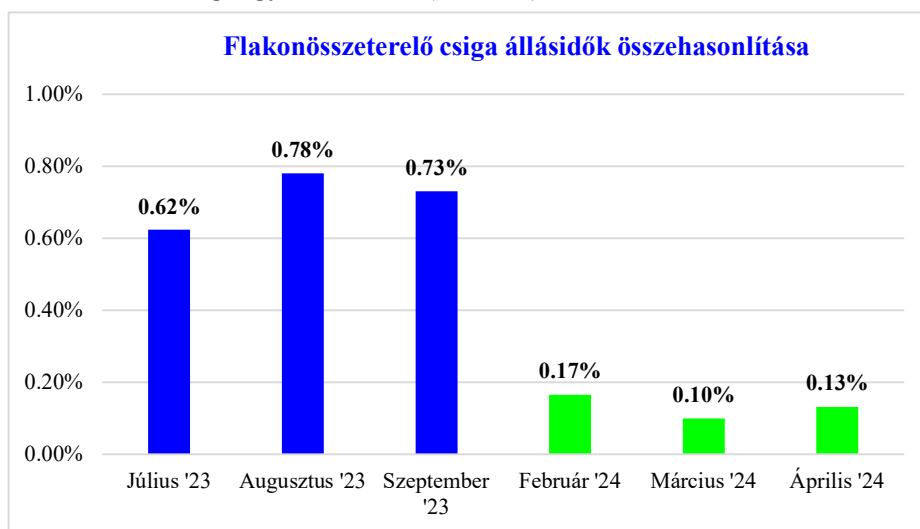
32. ábra – Állásidők összehasonlítása 3 hónapra százalékban kifejezve

Forrás: Saját szerkesztés

3.3.3. Flakonösszeterelő csiga

A flakonösszeterelő csigák előtti szakaszban jellemző volt a flakonok borulása, de általában csak akkor, amikor egy kismegállás után indult be a sor. A probléma az volt, hogy bármilyen okból kifolyólag, ha a csigák megálltak termelés közben egy kisebb időre és újra indultak, akkor a flakonok a szállítoszalagon egymásnak ütköztek és felborultak. A jelenség megakadályozása érdekében leellenőriztem a szállítoszalagok sebességét a kezelő panelen és mivel eltérőek voltak, ezért 210 flakon/percre állítottam be. A gyártósor stabil működése érdekében a töltő gép kell a leglassabb legyen a soron, az adja meg a névleges sebességét a sornak és mindegyik másik gép, amely előtte vagy utána helyezkedik el minimálisan gyorsabbnak kell lenni. A kismegállások, a sebesség csökkenések kiegyensúlyozására, viszont nem volt beállítási lehetőség. Egy fotoelektromos érzékelő ellenőrzi a flakonok mennyiségét a soron, amely alapján, ha 1 másodpercig nem észleli a kibocsátott fényimpulzust akkor leállítja az összeterelő csigákat. Ezt az érzékelőt, tehát közelebb helyeztem el az összeterelő csigákhoz és egy új érzékelőt telepítettünk a sorra a PLC programozókkal, amely ugyanúgy 1 másodperc impulzus hiány esetén 10%-os forgási sebesség lassulást parancsol az flakonösszeterelő csigáknak.

Az eredmények vizsgálatára a Minerva rendszerben rögzített adatokat gyűjtöttem össze és megállapítottam, hogy a kezdetben vizsgált három hónapos időszakban összesen 601 percnyi állásidőről, 90 percre csökkent 72 darab állásból, a kivizsgálás utáni három hónapra. Ez 81,2%-os állásidőt takarított meg a gyártósornak. (33. ábra)

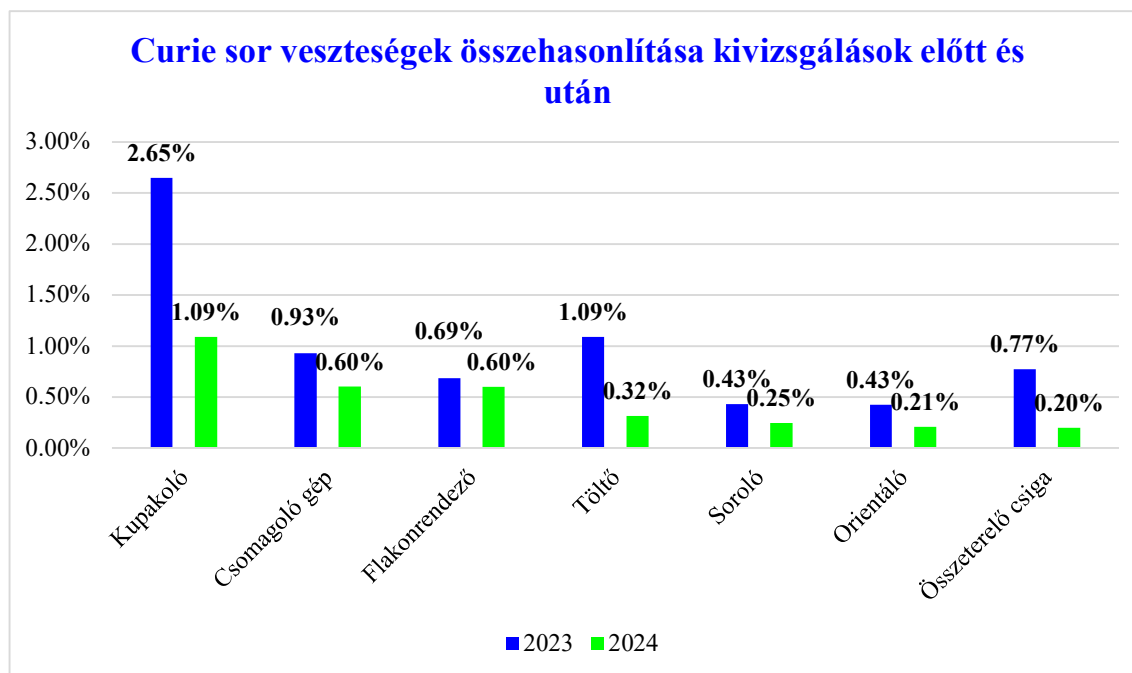


33. ábra – Állásidők összehasonlítása

Forrás: Saját szerkesztés

3.3.4. Jövőbeni tervek

A 34. ábra alapján összehasonlítottam a 2023.07.-09. hónapok (kék oszlop) legtöbb veszteséget okozó gépeket a 2024.08.-10. hónapokban (zöld oszlop) legtöbb állásidőt okozó gépekkel. Megfigyelhető, hogy a kivizsgálásoknak jelentős hatása volt a problémás területekre a soron és annak ellenére, hogy nem minden gépre végeztem külön mélyreható kivizsgálást, minden gépnél javulás tapasztalható. A javulás azzal magyarázható, hogy minden gépen meghatároztam az ajánlott beállítási pontok értékét, ezeket a méreteknek megfelelő színnel jelöltem, ezáltal az operátorok, kevesebb utólagos állítgatással tudták az optimális értékre beállítani a gépeket a folyamatos termelés érdekében. A 2025-ös évre tekintve a soron tovább tervezem fejleszteni a sor hatékonyságát és átszerelési idejének csökkentését. A hatékonyság szempontjából célom az, hogy a veszteségek havi átlagban ne haladják meg a 0,5%-át a rendelkezésre álló időnek és a sor eljusson a stabil 75%-os átlag havi hatékonyságra. Továbbra is prioritásban lesz a kupakoló gép és a csomagoló gép, és mivel a flakonrendező gépnél a fejlődés minimális mértékű, ezért az is figyelmet igényel. Átszerelési idők javítása érdekében a beállítási értékek pontosabb meghatározását szeretném megvalósítani, de folyamatban van olyan cserelakatrészek tervezése, amelyeknél minimális erőfeszítéssel az operátorok könnyen tudnak váltani a kétméret között.



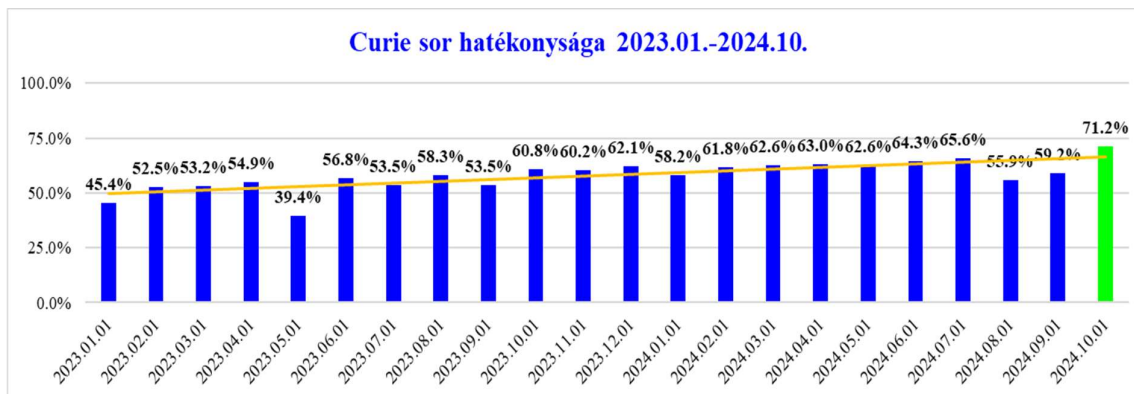
34. ábra – Állásidők összehasonlítása

Forrás: Saját szerkesztés

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

4.1. Következtetések

A gyártósor hatékonyságának fejlődését 2023 júliusától követtem nyomon részletesen és olyan tényezők befolyásolták, mint az átszerelések-, meghibásodások-, félkésztermék minőségi hibák-, csomagolóanyag minőségi hibák-, anyag hiányok- és egyéb nem tervezett eseményekből származó állásidők. A kivizsgálások alapján számos olyan problémát sikerült feltárni, amelyek a megfelelő alaphelyzet beállítás hiánya miatt akadályozták a hatékonyság fejlődését és folyamatos kismegállást és sebességcsökkenést eredményeztek. A kupakrendező és töltő-kupakoló gép esetében, hiányzott a szükséges karbantartás ütemezése és dokumentálása, amely már a sor telepítésétől kezdve az operátorok heti rendszerességgel elvégzendő feladatai közé tartozott volna. A gépeket óvni kell a folyamatos por és nedvesség okozta szennyeződéstől, hiszen mint kiderült, nemcsak a gépek hatékonyságát rontja, hanem a termékek szállítását is képes megakadályozni. A csomagoló gép esetében annak ellenére, hogy a gyártó meghatározta a beállítási pontokat és azok értékeit, a folyamatosan változó flakon és csomagolóanyagának minőségének függvényében, folyamatosan ellenőrizni kellett volna az értékeket, illetve megfelelő tűréshatárt felállítani. A beállítási értékek pontos betartása legalább annyira fontos, mint a karbantartási folyamatok elvégzése, hiszen mint kiderült, akárcsak egyik kritikus beállítási pont nem megfelelő értékre való beállítása okozhat folyamatos kismegállást vagy rosszabb esetben hibás terméket. A negatív hatásokkal való szembesülés ellenére a sor növekvő tendenciát mutatott az elmúlt több, mint egy évben és 2024 októberében, sikerült elérni a kitűzött 70%-os célt. Az egy év alatti 17,7%-os fejlődés (35. ábra) egy jelentős lépés volt a sor történetében, mindez köszönhetően a lean eszközök alkalmazásának és a gyár vezetési kultúrájának, ahol a veszteségek csökkentésére, illetve a soron dolgozó emberek folyamatos motiválása volt előtérben.



35. ábra – Állásidők összehasonlítása

Forrás: Saját szerkesztés

4.2. Javaslatok

A kivizsgálások lépései közben több javaslat született, amelyek a sor hely kihasználtsága miatt nem lettek megvalósítva, de hosszútávon érdemesnek tartanám tovább gondolni őket. A kupakadagoló gép esetében a legegyszerűbb változás egy alacsonyabb de szélesebb tartály kialakítása lett volna, amelyben kevesebb mennyiségű kupakot adagol a veszteségmentes szállítószalagra. A másik megoldás egy olyan tartálykialakítás, amely több merőleges szállítószalagból áll, ezáltal jobban eloszlik az adott kupak mennyiség és így a sorra a szükséges mennyiség kerül a megfelelő sebességgel. Karbantartási folyamatok szempontjából, amely a gyárban magában foglalja az ellenőrzés, tisztítás, kenés és csavarok rögzítésének tevékenységét, egy olyan rendszer kialakítása, amelyben a tevékenységek digitálisan nyomon vannak követve és beütemezve, úgy, hogy elegendő mennyiségű idő álljon rendelkezésre az operátorok számára a feladatok alapos elvégzése érdekében.

Egy új sor esetében javasolnám, hogy a sorról készüljön előbb egy szimuláció és virtuálisan ki lehessen szűrni az esetleges szűk keresztmetszeteket vagy egy használt sor esetén a tapasztalt operátorokkal megbeszélni az ők észrevételeit, megvizsgálni javaslataikat és beilleszteni a tervbe a leghatékonyabbnak bizonyulókat. A gépek szempontjából inkább olyan gyártókat választanék, akikkel már van tapasztalat és pozitív a kapcsolat, hiszen azok a gyártók már rendelkeznek bizonyos tapasztalattal az Unilever magas szintű biztonsági és környezetvédelmi elvárásaival kapcsolatban. Amennyiben új technológiák kipróbálása a cél, de kisebb méretű gépekre lenne szükség, versenyképes magyar vállalatok által nyújtott megoldásból választanék.

Dolgozók esetében új gyártósor telepítéskor, javasolnám, a gépek ismertetését, illetve az oktatást minél előbb elkezdni a karbantartási követelményekről és műszaki alapok ismeretéről, hiszen ők azok a személyek, akik bármilyen hiba esetén, mindig a helyszínen lesznek és elsőként lesznek egy probléma megszüntetésének érdekében. Az operátorok időben való bevonása a sor kialakításába rendkívül fontos, hiszen biztosítani kell számukra a minimális fizikai terhelést, illetve a sérülés kockázatát. A megfelelő védőfelszerelések, megvilágítás és a könnyen elérhető eszközök biztosítása elsődleges szempont kell legyen, pontos használati utasítással ellátva, amely lehet videófelvétel is, de fontos, hogy lehetőségük legyen visszajelzést adni a gyártósor működéséről és az esetleges problémákról.

5. ÖSSZEFOGLALÓ

Az OTDK dolgozatomban célja az Unilever Magyarország Kft. nyírbátori gyárának legújabb gyártósorának a hatékonyság növelése. A lean módszertan alapelvei közé tartozik a folyamatok állandó fejlesztése, a veszteségek minimalizálása és a dolgozók motiválása. A kutatásom során különböző eszközökkel ismerkedtem meg és alkalmaztam, mint például a Kaizen-t a folyamatos fejlesztésre, az 5S-t a rendszerezettség eléréseért, az 5M-et a problémák több szempontból való elemzésére vagy az 5G-t melynek segítségével jobban meg tudtam érteni egy probléma körülményeit. Ezek együttes használatával, könnyebb volt azonosítani a szűk keresztmetszeteket vagy az értéket nem teremtő tevékenységeket. A kivizsgálások ideje alatt tapasztalatot szereztem számos gép működéséről, amelyek a mindennapi tisztítási és takarítási feladatainkat megkönnyítő termékek előállításáért felelősek. Sikertelenül az egyetememen tanult 3D-s szerkesztő programban szerzett ismereteimet a valóságban kipróbálnom és valós problémát megoldanom, több általam lemerít, az „Inventor” nevezetű programban megszerkesztett és kinyomtatott alkatrészrel. A lean eszközök alkalmazásának köszönhetően növekedett a sor hatékonysága, csökkent a meghibásodások és a minőséghibás termékek száma. Ezeknek a céloknak az elérése a költségek nagymértékű csökkenésével járt, tehát a vevők számára továbbra is versenyképes áron tudja a gyár előállítani a termékeket a konkurensokhoz képest. A termelés szempontjából azonos rendelkezésre álló idő alatt, több mint 676000 flakonnal tudott a sor többet termelni egy hónap leforgása alatt, amely 3376 percnyi termeléssel egyenlő. Ezt, a gyártósor havi átlag 71,2%-os hatékonyságának elérése 53,5%-ról (1. táblázat) egy év leforgása alatt jól alátámasztja a lean eszközök hatékonyságát egy multinacionális vállalat esetében, hogyha a javasolt intézkedéseket a megfelelő módon alkalmazzuk és minden dolgozónak, aki a területen munkát végez át tudjuk adni a lean gondolkodás alapelvét.

2023.09. / 2024.10.		
Termelt flakon db.	2,8M	3,5M
OEE	53,5%	71,2%
Megtakarítások		
Kifizetett munkaidő	56	óra
Állásidő költsége	3376	perc
Árbevétel		
Flakon különbség	0,67M	darab
Összesen	HUF	277,556,102

1. táblázat – 2023.09 és 2024.10 összehasonlítása

Forrás: Saját szerkesztés

IRODALOMJEGYZÉK

Felhasznált irodalmak jegyzéke

- [1] LIKER K. J. (2021): The Toyota Way, Second Edition, MCGraw Hill Kiadó
- [2] VRÁG G. (2015): Lean ismeretek, Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Szombathely, 24-26 p
- [3] KÓSA J. (2017): Gyárósori kismegállások csökkentése lean eszközök alkalmazásával, Debrecen, 7-8 p
- [4] BALAMURUGAN R. – KIRUBAGHARAN R. – RAMESH C. (2020): Implementation of lean tools and techniques in a connecting rod manufacturing industry, Elsevier Kiadó, 1 p
- [5] WOMACK P. J. – JONES T. D. (2003): Lean Thinking, Free Press Kiadó, New York, 352 p
- [6] HABIB A. M. – RATUL R. – SHAMSUDDIN A. (2022): Implementing lean manufacturing for improvement of operational preformance in labeling and packaging plant, Elsevier Kiadó
- [7] KENNETH W. DAILEY (2003): The Lean Manufacturing Pocket Handbook, DW Kiadó
- [8] RAIHAN M. (2022): Implementing world class manufacturing techniques to improve pallet quality and efficiency in highly automated fmcg manufacturing, Debrecen, 23 p
- [9] HABIB M. A. (2022): Implementing lean manufacturing for improvement of operational performance in labeling and packaging plant, Elsevier Kiadó, 4-5 p
- [10] DARIO A. (2024): Procedia CIRP, Elsevier Kiadó, 595-596 p
- [11] American Systems International Kft. (2021): Kezelési és karbantartási utasítás, Szeged
- [12] Serac Kft. (2021): Filling control system FCS+ 10.0-s verzió kezelői kézikönyv
- [13] ETT Verpackungstechnik Gmbh (2021): Csomagológép P888, Németország
- [14] HINES P., HOWLEG M., RICH N. (2004): Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking, Emerald Group Publishing Limited, 994-1007 p.
- [15] SENGE M. P. (2006): The fifth discipline: The art and Practice of the learning organization, Broadway Business kiadó, New York, 16 p.

Internetes források

INTERNET 1: https://techqualitypedia.com/lean-tools/#Lean_tools_in_manufacturing_Tools_for_Lean_Lean_tools_list (letöltve: 2024.08.23)

INTERNET 2: https://en.wikipedia.org/wiki/Norman_Bodek (letöltve: 2024.10.28)

INTERNET 3: <https://www.lean.org/the-lean-post/articles/remembering-norman-bodek-the-miraculous-life-of-an-author-teacher-and-publisher-of-groundbreaking-business-books/> (letöltve: 2024.10.28)

INTERNET 4: <https://www.leanblog.org/2010/10/the-one-where-john-seddon-lies-or-has-his-facts-very-very-wrong/> (letöltve: 2024.10.28)

INTERNET 5: <https://www.leancompetency.org/video/the-thoughts-of-john-seddon/> (letöltve: 2024.10.28)

INTERNET 6: <https://vezetofejlesztes.hu/agilis-modszertan/> (letöltve: 2024.10.28)

INTERNET 7: <https://www.investopedia.com/terms/s/six-sigma.asp> (letöltve: 2024.10.28)

INTERNET 8: <https://www.leanproduction.com/tpm/> (letöltve: 2024.10.30.)

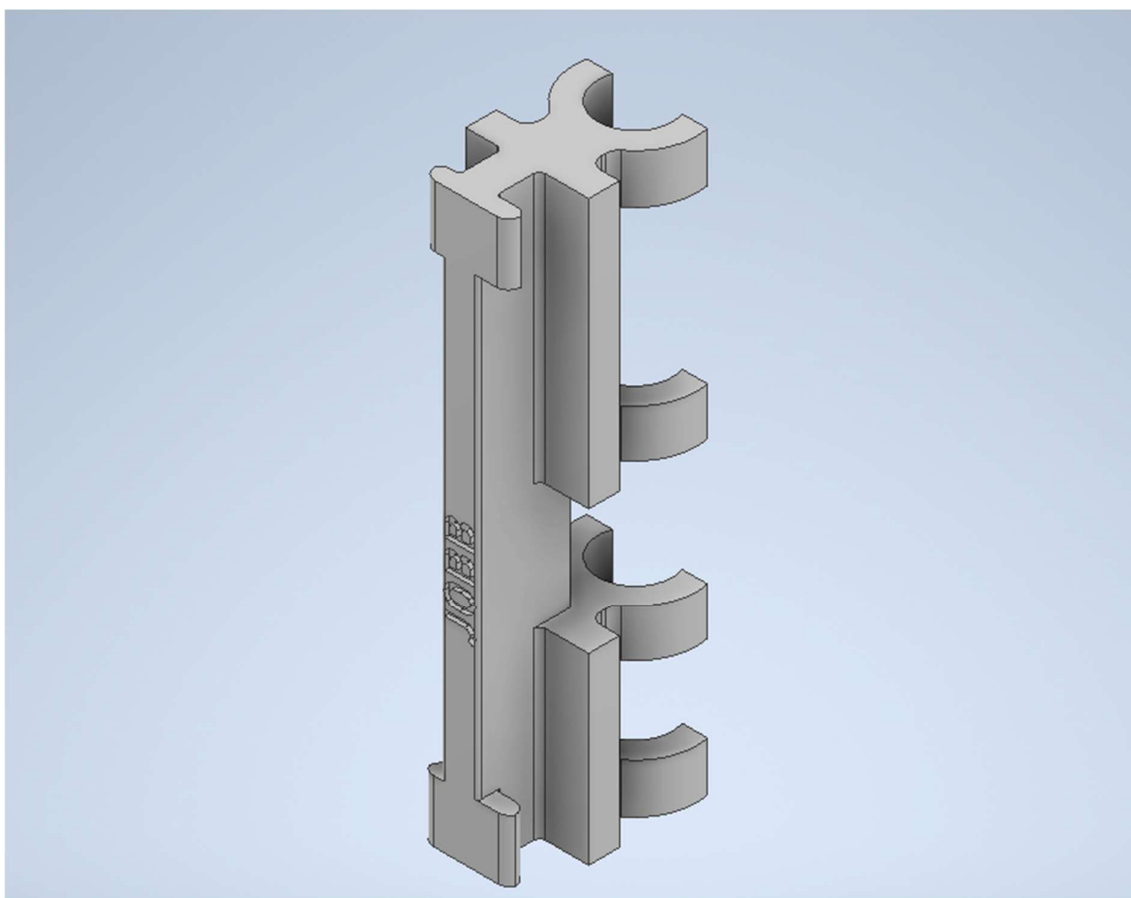
INTERNET 9: <https://www.lucidchart.com/pages/value-stream-mapping> (letöltve: 2024.11.02)

Mellékletek

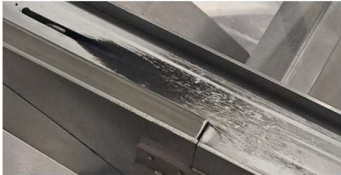
1. számú melléklet

6W2H for Equipment & Material Losses															
Line/Machine Curie / Capper			Completed by: Vass Mark												
Initial Problem Statement:			Cap jamming												
Observe, draw and describe the phenomena... (Think What, How & Where)	Draw & Describe the phenomenon that happens (Equipment/Material related). Go 'to the floor', observe the loss while you see the problem and draw. DO NOT assume! Use a camera to better understand the problem. Draw until you understand where the issue happens and not where it stops downstream. WHAT - Describe what phenomenon is happening to the component/ product in relation to the component part(s) of the machine. HOW - Describe how the phenomenon is happening WHERE - Describe where the issue is. Can you put your finger on it?					Draw & Describe the phenomenon that should happen (the target state). Refer to existing standards i.e. WPA and equipment drawings if available.									
	The trigger cap dip tube comes from the 720 to the cap unscreamer, where it is placed with the tube pointing upward or even without dip tube. The cap stops and causes (minor) stoppage at different points of the machine: 1. before reaching the cap-tunnel the tube sticks between a sheet metal and the rotating part; 2. if the straw doesn't point upward it'll stuck in the cap-channel; 3. it can stuck at the middle of the C curve (at joint); 4. when the capper head catches it. The operator needs to intervene and remove the stucked cap/straw to be able to continue the production.					The trigger cap with dip tube comes from the 720 to the rotating plate, where is placed with the tube pointing upward (with a little tilt). It's goes trough the cap-tunnel, C curve, metal star wheel, then a four head gripper catches and places on the top of the bottle.									
Start the base condition check when you have narrowed down the loss area to a specific area (work point(s)) by observation															
Base Condition Checks at the Loss Workpoint Area	Check Equipment Settings(Circle)					Check Equipment Condition(Circle)									
	Are centrelines checked and on target?					YES	NO	Are CIL/PM activities related to the suspected workpoints completed?							
	Centrelines off target - list below:					Target	Actual	CIL							
	Centerlining not documented							PM Tasks							
								Obvious Tags/Defects?							
								Comments (i.e. Description of CIL/PM tasks not executed, Tags found...)							
								CIL and PM not documented.							
Verify Materials Condition					Verify Operation Condition(Circle)										
Are the materials in specification					YES	NO	Are the operating team qualified to do the task/work and executing the task as per std?								
List the out of target spec (tgt and actual value) - keep samples of the materials not at spec					Target	Actual	Check the qualifications status and how people are executing the task vs std.								
If loss eliminated by restoring base condition - go to root cause (step 7), else continue to refocus the problem (step 5)															
When	When did the problem start? (Start-up, Normal Operation, Change-over, Shutdown)					Brands, SKU's, formats, materials affected, transactions (which NOT?):									
	The problem resrepresents in normal operation.					Problem with: brand: Silgan; SKU: 69746359; format: monoform (for 750 ml bottle); affected: dip tube Less problem with: brand: Silgan; SKU: 68738290; format: monoform: (for 500 ml bottle); affected: dip tube									
Who & to Whom	Which Lines/Machines have experienced the problem? Which have NOT seen the problem?					How often does the loss happen? Extent of damage per loss? Frequency? Amount?									
	Line Curie, capper machine. Line Curie 720, capper machine container. No problem at line Rubik.					In Q3 (July-September) it caused 810 stoppages, resolved in 2057 minutes, which means about 2.65% loss in OEE.									
Refocused Problem Statement:					Uses all the new information from the 6W2H. The problem statement is more specific and clearer than the original problem statement. Again just facts, no assumptions, no solutions.										
We found bent dip tubes even in the freshly arrived boxes. In the past week we have tried to keep the trigger container level under the maximum recommended, noticed 4 critical points where the dip tubes stucked in at the container and the tubes got bent. Another critical point was found before the cap reaches the cap tunnel, here causing a stoppage and it can even break parts of the machine/trigger.															
Root Cause	Is the problem solved?		Write here actions out of the YY analysis: Create AM for Cap Unscreamer TWITP/HERCA for the cap dispenser operator			Update / Create Standards	CIL:		Yes	No	Integrate new standard into system	CIL:		Yes	No
	NO	YES			CL/CPE:		Yes	No	CL:			Yes	No		
Continue with SM		Continue with YY it happened / passed				PM:		Yes	No	PM Plan:		Yes	No		
						Material spec:		Yes	No	CSS:		Yes	No		
						Procedures:		Yes	No	Training eLearning:		Yes	No		
						New Visual Controls		Yes	No						

Curie kupak elakadás kivizsgálás - 6W2H része



A Curie sor kupak kihordó csatorna korlátjának jobb oldali távtartója

Cause and Effect Work Sheet for: Dip tubes stuck in the C curve																																							
Date: 2023.12.11.																																							
CAUSE			EFFECT																																				
Trigger head is dirty			Trigger head stops the cap dispensing																																				
Thesis: The machine parts gets dirty from the oil from the compressor and from the dust while working.			Thesis Verification Plan Stop the machine. Make a full cleaning in the channel and rotating plate. Check if there will be stuck triggers in the C curve by 2024.01.08.																																				
Hand drawn diagram that clarifies the thesis  																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Standard(s)</th> <th colspan="2">Exist</th> <th colspan="2">Used</th> </tr> <tr> <th>Yes</th> <th>No</th> <th>Yes</th> <th>No</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Centerlines</td> <td></td> <td>☒</td> <td></td> <td>☒</td> </tr> <tr> <td>Visual Control</td> <td></td> <td>☒</td> <td></td> <td>☒</td> </tr> <tr> <td>CIL</td> <td></td> <td>☒</td> <td></td> <td>☒</td> </tr> <tr> <td>OPL</td> <td></td> <td>☒</td> <td></td> <td>☒</td> </tr> <tr> <td>Other (List)</td> <td></td> <td>☒</td> <td></td> <td>☒</td> </tr> </tbody> </table>			Standard(s)	Exist		Used		Yes	No	Yes	No	Centerlines		☒		☒	Visual Control		☒		☒	CIL		☒		☒	OPL		☒		☒	Other (List)		☒		☒	Understanding Development Direct observation ☒ "Fresh from the floor" data ☒ Operating Instructions ☐ Engineering Drawings ☐ Physical and Chemical Models ☐ Other ☐		
Standard(s)	Exist			Used																																			
	Yes	No	Yes	No																																			
Centerlines		☒		☒																																			
Visual Control		☒		☒																																			
CIL		☒		☒																																			
OPL		☒		☒																																			
Other (List)		☒		☒																																			
			Conclusion: Based on the feedback of the operators they didn't meet any stoppages at the C curve from 2023.12.11 to 2024.01.08.																																				
			Results of the check Thesis is: True ☒ False ☐																																				

Curie kupak elakadás kivizsgálás – Ok-okozati összefüggés része