



INTÉZMÉNYI TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI KONFERENCIA

2022. november 23.

Lean menedzsment kialakítása adott műszaki vállalatnál

Development of lean management in a given technical company

Készítette: **Farkas Anna**
AD2IC0
Műszaki menedzser, alapképzés
nappali tagozat
Szent István Campus

Témavezető: Tóth Réka, tanársegéd, Magyar Agrár- és
Élettudományi Egyetem, Műszaki Intézet

Gödöllő
2022

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek, Tóth Rékának, aki a konzultációk során biztosított elengedhetetlen tanácsaival hatalmas segítséget nyújtott dolgozatom elkészüléséhez.

TARTALOMJEGYZÉK

1.	Bevezetés	5
2.	Lean menedzsment	7
2.1	Lean menedzsment lényege	7
2.2	Lean bevezetése.....	8
2.3	Lean szemlélet fejlődéstörténete	10
2.4	Muda.....	11
2.5	Lean alapelvek.....	12
2.6	Lean eszközök a gyakorlatban	14
2.6.1	Genchi genbutsu	15
2.6.2	Egydarabos áramlás: Cellarendszerű gyártás	16
2.6.3	Keresztfunkcionális munkaerő	17
2.6.4	Kanban.....	17
2.6.5	Szupermarket.....	18
2.6.6	5S.....	18
2.6.7	Takt-time (ütemidő).....	20
2.6.8	Just-in-time (JIT)	20
2.6.9	Heijunka (kiegyenlített termelés)	21
2.6.10	Jidoka (hibamentes gyártás)	21
2.6.11	Poka-yoke („bolond biztos módszer”).....	21
2.6.12	Kaizen.....	22
2.6.13	Gemba walk.....	23
2.6.14	Vizuális irányítás	23
3.	Szemléletmód kialakulása a szervezetben	25
4.	Gyártott termékek	27
4.1	Gázturbinákról röviden	27
4.2	A sorokon gyártott termékekről röviden	28

5.	Lean egy gázturbina gyártó nagyvállalat falain belül.....	30
5.1	Napi Menedzsment.....	30
5.2	Layout, egydarabos áramlás és 5S	32
5.3	Kanban rendszer	36
5.4	Huzásos-rendszer és Heijunka	37
5.5	Standard Work.....	40
6.	Következtetések, javaslatok.....	44
7.	Összefoglalás	45
8.	Summary.....	46
9.	Irodalomjegyzék	47

1. BEVEZETÉS

Minden üzleti vállalkozás legfőbb célja olyan termék vagy szolgáltatás előállítása, amellyel fogyasztói igényeket képes kielégíteni, ezáltal pedig profitot termelni. Annak érdekében, hogy ez megvalósuljon elengedhetetlen, hogy a vállalkozás hosszú távon versenyképes maradjon. A lean szemlélet és annak alkalmazása már elvárásnak tekinthető a XXI. században az iparon belüli piaci pozíciók megtartásának céljából, emellett a termelékenység, valamint a hatékonyság területén a fejlődés és a versenyben maradás érdekében.

Meghatározó tendenciaként definiálható napjainkban a lean menedzsment, amely a Toyota által kialakított termelési rendszerre vezethető vissza. Mára már nem csak az autógyártásban alkalmazzák a szemléletmódot, hanem számos más szektorban is egyre nagyobb teret és fókuszot kap, de főleg a termelő vállalatok körében terjedt el hazánkban.

Bármely vállalat mindennapjaiban számottevő nem profittermeléssel kapcsolatos tevékenység zajlik, ezeknek a veszteségeknek a csökkentése a Taichi Ohno által megformált gondolkodásmód a lean, azaz a „karcsúsított” menedzsment egyik alappillére. A lean eszközeit a termelési folyamatokon túl is lehet alkalmazni. Dolgozatomban arról szólni fogok, hogy egy amerikai gázturbina gyártó nagyvállalat, hogyan határozta el magát a lean menedzsment alkalmazása mellett, valamint hogyan formálta át a szervezet szervezeti felépítését, mindennapjait és termelését.

Dolgozatomban egy amerikai multinacionális gázturbina gyárnál írtam, így dolgozatomban az említett magyarországi telephelyű nagyvállalatot mutatom be, és annak kapcsolatát a lean menedzsmenttel. Szeretném itt megemlíteni, hogy a dolgozatomban felhasznált értékek és kifejezések a választott vállalat közreműködésének köszönhetők, habár dolgozatomban nem teljes mértékben közli ezen adatokat a felmerülő adatvédelmi okok következtében.

Dolgozatomban a lean elméleti és gyakorlati háttérét is bemutatom. Választásom erre a témára azért esett, mert gyakorlati időm alatt megtapasztalhattam az elméleti tudás hatékony átültetését a gyakorlatba, amelyre a lean menedzsment széles körben kínál megoldási lehetőségeket, egyszerűen megérthető és alkalmazható módszereket és eszközöket kínál fel erre a célra. Megismerhettem a lean lényegét, az általa hozott változások által generált pozitív eredményeket, valamint az elméleti tudás gyakorlatba vételének megvalósítását.

Bemutatom a lean menedzsment fogalmát, alapelveit, fejlődéstörténetét, módszereit és eszközeit, többek között szemléltetni fogom, hogy egy-egy lean menedzsment eszközt

milyen módon lehet a gyakorlatban alkalmazni a céljaink elérése érdekében. Kifejezetten a saját munkámra koncentrálni a szervezeten belül először kialakított lean sorokon az alapok létrejöttét és megszilárdítását szemléltetem dolgozatomban. Az alkalmazott lean menedzsment módszerek közül a nyomásos-rendszerről a húzásos-rendszerre való átállást, ennek vizuálismenedzsmentjét a Heijunkát, a cella rendszerű gyártást, azon belül az egydarabos áramlást, annak szemléltetését és az azt megkövetelő kanban-rendszer, valamint a standard workok kialakításában részt vett feladataimat és eredményeimet mutatom be.

2. LEAN MENEDZSMENT

2.1 LEAN MENEDZSMENT LÉNYEGE

A lean menedzsment alap filozófiáját a Toyota gyártási rendszere teremtette meg. Magába foglalja mindazon alapelveket, értékeket és módszereket, amelyek nélkülözhetetlenek a sikeres érvényesüléshez, többek között ennek köszönheti elterjedtséget. (Németh, 2016, old.: 6)

A lean gondolkodásmód lényege a veszteségek folyamatos kiküszöbölésével az előállítási folyamatok átfutási idejének lecsökkentése, továbbá a gyártásban jelenlévő készletek, valamint szolgáltatások során lekötött erőforrások felhasználása. Ily módon hatékonyabban, gyorsabban és rugalmasabban követhető a vevői igények változása, ami hozzájárul a versenyképesség növeléséhez, valamint a vállalaton belüli tőke körforgás hatékonyságának növeléséhez. (Németh, 2016)

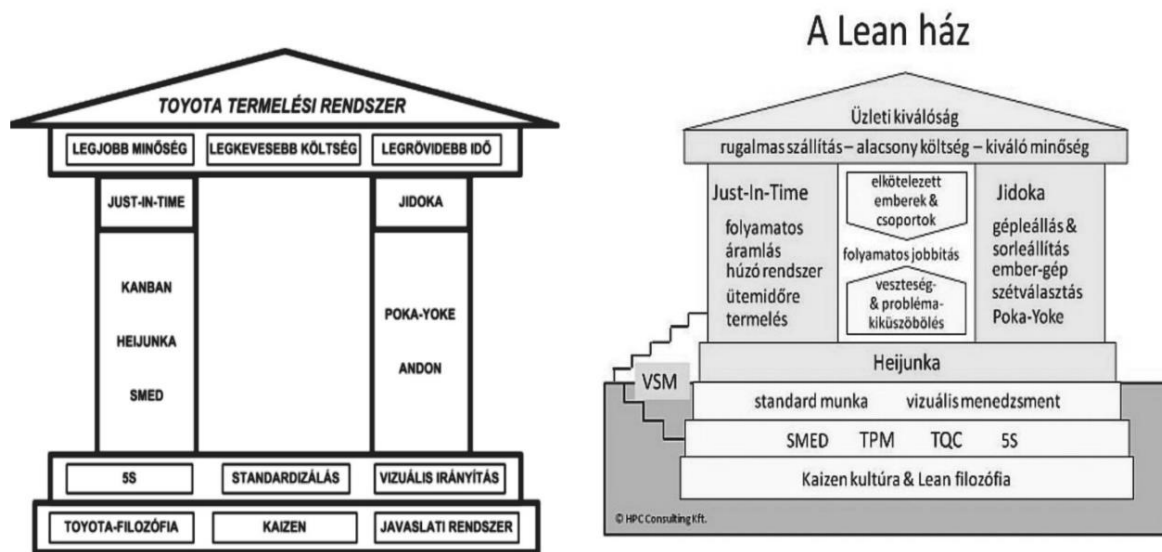
Összefoglalva a lean célja *„olyan termelési rendszer létrehozása, amely rugalmasan képes reagálni a vevői igények változására. A költségek csökkentése a veszteségek feltárásával és megszüntetésével történik.”* (Kosztolányi, A lean szemlélet alapjai, 2015, old.: 11)

Németh (2016) tanulmánya alapján a lean szemléletű fejlesztést alkalmazó vállalatoknál a következő területeken szignifikáns eredményeket hozhat:

- nagymértékű hiba-, valamint selejtcsökkenés;
- kimagasló termelékenység javulás;
- rugalmas vevői kiszolgálás, a vevői elégedettség növelése;
- átfutási idők csökkenése, folyamatok áramvonalassága (anyag és információáramlás);
- készletforgás jelentős javulása;
- gép-, eszköz-, valamint erőforrás kihasználás javulása, állásidők redukálása;
- egyszerűsített adminisztratív folyamatok.

A gondolkodásmód a Toyota Menedzsment System (TMS) egyik ágából a Toyota Production System-ből (TPS), magyarul karcsú menedzsmentből nőtte ki magát, mára már lean menedzsmentként ismerjük. A TPS megjelenése az adott szervezethez igazodik. Fuije Cho, Ohno tanítványa vizualizálta a TPS ház formáját, mint stabil strukturális rendszert. A TPS vagy az ebből tovább fejlesztett lean ház a szakirodalomban sokféleképpen

megtalálható, azonban a képi megjelenítése legtöbbször timpanon ház, amit gyakran a minőségbiztosítási filozófiák is használnak.



1. ábra: TPS és Lean ház

Forrás: Kosztolányi (2015) és Veresegyházi (2008)

Az illusztrációkból érzékelhető, hogy az alapot maga a Toyota filozófia teremti meg, a kaizennel vagyis a folyamatos fejlesztési rendszerrel, továbbá egy állandó működőképessé javaslati rendszerrel összhangban. A felsoroltak kulcsfontosságú eszköze az 5S módszer, amely biztosítja a rendezett és átlátható munkahelyet a hatékony munkavégzés érdekében, valamint a standardizálást és a vizuális, felügyelhető folyamatokat. Az alapok megteremtése lehetőséget nyújt a kanban, mint húzó rendszerű termelés, a poka-yoke vagyis az ember-gép kapcsolat hibabiztos rendszere és folyamata. Ezen konstrukciókra épül a JIT (Just-In-Time), illetve a Jidoka, amely a gyakorlatban alacsony költségű intelligens automatizálást jelent. Az eszközök célja, hogy a lehető legkevesebb költséggel és idővel állítsuk elő a lehető legjobb minőségű eszközöket. (Kolozsár & Pankotay, 2017, old.: 9-10)

2.2 LEAN BEVEZETÉSE

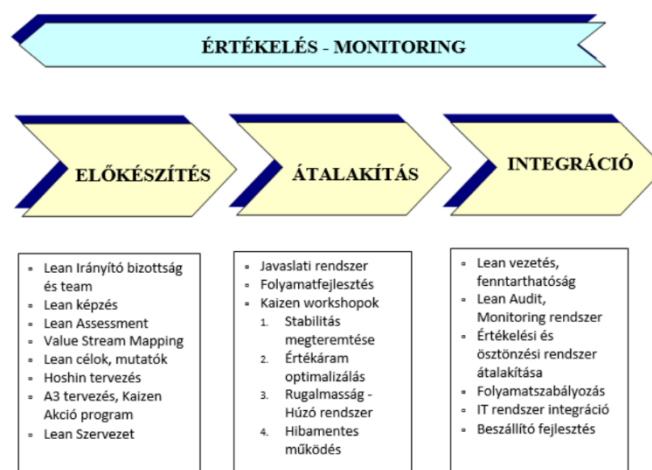
A lean bevezetése és használata egy vállalat működésébe nem egyszerű technikai feladat, nemcsak egy megoldás egy adott problémára, hanem több éven keresztül megvalósított kultúraváltási program, amely során nélkülözhetetlen a vezetők összehangolt, tudatos és aktív közreműködése. Összhangot kell teremteni a lean alapelvei, illetve a vállalat jelenlegi menedzsment rendszere és folyamatai között, ennek következtében a stratégia, az értékteremtő folyamatok, a beszerzés, a logisztika, a karbantartás, az emberi erőforrás fejlesztés, a teljesítményértékelés és az ösztönzés is igényli az átalakítást. A szemlélet

bevezetése maga után vonja a vállalat viselkedésének változását, amelynek egyik legfontosabb módszere a „Kaizen” vagyis a „folyamatos fejlesztés”. A módszerek állandó fejlesztése, tökéletesítése más módszerek kipróbálása, esetleges bevezetése különböző eredményeket rejt magában. Három terület kerül központba a bevezetés során, annak érdekében, hogy a szükséges viselkedés a gyakorlatban kialakuljon:

- stratégiai célokkal való összehangolás;
- meglévő folyamatok és rendszerek;
- vállalati kultúra, értékek és alapelvek.

A több éves változási program során Németh (2016) tanulmánya alapján a következő egymásra épülő párhuzamos elemek igénylik a fejlesztést:

- a lean szemlélet megértése és kreatív adaptálása;
- pilot projektek alkalmazása az elsajátított módszerek és ismeretek lépésről lépésre történő beépítése érdekében;
- értékáram feltérképezés, kritikus területek kijelölése, Kaizen workshopok elindítása a legjobb eredmény érdekében;
- pilot projektet stabil alapjául szolgál az 5S, a sztenderd munka kialakítása, és a célirányos Kaizen workshopok végrehajtása;
- összhang megteremtése az integrált lean menedzsment és a vállalat meglévő irányítási alrendszere között.



2. ábra: A lean menedzsment bevezetési folyamata

Forrás: Németh, 2016

A 2. ábrán bemutatott bevezetés folyamata szemlélteti az értékelés és a monitoring fordított haladási irányát, vagyis az integrációtól az előkészítés felé halad, miközben magába foglalja

a bevezetés folyamatának az összes stádiumát. Az előkészítésben kiemelkedő szerepet játszik magának a lean szemléletmódnak a megértése és elsajátítása, és az azoknak megfelelő célok illetve mutatók pontos definiálása, továbbá az ezek alapján elkészített értékáram feltérképezés. A következő fázisban - az átalakításban - bonyolítják le a javaslati rendszer kiépítését, a folyamatfejlesztést, illetve a Kaizen munkaállomások létrehozását, amelyek a rendszer stabilitását, az értékáram optimalizálását, a rugalmasságot és a hibamentességet hivatottak szolgálni. Az utolsó szakasz az integrálás szakasza, amelyben a valós működés, azaz a vezetés és a fenntarthatóság kerül előtérbe, ezek magukkal hozzák az állandó monitoring, az értékelés és ösztönzés, valamint a folyamat szabályozás megfelelő adaptációját a szervezet működésébe. (Németh, 2016, pp. 6-9)

Egy vállalat teljesítményét a lean filozófia szerint két dolog határozza meg: az egyik az érintettek erőfeszítése, illetve teljesítménye, a másik a megfelelő célok kitűzése. A két összetevőt a menedzsment két külön ciklusnak tekinti az egyiket Hoshin Kanri-nak (Stratégiai lebontás), a másikat Gambe Kanri-nak definiálja. (Németh, 2016)

Azok a vállalatok érték el tartós és fenntartható sikereket a bevezetés során, ahol a felső vezetés a stratégia szintjére emelte a programot. A fejlesztések megvalósítása során a munkatársak bevonása segítségével a gyakorlatot képesek beültetni a napi gyakorlati munkavégzés szintjére, ezzel az érintettek számára valós és kézzel fogható eredményeket képesek demonstrálni. (Németh, 2016)

2.3 LEAN SZEMLELET FEJLŐDÉSTÖRTÉNETE

A lean megközelítés és gondolkodásmód kialakulása egészen a második világháborúig nyúlik vissza. A szemléletmód fő kidolgozóiként a Toyota által alkalmazott Taiichi Ohno-t és munkatársait tartják számon. Eiji Toyoda menedzselése alatt elsődleges céljuk a gyártás alatt létrejövő felesleg, illetve veszteségek csökkentése majd felszámolása volt. (Pepper & Spedding, 2009). A lean menedzsment a Toyota termelési rendszer (TPS) a fordizmus tömegtermelés gyökeréig nyúlik vissza, amelyet a háború idézett elő. A lean szót 1988-ban Waymo Inc. (Google autósprojekt) vezérigazgató az akkoriban Ford Motor Company stratégiai fejlesztő, John F. Krafcik írta le „Triumph of the Lean Production System” cikkében. A TPS szervezetfüggő, különböző formái találhatók meg különféle szervezeteknél saját képükre konfigurálva, példaként felhozható az AP az Audi AG-nál, és a BPS a Bosch GmbH-nál. (Koloszár & Pankotay, 2017)

A lean termelés és a TPS sokak számára vált szinonimává, annak ellenére, hogy a két rendszer között fellelhetők finom differenciák. Leegyszerűsítve a TPS olyan termelési rendszer, amely a mennyiséget helyezi középpontba, így szilárd alapjául szolgál a mennyiség kontrolálás rendszerének kiépítése. A lean szintén mennyiség kontroláló rendszer, azonban a lean menedzsment magával hozza a folyamatos fejlesztés elvét, ennek következtében a mennyiség kontrolálás folyamatát is folyamatosan fejleszteni kívánja. Mindemellett a TPS egy gyártási rendszer, amelyet a Toyota kultúra alapozott meg, míg a lean menedzsment bevezetése és végrehajtása ritkán olyan stabil és kidolgozott, mint a TPS, azonban kitartó erőfeszítések révén magára a kultúra megértésére összpontosítva, a lean magába foglalja a TPS gyártási folyamatok kiválóságát. Ennek következtében minden TPS rendszer lean, azonban nem minden lean termelési folyamat a TPS standardja alapján működik. (Wilson, old.: 31-32)

2.4 MUDA

A lean szemlélet mód megértéséhez első sorban a japán *muda* szót szükséges megismerni. A *muda* szó „veszteséget” jelent, helyesebben definiálva minden olyan emberi tevékenységet, amely erőforrást emészt fel, azonban nem hoz létre értéket. A folyamatok elemeinek (tevékenységek, műveletek, műveletelemek, mozdulatok) számottevő részre nem teremt értéket, annak ellenére, hogy a vevő azért fizet, ami számára értéket jelent. (Gáspár & Thalmeiner, 2019, p. 152)

Taiichi Ohno a fizikai termelésre általános veszteségekről eredetileg hét darab *muda* típust azonosított:

- túltermelés: a vevői igényekhez képest több terméket, illetve szolgáltatást állítunk elő;
- várakozás: ott jön létre várakozási idő, ahol az alkalmazottak vagy a gépek a munkafolyamat vagy munkaterület adottságai, illetve a tervezési és irányítási problémák miatt akadályozva vannak tevékenységeik és műveleteik, ennek következtében ezalatt az idő alatt a szükséges és elvégzendő munkát nem tudják elkezdeni;
- felesleges szállítás: minden olyan anyagmozgatási folyamat, amely az alkatrészt vagy a terméket az egyik helyről a másikra nem a legrövidebb úton és nem a legrövidebb idő alatt juttatja el;

- felesleges mozgás: a munkavégzők tevékenysége során fellelhető szükségtelen mozdulatok;
- készletek: az alsó határt túllépő készletek;
- selejt termelés: hibás termék vagy szolgáltatás előállítása, a probléma utólagos feltárása és kijavítása. (Ohno, 1988)

James P. Womack és Daniel T. Jones alkotott egy értékfolyamat-térképet, amely minden olyan műveletet szemléltet, amely elengedhetetlen a termék tervezéséhez, megrendeléséhez és előállításához. A térkép három kategóriába sorolja a műveleteket (Womack & Daniel, Lean szemlélet, 2009, pp. 45-46):

- értékteremtő műveletek a vevő szemszögéből;
- nem értékteremtő ugyanakkor nem elhagyható műveletek, amelyek indokoltak a termékfejlesztési, a rendelésfelvételi vagy a gyártási rendszerek szempontjából szükségesek (1-es típusú muda);
- a vevő szempontjából nem értékteremtő és azonnal kiküszöbölhető műveletek (2-es típusú muda).

2.5 LEAN ALAPELVEK

A lean menedzsment 5 alapevet határoz meg stratégiai szinten:

- az érték definiálása, valamint a vevő számára értékteremtő folyamatok meghatározása (value);
- folyamatlemek összekapcsolása az értékteremtő folyamat megállapítása érdekében (value stream);
- az értékáramon belül folyamatosan maradjon fenn, megszakítás nélkül áramoljon az erőforrás, anyag és információ (flow);
- a vevői igényeknek megfelelően kialakított gyártás, úgynevezett húzó logisztikán keresztül (pull);
- a megalkotott folyamatok tökéletesítése a folyamatos fejlődés érdekében, a tökéletességre való törekedés (perfection). (Womack & Jones, Lean Thinking, 1996)

A lean szemlélet kiindulópontja az *érték*, amelyet a végfelhasználó dönt el, hogy számára mi számít értéknek, azonban azt maga a gyártó teremti meg. Abban az esetben beszélünk értékről, ha egy bizonyos termék vagy szolgáltatás, esetleg azok kombinációi adott időben

és adott árban képesek kielégíteni a vevő igényeit. A lean szemléletben tudatosan kell meghatározni az értéket, oly módon, hogy az ügyféllel folyamatos kapcsolatot tartunk fel.

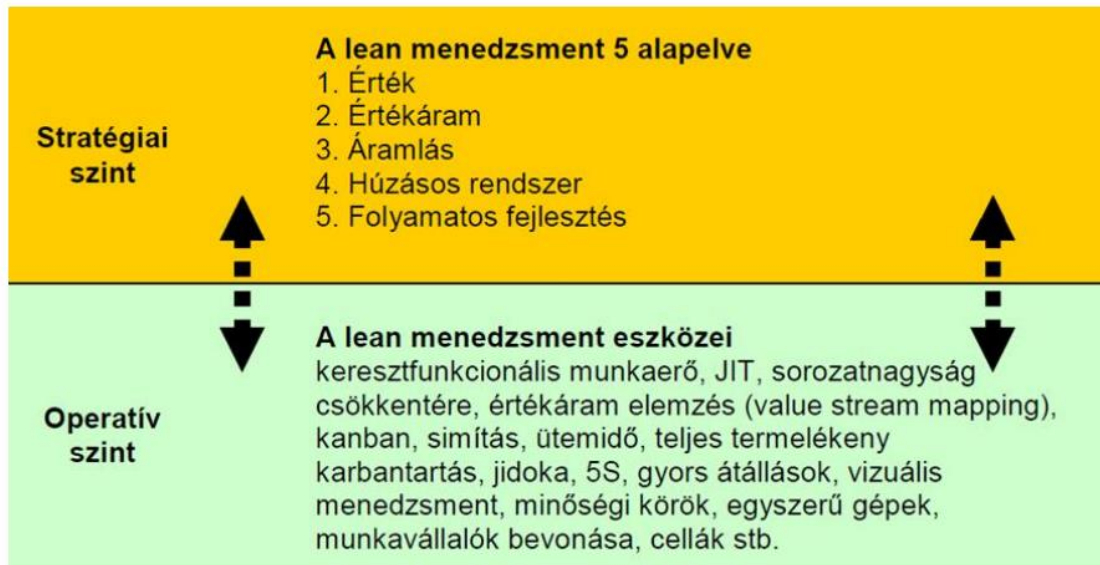
Az *értékfolyamat* mindazon műveleteket foglalja magába, amelyek nélkülözhetetlenek ahhoz, hogy egy adott terméket végigkövessünk valamennyi vállalkozás három kulcsfontosságú vezetői feladatán: az elképzeléstől a részletes tervezési folyamaton keresztül a gyártásindításig felmerülő problémamegoldó feladaton; a rendelésvétel szervezésén át a szállításig tartó információ feldolgozási feladaton; mindemellett a nyersanyagtól vevőnek átadható késztermékké való fizikai átalakítási feladatán. A szemlélet elemi tevékenysége minden termék, vagy néhány esetben termékcsalád értékfolyamatának meghatározása, amely során a vállalatok számos mudára bukkannak. (Womack & Daniel, Lean szemlélet, 2009, p. 26)

Az *áramlás* megteremtésének első lépése az érték és az értékáram pontos definiálása, amely lehetővé teszi a pazarlással járó folyamatok felismerését, továbbá kiküszöbölésüket. Az értékteremtő folyamat műveleteit oly módon kell koordinálni, hogy a termék megszakítás nélkül folyamatosan áramolhasson. (Losonci, 2010, old.: 11) A lean szervezet létrehozása magával hozza a pozíciók, a részlegek és a cégek munkájának újra gondolását, át kell vizsgálni az egyes folyamatok komponenseit, hogy azok valóban hozzájárulnak-e az értékteremtéshez. Ezenfelül az alkalmazottak szükségleteit indokolt figyelembe venni, hogy érdekükben álljon az anyagáramlás.

Két modellt különböztetünk meg a vevői igény kielégítésére: a nyomásos (push) és a *húzásos* (pull) rendszert. A nyomásos rendszer, amire gyakran hagyományos rendszerként hivatkozunk, a vállalati folyamatokat a készletekkel köti össze, ahol a készletek elkülönítik a folyamatokat a (belső és külső) vevői igényektől. Ennek következtében a nagy készletmennyiség a rendszer átfutási idejére gyakorolt hatása miatt rugalmatlan és nehezen finanszírozható. A húzásos rendszerben a vállalati folyamatot a vevői igény aktivizálja. Az egyes vállalati folyamatok egymást szabályozzák és koordinálják sorrendjüknek megfelelően. A lean alapján egyetlen termék előállítása vagy szolgáltatás nyújtása sem indulhat el vevői igény nélkül. (Losonci, 2010, old.: 13)

A *folyamatos fejlesztés*, a tökéletességre való törekvés nem jelent mást, mint még kevesebbel még többet biztosítani. A lean működési keretét az első négy alapelv gyakorlatba ültetésével teremtjük meg, azonban ezek folyamatos fejlesztést igényelnek: a vevői igények konkrétabb igényeinek (érték) megismerését, az értékáramban felmerülő veszteségek felszámolását, az áramlásban felmerülő akadályok mérséklését, valamint a húzásos rendszer optimalizálását.

A lean menedzsment célja az ideális állapot elérése. (Losonci, 2010, old.: 17) A tökéleteségre való törekvés során igazi kihívás jelent a célok olyan meghatározása, amelyek csaknem elérhetetlennek tűnnek, annak érdekében, hogy kifogyhatatlan lehetőségeket teremtsenek a fejlődéshez. (Kelemen, 2009, old.: 62-67).



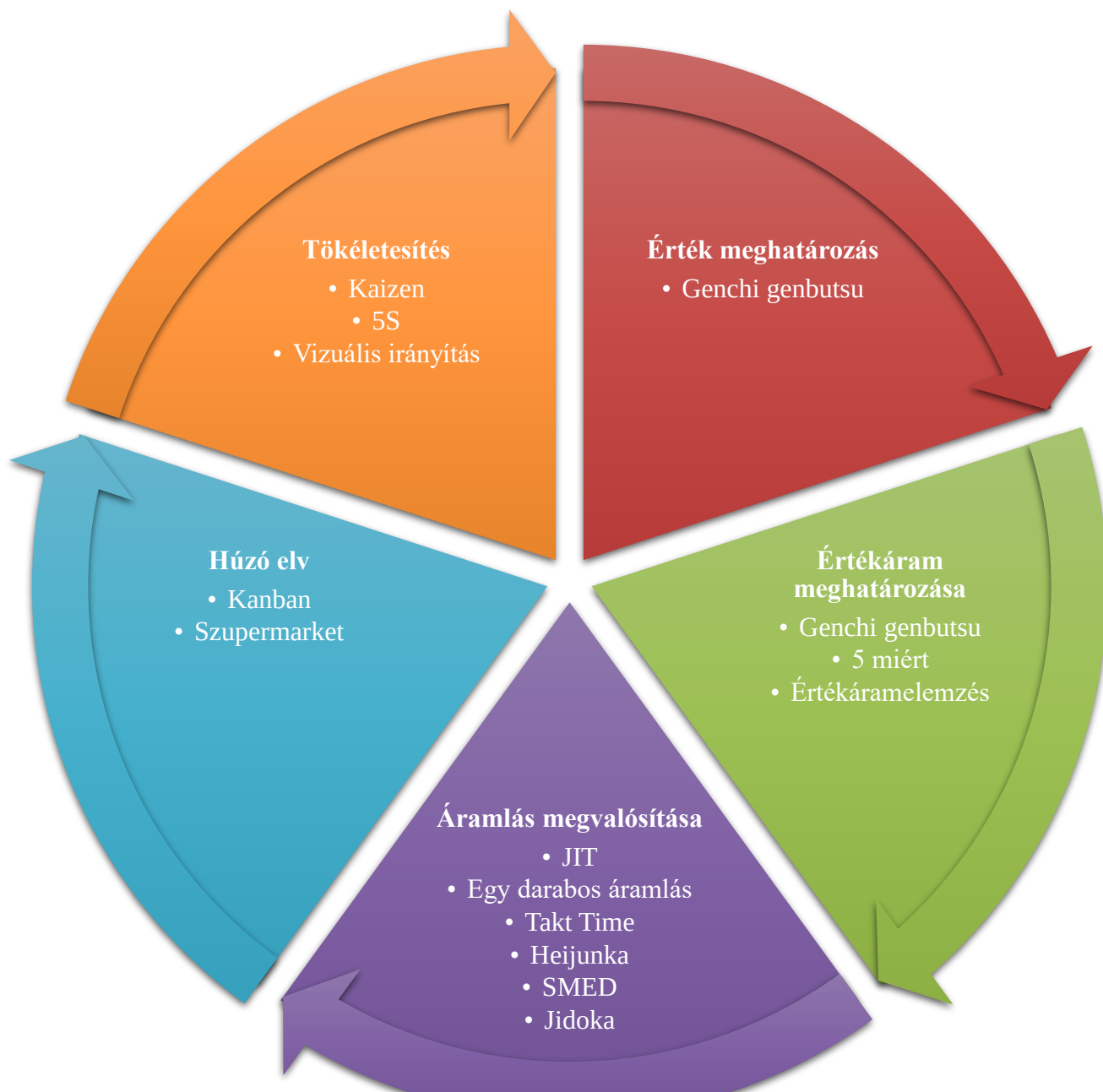
3. ábra: A lean menedzsment stratégiai és operatív elvei, eszközei

Forrás: (Koncz, 2017)

2.6 LEAN ESZKÖZÖK A GYAKORLATBAN

Az alapelvek gyakorlatba ültetéséhez különböző eszközök és technikák állnak segítségére. Ilyen eszköz például a kanban-kártya, a mátrix-diagram, a folyamatábra, az Ishikawa-diagram, hisztogramm, poka-yoke stb., valamint módszerek között az 5S, JIT, FMEA, SMED, SPC, benchmarking stb. A módszerek, illetve eszközök, habár önállóan is alkalmazhatóak, azonban valódi fejlődést és hatékonyságot csak az együttes használatukkal érhetünk el. (Erdei & Kelemen, 2008).

Az alapelvek megvalósításához a következő eszközök állnak rendelkezésre:



4. ábra: Alapelvek és eszközök

Forrás: Saját készítésű ábra (Kovács, 2016) előadása alapján

2.6.1 GENCHI GENBUTSU

Szabad fordításban: „Menj, nézd meg!”. A módszer egy adott szituáció megértését hivatott segíteni, amely szerint nem mások által szolgáltatott adaton, információn vagy feltételezéseken keresztül érdemes a megértéshez jutni, hanem az adott helyszínen, az adott történésről saját szemünkkel kell meggyőződnünk. (Kosztolányi & Schwahofer, Lean szótár, 2012, p. 60)

2.6.2 EGYDARABOS ÁRAMLÁS: CELLARENDSZERŰ GYÁRTÁS

Az egydarabos (one-piece-flow) áramláskor egy időben csak egy alkatrészt, terméket munkálunk meg vagy szerelünk össze és küldjük tovább a következő folyamatnak, illetve műveletnek. (Kosztolányi & Schwahofer, Lean szótár, 2012, p. 48)

Az egydarabos anyagáramlás előnyei:

- azonnali minőségi visszacsatolás;
- selejtsökkentés a sorozathibák kiszűrése által;
- átfutási idők redukálása, átadási felületek mérséklése;
- gyártásközi készletek csökkentése;
- kisebb munkafelület-szükséglet, kisebb tárolóeszközök. (Virág, 2015, old.: 50)

A cellarendszerű termelés a lean elsődleges tartóeleme. A cellarendszerű gyártásban létrehozunk egy olyan sorrendet mind a berendezések, mind a munkaállomások tekintetében, amely lehetővé teszi a minimális anyagmozgatást, mi több a késedelmek mellett az anyagok és az alkatrészek gördülékeny és kiegyenlített áramlását biztosítja. (Jankovics, 2011, old.: 2)

A gyártócellában a berendezések C vagy U alakban helyezkednek el, hogy a folyamat végpontja és kezdőpontja közelebb helyezkedjen el a távolság csökkentése céljából, ezáltal az operátornak kevesebb távolságot kelljen megtennie a következő ciklus elkezdésének érdekében. (Jankovics, 2011, old.: 14)

Az egydarabos anyagáramlás ideális állapot, amelyet a cellarendszerű gyártás támogat a versenyképesség növelésének eléréseért:

- a gyártási folyamatokban felmerülő anyagmozgatási késedelmek és költségek megszüntethetők, minimalizálhatók a készletek a folyamatlépések között;
- a gyártás árfutási ideje csökkenthető, ezáltal a termékbe fektetett tőke hamarabb megtérülhet;
- helytakarékos termelés, a felszabadult területek más értékteremtő tevékenységnek adhatnak helyet;
- az alacsony készletszint folyamatos fejlesztésére van lehetőség. (Jankovics, 2011, old.: 8)

2.6.3 KERESZTFUNKCIONÁLIS MUNKAERŐ

Olyan munkaerő, amely képes többféle munkakörben és pozícióban is munkát végezni. (Koncz, 2017, old.: 234)

2.6.4 KANBAN

A japán *kanban* szó jelentése „kártya” vagy „jel”, a húzórendszerben ezzel a készletet szabályzó kártyákat jelölik. Tulajdonképpen ezek rendelik a munkát, mialatt folyamatosan együtt mozognak az anyaggal. Egy alkatrészegységet egy kártya, azaz kanban jelöl, ezáltal információs rendszerként is működik, melyben koordinálja a gyártást. Összekapcsolja a munkafolyamatokat, ezáltal a teljes értékáramot harmonikusan összeköti, egészen a vevői igényekig. (Kanban for the Shopfloor, 2011, old.: 9).

A kanban rendszer előnyei:

- megszüntethető a túltermelés;
- vevői igényekre rugalmas reagálás;
- kis sorozatok és széles termékek választékának koordinálása;
- beszerzési folyamatok egyszerűsítése;
- összehangolja az összes folyamatot és ezeket a vevővel összekapcsolja.

(Kanban for the Shopfloor, 2011, old.: 8)

A kanban rendszer megfelelő működéséhez meg kell állapítsuk, hogy mennyi kártyára van szükségünk. A kanban kalkulációnak rengeteg típusa található meg a szakirodalomban, Shingo által a következő javasolt:

$$K = \frac{Q + \alpha}{n}$$

ahol:

- K - a kanban kártyák száma
- Q - egy tárolási egységben található termékek mennyisége
- α – minimális biztonsági készlet
- n – egy raklapon szállítható termékek mennyisége

Monden részletesebb kalkulációs módszert javasolt:

$$K = \frac{d (te + tf)}{c} (1 + \beta)$$

ahol:

- K - a kanban kártyák száma
- d – vevői igény a tervezett időszakban
- te – várakozási idő termelés indulásáig
- tf – egy kanbanhoz tartozó termék gyártási ideje
- c – tárolóegység kapacitása
- β – biztonsági tényező

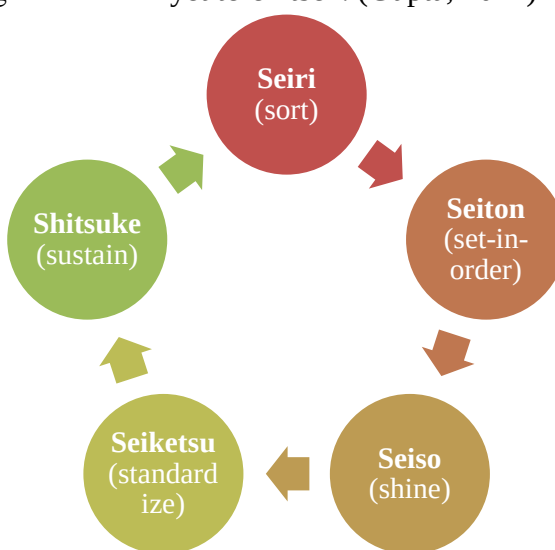
Shingo szerint ugyanannyira fontos a kanbanok számának meghatározása, mint maga a termelési rendszer fejlesztése, a kártyák számának minimalizálása érdekében. (Drahos, 2020)

2.6.5 SZUPERMARKET

A kanban segítségével mozgatott termékek tárolási rendszere a szupermarket, amelyben minden anyagnak kijelölt és azonosított helye van, továbbá egy minimális és egy maximális mennyiség között kell a mennyiségnek mozogni. A dolgozók a szükséges anyagokat innen használják fel. Legtöbb esetben egy szabványos tárolóeszközt (pl.: görgős átfutó állványt) értünk szupermarket alatt. (Virág, 2015, old.: 47)

2.6.6 5S

Az 5S filozófiája arra irányul, hogy a munkahelyet a következő technikák segítségével tiszta, ergonomikus és biztonságos munkahelyet teremtsen. (Gupta, 2022)



5. ábra 5S módszer
Saját készítésű ábra

Az 5S egy ötlépéses módszer, amelyben a lépések nem egymásra épülnek, hanem egymást egészítik ki. Míg az első három S könnyen definiálható és megvalósítható, addig az utolsó kettőt gyakran többféleképpen fordítják, és jelentését is különbözőféleképpen értelmezik. (Kosztolányi & Schwahofer, Lean szótár, 2012, p. 15)

Az 5S Gupta (2022) szerint a következők:

- 1S: Seiri (sort): A szortírozás vagy rendezés kialakítása során a nem szükséges elemeket, eszközöket, szerszámokat, illetve anyagokat el kell távolítani.
- 2S: Seiton (set-in-order): Az eszközök és anyagok szisztematikus elrendezése a hatékony munkavégzés érdekében.
- 3S: Seise (shien): A munkahely tisztaságát hivatott biztosítani. A rendszeres takarításnak köszönhetően az esetleges eltérések fellelhetőek.
- 4S: Seiketsu (standardize): Az első 3S megszilárdítása.
- 5S: Shitsuke (sustainig): A fenntartás kialakítása, a standard önfegyelmet kívánó betartása.

Az 5S előnyei a vállalat számára:

- veszteség csökkentése, ennek köszönhetően a költségek mérséklése;
- problémák gyors azonosítása;
- késések redukálása;
- munkabiztonság javítása;
- fejlesztésekben való közreműködés valamennyi alkalmazott részéről;
- vevők bizalmának erősítése.

Az 5S előnye az alkalmazottak számára:

- tisztább, biztonságosabb, ergonomikus környezet;
- munka megkönnyítése;
- keresgélések okozta idővesztés csökkentése;
- elvárások megértésének segítése;
- véleménynyilvánítás a munka elvégzésének rendszerébe. (Virág, 2015, old.: 32-33)

2.6.7 TAKT-TIME (ÜTEMIDŐ)

Az ütemidő (takt-time) olyan elméleti idő, amely megmutatja, hogy egy egységnyi idő alatt a vevő mennyi terméket vár el. Alkalmazásával a vevői igényekhez szinkronizálható a termelés üteme, ennek következtében a 7 veszteség egyike, a túltermelés megszüntethető. (Virág, 2015, old.: 37)

$$\text{Ütemidő} = \frac{\text{Termelésre rendelkezésre álló idő (műszakonta)}}{\text{Vevői igény (műszakonta)}}$$

2.6.8 JUST-IN-TIME (JIT)

A Just-in-time elve a gyártási hulladék és felesleg megszüntetésére irányul, azáltal, hogy a megfelelő mennyiségű nyers- és alapanyag beszerzésével a megfelelő mennyiségű termék kerüljön feldolgozásra, illetve megmunkálásra a megfelelő helyen és időben. A JIT nem takar mást, mint hogy csak azt készítsük el, amire szükség van, akkor amikor és amennyi szükség van rá.

A JIT termelési stratégia a termék minőségére, a termék szállítási idejére és a termék költségére összpontosít. A működés kiválóságának érdekében a késztermékek elkészítéséhez a szükséges alkatrészeket az éppen jelenlévő igények szerint szállítják az összeszerelés helyszínére. A rendszer a termelési hulladékok, illetve veszteségeket törekszik likvidálni azáltal, hogy az egyes tevékenységek közötti nem értéknövelő tevékenységeket és anyagokat csökkenti. A rendszer a következő területeken követeli meg a felesleg és hulladék azonosítását:

- túltermelésből származó felesleg;
- várakozási vagy üresjáratok;
- szállítási hulladék;
- feldolgozási hulladék;
- termék hibákból származó hulladék.

JIT alkalmazásával a gyártás kiemelkedő javulást ér el a költségek és a termelékenység terén az emberi erőforrások legjobb felhasználásával, segíti a vállalatokat, hogy elérjék a céljaikat. (Swapnil, Prashant, & Chetan, 2016, old.: 77-81)

2.6.9 HEIJUNKA (KIEGYENLÍTETT TERMELÉS)

A Heijunkát kiegyenlített termelésnek vagy termelésstervezésnek is nevezik, amelynek bevezetése a JIT előfeltétele. (Kolozsár & Pankotay, 2017, old.: 81) A termelési mennyiség kiegyenlítése által a lehető legkisebb időegységenként gyártunk megegyező mennyiségben. A vevők általános igényeinek megfelelően lehetőleg minden típusból minél kisebb időegységenként termeljünk. (Kosztolányi & Schwahofer, Lean szótár, 2012, p. 89) A termékek kiegyensúlyozott termelésének elosztását a kanban kártyák segítik. (Kolozsár & Pankotay, 2017, old.: 81) Az egynapos vagy műszakos kanban mennyiséget az utolsó folyamat után helyezzük a gyártásban, egy úgynevezett heijunka postahelyre vagy táblára, annak érdekében, hogy a húzó-rendszert lendületbe hozza. (Kosztolányi & Schwahofer, Lean szótár, 2012, p. 90)

Alkalmazásával lecsökkenek a készletek, ennek következtében az átfutási idők; a gyártási rendszer rugalmasabban képes reagálni a vevői igények változására. (Kolozsár & Pankotay, 2017, old.: 81)

2.6.10 JIDOKA (HIBAMENTES GYÁRTÁS)

Visszavezethető egészen 1902-ig, amikor Sakichi Toyoda megalkotott egy olyan eszközt, amely a szövőszékek által előállított hibás anyag érzékelésekor automatikusan leállította a gyártást. (Perger, 2014, old.: 16)

Jidoka elv lényege, hogy minden gyártási problémát azonnal láthatóvá és érthetővé tegyen, a probléma észlelésének pillanatában állítsák le a termelést, ennek értelmében az elv beépíti a minőséget a gyártásba, oly módon, hogy kizárja a selejtgyártás lehetőségét. (Kazuhiro, 1991, p. 2)

2.6.11 POKA-YOKE („BOLOND BIZTOS MÓDSZER”)

A poka-yoke a gondatlanságból bekövetkezett hibák előfordulása ellen kifejlesztett japán eszköz. Olyan megelőző akció, amely a gyártási folyamatok eltéréseinek speciális termékhibák és nem megfelelőségek megszüntetésére irányul. A hibaellenőrzés mögött a zero tolerancia áll, vagyis nem elfogadható még a kis hiba sem.

Költséghatékony, könnyen érthető és alkalmazható módszer, amely a folyamatos fejlesztés részét képezi. Segíti a minőségirányítási rendszer magasabb szintű teljesítését. (Rajan, Ravi, & Dr. Ajay, 2016, p. 363)

Két fajtát különböztetik meg:

- jelző poka-yoke: olyan megoldások, amelyek figyelmeztetnek hiba esetén, lehetőleg megelőzve azt;
- kontroll poka-yoke: véletlen hiba kialakulását igyekszik megelőzni. (Kosztolányi & Schwahofer, Lean szótár, 2012, p. 132)

2.6.12 KAIZEN

Ohno által is elfogadott tény, hogy a munkatársak meggyőzése a kaizen jelentőségéről nem könnyű feladat. (Kővári, 2010, old.: 6)

A kaizen az egész világon elterjedt japán filozófia. A „kai” jelentése változás, a „zen” jelentése jó, így magyarul a folyamatos fejlesztésként szokták fordítani.

A filozófia alapgondolata, hogy minden nap valamin fejlesztést kell végrehajtani, az alkalmazottaknak a munkájuk során felmerült problémákat meg kell oldaniuk, ezáltal a működést folyamatosan magasabb színvonalra emelik, továbbá csökkentik a folyamatokban jelentkező veszteségeket.

A kaizen a következő előnyöket vonja magával:

- versenyelőny növelése;
- költségcsökkentés;
- minőség javítása;
- vevői elégedettség növelése;
- munkahelyi balesetek mérséklése;
- tőkebefektetés helyének meghatározása;
- dolgozói tehetségek hasznosítása;
- a folyamatos fejlesztés kultúrájának kialakítása;
- dolgozók elköteleződése munkájuk iránt;
- teljesítményjavulás és veszteségek csökkentése;
- problémák gyorsabb felszínre kerülése, és az érintettek motiválása;
- egymás fejlesztése és tapasztalatok átadása. (Virág, 2015, old.: 79-80)

A kaizen blitz vagy kaizen workshop a fejlesztés koncentrált módszere. A résztvevők feladata egy adott probléma megoldásának részletes kidolgozása, általában 2-5 napon keresztül. (Kosztolányi & Schwahofer, Lean szótár, 2012, p. 87)

2.6.13 GEMBA WALK

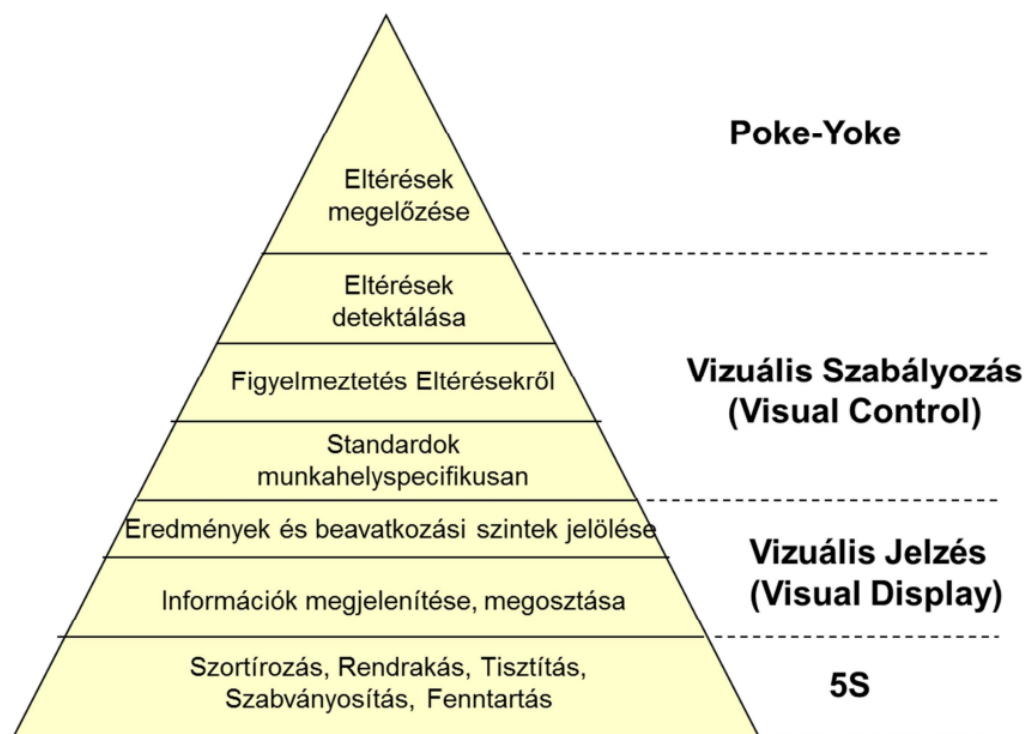
A lean menedzsmentben kiemelt fontosságot tulajdonítanak a vezetés és üzlethelyiség kapcsolat tartásának, ennek megvalósítása a Gemba Walk. A vezetők fizikailag nézik meg az üzlethelyiségekben történeteket, hogy valóban megértsék a dolgozók mindennapjait és a folyamatokban felmerült problémákat. (David, Paolo, Thorsten, & Daryl, 2020)

A gemba walk vagy a „napi nyomon követés” mindig ugyanabban az időben, előre meghatározott útvonalon keresztül történik. (Bálint, Dr. Bérces, & Váthy, 2014, old.: 51)

2.6.14 VIZUÁLIS IRÁNYÍTÁS

Célja termelési, valamint az anyagmozgatási folyamatokban felmerülő veszteségek láthatóvá tétele. (Kosztolányi & Schwahofer, Lean szótár, 2012, p. 133) Emellett az abnormális körülmények felismerését segíti, amely során a dolgozókat támogatja a szabványok szabályszerű követésében. Használatával a termelés aktuális állapotáról kapunk információt. A vizuális jelek nem igényelnek nyelvismeretet, ez alapján „nemzetköznek” is nevezhetjük. (Virág, 2015, old.: 33)

A vizuálmenedzsment piramis a vizuális jelek rendszere.



6. ábra: Vizuálmenedzsment piramis

Forrás: (Virág, 2015, old.: 34)

A vizualizációnak köszönhető egyértelművé válik bárki számára, hogy egy adott eszköz mely munkaterülethez tartozik, hány darabra van belőle szükség, rendellenesség történik-e a munkahelyen, valamint a munkafolyamatok tervezetten folynak-e.

A rendszer kialakításakor mindenki számára érthető és egyszerű kommunikációra kell törekedni, valamint a folyamatos frissítésre. (Virág, 2015, old.: 34)

3. SZEMLÉLETMÓD KIALAKULÁSA A SZERVEZETBEN

A lean gondolkodásmód és menedzsment kialakításának gondolata a vállalat életében egyetlen személyre vezethető vissza.

Vezérigazgató váltáskor 2018 áprilisában csatlakozott az igazgatóság egy a lean menedzsmentet ismerő vezető. Előző munkahelyein ismerte meg a lean alapjait, többször járt a Toyota autógyárnál is, amelynek köszönhetően felismerte a hasznosságát, így született meg az a gondolata, hogy a gázturbina gyártó vállalatot is lean gondolkodású vállalattá alakítja. Ennek következtében minden üzlettágtól elvárta, hogy a stratégia rövid, közép- és hosszú távú célokat és terveket is lean alapokra helyezze. Ezzel megalapozta hoshin kanri politikai stratégiai menedzsment tervezését. A hoshin kanri egy hét lépésből álló folyamat, amelyben a stratégiai célokat az egész vállalatban kommunikálják, majd végrehajtják. Ez a vállalati kulturális fejlődésnek egyik kritikus pontja, hiszen célja a munkavállalók tevékenységének összehangolása a vállalat egészében, annak érdekében, hogy a kitűzött célokat mielőbb elérje, és a környezetre gyorsan reagáljon a szervezet.

Elsősorban a cél meghatározása után definiálni kell a jelenlegi helyzetet, majd a pillanatnyi tényállapot és a kitűzött célok közötti különbségeket változással és fejlődéssel kell csökkenteni.

Shingijutsu Global Consulting japán tanácsadó céghez fordult segítségért, minden üzletág segítséget kapott a megfelelő szakemberektől, így változott meg a szervezet organizációja.

A vállalatokban egy gyár szintű lean vezető feladata a gondolkodásmód kialakítása a gyakorlatban. Ebből adódóan elkezdtek action workout programokat szervezni (AWO-kat), amely az egyik leghatékonyabb módja a változás elhozásának azáltal, hogy felhasználja a tényleges munkát végző emberek ötleteit és motivációit. Az AWO-k különböző hosszúságú kaizen eseménynek, melyeken egy adott problémára összpontosítanak a résztvevők, megértik a probléma gyökereit és megoldással találják rá. Eleinte az újtól való félelem miatt kevesebb ilyen esemény volt, azonban ma már heti szinten több AWO is zajlik a szervezetben, ezáltal változásokat generálva, majd azokat megszilárdítva.

A lean kialakítása több éves program, azonban a mégis az adott vállalat 3 év alatt nagyon látványos fejlődésen ment keresztül, a veresegyházi gyár kiváltképpen. Világszinten minden gyárból jönnek látogatók tanulni, hiszen fontos a tapasztalat, valamint a tudás áramlása a vállalatok között. A jelentősebb AWO-kon egyre több külföldi vesz részt.

Habár még a lean nem alakult ki teljesen a szervezetben, mégis hatékonyan és töretlenül igyekszik a vállalat a lehető legjobban alkalmazni és a gyakorlatba ültetni a lean menedzsmentet. Következő lépésként a húzó-termelés kialakítása van napirenden.

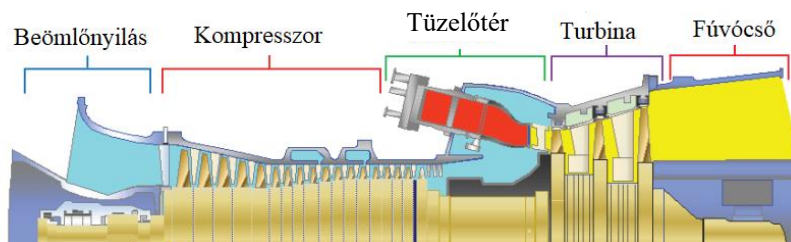
Természetesen a változások pozitív hatásai már most láthatóak. A mindennapokban a kultúraváltás és a leannel való azonosulás kiemelkedő helyen szerepel.

4. GYÁRTOTT TERMÉKEK

4.1 GÁZTURBINÁKRÓL RÖVIDEN

A gázturbinák hőerőgépek családjába tartozik. A levegővel kevert üzemanyag égéstermékei turbina lapátjain haladnak keresztül, amelyet egy kompresszor működtet, illetve levegőt szolgáltat az égési folyamatokhoz. A gázturbinában keletkező égéstermékek hőenergiáját hasznosíthatják további turbinák hajtására. A gázturbina termodinamikai alapja a Brayton–Joule-ciklus. A hajtómű indítása után a légsűrítő (turbókompresszor) a levegő nyomását többszörösére növeli, és a bevezető nyíláson keresztül az égéstérbe nyomja. Itt a levegő a beporlasztott tüzelőanyaggal (pl. kerozin) keveredik. A keveréket meggyújtva állandó nyomású folyamatos égés alakul ki. A felhevült és nagymértékben kiterjedt gázok a turbinát forgatják. A turbina a vele közös tengelyen levő kompresszort, generátort, a hajtómű táprendszerét és a segédberendezéseket is működteti. Az égéstermék gázok, inert gázok, további hasznosításra a sugárhajtásos gázturbináknál a gázturbina fúvócsővébe kerülnek, itt nyomásuk mozgási energiává alakul át, a kiterjedő gázok a hőmérséklete csökken. Innen a gázsugár kb. 2000 km/óra sebességgel lép ki a szabadba, a hőmérséklete ekkor 500-600 °C. Erőműveknél gőzkörfolyamat hőforrásaként szolgálhatnak, vagy a szabadba kerülnek.

A gázturbinák, mint belsőégésű erőgépek gázkörfolyamatának működése rendkívül hasonló a 4 ütemű motoréhoz, gondoljunk a négyütemű Otto-motorra. A négy ütem (szívás, sűrítés, expanzió és kipufogás) más-más egységben folyik le a gázturbinában.

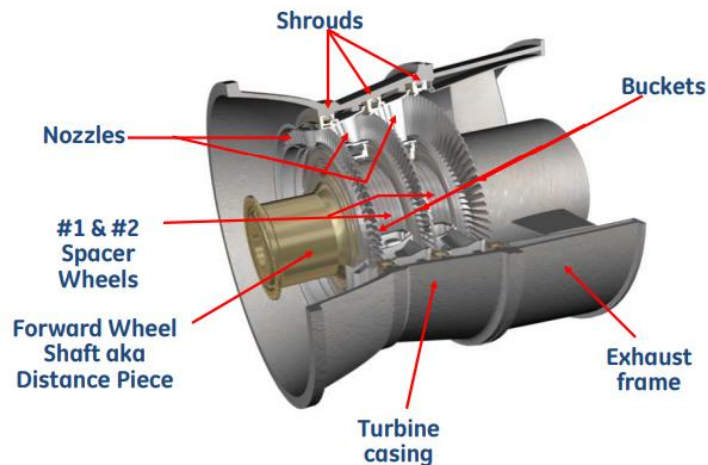


7. ábra: Gázturbina vázlat

Forrás: Saját készítésű kép

4.2 A SOROKON GYÁRTOTT TERMÉKEKRŐL RÖVIDEN

A sorokon gázturbinák tüztéri alkotóelemei közül az úgynevezett álló lapátsorok (nozzles) gyártása megy végbe. Ezek az alkotórészek nagyban hozzájárulnak a gázturbinák legoptimálisabb működéséhez. Az állólapátsorok rögzítése többféle módon lehetséges a kompresszorhoz, amely lehet henger vagy csonkakúp alakú. A lapátok rögzítése lehet oldható vagy oldhatatlan.



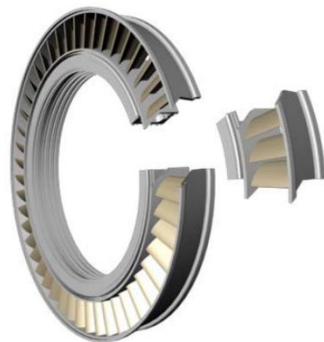
8. ábra: Nozzle elhelyezkedése

Forrás: Saját készítésű kép

A lapátokat elhelyezkedésük alapján, stage 1, 2 vagy 3 lapátnak nevezzük. A Lean Line 3-as soron a stage 3-as terméke gyártása, a Lean Line 4-es soron a stage 2-es lapátok gyártása történik.

Stage 2 lapátok feladata:

- a stage 1-es lapátokból átáramló égési gázok irányítása,
- horony és csap kapcsolat koncentrikusan tartása a rotorral és a turbinavázzal.



9. ábra: Stage 2-es nozzles gyűrűben

Forrás: Saját készítésű kép



10. ábra: Stage 2-es nozzle

Forrás: Saját készítésű kép

Stage 3-as lapátok feladata:

- a stage -2es lapátokból átáramló égési gázok irányítása,
- horony és csap kapcsolat koncentrikusan tartása a rotorral és a turbinavázzal.



11. ábra: Stage 2-es nozzle



12. ábra: Stage 3-as nozzles gyűrűben

5. LEAN EGY GÁZTURBINA GYÁRTÓ NAGYVÁLLALAT FALAIN BELÜL

5.1 NAPI MENEDZSMENT

A lean menedzsment egyik alappillére a napi rutin kialakítása és folyamatos fenntartása a fejlődés érdekében. A meghatározott és konkrét napi menedzsment lehetővé teszi a napi rendszerességét, valamint állandó kontrollt azáltal, hogy folyamatos megfigyelést biztosít arról, hogy a megfelelő úton haladunk-e céljaink elérésének érdekében. Gyakorlatba ültetésének köszönhetően ellenőrizhetjük a korábbi lépések és fejlesztések eredményességét.

Fontos kiemelni, hogy a hosszú távú Lean Daily Management System segít nekünk egy rutin, egy mindennapi ütemterv kialakításában. Ennek következtében szükséges a résztvevőknek szabályokban megegyezniük, és azokat a gyakorlatba ültetniük. Ennek a szokásnak köszönhetően a szervezet képes fenntartani fejlesztési tevékenységeit.

Négy alapvető rutin építi fel a rendszert: a nyomkövethetőség, a Leader Standard Work, a Gemba Walks és a Process Confirmation.

Az egyik Action Workout (AWO) témája ennek a Lean Daily Management kialakítása volt. Több csapat alakult a különböző területek napi menedzsmentjének kialakításához.

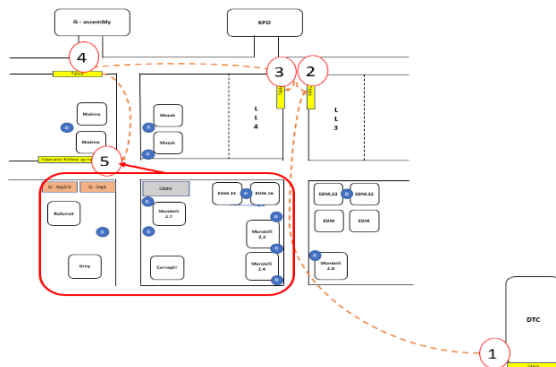
AWO előtti állapot:

- a jelenlegi napi menedzsment nem mutatta a terv és a tények közötti különbségeket;
- nem vezette a felmerülő problémákat, illetve az azokra hozott intézkedéseket;
- rengeteg működési probléma volt jelen a mindennapokban;
- nem tudta tartani az ütemtervet, és az eltéréseket sem mutatta;
- a létszámihiány kezelése aránytalanul nagy erőfeszítésbe került.

Az AWO célja:

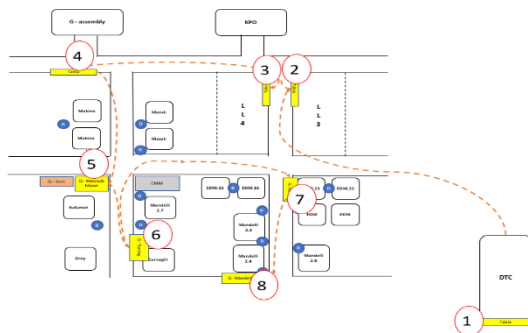
- napi és heti menedzsment struktúra kialakítása;
- folyamat létrehozása a napirend és az ütemterv betartásához;
- egy új problémagyűjtő és teljesítménykövető rendszer bevezetése;
- gyökérokelemzés bevezetése.

Problémaként lépett fel, hogy egy-egy termelésben kihelyezett tábla túl sok területet foglalt magába, ennek következtében a táblák túlszűfoltak és átláthatatlanok voltak. Ennek következtében az első lépés a területek felosztása és a táblák leegyszerűsítése volt.



13. ábra: AWO előtti útvonal

Forrás: Saját készítésű ábra



14. ábra: AWO utáni útvonal

Forrás: Saját készítésű ábra

A táblák standardizálása volt a következő lépés, illetve a tábla használatának megtervezése, hogy a csapat minden tagja napi szinten követni tudja a vállalat stratégiai céljainak elérésében a megtett haladást. Illetve, hogy a napi meetingek lényegretörőek legyenek, továbbá segítse a csapat kommunikációját és mindennapi munkavégzését.



15. ábra: AWO előtti tábla

Forrás: Saját készítésű kép



16. ábra: AWO utáni tábla

Forrás: Saját készítésű kép

Külön hangsúly került a tervek, valamint a tények összehasonlítására, a napi darabszám követhetősége érdekében, ugyanis ennek a figyelemmel kísérése az eddigiekben semmilyen formában nem valósult meg.

A táblára kikerült egy problémakövető lap is, ahova az operátorok a felmerülő hibákat felvezethetik. Tapasztalat alapján különböző hibatípusok kerültek csoportosításra Pareto-elemzés céljából. A Pareto-elemzés segítséget nyújt, hogy a sok probléma közül láthatóvá váljanak a lényegesek. Ez a vizsgálat alkalmas a kivételek és a prioritások kimutatására, megmutatja, milyen sorrendben kezeljük a problémákat, illetve mekkora erőfeszítéssel kezeljük az adott problémát.

A Pareto-elemzések elvégzése az AWO után az én felelősségem, havi rendszerességgel végzem és riportálom a felső vezetőség felé.

Összességében ez a rendszer megkönnyíti a kritikus információk áramlását az egész szervezetben, minden szinten és minden szint között, az adatok vizualizálásával és a csoport tagjainak összegyűjtésével. Ennek a módszernek és a gyors kommunikációnak köszönhetően a fejlesztés folyamatos és nyomonkövethető a gyártási folyamatokban.

Végleges eredményként kialakult a napi rutin. Minden reggel 8:00 és 8:30 között egy Teams meeting zajlik, ahol az előző nap kerül áttekintésre: balesetek, problémák, géphibák, anyaghiányok és a lehozott darabszám. Ezt követően a fenti útvonal (14. ábra) szerint járjuk végig a termelésben a saját területünket. A hibás és selejt darabok gyors felülvizsgálatra kerülnek.

5.2 LAYOUT, EGYDARABOS ÁRAMLÁS ÉS 5S

A lean menedzsment a sorok „U” vagy „C” alakú elrendezését preferálja, azonban a sorok már megépültek és az átalakításuk tér és más akadályok miatt nem voltak megvalósíthatóak „C” vagy „U” alakra. Ennek ellenére egy olyan layout épült meg, amin megvalósulhat az egydarabos anyagáramlás.

A sorok átalakítást igényeltek, mivel bizonyos munkaállomások a soron kívül helyezkedtek el, ezzel felesleges anyagmozgatást generálva. A feladat a sor layoutjának átalakítása volt, figyelve arra, hogy az 5S és az egydarabos áramlás szabályainak megfeleljen.

Problémaként merült fel, hogy a különböző gázturbinák megmunkálásának a folyamata eltérő, illetve minden megmunkálást egy ellenőrző mérés követ, amelyet 3D koordináta

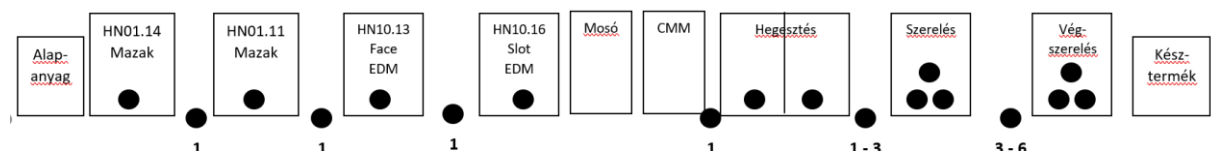
mérőgépeken végeznek el. Értelemszerűen minden maró-, vagy szikraforgácsoló gép után nem helyezhetünk 3D koordináta mérőgépeket. Első lépésként a sorokon futó termékekről egy értékfolyamat térképezés valósult meg. A térkép egyértelműen illusztrálja az eljárások sorrendjét, ennek köszönhetően biztos alapot nyújtott a layout tervezésében.

Kialakult a két olyan sor, amelyeknek az elején elindul a nyers öntvény, majd a megfelelő megmunkálási eljárásokat elvégezve a sor kimeneteleként a kész összeszerelt és csomagolásra váró szegmenseket mutatja fel.

Az 5S illetve az egydarabos anyagáramlás elvét alapul véve adott gépek között a kijelölt helyen egy darab szegmensnek kell elhelyezkednie, miközben a következő műveletre moztatják át. A terület kialakítása, illetve feljelölése szintén egyéni feladat volt.

A termékek raklappal mozognak, így mozgatásuk nem egyszerű, valamint nagy területet foglalnak, ezenfelül bizonyos gázturbinalapátokat a méretük és súlyok miatt csak daru segítségével képesek a megfelelő gépbe behelyezni. Az imént felsorolt kritériumoknak kellett megfelelnem a WIP (work-in-progress) félkésztermékek helyének kialakításakor.

A WIP a vizuális kontroll eszköze, hiszen látványosan mutatja, hogy egy adott sor anyagmozgatásának normális vagy abnormális az állapota. Ha a soron nem a meghatározott mennyiségű WIP van, az rendellenességre utal és azonnali, gyors beavatkozás szükséges. A WIP jelölése azt mutatja meg, hogy hány darab félkész termék kell a sorra a folyamatos működéshez. A gépen belül jelzett WIP azt jelenti, hogy a gép egyszerre hány darabot munkál meg, az adott munkafolyamaton elkészült munkadarabot a lehető leghamarabb be kell rakni a következő gépbe. A WIP mennyiség betartása egy sori működést kontrolláló eszköz. Segítségével könnyen eldönthető, hogy mely folyamatoknak kell megállniuk, hogy elkerüljük a túltermelést.



15. ábra: Lean Line 3-as sor WIP száma és helye

Forrás: Saját készítésű kép

A sor elején a nyers öntvények kaptak helyett, majd minden gép között egy az adott munkafolyamaton félkész darabnak és a következő munkafolyamatra váró szegmensnek

egy-egy raklapnyi hely van feljelölve. A gépen belül jelzett WIP azt jelenti, hogy a gép egyszerre hány darabot munkál meg.



16. ábra: Feljelölt WIP

Forrás: Saját készítésű kép

A rend, valamint a standardizálás érdekében a területen, azon belül a szerszámok között is elvárt a rendezettség, ennek érdekében a munkaállomásokon szerszámtartó táblák lettek kihelyezve, amiken úgynevezett shadow boardokat, azaz árnyéktáblákat helyeztem ki, amelyek az eszközök rendszerezésére szolgálnak. Vizuális eszközként határozza meg az eszközök helyét. Az árnyéktáblákon kívül minden feliratozásra került annak érdekében, hogy minden eszköznek, szerszámnak, készüléknek, valamint berendezésnek kijelölt helye legyen.



19. ábra: Árnyéktábla

Forrás: Saját készítésű kép

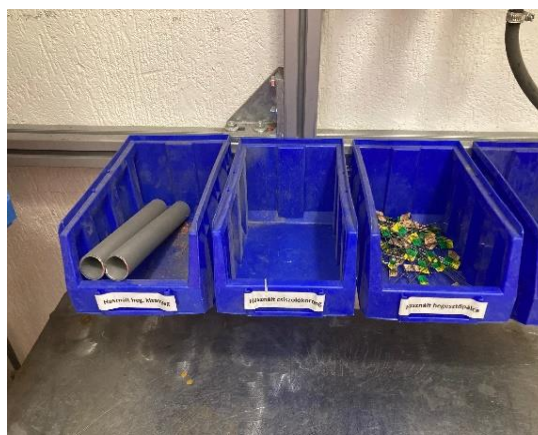


20. ábra: Árnyéktáblán hiányzó szerszám

Forrás: Saját készítésű kép



21. ábra: Feljelölt berendezések, eszközök
Forrás: Saját készítésű kép



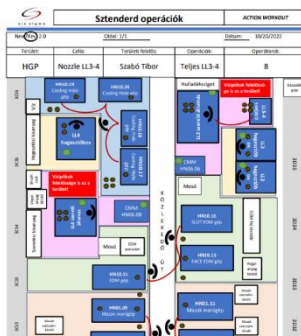
22. ábra: Feliratozott tároló eszközök
Forrás: Saját készítésű kép

A tárolásra használt polcokat a teherbírásuknak megfelelően jelöltem, illetve a felrakott raklapokon is feltüntetve kell legyenek a raklapok tartalma.



23. ábra: Polc rendszer
Forrás: Saját készítésű kép

Az 5S alapján az átláthatóság és tisztatág is kritikus pontnak számít, erre egy standard work létrehozásával minden operátornak a műszak végén a számára kijelölt területen rendet kell tenni, illetve feltakarítani.



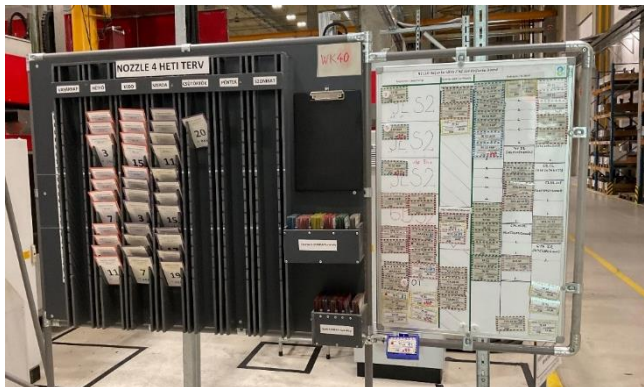
24. ábra: Takarítás layout
Forrás: Saját készítésű kép

5.3 KANBAN RENDSZER

A kanban rendszernél elsősorban egy tábla kialakítására volt szükség. Mivel a két a sor egymás mellett található, így a kártyák más alakúak a két soron az egyszerű megkülönböztetés érdekében, valamint a különböző típusú gázturbinák különböző színű kártyákkal vannak jelölve, ezzel is könnyítve az operátorok munkáját.

A kanban táblák elkészítésénél az átláthatóság és a könnyű kezelés volt az elsődleges szempontom, hogy laikus szemmel is érthető legyen. A táblákon (25. és 26. ábra) jelölve van az adott hét a jobb felső sarokban, illetve függőleges irányban napokra, vízszintes irányban a napokat műszakokra bontottam fel; ezzel szemléltetve adott napon adott műszakban hány darab kártya, azaz hány darab szegmens kell, hogy elinduljon a sorokon.

A hét elején a műszakvezető feladata kitölteni a táblát, az előre meghatározott gyártási szekvencia alapján. Töltése igényli a mélyebb termékismeretet, hiszen a különböző turbinalapátok megmunkálása eltérő eljárás alatt megy végbe, ennek következtében a taktusidő és a műszakonként legyártott darabszám is változik. Abban az esetben, ha a tábla feltöltésre került, a heti tervezett gyártás és a valós állapot közötti differencia nyilvánvalóvá válik bármely személy számára, legyen az operátor, mérnök vagy laikus személy.



25. ábra: Lean Line 4-es kanban tábla

Forrás: Saját készítésű kép

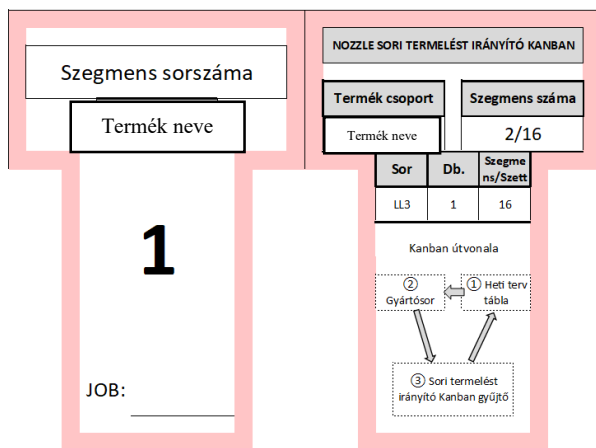


26. ábra: Lean Line 3-as kanban tábla

Forrás: Saját készítésű kép

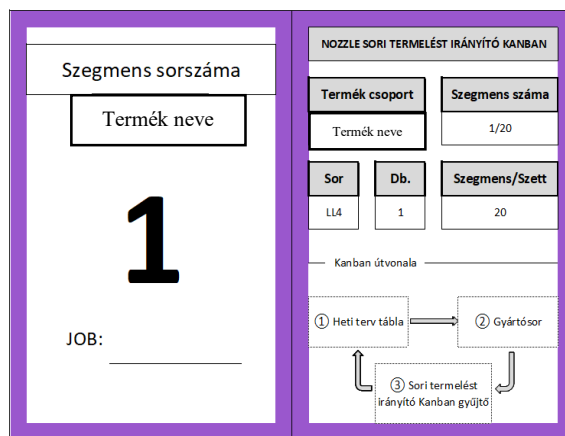
A kártyák megtervezésekor szelektálni kellett az információk között: melyek nélkülözhetetlenek és melyek feleslegesek a termékek azonosításához.

A kanban kártyák első oldalán a gázturbina termékcsoportja, illetve a szettben elfoglalt sorszáma látható; míg a hátoldalára a sor, a kártya darabszáma, illetve a kanban útvonala is felkerült.



27. ábra: Lean Line 3-as sori kanban kártya

Forrás: Saját szerkesztésű kép



28. ábra: Lean Line 4-es sori kanban kártya

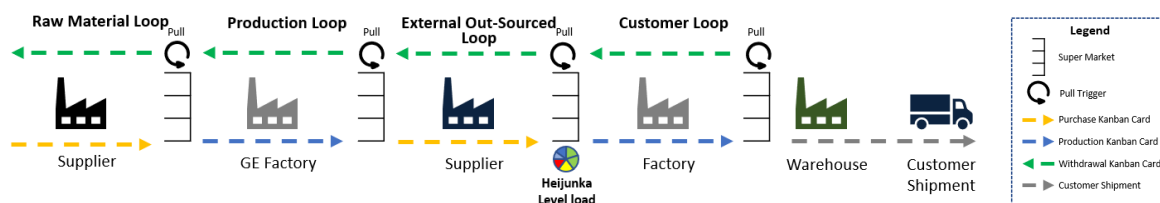
Forrás: Saját szerkesztésű kép

A rendszerben a kártyák a szegmensekkel mozognak, ez azt jelenti, hogy amikor elindul a nyers öntvény a soron, az első műveletnél az operátor a feltöltött tábláról a minőségügyi tervhez (Quality Plan-hez) csatolja az adott szegmens kártyát, amely végigköveti a terméket egészen a szállításig.

A kártyákat mindig negyedéves szekvencia alapján készítem, a felesleges kártyák visszavonásra kerülnek, a hiányzóak pedig a táblán lévő tárolóba.

5.4 HUZÁSOS-RENDSZER ÉS HEIJUNKA

A nyomásos-rendszerről a húzásos-rendszerre történő átállás komoly szakmai feladat, amely igényli a teljes vállalati átállást a beszerzéstől egészen a kiszállításig. A Hishom kanrit alapul vevő felső vezetéség 2021-ben megfogalmazta azt a stratégiai célt, hogy a gyártás 25% pull-rendszer alapján történjen, majd 2022 a kitűzött célnak a 90%-ot határozta meg.



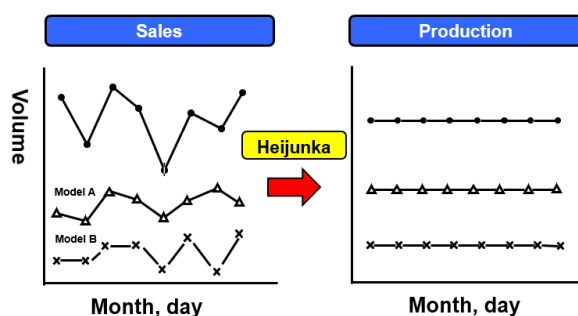
29. ábra: Pull-rendszer

Forrás: Saját készítésű ábra

A rendszeren belül minden hurok a Heijunka szerinti szekvenciához kapcsolódik, követve a FIFO (First-in-First-out) elvét, az áteresztőképesség napi kezelése kritikus a konzisztens szárnyak közötti áramláshoz.

A húzóerőt a vevői igény adja, a vevő várakozási ideje az egyes lépések műveleti idejének összehangolásától és hosszától függ.

A heijunka rendszer nem jelent mást, mint egy átlag keresleti igény alapú szekvencia gyártást. Természetes, hogy a vásárlói igények nem mindig azonosak, valamint változnak, ezek hatékony kielégítéséhez a mennyiségek és típusok kiegyenlítésére van szükség



30. ábra: Keresleti átlag alapú gyártás

Forrás: Saját készítésű ábra

A heijunka-pull rendszerű gyártási rendszerben egy folyamat kivonja a szükséges alkatrészeket az előző folyamatból meghatározott időközönként és meghatározott szabványos mennyiségben. A vállalatban okkal használják a Heijunka-Pull kifejezést, annak érdekében, hogy hangsúlyozzák, hogy csak abban az esetben van húzásos-rendszer, ha a standard mennyiséget egyenletes időközönként húzzák ki az anyagokat, eszközöket az egymást követő folyamatok a gyártásban. A rendszer megfelelő működése érdekében a következő szabályok betartatását követeli meg a vállalat a munkavállalóitól:

- csak azt lehet gyártani, amelyre van Kanban (PO);
- Heijunka szekvencia alapján kell gyártani;
- napi szinten frissíteni és követni kell a Kanbanokat.

A heijunka táblákat az adott negyedév szekvenciája alapján készítem. Bal oldalon a teljes negyedévre tervezett szettek, vagyis a gyártásban az adott szettek megrendelés alapján ciklikusan követik egymást. Középen a gyártásban lévő szettek láthatóak, amik még gépi megmunkálási folyamatok alatt vannak, a kézi folyamatok alatt a sorjázást hegesztést, valamint az összeszerelést értjük. Jobb oldalon a raktárban lévő szetteket látjuk. Jelen esetben nem csak a veresegyházi gyár raktárában fizikailag megtalálható szegmenseket értjük, hanem az amszterdami központi raktárban lévőket is, hiszen a vevői igények által generált legyártandó mennyiséget elsősorban a központi raktárba szállítják, majd onnan történik a szétosztás.



31. ábra: Lean Line 3-as sor Heijunka táblája

Forrás: Saját készítésű kép



32. ábra: Lean Line 4-es sor Heijunka táblája

Forrás: Saját készítésű kép

A kártyák tervezésekor az egyszerűsége törekedtem. A kártyákon (31. és 32. ábra) jelölve van az adott sor, a termék neve, a végtermék (Finish Good) száma, valamint hány szegmensből áll a szett, a kártya száma pedig az adott negyedévre tervezett szettek számát mutatja. Az imént felsoroltak alapján egy-egy szett teljes mértékben beazonosítható.

<u>SOR/LINE:</u> LL3	<u>KÁRTYA/CARD:</u> 2/_
Termék neve	
Végtermék/FG:	
Mennyiség/QTY:	
JOB:	

33. ábra: LL3-as heijunkakártya

Forrás: Saját készítésű kép

<u>SOR/LINE:</u> LL4	<u>KÁRTYA/CARD:</u> 5/_
Termék neve	
Végtermék/FG:	
Mennyiség/QTY:	
JOB:	

34. ábra: LL4-es heijunkakártya

Forrás: Saját készítésű kép

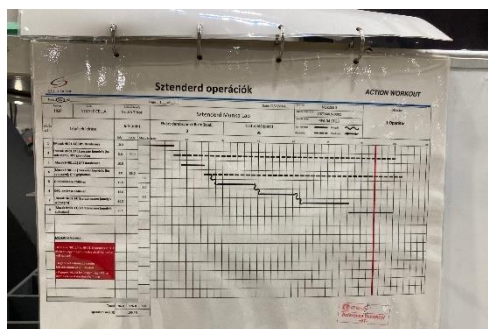
5.5 STANDARD WORK

A standard work fontosságára a vállalaton belül külön felhívják a figyelmet különböző oktató, illetve továbbfejlesztő programokon. A legtöbb standard work egy-egy AWO (Action Workout) eredménye. Az AWO-k egy hetes munkaprogramot jelentenek, amelyek célja egy adott probléma feltárása, megértése és megoldása.

Egy standard work létrehozásakor több szempontot is figyelembe kell venni, három alapeleme a taktusidő, a munkavégzés sorrendje és a minimális folyamatközi készlet a WIP (work-in-progress).

Egy standard work elkészítésének első lépése egy kiválasztott munkafolyamat elvégzésének a nyomonkövetése lehetőleg több operátor által. A munkavégzők minden mozdulatát meg kell figyelni, valamint az időt is mérni szükséges, az adatok által lehetséges felállítani egy valóban életképes standard work-ot, amely tartalmazza a szüneteket is. Erre a legegyszerűbb eszköz egy Yamazumi diagram létrehozása, amely halmozott oszlopdiagramként jeleníti meg az egyes folyamatok ciklusidejét, ezzel vizualizálja a gép és a kezelő ciklusidejének a teljesítményét.

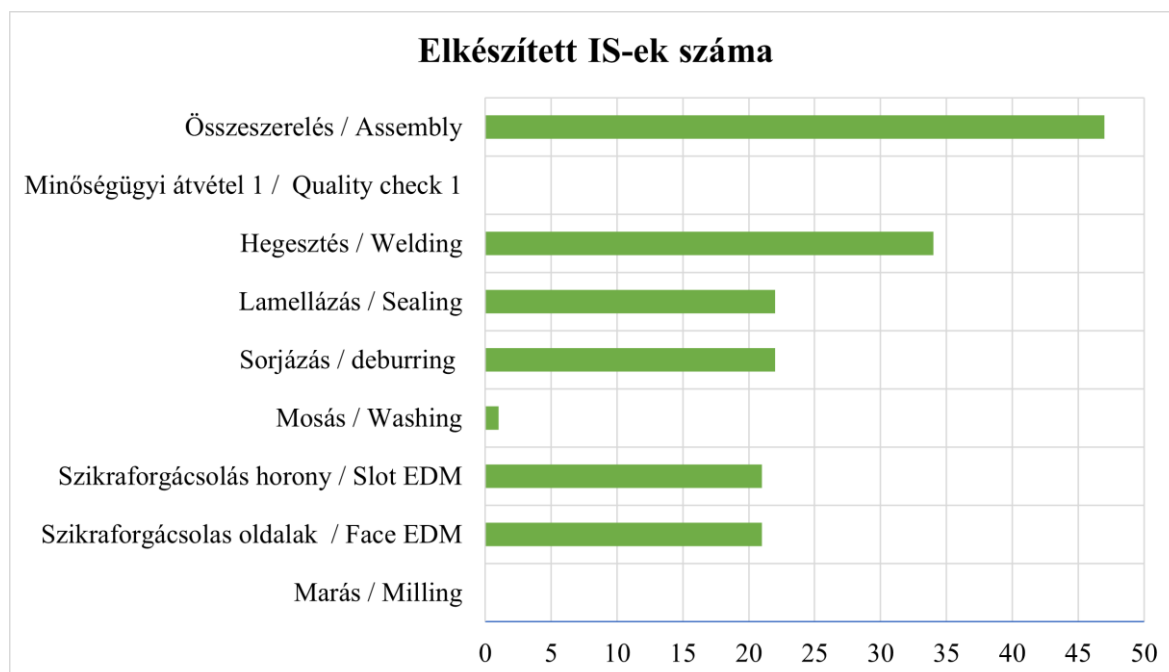
A diagramm elkészítése több előnnyel jár. Elsősorban megmutatja azokat a szűk keresztmetszeteket, ahol idő veszik el, valamint a nem értéknövelő feladatokat. A Yamazumi diagram a munkaállomások vagy gépek teljesítményének összehasonlítását is segíti, láthatóvá teszi azokat a munkafolyamatokat, melyeket optimalizálni kell. Továbbá segít a Kaizen gondolkodásmód kialakításában. Vizuális eszközként a Yamazumi diagram hatékony motivációt jelenthet az alkalmazottak számára a folyamat javítására, mindemelett saját teljesítményük értékelhetik. A Yamazumi diagram abban is segít a vállalatoknak, hogy minden folyamatfeladatuk értéket adjon végső céljuk eléréséhez. Mindezek után létrehozható a standard work, amelyet ismertetni kell az operátorokkal és látható helyre kell kihelyezni.



35. ábra: Termelésbe kihelyezett standard work

Forrás: Saját készítésű ábra

A standard work-ot az úgynevezett műveleti utasítások (instruction sheet-ek) támogatják. A műveleti utasítás egy művelet elvégzésének a dokumentációja, amelynek a célja az adott folyamatot végző dolgozó munkájának megkönnyítése. A dokumentum tartalmazza az elvégzendő munka lépéseinek menetét, sorrendjét, helyét, valamint a szükséges eszközöket. Minden különböző termék, minden különálló munkaállomásán az adott munkafolyamatról az ISO szabványoknak megfelelően 3 évnél nem régebbi dokumentum van kihelyezve. Ezeknek a dokumentumoknak a frissítése, illetve az új termékekhez új műveleti utasítások kidolgozása egyéni feladatom.



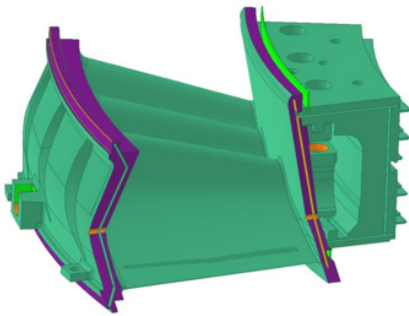
36. ábra: Elkészített IS-ek száma

Forrás: Saját készítésű ábra

A gyárban eddig minden műveleti utasítás eltérő szerkezetű és felépítésű volt, a rendszeresség illetve a standardizálás érdekében mindenekelőtt egy sablont, egy „Master IS”-t készítettem minden munkaállomáshoz. Ugyanakkor a különböző típusú gázturbinák műveleti sorrendje legtöbb esetben kisebb vagy nagyobb mértékben eltér, például van olyan típusú termék, amelynek a műveleti sorrendje nem tartalmazza a lamellázást.

Egy-egy IS létrehozásának megkezdésekor elsősorban a formatervező mérnökök által tervezett összeszerelési műszaki rajzokat veszem alapul, ezekből a megfelelő vázlatokat a dokumentumba a megfelelő magyarázattal illeszttem be. A szükséges beépülő alkatrészek listáját az adott termék azonosítószáma alapján a BOM (Bills of Materials) kikeresem, cikkszámait kiírva az operátor munkáját megkönnyebbítve képeket is beilleszték, ugyanezt

a szükséges szerszámokkal is megteszem. Mielőtt egy dokumentumot kihelyezek a gyártósorra, előtte ellenőrzöm, hogy a gyakorlat és az elmélet milyen szinten fedik egymást. Tapasztalatom alapján egy gyakorlott operátor olyan tanácsot vagy javaslatot tehet, amely segítheti kollegái munkáját.

 GE Gas Power Hungary Tulajdon / Property		MŰVELETI UTASÍTÁS / INSTRUCTION SHEET		Műv.utasítás száma / IS no.:		Revízió / Rev		1.1	
Termék azonosító / Item code:		Művelet megnevezése / operation description:		Összeszerelés		Munkahely / Workplace:		LL4 szerelő állomás	
Művelet sz. / Op. no.:		Munkahely / Workplace:		LL4 szerelő állomás		Oldal/Page 1/12		A munka megkezdése előtt tájékozódjon a lehetséges veszélyekről a tevékenységre / munkaállomásra vonatkozó kockázatelemzési és értékelési dokumentumokból (JSA).	
Termék neve Termék azonosítószáma									
1.1		Dokumentum neve		Farkas Anna		Fodor Viktória		Szabó Tibor	
Rev.		Leírás/Description		Készítette/Made by		Ellenőrizte/Checked by		Jóváhagyta/Approved by	
								Hatályba lépés dátuma/ Application Date	

37. ábra: Műveleti utasítás első oldala

Forrás: Saját munka

A műveleti utasítások első lapján (39. ábra) a gázturbina neve, kép a szegmensről, termék azonosítója, a művelet megnevezése, az operáció száma, a munkavégzés helye, a műveleti utasítás címe, revízió stb. látható.

Innentől folytatódólagosan minden oldalon a megfelelő sorrend szerint elvégzendő munkafolyamatokat egyszerűen és érthetően, a megfelelő cikkszámokkal és képekkel is ábrázolva írom le, hogy egy laikus szemével is elvégezhető legyen a művelet.

A kinyomtatott műveleti utasítások a termelésben színkódolással vannak ellátva sornak, valamint stage-nek megfelelően különféle színű genotherm mappában vannak tárolva a kijelölt helyen.



38. ábra: Műveleti utasítások a termelésben
 Forrás: Saját készítésű kép

A műveleti utasítások karbantartása folyamatos tevékenység, hiszen a technológia fejlődésével az eljárások is változnak.



39. ábra: Kihelyezett IS-ek
 Forrás: Saját készítésű kép

6. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Az elmúlt évtizedben meghatározó formálóvá váló lean menedzsmentet alkalmazó gázturbinagyártó nagyvállalat az eszközök bevezetésében sikereket ért el, amely a gyár mindennapi működésében is megmutatkozik.

Az alapvető eszközök alkalmazása összességében sikeresnek mondható. A mindennapokban a kanban-kártyák, valamint a Heijunka rendszer alkalmazása már rutin, ezzel vizualizálva a termelést mindenki számára. Az 5S kialakítása habár megtörtént, a folyamatoknak és a rendtartásnak a folyamata még nem teljesen vált a napi rutin szerves részévé. A standardizálás segítségével létrehozott műveleti utasítások tapasztalataim alapján számos esetben nyújtanak támaszt és iránymutatást az operátorok számára. Megjegyezném, hogy ezeknek a dokumentumoknak a létrehozásakor külön figyelmet fordítok az operátorok ötleteire, valamint javaslataira, amik legtöbb esetben valóban javítják a folyamatot. Ennek elismerésével az operátorok elköteleződését és munkájuknak fontosságát igyekszem erősíteni. Meglátásom szerint poka-yoke táblák, ábrák kihelyezése nagyban megkönnyítené a dolgozók munkáját. A leglátványosabb pozitív eredmény a napi legyártott mennyiségen látszik, amely a technológiák fejlesztésével, illetve korszerűsítésével is fokozatosan nő, a megrendelések alapján azonban az áhított cél elérése még messze van.

A lean elvet alapul vevő értékteremtő folyamatokon túl, úgy gondolom, hogy szükség lenne a vállalati kultúra gyökeresebb változására, hiszen a folyamatos fejlesztések alapja a munkavállaló. A lean menedzsment az emberek tiszteletére is külön felhívja a figyelmet, miszerint valamennyi alkalmazottnak szerepe van a célok megvalósításában. Ennek következtében úgy gondolom, hogy az operatív szinten tevékenykedő és dolgozó személyek tudását a lean menedzsmenttel érdemes lenne elmélyíteni, hogy ne csak a mindennapi munkájukra, hanem a teljes rendszerre kapjanak rálátást, ezzel jobban megértve a folyamatokban vállalt feladataikat. Egy igazi lean gondolkodásmódú vállalatban a stratégiai elköteleződés és a folyamat- és munkaerőszervezési eszközök együttes integrálása valósul meg.

Globális rendszerszinten még nem definiálható lean vállalatként a szervezet, rengeteg területen szükség van fejlesztése. A veresegyházi gyár falain belül is vannak területek, amelyek nem a lean alapelvek szerint működnek.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

Dolgozatomban a lean menedzsment fogalmát ismertettem, elsősorban annak fejlődéstörténetét, valamint alkalmazható eszközeit és módszereit.

Megállapítható, hogy a lean szemlélet eredményes alkalmazása csak abban az esetben valósulhat meg, ha a lean mint fogalom és gondolkodásmód az alkalmazottak számára is érthető. Ennek okán szükséges a munkavállalóknak a projektek megoldásának bevonásába, egy lean szakértő vezetésével egybevonat.

A lean megfelelő alkalmazása egy gázturbinagyártó multinacionális vállalatnál rendkívül nagy szellemi munkát vesz igénybe. Abban az esetben, ha szervezet a megértés mellett kezdi el az eszközöket és a módszereket alkalmazni már rövid időn belül is feltűnő eredményeket ér el.

A vállalat az elmúlt években eredményesen ültette gyakorlatba az elméleti menedzsment módszereket. Bemutattam a lean menedzsment legalapvetőbb eszközeinek alkalmazását a való életben. A vizuális menedzsment alkalmazását a lean sorokon, valamint a pull-rendszer és a heijunka rendszer működését operatív szinten. Kiemelten fontos, hogy a folyamatoknak a menedzsmentrendszerrel, illetve a lean alapelvekkel összhangban kell, hogy legyenek. Mindezek hozzájárulnak a biztonságos munkakörülményekhez, a magas piaci részesedéshez és profithoz, valamint közvetetten, de elősegíti környezetünk kíméléséhez szükséges fenntartható fejlődést is, amelyet a XXI. század mindennapjai egyre jobban megkövetelnek.

Összeségében elmondható, hogy a lean menedzsment eszközeinek megfelelő alkalmazásával olyan eredményeket lehet elérni, mint a termelékenység és a vevőkiszolgálás javulása, az állásidő és a termékek várakozási idejének csökkentése, a vevői elégedettség növekedése, csökkenhetnek az átfutási idők és a hibák számai, továbbá javulhat a készletforgás is.

Annak ellenére, hogy a szervezet még gyerekcipőben jár a lean menedzsment tökéletes alkalmazásában, mégis látványos eredményeket tud felmutatni.

8. SUMMARY

In my thesis, I have analysed the concept of lean management, primarily focusing on its development, and also its tools and methods that can be applied. It is generally agreed that the effective application of the lean approach is only possible if the concept of lean management as a way of thinking is also deeply understood by the employees. For this reason, it is necessary to involve the employees in the solution of projects and problems under the guidance of a lean expert.

The proper application of lean management in a gas turbine multinational company definitely and extremely requires a great deal of intellectual effort. If the organisation applies the tools and methodologies with full understanding, it is going to achieve outstanding results even in a short period of time.

In the recent years the company has successfully put the theory of management methods into practice. I have presented the application of the most basic tools of lean management in real life, the application of the visual management on lean lines, the application of the pull system and the application of the heijunka system at the operational level. It is of extremely high importance that the processes are aligned with the management system and the lean principles. All these contribute to safe and secure working conditions, high market share and profitability, and indirectly to sustainable development to protect our environment and ensure a future for our planet and humankind, which are key elements of the 21st century. All in all, it can be concluded that the right application of the tools of lean management can achieve results such as increased productivity, high-quality customer service, reduction of downtime and product waiting times, improved customer satisfaction, reduced lead times and production defects, and improved inventory turnover.

In spite of the fact that the company is still in its infancy regarding a perfect application of lean management, it has managed to achieve and show remarkable results in the field

9. IRODALOMJEGYZÉK

- Bálint, K., Dr. Bérces, R., & Váthy, E. (2014). Karcsúsított problémák - A Lean és a TQM egyes elemeinek ötvözése a QRQC koncepcióban. *Magyar Minőség*.
- David, R., Paolo, G., Thorsten, W., & Daryl, P. (2020). In summary, Gemba Walks support organisations' improvement by (i) developing. old.: 420-440.
- Drahos, D. (2020). Kanban-rendszer tervezése Relowisa-kalkuláció használatával. *Multidiszciplináris tudományok*, 183-192.
- Erdei, J., & Kelemen, T. (2008). Termelés vs. Minőség – új elvek egy régi dilemmára. *Magyar Minőség*, 77-95.
- Gáspár, S., & Thalmeiner, G. (2019). Lean menedzsment alkalmazása egy építőipari oéldán keresztül. *Jelenkori társadalmi és gazdasági folyamatok*.
- Gupta, K. (2022). A Review on Implementation of 5S for Workplace. *Journal of Applied Research on Industrial Engineering*, 323-330.
- Jankovics, J. (2011). *Cellarendszerű gyártás: Egydarabos anyagáramlás*. Budapest: Kaizen Pro Kft.
- Kanban for the Shopfloor* (Kvalikon Kft.. kiad.). (2011). (R. Bányász, Ford.) Budapest.
- Kazuhiro, M. (1991). Toyota Motor Manufacturing, U.S.A., Inc. Harvard Business School.
- Kelemen, T. (2009). A lean management megvalósításának jellegzetes problémái. *Vezetéstudomány*. 15 (különszám).
- Koloszár, L., & Pankotay, F. M. (2017). *Lean eszközök a kkv-k fejlesztésében* (DOI: 10.21637/GT.2017.3-4.05. kötet). Gazdaság & Társadalom.
- Koncz, A. (2017). A LEAN SZEMLÉLET ESZKÖZTÁRA.
- Kosztolányi, J. (2015). *A lean szemlélet alapjai*. Budapest: BME.
- Kosztolányi, J., & Schwahofer, G. (2012). *Lean szótár*. (B. Réka, Szerk.) Budapest: KaizenPro Kft.
- Kovács, G. (2016). *Lean Manufacturing*. Miskolc.
- Kővári, R. (2010). *Genba Keiei (Workplace management) - Gondolatok egy lean vállalatról*.

- Losonci, D. (2010). *Bevezetés a lean menedzsmentbe – a lean stratégiai*. Budapest: Budapesti Corvinus Egyetem Vállalatgazdaságtan Intézet.
- Németh, B. (2016). *A lean menedzsment és alkalmazása*. Budapest: Magyar Minőség.
- Ohno, T. (1988). Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production. *Productivity Press* 48-62.
- Pepper, M., & Spedding, T. (2009). *The evolution of lean Six Sig,a*. Wollongong, Australia.
- Perger, J. (2014). Járműipari gyártási folyamatok modellezése és optimalizálása. Győr.
- Rajan, K., Ravi, K. D., & Dr. Ajay, V. (2016). Poka-yoke technique, methodology & design. Forrás: https://www.researchgate.net/publication/304656076_Poka-yoke_technique_methodology_design_Publication_History_POKA-YOKE_TECHNIQUE_METHODODOLOGY_DESIGN
- Swapnil, S. D., Prashant, N. S., & Chetan, S. S. (2016). A Systematic Review on Just in Time (JIT) . *International Journal of Scientific Development and Research (IJSDR)*, 77.
- Virág, G. (2015). *Lean ismeretek*. Szombathely: Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó.
- Wilson, L. (dátum nélk.). *How to implement Lean Manufacturing*.
- Womack, J., & Daniel, J. (2009). *Lean szemlélet*. Budapest: HVG kiadó Zrt.
- Womack, J., & Jones, D. (1996). *Lean Thinking*.

