

DIPLOMADOLGOZAT

Pocsai István

2024



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Budai Campus
Ellátásilánc menedzsment mesterképzési szak**

**LEAN ALKALMAZÁSOK A KNORR-BREMSE VASÚTI JÁRMŰ REND-
SZEREK HUNGÁRIA KFT. LOGISZTIKAI FOLYAMATAIBAN**

Belső konzulens: Dr. Lehota Zsuzsanna
Adjunktus

Intézet/Tanszék: Agrárlogisztika, Kereske-
delem és Marketing Tan-
szék

Készítette: Pocsai István
LM90BW

**Budapest
2024**

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés	4
1.1 A témaválasztás indoklása és aktualitása.....	4
1.2 Kutatási célok és kérdések	5
2. A lean termelési rendszer	7
2.1 Lean gondolkodás és filozófia.....	7
2.1.1 Érték és veszteség.....	8
2.1.2 Az öt alapelv	10
2.1.3 Toyota Termelési Rendszer (TPS)	12
2.2 A vizsgált lean eszközök bemutatása	14
2.2.1 Lean eszközök – Shop Floor Menedzsment.....	14
2.2.2 Lean eszközök - Egydarabos áramlás (OPF – One Piece Flow)	17
2.2.3 Veszteségvadászat és Kaizen kultúra	19
2.2.4 Yokoten – horizontális kiterjesztés.....	22
3. Knorr-Bremse vállalatcsoport bemutatása	24
3.1 Anyavállalat bemutatása, történelmi áttekintés.....	24
3.2 Knorr-Bremse Magyarországon	26
3.3 Knorr gyártási rendszer (KPS) bemutatása	28
4. Lean eszközök érettségének vizsgálata	31
4.1 Lean eszközök a termelésben	31
4.1.1 Shop Floor Menedzsment – termelési terület.....	31
4.1.2 Egydarabos áramlás – termelési terület	36
4.1.3 Veszteségvadászat és Kaizen kultúra – termelési terület	38
4.2 Lean eszközök az anyaggyártási területen	42
4.2.1 Shop Floor Menedzsment – raktári terület	42
4.2.1 Egydarabos áramlás – raktári terület	43
4.2.2 Veszteségvadászat és Kaizen kultúra – raktári terület.....	46
4.3 Összehasonlító elemzés a két terület lean működésében	46
4.4 Yokoten – mely eszközöket lehetne a két terület között átadni vagy átvinni?	48
5. Lean eszközök raktári és vállalati mutatókra gyakorolt hatása	50
5.1 Területi mérőszámok – raktár	51
5.2 Területi mérőszámok – termelés	54
5.3 Lean eszközök lokális és vállalati hatása	55
6. Következtetések, vállalati működést segítő javaslatok	57
7. Összefoglalás.....	61
8. Irodalomjegyzék.....	63
Szakkönyvek	63
Folyóiratok	64
Internetes források.....	65
Egyéb források	66
9. Ábrajegyzék.....	67

1. Bevezetés

A Toyota Termelési Rendszerből kialakuló lean szemlélet és gondolkodásmód mára alap-elvárássá vált nem csak a gyártó vállalatok számára, de egyre több szolgáltatást nyújtó iparág (pl. bankszektor, egészségügy stb.) is felismerte, hogy a lean elvek alkalmazásával kiváló eredmények érhetők el. (Womack, 2013)

1.1 A témaválasztás indoklása és aktualitása

Diplomadolgozatom témája a Knorr-Bremse vasúti fékrendszereket gyártó budapesti gyárának lean érettségének a vizsgálata. Azon belül is azt szeretném vizsgálni, hogy a termelésben használt lean eszközök, megtalálhatóak-e, ki vannak-e terjesztve az anyaggazdálkodási területekre is, illetve, ha további lean eszközöket vezetne be a gyár a belső anyagmozgatás, raktározás területen az milyen hatással lenne a gyártási mutatókra.

A téma aktualitását az adja, hogy előbb a COVID-19 világjárvány, majd 2022 februárjában kirobbanó orosz-ukrán háború hatására az ellátási láncok kiürültek, elkezdődött egy deglobalizáció, világszintű nyersanyag és alapanyag hiánnyal küzdenek a termelő vállalatok. A folyamatos áremelkedések hatásait, már csak a termelési folyamatok „karcsúsításával” nem lehet tovább kompenzálni. A készletgazdálkodás tolódik a hiánygazdálkodás irányába, 2020-ig a vevői igények időben történő kielégítése volt az egyik legfontosabb szempont, most inkább a rendelkezésre álló késztermékek priorizálása és elosztása és a vevők rangsorolása határozza meg a működést. (Guénette et al., 2022 14. oldal)

Személyes motivációm, hogy jelenleg a termelés irányításáért felelek és nap, mint nap látom, hogy vannak olyan lean eszközök, amelyeket a termelés rutinszerűen alkalmaz és segítségükkel a 2022-2023 folyamán jelentős hatékonyság javulást értünk el. Ugyanakkor látom, hogy az anyaggazdálkodási terület folyamatosan küzd a munkaerőhiánnyal és ki-egyenlítettlen munkaterheléssel, amely egyrészt az állandó betanítások miatt hatékonytalansághoz vezet, másrészt pedig gátolja a strukturált probléma megoldást a folyamatos tűzoltás miatt.

A Knorr-Bremse budapesti vasúti jármű rendszerek gyára, úgy nevezett „high-mix, low-volume” környezetben működik, sokféle terméket, kis darabszámban gyárt. Egyik versenyelőnye is ebből származik, hogy termékeit a vevői legkülönlegesebb elvárásainak megfelelően tervezi és gyártja. Ezzel viszont jelentős hátrány is képződik, mivel a változatos termék mix, sokféle alapanyag használatát és készleten tartását igényli.

A lean gondolkodás alapelve szerint, minél nagyobb készlettel rendelkezik egy vállalat, annál kisebb valószínűséggel találják meg azt, amire éppen szüksége van. (Ohno, 1988)

A lean eszközök termelési területeken túli alkalmazását vizsgálva, fontos ismeretek szerezhetők, amelyek nem csak a szakmai előre haladásomat támogatják, de példa ként szolgálhatnak a Knorr-Bremse AG egyéb leányvállalatai számára is.

Hasznos adalékként szolgálhat magyarországi viszonylatban is a kutatás, hiszen a lean vállalattá válás útján az egyik elsőszámú buktató, hogy az elveket elszigetelten, pontszerű módon alkalmazzák. (Rother – Shook, 2012)

A Knorr-Bremse Budapest, KPS (Knorr Production System) néven már több mint 10 éve üzemelteti saját lean rendszerét, melyek között vannak olyan eszközök, mint például a Shop Floor Menedzsment, Egydarabos áramlás, Veszteségvadászat és Kaizen menedzsment. Ezek megtalálhatóak a termelésben, illetve vannak olyan elemek: Milkrun, KanBan melyek megtalálhatóak az készletgazdálkodási területeken.

Az eszközök működtetéséért, területi szakértők felelnek, akik saját területükön széles körben alkalmazzák az eszközöket, de tudatosan nem fordítanak energiát az eszközök kiterjesztésére.

1.2 Kutatási célok és kérdések

Diplomadolgozatom célja a fenti gondolatmeneten elindulva a következő kérdések megválaszolása:

- szeretném elemezni, ha lokális optimumok keresése helyett, a teljes vállalati működés javítását célozzuk meg, akkor hogyan kell a lean eszközök mindennapos használatát módosítani.
- a „yokoten” (horizontal deployment - vízszintes kiterjesztés) lean eszközzel lehetséges-e a területspecifikus eszközök implementálása, más gyári területekre is?
- szeretném bebizonyítani, hogy vannak olyan lean eszközök, melyeknek minden szervezeti egységnél működni kell, mert az elszigetelt lean eszköz használat kevésbé eredményes és hatékony, ha a teljes vállalatot nézzük.

További kulcskérdések:

- azonos érettségi szinten működnek-e a Knorr Termelési Rendszerének elemei a készletgazdálkodási és termelési területeken?
- eszközök kiterjesztésével és egy szintre hozásával, lehetne-e javítani a vállalati kulcsmutatókat, hogyan befolyásolja a termelési működést az anyaggazdálkodás?

- mely eszközök kiterjesztésével kellene kezdeni a yokotent, hogy a kiterjesztés hatékony legyen?

A diplomadolgozat első része a lean menedzsment általános bemutatásával kezdődik, de a hangsúlyt a tudásmegosztás, kiterjesztés és a rendszerben való gondolkodásra helyezem.

2. A lean termelési rendszer

A Knorr-Bremse a Toyota mintájára lean-rendszerét a „Production System” szókapcsolattal vezette be, ami első hallásra azt sugallja, hogy valamilyen termelést irányító, ellenőrző rendszerről van szó. Ami azt eredményezheti, hogy egy vállalat csak a termelésben kezdi el alkalmazni a lean eszközöket. Viszont a lean hatásossága nem az eszközökben és technikákban rejlik, azért tud sikeres lenni, mert hatással van a kultúrára is. Mert ha a vállalatvezetők befektetnek az emberekbe és példamutatóan támogatják a folyamatos fejlődést, azzal üzleti versenyelőnyre tesznek szert és egyedi vállalati kultúrát fejlesztenek. (Liker, 2008)

2.1 Lean gondolkodás és filozófia

Az angol lean szó jelentése karcsú, sovány, rugalmas, ami utalás arra, hogy folyamatosan vissza kell szorítani a várakozási időt a folyamatokban, alapanyagok, félkész termékek szállításában, hogy minimális készletek mellett, se túl korán, se túl későn ne szállítsuk az árut. (May, 2006)

A fenti definícióból is látszik, hogy a lean egy termelékenységet növelő összetett módszertan és eltér a hagyományos gondolkodásmódtól. (Womack – Jones, 2009)

Ezeket az eltéréseket a következő táblázatban foglaltam össze:

Hagyományos gondolkodás	Lean gondolkodás
Rövid távú pénzügyi érdekeltség	Hosszú távú filozófia
Toló elv (Push)	Húzó elv (Pull)
Mennyiség növelés	Veszteségcsökkentés
A szabványok korlátozzák a kreativitást	Szabványosítás a folyamatos fejlesztésért
A probléma elrejtése, megbeszélések, vizsgálat helyett	Probléma láthatóvá tétele és azonnali megvizsgálása
A termelés nem állhat meg	Megállás és problémamegoldás
Az ember erőforrás, a vezető főnök	Az ember érték, a vezető tanító
Gyors tervezés – lassú kivitelezés	Lassú tervezés – gyors kivitelezés
Kiemelt személyek (hősök) oldják meg a problémákat	Mindenki problémákat old meg

1. táblázat: Hagományos és Lean gondolkodásmód (Forrás: Knorr-Bremse KPS dokumentum)

Ezen gondolkodásmód elsajátítása hosszú, többéves folyamat, amely a vállalati kultúra átalakulásával és a munkatársak szemléletének átformálásával jár. A stabil működés az alapja, így nagy hangsúlyt fektet a szabványok bevezetésére, de nélkülözhetetlen a folyamatos fejlődés iránti vágy is. Ahhoz, hogy ez fenntarthatóan megvalósulhasson, a vállalat legfőbb értékeire kell fókuszálni, ami nem más, mint a vállalatot működtető munkatársak. A folyamatot csakis az ő munkájuknak köszönhetően, véleményeik figyelembevételével és ötleteik felhasználásával lehet működőképessé tenni. Ehhez nélkülözhetetlen, a folyamatos képzés és, hogy a dolgozók elfogadják, megélik az alapelveket és ezek érdekében cselekedjenek, ez a lean filozófia egyik alapelve. A másik a veszteségek eltávolítása minden folyamatból és tevékenységből. De ahhoz, hogy a veszteségeket azonosítani tudjuk meg kell határozni, hogy mi az érték a vállalat számára. (Mann, 2005)

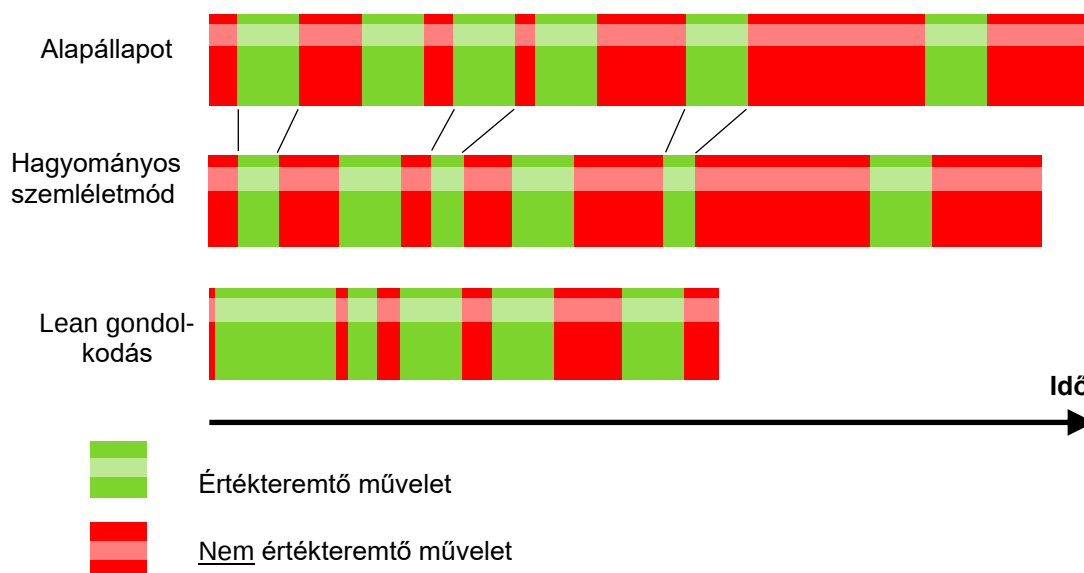
2.1.1 Érték és veszteség

A hagyományos szemlélet móddal rendelkező vállalatok, elsősorban azokra a folyamatokra koncentrálnak, amelyek megnövelik az áru értékét és legtöbbször ezt az időt próbálják meg lerövidíteni. (Martichenko, 2016)

A lean gondolkodáshoz viszont szükség van az adott folyamat feltérképezéséhez az értékteremtő és nem értékteremtő folyamatlépések szétválasztására. Az értéket mindig a vevő szempontjából kell meghatározni, e tekintetben nem fontos, hogy belső (egy társosztály) vagy külső vevőről (valódi fizető) van szó. (Zokaei et al., 2013)

A lean gondolkodás szempontjából a folyamatban értékteremtő művelet a vevő számára az a termék, amelynek minősége kielégíti valós és látens elvárásait és megfelelő áron jut hozzá az általa megkívánt időpontban, továbbá az a művelet, melyet már első alkalommal helyesen végeznek el. (Baudin, 2002)

Veszteségnek (nem értékteremtő műveletnek) számít minden olyan tevékenység, amely a vevő számára nem állít elő közvetlenül értéket, viszont a gyárban növeli a költségeket és a ráfordított időt. Ezeket a tevékenységeket tovább kell osztályozni szükségtelen, megszüntendő és az értékteremtést támogató, meg nem szüntethető kategóriákba. (Kelemen – Kalló, 2020)



1.ábra: Veszteség és érték egy tevékenységben (Forrás: Liker, 2008, 54.o)

Azok a vállalatok, amelyek valódi lean filozófia mentén működnek, folyamatosan és hosszú távon csökkentik a veszteségeket, még olyan helyzetekben is, mint a 2020-as COVID19 vírus okozta világjárvány. Amikor számos vállalat, a gyors megoldás reményében az ellátási láncban lévő mennyiségek növelésébe kezdett, ami mára magával hozta a problémák számának emelkedését. (McKinsey Global Institute, 2020)

A lean veszteségként („muda”) tekint minden olyan tevékenységre, amely valamilyen erőforrást használ el anélkül, hogy valamilyen értéket teremtené a vevő számára vagy másként megfogalmazva, minden olyan tevékenység, amiért a vevő nem hajlandó fizetni. (Ohno, 1988).

Ezt Taiichi Ohno – Toyota gyártási rendszer megalkotója - hét kategóriába sorolta, és úgy azonosította, ahogy ezek a veszteségek a „gembán” - azaz a munkavégzés tényleges helyén - megtalálhatóak:

- *Túltermelés:* gyorsabban vagy korábban vagy többet gyártani valamiből, mint ami a következő folyamatlépés vagy vevő igénye.
- *Várakozás:* a gép termelési ciklusa alatt a munkatársak tétlenül állnak, vagy a berendezés meghibásodik, vagy várni kell a megmunkálendő alkatrészre.
- *Szállítás:* nem fizet érte a vevő, nem teremt értéket, de szükségesek, így arra kell törekedni, hogy a minimálisnál többet ne kelljen szállítani.
- *Feldolgozás (vagy túlzott feldolgozás):* szükségtelen vagy helytelen feldolgozás, ami látszatra értéket ad, de a vevő számára nem szükséges.

- *Készlet:* alapanyagok, alkatrészek, félkész- és késztermékek, egyéb gyártási eszközök. Minden, ami a folyamatos és kiegyenlített gyártáshoz szükséges minimum szintnél több.
- *Mozgás:* a munkatársak által elvégzett minden olyan mozdulatsor és tevékenység, amely nem teremt értéket a vevő számára. Ide soroljuk a gépek működése során jelentkező felesleges mozgásokat is.
- *Javítás:* minden olyan utómunka, javítás és ellenőrzés, ami a gyártás során keletkezett értéknövelést az előírt szabványnak megfelelő állapotba hozza. (Narusawa – Shook, 2014)

A nyugati vállalatok Ohno veszteségtípusait mára egy nyolcadik veszteséggel bővítették, ami nem más, mint a munkatársak ki nem használt kreativitása és tudása. (Womack – Jones, 2009)

A veszteségek közül külön kiemelendő a túltermelés, mert az tartalmazza a többi veszteséget is. Azon túl, hogy pénzt kell lekötni feleslegesen, a többletkészletet szállítani, raktározni kell, ami berendezéseket és emberi erőforrást igényel, illetve válogatással, kereséssel és utómunkával járhat. Egyben hiányt is okoz, hiszen a folyamatok nem a vevő számára szükséges termék gyártásával foglalkoznak, emiatt megnő az átfutási idő és nem tudunk elég rugalmasan reagálni a változó vevői igényekre. (Rother – Shook, 2012)

2.1.2 Az öt alapelv

A lean gondolkodás öt alapelv állandó alkalmazásával érhető el. Ha tudatosan arra törekszünk, hogy **meghatározzuk az értéket**, adott jellemzőknek megfelelő, adott áron kínált termékre vonatkoztatva, folyamatosan egyeztetve a végfelhasználóval, akkor máris elindultunk a lean útján. Ebben a folyamatban el kell tekinteni a meglévő eszközök, technológiák adta korlátoktól és újra kell definiálni a vállalatot a termékvonalak mentén és erős, elkötelezett keresztfunkcionális munkacsoportokban kell gondolkodni. Félre kell tenni a szakemberek öncélú törekvéseit és a valódi érték teremtésére kell összpontosítani. Ezzel elkerülhetjük azt a hibát, hogy bár megfelelően termelünk, de nem megfelelő terméket vagy szolgáltatást alkotunk. (Womack – Jones, 2009)

A második alapelv az **értékteremtő folyamat feltérképezése**, amely magába foglalja mindazon műveleteket, melyek elengedhetetlenek, hogy egy terméket végig vezessünk a vállalat három legfontosabb vezetési feladatán:

- az ötlettől a forma és műszaki tervezésen át vezető, gyártásindításig tartó problémamegoldáson;
- a rendelésvételről a kiszállításig terjedő információfeldolgozáson át;
- a nyersanyagtól a vevőnek átadható késztermék fizikai kialakításáig.

A teljes értékfolyamat térképezés során azonosított műveleteket három egymástól jól elkülönülő csoportba lehet sorolni: egyértelműen értékteremtő (a Knorr-Bremse esetében például egy öntvény esztergálása az előírt méretre), nem teremt értéket, de a termelőeszközök használatával elkerülhetetlen (például megfogási pont kialakítása a félkész öntvényen) és egyértelműen nem értékteremtő lépés, amely azonnal kiküszöbölhető. (Womack – Jones, 2009)

Ha már sikeresen meghatároztuk az értéket és feltérképeztük a termék teljes értékfolyamatát, melynek során eltávolítottuk az egyértelmű veszteségeket, elkezdődhet a harmadik alapelv megvalósítása az **akadálytalan áramlás biztosítása**. Ennek lényege, hogy egyszerre csak egyetlen terméket készítünk el és léptetünk tovább az értékáram lépésein keresztül olyan folyamatosan, amennyire csak lehet. Megtartva az ütemidőt, hogy minden folyamatlépés csak azt a feladatot végezze, amire a következő folyamatlépésnek szüksége van. Az áramlásban rejlő lehetőségeket már Henry Ford is felismerte és az 1920-as évektől alkalmazta is, de műhelyrendszerű elrendezésben. Ezzel szemben a lean a termékcsaládokként folyamatsorrend-elrendezésre összpontosít, azon belül is három féle veszteség felszámolására:

- elkerülni a hullámozó kibocsátást, összhangban lenni az ütemidővel, ennek legegyszerűbb módja vizuális termelésilelemző táblák alkalmazása
- csak minimális várakozások legyenek a folyamatlépések között, a felhalmozott készletek magukban hordozzák a minőségi hibákat, a készletek okát gyökérok elemzéssel lehet feltárni
- minimalizálni a mozgási veszteségeket, az anyagok optimális elhelyezésével.

(Narusawa – Shook, 2014)

A negyedik alapelv a **húzórendszer kialakítása és üzemeltetése**, másképp megfogalmazva a tömegtermelés kiváltása és a vevői ütem szerinti termelés. Csak annyit termelni, amennyire szüksége van a vevőnek, a lehető legrövidebb időn belül, a legjobb minőségben, pontos teljesítés mellett. Ennek ellentéte a tolóelv, melynek során a folyamatlépés a félkész terméket rátolja a következő folyamatlépésre, ennek legnagyobb hátránya, hogy túltermelést okozunk, ami a hét veszteség egyike. A húzórendszerben szükségünk van egy jelzőeszköze, amely utasítja a megelőző folyamatot, hogy kezdje el a termelést vagy az anyagkezelő

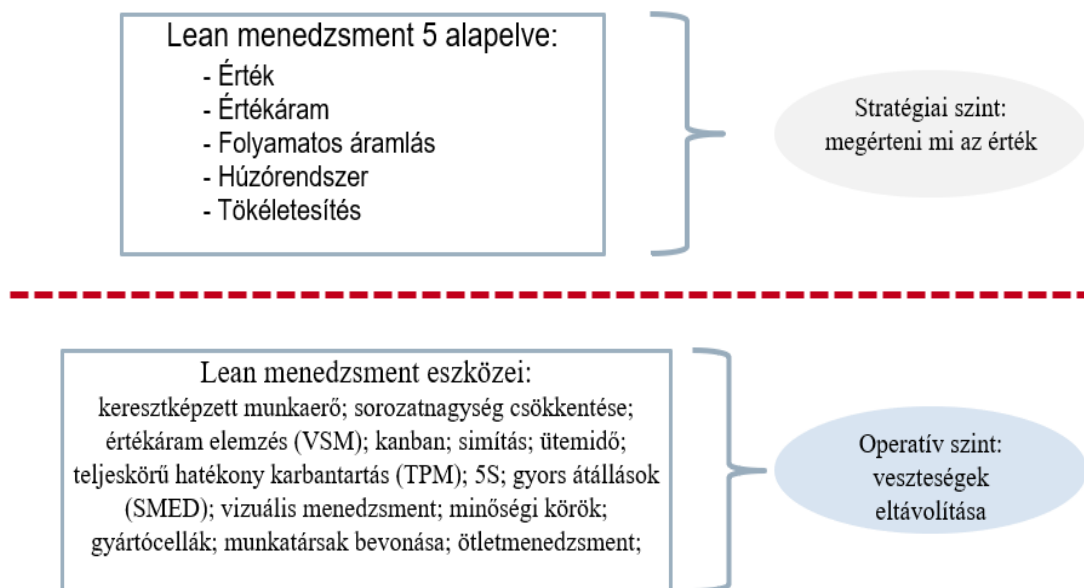
indítsa el az anyagbekérést. A húzórendszerek alkalmazása az egyik alapja a JIT (just in time vagy éppen időben) rendszerű gyártásnak, amelyben csak a szükséges termékeket gyártjuk és szállítjuk a szükséges időben és szükséges mennyiségben. (Kosztolányi - Schwahofer, 2015)

Azok a vállalatvezetők, akik eljutnak a fenti négy alapelv alkalmazásáig, szinte kivétel nélkül felismerik az ötödik alapelvet. Hogy a ráfordítás, az idő, az alapterület, a készletek, hibák és költségek szisztematikus csökkentése - a vevői igények egyre pontosabb kielégítése érdekében - egy soha véget nem érő folyamat és már nem tűnik elérhetetlennek a **tökéletesítés**, mint ötödik lean alapelv. Ha elérjük, hogy gyorsuljon az értékáramlás, hamarabb felszínre kerülnek a veszteségek, melyeket eltávolítva, növekedni kezd a húzóerő, melynek előnye, hogy könnyebb azonosítani a valódi értéket. A tökéletesítés legjobb eszköze a transzparencia biztosítása, az információ megosztása, hogy a rendszer használói – beszállítók, integrátorok, vevők, terjesztők, alkalmazottak – mindent láthassanak és keressék az értéktéremtől jobb módját. Egy-egy fejlesztés eredménye azonnal látható, amely valós idejű visszajelzést biztosít az alkalmazottaknak és ezek a pozitív visszajelzések erősítik a folyamatos fejlesztés kultúráját. (Hopp-Spearman, 2004)

2.1.3 Toyota Termelési Rendszer (TPS)

A XXI. században működő lean vállalatok, beleértve a szolgáltatókat is, az 1950-es években megszületett és azóta világhírnévre szert tevő Toyota Termelési Rendszer (TPS – Toyota Production System) működési modelljeire épülnek. Ezt a működési modellt fejlesztik tovább vagy használják kiindulási pontként és ebből nő ki a saját lean irányítási rendszerük. (Koncz, 2017)

Az előző fejezetben részletesen bemutatott öt alapelv a Lean menedzsment **stratégiai szintje**, de ahhoz, hogy az alapelveket sikeresen lehessen a gyakorlatban is megvalósítani, kiforrott módszereket és eszközöket kell alkalmazni. Maguk az eszközök együttese - amit gyakran LEAN házba rendezve jelenítenek meg – alkotja a Lean menedzsment **operatív szintjét**. Az eszközök, nem köthetők egy-egy alapelvhez, illetve egy-egy eszköz több helyen is feltűnhet, ezért nem lehet sikeres a lean elvek szigetszerű bevezetése, mert az eszközök párhuzamosan támogatják az elvek sikeres alkalmazását. (Losonci, 2010)



2.ábra: A lean menedzsment stratégiai és operatív szintje (Forrás: Hines et al., 2004 alapján, saját szerkesztés)

Mára több, mint 100 eszköz fejlődött ki, melyek összefoglalása, Fujio Cho nevéhez köthető, aki egy házban ábrázolta az egymásra épülő elemeket. Ez azért is találó, mert egy ház strukturális rendszer, ahol erős alapokra épülő stabil pillérek és erős tető biztosítja a rendszer működését. Egyetlen gyenge láncszem veszélyeztetheti a rendszer működését. (Cho-Saito, 2020)

Cho TPS házának alapja maga a Toyota hosszútávú és emberközpontú filozófiája, amelyet vizuális irányításra, rendszerezettségre (5S), megbízható eszközökre és gépekre (TPM), szabványosított munkafolyamatokra, gyors átállásra és kiegyenlített termelésstervezésre épül (3.ábra).

A ház falai, három jól elkülönülő pillére épülnek:

- megfelelő terméket, megfelelő mennyiségben és megfelelő időben előállítani
- láthatóvá tenni a problémákat, rendellenesség esetén álljon meg a folyamat
- folyamatosan fejleszteni a munkatársakat és rajtuk keresztül a folyamatokat a veszteségek állandó csökkentésével.

A ház teteje egyértelmű üzenetet fogalmaz meg a vállalati vízióról, megtestesíti mind azt, amit az alapítók megálmodtak és amitől elsőszámú autógyártóvá váltak. (Toyota Vision & Philosophy, 2024)

Legjobb minőség – legalacsonyabb ár – legrövidebb átfutási idő – legmagasabb fokú biztonság – kiváló morál Kaizen		
Just-in-time (éppen időben) Megfelelő termék, megfelelő mennyiségben, megfelelő időben ▪ ütemidő-tervezés ▪ folyamatos áramlás ▪ húzórendszer ▪ gyors átállás ▪ integrált logisztika ▪ egydarabos gyártás	Munkatársak és csapatmunka ▪ kiválasztás ▪ közös célok ▪ konszenzuson alapuló döntéshozás ▪ sokoldalú képzés Folyamatos fejlesztés Veszteségek csökkentése ▪ genchi genbutsu ▪ öt miért (5W) ▪ képesség a veszteségek felismerésére ▪ problémamegoldás	Jidoka (beépített minőség) Problémák láthatóvá tétele ▪ automatikus leállás ▪ andon rendszer ▪ ember-gép szétválasztás ▪ meghibásodás mentesség biztosítása ▪ munkaállomásba beépített minőség-ellenőrzés ▪ problémák megoldása a gyökéroknál
Heijunka (Kiegyenlített termelés-tervezés)		
5S	TPM	Szabványosított munkafolyamatok SMED
Vizuális menedzsment		
Toyota – módszer filozófia		

3.ábra: A Toyota termelési rendszer (Forrás: Liker, 2008. 57.o.)

2.2 A vizsgált lean eszközök bemutatása

2.2.1 Lean eszközök – Shop Floor Menedzsment

A dolgozat következő bekezdéseiben szeretném részletesen is bemutatni azokat az eszközöket, melyeket vizsgálni fogok a Knorr-Bremse lean érettségének bemutatása során.

A vállalati vízió és stratégia megosztása a teljes szervezettel és a célok lebontása a teljes hierarchiában, biztosítja a magas és folyamatosan javuló teljesítményt. Ha a célok nincsenek megfelelően lebontva és összehangolva a szervezet különböző szintjein, eltérő irányokba fognak húzni, ütköznek a célok, nem alakul ki gazdaszellem, ezt megakadályozandó a Toyota bevezette a gyors probléma megoldás módszertanát, ami Shop Floor Menedzsment néven került a TPS-be. (Ohno, 2012)

A shop floor menedzsment a gyártási folyamatok hatékony irányítását és optimalizálását jelenti, elsősorban a termelési területeken alkalmazzák. Magába foglalja a termelési tevékenységek valós idejű nyomon követését, a munkafolyamatok szervezését és a termelési

célok elérését. Középpontjában a munkabiztonság, a minőség és hatékonysági mutatók javítása áll, a pozitív hibakultúra kialakításával, ahol a vezető inkább mentorként vagy coachként van jelen. Alapvető összetevői a vizualizáció, a kommunikáció, standardizáció, probléma megoldás és folyamatos fejlesztés. A teljes szervezet bevonására törekszik, tisztázza a szerepeket és felelősségeket, meghatározza az elvárt viselkedést és növeli az elkötelezettséget. (Ohno, 1988)

A termelési adatok vizualizálása számos előnnyel jár, amelyek hozzájárulnak a hatékonyabb döntéshozatalhoz és a termelési folyamatok optimalizálásához. Például a grafikonok, diagramok és hő térképek segítenek az adatok könnyebb értelmezésében. Ezek az eszközök lehetővé teszik a minták, trendek és összefüggések gyors azonosítását, így a döntéshozók azonnal reagálni tudnak a termelési folyamatokban bekövetkező változásokra. Ez csökkenti a reakcióidőt és növeli a rugalmasságot. Egy jó vizualizáció fokozza a kommunikációt, ami elősegíti a csapatok közötti hatékony együttműködést. Az átlátható adatok megkönnyítik a problémák azonosítását és lehetőséget teremtenek a megoldások kidolgozására is. Az így elért transzparencia, biztosítja a bizalom és a felelősségvállalás kialakulását a szervezetben, segítenek a munkavállalóknak jobban megérteni a termelési célokat és saját teljesítményüket. Ezek az előnyök mind hozzájárulnak ahhoz, hogy a termelési adatok vizualizálása elengedhetetlen eszközzé váljon a modern gyártási környezetben. (Ballé et al., 2020)

Ugyanennyire fontos a tényeken alapuló és gyakori kommunikáció is a SFM-ben. Építi a bizalmat és új szintre emeli az együttműködést a szervezeti egységek között. Ha mindenki tisztában van a célokkal, vezetői elvárásokkal és felelősségi körökkel, akkor könnyebb döntést hozni – akár a vezető nélkül is – hogy kinek kell az adott problémával foglalkozni. Ha a kommunikáció nyílt és egyértelmű, az felgyorsítja az információ áramlását, lehetőséget teremt az azonnali reagálásra és a felmerülő kihívások leküzdésére. Fenntartja a munkavállalói motivációt és növeli az elkötelezettséget egyén és csoport szinten is. Ha a munkavállaló érti, hogy a munkája hogyan járul hozzá a vállalat sikeréhez, nagyobb lelkesedéssel fogja végezni a jövőbeni feladatait is. A rendszeres kommunikáció csökkenti a félreértések és az ebből fakadó hibák mennyiségét, ami már önmagában a hatékonyság javulásához vezet. Szisztematikus használata egy egészségesebb és pozitívabb munkakörnyezetet teremt, az őszinte és nyílt kommunikáció csökkenti a konfliktusokat és az ebből eredő stresszt, ami javítja a munkahelyi légkört. (Ohno, 2012)

A Shop Floor menedzsment harmadik pillére a standardizáció, amely a munkafolyamatok egységesítésére és optimalizálására összpontosít. A standardok különös jelentőséggel bírnak a lean menedzsmentben. A lean filozófia szerint, a “standard” egy olyan dokumentált

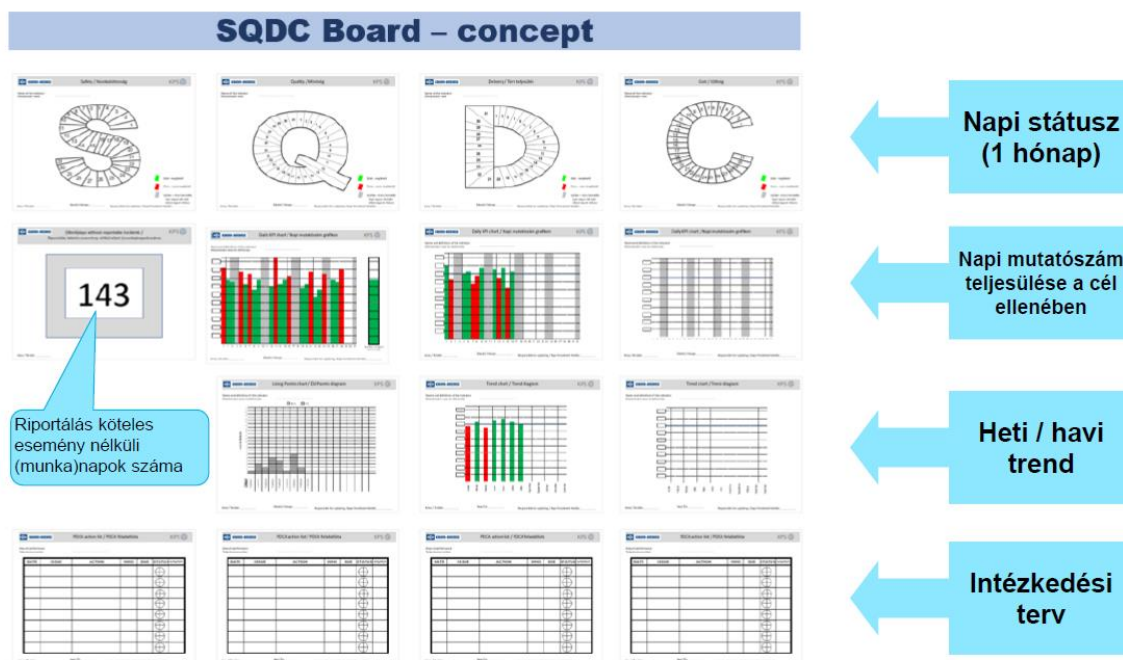
és egységesített munkafolyamat vagy eljárás, amelyet minden dolgozó ismer és követ annak érdekében, hogy a termelési folyamatok hatékonyak és hibamentesek legyenek. A standardok célja, hogy minimalizálják a variabilitást és biztosítsák a folyamatok megismételhetőségét, ami voltaképp a fejleszthetőséghez vezet. Ha minden munkatárs követi az előírt standardot, akkor az csökkenti a hibák lehetőségét és növeli a termelés hatékonyságát. A standard szerinti munkafolyamatot lépésről-lépésre dokumentálni kell - beleértve a minőségi követelményeket is - ez a dokumentum segíti a dolgozók képzését és a munkafolyamat megértését. (Smalley, 2019)

A dolgozók rendszeres képzése és oktatása biztosítja, hogy mindenki tisztában legyen a standardizált folyamatokkal és képes legyen azokat helyesen végrehajtani. A folyamatos fejlesztés filozófiájának szellemében a standardokat folyamatosan felül kell vizsgálni és szükség esetén módosítani, hogy lehetőséget teremtsünk a veszteségek minimalizálására. Ez a művelet biztosítja, hogy a folyamatok mindig a legjobb gyakorlatokat tükrözzék. (Dennis, 2015)

A standardizált folyamatokat gyakran vizuálisan is megjelenítik a gyártási területen, például poszterek, táblák vagy digitális kijelzők formájában, ami szintén segít a dolgozóknak gyorsan és könnyen hozzáférni az információkhoz. A standardizált folyamatokhoz kapcsolódóan mérőszámokat és teljesítménymutatókat kell definiálni, amelyek segítségével naponta, vagy műszakonként, de bizonyos esetekben akár óránként is nyomon kell követni a folyamatok hatékonyságát és minőségét. A standardizálás tehát nemcsak a hatékonyságot növeli, hanem hozzájárul a minőség javításához és a hibák csökkentéséhez is. (Womack, 2013)

A Shop Floor Menedzsment megbeszélések tartalma vállalatonként eltérhet egymástól, de tipikusan a következő elemeket tartalmazza:

- Időpont, időtartam és gyakoriság
- Napirend és résztvevők
- Megbeszélés szabályai, felelősségi körök,
- Eszkalációs szabályok és folyamatok
- Követett mutatószámok (**S**afety – Munkabiztonság, **Q**uality – Minőség, **D**elivery – Terv teljesülés, **C**ost – Költségek, **P**eople – Emberek)
- Rövid- és hosszútávú célok, eredmények trendek
- Feladatterv (PDCA és problémamegoldás)
- Folyamat ellenőrzés és audit terv és eredmények



4.ábra: SFM mintatábla (Forrás: Knorr-Bremse belső dokumentum)

Összefoglalva a Shop Floor Menedzsment a lean folyamatok fenntartható bevezetésének előfeltétele, mert lehetővé teszi a problémák korai felismerését és lehetővé teszi a “gyenge pontok” azonosítását. Biztosítja az eredmények napi áttekintését, elősegíti a strukturált és módszeres probléma megoldást, hozzájárul a vállalati értékek következetes megvalósításához. Ez a fajta megbeszélés elősegíti a nyílt kommunikációt, a problémák nyitott megközelítéséhez vezet, biztosítja a strukturált napi munkafolyamot gyakorlását. (Gisi, 2023)

2.2.2 Lean eszközök - Egydarabos áramlás (OPF – One Piece Flow)

Ahogy azt már fentebb megfogalmaztam az akadálytalan áramlás egyike a lean öt alapelveinek. A lean eszköztárán belül az „egydarabos áramlás” (one-piece flow) egy olyan speciális gyártási elv, amely során egy időben csak egy alkatrészt munkálnak meg vagy szerelnek össze, majd küldik tovább a következő folyamatnak vagy műveletnek. Az egy darabos áramlás (One Piece Flow) ideális állapot, amelyre minden lean bevezetésen dolgozónak törekednie kell. (Liker, 2008, 236.o)

Egydarabos áramlás létrehozásához fel kell számolni a termelési részlegeket és folyamatelvű működés helyett, termék szerinti csoportosításba kell rendezni a termelést. Ha ezt sikerül létrehozni és ezek alapján indul újra egy gyártási folyamat, jelentősen csökkenthetjük

két folyamatlépés közötti köztes készleteket, amely oda vezet, hogy sokkal rövidebb idő alatt készül el az első késztermék. Jelentősen kevesebb termék van párhuzamosan feldolgozás alatt, így az esetleges minőségi hiba is hamarabb felszínre kerül, ami csökkenti a selejt darabok mennyiségét is. A hibás darabok kijavításához szükséges erőforrás is jelentősen csökken, ami egyben növeli a vállalat profitabilitását. (Smalley, 2019)

Az egydarabos áramlás bevezetése nem mindig egyszerű, de a megfelelő tervezéssel és elkötelezettséggel rövid időn belül felszínre hozhatók a folyamatban rejlő veszteségek. Kialakításához elengedhetetlen a folyamatok elemzése és térképezése, melynek során a szűk keresztmetszetek és felesleges lépések azonosíthatóak, melyek megszüntetésével elhárítjuk az egyik legegyszerűbb akadályt. Folyamatos áramlást akkor érhetünk el, ha a munkafolyamatok közel vannak egymáshoz és az egy darabos továbbítás reális, illetve a különböző munkafolyamatok ciklusideje hasonló így összekapcsolhatóak. A munkafolyamatok ideje stabil, azaz megismételhetőek és a berendezések rendelkezésre állása magas, nincsenek gyakori leállások. (Baudin, 2005)

Az egydarabos áramlás bevezetésének másik elengedhetetlen előfeltétele a műveletek kiegyenlítése (heijunka), hogy minden folyamat zökkenőmentesen működhessen. A kiegyenlítés első lépése, hogy pontosan ismerjük a termelési igényeket. Ez magában foglalja az ügyféligények, a szezonális változások és a termékek ciklusainak figyelembevételét. Az igények alapján ki kell alakítani egy kiegyenlített ütemtervet, amely biztosítja, hogy a termelés egyenletes és folyamatos legyen. Ezt úgy érhetjük el, hogy a nagy mennyiségű ritka tételek helyett, kisebb gyakori gyártási volumeneket vezetünk be. Univerzális és rugalmas gyártósorokat kell kialakítani, melyeken többfunkciós munkavállalók dolgoznak a folyamatok rugalmasságának növelése érdekében. A készletek minimalizálása érdekében célszerű Just-In-Time (JIT) elvet alkalmazni, ami biztosítja, hogy a szükséges alapanyag pontosan akkor és akkora mennyiségben érkezzen meg, amikor szükség van rá. Ahol ez nem lehetséges ott vizuális menedzsment eszközökkel (pl. Kanban táblák) kell szabályozni a gyártásközi készleteket. (Womack – Jones, 2009)

Az egydarabos áramlás összességében egyszerűsíti a menedzsment munkáját és a következő előnyökkel jár:

- Automatikusan javítja a minőséget
- Minimalizálja a selejt keletkezését
- Növeli a gyártási rugalmasságot és termelékenységet
- Csökkenti az átfutási időt
- Optimalizálja a szükséges alapanyagok mennyiségét, ezáltal területet szabadít fel

- A kisebb készletek növelik a munkabiztonságot
- Átlátható munkakörnyezetet teremt, ami a morálra is hatással van
- Költséghatékony

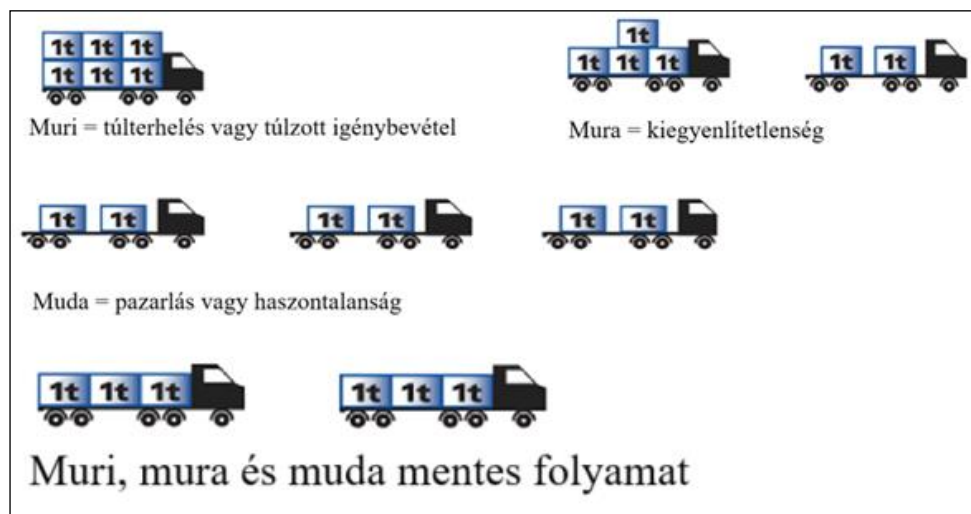
2.2.3 Veszteségvadászat és Kaizen kultúra

A Toyota a veszteségek három különböző típusát különbözteti meg, amelyek minimalizálásával vagy kiküszöbölésével javítani lehet egy folyamat hatékonyságát. A túlterhelést vagy túlzott igénybevételt „Muri”-nak nevezzük. Ez akkor fordul elő, amikor a gépeket vagy az embereket a kapacitásukon túl használják, ami meghibásodásokhoz és egészségügyi problémákhoz vezethet. A második a „Mura”, jelentése egyenletlenség vagy nem egyenletes terhelés. Az egyenlőtlen munkaterhelés vagy nem megfelelő termelési ütem okozza, ami pazarláshoz vezethet. A pazarlást vagy haszontalan lépéseket „Muda”-nak nevezzük és két típusra oszthatóak:

- Olyan tevékenységek, amelyek nem adnak hozzáadott értéket, de szükségesek (pl. minőségellenőrzés).
- Olyan tevékenységek, amelyek nem adnak hozzáadott értéket és elkerülhetők (pl. felesleges mozgás, túltermelés, hibák).

Ahogy az a fenti leírásból is kitűnik, ezek a fogalmak szorosan összefüggenek egymással, és az egyik megszüntetése gyakran a másik kettő csökkentéséhez is vezet. (McGovern, 2018)

A három veszteségtípus egyszerű magyarázata a 8.ábrán látható, ahol hat tonna árut, háromtonnás teherbírású tehergépjárművekkel szeretnénk elszállítani a veszteségek minimalizálása mellett.



7.ábra: Muri, Mura, Muda – a veszteségek különböző típusai (Forrás: theleanway.net)

A dolgozat 2.1.1 fejezetében már írtam a „muda” nyolc fajtájáról és a gembáról, amelyek rendszerbe foglalása Taiichi Ohno nevéhez fűződik. Ohno egész élete során hangsúlyozta a közvetlen megfigyelés fontosságát a problémák azonosítása és megoldása érdekében. Egy egyszerű és hatékony módszert fejlesztett ki a nyolc veszteség azonosítására, ami a lean szakemberek számára Ohno-körként vált ismertté. Az Ohno kör lényege, hogy a vezető vagy mérnök egy krétával kijelölt körben állva figyeli a termelési folyamatokat egy adott időn keresztül, minimum 30 perctől akár több óráig. A cél az, hogy azonosítsa a folyamatokban rejlő pazarlásokat (Muda), egyenlőtlenségeket (Mura) és túlterheléseket (Muri). Ez a módszer segíti a vezetők és mérnökök mélyebb megértését a valós munkafolyamatokról és elősegíti a problémák pontos definiálását, lehetőségeket ad a fejlesztésre. Az Ohno kör alkalmazása során fontos, hogy a megfigyelő ne avatkozzon be azonnal, hanem először csak figyeljen és jegyzeteljen. A jegyzetek alapján elindított folyamat fejlesztés – japán szóval: Kaizen (szó szerinti fordításba változás a jó irányába) – segítségével magasabb szintre emeljük a működést. Az ilyen típusú fejlesztés lényege, hogy megkeressük a probléma gyökereit és azt szüntetjük meg, ami fenntartható, hosszú távú eredményekhez vezet. A folyamatfejlesztés során, először azokat a „muda”-kat kell beazonosítani, amelyek nem adnak hozzáadott értéket és elkerülhetők, az ilyen hibákat kiküszöbölhetőnek nevezzük és teljesen fel kell számolni (átcsomagolás, készletek, mozgatások). Ha ezekkel végeztünk a második körben azokat a tevékenységeket kell beazonosítanunk, amelyek hozzáadott értéket nem termelnek, de szükségesek a termék előállításához (átállások, dokumentáció, ellenőrzés). Itt a fő cél a csökkentés, hiszen ezek a tevékenységek teljesen nem számolhatóak fel. Végül a maradék feladatokat és erőforrást igyekszünk úgy megváltoztatni, optimalizálni, hogy a munkának minél nagyobb része hozzáadott érték teremtő tevékenység legyen. (Imai, 2012)

A Kaizen nem csak egy módszer, hanem egy gondolkodásmód, ahogy a vállalat dolgozói a napi munkájukat végzik. (Németh, 2010)

Ez a szemlélet úgy tekint minden egyes problémára, hogy az magában rejti a lehetőséget a fejlődésre. A cél nem az eltérés okozójának megtalálása és felelősségre vonása, hanem a tanítás és tanulás a történelemből. A Kaizen filozófia szerint a fejlesztés nem egyszeri nagy lépésekkel, hanem apró, fokozatos változtatásokkal érhető el, amelyek hosszú távon jelentős javulást eredményeznek. A probléma komplexitásától függően, különböző típusokat különböztetünk meg:

- **Speedy Kaizen** vagy **JDI** (Just Do It) gyors és egyszerű változtatás, általában akkor használjuk amikor nincs szükség mélyreható elemzésre vagy hosszadalmas

tervezésre. A módszer lényege, hogy azonnal végre hajtjuk a kisebb, könnyen megvalósítható fejlesztéseket. Például egy munkahely elrendezésének javítása érdekében közelebb helyezünk egy alapanyagot a feldolgozás helyéhez.

- A **Kaizen esemény** (vagy Kaizen Blitz) egy rövid, intenzív fejlesztési projekt, amelynek célja egy adott probléma gyors megoldása és a folyamatok javítása. Ezek az események általában 3-5 napig tartanak, és keresztfunkcionális csapatok vesznek részt bennük, a szervezet minden szintjéről, hogy közösen dolgozzanak a problémán. A Kaizen alkalmazása során a következő elemekre helyezik a hangsúlyt: a dolgozók bevonása a fejlesztési folyamatokba, az egyéni felelősségvállalás erősítése, a munkahelyi légkör javítása. Minőségi körök alakulnak ki, olyan kisebb csoportok, amelyek rendszeresen találkoznak a folyamatok javítása érdekében. Az ilyen típusú koncentrált fejlesztés gyors eredményeket hoz, hiszen rövid idő alatt valósít meg változtatásokat. Lépései:

- Célok meghatározása: A Kaizen esemény céljainak és hatókörének egyértelmű meghatározása.
- Csapat kiválasztása: A megfelelő csapattagok kiválasztása és a szükséges adatok összegyűjtése.
- Képzés: A csapattagok képzése a Kaizen folyamatáról.
- Adatgyűjtés és elemzés: A jelenlegi helyzet felmérése és a problémák azonosítása.
- Megoldások kidolgozása: Működőképes és nagy hatású megoldások kidolgozása és bevezetése.
- Megoldások végrehajtása: A javasolt megoldások bevezetése és tesztelése.
- Eredmények mérése: Az eredmények nyomon követése és a folyamatok folyamatos javítása.

- **Kaikaku**: ez a radikális vagy nagy léptékű változtatásokat jelenti, amelyek jelentős átalakítást igényelnek a folyamatokban vagy rendszerekben. A Kaikaku célja a nagyobb hatékonyság és teljesítmény elérése. Akkor szoktuk alkalmazni, ha kisebb lépésekkel, kaizennek, már nem lehetséges a javulás fenntartása. (Imai, 2012)

Ahhoz, hogy a Kaizen kultúra mélyen beépüljön és tartósan megmaradjon egy szervezet életében a vezetőknek elkötelezettnek kell lenniük a filozófia iránt, és példát kell mutatniuk a folyamatos fejlesztésben, ez magában foglalja a rendszeres részvételt a Kaizen eseményeken és a Gemba sétákon. Ennél is fontosabb a dolgozók folyamatos képzése és oktatása a folyamatos fejlesztés elveiről és eszközeiről, ez segít abban, hogy mindenki megértse és

alkalmazza a Kaizen módszereket a mindennapi munkájában. Szintén kulcsfontosságú a nyitott, folyamatos és kétoldalú kommunikáció, a munkavállalói visszajelzések meghallgatása és beépítése a fejlesztési folyamatokba. Ami végül a munkatársak bevonódásához vezet és felhatalmazva fogják érezni magukat, hogy részt vegyenek a problémák megoldásában. A fejlesztési eredmények rendszeres nyomon követése és az elért sikerek megünneplése segít fenntartani a pozitív légkört és ösztönzi a további fejlesztéseket. Végül, de nem utolsósorban a fejlesztések eredményeit, dokumentálni, standardizálni kell, mivel a standardok fogják biztosítani, hogy a változások tartósak legyenek. (Womack, 2013)

2.2.4 Yokoten – horizontális kiterjesztés

A yokoten a japán “yokotenkai” szóból származik, amely szó szerinti fordításban horizontális terjesztést jelent. Ez a kifejezés is a Toyota gyakorlatából ered, ahol a fejlesztéseket és a legjobb gyakorlatokat megosztják a különböző részlegek között. A yokoten segíti az egységes és szabványosított munkafolyamatok kialakítását a szervezeten belül. Ez kulcsfontosságú a hibák minimalizálásában és a termelékenység maximalizálásában. Alkalmazása javítja a kommunikációt és a koordinációt a vállalaton belül. Ez egy egyszerű és hatékony módja a tudás és ötletek megosztásának, és bármilyen típusú szervezetben alkalmazható. Jelentősen hozzájárul a folyamatos fejlesztés és a megosztott tanulás kultúrájának kialakításához a szervezeten belül. (Womack, 2020)

A mindennapi munkavégzésünk során, új dolgokat tanulunk a munkánkról és a folyamatinkról, a távolkeleti kultúrákban természetes, hogy az újonnan megszerzett információkat meg kell osztanunk kollégáinkkal. Ugyanakkor a fejlett nyugati társadalmakban, gyakori, hogy ezt a fajta tudást eltitkolják, mert úgy vélekednek, hogy a tudásmegosztással elveszíti az egyén az unikális értékét. Pedig a tudásmegosztásnak is üzleti értelme és értéke van. Amikor felismert hibák és problémák kevésbé valószínű, hogy holnap újra megismétlődnek, mivel a szervezet többi része már ismeri a kockázatot. Ugyanígy, ha valaki felfedez egy jó módszert egy bizonyos feladat elvégzésére, és ezt megosztja kollégáival, akkor olyan további gyűrűző hatásra számíthatunk, amely az egész vállalkozásban érezhető lesz. A yokoten sokféle formában létezik, történhet egyének és csapatok, társosztályok és leányvállalatok között. Még akár versenytársak között is, amikor a nyitott gondolkodású vezetők megértik annak fontosságát, hogy megnyissák vállalkozásuk ajtaját mások előtt, egyedülálló esélyt adva nekik folyamataik megfigyelésére és a tanulására. A yokoten nem önzetlen okokból történik, nagyban hozzájárul az emberek erőfeszítéseinek elismeréséhez a lean átalakulással

kapcsolatban. Nagyon sok értéke van annak, ha külső képet kapunk a munkánkról, és ez valóban meggyőz sok szervezetet arról, hogy megnyissa kapuit a külvilág felé. (Furuta, 2021)

3. Knorr-Bremse vállalatcsoport bemutatása

3.1 Anyavállalat bemutatása, történelmi áttekintés

A céget Németországban Georg Knorr gépészmérnök alapította 1905-ben Knorr-Bremse GmbH néven a Berlin melletti Rummelsburgban. Az 1883-ban alapított Carpen-ter&Schulze által feltalált fékrendszert fejlesztette tovább és kezdte el gyártani „Knorr-Bremse sűrített levegős fékrendszer” néven. A tehervonatok számára kifejlesztett sűrített levegős fék segítségével Európa legnagyobb vasúti járműfék-gyártójává vált.

1922-től második nagy területként a haszongépjárműgyártásba is bekapcsolódott. Első európai vállalatként kezdett el forgalmazni négy kereket egyszerre fékező rendszert, amivel jelentősen csökkentette a fékutat és növelte a közúti közlekedés biztonságát világszerte. A második világháborúig dinamikusan növekedett a vállalat 17 európai ország vasúti hálózatában voltak jelen a termékei.

1945-ben a vállalat székhelye Berlinből Münchenbe költözött, mivel a telephely a keleti blokkban volt és kisajátításra került. 1985-ben Heinz Hermann Thiele vette át a vállalatot, akinek vezérletével a következő évtizedekben a világ legnagyobb vasúti fékrendszer gyártójává fejlődött a Knorr-Bremse, innovatív és hatékony termékeinek köszönhetően.

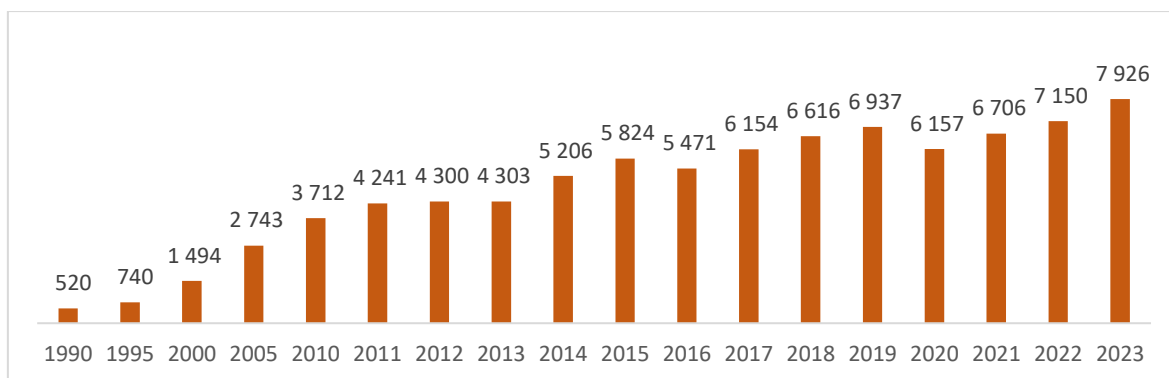
A rendszerváltást követően a cég elsősorban felvásárlásokon keresztül bővítette a portfólióját. A több mint 110 éve működő német vállalatot Heinz Hermann Thiele utolsó jelentős műveként, 2018-ban bevezették a frankfurti tőzsdére.



8.ábra: A Knorr-Bremse AG globális jelenléte (Forrás: Knorr-Bremse belső dokumentum)

A vállalatcsoport rendelkezik fejlesztői, gyártói, forgalmazói és szervíz tapasztalattal is, portfóliójában a fékrendszereken felül, jelen vannak intelligens ajtórendszerek, légkondicionáló rendszerek vasúti járművekhez, torziós lengéscsillapítók, vezérlőelemek, és sebességváltást-szabályozó rendszerek.

A Knorr-Bremse, több mint 30 országban, 100 telephelyen van jelen, melyek közül mintegy 80 egység szervíz vagy gyártóüzemként funkcionál. A Knorr-Bremse AG a Knorr-Bremse anyavállalata, leányvállalatainak száma 2022.december 31-én konszolidációkkal együtt, több mint 130 cég volt, alkalmazottainak száma elérte a 31.000 főt. A vállalatcsoport 2023-es árbevétele megközelítette a nyolcmilliárd eurót. (www.knorr-bremse.com)



9.ábra: Knorr-Bremse árbevétel növekedés 1990-2023 (millió €) (Forrás: Knorr-Bremse Annual Reports alapján saját szerkesztés)

A Knorr-Bremse világpiaci vezető szerepet tölt be a vasúti járművek fékrendszereinek piacán, termékeit felhasználják az összes vasúti jármű típushoz: mozdonyok, személy- és teherkocsik, nagy sebességű vonatok (pl. Shinkansen), motorvonatok, elővárosi vonatok és kisvasutak, metrók és villamosok.

Üzleti modelljének fontos pillére a pótalkatrész értékesítés, melyhez szervíz szolgáltatásként karbantartási, javítási, felújítási és korszerűsítési szolgáltatásokat is biztosít.

A Knorr-Bremse vasúti üzletágának kiemelkedő termékcsaládjai:

- Fékvezérlő egységek – Brake Control Systems
- Fékmechanikai egységek – Bogie Equipment
- Légszárító és légellátó rendszerek – Air Supply Units
- Hidraulikus rendszerek – Hydraulics
- Fedélzeti rendszerek – On-Board Systems

A vállalatcsoport másik kiemelkedő üzletága a haszongépjármű divízió. 1920 óta fejleszt és gyárt fékrendszereket haszongépjárművekhez (6 tonna feletti tehergépkocsik, nyerges vontatók, buszok, pótkocsik, mezőgazdasági gépek vagy speciális járművek). Akárcsak a

vasúti üzletágban, világpiaci vezető szerepet tölt be a pneumatikus fékek és tárcsafékek nemzetközi piacán. Vezető beszállítója a haszongépjárművek számára a fékrendszerek és a kormányrendszerek, energiaellátás, energiaelosztás, valamint az üzemanyag-hatékony üzemeltetés terén. (www.knorr-bremse.com)

3.2 Knorr-Bremse Magyarországon

A Knorr-Bremse vállalatnak két gyáregysége van Magyarországon. Budapest egy közös telephelyen történik a vasúti fékrendszerek tervezése és gyártása (Knorr-Bremse Vasúti Járműrendszerek Kft.), míg Kecskeméten a haszongépjárművek számára készülnek fékrendszerek (Knorr-Bremse Fékrendszerek Kft.). A kecskeméti leányvállalatnak Budapesten van a kutatás-fejlesztési központja. Ezek mellett az anyavállalat egy disztribúciós központot is üzemeltet Vecsésen, ahonnan a Magyarországon gyártott termékek világszintű elosztását végzik.



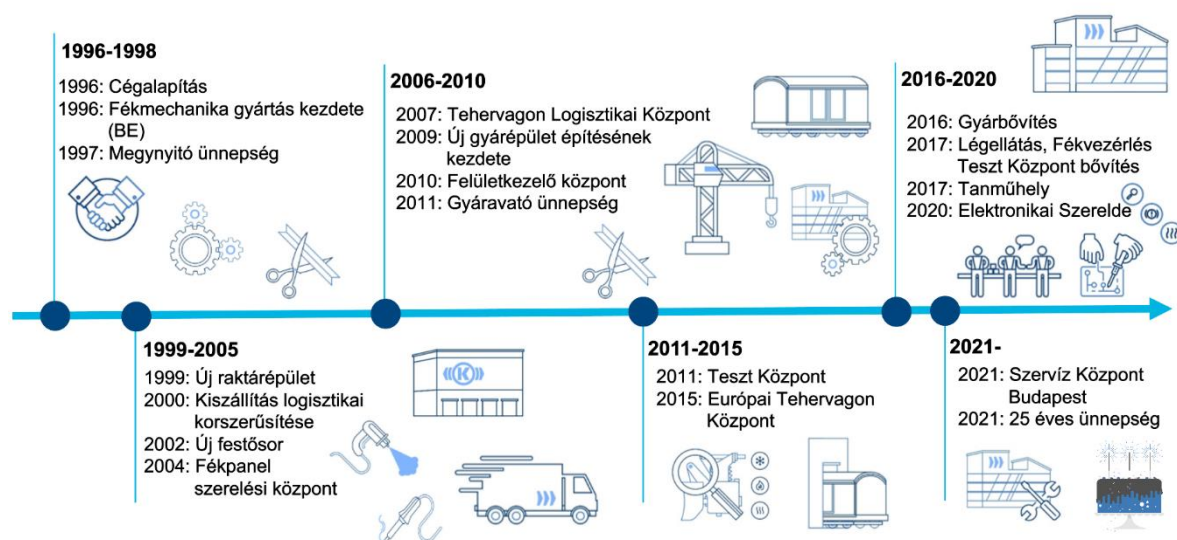
10.ábra: Knorr-Bremse leányvállalatok Magyarországon (Forrás: Knorr-Bremse belső dokumentum alapján saját szerkesztés)

A Knorr-Bremse 1995-ben barna mezős beruházásként kezdte tevékenységét Magyarországon, az ATRA traktoralkatrész gyártó üzem megvásárlásával a ZF Friedrichshafen engedélye alapján, fogaskerekű hajtóműveket kezdett el gyártani.

1996-tól folyamatosan történtek terméktranszferek - Berlinből, Münchenből és Mödlingből – 2002-re a telephely éves forgalma elérte az 50 millió eurót. A termelés volumene és a munkavállalók létszáma folyamatosan nőtt, a bővülés eredményeként 2007-re a gyár

elérte a határait további bővülésre csak új telephely kialakításával volt lehetőség. (Oláh, 2011)

Az új gyár zöldmezős beruházásként, 2010-ben nyitotta meg kapuit a régi gyár közelében. Immár a legmodernebb környezetben, több mint 45.000 négyzetméteren folytatódott a fékvezérlés és légellátáshoz szükséges eszközök gyártása. Az új gyárban az áttelepített szerelési és forgácsolási kompetenciák mellett a festési és felületkezelési folyamatok számára egy saját felületkezelő központ is helyet kapott. A gyártás mellett nagy hangsúly van a kutatás fejlesztésen is, több mint 400 fejlesztő mérnök dolgozik Budapesten, fejlesztési kiválósági központokba rendeződve. Az új fejlesztések bevizsgálására és a vevői reklamációk kivizsgálására létrejött a Teszt Központ. (Oláh, 2011)



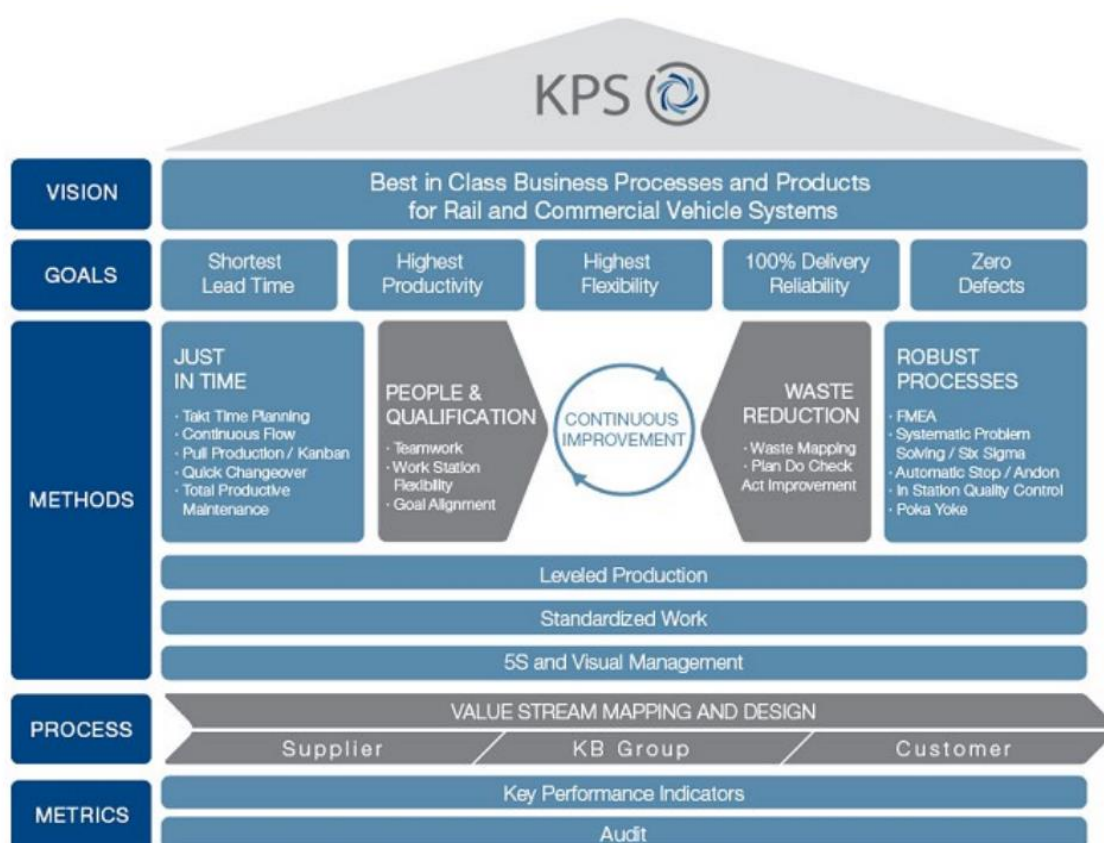
11.ábra: Infografika – Knorr-Bremse Vasúti Járműrendszerek Kft. fejlődése (Forrás: Knorr-Bremse belső dokumentum)

A folyamatos fejlődés eredményeként 2018-ra a Knorr-Bremse Budapest a vállalatcsoport vasúti üzletágának legnagyobb gyáregységévé, fejlesztő és gyártási központjává vált. (KamaraOnline.hu, 2016)

2017-ben a Knorr-Bremse elsőként csatlakozott a kormány beszállító-fejlesztési programjához és budapesti telephelyén megnyitotta a tanműhelyét, ahol évente több, mint 60 diák képzését biztosítja gépgyártás technológiai szakmákban. A tanműhely költségeihez Magyarország kormánya 153 millió forinttal járult hozzá. (Autoszektor.hu, 2017)

3.3 Knorr gyártási rendszer (KPS) bemutatása

A Knorr-Bremse annak érdekében alkotta meg saját gyártási rendszerét, hogy a folyamatosan növekvő vevői elvárásoknak, mind a minőség, mind a szállítási pontosság terén meg tudjon felelni, növekvő rugalmasságával megőrizze versenyelőnyét és globális vezető szerepét a vasúti fékrendszerek piacán. Továbbá, hogy hosszú távon is versenyképes maradjon, a rendszer működtetésével kívánja biztosítani a termelékenység folyamatos javulását. A KPS ház elmagyarázza az alapelveket, bemutatja a gondolkodásmódot, amely szükséges a folyamatok, elemzéséhez, fejlesztéséhez és standardizálásához. A teljes értékáramra helyezi a hangsúlyt, melyen kiterjeszt a Knorr-Bremse-n túl, azok vevőire és beszállítóira is. Az értékáram számol minden olyan folyamatlépéssel, amely szükséges a felmerülő vevői igény végső kielégítéséhez. (Knorr-Bremse belső dokumentum)



12.ábra: Knorr Termelési Rendszer (Forrás: Knorr-Bremse belső dokumentum)

A folyamatos fejlődés középpontjában a veszteségek csökkentése és a munkatársak fejlesztése áll a szervezet minden szintjén. A végső cél, hogy proaktív gondolkodással megelőzze a potenciális problémákat és olyan szervezetet neveljen, amely képes tanulni a

felmerülő nehézségekből. A problémák megelőzésével elérhető, hogy csökkenjen a felhasznált alapanyagok mennyisége és növekedjen az emberi és gépi kapacitás termelékenységé, amely alacsonyabb költségeket, rövidebb ciklusidőket és javuló szállítási pontosságot eredményez. Ennek a gondolkodásmódnak és a magas szintű eszközhasználatnak köszönhetően a Knorr-Bremse képes előállítani a legmagasabb minőségi elvárásoknak is megfelelő fékrendszereket.

A ház alapját az auditok és KPI-ok rendszere adja, melynek célja, hogy objektív módon összehasonlíthatóvá tegye a jelen és jövő állapotot és minősítse a fejlődés irányát. Az auditok segítségével azonosíthatóvá válnak a problémák és meghatározhatóak a fejlesztési pontok, minden egyes gyártóhely számára. A mérőszámok, mint például az OEE (teljes eszközhatékonyság) vagy az LPI (Labour Productivity Index – Munkaerő termelékenységi index) méri a folyamatok teljesítményét.

A ház következő szintjét a folyamatok alkotják, megjelennek a szállítók és a vevők is az értékláncban. A szállítói és vevői kapcsolatok erősségét az alfolyamatok stabilitása határozza meg. A teljes értékáram vizsgálata lehetővé teszi a veszteségek azonosítását, az értékáram tervezése támogatja a ciklusidők rövidülését és a kiegyensúlyozott anyagellátást.

A ház oszlopai a kiegyenlített termelés, szabványosított munkavégzés, 5S és vizuális menedzsment alkotta hármásra épülnek. Ha ezeken a területen nincs meg a kellő stabilitás a ház alapjai nem tudnak megfelelő támogatást nyújtani és a rendszer működőképessége kerül így veszélybe. Egységes 5S audit rendszer használatával támogatja a vállalat a szabványosított munkavégzést és rendet. A termelés kiegyenlítésével elkerülhető a túltermelés vagy hiány, melynek előnye, hogy csökkennek a késések a vevő felé és az állandó munkaterhelés csökkenti a minőségi hibák megjelenésének esélyét.

A Just in Time oszlopban található módszerek lehetővé teszik, hogy a folyamatok pontosan a vevői elvárások szerinti időben menjenek végbe. Nagy hangsúlyt fektet az egydarabos áramlás fenttartására, mely felszínre hozza a folyamatokban rejlő veszteségeket, gyors átállásokkal és kis gyártási egységek alkalmazásával törekszik a vevői ütemidő pontos tartására.

A módszerek másik nagy csoportját a robosztus folyamatok alkotják, melynek célja, hogy tanuljunk a hibákból és azokat a gyártási folyamat minél korábbi fázisában felismerve, minimalizálhatóak a hibák elhárításának költségei. A filozófia lényeg, hogy: „állj meg ma (és oldd meg a problémát), hogy ne kelljen holnap megállnod”, szisztematikus gyökérok elemzéssel elérhető, hogy ugyanaz a probléma ne lépjen fel újra. A probléma megelőzés részét képezi, a tervezési fázisban alkalmazott FMEA (Failure Mode and Effects Analysis,

Hibamód- és hatáselemzés) módszertan alkalmazása, melynek segítségével felismerhetjük, azonosíthatjuk, elemezhetjük, értékelhetjük és megelőzhetjük az összes hibamódot és hibatípust. (Koncz, 2018)

A Knorr-Bremse Gyártási Rendszerének középpontjában a **folyamatos fejlődés** áll, a veszteségek felszámolása kis- és nagy lépésekben. A szabványosításra és a munkatársak állandó tiszteletére és fejlesztésére épül. A szabványosított munkavégzés és képzett munkatársak teszik lehetővé az abnormális működés azonnal felismerését. A felismerésen túl a munkatársak részt vesznek a probléma megoldásban is, hiszen azok ismerik legjobban a folyamatot, akik minden nap üzemeltetik azt. (Knorr-Bremse belső dokumentum)

4. Lean eszközök érettségének vizsgálata

Ebben a fejezetében a dolgozatnak, szeretném bemutatni, hogy a fenti részben részletesen bemutatott Shop Floor Menedzsment, Egydarabos áramlás, és Kaizen menedzsment mennyire van jelen a mindennapi működésben, hogyan kapcsolódik és kommunikál egymással a raktári szervezet és a termelés. Szem előtt tartva az információ áramlást, az anyagmozgatást és a helykihasználást, mint a raktári hatékonyság legfontosabb jellemzőit. (Myerson, 2012)

4.1 Lean eszközök a termelésben

4.1.1 Shop Floor Menedzsment – termelési terület

A Knorr-Bremse budapesti gyáregységének termelésében, három szintű **shop floor menedzsment** működik, a Knorr Production System iránymutatásával összhangban. Az első szint (L1) a műszak indításkor és műszakváltások során találkozik és standard struktúra szerint beszélnek át az eredményeket, eltéréseket és az eltérésekre hozott intézkedéseket.

A második szint 8:30 perckor találkozik minden munkanapon, ahol a termelésvezetők mellett a minőségügy, az ipari mérnökség, a gyártástervezés és beszerzés középvezetői vesznek részt. A megbeszélésen az L1 szintű adatokat konszolidálva tekintik át, de csak az olyan eltérésekre fókuszálnak, melyek megoldásában szükség van a társterületektől információra és segítségére.

A harmadik szint 10:00-tól találkozik, ahol a gyártási igazgató moderálása mellett, a termelésvezetők számolnak be az előző 24 óra eredményeiről, de amennyiben egy-egy téma átnyúl a termelésen, akkor az érintett terület vezetőjének a feladata a probléma továbbvitele, feldolgozása és megoldása. Az L3 szintű megbeszélésen a gyártási igazgató mellett részt vesz a logisztikai vezető, a minőségügyi vezető, a HSE vezető, az ipari mérnökség vezető, a karbantartásvezető, és a személyügyi vezető.

Az L1 szintű megbeszélést a területi műszakvezetők irányítják. Ezen a szinten a támogató területekről senki sem vesz részt. Ha a műszak során vagy az előző műszakban volt munkabaleset arról tájékoztatják a résztvevőket, annak érdekében, hogy az esetből mindenki tanuljon és ha hasonló veszélyhelyzet áll fenn bárhol a termelésben akkor megkezdődhessen a megelőző intézkedések bevezetése.

A megbeszélésen a második napirendi pont a minőségi munkavégzés, melynek során azt ellenőrzik, hogy a legyártott egységek megfeleltek-e a sor végi tesztelésen. Mivel naponta változik a gyártási mennyiség és gyártott termékek típusa, annak érdekében, hogy a teljesítmények összehasonlíthatóak legyenek egymillió egységre vetítik (PPM - Parts Per Million opportunity) a hibás termékek és összesen gyártott termékek arányát:

$$PPM = \frac{\text{hibás egységek száma}}{\text{összes gyártott egység}} \times 10^6$$

Ezzel az egységes megoldással nem csak a nap eredmények hasonlíthatóak össze, de az eltérő komplexitású és kapacitású termelési területek is.

Ezt követően a vezető a felügyelete alatt álló összeszerelőkkel egyeztet, az adott nap termelési tervéről, műszak végén a terv teljesüléséről. Amennyiben nem sikerült teljesíteni a napi tervet, egy gyors gyökérokelemzés történik, hogy definiálják a probléma gyökérokát. Az alkalmazott módszer az egész termelésben egységes 5Miért? Elemzés, melynek lényege, hogy a probléma gyökérokát azáltal tárják fel, hogy ötször megkérdezik „Miért?” A jó elemzéshez szükséges a probléma pontos meghatározása. (Imai, 2012)

A miért kérdésekre kapott válaszokra újra rákérdezve jellemzően 4-5 kérdés után el lehet jutni a gyökérokokhoz. Fontos megjegyezni, hogy egy-egy problémának több gyökérok is lehet. A lehetséges gyökérokra, már a napi megbeszélésen definiálnak egy ellenintézkedést, amit a műszaknaplóban rögzítenek. Íme egy konkrét példa a 2024. április 24-i műszaknaplóból:

- 24 mechanikus fékolló helyett csak 21 darab készült el a délelőtti műszak folyamán.
- 1.Miért csak 21 darab készült el?
- Mert 12:55 perckor megállt a gyártósor KM987645 rudazatállító hiánya miatt.
- 2.Miért hiányzott az alkatrész?
- Mert az előkészítés során, az összeszerelő észrevette, hogy a raktár által kiküldött 24 darab alkatrész közül 3 darab sérült?
- 3.Miért sérült meg a három alkatrész?
- Mert szállítás közben kicsúsztak a tárolódobozból (németül Kleinladungsträger, rövidítve: KLT – továbbiakban ezt a rövidítést használom) és hozzáverődtek a szállítókocsi polcának pereméhez.
- 4.Miért csúsztak ki a tárolódobozokból az alkatrészek?
- Mert a maximálisan engedélyezett 10 alkatrész/tárolódoboz helyett 12 darab volt egy dobozban.

➤ 5.Miért volt 12 alkatrész egy dobozban?

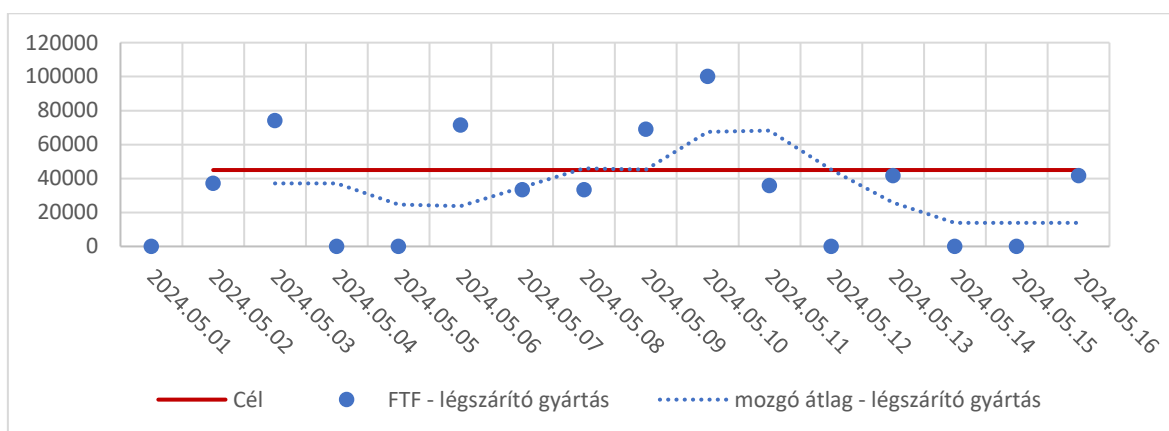
Az ötödik kérdésre a termelés nem tudta megmondani a választ, mert az átível egy másik területre, ahol a termelési műszakvezető már nem ismeri a folyamatokat, így a műszaknaplóba azt jegyezték fel, hogy „a problémát nem tudja megoldani a terület és azt a raktár részére szeretnék további kivizsgálás céljából átadni, így ezt a problémát tovább eskalálják a napi L2 megbeszélésre”. Erre a példára az L3-as megbeszélés bemutatásakor még vissza fogok térni. Azokon a napokon amikor nem sikerül teljesíteni a napi tervet, valószínűsíthető, hogy a negyedik vizsgált kulcsmutató a termelési költség - amit a termelési hatékonysággal mérnek - is meg fogja haladni a tervezett szintet. A hatékonyságról részletesen az 5.2. fejezetben írok majd. A L1 megbeszélés hossza maximum 15 perc és a hangsúly az közös gondolkodáson, felelősségvállaláson és folyamatos fejlesztésen van, a műszakvezető nem bűnbakot keres, hanem strukturált problémamegoldással igyekszik elérni, hogy a következő nap eredményei jobbak legyenek a mai napnál. Fontos eleme még a megbeszélésnek a digitalizáció adta valós idejű adatfeldolgozás, mely csökkenti az adminisztrációval járó veszteséget, növeli az adatpontosságot és egységes vizualizációval segíti az adatok értelmezését, melynek a Knorr-Bremse-nél alkalmazott példája látható az 1. képen.



1.kép: SFM terület a termelésben (Forrás: Knorr-Bremse belső program)

Az L1-es megbeszélésen folyamatgazda szerepet betöltő művezető az L2-es megbeszélésen beszámoló szerepre vált, ahol a termelésvezetőt tájékoztatja az előző műszak eredményeiről és az aktuális műszak tervéről. Ezen a megbeszélésen már egy keresztfunkcionális csapat vesz részt. Hasonló módszertant követve egyeztetnek az elmúlt 24 óra eseményeiről,

ugyanúgy a munkabiztonsággal kezdődik, de itt már a műszakvezetőnek - a munkavédelmi vezetővel együtt - a feltárt gyökérokat és azonnali intézkedéseket kell bemutatni. A minőségügyi csoportvezető a napi hibás tesztek számait trendvizsgálattal elemzi és ha három napnál hosszabb ideig romló trendet vagy cél feletti értéket diagnosztizál akkor a vonatkozó folyamat szabályozás szerint kezdeményez egy Kaizen eseményt – részletezve fentebb a 2.2.4 alfejezetben – melyre a jelenlévő középvezetők delegálnak tagokat, minden területről. A Kaizen megszervezésére és lebonyolítására 30 nap áll rendelkezésre, melynek eredményéről az L2-es megbeszélésen kell beszámolni. A 13. ábrán látható eredmények alapján május első felében két Kaizen eseményt definiáltak a légszárító gyártás területén – május 3-án és május 10-én a folyamatosan romló trend miatt.



13.ábra: Elsőre hibás termékek aránya (PPM) – adatalapú döntés a Kaizen indításáról
(Forrás: saját szerkesztés)

A minőségügyi beszámoló után a gyártástervezés foglalja össze az aktuális heti igényeket az előző napi tervteljesülések alapján és tájékoztatást ad a következő heti gyártási mennyiségekről. Amennyiben eltérés mutatkozik a heti terv és tény adatok között, ezen a fórumon döntenek közösen a hétvégi túlórák szükségességéről is. Amennyiben a következő heti gyártási terv teljesítéséhez hiányzik valamilyen alapanyag, akkor a beszerzési csoportvezető elviszi magával a cikkszámot és legkésőbb 24 óra múlva, a következő napi megbeszélésen információt ad az alapanyag státuszáról. A megbeszélés utolsó szakasza a technológiáról szól. Ha az elmúlt egy napban volt olyan géphibára visszavezethető állásidő, amely darabszám veszteséssel járt, akkor az ipari mérnökség a karbantartással közösen, a minőségügyhöz hasonlóan Kaizen indításáról hoz döntést. Az állásidők rögzítése is online történik, így a döntéshez szükséges adat rendelkezésre áll. A folyamatos fejlesztések koordinációjáért az ipari mérnökség a felelős így a korábban indított Kaizen események előre haladásáról, az események eredménye ként meghatározott terület átalakításokról,

berendezések fejlesztéséről is ezen a fórumon van lehetőség információt adni a társterületek vezetőinek. Mivel a megbeszélés időtartama ebben az esetben is maximum 15 perc, sok gyakorlás és a feladatra való koncentráció szükséges, hogy tartani lehessen az előírt időkeretet.

A 10 órakkor kezdődő L3 megbeszélés a napi menedzsment legmagasabb szintje, a gyártási igazgató az osztályvezetőkkel közösen nézi át a gyártási eredményeket. A struktúra hasonló az L1 és L2 szinten bemutatott folyamathoz. Fémmegmunkálás során számos veszélyhelyzet, forgó, maró gépek, nagy súlyú alkatrészek vannak jelen, így a megbeszélés a munkabalesetek és káresetek feldolgozásával indul. Ez a megbeszélés is a 2.2.1 alfejezetben részletesen kiejtett SQDCP struktúra szerint zajlik, a munkabiztonságot követően a minőséggel kapcsolatos témákat veszik sorra. Viszont a mutatók száma kibővül, a termelési hibák mellett, nyomon követik a vevői reklamációkat és a napi selejt értéket is, a munkamódszer hasonló, ha az értékek trendje vagy súlyossága eléri vagy meghaladja a definiált határértéket a minőségügyi igazgató vezetésével Kaizen Eseményt vagy Kaikakut indítanak. Fontos megjegyezni, hogy ezen a szinten már nem csak a termelés van fókuszban, ha anyaggazdálkodási vagy technológiai területre vezethető vissza egy hiba, akkor is a minőségügy felügyeli a fejlesztést.

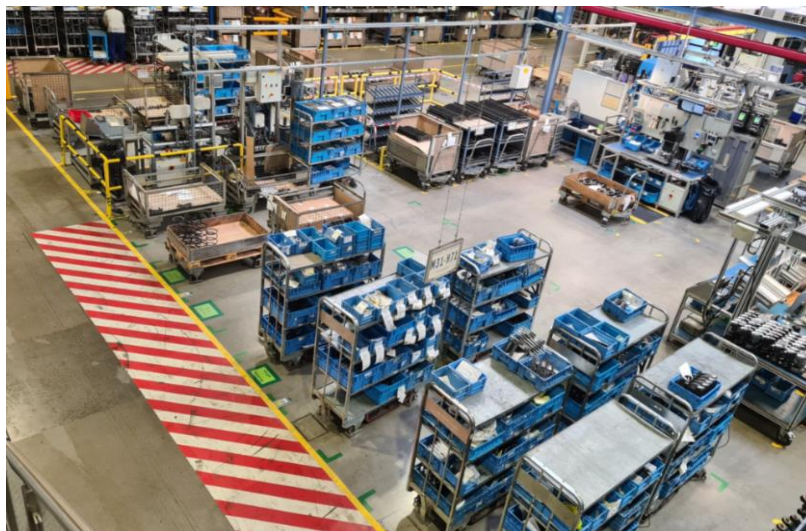
A fejezet hetedik bekezdésében bemutatott mennyiségi elmaradás megértésre készített gyökérokelemzést – melynek oka a tárolódobozok túltöltése volt - ezen a fórumon tudja a termelésvezető a logisztikai vezető felé eskalálni. A gyökérok elemzés bemutatását követően a anyaggazdálkodási területnek 24 óra áll rendelkezésére, hogy kivizsgálja az esetet és meghozza a szükséges javító intézkedéseket. A megbeszélés ötödik területeként a munkavállalókkal kapcsolatos feladatokat beszéljük át, mint például aktuális képzések, hiányzási ráták, túlórák aránya, toborzási eredmények.

Ez a lean-es eszköz a termelésben hatékonyan működik, tisztázottak a szerepek és felelősségek, kialakításra került a megfelelő eskalációs útvonal. A napirendi pontok, résztvevők köre és a megbeszélés időtartama pontosan definiálva van. A problémák gyors megoldásába a vezetők bevonják az alkalmazottakat. Feladattervek készülnek, melyeket egészen gyártási igazgatói szintre visszakövetnek.

4.1.2 Egydarabos áramlás – termelési terület

A termelés és a raktár között érvényben van egy szervízzolgáltatási megállapodás, amely részletezi, hogy a raktárnak a gyártási igényeket milyen időbeliség és mennyiségi korlátok szerint kell teljesíteni.

Az újonnan fellépő anyagigényt a termelési műszakvezető adja fel a raktár felé, melynek során a mennyiségek megadásán túl, kiemelten fontos az úgynevezett tervidő megadása. A tervidő megadja a raktárnak azt a legkésőbbi időpontot amikorra az anyagnak ki kell érnie az összeszerelő sorra. A szervízzolgáltatási szerződésben definiálva van, egy 20 órás reakcióidő, amely lehetőséget biztosít a raktárnak az anyagok komissiózására, így a termelésnek mindig legalább 20 órával előre kell gondolkodnia. Ez nehézséget okoz a termelés számára, hiszen, ha egy rosszul becsült tervidőre, hozza ki az anyagot a raktár, akkor az pufferkészletet vagy anyagihiányt eredményez a termelési területen. Anyagihiány esetén a teljes gyártósor leáll, ami akár többmillió forintos veszteség is lehet óránként a vállalat számára. Így a műszakvezetők magatartása abba az irányba tolódott el, hogy inkább több anyagot tároljanak a termelősorton. Ennek példája látható a 2. képen, ahol a 20 órás reakcióidő ellenére, 32 órányi készlet van előkészítve gyártásra.



2.kép: Jelentős mennyiségű puffer készlet a termelésben (Forrás: saját fotó – 2024.09.30.)

Az alapanyagok 70%-a a fent leírt folyamat szerint kerül ki a termelésbe, ugyanakkor meg kell említeni az úgynevezett polcos anyagokat is, melyek gyorsan fogyó, több termékbe is beépülő – jellemzően kötőelemek, tömítések, perselyek. Ezeknek az anyagoknak a bekérése, vonalkódok segítségével önműködően történik és a bekérés idejétől függetlenül mindig

azonap éjszakai tervidővel generálódik le az igény a raktárba. Ez a módszer lehetőséget biztosít a raktárnak, hogy a tervidőre kikért anyagokból adódó egyenletlen kommissziói terhelést kiegyenlítsék.

A gyakorlatban a tervidők összetorlódhatnak, mert egy központi raktár párhuzamosan szolgál ki 15 gyártóterületet és a termékcsaládok szerinti gyártásra berendezkedett területek nem látják egymás igényeit. Ennek a problémának a feloldására, az a megállapodás született, hogy a tervidőhöz képest maximum 4 órával hamarabb is kihozhatja a termelésbe az alapanyagot a raktári anyagmozgató. Ebből az a probléma adódik, hogy a kocsikról nem tudja hova leszedni a termelés a kihozott anyagokat, így a kocsik mindaddig nem vesznek részt újra az anyagmozgatásban amíg el nem érkezik a tervidő.

Ez az anyagbekérési modell elősegíti a raktári kapacitások optimális felhasználását, de az extra készletek veszteséget jelentenek a termelésben és növeli a munkabalesetek kockázatát. A túlkészletezés és a műszakvezetők anyagbekérési szokásai, lassítják a termelés átfutási idejét és mivel az alanyag nagy mennyiségben van jelen a termelésben gátolja az egydarabos áramlás kialakítását. A gyártósor megtervezése és felépítése során a technológia a lean elveknek megfelelő gyártósort alakított ki, amely a 3. képen látható. Itt a főszori szerelő állások olyan közel kerültek egymáshoz, hogy ne legyen lehetőség köztes pufferek létrehozására, illetve az egyes állások szerelési idői is közel azonosak.



3.kép: Egydarabos áramlás szerint kialakított főszori szerelés (Forrás: saját fotó – 2024.10.10.)

Viszont az előkészítő területen, ahol zsírozások, előprések és részegység szerelések történnek már funkciók szerinti szigetek kerültek kialakításra, ahol a távolság nagyobb, jellemzően 5-6 méter két cella között, ami lehetőséget ad a puffer készletek képzésére (4.kép).



4.kép: Pufferkészlet (pirossal) az előszerelésen (saját fotó: 2024.09.30.)

Minél nagyobb alapanyag vagy félkész termék készlet van a gyártósoron, annál hosszabb lesz az átfutási. Mivel a szigetek különböző ütemben, kiegyenlítetlenül és párhuzamosan termelnek nagyobb egy minőségi hiba lehetősége.

A tervidőre történő kikérések pontos betartása a termelés oldaláról kiemelten fontos lenne, hiszen előírás szerinti használatával megteremtődne a Just In Time rendszerű termelés ki-
szolgálás.

4.1.3 Veszteségvadászat és Kaizen kultúra – termelési terület

A 3.3-as fejezetben bemutatott Knorr Production System (KPS) középpontjában a folyamatos fejlesztés áll, amely két erőforrásra támaszkodik:



14.ábra: A KPS ház középpontja: munkatársak fejlesztése és a veszteségek csökkentése
(Forrás: Knorr-Bremse belső dokumentum)

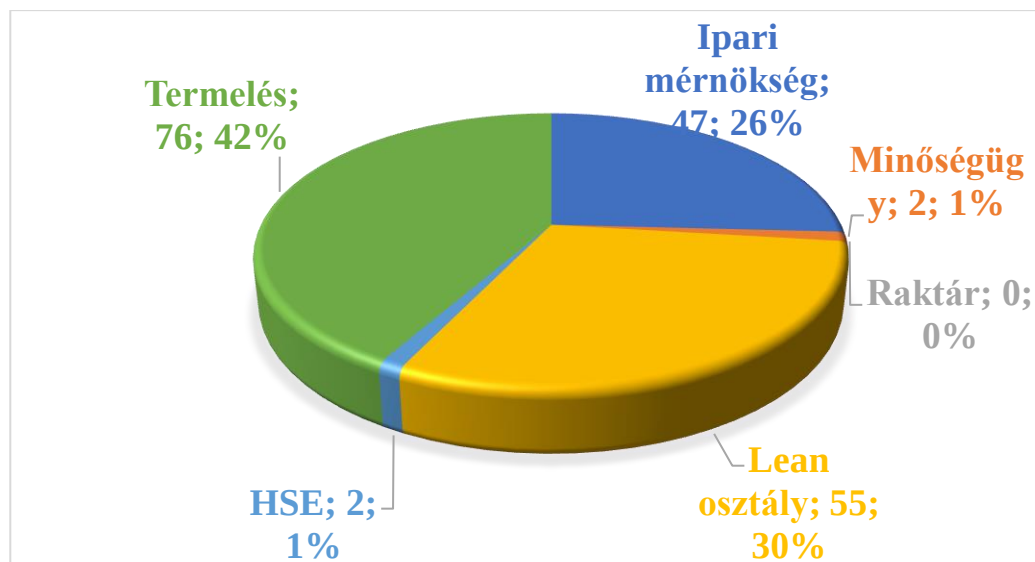
A veszteségek csökkentése és a munkatársak fejlesztése a szervezet minden szintjén célként van definiálva. A proaktív gondolkodás támogatja a potenciális problémák

megelőzését és olyan szervezetet nevel, amely képes tanulni a felmerülő nehézségekből. A problémák megelőzésével elérhető, hogy csökkenjen a felhasznált alapanyagok mennyisége és növekedjen az emberi és gépi kapacitás termelékenységé, amely alacsonyabb költségeket, rövidebb ciklusidőket és javuló szállítási pontosságot eredményez.

A 4.1.1 fejezetben már bemutattam, hogy reaktív módon a probléma fellépése után, hogyan menedzseli a szervezet a problémákat és indít célzott Kaizen Eseményt. A következő részben az alulról érkező ötletek és javaslatok folyamatát szeretném bemutatni. A siker egyik kulcsa a munkavállalók bevonása, mivel a lean szemlélet szervezetre gyakorolt pozitív hatása, egyenesen arányos az abban aktívan résztvevő munkatársak számával. (Salwin et al., 2021)

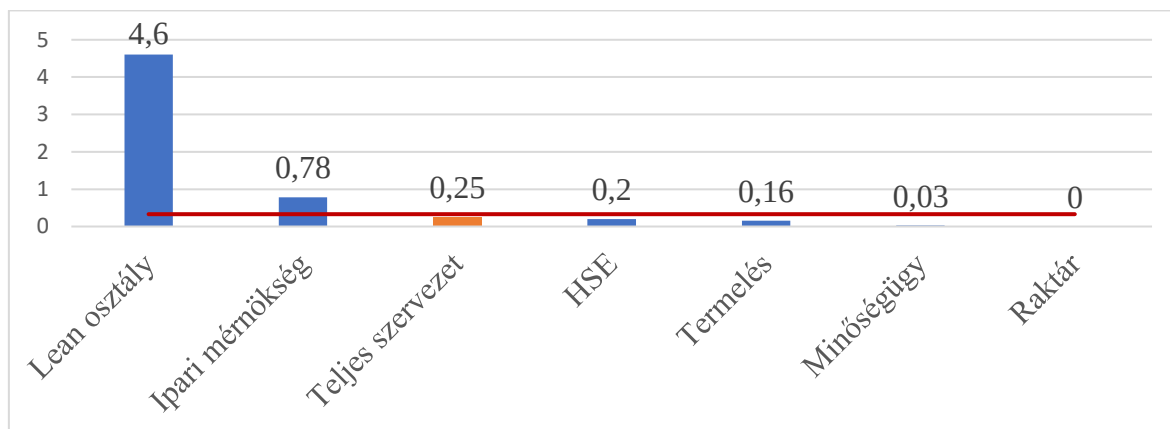
Azok a munkatársak, akik részt vesznek a problémamegoldásban és folyamat fejlesztésben, jobba teszik a vállalatot valamekkora mértékben. Legyen szó egy gyökérok elemzéshez adott tapasztalati észrevételről, vagy egy olyan ötletéről, ami egy szerelési lépést hibabiztossá tesz. A számítógép előtt ülő mérnök elméletben pontosan ismeri a szerelési folyamatot, de sok esetben olyan apró változtatások fognak elvezetni a tökéletes megoldáshoz, amit csak gyakorlati úton, több száz vagy ezer ismételts során az összeszerelő munkatárs fog felfedezni. Ebből kifolyólag az alapvető cél az, hogy a Knorr-Bremse minden munkavállalója számára lehetőséget biztosítson a szervezet fejlesztéséhez. A teljes vállalatot érintően akkor tartható fent hatékonyan az elkötelezettség, ha a felsővezetéstől kezdődően az összeszerelők szintjéig mindenki megérti a fejlesztés fontosságát, nyitott a részvételre és hisz a változtatásokban.

A Knorr-Bremse 2012 óta működtet veszteségcsökkentési javaslati programot, melynek célja a dolgozók bevonása a folyamatok jobbításába. Annak érdekében, hogy minden munkavállalóhoz eljusson a tudatos fejlesztés módszertana, az öt alapelve, a 8 veszteségtípust és a gyökérokelemzés folyamatát az alapoktatások keretén belül, minden új belépőnek tanítják, az ipari mérnökségen belül dolgozó lean mérnökök. Hogy a tudás ne avuljon el két évente mindenkinek kötelező ismétlő oktatáson részt venni. A fejlesztésekben való részvétel bátorítása céljából a vállalat jutalmazási rendszert vezetett be 2017-ben. A rendszer működtetéséért a mérnökség felel és a 2023-as adatok alapján, a megvalósított ötletek 56%-át végezték, a fejlesztésekben élen járnak a lean mérnökök így az ő eredményük külön is fel van tüntetve a 15. ábrán.



15.ábra: 2023-ban bevezetett ötletek száma és területi eloszlása (Forrás: Knorr-Bremse belső kimutatás)

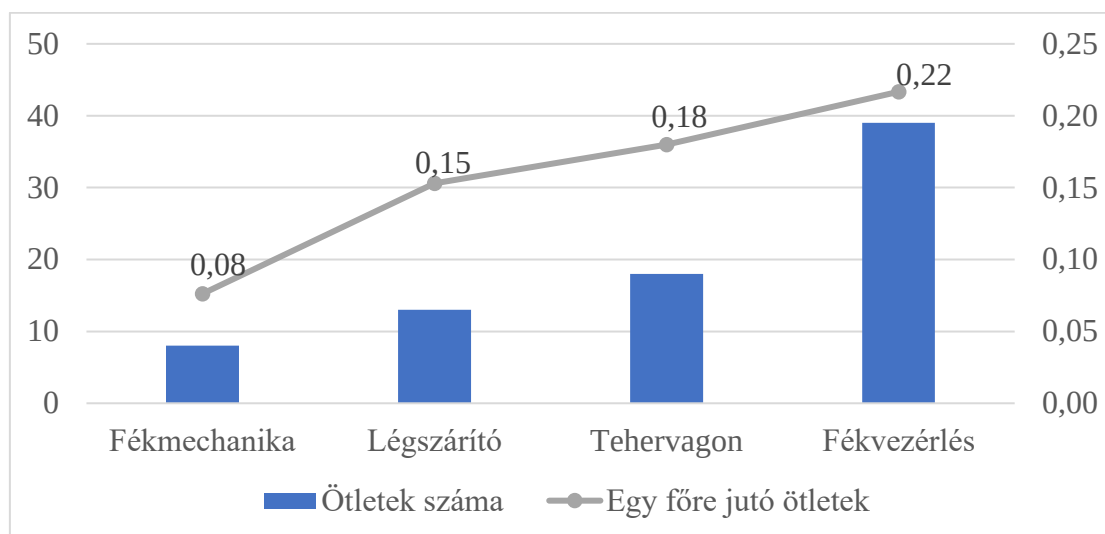
A bevezetett 182 veszteségcsökkentő javaslatból a második legtöbbet a termelés érte el, de a számokból az is látszik, hogy a többi osztályon nem honosodott meg a standard probléma megoldás módszertana. A valós részvételt jobban mutatja, ha a bevezetett fejlesztéseket arányosítjuk az adott osztály összes munkavállalójának létszámához:



16.ábra: Egy főre jutó fejlesztések száma osztályonként (Forrás: Knorr-Bremse belső kimutatás)

A vállalati cél, hogy legalább minden harmadik munkavállaló vegyen részt legalább egy fejlesztésben. Ezt a 2023-as évben csak a mérnökség tudta elérni, a teljes szervezetben minden negyedik munkavállalóra jut egy bevezetett ötlet. Ez a szám még nagyon messze van, az autógyártás legjobbjaitól, mint például a Toyota, ahol átlagosan 9 fejlesztés jut egy munkavállalóra évente. (Yorke-Bodek, 2009)

A termelés négy nagy területre van felosztva: fékmechanika, légszárító, fékvezérlés és tehervagon fékegység gyártás. A bevezetett 76 fejlesztés eloszlása azt mutatja, hogy a fékvezérlés gyártás élen jár a veszteségvadászatban:



17.ábra: Ötletek területi eloszlása a termelésben (Forrás: Knorr-Bremse belső kimutatás)

A folyamatokat vizsgálva a fékvezérlés jobb eredménye mögött két területspecifikus tény áll:

- a területvezető korábban lean mérnök pozícióban dolgozott és folyamatosan tanítja a lean eszközöket a területen dolgozóknak.
- heti rendszerességgel tartanak veszteségvadászat megbeszéléseket melynek első 30 percében a vezetők az összeszerelő operátorokkal közösen vizsgálják egy terület folyamatait és az abban rejlő veszteségeket a 2.2.3 körben bemutatott Ohno-kör módszertannal, majd a második 30 percben a veszteségeket elemezve definiálnak legalább egy fejlesztési pontot.

A veszteségvadászat gyakorlata nagy fokú fegyelmezettséget vár el a szervezettől, ha a vezetői elkötelezettség és példamutatás nincs meg, akkor előbb- vagy utóbb kialakul a munkatársakban egy a rutinból adódó vakság és nem fogják felismerni a mindennapi munkavégzésben rejlő fejlesztési potenciálokat. Az eszköz a Knorr-Bremse-n belül azokon a területeken működik jól, ahol a vezető fentről-lefelé, mint egy alap elvárást támasztva megköveteli a munkatársaktól, hogy rendszeres és tudatosan foglalkozzanak a folyamatok jobbításával.

4.2 Lean eszközök az anyaggazdálkodási területen

Ebben a fejezetben az előző részben bemutatott három eszköz jelenlétét szeretném vizsgálni a raktár területen, abból kiindulva, hogy a központi KPS szabályozás a teljes gyárra ki van terjesztve.

4.2.1 Shop Floor Menedzsment – raktári terület

A termeléshez hasonlóan a raktárban is működik a Shop Floor Menedzsment. Műszakváltáskor a területi vezető, mind az árubeérkezés, mind az anyaggazdálkodási területen összehívja csapatát, ahol átbeszéljük az aktuális feladatokat, sorra vesszük a termelés által sürgetett tételeket.

Az alkalmazott módszertan némiképp eltér a termelésétől, az SQDCP metodika itt is jelen van, de a munkabalesetek és káresetek témakör csak akkor van napirenden, ha történt valamilyen esemény a saját területen.

A hangsúly az adott műszak feladatainak kiosztásán és prioritizálásán van. A műszakvezető irányítja a megbeszélést, melynek első felében átnézik az előző napi KPI-okat.

Minőségi mutatóként, a komissiózási hibák arányát nézik. Műszakonként 8.000-10.000 közötti tranzakciót (pickszám) hajtanak végre, melyből átlagosan 170-250 tranzakció a hibás. A szedési adatokból visszaellenőrizhető, hogy melyik komissiózó hibázott, ha kiugróan magas a hibaszám valakinél, akkor a megbeszélést követően a műszakvezető négy szemközt, fejlesztő visszajelzést ad a munkatársnak és a hiba súlyosságától függően a havi teljesítmény bónusza is csökken az egyénnek.

Szállítási mutatóként a raktárban a termelési rendelések időben történő kiszállítását (OTD – On Time Delivery) követik nyomon. Két féle mutatót vizsgálnak. Az egyik az úgynevezett soft OTD a másik a hard OTD. A két mutató közötti különbség, hogy a soft OTD pontos kiszállításnak tekint minden olyan alapanyag kiszállítást, ami a kért tervidő előtt került ki a termelési lokációba, míg a hard OTD csak azokat a rendeléseket tekinti pontosnak, ami legfeljebb egy órával korábban, de nem később, mint a tervidő érkezett ki a termelésbe. Cél, a 92%-os hard OTD, ha az eredmény ennél alacsonyabb, akkor a napi shop floor menedzsment keretén belül a gyengébben teljesítő területre plusz erőforrásokat csoportosítanak át olyan területről, ahol az igény kisebb vagy jelentősebb magasabb a soft OTD, mint a cél. Ha valamelyik területen tartósan alacsony a teljesítés, a műszakvezető saját hatáskörében dönt a túlóra elrendeléséről.

Költségkategóriában a kiszállítás közben sérült alkatrészek értéket vizsgálják a 4.1.1. fejezetben bemutatott tároló túltöltési hiba is ebbe a kategóriába tartozik.

A megbeszélés második felében a logisztikai vezetőtől írásban kapott feladatokat beszélik át, a terület dolgozói ekkor kapnak információt a termelésben előző nap indított gyökérok elemzésről, melynek kivizsgálását a megbeszélésen folytatják:

- Miért volt 12 alkatrész a dobozban?
- Mert nem volt elég üres KLT a raktárban, így a komissiózó a kért 24 alkatrészt – bár tudta, hogy szabályzat szerint 3 ládába kellene kiszedni – 2 ládába szedte.

A műszakvezető erre az eltérésre, több akciót is definiál a csapatával:

- Ellenőrzik melyik területen torlódott fel több üres láda és átcsoportosítanak
- Ha nincs elég üres láda (sérülés, kopás miatt selejtezhettek is ládát) akkor a logisztikai vezető felé új láda rendelés kérést ad le a műszakvezető
- Újra oktatják a szedési folyamatot a műszak minden komissiózójának

A hozott intézkedésekről, emailben tájékoztatja a műszakvezető a felettesét, aki az aznapi L3-as megbeszélésen megosztja a hozott akciókat a gyártásvezetéssel és ha a termelés elfogadja az akciókat, akkor a problémamegoldás lezárul.

L2-es keresztfunkcionális megbeszélés nincs a raktárban, ennek hiányában a műszakvezetőknek nincs olyan fórum, ahol szóban eszkalálhatnák a felmerülő problémákat, így az emailben történő információmegosztás jelentősen magasabb ezen az osztályon a termeléshez viszonyítva.

Az L3-as megbeszélésre a raktárért felelős vezető a kapott emailből készül fel, ha ez az információ nem elég, akkor telefonon vagy személyesen egyeztet a raktári műszakvezetőkkel.

4.2.1 Egydarabos áramlás – raktári terület

A Egydarabos áramlás a raktár centrális felépítéséből adódóan és az anyagmozgatás módja miatt, nincs jelen a raktárban. A raktár az anyagkiszedést kis méretű tárolóedényekben (KLT-kben) tárolt egységrakományokkal végzi, melyeket polcos kocsikon szállít ki a termelés különböző területeire. A KLT-s kiszállításoknak két lehetséges módja van, „polcos anyagok”, és „kanban-os kiszállítások”. Mind a két kiszállítási mód korlátozott mennyiségű alapanyagok kijuttatása a termelésbe, vontatók és szállító kocsik segítségével, ami a 5. képen látható.

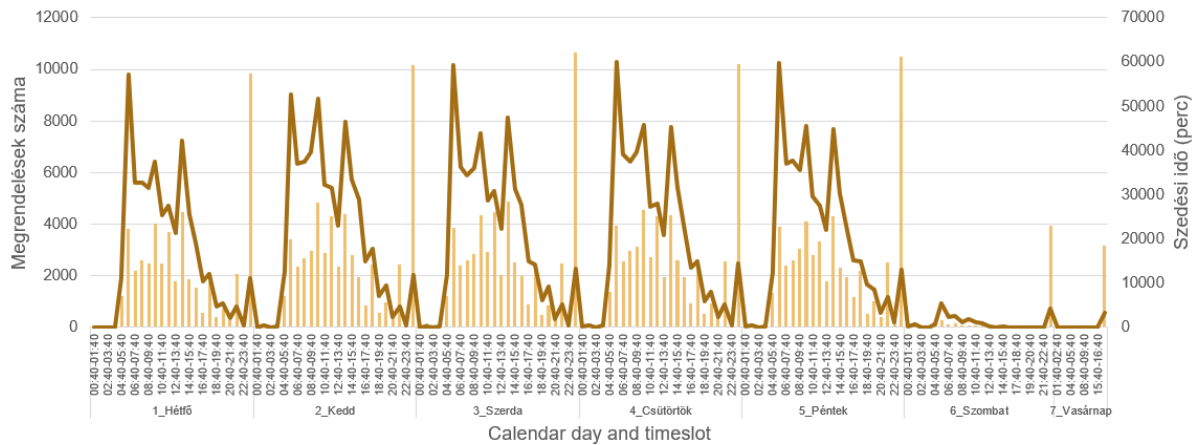


5.kép: Szállító kocsik KLT-s egységrakományokkal (Forrás: Knorr-Bremse belső anyaga)

A két megoldás közötti érdemi különbség, a mennyiségek szabályozásában rejlik. Mindkét esetben a termelés indítja az igényt az SAP vállalatirányítási rendszerből, de a polcos anyagoknál nincs mennyiségi korlát, a bekérő személyén múlik, hogy mennyi anyagot hozat be a raktárakból.

A Kanban-os tételeknél, mindig csak a KLT-n lévő kanban kártya szerinti mennyiséget tud bekérni a termelési műszakvezető. Mivel a ládák száma és ezáltal a kanban kártyák száma is szigorúan szabályozott így ez a készlet minimum-maximum elv szerint szabályozva van.

A termelési egydarabos áramlás résznél, a 4.2.1. fejezetben bemutatott, bekérések összehozásának, a túlterhelésen felül egy másik problémát is eredményez a raktárban. Vannak olyan időszakok amikor nincs szedésre váró rendelés, ezt a raktárban üresjáratoknak nevezik. Előfordulnak olyan hosszabb, akár 5-6 órás periódus, amikor nincs tervidőre bekérés a termelésből, így a vontatók és polcos kocsik állnak, ami hatékonyság romláshoz és a meglévő eszközök ki nem használatához vezet. A 18.ábrán a 2024-es év 13 hetének tervidőeloszlásai látszanak, melyek azt mutatják, hogy a termelés az anyagok jelentős részét a reggeli műszak indulására kéri, majd fokozatosan csökken a bekérések száma a nap további részében. A diagrammon jól látszik a polcos anyagok bekérése, melyek tervidőét, mindig éjjélre generálja a rendszer.



18. ábra: Termelési tervidők heti eloszlása (Forrás: Knorr-Bremse belső kimutatás)

Annak érdekében, hogy jó legyen az anyagmozgatók hatékonysága a raktár és a termelés között létrehoztak egy pufferzónát, amely a 6.képen látható, ahova az üresjáratok alatt előre kikommissiózott, későbbi tervidőre szóló megrendeléseket tárolják.

Ez abból a szempontból előnyös, hogy a termelés nem fog megállni, mert van egy hosszabb előre tartás, de a hibák lassabban észlelhetőek, jelentős területre – a képen kb. 350 négyzetméter – van szükség, ami növeli a raktározási költségeket és a kocsik mozgatása is plusz erőforrást igényel.



6.kép: Raktári puffer zóna – előre kikommissiózott anyagok (Forrás: saját fotó
2024.04.30.)

A raktári szervezet saját hatékonyságának javítására optimalizál, ami javuló mutatószámot, de csökkenő rugalmasságot eredményez, hiszen az előre kikommissiózott tételeknek már be kell kerülni a gyártásba, így, ha bármilyen változás áll be a termelési tervbe, azt lassabb átfutást fog eredményezni. Ennek egy extrém példáját figyeltem meg 2021 októberében - amikor a témát kiválasztottam – az anyagok konszolidációja már 10.16-án megtörtént, de a tervidő 10.22-i volt, hatnapos előre tartásban volt a raktári kommissiózás a termelés üteméhez képest.

4.2.2 Veszteségvadászat és Kaizen kultúra – raktári terület

A 15.ábrán bemutatott 2023-as fejlesztések területi lebontásánál feltűnő volt, hogy a raktárban egyetlen egy fejlesztést sem vezettek be egész évben. Hogy megértssem ennek az okát interjút készítettem Rozgonyi Norbert raktárvezetővel 2024 februárjában.

A beszélgetés során a raktárvezető rávilágított arra a tényre, hogy a termeléstől eltérően, nincs dedikált mérnöki támogatás a raktárban a lean kultúra és annak eleminek terjesztésére. Ebből adódóan csak azoknál a műszakvezetőknél van haladás, akik vagy korábbi munkahelyeiken találkoztak a leannel és tudatosan használják azt a tudást, vagy autodidakta módon végeznek fejlesztéseket és gyökérok elemzéseket, de azokat nem kapcsolják össze a leannel. A beszélgetésből kiderült, hogy van havi rendszerességgel egyeztetés a lean mérnökök és közte, ahol átbeszélik a raktári fejlesztési lehetőségeket, de a megvalósításra sem a mérnököknek, sem a raktári vezetőknek nem marad erőforrása. A korábbi részben tárgyalt lean mérnök által bevezetett 55 fejlesztést közösen átnéztük, melyek között egy olyat találtunk, ami a raktári helykihasználás optimalizálásáról szólt.

A kérdőív kilencedik kérdésére - amely az Ohno-kör használatáról szólt – kapott választ rámutatott, hogy a korábbi években, kampány jelleggel próbálkoztak már a folyamat meghonosításával. Tudtak is azonosítani jelentős számú veszteséget, de azok kiküszöbölése során falakba ütköztek, melyek lelassították a változások bevezetését és az idő előre haladtával csökkent vagy teljesen eltűnt a munkatársakból a jobbítás iránti vágy.

4.3 Összehasonlító elemzés a két terület lean működésében

A vizsgált három lean elem eltérő érettséget és ebből adódóan eltérő eredményeket mutat, ami nem meglepő hiszen maga a Knorr-Bremse-nél használt lean program neve is (Knorr Production System) arra utal, hogy ez valamilyen termelésben használt rendszer.

Ha sorra veszem a bemutatott eszközöket, akkor azt tapasztaltam, hogy a Shop Floor Menedzsment közismert eszköz és rendszeresen használt minkét osztályon belül. Annak első szintje (L1) magas fokú standardizáltságot és működést mutat. Ezen a szinten közös pont az SQDCP logika szerinti kulcsmérőszám felépítés és a vizsgálataim azt mutatták, hogy mindkét területen rutinosan és tudatosan használják az 5-miért gyökérok elemző módszert. További azonosság a két terület között, hogy a megbeszélések időtartama és dinamikája azonos, a megbeszéléseket a területi vezető koordinálja. A felelősségi körök tisztázottak, ugyanakkor az eszkalációs út eltérő, a termelésben az L1 megbeszélés hatáskörén túl mutató témákat a SFM-en belül az L2 szintre van lehetőség továbbítani. Mivel a raktárban nincs L2 szintű megbeszélés kialakítva a vezető, emailben tudja felettesét tájékoztatni és segítséget kérni, ha egy probléma nem orvosolható a napi L1 megbeszélés keretén belül. Feladatterv mindkét területen készül, reagálnak a monitorozott mutatók határértéken kívüli eltéréseire.

Taiichi Ohno a Toyota Production System megalkotásakor négy fő elemet emelt ki a napi irányításba, ezek közül a Knorr-Bremse-nél, a vizualizáció azonos szinten van a termelés és raktár működésében. A kommunikációban mutatkoznak eltérések a termelés strukturált (L1-L2-L3) módszert követ, míg a raktári működésben a kiinduló(L1) és végállapot (L3) azonos, de a köztes út kevésbé formalizált. Az előírt szabványokat mindkét terület alkalmazza, így a standardizáltság foka mindkét területen magas. A problémamegoldás és arra való ellenintézkedés bevezetése, mindkét területen része a napi munkának. Ezek alapján kijelenthető, hogy ez az eszköz, napi használatban van mindkét területen és segítségével a vezetők folyamatos képet kapnak az operatív működésről.

Az egydarabos áramlás kialakítását - Smalley szerint – a gyakorlatban hat tényező akadályozza: a berendezések elrendezése, a gyártásközi készletek, minőségi problémák, a változó kereslet miatti egyenetlen terhelés, a nem megfelelően képzett munkavállaló és a karbantartási problémák. (Smalley, 2019)

Ezek mentén összehasonlítva az egydarabos áramlást a termelés és a raktár területén, arra a következtetésre jutottam, hogy a hat tényezőtől legalább négy, folyamatosan és jelentős mértékben jelen van a termelésben.

A berendezések elrendezése a vizsgált gyártósoron két részre osztható, a fősoron lean elvek szerint megvalósul az egydarabos áramlás. Viszont a főszerelés bemeneteként szolgál előszerelő területeken már jelentős készlet halmozódik fel, amit a termelési vezetők a raktári vezetőkkel (nem megfelelően képzett munkavállalók) közös együttműködésben duzzasztanak, a főszori állás következményeit megelőzendő. Az egyenetlen terhelés kiegyenlítését, mindkét terület pufferkészletekkel fedi el. Ami növelheti a selejtek keletkezését, hiszen több

anyagot kell egy-egy területen kontrollálni. Növeli az átfutási időt és értékes termelési területet foglal el.

A minőségi problémák és karbantartási problémák száma alacsony, így ezek nem befolyásolják, hogy megvalósul-e az egydarabos áramlás.

A raktár esetében a gyártási mix és párhuzamosan érkező termelési igények miatt nincs lehetőség egydarabos áramlást kialakítani.

A harmadik vizsgált elem mutatja a legnagyobb különbséget a termelés és raktár működése között. A termelés 2023-ban bevezetett 76 ötlete, azt mutatja, hogy minden ötödik munkavállaló aktívan részt vesz a folyamatok javításában, ami nem egy kiemelkedő adat, de ha megnézem, hogy ugyanebben az időszakban a raktár egyetlen formalizált javaslatot sem valósított meg, akkor ez a különbség jelentős. A nagy eltérés egyik oka, hogy a termelést direkt módon támogatja hat mérnök és hat adminisztrátor, míg a raktári szervezetben a vezetőknek önállóan, a napi munka részeként kellene a változások motorjává válni.

Ugyanakkor a kutatásom bebizonyította, hogy ha egy területet, mint például a fékvezérlés gyártás, egy példamutató vezető, fegyelmezetten és következetesen a veszteségvadászatot heti gyakorisággal alkalmazó vezető irányít, akkor ugyanolyan szintű mérnöki támogatás mellett, jobb eredmények érhetőek el.

4.4 Yokoten – mely eszközöket lehetne a két terület között átadni vagy átvenni?

Kiyoshi Furuta a Welcome problems, find success könyvében részletesen kitér arra, hogy milyen versenyelőnnyel jár, ha egy vállalat az általa felfedezett jó gyakorlatot tudatosan terjeszti ki, minden olyan részlegére, ahol az alkalmazható. Önmagában már az a tény, hogy mindenki számára hozzáférhetővé tesszük a vállalati tudást erősíti az együttműködést és kommunikációt, egyének és osztályok között, de felgyorsul a problémamegoldás és ezáltal javul a termelékenység. (Furuta, 2021)

Az előző alfejezetben végzett összehasonlítás alapján, úgy gondolom, hogy a veszteségvadászat és kaizen menedzsment folyamatot mindenképp ki lehet terjeszteni a raktári területre. A folyamat eredményesen működik a gyártásban, táptalaja a folyamatos fejlődésnek, folyamat utasításban definiálva is vannak a lépései. Bevezetéséhez három fontos tényezőt kell figyelembe venni:

1. Addig nem szabad egy eszközt bevezetni, amíg nem értjük annak pontos működését és nem láttuk a gyakorlatban működni. Érteni kell, hogyan fogunk az eszközzel nagyobb

hozzáadott értéket teremteni kevesebb erőforrással. Tehát mielőtt újra nekifutna a raktár a veszteségvadászatnak valamelyik raktári vezetőnek részt kell vennie hosszabb ideig a termelési veszteségvadászat folyamatába, hogy a gyakorlatban tapasztalja meg az eszköz erőforrás igényeit és várható eredményeit.

2. Nem lemásolni kell a termelésben meglévő folyamatot. Minden területnek más a belső vevője, a változtatás előtt értékelni kell mi teremt értéket a vevőnek – raktár esetében a termelés a vevő – és ezen értékek mentén kell vizsgálni a folyamatban lévő veszteségeket.
3. Minden esetben fenntartásokkal - mintha egy kísérlet lenne – kell az új módszertant elindítani. A legjobb szándék ellenére is előfordulhat, hogy egy módszer nem hozza a kívánt eredményt és feleslegesen használják fel az értékes emberi erőforrást.

Ebből a 3 pontból is kitűnik, hogy a vezető szerepe kulcskérdés, aktívan részt kell venniük a tudásmegosztás ilyen formájában és népszerűsítésében. A program elindításakor ki kell használni a rendelkezésre álló kommunikációs csatornákat, mint például email-ek, hírlevelek, vállalati intranet oldal. Ahhoz, hogy a munkatársak megértsék és elsajátítsák az új gyakorlatot belső tréningekre, workshop-ok tartására és gyakorlati bemutatókra is szükség lehet. Az új program akkor fog meghonosodni, ha folyamatosak a visszajelzések a résztvevők felől a vezetők irányába és fordítva is, nagy figyelmet kell fordítani a kezdeti sikerek elismerésére és megünneplésére.

A folyamat beindítása a raktári területen nem igényel drága eszközvásárlást vagy egyéb beruházást, így veszíteni való igazából a képzésbe és gyakorlásba befektetett idő.

A raktárvezetővel készített interjú rávilágított arra, hogy a veszteségvadászatot már a múltban megpróbálták elindítani, de a nem megfelelően képzett vezetők és lean szakértők támogatásának hiánya miatt kevesebb mint 6 hónapra alatt teljesen elhalt a kezdeményezés. Ez a tény az újra indítás során a fellépő munkatársi ellenállást erősíteni fogja. Ezért is kulcs lépés, hogy a folyamatot működés közben tapasztalják meg a raktári dolgozók. Vagy a termelésből kell időszakosan vagy véglegesen átirányítani egy műszakvezetőt a raktárba, vagy a raktárból kell, időszakosan átirányítani a termelésbe egy vezetőt, aki a program elsajátítását követően, visszatérve a raktárba képes lesz meghonosítani a tevékenységet.

5. Lean eszközök raktári és vállalati mutatókra gyakorolt hatása

Ebben a fejezetben azt szeretném megnézni, hogy a raktári és termelési mutatók, hogyan kapcsolódnak a vállalati mutatókhoz és ha az előző fejezetben horizontális kiterjesztésre javasolt veszteségvadászatot bevezetnénk a raktárba, akkor az melyik mutatóra lenne pozitív vagy esetleg negatív hatással. A budapesti gyár 5 kulcsmérőszámot használ a gyártás megfelelő működésének monitorozásához.

A vállalati mutatók illeszkednek a fentebb már ismertetett SQDCP logikához. A munkabiztonsági mutatónál (S) a munkabalesetek miatt kiesett munkanapok számát arányosítják az összes ledolgozott munkaidőhöz (Lost Working Day Rate – LWDR):

$$LWDR = \frac{\text{Munkabaleset miatt kiesett munkanapok}}{\text{Ledolgozott munkaórák}} \times 200.000$$

A ledolgozott munkaórák tartalmazzák az összes műszakot, a túlórákat és minden egyéb azonosított ledolgozott órát. A 200.000-es faktor egy nemzetközileg elfogadott összehasonlító számítási tényező – 100 munkavállalót jelent heti 40 óra foglalkoztatással évi 50 héten keresztül.

A minőségi mutató (Q) a szállítási minőség (Delivery Quality – DQ), ami a külső vevőkkel kapcsolatos minőségi teljesítményt méri, 1.000.000 darab kiszállított alkatrészre felvetítve, mennyi a hibás termékek száma, ahol a budapesti gyár felelőssége indokolt:

$$DQ = \frac{\sum \text{hibás mennyiség}}{\sum \text{kiszállított mennyiség}} \times 10^6$$

Összehasonlítható mutató a minőségi teljesítményhez, segít azonosítani a minőséget leginkább befolyásoló termékeket és termelési területeket a megfelelő ellenintézkedések végrehajtása érdekében és hozzájárul a folyamatos fejlődéshez. A jelentési értéket ppm-ben (parts per million) fejezik ki.

A Knorr-Bremse a kiszállítási teljesítményt (D) a vevői igény szerinti lemaradás (CRDT Backlog = Customer Requested Date Backlog) mértékével méri, belső kereskedelmi áron euróban kifejezve. A mutató megmutatja, hogy a vevői kért szállítási dátumokhoz képest mekkora rendelési érték kerül időben később leszállításra.

A költséghatékony működést (C) a teljes termelékenység javulás (TPI = Total Productivity Improvement) kulcsmérőszámmal méri, amely megmutatja a gyár hatékonyság növekedését, annak munkaerejének előző évhez viszonyított kihasználtság változása és a standard szerelési idők optimalizálása alapján:

$$TPI = -(LPI) + \Delta DLP$$

Ahol az LPI (Labor Productivity Index) a gyártási idők múlt évhez viszonyított értékeinek növekedése vagy csökkenése a technológiai fejlesztések által. Míg a delta DLP az aktuális évi munkaerő hatékonyság az előző év eredményéhez képest.

Az ötödik kulcsmutató, ami a munkavállalókra vonatkozik (P) a munkaerő fluktuációs ráta melynek értékét a vállalatot önszántukból elhagyó munkavállalók számának a cég összes munkavállalóinak átlagos létszámához arányosítva fejezik ki:

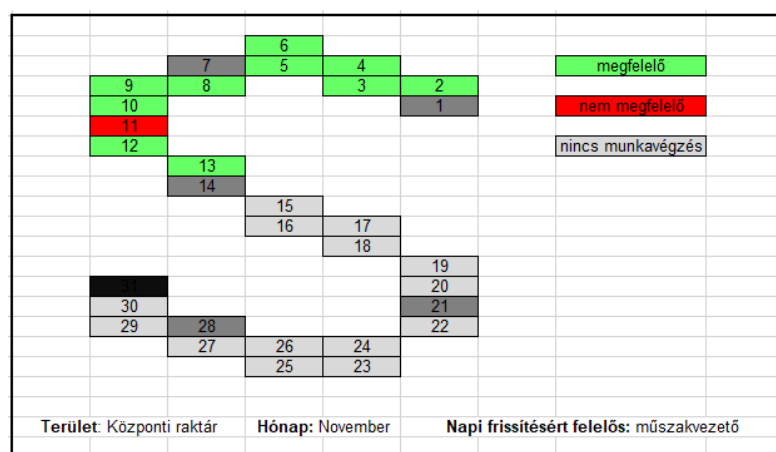
$$\text{Fluktuációs ráta (\%)} = \frac{\text{vállalattól távozó munkavállalók száma}}{\text{munkatársak átlagos száma}} \times 100$$

A következő fejezetben ennek az öt mutatónak a meglétét és területspecifikus lebontását fogom megvizsgálni illetve igyekszem bizonyítani, hogy a lean eszközök alkalmazása mind a raktári mind a vállalati mutatók javulását eredményezi.

5.1 Területi mérőszámok – raktár

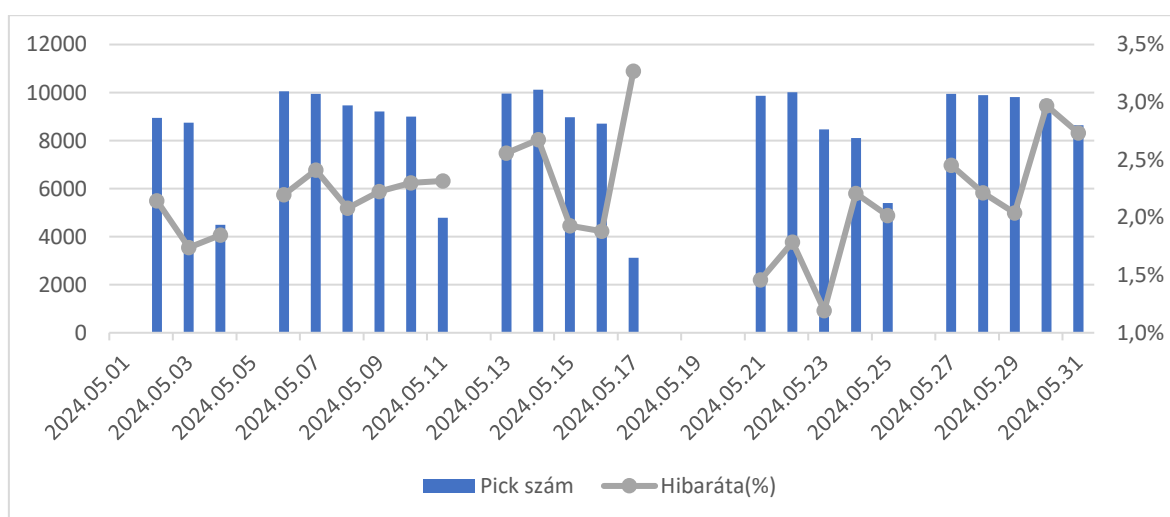
A raktár a nap L1-es megbeszéléseken nézi át az előző 24 óra eredményeit, műszakos és napi bontásban. A 4.2.1. fejezetben már érintőlegesen írtam a követett kulcsmérőszámokról, de részleteiben a következő bekezdésekben szeretném kifejteni és vizsgálni a kapcsolatot az előző fejezetben leírt vállalati mérőszámokkal.

Ahogy korábban írtam a raktári szervezet csak akkor foglalkozik a munkabiztonsággal (S) kapcsolatos mérőszámmal, ha baleseti esemény vagy káreset történik. Minden egyes ilyen eset kivizsgálásra kerül és a megbeszélésen nyomon követésre használt feladattervbe rögzítenek is ellenintézkedéseket, hogy megakadályozzák az eset megismétlődését. Ugyanakkor az esetszámot nem arányosítják a ledolgozott munkaórákhoz, így pusztán abból a tényből, hogy hány eset fordult elő a raktárban nem lehet következtetni arra, hogy milyen hatása lesz a vállalati mutatóra, ha havi szinten csak egy vagy tíz eset fordul elő. A 19. ábrán látható módon vizualizált mutató segít egyértelmű döntést hozni az adott nap teljesítményéről, de nem eldönthető, hogy a vállalati eredményt ez a teljesítmény javítja vagy esetleg rontja.



19.ábra: Vizualizált munkabiztonsági mutató – raktár (Forrás: Knorr-Bremse belső dokumentum)

A raktárban használt minőségi mutató (Q) a kommissiózási hibák arányát mutatja a 20. ábrán látható módon, a napi összes kiszedéshez viszonyítva.

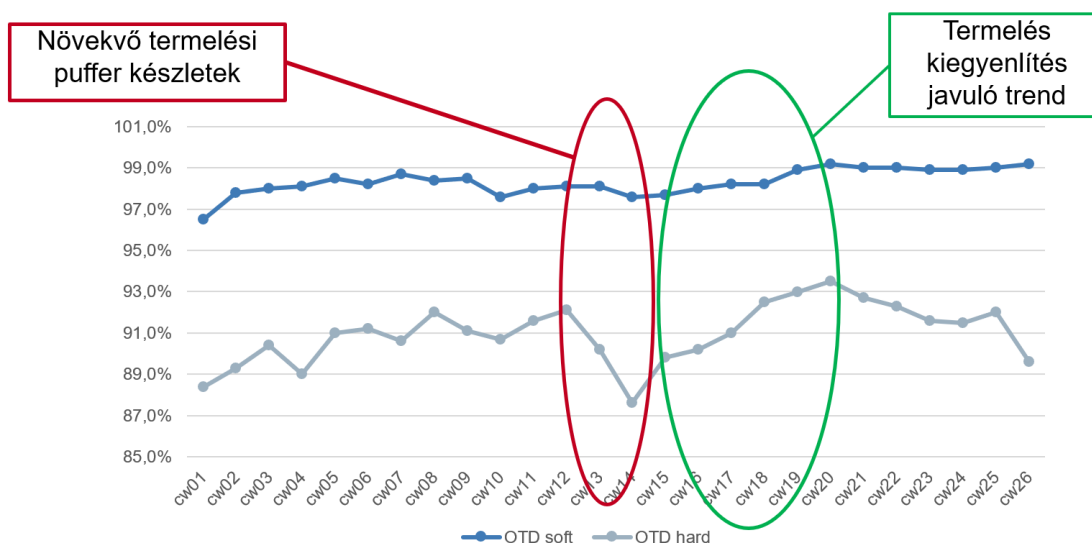


20. ábra: anyagkiszadási hibaráta (PFR) - 2024 május (Forrás: Knorr-Bremse belső dokumentum)

A mutató direkt hatással van a termelési hatékonyságra indirekt módon támogatja a vállalati minőségi mutatót, a szállítási minőséget. Ha a raktár megfelelő típusú, minőségű és mennyiségű anyagot juttat ki a termelésbe, akkor az anyagihiányokra visszavezethető állások száma nullára redukálódik. Csökken a valószínűsége a hibás alkatrész beépítésnek a termelésbe, aminek az eredménye vevői reklamáció lehetne, így indirekt módon a raktári minőségi mutató hatással van a vállalati minőségi mutatóra.

A tervidőre történő szállítási pontosság (On Time Delivery - OTD) az operatív raktári működés lefontosabb mutatója. Direkt módon hat a gyártási termelékenységre, hiszen

alapanyag nélkül nem lehet remelni és indirekt módon hatással van a vevői igény szerinti lemaradás ledolgozására. Ahogy azt a 4.2.1 fejezetben már leírtam a mutatónak két típusát különböztetik meg, a soft OTD pontos kiszállításnak tekint minden olyan alapanyag kiszállítást, ami a kért tervidő előtt került ki a termelésbe, míg a hard OTD csak azokat a rendeléseket tekinti pontosnak, ami legfeljebb egy órával korábban, de nem később, mint a tervidő ért ki a termelésbe. Amennyiben a soft és hard OTD-k között növekszik a különbség, az arra utal, hogy a termelési puffer készlet növekszik, míg a két érték közötti csökkenő trend a termelésütemezés és kiegyenlítés javulására utal.



21. ábra: raktári időbeni szállítási mutatók (OTD) változása (Forrás: Knorr-Bremse adatok alapján saját szerkesztés)

A folyamatosan javuló hard OTD, ami a 21. ábra 15. és 20. hét közötti időszakában figyelhető meg a termelési pufferkészletek csökkenésére utal, hiszen az anyagok a bekérésekhez képest pontosabban érkeztek meg. Ez automatikusan csökkenti a termelésben az anyagok keresésével járó felesleges mozgási, mozgatási és készletezési veszteségeket. Ez ugyan még nem egydarabos áramlás, de annak egyik nélkülözhetetlen előfeltétele, ahogy azt a 2.2.2. alfejezetben már megfogalmaztam.

Költség (C) típusú mutatóként a raktárban és az anyagmozgatásban keletkező selejt értékeket követik nyomon a napi előállított termelési értékhez viszonyítva. A mutató javításának érdekében reaktív módon a raktárvezetés rendszeresen indít gyökérok elemzéseket és vezet be javító intézkedéseket, ami szisztematikus használatával hosszú távon javítja a cég versenyképességét.

A módszertan szinte megegyezik a veszteségvadászat folyamatával, a különbség csupán a bemeneti adat, míg veszteségvadászat során proaktív hozzáállással megelőző jelleggel keresik a fejlesztési lehetőséget, addig a társterületekről érkező hibákra hozott akció már hibajavítás, ami csökkenti a vevői elégedettséget. Ha sikerülne bevezetni a veszteségvadászat folyamatát a raktárba, akkor az direkt módon csökkentené a keletkező selejt értéket és indirekt módon javítaná a termelési hatékonyságot.

5.2 Területi mérőszámok – termelés

A termelés négy különböző mérőszám napi monitorozásával ellenőrzi a folyamatokat és a fejlődés irányát. Ezek a mutatók a Knorr Termelési Rendszer (KPS) által definiált standardok szerintiek és négy esetben direkt kapcsolat fedezhető fel a vállalati mutatók és ezek a mérőszámok között.

A munkabiztonság (S – Safety) megfelelőségét a munkabalesetek miatt kiesett munkanapok számának monitorozásával ellenőrzik, de a raktárhoz hasonlóan itt sem arányosítják a ledolgozott órákhoz. Pozitívum, hogy a két operatív területen azonos módon követi a baleseteket és káreseteket, de az eredményből nem eldönthető, hogy az esetek száma milyen hatással van a vállalati munkabiztonsági célra. Így kijelenthető, hogy a raktárhoz hasonlóan a termelésben követett mutató és vállalati mutató között nincs kapcsolat.

A termelésben használt minőségi mutató az Elsőre hibás termékek aránya (First Time Failure rate – FTF), melyről részletesen írtam a termelési shop floor menedzsment bemutatásakor a 4.1.1. fejezetben. A Knorr-Bremse minőségirányítási rendszerének feltételeinek megfelelően minden gyártott terméket 100%-ban letesztel funkcionális módon, így a teszteken hibátlan eredménnyel teljesítő termékek vélhetően megfelelően fognak működni a végfelhasználóknál is. A mutató direkt kapcsolatban van a vállalati mutatóval, hiszen a szállítási minőségénél csak azokat a reklamációkat veszik figyelembe melynek gyökéroka ként felmerül a gyártás felelőssége. Ugyanakkor ez a mutató – FTF – inkább minősíti a termelési folyamat stabilitását és megbízhatóságát, hiszen egy termék a gyártáson belüli javítást követően hibátlanul működhet a végfelhasználónál, de a termelési hibarátát rontani fogja.

A gyári vevői igény szerinti lemaradás helyett a termelés a szállítási pontosság (D) mérése a gyár szállítási megbízhatóság mutatót (Plant Delivery Reliability – PDR) alkalmazza. Amely megmutatja, hogy az alapanyagok várható rendelkezésre állásához képest a termelés időben gyártotta-e le a terméket.

$$PDR = \frac{\text{időben kiszállított termékek}}{\text{összes vevői igény}} \times 100$$

A vállalati szinten monitorozott vevői igény szerinti lemaradás értéke ebből a mutatóból származtatott érték, de ez a mutató már meg van tisztítva a beszerzés teljesítményétől és a beszállítók szállítási képességétől.

A termelésben a költségmutató (C) maga a termelési hatékonyság (DLP): A termelési volumen a Knorr-Bremse megtermelt órákban méri (Earned Hours - EH) melynek alapja az SAP rendszerben karbantartott, egy termék összeszerelésére szánt idő (routing time). Ezen idők pontos meghatározása az ipari mérnökség feladata és standard módszertan szerint történik. A gyártástervezés az adott havi igényt darabszámokban adja meg a termelés számára, melyet a termelés az egyes termékek előállítási időével felszoroz, így előáll a havi gyártási igény. Ezt az igényt felszorozva a termelési hatékonysággal kiszámítható, hogy mekkora kapacitásra van szükség az adott havi cél eléréséhez.

$$DLP = \frac{\text{termékelőállítás elméleti ideje}}{\text{termelésben ledolgozott munkaórák}} \times 100$$

Egyszerű példával számolva, ha egy termék előállítási ideje 10 munkaóra és havonta 1000 db-ot kell belőle gyártani, akkor a havi igény (termékelőállítás elméleti ideje) 10.000 óra. Ha a gyártási hatékonyság 80%, akkor a szükséges kapacitás: 10.000 óra / 80% = 12.500 óra, feltételezve, hogy egy munkavállaló 140 órát (szabadságok, ünnepnapok, betegség miatti hiányzásokkal csökkentett szám) dolgozik egy hónapban, meghatározható, hogy 89,28 fő, felkerekítve 90 munkavállaló szükséges a havi terv teljesítéséhez. Ugyanakkor, ha a termelési hatékonyság 95% lenne a fenti kalkuláció szerint 75-76 fővel is teljesíthető lenne a gyártási terv. A két szám közötti 15 munkavállalónyi különbség reprezentálja a gyártási folyamatokban rejlő veszteséget. Ez a számolási módszer megegyezik a vállalati KPI-al, így itt erős direkt kapcsolat fedezhető fel.

5.3 Lean eszközök lokális és vállalati hatása

A dolgozatban kutatott három lean eszköz közül a Shop Floor Menedzsment egyértelműen hatással van mind a területi mutatókra, mind a vállalati mutatókra. Napi szintű használata a gyors problémaazonosítás és megoldás első számú eszköze. Használatával nem csak az adott terület mutatói javíthatóak, de erősíti a kommunikációt is a társterületek között. Az eszköz

könnyen kiterjeszthető a termelésen kívüli területekre is, mint hogy azt a Knorr-Bremse alkalmazza a raktár üzemeltetésében is. A jól működő rendszer előfeltétele, hogy olyan mérőszámok legyenek követve, amelyek a vállalati kulcsmérőszámokból vannak lebontva, mert maga az SFM csak arra a mutatóra lesz hatással, amit naponta követnek.

A vizsgált vállalatnál történő használatban a területek között van jelentős különbség, a termelés három szintű rendszert tart fenn, ahol az L2 szint a tárosztályokkal való közös gondolkodást és probléma megoldást erősíti. Viszont a raktár nem központi szervezatként van azonosítva, így itt nincs ilyen szintű megbeszélés, holott a raktárban is fellépnek, minőségi, technológiai és tervezési problémák, de ezek megoldása a raktári vezetőkre marad. További nehézség, hogy formális, személyes napi kapcsolat a raktári vezetők és termelési vezetők között csak az L3-as szinten van, ami lassabb reakció időt eredményez.

Az egydarabos áramlás szerinti gyártási elv követve van a gyártósorok megtervezése és kialakításakor. Használata több területen is korlátozza a gyártásközi készletek szintjét, így rövidebb idő alatt készül el az első késztermék, használata a termelés szállítási megbízhatóságát javítja. Ha a vizsgált területet kibővítettem, akkor már egy vegyesebb képet láttam, mert az egymásra épülő folyamatlépések idői nem voltak kiegyenlítve és húzó elv helyett, toló elvű gyártás alakult ki. A termelésben nyomon követett mérőszámok közül ugyan a termelési hatékonyságot (DLP) javította a gyártásközi túltermelés, de az valós profitot nem termelt a vállalatnak, mert a megmunkált részegység továbbra is a gyáron belül várakozott.

A Veszteségvadászlat és Kazien menedzsment a fent bemutatott mérőszámok közül gyakorlatilag mindegyikre hatással van, hiszen az első fejezetben bemutatott veszteség és ért egy folyamatban ábra szerint, nem létezik veszteségmentes folyamat. Ha csökken a veszteségek száma, akkor az javítani fogja termelési hatékonyságot, ami a szállítási képesség javulásához vezet, ami a vevői igény szerinti lemaradás megszűnéséhez vezet. Ha kevesebb a veszteség egy folyamatban az javítja a munkakörnyezetet és ezáltal a munkabiztonságot is. (Liker-Convis, 2011)

6. Következtetések, vállalati működést segítő javaslatok

A dolgozat bevezető részében táblázatos formában mutattam meg, hogy a hagyományos és lean gondolkodásmód között milyen alapvető különbségek vannak, erre építve a következtetésem a kutatás során tapasztalt azonosságok és eltérések alapján szeretném megtenni.

A Knorr-Bremse gyártását vizsgálva az első jelentős eltérést a toló és húzó elv alkalmazásában találtam. A vállalat nem termel raktárra, így nem beszélhetünk klasszikus tömegtermelésről, a termékeket valós vevői igény szerint ütemezi és gyártja, csak annyit termel, amennyire szüksége van a vevőnek. Viszont a korábban leírtak szerinti toló-elvvel találkoztam mindkét vizsgált területen a raktárban és a termelésben is, ami ellehetetleníti az egydarabos áramlás kialakítását. Azt láttam, hogy a raktári kommissiózási folyamatlépés az alapanyagot rátolja a termelésre, aminek a legnagyobb hátránya, hogy túltermelést okozunk, ami a hét veszteség egyike. Ahhoz, hogy ez a folyamatot húzórendszerre alakulhasson változtatni kellene az aktuális jelzőeszközön, amely vezérli az anyagkiszedési folyamatot. A jelenlegi rendszerben a területi műszakvezető a „jelzőeszköz”, aki végtelen erőforrásként tekint a raktárra és nincs figyelemmel arra, hogy az anyagbekérések időben mennyire vannak kiegyenlítve. A kiegyenlítetlen igényeket a Toyota mura-nak nevezi, amelyet a Knorr-Bremse-nél is a nem megfelelő termelési ütem okozza. Ennek végeredménye, hogy a raktár kialakított egy pufferterületet a két operációs terült határára, melynek segítségével igyekszik biztosítani a termelés folyamatosságát. Ez az extra készlet pazarlást eredményez, mert az ide gyűjtött anyagokat, mozgatni, tárolni, ellenőrizni kell, ami felesleges kiadás a vállalat számára.

Az egydarabos áramlás vizsgálata során arra a következtetésre jutottam, hogy sem a termelésben, sem a raktárban nincsenek olyan mérőszámok, amelyek támogatnák az egydarabos áramlás kialakítását és fenntartását. A raktári hard OTD ugyan alkalmas lenne erre, de a jelenlegi folyamat, amely raktári pufferkészletekkel fedi el a kiegyenlítetlen termelést még a mérőszám jelentős javulása mellett is csak a termelésben lévő pufferkészletek mennyiségére lenne hatással.

A probléma megoldására két javaslatot fogalmaztam meg:

- az első, a 18.ábrán bemutatott termelési tervidők heti eloszlása alapján, egy új mutató bevezetése, mint területi cél a termelési műszakvezetők számára. Ezt a napi termelési megbeszélésen (L1) rendszeresen ellenőrizve, elérhető lenne, hogy az anyagokat ne mindig az első műszakra kérjék be, hanem egyenletesen elosztva a három műszak között. Ezzel több problémát is orvosolni lehetne:

- kiegyenlítődne a munkaterhelés a raktárban, ami lehetővé tenné első körben a pufferzóna méretének csökkentését, későbbiekben teljes felszámolását. Jelenleg 350 négyzetméter értékes raktározási vagy termelési területet pazarol el a vállalat.
 - kevesebb lenne a termelésben a feldolgozásra vár alapanyag, ami szabad területeket, ezáltal további értékteremtő tevékeny kialakítását eredményezhetné.
 - a kisebb termelési készlet, javítaná a termelési hatékonyságot, kevesebb időt kellene az anyagok keresésre és mozgatására fordítani.
 - csökkentené a keletkező selejt mennyiségét, minimalizálva lenne a várakozó alapanyagok sérülése.
- a második javaslat, a centralizált raktári működés átalakítása, oly módon, hogy a raktáron belül egy-egy dedikált csapat feleljen egy-egy gyártóterület kiszolgálásáért. Ahogy azt a 4.1.3 termelési veszteségvadászati fejezetben bemutattam a termelés négy nagy területre, úgynevezett értékáramra van felosztva, ha sikerülne a raktári szervezeti felépítést is ennek megfelelően módosítani, akkor a vállalat előre lépne a teljes értékáramban való gondolkodás felé, ami a második lean alapelv. Ennek bevezetése hosszú előkészületet igényel, hiszen a szervezetfejlesztésbe be kell vonni a humán erőforrás osztályt is és rövid távon magasabb költségekkel járhat, mert az új szervezeti működés több vezetőt igényel. Az előkészület része ként érdemes lenne, egy teljes értékáram térképet készíteni az alapanyag beérkezésétől a késztermék kiszállításáig. A dolgozatban nem tértem ki az értékáram térképezésre, de a kutatás során találkoztam a lean mérnökök által termékösszeszerelésre készített VSM-ekkel (VSM = Value Stream Mapping).

Véleményem szerint, mindkét felvázolt javaslatot érdemes bevezetni, az új mérőszám, rövid távon is eredményes lehet és nem igényel nagyobb beruházást, ezzel tudnának a termelési vezetők foglalkozni. Míg a raktári vezetők a szervezet átalakításával, karrier utat tudnának nyitni, tehetséges munkavállalóik számára, amivel a nyolc veszteségtípus közül a ki nem használt humán tőke veszteséget is lehetne csökkenteni. De önmagában a szervezeti működés időszakos felülvizsgálata, hosszú távon a cég fejlődését eredményezi.

A második vizsgált lean eszközzel, a Shop Floor Menedzsmenttel kapcsolatban a következők:

Az eszköz korábban kiterjesztésre került már a raktárban, de nem teljes mértékben azonos módon, mint a termelésben. Az egységesítésre való törekvések eredményeként a megbeszéléseken használt infó táblák és mérőszámok vizualizációja megegyezik, de a Knorr Termelési Rendszer vonatkozó folyamatleírásától eltérően, az SQDCP logika szerinti ötödik

mérőszám mindkét területen hiányzik. Az L1 szintű műszakindító megbeszéléseken, az „emberek” (P) részről nem esik szó. A hagyományos gondolkodásmódban az ember erőforrás, a vezető főnök, míg a lean szerint az ember érték a vezető tanító. Ha elfogadjuk ezt a kijelentést, mint a lean vállalattá válás egyik fontos elemét, akkor a napi működésben is meg kell jeleníteni, az emberi érték napi gondozását. A javaslatom az lenne, hogy mind a raktár mind a termelés vezessen be egy olyan mutatót, amivel mérni tudja az emberek képzettségét és aktuális képzettségét. Ez lehetne a képzés alatt lévő munkatársak aránya az összlétszámhoz viszonyítva vagy egy képzettségi mátrix megjelenítése az infótáblán, ami láttatná, hogy melyik kritikus folyamat elvégzéséhez nem áll rendelkezésre munkatárs. A mutatók napi monitorozása támogatná a vállalat hosszú távú lean filozófiáját, hogy problémamegoldó és folyamatosan fejlődő munkavállalókat képezzen.

További fejlesztési javaslatom az SFM eszközzel kapcsolatban, arra a megfigyelésre építettem, hogy a raktárban a folyamat második lépése (L2) nincs alkalmazva. Ennek a köztes lépésnek a hiánya, amikor a gyártási középvezetők találkoznak, azt eredményezi, hogy a problémamegoldásban a raktár egyedül marad. Amíg a termelésben egy fellépő géphibát 24 órán belül tud a területi vezető a mérnökségi vagy karbantartási csoportvezető felé eszkalálni, addig a raktárban ez hosszabb ideig tart és nincs is formalizálva a probléma jelentésének módja, többnyire emailen keresztül vagy szóban tudja jelezni a raktárvezető a hibát a logisztikai vezetőknek. A javaslatom nem az lenne, hogy a raktár is indítson be egy „L2 szintű” megbeszélést a raktári működésre fókuszálva, hiszen ez duplikált megbeszélés lenne a tervezés, mérnökségi, minőségügyi csoportvezetők számára. Hanem a javaslatom az lenne, hogy a termelési L2-es megbeszélésen vegyen részt a raktárvezető, ezzel közös fórum lenne, ahol a keresztfunkcionális osztályok vezetői egy időben, közösen tudnának dönteni a gyártást érintő prioritásokról. Így a lean elveknek megfelelően, nem „hősök” oldanák meg a problémákat a raktárban, hanem közösen, mindenki részt tudna venni a problémamegoldásban.

A harmadik lean eszköz a Veszteségvadászat és Kaizen menedzsment, ez a lean eszköz teljesen hiányzik a raktári működésből, bevezetésére a múltban voltak már próbálkozások, amire a raktárvezetővel folytatott interjú során maga a raktárvezető hívta fel a figyelmemet.

Ami azonban elsőre nem ment nem azt jelenti, hogy ne lehetne újra megpróbálni. A javaslatom a horizontális kiterjesztés (Yokoten) lean eszköz alkalmazásával való termeléstől való átvétel lenne, hiszen az eszköz kimutatható eredményekkel működik a termelésben. Be lehetne indítani egy hat vagy 12 hónapos rotációs programot a raktári csoportvezetők és termelési csoportvezetők között, melynek lényege az lenne, hogy az eszköz használatában

jártas termelési vezető el tudná kezdeni tanítani, a tudatos veszteségek keresést a raktári folyamatokban. Míg a raktári vezető a gyakorlatban látná az eszköz használatát a termelésben, ahol a gyakorlott és tapasztalt összeszerelőktől tudná a vezető elsajátítani az eszköz menedzsmentjéhez szükséges folyamatot. A rotációs időszak végével a vezetők visszatérnének eredeti munkakörükbe és ott már nem a nulláról kellene elkezdniük a módszertan alkalmazását, hanem előképzett a folyamatot ismerő közegben tudnák elmélyíteni a veszteségvadászati módszertanát. Idővel, hogy hosszú távon is ösztönözzék a veszteségek felszámolását, versenyt vagy bemutatót is lehetne szervezni a területek között, hogy mindenki bemutathassa az általa felszámolt veszteségeket, ezzel is erősítve a munkavállaló elkötelezettséget.

7. Összefoglalás

Dolgozatomban három kiválasztott lean eszközön keresztül elemeztem, hogy a Knorr-Bremse Vasúti Jármű Rendszerek Hungária Kft. termelésében és raktárában, milyen érettségi szinten van a lean filozófia. Meglátásom szerint vannak olyan lean eszközök, melyeknek minden szervezeti egységnél működni kell, mert az elszigetelt lean eszköz használat kevésbé eredményes és hatékony, ha a teljes vállalatot nézzük.

A szakirodalom áttekintése során először bemutattam a lean gondolkodást és annak öt alapelvét, majd fontosnak tartottam kiemelni a Toyota Termelési Rendszerét, mert a dolgozat későbbi szakaszában részletezett Knorr Production System a Toyota rendszerére épülve született meg.

A kutatásom azzal folytattam, hogy megértsem a választott három eszköz elméleti hátterét és azokat a szabályokat melyeket alkalmazásuk során követni kell. Ezek középpontjában a gyors problémamegoldás módszertana (Shop Floor Management – SFM), az egydarabos áramlás meglétének vizsgálata és a veszteségvadászat folyamatára épülő kaizen menedzsment állt. Ezek közül az SFM és egydarabos áramlás - a lean világán belül - elsősorban gyártási és termelési környezetre vannak értelmezve, míg a veszteségvadászat egyre gyakrabban alkalmazott eszköz a szolgáltató szektor szereplői számára is.

A szakirodalom feldolgozásának utolsó részében a horizontális kiterjesztés (japánul: yokoten) egy kevésbé ismert, de nagyon hatékony, rendszerépítő és összekötő lean eszköz működését írtam le, amelynek a Knorr-Bremse-n belüli használati lehetőségeit vizsgáltam.

A diplomadolgozatomban részletesen bemutattam a vasúti- és haszongépjármű fékrendszereket gyártó, Knorr-Bremse multinacionális vállalatcsoportot és magyar leányvállalatát a Knorr-Bremse Vasúti Jármű Rendszerek Hungária Kft.-t, mint kutatási céloom bázisszervezetét.

Megvizsgáltam a Knorr-Bremse lean rendszerének működési koncepcióját, megismertem a rendszer érettségének szintjét, így átfogó képet kaptam arról, hogy a lean elsősorban a termelési területen honosodott meg a budapesti gyáron belül.

A termelési folyamat, mint belső vevője a raktárnak, jelentős hatással van a raktár működésére, ezért vizsgáltam a két nagy szervezet közötti kapcsolatot. A termelés a raktártól tervidőre kéri be az anyagokat (változó ütemidő) a nap 24 órájában. Viszont nem fordít figyelmet arra, hogy ez a bekérés kiegyenlített munkaterhelést jelentsen a raktárban, ami gyártásközi és a termelés és raktár közötti pufferkészleteket eredményez. Ez a pufferkészlet egyrészt elfedi a folyamatokban rejlő egyéb veszteségeket, másrészt legfőbb akadályozó

tényező az egydarabos áramlás kialakításában. A kutatásom eredményeként, arra jutottam, hogy hiába tervezi meg az ipari mérnökség a gyártósorokat az egydarabos áramlás szabályai szerint, a termelés és a raktár a saját területi mérőszámukra optimalizáltan mozgatja a termeléshez szükséges alapanyagokat.

Ebből arra a következtetésre jutottam, hogy ha a területi célok nincsenek összhangban egymással és a vállalati céllal, akkor több veszteséggel (magasabb költséggel) üzemelnek a folyamatok. Még annak ellenére is, hogy a területi KPI-ok javuló trendet mutatnak. Így az első kérdés amire a választ kerestem - hogy hogyan kell a lean eszközök mindennapos használatát módosítani, annak érdekében, hogy a teljes vállalati működés javuljon – a mérőszámok összekapcsolásával és a közös célok meghatározásával érhető el.

A kutatásban arra a hipotézisre is megtaláltam a választ, hogy egy területspecifikus lean eszközt - esetemben a veszteségvadászatot - nagyobb beruházás és erőforrás felhasználás nélkül is be lehet vezetni, de a bevezetés során a gyakorlatiasság, testre szabás és kísérletezés hármas szabályát kell követni. Melynek megvalósítása és hosszú távon való fennmaradása a vezetők elkötelezettségétől és példamutatásától függ.

A veszteségvadászat példáján keresztül sikerült igazolni, hogy ha egy már meglévő lean eszközt kiterjesztünk a gyár termelésén kívüli területére, az hatással tud lenni a vállalati kulcsmutatókra, ami növeli a vállalat versenyképességét.

A Shop Floor Menedzsment témakört vizsgálva arra a következtetésre jutottam, hogy legalább ez az egy eszköz közel azonos szinten kell implementálva legyen a termelésben és a raktárban is, melyet az 5 miért, gyökérok elemző módszeren keresztül bizonyítottam. Amennyiben a SFM közel azonos szinten működik a raktár és termelés területén, akkor javul a problémamegoldás minősége és együttműködéssel képesek gyorsabban megoldani a problémákat, ami szintén a vállalati mutatók javuláshoz vezet.

A következtetéseim és fejlesztési javaslataim igyekeztem mindhárom eszközzel kapcsolatban olyan módon megtenni, hogy azok bevezetése, magas költségek nélkül, rövid és hosszú távú hatásokkal is segítse a Knorr-Bremse fejlődését. Ugyanakkor a kutatás során megerősödött bennem, hogy a lean működés egy sokszorosán összetett rendszer, ahol az elemek számtalan módon kapcsolódnak egymáshoz és nem szabad csak egy-egy eszköz fejlesztésén dolgozni, hanem komplex gondolkodással vizsgálni kell az eszközök használatának következményeit is.

8. Irodalomjegyzék

Szakkönyvek

1. Ballé, M. – Chartier, N. – Coignet, P. – Olivencia, S. – Powell, D. – Reke, E. (2020): Lean Sensei – A Toyota tanítóinak útján. Lean Enterprise Institute Hungary, 136 oldal
2. Baudin M. (2002): Lean Assembly: The Nuts and Bolts of Making Assembly Operations Flow. Productivity Press, 292 oldal
3. Baudin M. (2005): Lean Logistics, Productivity Press, 398 oldal
4. Dennis, P. (2015): Lean Production Simplified, Productivity Press, 250 oldal
5. Furuta K. (2021): Welcome problems, find success - Creating Toyota cultures around the world. Productivity Press, 190 oldal
6. Gisi, P. J. (2023): Fundamentals of Daily Shop Floor Management. Productivity Press, 362 oldal
7. Imai, M. (2012): Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy. India, McGraw Hill, 448 oldal
8. Kosztolányi, J., - Schwahofer, G. (2015): Lean szótár, KAIZEN PRO Kft. 184 oldal
9. Liker, J. K. (2008): A Toyota módszer. 14 vállalatirányítási alapelv. HVG kiadó 400 oldal
10. Liker J. K. – Convis G. L. (2011): The Toyota Way to Lean Leadership: Achieving and Sustaining Excellence Through Leadership Development. McGraw Hill, 272 oldal
11. Mann, D. W. (2005): Creating a lean culture, Productivity Press 224 oldal
12. May, E. M. (2006): The Elegant Soutlion. Toyota's formula for mastering innovation. Free Press 256 oldal
13. McGovern K. (2018): A Public-Sector Journey to Lean - Fighting Muda in Times of Muri. Productivity Press 215 oldal
14. Myerson P. (2012): Lean Supply Chain and Logistics Management, McGraw Hill Professional, 292 oldal
15. Narusawa, T. – Shook J. (2014): Kaizen Expressz. LEI Magyarországi egyesülete. 159 oldal
16. Martichenko R. O. (2016): Elemei lean - Mindent, amit a leanről tudok, az első osztályban tanultam, LEI Magyarországi Egyesülete, 104 oldal
17. Ohno, T. (1998): Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production. Portland, Productivity Press 176 oldal

18. Ohno, T. (2012): Taiichi Ohno's Workplace Management: Special 100th Birthday. McGraw Hill 208 oldal
19. Rother, M. – Shook, J. (2012): Tanulj meg látni, Budapest, LEI Magyarországi egyesülete. 102 oldal
20. Smalley, A. (2019): Lean problémamegoldók kézikönyve - Iránymutatás a problémák négy típusához a hibaelhárítástól az innovációig, Lean Enterprise Institute Hungary 163 oldal
21. Womack, J. P. – Jones D. T. (2009): Lean szemlélet, HVG Kiadó Zrt. 426 oldal
22. Womack, J. P. (2013): Gemba-séták, LEI Magyarországi egyesülete. 388 oldal
23. Yorke C. – Bodek N. (2009): All you gotta do is ask. Kindle edition 261 oldal
24. Zokaei K. – Lovins H. – Wood A. – Hines P. (2013): Creating a Lean and Green Business System. Productivity Press, 254 oldal

Folyóiratok

25. Hines, P. - Holweg, M. - Rich, N. (2004): Learning to evolve – A review of contemporary lean thinking. International Journal of Operations & Production Management, Vol. 24 No. 10, 1007. o.
26. Hopp, W. J. – Spearman, M. L. (2004): To Pull or Not to Pull: What Is the Question? Manufacturing & Service Operations Management, Vol. 6, No. 2, 133–148. o.
27. Kelemen, T. – Kalló, N. (2020): A lean szemlélet eredményes alkalmazása irodai környezetben, Vezetéstudomány – Budapest Management review - LI. évfolyam 61. o.
28. Koncz, A. (2017): A lean szemlélet eszköztára, Gradus Vol 4, No 1 229-241 o.
29. Koncz, A. (2018): A hibamód és hatáselemzés alkalmazása napjaink autóiparában, Bányai közlemények 1. Évfolyam 3.szám 15.-20. o.
30. Losonci, D. (2010): Bevezetés a lean menedzsmentbe - a lean startégiiai alapjai, Budapest, Budapesti Corvinus Egyetem Vállalatgazdaságtan Intézet, 119. sz. műhelytanulmány
31. Salwin, M. - Jacyna-Golda, I. - Banka, M. - Varanchuk, D. - Gavina, A. (2021): Using Value Stream Mapping to Eliminate Waste: A Case Study of a Steel Pipe Manufacturer. Energies 2021, 14, 3527

Internetes források

32. autoszektor.hu: A Knorr-Bremse Budapesten építette fel a világ legnagyobb vasúti fékgyárát (2017) <https://www.autoszektor.hu/hu/content/knorr-bremse-budapesten-epitette-fel-vilag-legnagyobb-vasuti-fekgyarat> Letöltés ideje: 2024. szeptember 14.
33. Cho, F. - Saito, K. (2020): Fujio Cho Legacy Lecture Notes. Institute of Research for Technology Development https://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1000&context=ir4td_textbooks Letöltés ideje: 2024.május.12.
34. Do, D. (2017): What is Muda, Mura, and Muri? theleanway.net, <https://theleanway.net/muda-mura-muri> Letöltés ideje: 2023. szeptember 30.
35. Guénette, J. D. – Kenworthy, P. G. – Wheeler, C. M. (2022). Implications of the War in Ukraine for the Global Economy. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099616504292238906/pdf/IDU00bdb5a770659b04adf09e600a2874f25479d.pdf> Letöltés ideje: 2024. április 24.
36. KamaraOnline.hu: A világ legnagyobb vasúti fékgyárává bővítette budapesti üzemét a Knorr-Bremse (2017); <https://kamaraonline.hu/a-vilag-legnagyobb-vasuti-fekgyarava-bovitette-budapesti-uzemet-a-knorr-bremse/> Letöltés ideje: 2024. szeptember 25.
37. Knorr-Bremse Annual Report – 2022, <https://ir.knorr-bremse.com/download/companies/knorrbremse/Annual%20Reports/DE000KBX1006-JA-2022-EQ-E-00.pdf>, Letöltés ideje: 2023. november 07.
38. Knorr-bremse History <https://www.knorr-bremse.com/en/company/history/> Letöltés ideje: 2023. november 12.
39. McKinsey Global Institute (2020). Risk, resilience, and rebalancing in global value chains. <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/risk-resilience-and-rebalancing-in-global-value-chains> Letöltés ideje: 2022. november 24.
40. Németh, B. (2010): Kaizen, a költségcsökkentés hatékony eszköze. Menedzsment Fórum, https://mfor.hu/cikkek/vallalatok/Kaizen_a_koltsegcsokkentenes_hatekony_eszkoze.html Letöltés ideje: 2023. szeptember 27.
41. Oláh, A. (2011): Knorr-Bremse Budapest. Az „5 napos gyárhoz” vezető út. https://www.knorr-bremse.hu/media/documents/railvehicles/fabrik_des_jahres/Fabrik_des_Jahres_Broschuere_210x210_HU.pdf Letöltés ideje: 2023. november 14.
42. Toyota Vision & Philosophy <https://global.toyota/en/company/vision-and-philosophy/production-system/>

Letöltés ideje: 2024. augusztus 25.

43. Womack, J. P. (2020): The power of yokoten. <https://www.lean.org/the-lean-post/articles/the-power-of-yokoten/> Letöltés ideje: 2024. szeptember 29.

Egyéb források

Személyes interjú Rozgonyi Norbert raktárvezetővel a raktári veszteségvadászat és folyamatfejlesztés hiányosságairól. – 1. melléklet

9. Ábrajegyzék

1.ábra: Veszteség és érték egy tevékenységben.....	8. oldal
2.ábra: A lean menedzsment stratégiai és operatív szintje.....	12. oldal
3.ábra: A Toyota termelési rendszer.....	13. oldal
4.ábra: SFM mintatábla.....	16. oldal
7.ábra: Muri, Mura, Muda – a veszteségek különböző típusai.....	22. oldal
8.ábra: A Knorr-Bremse AG globális jelenléte.....	26. oldal
9.ábra: Knorr-Bremse árbevétel növekedés 1990-2023 (millió €).....	27. oldal
10.ábra: Knorr-Bremse leányvállalatok Magyarországon.....	28. oldal
11.ábra: Infografika – Knorr-Bremse Vasúti Járműrendszerek Kft. fejlődése.....	29. oldal
12.ábra: Knorr Termelési Rendszer.....	30. oldal
13.ábra: Elsőre hibás termékek aránya (PPM), döntés Kaizen indításáról	36. oldal
14.ábra: A KPS ház középpontja.....	37. oldal
15.ábra: 2023-ban bevezetett ötletek száma és területi eloszlása.....	39. oldal
16.ábra: Egy főre jutó fejlesztések száma osztályonként.....	39. oldal
17.ábra: Ötletek területi eloszlása a termelésben.....	40. oldal
18.ábra: Termelési tervidők heti eloszlása.....	45. oldal
19.ábra: Vizualizált munkabiztonsági mutató – raktár.....	52. oldal
20.ábra: anyagkiszadási hibarátá (PFR) - 2024 május.....	52. oldal
21.ábra: raktári időbeni szállítási mutatók (OTD) változása.....	53. oldal

Mellékletek

Raktárvezetői interjú kérdések:

- A raktári szervezeten belül kinek a feladata a veszteségek feltérképezése és a folyamatok fejlesztése?
- Személyes véleménye szerint egy 1-5 skálán hol van a raktár lean érettsége?
- Melyek a raktár versenyképességének és teljesítményének a mutatói?
- Hogyan lehetne javítani a lean kultúrát a raktárban?
- Mekkora befolyása van a raktári vezetőknek ebben?
- Kit tekint a raktár a vevőjének?
- Milyen mérőszámmal mérik a vevői elégedettséget?
- A vizsgált lean elemek (shop floor menedzsment, egydarabos áramlás, veszteségvadászat) használatának fokozása javítana-e a raktári mutatószámokon?
- A termelésben használt veszteségvadászat folyamata működtethető lenne-e a raktárban?
- Van-e olyan egyéb lean eszköz, ami hasznos lenne a raktárban, de jelenleg nincs vagy nem megfelelően van használva?

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve:	Pocsai István
A Hallgató Neptun kódja:	LM90BW
A dolgozat címe:	A Knorr-Bremse Vasúti Jármű Rendszerek Hungária Kft. logisztikai folyamatainak fejlesztése lean eszközök alkalmazásával
A megjelenés éve:	2024
A konzulens intézetének neve:	Agrár- és Élelmiszergazdasági Intézet
A konzulens tanszékének a neve:	Agrárlogisztika, Kereskedelem és Marketing Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomadolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítotam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumába. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumában.

Kelt: Székesfehérvár, 2024 év október hó 25. nap

Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Pocsa István (LM90BW) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védésre javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*1

Kelt: 2024 év október hó 25. nap


belső konzulens