

DIPLOMADOLGOZAT

Zimonyi Attila

2025



Magyar Agrár -és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Műszaki Intézet

Műszaki menedzser

mesterképzési szak

**FOLYAMATOPTIMALIZÁLÁS LEAN MÓDSZEREKKEL
EGY MULTINACIONÁLIS VÁLLALAT SZERELŐSORÁN**

Belső konzulens:

Prof. Dr. Husti István

ny. egyetemi tanár, Professor emeritus

Belső konzulens intézete/tanszéke:

Magyar Agrár – és Élettudományi Egyetem,

Műszaki Intézet

Külső konzulens:

Hógye István

LEAN és Power BI specialist

Készítette:

Zimonyi Attila

Gödöllő

2025.

Tartalom

1. Bevezetés	3
2. Szakirodalmi áttekintés	4
2.1. A LEAN szakmai gyökerei és kialakulásának körülményei	4
2.2. Deming-ciklus: folyamatos fejlesztés négy lépésben	7
2.3. Az 5S szerepe a stabil és hatékony működésben.....	8
2.4. 7 veszteség – a LEAN optimalizálás kulcselemei	10
2.5. „A „Safety Gemba” koncepciója a munkabiztonság szolgálatában	11
2.6. Teljesítménymérés a rendszerben.....	12
2.7. Az adatvezérelt gondolkodás a gyártásban.....	13
2.8. Standardizált munkafolyamatok szerepe az egységesítésben és fejlesztésben.....	14
2.9. Vizuális gyár - Átlátható gyártás – döntéstámogatás egy pillantásra	15
2.10. Problémamegoldás – a gyökérok feltárása a tartós fejlődésért.....	17
2.11. Az 5N rendszer – a beépített minőség alapelvei.....	18
2.12. Gyors átállítás a gyártási folyamatokban (Single Minute Exchange of Die)	19
2.13. Korszerű és eredményes karbantartás.....	20
2.14. Minőség	21
3. Anyag és módszer	23
3.1 Fejlesztési motiváció	24
3.2. Adatgyűjtési módszere	27
3.3. Adatfeldolgozás, értékelés és javaslat	29
3.4. Rugalmas és fenntartható folyamatmenedzsment	30
3.5. Alapanyag-felhasználás optimalizálása	32
3.6. Adataalapú folyamatértékelés	33
4. Önálló munka: a három hónapos projekt végrehajtásának elemző vizsgálata	35
4.1. Kompresszoros beépíthető hűtők szerelősorának fejlesztése	36
4.2. Kiinduló állapot felmérése és dokumentálása	37

4.3. Termékmátrix	43
4.4. „Mock-up” szerelősor létrehozása folyamatoptimalizálásra	46
4.5. RTLS technológia integrálása a LEAN alapú gyártásban	50
5. Következtetések és javaslatok	53
5.1. Kiegészítő digitális módszerek az RTLS rendszer támogatására	53
5.2. Innovatív technológiák az értékáram-elemzésben	57
Összefoglalás	59
Summary	60
Irodalomjegyzék	61
Ábrajegyzék	63
Mellékletek	65

1. Bevezetés

A diplomadolgozat középpontjában egy meglévő ipari gyártósor korszerűsítési projektjének vizsgálata áll, amely során a **LEAN menedzsment elveinek alkalmazásával** valósult meg a gyártási folyamatok újratervezése. Az Electrolux Lehel Kft. 2024-ben kezdeményezte a kompresszoros beépíthető hűtőkészülékeket előállító termelősorának átalakítását, válaszul a **gyártási hatékonyság növelésére** és a **minőségi követelmények szigorodására** irányuló igényekre.

A dolgozat témája kiemelkedő jelentőségű egy multinacionális gyártóvállalat folyamataiban, hiszen a **LEAN módszertan alkalmazása** nemcsak a **termelékenység növelését** szolgálja, hanem hozzájárul a fenntartható, minőségorientált vállalatirányításhoz is. Személyes kötődésként a munka során szerzett tapasztalatok és a vállalati környezet közelsége nagy ösztönzést nyújtott a téma mélyreható vizsgálatához és innovatív megközelítések kereséséhez.

A dolgozat **célkitűzései** között szerepel a **folyamatfejlesztési projektek hatékonyságának javítása**, a **veszteségek csökkentése** és a **termelési stabilitás fokozása**, különös tekintettel a kompresszoros beépíthető hűtőszekrény gyártósorára. Emellett cél a **LEAN eszköztár kritikus alkalmazása** és az **RTLS technológia integrálása**, melyek együttese hozzájárul a **gyártási folyamatok optimalizálásához** és a vállalati versenyképesség erősítéséhez.

A dolgozat célja annak vizsgálata, hogy a projekt során milyen konkrét fejlesztések történtek az újragondolt üzemterületen, és ezek miként kapcsolódnak az Electrolux Lehel Kft. gyártási filozófiájához, illetve minőségközpontú értékrendjéhez. Kiemelt figyelmet fordítok azokra a LEAN alapelvekre, amelyek meghatározták az átalakítás irányait, valamint azokra az alternatív megoldásokra, amelyeket a döntéshozatal során mérlegeltek – ezek előnyeivel és korlátaival együtt.

Noha az üzemterület és a gépesítés technikai-gazdasági értékelése nem képezi a vizsgálat közvetlen tárgyát, a dolgozat szükség szerint utal ezekre a kérdésekre is. A fókusz azonban elsősorban a gyártásfejlesztés során alkalmazott LEAN megközelítések és ezek gyakorlati hasznosítása köré épül.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. A LEAN szakmai gyökerei és kialakulásának körülményei

A LEAN menedzsment szakmai alapjai a japán autóiparból, különösen a Toyota Production System (TPS) fejlesztése során jöttek létre, amelyek hatékonyságra és **veszteségcsökkentésre** törekszenek. A „LEAN” fogalom elsőként John Krafcik 1988-as tanulmányában jelent meg, amely mérföldkövet jelentett a rendszer elterjedése szempontjából (Krafcik, 1988). A TPS-elv, a Just-in-Time, valamint a minőségközpontúság további fejlesztése során a LEAN nemzetközi szinten is széles körben alkalmazott modell lett, amely fókuszában mindig az értékteremtő folyamatok állnak (Shingo, 1989).

A LEAN gondolkodásmód lényege, hogy folyamatosan optimalizálja a folyamatokat, és minden nem értékteremtő tevékenységet igyekszik felszámolni. Ez a megközelítés az ipari, szolgáltatási és logisztikai szektorban is bizonyítottan eredményes, mind a minőség, mind az erőforrás-gazdálkodás területén.

A LEAN filozófia célja, hogy a gyártószervezetekben olyan működési és kulturális kiválóság alakuljon ki, melyet a **LEAN alapelvek következetes alkalmazása** biztosít. Ezek az elvek az értékteremtés gyorsítására, a munkavállalók képességeinek kibontakoztatására és a vállalati kultúra átalakítására koncentrálnak, így támogatva a folyamatos szervezeti fejlődést (Losonci, 2010).

A LEAN keretrendszer kilenc központi alapelve iránymutatást nyújt a napi működéshez, meghatározva a hatékonyság növelésére irányuló eszközök és módszerek helyes alkalmazását. Ennek eredményeként egy olyan tanuló szervezet jön létre, amely egyszerre képes fenntartani a versenyképességet és stabil munkakörnyezetet biztosítani a dolgozóknak.

Az értékteremtő folyamatok lehető legkevesebb veszteséggel történő megvalósítása nem csupán a gyártási, hanem a szolgáltatási és kisvállalkozások számára is hatékony működési keretet jelent. A LEAN népszerűsége abban rejlik, hogy javítja a vevői elégedettséget, a minőséget, a szállítási pontosságot és a költséghatékonyságot egyszerre, miközben a vezetők és munkavállalók szemléletváltását is igényli (Tóth, 2007).

A LEAN rendszerben a **stabil működés fenntartása** alapvető feltétele a **folyamatos fejlődésnek** és a versenyképesség megőrzésének. Ehhez rendszerszintű eszközökre és

módszerekre van szükség, amelyek biztosítják a gyártási folyamatok kiszámíthatóságát és konzisztenciáját (Ohno, 1988).

A stabilitás három fő kategóriára bontható:

- **Fejlett biztonság:** A munkavállalók védelmére és a biztonságos munkakörnyezetre fókuszál, ezzel minimalizálja a balesetek kockázatát.
- **Stabilitási alapok:** Szabványosított, hatékony és veszteségminimalizáló folyamatok biztosítása (például az 5N módszer alkalmazása).
- **Mérés:** Objektív adatok gyűjtésén és értékelésén alapul, támogatva a folyamatos fejlesztést és eredményesség-visszacsatolást.

Ez a komplex megközelítés garantálja, hogy a termelési folyamatok stabilak, átláthatóak és folyamatosan optimalizáltak legyenek, így hozzájárulva a hosszú távú fenntarthatósághoz és a megbízható teljesítményhez.

A stabil működés fenntartását három pillér szolgálja:

- **szabványosított folyamatok**, amelyek ismételhető gyakorlatokat és tudásmegosztást biztosítanak;
- **vizuális menedzsment**, amely az eltérések gyors felismerését és hatékony kezelését támogatja;
- **variancia csökkentése**, amely a magas értéket teremtő folyamatok konzisztens végrehajtását biztosítja.

További kulcsfontosságú elemek a következők:

- **értékáramlás**, amely az információ és anyagáram gyorsítását célozza;
- **beépített minőség**, amely a hibamentes teljesítményt helyezi középpontba;
- **állandó fejlesztés** a PDCA ciklus rendszeres alkalmazásával.

A szervezeti kultúra átalakítását segíti a **vezetői irányítás összehangolt működése**, a GEMBA helyszíni jelenlét és a munkatársak folyamatos fejlesztése, amelyek hosszú távú rugalmasságot és fenntarthatóságot eredményeznek.

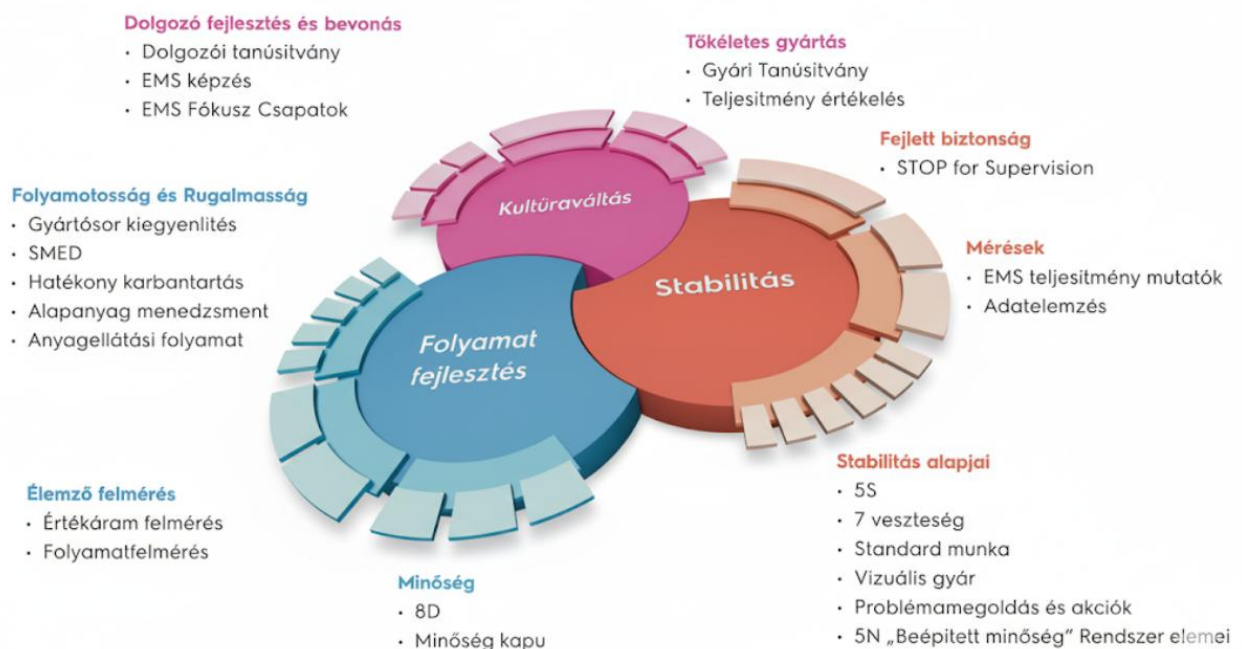
LEAN módszertan gyakorlati alkalmazásában kulcsfontosságúak a diffúz területeken bevezetett technikák és az intenzív dolgozói részvétel. Az Electrolux Lehel Kft.-nél végrehajtott fejlesztések során több technikát kombináltak a hatékonyabb működés érdekében. Kiemelt

szerepet kapnak a workshopok, melyek során a munkatársak aktív bevonásával azonosítják a folyamatfejlesztési lehetőségeket és a problémák gyökerét (Losonci, 2010).

Ezen technikai eszközök közé tartozik:

- **Értékáram-elemzés** (Value Stream Mapping, VSM), amely az anyag- és információáramlások vizuális feltérképezésével azonosítja a veszteségeket.
- **5S** auditok, amelyek rendszerezik és optimalizálják a munkakörnyezetet a hatékonyság és biztonság érdekében.
- **Kaizen** workshopok, melyek a folyamatos fejlesztés kultúráját erősítik a szervezetben.
- **KPI-k** (Key Performance Indicators) alkalmazása a teljesítmény objektív mérésére és nyomon követésére.
- **PDCA ciklus**, amely körkörös megközelítésével támogatja a folyamatok folyamatos javítását.

Az alkalmazott módszerek együttesen támogatják a gyártási rendszer stabilitását, minőségének növelését, és hozzájárulnak a fenntartható fejlődéshez (Losonci, 2010). A LEAN rendszer alapelemeit az **1. ábra** szemlélteti.



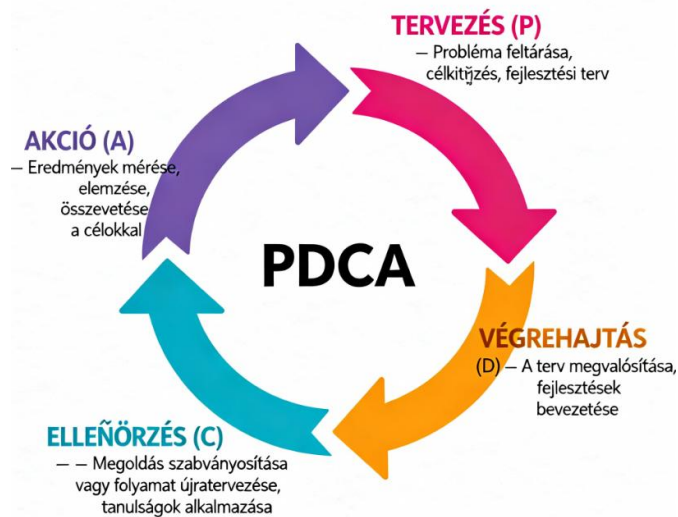
1. ábra: A LEAN alapelemei (Electrolux Lehel Kft. Guideline 25/05/2010)

2.2. Deming-ciklus: folyamatos fejlesztés négy lépésben

A Deming-ciklus (PDCA – Plan, Do, Check, Act) a LEAN módszertan egyik alapvető eszköze, amely a folyamatos fejlesztést és tanulást teszi lehetővé. Ez a ciklus négy lépésből áll:

1. **Tervezés (Plan):** Azonosítjuk a problémákat, gyűjtjük és elemzést végzünk az adatokon. Kitűzzük a fejlesztési célokat, és kidolgozzuk az azokhoz vezető megoldásokat.
2. **Végrehajtás (Do):** Megvalósítjuk a tervezett megoldásokat, miközben folyamatosan nyomon követjük a folyamatokat.
3. **Ellenőrzés (Check):** Értékeljük a változtatások eredményességét, összevetjük a célszámokat a tényleges teljesítménnyel. Ha szükséges, újratervezzük a beavatkozást.
4. **Beavatkozás (Act):** A sikeres megoldásokat szabványosítjuk, és beépítjük a napi működésbe. Továbbá áttekintjük a további fejlesztési lehetőségeket.

A PDCA folyamat rendszeres ismétlésével biztosítható a folyamatos tökéletesedés és a stabil működés fenntartása (Deming, 1986).



2. ábra: A PDCA elv (Electrolux Lehel Kft. Guideline 25/05/2010)

2.3. Az 5S szerepe a stabil és hatékony működésben

Az 5S egy strukturált, ötlépcsős módszer, amely a munkahelyi környezet rendszerezését, tisztán tartását és folyamatos fejlesztését szolgálja. Célja a stabil, biztonságos és átlátható munkaterület kialakítása, amely elősegíti a termelékenység növekedését és csökkenti a veszteségeket.

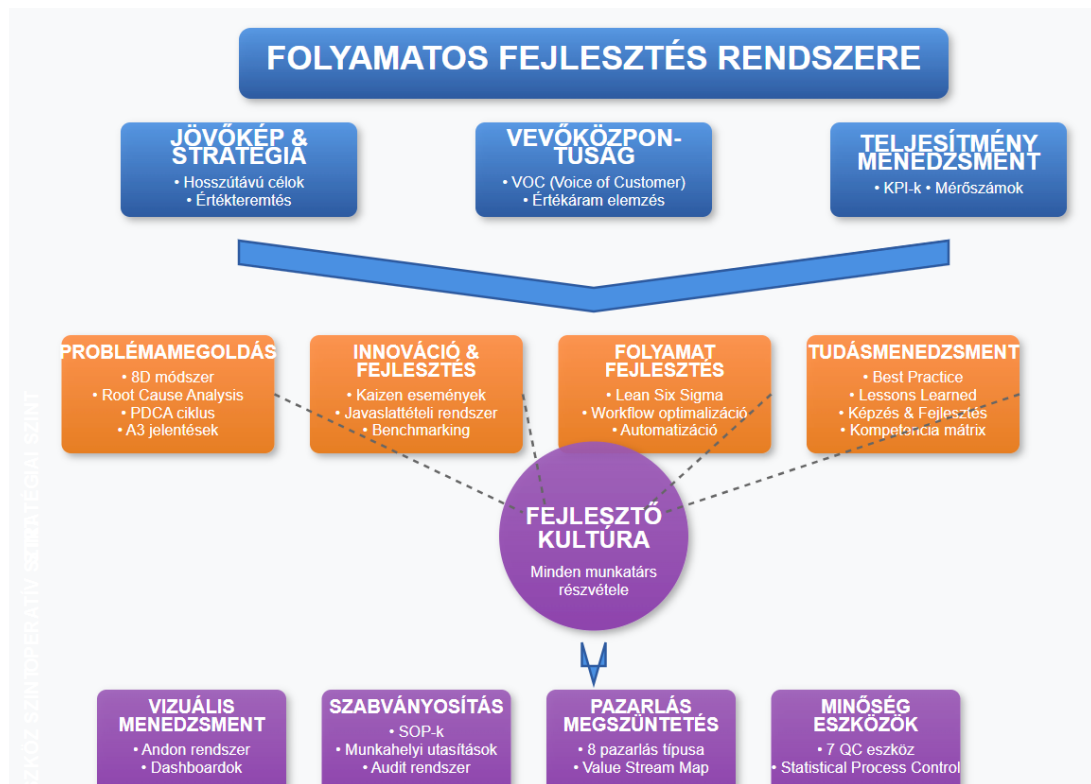


3. ábra: Az 5S módszer lépései (5S módszer lépései - 5s + 1 standardization - Training material - Zoltán Mosonyi 2015)

AZ 5S LÉPÉSEI:

1. **Szelektálás** (Seiri): A munkahelyen szükségtelen tárgyak eltávolítása a rend és hatékonyság érdekében.
2. **Szervezés** (Seiton): A szükséges eszközök logikus, átlátható elrendezése, amelyek könnyen elérhetők.
3. **Tisztítás** (Seiso): A munkakörnyezet rendszeres takarítása és állapotának megőrzése.
4. **Szabványosítás** (Seiketsu): Az előző lépések fenntartását segítő szabályok és vizuális eszközök bevezetése.
5. **Szintentartás** (Shitsuke): Fegyelmezett és következetes magatartás kialakítása, amely az 5S-t a vállalati kultúra részévé teszi.

Az 5S nem csupán rend és tisztaság fenntartására szolgál, hanem a folyamatos fejlesztés, a Kaizen kultúrájának alapköve is (Masaaki Imai, 1986).



4. ábra: A folyamatos fejlesztés rendszere (5S módszer lépései - 5s + 1 standardization- Training material - Zoltán-Mosonyi,2015.)

AZ 5S MÓDSZER ELŐNYEI:

- Javítja a vizuális ellenőrzést, **csökkenti a veszteségeket**,
- Megalapozza a rendtartási szokásokat és a munkahelyi fegyelmet,
- **Támogatja más LEAN eszközök hatékony bevezetését**,
- **Stabilitást biztosít** mind a folyamatok, mind a munkakörnyezet tekintetében, amely hosszú távon növeli a hatékonyságot.



5. ábra: Az 5S standard munkahelye (<https://docplayer.hu/7708108-A-LEAN-modszerek-lehetosegei-az-informatika-vilagaban.html>)

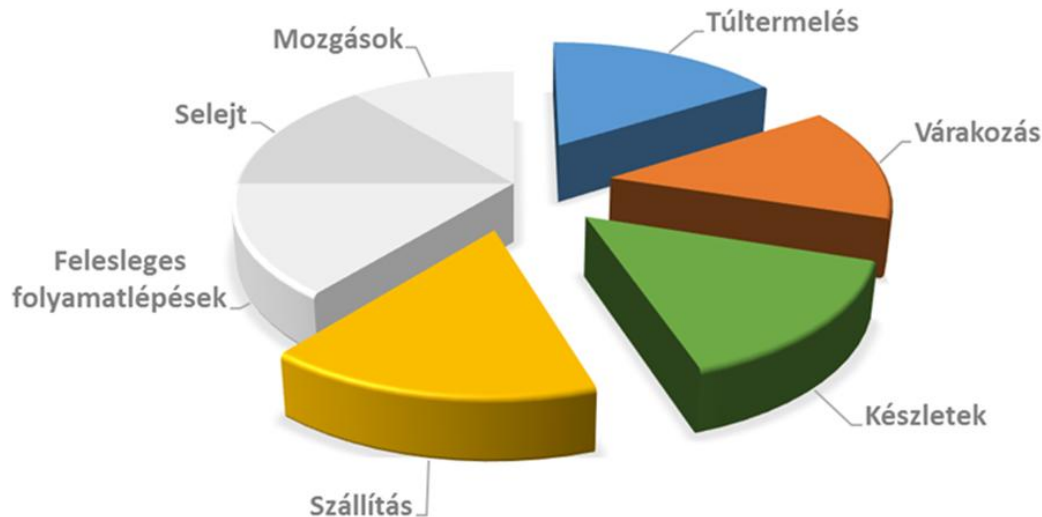
2.4. 7 veszteség – a LEAN optimalizálás kulcselemei

A LEAN szemlélet egyértelműen meghatározza azokat a veszteségforrásokat, melyek gátolják a hatékony működést és hozzáadott érték nélküli erőforrás-felhasználáshoz vezetnek. Taiichi Ohno, a Toyota gyártási rendszerének megalkotója, a hetes veszteségkategóriát határozta meg, amelyeket ma is a LEAN optimalizáció kulcselemeiként ismerünk.

A 7 FŐ VESZTESÉGFORRÁS A KÖVETKEZŐ:

1. **Túltermelés:** Több termék vagy szolgáltatás előállítása, mint amennyire a vevői igények miatt szükség lenne. Ez felesleges készletezést és kiadásokat eredményez.
2. **Felesleges készletek:** Alapanyagok, félkész vagy késztermékek túlzott felhalmozása, amelyek tárolása, mozgatása és kezelése költséges, és növeli a hibák esélyét.
3. **Nem szükséges szállítás:** Az anyagok vagy termékek fölösleges mozgatása a folyamat során, amely nem ad hozzáadott értéket.
4. **Felesleges mozgás:** Dolgozók vagy gépek indokolatlan mozgása, például a rosszul kialakított munkaterületen történő többletmozgás, ami idő- és energiapazarlást jelent.
5. **Várakozás:** Az anyagokra, gépekre, információkra vagy személyekre való várakozás, ami leállásokat és működési késedelmet okoz.
6. **Túlmunkálás:** Olyan tevékenységek, melyek a vevő igényeinél magasabb minőségi vagy mennyiségi szintet céloznak meg, vagy fölösleges műveletek végzése.
7. **Selejt és újramunkálás:** Hibás termékek vagy szolgáltatások előállítása, amelyek javítása vagy újragyártása idő- és költségvesztést eredményez.

Ezek a veszteségek nemcsak a termelés hatékonyságát csökkentik, hanem rombolják a vállalat versenyképességét és növelik az ügyfél elégedetlenségét is. A veszteségek felismerése és folyamatos csökkentése a LEAN módszertan alapját képezi.



6. ábra: 7 veszteség elemei (<https://openqass.itstudy.hu/hu/knowledge-repository/pdca-cycle/ishikawa-diagramm.html>)

ALKALMAZÁS:

- Folyamat lépéseinek megfigyelése,
- Lépések besorolása: értékteremtő, szükséges, veszteség,
- Veszteségek meghatározása,
- Javító intézkedések elindítása a veszteségek csökkentésére vagy megszüntetésére.

2.5. „A „Safety Gemba” koncepciója a munkabiztonság szolgálatában

A „Safety Gemba” egy proaktív munkabiztonsági rendszer, amely a helyszíni megfigyelésen, szabványos auditokon és folyamatos vezetői visszacsatoláson alapul. Célja a munkavédelmi incidensek számának csökkentése azáltal, hogy a dolgozók biztonság tudatosságát és helyes viselkedésmintáit tudatosan fejleszti.

A módszer előnyei közé tartozik az egységes és átlátható értékelési szempontrendszer, amely megkönnyíti a biztonsági auditok következetes végrehajtását, valamint a gyors kockázatfelismerés, amely révén jelentősen csökkenthető a munkahelyi balesetek kockázata.

A Safety Gemba során a gyártási terület zónákra bontása lehetővé teszi a célzott ellenőrzéseket. A vezetők előre ütemezett helyszíni bejárások során vizsgálják a munkafolyamatok állapotát, a dolgozók viselkedését és a gépek műszaki állapotát. A tapasztalatokat azonnal visszacsatolják, és közösen határozzák meg a szükséges korrigálásokat. Ezek megvalósítását a PDCA ciklus elvei alapján folyamatosan nyomon követik.

Az összegyűjtött adatok alapján prioritásokat állítanak fel, és hatásalapú akcióterveket készítenek, amelyek végrehajtása aktívan hozzájárul a vállalati munkakörnyezet biztonságossá tételéhez.

2.6. Teljesítménymérés a rendszerben

A teljesítménymérés alapvető célja a működési folyamatok folyamatos és objektív értékelése a LEAN menedzsmentben. A rendszer lehetővé teszi, hogy az egyes gyártási folyamatok teljesítménye összehangolható legyen a vevői igényekkel, valamint a vállalat stratégiai és operatív céljaival.

A teljesítménymutatók (KPI-k) segítségével az eltérések gyorsan felismerhetők, és a gyökérokok feltárása által meghatározhatók a fejlesztési irányok és beavatkozási lehetőségek. A mérések visszamérése során kézzelfogható bizonyítékot kapunk a fejlesztések hatékonyságáról, amely hosszú távon a fenntartható működést támogatja.

A folyamatban:

- A működési szinteket rendszeresen mérik,
- Az adatok átláthatók és elemezhetők,
- A vezetők fókuszáltan tudnak erőforrásokat mozgósítani a kritikus területeken,
- A döntéshozatal mérésekre alapozott,
- A vállalati célok érthetően kommunikálhatók az egész szervezetben.

Ez a megközelítés nélkülözhetetlen a LEAN keretrendszer hatékony működtetéséhez, mivel méri és visszacsatolja a teljesítményt, megalapozza a döntéseket és ösztönzi a folyamatos fejlődést.

A LEAN menedzsmentben a fő teljesítménymutatók (KPI-k) objektív és számszerű mérőszámokként szolgálnak a folyamatok hatékonyságának, minőségének és megbízhatóságának nyomon követésére. Ezek a mutatók lehetővé teszik a különböző gyártási

egységek és folyamatok teljesítményének összehasonlítását előre meghatározott célokkal szemben.

A KPI-K ALKALMAZÁSA:

- **Folyamatos átláthatóságot biztosít** a vállalaton belül a működésről,
- **Összehangolja a teljesítményt a vevői elvárásokkal** és a vállalati stratégiai célokkal,
- Segíti az eltérések észlelését és gyökérokainak feltárását, így támogatja a célzott beavatkozásokat,
- Igazolja a fejlesztések hatékonyságát és **hozzájárul a fenntartható működéshez.**

A KPI RENDSZER ELŐNYEI KÖZÉ TARTOZIK

- a fejlesztési irányok azonosítása,
- a menedzsment fókuszált támogatása a kritikus területeken,
- a célkommunikáció támogatása,
- valamint a mérésalapú döntéshozatal, amely objektív alapot teremt a stratégiai és operatív döntésekhez.

2.7. Az adatvezérelt gondolkodás a gyártásban

Az adatvezérelt gondolkodás a jelenkori LEAN gyártásban alapvető fontosságú, mivel a nyers adatokból értelmezhető és kezelhető információkat generál, amelyek segítségével gyors, megalapozott döntések hozhatók. Az adatelemzés lehetővé teszi a valós helyzet gyors feltérképezését, prioritások meghatározását és komplex problémák strukturált kezelését a gyártási folyamatban.

AZ ADATVEZÉRELT MEGKÖZELÍTÉS ELŐNYEI:

- Egységes vizualizáció a teljesítményszintek gyors megértéséhez,
- Fejlesztési prioritizálás a kiemelt problémák azonosításához,
- Átlátható kommunikáció a csapatok között,
- A problémák kisebb, kezelhetőbb részterületekre bontása.

GYAKRAN ALKALMAZOTT VIZUALIZÁCIÓS ESZKÖZÖK A GYÁRTÁSBAN:

- Kördiagramok az arányok bemutatására,
- Oszlop- és vonaldiagramok az időbeli változások megjelenítésére,
- Pareto-diagramok a legkritikusabb tényezők azonosítására.

Az elemzések során mindig feltüntetik az elemzett időszakot, az elemző csapatot, a mintaelemszámot és a kitűzött célértékeket, így az eltérések azonnal felismerhetők és kezelhetők.

AZ ADATELEMZÉS A LEAN-BEN TÖBBFÉLE ALKALMAZÁST NYER:

- Vizuális menedzsment táblákon, a teljesítmény nyomon követésére,
- Napi operatív meetingeken, amelyek gyors döntéshozatalt támogatnak,
- Kaizen workshopokon és folyamatfejlesztési tevékenységekben, ahol az adatokra alapozott problémamegoldás valósul meg.

Ez a megközelítés támogatja a hatékony irányítást, a folyamatos fejlesztést és az eredményes gyártási folyamatmenedzsmentet.

2.8. Standardizált munkafolyamatok szerepe az egységesítésben és fejlesztésben

A standard munka a LEAN módszertan egyik alapvető eszköze, amely a folyamatok egységesítését és optimalizálását szolgálja. A standardizált munkafolyamatok lényege, hogy dokumentáltan, ismételhető módon határozzák meg a legjobb gyakorlatokat, összehangolják az emberi tevékenységeket, eszközhasználatot és anyagáramlást a minőség, biztonság és határidők betartása mellett.

A STANDARD MUNKA KIALAKÍTÁSÁNAK ALAPJAI

- **Ütemidő meghatározása:** A vevői igényekhez igazodó termelési idő, amely megadja, milyen gyakran készül el egy termék.
- **Műveleti sorrend felállítása:** A munkafolyamat elemeinek logikus, egymást követő sorrendben történő meghatározása.
- **Folyamatközi készletek meghatározása:** A műveletek közötti félkész termék mennyiségének szabályozása.

A STANDARD MUNKA A DOLGOZÓ SZÁMÁRA

- kiszámítható, biztonságos munkakörnyezetet teremt,
- csökkenti a felesleges mozgásokat és hibalehetőségeket,
- betanulás egyszerűbbé válik,
- minőség javul,
- termelékenység nő.

A standardizált munkafolyamatokat rendszeres műveleti auditokkal ellenőrzik, amelyek biztosítják a folyamatos megfelelést és a fejlesztési lehetőségek felismerését.

2.9. Vizuális gyár - Átlátható gyártás – döntéstámogatás egy pillantásra

A vizuális gyár egy rendszerszintű megközelítés, amely a munkakörnyezetben megjeleníti az információkat, szabványokat, célokat és működési állapotokat látható, könnyen értelmezhető formában. Ezáltal az eltérések azonnal észlelhetők anélkül, hogy mélyebb elemzésre lenne szükség.

Egyszerű, gyors és egyértelmű információátadást biztosít a dolgozóktól a vezetőkig. A vizuális jelek nemcsak kommunikálnak, hanem cselekvésre ösztönöznek, miközben támogatják a munkabiztonságot és a hatékony munkavégzést.

ELŐNYEI

- Gyors hibafelismerés még az elmélyülés előtt,
- Problémák megakadályozása vizuális figyelmeztető jelekkel,
- Teljesítmény átláthatóság minden érintett számára,
- Fejlesztési irányok egyszerű azonosítása vizuális kiemelések segítségével.

ALKALMAZÁSA

Mind a gyártási folyamat bemeneti, mind kimeneti pontjain megjeleníti a dolgozókat, gépeket, anyagokat, módszereket és ezek állapotát, valamint a teljesítmény visszajelzését.

BEMENETI OLDAL PÉLDÁI

- **Képességmátrix** – ki, milyen feladatokat végezhet,
- **Biztonsági piktogramok**, figyelmeztető jelek,
- **Padlóra festett útvonalak**, zónák.
- Gép:
 - **Színkódolt státuszjelzések**,
 - **Andon rendszer** – fény- és hangjelzéssel működő hibajelzés,
 - **Árnyéktábla** – az eszközök rögzített helyének és körvonalának megjelenítése.
- Alapanyag:
 - Tárolási helyek egyértelmű jelölése,
 - **Minimum és maximum készletszintek** megjelenítése,
 - Színkódos hulladékgyűjtők az újrahasznosításhoz.
- Módszer:
 - Szabványos munkaleírások kihelyezése a munkaállomáson,
 - **Határminták** – elfogadható minőség vizuális példái.

KIMENETI OLDAL PÉLDÁI

- **LEAN teljesítménymutatók** (KPI): grafikonok és táblázatok a napi és heti eredményekkel,
- **LEAN csapatkommunikációs táblák**: célkitűzések, ötletládák, státuszjelzések,
- **Elektronikus kijelzők**: valós idejű információk a termelés állapotáról vagy eltérésekről.

A vizuális gyár nem csupán „színes jelölések összessége”, hanem egy valós idejű kommunikációs rendszer, amely elősegíti az átláthatóságot, gyorsítja a döntéshozatalt, és kulcsszerepet játszik a folyamatos fejlesztésben.

2.10. Problémamegoldás – a gyökérok feltárása a tartós fejlődésért

A problémamegoldás egy strukturált folyamat, amely a nem kívánt események mögötti valódi okok azonosítására irányul. Nem csupán a tüneteket kezeli, hanem az alapvető kiváltó tényezőket célozza meg a tartós megoldások érdekében. Ezzel megszakítja a kiváltó okok láncolatszerű hatását, amelyek gyenge teljesítményt, hibákat vagy eltéréseket okoznak (Smalley, 2019).

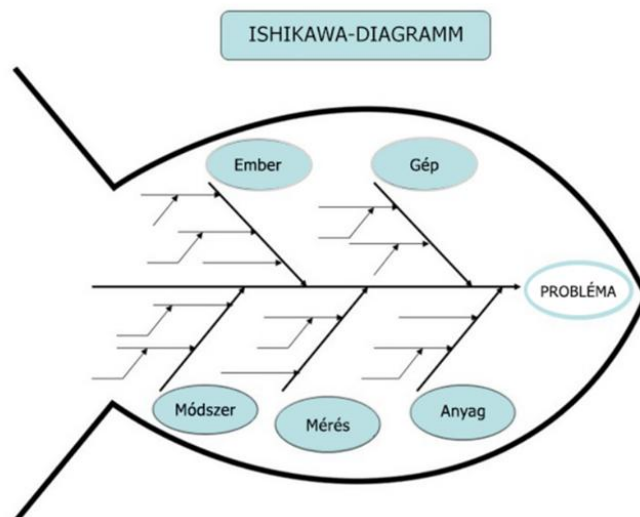
A problémamegoldás eredményességének célja a célkitűzések és a valós teljesítmény közötti eltérések megszüntetése. Gyakran csak a következményeket kezeljük, ami átmeneti javulást hoz, ám a tartós megoldás alapja a gyökérok megszüntetése, így a probléma nem tér vissza.

PROBLÉMAMEGOLDÓ KÉSZSÉG NYÚJTOTTA ELŐNYÖK

- Fokozott vevői elégedettség – mivel a visszatérő hibák megszűnnek
- Jobb teljesítmény – kevesebb állásidő, javítás, reklamáció
- Kevesebb krízishelyzet – csökken az ad hoc reagálások („tűzoltás”) aránya
- Rendszeralapú, közös tanulást támogató szemlélet – a csapat együtt fejlődik

A gyakorlatban a hatékony problémamegoldás csapatmunkára épül. Több nézőpont és tapasztalat bevonása segít az összefüggések teljes feltárásában. Két fő módszer szolgál a kiváltó ok azonosítására:

- **Ishikawa (halszálka) diagram:** Vizualizálja a problémahatást és kategóriák mentén sorolja a lehetséges okokat. Az ok-okozati viszonyokat a 7. ábra mutatja be.
 - **Ember** (pl. képzettség, figyelem)
 - **Gép** (pl. berendezéshibák)
 - **Anyag** (pl. alapanyag minősége)
 - **Módszer** (pl. hibás vagy nem követett eljárás)
 - **Mérés / Környezet** (pl. zaj, világítás, hőmérséklet)



7. ábra: Ok–okozati diagram (Ishikawa vagy halszájka - diagram <https://openqass.itstudy.hu/hu/knowledge-repository/pdca-cycle/ishikawa-diagramm.html>)

5 Miért? technika: Egymás után többször teszi fel a "Miért?" kérdést, hogy az alapvető okig jusson.

- Miért állt le a gép? → Túlmelegedett.
- Miért melegedett túl? → Nem működött a hűtőrendszer.
- Miért nem működött? → Eltömődött a szűrő.
- Miért tömődött el? → Késedelmes karbantartás.
- Miért nem történt karbantartás? → Hiányzott az ütemezés.

A **valódi hibaforrás azonosítása** után gyakorlati intézkedéseket határoznak meg **a probléma ismétlődésének megakadályozására**. A problémamegoldás **nem csupán hibaelhárítás**, hanem **fejlesztési lehetőség**, amely támogatja a folyamatos működésjavítást és a szervezeti tanulás mélyítését.

2.11. Az 5N rendszer – a beépített minőség alapelvei

Az 5N rendszer a beépített minőség alapelveit foglalja össze, amelyek a gyártási folyamatokba integrálva biztosítják a minőséget, nem csupán a végtermék ellenőrzésére koncentrálva. Egységes, rendszerezett eszközökkel támogatja a stabil és standardizált működést, erősíti a felelősségvállalást, és javítja a folyamatok átláthatóságát.

HAT ALAPELVÉN KERESZTÜL MŰKÖDIK:

- Minőségellenőrzési eljárások bevezetése,
- Dolgozói képességmátrix kialakítása,
- Rendszeres problémamegoldás és akciótervezés,
- Az 5S feltételeinek biztosítása,
- Standard munka alkalmazása,
- kulcsfontosságú minőségi mutatók követése

AZ 5N „NE ENGEDD TOVÁBB A HIBÁT” SZEMLÉLETE ÖT TILTÁST TARTALMAZ:

- **Ne fogadd el** a hibás alkatrészt,
- **Ne gyárts le** selejtes terméket,
- **Ne lépd túl** a tűréshatárokat,
- **Ne ismételd meg** a hibát,
- **Ne küldd tovább a hibát** a következő folyamatnak.

A rendszert folyamatos auditokkal ellenőrzik, a terület vezetője felel a fenntartásért, és cél, hogy a minőség szokássá váljon a napi munkában.

2.12. Gyors átállás a gyártási folyamatokban (Single Minute Exchange of Die)

A SMED (Single-Minute Exchange of Dies) egy LEAN módszer, amelynek célja a gyártási folyamatok átállási idejének drasztikus csökkentése, hogy a gépek egyik termékről a másikra történő átállása tíz percen belül megtörténjen. Ez a módszer lehetővé teszi a gyors termékváltást, növeli a termelékenységet, csökkenti a készletezési igényt, és javítja a gyártás rugalmasságát (Shingo, 1985).

A SMED ÁTÁLLÁSI IDŐ CSÖKKENTÉSÉNEK FŐ LÉPÉSEI

1. **Az átállási folyamat lépéseinek részletes megfigyelése**, és a belső (gépleálláshoz kötött) és külső (gép működése közben végezhető) tevékenységek elkülönítése.

2. A **belső tevékenységek** lehetőség szerinti **külsővé alakítása** az állásidő csökkentése érdekében.
3. Az állásidőt okozó **felesleges műveletek megszüntetése**.
4. Az új, továbbfejlesztett átállási folyamat dokumentálása és annak folyamatos fejlesztése.

A SMED MÓDSZER ELŐNYEI ÉS EREDMÉNYESSÉGE

- **Gyorsabb átállás**, amely növeli a gyártási kapacitást,
- **Rugalmasabb gyártás**, jobb piaci reakcióidővel,
- **Csökkentett raktárkészlet** és az ezzel járó költségek,
- **Javult minőség** az átállási hibák számának **visszaszorulása** miatt.

A SMED technika alkalmazása szerszámváltásnál, paramétercsere esetén, vagy akár teljes gyártási átálláskor egyaránt hasznos, és fontos része a LEAN szemléletű gyártásfejlesztésnek.

2.13. Korszerű és eredményes karbantartás

A hatékony karbantartás célja a gyártóberendezések megbízhatóságának, rendelkezésre állásának és teljesítményének folyamatos növelése, miközben a karbantartási feladatok végrehajtásába aktívan bevonja a termelési csapat tagjait. Ez elősegíti a gyártási kapacitás folytonosságát, a határidők pontos betartását, valamint a nem tervezett leállások és a raktárkészlet költségeinek csökkentését. Emellett fejleszti az operátorok szakmai képességeit és felelősségvállalását (TPM szemlélet).

- **Független karbantartás:** Az operátorok rendszeresen elvégzik a napi alapvető karbantartási feladatokat, ezzel csökkentve a meghibásodások esélyét a gépeken.
- **Tervezett karbantartás:** A szakképzett karbantartók időszakos, komplex beavatkozásokat hajtanak végre, valamint adatelemzéseket alkalmaznak a meghibásodások előrejelzéséhez.
- **Koncentrált fejlesztés:** Célja a kritikus berendezések kieséseinek minimalizálása a LEAN és TPM eszközök segítségével.

TELJES BERENDEZÉSI HATÉKONYSÁG (OEE)

Az OEE mérőszám a berendezések teljesítményének nyomon követésére és fejlesztésére szolgál. Magában foglalja a **rendelkezésre állást**, a **teljesítményt** és a **minőséget**, így átfogó képet ad a gyártási folyamat hatékonyságáról és potenciális fejlesztési lehetőségeiről.

2.14. Minőség

A 8D módszer fogalma és jelentősége

A 8D módszer egy strukturált, 9 lépéses problémamegoldó folyamat, amelyet súlyos vagy visszatérő problémák kezelésére fejlesztettek ki, és amely támogatja a szervezeti tanulást. A módszer következetes, dokumentált megoldást biztosít, valamint elősegíti a tapasztalatok megosztását az ellátási láncban (Erdei, 2010).

8D ALKALMAZÁSA A GYAKORLATBAN:

- D0: Probléma tüneteinek felismerése, vészintézkedések,
- D1: Csapat és vezető kijelölése,
- D2: Probléma részletes meghatározása,
- D3: Ideiglenes intézkedések bevezetése,
- D4: Kiváltó okok azonosítása,
- D5: Javító intézkedések megtervezése,
- D6: Intézkedések végrehajtása és jóváhagyása,
- D7: Megelőző lépések kialakítása,
- D8: Eredmények bemutatása és elismerés.

Minőségkapu

A minőségkapu a visszatérő minőségi problémák ideiglenes megállítására szolgál, megakadályozva ezzel, hogy hibás termékek tovább haladjanak a gyártás során. Ezáltal csökkenti a gyártási költségeket és az esetleges működési zavart.

A gyártási helyszíneken folyamatos adatértékeléssel azonosítják a kritikus pontokat, ahol speciális ellenőrzéseket vezetnek be. A hibák gyökérokát a 8D módszerrel tárják fel, majd kidolgozzák a végleges megoldásokat. A sikeres beavatkozást követően a minőségkaput eltávolítják, és az így szerzett tapasztalatokat szervezeti tanulásként más területeken is alkalmazzák.

A szakirodalmi áttekintés során bemutattuk a LEAN módszertan fejlődését, alapelveit és alkalmazását a gyártási folyamatok optimalizálásában. A korábbi kutatások rávilágítanak arra, hogy a folyamatos fejlesztési filozófia és a stabil működés elengedhetetlen a hatékony gyártás megvalósításához. Ez az elméleti háttér szolgál alapul a dolgozat következő részében bemutatott gyakorlati kutatási eredményeknek és fejlesztési projekteknek.

3. Anyag és módszer

Az **Electrolux Lehel Kft.** Magyarország és a közép-európai régió kiemelkedő háztartásigépgyártójaként az 1950-es évektől kezdve több évtizeden át meghatározó szerepet töltött be a magyar iparban és exportban. Az 1991-es privatizáció után az Electrolux csoporthoz csatlakozva a vállalat működése fellendült: évente akár hárommillió termék készült Jászberényben, a foglalkoztatottak száma 3000 fölé emelkedett, a magyar hűtőgépgyártás és porszívógyártás zászlóshajójaként vált ismertté a 90-es és 2000-es években. A korszerűsítések, új üzemek (pl. Nyíregyháza) erősítették a globális piaci jelenlétet.

Azonban a 2010-es évektől kezdődően azonban – nemzetközi piaci átrendeződés, növekvő költségek és fogyasztói igényváltozások miatt – fokozatos leépítések indultak el: a jászberényi üzemegységek jelentős részét, köztük a porszívó- és szabadon álló hűtőszekrény-gyártást is bezárták, illetve kiszervezték. Napjainkra már csak egyetlen – jelentősen kisebb kapacitású – gyártóüzem maradt Jászberényben, ahol két szerelősor található. Ezek közül a jelen dolgozatban vizsgált fejlesztési koncepció kizárólag a beépíthető hűtőszekrényeket gyártó sorra terjed ki; a másik, a szabadon álló hűtőszekrényeket gyártó szerelősor változatlan maradt.

Az Electrolux Lehel Kft. **jelenlegi stratégiai célja** a megmaradt kapacitások hosszú távú fenntarthatósága, versenyképességének növelése, valamint **innovatív, minőségi háztartási készülékek előállítására LEAN-alapelvek** szerint. A beavatkozás elsősorban a vizsgált beépíthető **hűtőszekrénygyártó szerelősor** üzemterületének **racionalizálására, a folyamatok optimalizálására, a technológiai és munkavédelmi fejlesztésekre** terjedt ki – válaszul a növekvő piaci nyomásra, a bér- és energiaárak növekedésére, illetve az elmaradt automatizáció pótlására. Ez a célzott, szerelősor-szintű fejlesztés alapvetően szükséges ahhoz, hogy a jelenlegi szűkített gyártási környezetben a vállalat képes legyen fenntartható, piacképes módon működni, miközben egyúttal megfelel a nemzetközi minőségi elvárásoknak is.

A fejlesztések indokoltságát tovább növeli, hogy az Electrolux elkötelezett az Ipar 4.0, az automatizáció és a fenntartható, környezetbarát technológiák bevezetése mellett, amelyek elengedhetetlenek ahhoz, hogy a nemzetközi versenyben meg tudja őrizni vezető szerepét. Az **átszervezések, termelés-áthelyezések és technológiai modernizáció célja, hogy fokozza a hatékonyságot, csökkentse a költségeket, illetve megőrizze a munkahelyeket a jövőben is.** Az aktuális problémák, mint például az exportértékesítés folyamatos csökkenése és a piaci igények átalakulása, mind egyértelműen indokolják a fejlesztések szükségességét.

Az Electrolux Lehel Kft. múltbéli sikerei és jelenlegi kihívásai egyértelművé teszik a folyamatos fejlesztés és optimalizáció szükségességét a gyártási folyamatokban. Ezen motivációk alapján kerültek kiválasztásra és kidolgozásra a vizsgálatban alkalmazott módszerek, melyek részletes bemutatása a következő szakaszban történik.

3.1 Fejlesztési motiváció

A jelen dolgozatban a LEAN szemlélet gyakorlati alkalmazását vizsgáltuk az Electrolux Lehel Kft. kompresszoros beépíthető hűtőkészülék szerelősorán. Az alkalmazott módszerek kidolgozottsága biztosítja a vizsgálat megbízhatóságát és megismételhetőségét.

A projekt gyakorlati háttérét az Electrolux Lehel Kft. biztosítja, amely a nemzetközi Electrolux-csoport részeként piacvezető szerepet tölt be a háztartási hűtőgépek és fagyasztók gyártásában. A vállalat egységes és fenntartható stratégiát követ, amely négy meghatározó értéken alapul:

ALAPVETŐ ÉRTÉKEINK



TOGETHER WE BUILD OUR FUTURE

We win as a team.
We are ONE Dometic.
We inspire personal growth through a positive feedback culture.



WE EMBRACE CHANGE

We are curious, collaborative and consumer-driven.
We fail forward and learn quickly.
We innovate and improve.



WE PLAY TO WIN

We are passionate and competitive.
We aim for excellence.
We have fun delivering results.



WE WALK THE TALK

We do what we say.
We do the right thing.
We care about our people and our planet.

8. ábra: A Electrolux Lehel Kft. alapértékei (<https://www.electrolux.hu/>)

- „EGYÜTT ÉPÍTJÜK A JÖVŐNKET”
 - Csapatként nyerünk
 - Együtt alkotjuk a Electrolux Lehel Kft.-et
 - A pozitív visszajelzések kultúráján keresztül inspiráljuk a személyes fejlődést

- **„NYITOTTAK VAGYUNK A VÁLTOZÁSRA”**
 - Kíváncsiak, együttműködők és fogyasztóközpontúak vagyunk
 - Hibázunk, tanulunk belőle és gyorsan fejlődünk
 - Innoválunk és folyamatosan javulunk
- **„GYŐZNI AKARUNK”**
 - Szenvédélyesen és versenyszellemben dolgozunk
 - A kiválóságra törekszünk
 - Élvezzük az eredmények elérését
- **„TETTEKKEL IS PÉLDÁT MUTATUNK”**
 - Azt tesszük, amit mondunk
 - Helyesen cselekszünk
 - Törődünk az embereinkkel és a bolygónkkal

E négy alapértéket három irányelv egészíti ki, amelyek révén a LEAN filozófiai alapelvek mélyebben beágyazódnak a termelési és gyártási gyakorlatba.

Az Electrolux Lehel Kft. globális hálózata 25 gyártóbázisból áll, és termékei mintegy 90 országban érhetőek el. Stratégiai célként fogalmazta meg a fenntartható, energiahatékony háztartási készülékek piaci pozíciójának erősítését, továbbá vezető szerepre törekszik a körkörös gazdasági modellek alkalmazásában.

Ennek érdekében a vállalat nagy hangsúlyt fektet az **innovációra** és a **költséghatékonyságra**, hogy **versenyképes** és **vásárlóközpontú** megoldásokat kínálhasson nemzetközi ügyfélkörének.

A vállalat kommunikációs megjelenését 9. **ábra** illusztrálja.



9. ábra: A Electrolux Lehel Kft. reklám – életmód népszerűsítése (<https://www.electrolux.hu/>)

Folyamatfejlesztés – rendszeres és tudatos munka

A **gyártási folyamatok folyamatos fejlesztése** kulcsfontosságú eleme az Electrolux Lehel Kft. stratégiai tervének; a folyamatfejlesztés **nem alkalmyszerű**, hanem **rendszeres és tartós tevékenység**, amely a **hatékonyságot és a fenntarthatóságot** folyamatosan növeli.

A fejlesztés soha nem áll meg: az üzemi irányítás minden láncszemére kiterjedő folyamat, így a vállalat képes rugalmasan reagálni a változó piaci igényekre, miközben a költséghatékonyságot is biztosítja. E stratégia három kulcsterület köré szerveződik:

- **Folyamatosság és rugalmasság:** Ide tartoznak azok a módszerek és technikai eszközök, amelyek gyors és hatékony válaszokat adnak a piaci kihívásokra. A gyártási folyamat képes skálázódni, rugalmasan alkalmazkodni a termék- és mennyiségi változásokhoz, ezzel garantálva az üzemi stabilitást.
- **Elemző felmérés:** Az analitikus döntéstámogatás, a fejlesztési lehetőségek releváns azonosítása, rangsorolása és rendszerezése elengedhetetlen. Az elemzések támogatják a megalapozott döntéshozatalt és konkrét fejlesztési irányok kijelölését.
- **Minőség:** A minőségmenedzsment egyszerre biztosítja a belső gyártási stabilitást és a vevői elvárások teljesítését. A minőségi eszközök célja, hogy a termékek minden szinten megfeleljenek a legmagasabb piaci elvárásoknak, minimalizálva a selejt-arányt, növelve az ügyfél-elégedettséget.

Az Electrolux Lehel Kft. jövőorientált céljai és értékei alapján határoztuk meg az alkalmazott adatgyűjtési és mérési módszertant, melynek alkalmazása lehetővé teszi a gyártási folyamat alapos megismerését és a fejlesztési lehetőségek azonosítását.

3.2. Adatgyűjtési módszere

A vizsgálat során több módszert egyidejűleg alkalmaztunk, hogy átfogó és megbízható képet kapjunk az Electrolux Lehel Kft. beépíthető hűtőszekrényeket gyártó szerelősorának működéséről. Az adatgyűjtési módszereink célja volt, hogy feltárjuk a termelési folyamatok hatékonyságát, az esetleges szűk keresztmetszeteket és a fejlesztési lehetőségeket.

Főbb alkalmazott módszerek:

- **Értékáram-elemzés (Value Stream Mapping, VSM):** A teljes gyártási folyamat, az **anyag- és információáramlás**, valamint az **időráfordítások** részletes **térképezése** helyszíni megfigyelésekkel és dokumentálással.
- **Időmérés:** Stopperóra segítségével mértük az **egyes munkafázisok időigényét**, hogy pontosan meg tudjuk határozni a munkaidőráfordításokat és az esetleges várakozási időket.
- **Munkakörnyezet-analízis: 5S auditokat, Gemba-sétákat,** fotódokumentációkat és dolgozói interjúkat alkalmaztunk a munkakörnyezet ergonómiájának, rendezettségének és biztonságának felmérésére.
- **Adatgyűjtés vállalati rendszerekből:** A MES és ERP rendszerekből származó gyártási, **minőségi és logisztikai adatokat elemeztük**, kiegészítve manuális naplóbejegyzésekkel.
- **Dolgozói bevonás:** Strukturált interjúk és kérdőívek segítségével **bevontuk a gyártósori munkatársakat** a szűk keresztmetszetek és a **fejlesztési javaslatok** azonosításába.

Ezen módszerek kombinációja lehetővé tette a gyártási folyamat különböző aspektusainak részletes, adat-alapú feltárását, megteremtve ezzel a fejlesztési beavatkozások megalapozottságát és a későbbi eredmények pontos értékelését is.

A KPI-k alkalmazása a gyakorlatban

A kulcsfontosságú teljesítménymutatók (KPI-k) gyűjtése és elemzése alapvető része volt az adatgyűjtési folyamatnak az Electrolux Lehel Kft. beépíthető hűtőszekrényeket gyártó szerelősorán. Ezek a mutatók lehetővé tették a gyártósor állapotának folyamatos nyomon követését, a problémás területek gyors felismerését és a fejlesztési erőforrások hatékony allokálását.

Kategória	KPI	Rövidítés	Mit mér?	Mértékegység	Célérték
Biztonság	Balesetek számának aránya	TCIR	Biztonság	Jelentésköteles balesetek/100 dolgozóra/1 évre	Nulla
Költség	Dolgozói produktivitás	LP	Produktivitás	Termék (db)/munkaóra	A lehető legmagasabb
Minőség	Nem megfelelő első alkalomra	NRFT	Gyártás minősége	Hibák száma a termelésben, 1millió db-ra vetítve	Nulla
Minőség	Szerviz hívásgyakorisága	SCR	Termékminőség	A vevő által hibásnak ítélt termékek száma a piacon %-ban	Nulla
Szállítás	Szállítási terv elérése	DSA	Gyártás kiszállítása	Időben kiszállított termékek %-a	100%
Költség	WIP raktározási napok és készletek	SDWS	Gyártási készletek	Készletek mennyisége napokban kifejezve	A lehető legalacsonyabb
Költség	Késztermékek raktározási napjai	SDFG	Raktárkészletek	Készletek mennyisége napokban kifejezve	A lehető legalacsonyabb
Költség	Összesített gép hatékonyság	OEE	Berendezések hatékonysága	Az idő hány %-ban működőképes a berendezés	100%
Költség	Megszakításmentes teljesítmény	DFP	Gyártás hatékonysága	Gyártásidő megszakításmentes %-a	100%

10. ábra: A Electrolux Lehel Kft. teljesítmény mutatók (<https://www.electrolux.hu/>)

A cég KPI-rendszere a stratégiai prioritásokra alapozva négy fő területre fókuszál:

- **Biztonság:** például a **balesetek száma** és a Safety Gemba mutatók,
- **Minőség:** **selejtarány, újramegmunkálások** aránya,
- **Szállítás:** a **vevői rendelések határidőre** történő teljesítése,
- **Költség:** az egységköltség és az erőforrás-felhasználás hatékonysága.

A méréseket rendszeresen végeztük, és ezeknek az adatoknak az elemzése szolgált alapul a fejlesztési javaslatok kidolgozásához és a gyártási folyamat stabilizálásához.

A KPI-ok lehetővé tették a szerelősor folyamatos monitorozását, a problémás pontok gyors felismerését és az erőforrások célzott, hatékony elosztását a fejlesztési területeken.

Az alkalmazott adatgyűjtési és teljesítménymérési módszerek segítségével megalapozott információkhoz jutottunk a gyártási folyamatokról, amelyek lehetővé tették a részletes elemzést és értékelést. A következő szakaszban az adatok feldolgozásával és a fejlesztési javaslatok kidolgozásával foglalkozunk.

3.3. Adatfeldolgozás, értékelés és javaslat

Az értékes adatgyűjtési folyamat után a begyűjtött adatokat több módszerrel elemeztük annak érdekében, hogy feltárjuk a szerelősor hatékonyságát befolyásoló tényezőket és megfogalmazhassuk a fejlesztési javaslatokat.

- **Vizuális menedzsment eszközök:** Spaghetti-diagramokat, Pareto-táblákat és részletes folyamatábrákat alkalmaztunk a veszteségek és a szűk keresztmetszetek gyors beazonosítására. Ezek az eszközök egyszerűsítették a problémák feltárását, és segítették a csapatot a célzott beavatkozások megtervezésében.
- **5S audit pontozás:** Ezt a rendszert alkalmaztuk arra, hogy objektíven értékeljük a munkahelyi rendet, tisztaságot, és a munkavédelmi előírások betartását. Az audit lehetővé tette a gyenge pontok precíz azonosítását, és hozzájárult a szervezettség javításához.
- **Kaizen workshopok:** A gyártósori dolgozók aktív közreműködésével tartottunk rendszeres problémamegoldó megbeszéléseket, ahol közösen kerestünk megoldásokat és fogalmaztunk meg fejlesztési javaslatokat a folyamatos fejlődés támogatására.

- **Hatásvizsgálat:** A beavatkozások eredményességét előtte-utána mérésekkel vizsgáltuk, különösen a hatékonyság és minőség kulcsmutatói alapján, hogy megértsük, mely fejlesztések hozták a várt eredményeket.

A **beavatkozások hatékonyságát előtte-utána mérésekkel vizsgáltuk**, különösen a hatékonyság és minőség kulcsmutatói alapján, hogy megértsük, mely fejlesztések hozták a kívánt eredményeket.

Ezek a megközelítések azt eredményezték, hogy az adatfeldolgozás nem pusztán statisztikai tevékenység volt, hanem gyakorlati eszköz a folyamatos gyártásfejlesztés támogatására. A módszerek részletes dokumentálása pedig biztosítja a későbbi megismételhetőséget és az adaptálhatóságot más gyártási környezetekben is.

Az elemzések eredményei alapján olyan fejlesztési javaslatokat fogalmaztunk meg, amelyek a folyamatok hatékonyságát növelik és a veszteségeket minimalizálják. E javaslatok megvalósítását támogató konkrét folyamatmenedzsment és fejlesztési módszerek részletezése következik.

3.4. Rugalmas és fenntartható folyamatmenedzsment

A következő fejezet a folyamatmenedzsment gyakorlati eszközeit és módszereit mutatja be, amelyekkel a gyártási folyamatok rugalmasan, fenntarthatóan és hatékonyan működtethetők. Ezek alapját képezik a vizsgált szerelősoron végrehajtott fejlesztéseknek.

A folyamatmenedzsment ezen szakasza arra fókuszál, hogyan lehet alkalmazkodni a változó piaci környezethez és fenntartani a hatékony termelést az Electrolux Lehel Kft. szerelősorán. A rugalmas gyártási modell lehetővé teszi a gyors reagálást a vevői igények változásaira, miközben a fenntarthatóságot és a folyamatos fejlesztést is biztosítja.

A rugalmas és fenntartható folyamatmenedzsment fő elemei:

- **Gyártási kapacitás optimalizálása a kereslethez igazodva**, kihasználva a termelési erőforrások rugalmasságát,
- **A belső folyamatok standardizálása és optimalizálása**, hogy bármilyen beavatkozás gyorsan és hatékonyan végrehajtható legyen,
- A munkarend és **munkaszervezés folyamatos fejlesztése a veszteségek minimalizálása érdekében**,

- A munkavállalók aktív bevonása a folyamatfejlesztésbe, amely elősegíti az innováció és a hatékonyság növelését.

Ez a szakasz a következő fejezetekben bemutatott konkrét, három hónapos fejlesztési ciklus alapjául szolgál, amely során a gyártási sor kapacitáskiegyenlítésétől az alapanyag-felhasználás optimalizálásáig terjedő megoldásokat vezetünk be.

Kapacitáskiegyenlítés a gyártási soron

A kapacitáskiegyenlítés a gyártósoron az a módszertan, amely segítségével a munkafolyamatok egyenletes elosztását érjük el. Ez a kiegyenlítés a gyártási ciklusidők és a vevői kereslet összehangolására irányul, biztosítva, hogy a termelés folyamatosan teljesítse a vásárlók elvárásait.

A kapacitáskiegyenlítés legfontosabb előnyei:

- Biztosítja a vevői rendelések időben történő teljesítését,
- Javítja a termelékenységet,
- Csökkenti a túltermelésből adódó kockázatokat,
- Hatékonyabbá teszi az összeszerelési folyamatokat,
- Elősegíti az egyenletes munkamegosztást a dolgozók között.

A megvalósítás első lépése az ütemidő (takt time) kiszámítása, amely meghatározza, milyen gyakran kell elkészülni egy-egy termékkel a kereslet kielégítése érdekében. Ezután a munkamennyiséget sávdiaagramon ábrázoljuk, feltérképezve a túlterhelést és a kapacitásfelesleget. Az így kapott adatok alapján a munkafeladatokat újraosztjuk, hogy optimális terhelésű és kiegyensúlyozott legyen a munkafolyamat.

Támogató kulcsszámítások:

- **Sorhatékonyság (Line Efficiency):** A tényleges munkaterhelés aránya az ütemidőhöz viszonyítva.
- **Sorkiegyenlítési arány (Line Balance Ratio):** Az egyes munkafázisok munkamegosztásának kiegyensúlyozottságát jelzi.
- **Optimális létszám (Optimum Manning):** A céltermelés teljesítéséhez szükséges ideális munkaerő-szám.

Ezen lépések során fontos szempont a 7 veszteség forrásának (muda) kiküszöbölése, hogy a munkafolyamat kizárólag az értékteremtő tevékenységekre fókuszáljon. Ezáltal alakulhat ki olyan hatékony munkarend, amely egyszerre felel meg a vevői igényeknek és optimalizálja a belső folyamatokat. (Morvai, 2010)

3.5. Alapanyag-felhasználás optimalizálása

Az alapanyag-felhasználás optimalizálása kulcsfontosságú tényező a gyártás hatékonyságának növelésében és a költségek csökkentésében az Electrolux Lehel Kft. szerelősorán. Az ellátási lánc hatékony működése alapozza meg a zökkenőmentes termelést, ezért kiemelten fontos, hogy az alapanyagok és alkatrészek a megfelelő helyen, időben és mennyiségben álljanak rendelkezésre. (Womack, 1996)

Az anyagmenedzsment elsődleges célja, hogy a gyártási igényeknek megfelelően folyamatosan és pontosan beszerezzük az alapanyagokat, miközben minimalizáljuk a készletben tartott raktárkészleteket, csökkentve ezzel a készlettartási költségeket és a felhalmozódó készletek kockázatát.

A raktározási folyamat során az anyagokat úgy helyezük el, hogy azok könnyen hozzáférhetőek legyenek, és minimalizáljuk az operátorok mozgásából eredő idővesztéséget. Az inventory management rendszer és a fizikai készletek összhangját ciklusszámlálásokkal ellenőrizzük, az eltérések feltárásával és korrigálásával pedig javítjuk a készletadatokat pontosságát.

Az alapanyag-kezelési rendszerek működésének javítása közvetlen hatással van a gyártási folyamat megbízhatóságára és a pénzügyi tervezés pontosságára is. Ezáltal növelhető a termelékenység, csökkenthető a felesleges készlet, és javul a vállalat versenyképessége.

Az alapanyag-felhasználás optimalizálásának fő lépései közé tartozik:

- Az anyagáramlás zavarmentesítése és szabványosítása,
- Az anyagmozgatási és tárolási folyamatok racionalizálása,
- Az információáramlás javítása a raktár és a gyártási terület között,
- Az elsőbbségi újratöltési rendszer kialakítása az elengedhetetlen alapanyagok biztosítására,

- A targoncahasználat minimalizálása, amely biztonságosabb és hatékonyabb munkavégzést eredményez.

Ezek az intézkedések együtt hozzájárultak a LEAN szemléletű gyártási folyamathoz az Electrolux szerelősorán, támogatva a gyártási hatékonyság fenntartását és fejlesztését.

3.6. Adataalapú folyamatértékelés

A szerelősor folyamatainak átfogó értékeléséhez az értékáram-elemzés (Value Stream Mapping, VSM) módszerét alkalmaztuk, amely lehetővé teszi az anyag- és információáramlás teljes körű feltérképezését a rendeléstől a késztermék kiszállításáig. A folyamat feltérképezése során részletesen dokumentáltuk az értékteremtő tevékenységeket, valamint elkülönítettük azokat a lépéseket, amelyek nem járulnak hozzá a vevői igények kielégítéséhez, vagyis veszteségeket okoznak.

A felmérés célja az átfutási idők csökkentése volt, hogy a termelési ciklus gyorsabb és hatékonyabb legyen, valamint a vállalat hamarabb reagálhasson a piaci változásokra. A fejlesztési lehetőségek feltárása után rangsoroltuk azokat a hatékonyság javítása érdekében.

Az értékáram-elemzés legfontosabb szakaszai:

- A **jelenlegi állapot értékáram-térképének elkészítése**, amely magában foglalja a vásárlói és beszállítói adatokat, valamint az anyag- és információáramlást.
- **Adatgyűjtés és elemzés** teljesítménymutatók alapján, például az átfutási idők és a folyamatban lévő anyagok mennyisége szerint.
- A **fejlesztési lehetőségek feltárása** és azok rangsorolása a hatékonyság javítása érdekében.
- Az **ideális értékáram kialakítása** célul kitűzve egy optimalizált, hatékonyabb gyártási folyamat megtervezése.
- A **bevezetési terv összeállítása**, amely részletezi a szükséges lépéseket a változások sikeres megvalósításához.

E műveletek szisztematikus alkalmazása támogatja a folyamatok folyamatos fejlesztését és elősegíti a LEAN szemlélet beépülését a gyártási folyamatokba, növelve ezáltal a termelékenységét és az ügyfélelégedettséget (Rother, 1999).

Folyamatfeltérképezés

A folyamatfeltérképezés során a vizsgált szerelősoron a gyártási folyamatot jól definiált, kisebb lépésekre bontottuk. Minden tevékenységet és műveletet részletesen dokumentáltunk annak érdekében, hogy feltárjuk a fejlesztési lehetőségeket, az esetleges veszteségeket, csökkentjük az átfutási időt, és növeljük a gyártás hatékonyságát.

Az alkalmazott térképezési módszer révén könnyen értelmezhető és áttekinthető vizuális képet kaptunk a szerelősor folyamatairól, amely lehetővé tette a fejlesztési irányok meghatározását és rangsorolását.

A folyamatok értékelésekor elkülönítettük az értékteremtő és nem értékteremtő lépéseket, továbbá azonosítottuk azokat a pontokat, ahol az anyag- és információáramlás javítható.

Gyakorlati szinten a térképezéshez a munkadarabok nyomon követését, valamint az összeszerelési ciklus lépéseinek és megtett útjának időtartamát használtuk. Az egyes lépéseket kategorizáltuk művelet, ellenőrzés, szállítás, sorközi készlet és raktározás szerint.

A folyamatlépéseket a projektcsapat értékteremtő, nem értékteremtő vagy veszteségkategóriákba sorolta. A nem értékteremtő elemek minimalizálásával olyan áramlási struktúrát alakítottunk ki, amely elősegíti a termék folyamatos és zökkenőmentes haladását a szerelősoron.

Ez a módszer nem csak a jelenlegi állapot részletes bemutatását teszi lehetővé, hanem megalapozza a hatékony fejlesztéseket és támogatja a vállalat folyamatos LEAN szemléletű fejlődését.

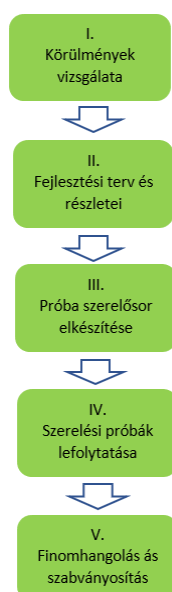
4. Önálló munka: a három hónapos projekt végrehajtásának elemző vizsgálata

A dolgozat következő részében a magyarországi Electrolux Lehel Kft. szerelősorának optimalizálására irányuló **fejlesztési projekt** adatait és saját mérési eredményeit vizsgáljuk.

A globális gyártási kultúra összehangolása érdekében a magyarországi Electrolux Lehel Kft. szerelősorán pilot fejlesztési projektet valósítottunk meg. Ennek középpontjában a beépíthető kompresszoros hűtőszekrényeket előállító gyártósor LEAN alapelvek mentén történő átalakítása állt, amit konkrét helyszíni fejlesztési lépésekkel, mérésekkel és auditokkal támogattunk.

A projekt **elsődleges célja** olyan gyakorlati megoldás kidolgozása és tesztelése volt, amely lehetővé teszi a LEAN szemlélet mélyebb integrációját a termelési folyamatokba, s így később más gyár- vagy üzemegységek számára is adaptálhatóvá válik. A vállalat elkötelezettségét jól mutatja, hogy rendszeres workshopokat szervez, amelyeken havonta 1–2 hétig minden gyártási területről és szintről dolgozók aktívan részt vesznek a fejlesztési tevékenységekben. A cél nem csupán LEAN eszközök bevezetése, hanem a folyamatos fejlődés vállalati kultúrájának megerősítése és beépítése a mindennapi működésbe.

A projekt főbb lépéseit a 11. ábra szemlélteti, amely vizuálisan is bemutatja a fejlesztési szakaszok sorrendjét, az átalakítás konkrét mozzanatait és a bevezetés eredményeit.



11. ábra: A kompresszoros hűtőkészülék szerelősor fejlesztési lépései (saját szerkesztés)

4.1. Kompresszoros beépíthető hűtők szerelősorának fejlesztése

A fejlesztési projekt bevezetőjében részletes helyzetfeltárás világította meg, hogy a gyártási hatékonyság növelésének forrása főként a szerelősoron alkalmazott elavult koncepción, a technikai infrastruktúra öregedésén és a logisztikai rendszer szűk keresztmetszetein múlt. A szerelősor túlnyomó többsége még mindig a tíz évvel korábbi konstrukciókra épült, amikor a jászberényi üzemben más gyártmánystruktúrára volt szükség. Emiatt a teljes architektúra újragondolása elkerülhetetlenné vált. A projekt során végig hangsúlyt kapott a működőképesség fenntartása, az ütemezhető átmenet biztosítása és a minden bevezetett változtatás hatásának előzetes elemzése.

A fő fejlesztési célkitűzések:

- **LEAN folyamatoptimalizálás:** új sorfeltöltési stratégia bevezetése, „dual-bin” rendszer kialakítása és a logisztikai folyamatok modernizálása.
- **Gyártási kapacitás növelése:** a kibocsátás legalább 20%-os bővítése műszakonként.
- **Erőforrás-racionalizálás:** az élőmunka-hatékonyság növelése (létszámcsökkentés a termelés szinten tartása mellett).
- **„One-Piece-Flow” bevezetése:** folyamatos termékáramlás és soron belüli áteresztőképesség fejlesztése.
- **5S rendszer fejlesztése:** auditbesorolási szint növelése 2-ről legalább 4-re a rend és tisztaság fenntartásával.

A „söprés és tisztítás” folyamat auditálása és layout-módosítás, amely a sor csomagolási terület mellé helyezését is célozta. Amelyet a 12. ábra szemléltet.

A fejlesztési menetrend, az elért eredmények és az értékelés alapjául szolgáló mérnökségi elemzések részleteit az 1. sz. melléklet és a későbbi alfejezetek tárgyalják. A kiinduló állapot pontos mérése és dokumentálása alapozta meg a későbbi elemzéseket – ennek összefoglalását a következő alfejezet mutatja be.



12. ábra A „söprés és tisztítás” folyamata a Electrolux Lehel Kft.-nél (saját fotó)

A projekt 2025. február 10. és május 10. között zajlott, a részletes végrehajtási ütemezést az 1. sz. melléklet tartalmazza. Az ütemezés során minden lépés sorrendjének és megvalósíthatóságának biztosítása céljából kiemelt figyelmet fordítottunk a mérhető és fenntartható eredmények elérésére.

A fejlesztés első fázisa a kiinduló állapot pontos felmérésével és dokumentálásával vette kezdetét, amely a későbbi összehasonlító elemzések és fejlesztési irányok kijelölésének alapjául szolgált.

A jelen fejezetben áttekintettük a kompresszoros beépíthető hűtők szerelősorának fejlesztési projektjének háttérét és fő célkitűzéseit. Megállapítottuk, hogy a meglévő technológiai infrastruktúra és szerelési koncepció elavultsága jelentős kihívásokat okoz a hatékony termelés fenntartásában, amelyeket lépésről lépésre kívánunk megoldani. A továbbiakban a projekt kiinduló állapotának részletes mérését és elemzését mutatjuk be, amelyek alapját képezik a sikeres folyamatos fejlesztésnek és optimalizációnak.

4.2. Kiinduló állapot felmérése és dokumentálása

fejlesztési program első teendője az összeszerelési folyamatok tényleges működésének részletes feltérképezése volt. Az összeszerelési lépéseket elemi részműveletekre bontottuk, minden munkapozícióhoz hozzárendeltük a végrehajtási időt és azokat három kategóriába soroltuk: értékteremtő, nem értékteremtő, de szükséges, illetve veszteséget jelentő tevékenységek. Az adatgyűjtés kombinált módon – valós idejű helyszíni megfigyeléssel és videofelvételek elemzésével – történt, hogy minden mérés pontos és objektív legyen.

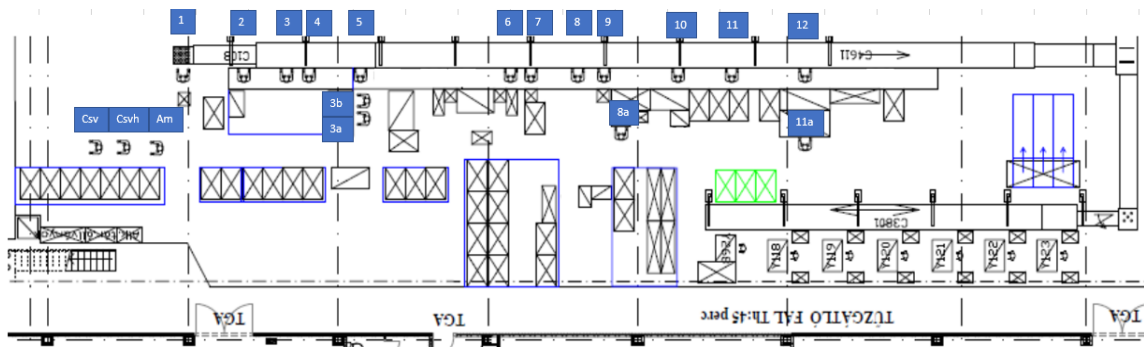
Ezeket **három fő kategóriába** soroltuk:

- Értékteremtő tevékenységek,
- Nem értékteremtő, de elkerülhetetlen (szükséges) műveletek, valamint
- Veszteséget jelentő tevékenységek.

A méréseket minden pozícióra többször elvégeztük, és átlagértékeket használtunk a további elemzésekhez. Az adatgyűjtés két alapvető módszert követte:

- helyszíni, valós idejű megfigyelés – külön figyelmet fordítva a részműveleti idők pontos mérésére,
- videóalapú elemzés – minden pozíciónál részletes videófelvétel készült az utólagos validálás és mérési hibák korrekciója érdekében.

A gyártási elrendezés teljeskörű áttekintése is megtörtént, hogy pontosan nyomon kövessük, mely állomásokon zajlik a beépíthető hűtőszekrények szerelése. Az alapmodellhez jelenleg 12 fő szükséges, de típustól függően ez 13 vagy akár 14 főre nőhet; ezeket a különbségeket és azok optimalizálási jelentőségét a későbbi fejlesztési lépések során külön hangsúlyoztuk.

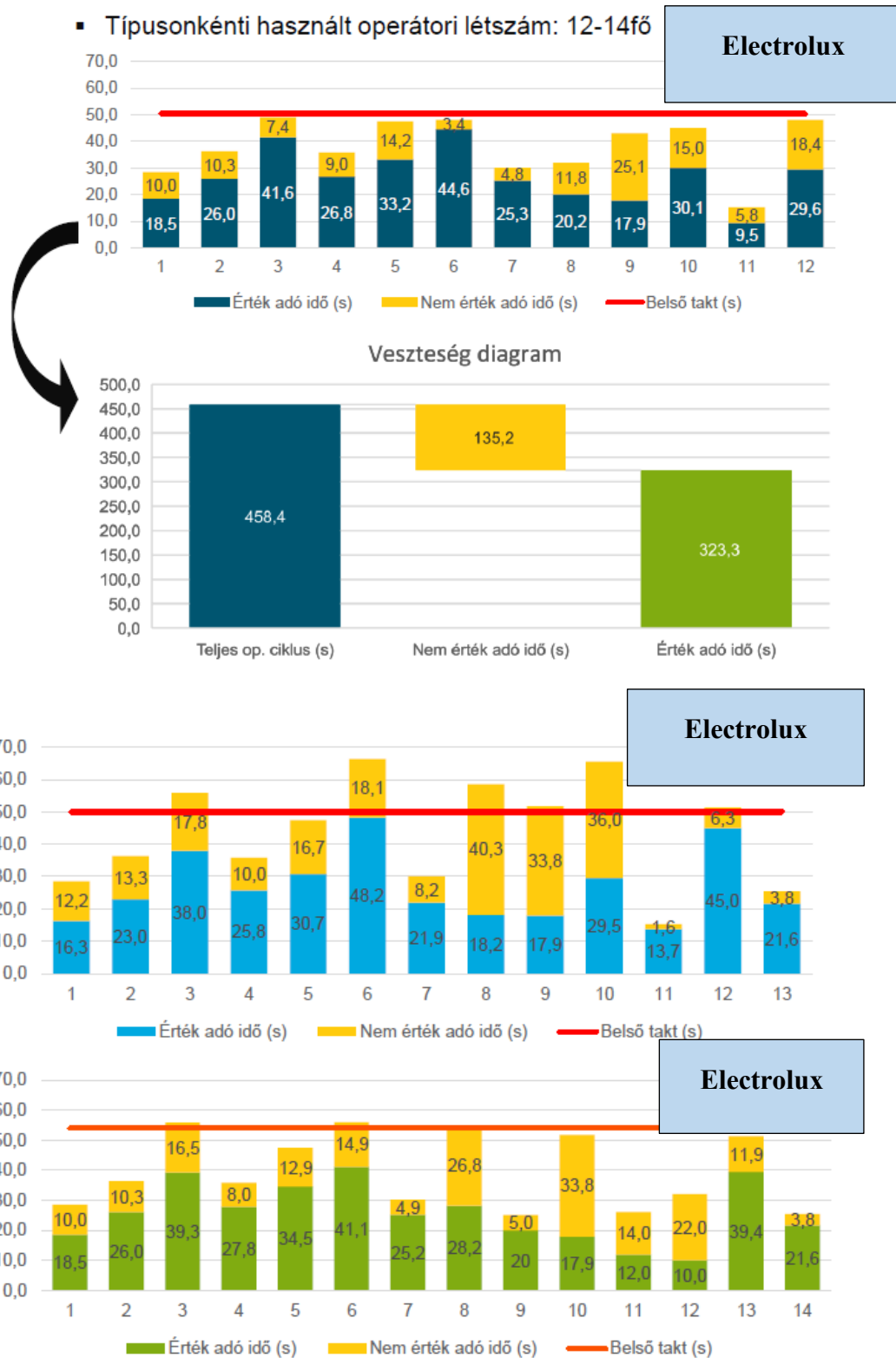


13. ábra: A beépíthető hűtőszekrény szerelősor kiinduló elrendezése (saját szerkesztés)

A részletes ciklusidő-mérési eredményeket a 18. 19. és 20. ábrák, a szerelősor kiinduló elrendezését pedig a 13. ábra szemlélteti. Ezek az ábrák jól mutatják, hogyan oszlik meg az egyes pozíciók munkaterhe és milyen mértékűek a különböző típusú veszteségek.

Az elemzésből kitűnik, hogy egyes pozíciókban jelentős túlterheltség, más állomásokon pedig alulhasznosítottság tapasztalható, amely kiegyenlítetlen munkamegosztást eredményez. Ezért a projekt következő fázisában elvégezzük a feladatok finomhangolt újraosztását (line balancing), hogy a szükséges létszám csökkenjen, és az elvárt teljesítmény tartósan fenntartható legyen.

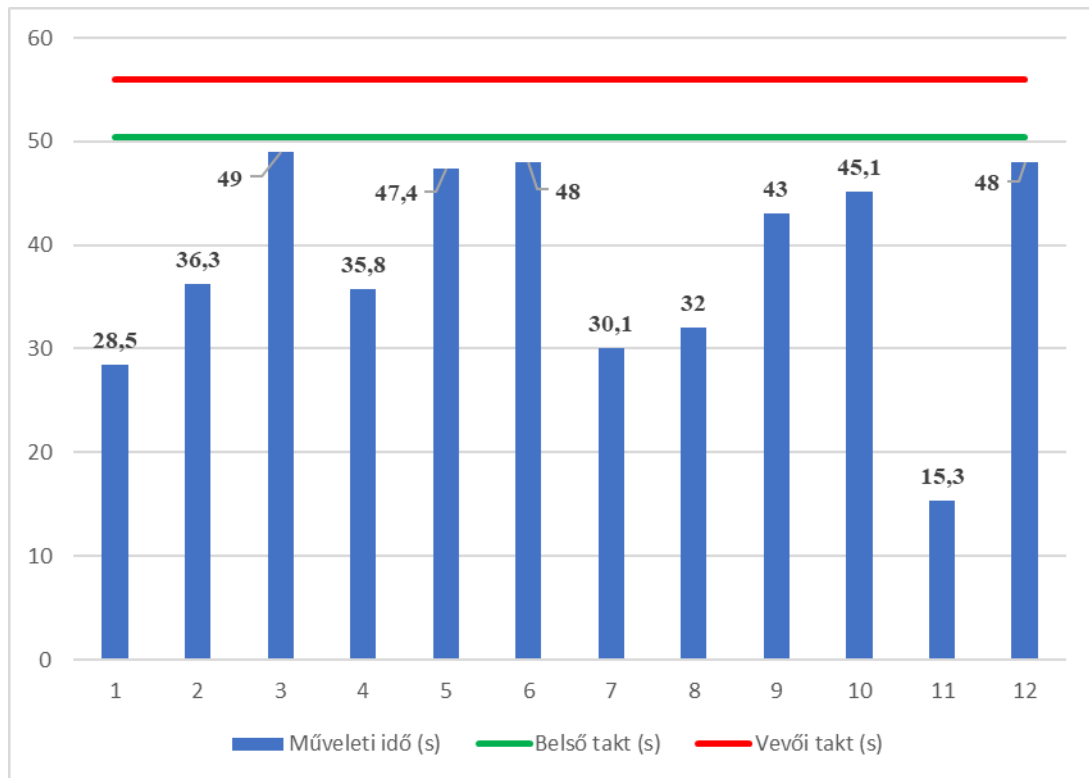
- Típusonként változó szalag ciklusidő: 40-48s áll, 6s mozog
- Típusonkénti használt operátori létszám: 12-14fő



14. ábra: Sor kiegyenlítés modellenként – kiinduló állapot szerint (saját szerkesztés)

A mérési eredmények grafikus ábrázolása hatékonyan szemlélteti a szerelési pozíciók terheltségét és a kiegyensúlyozatlan munkamegosztást. Az ilyen diagramok lehetővé teszik,

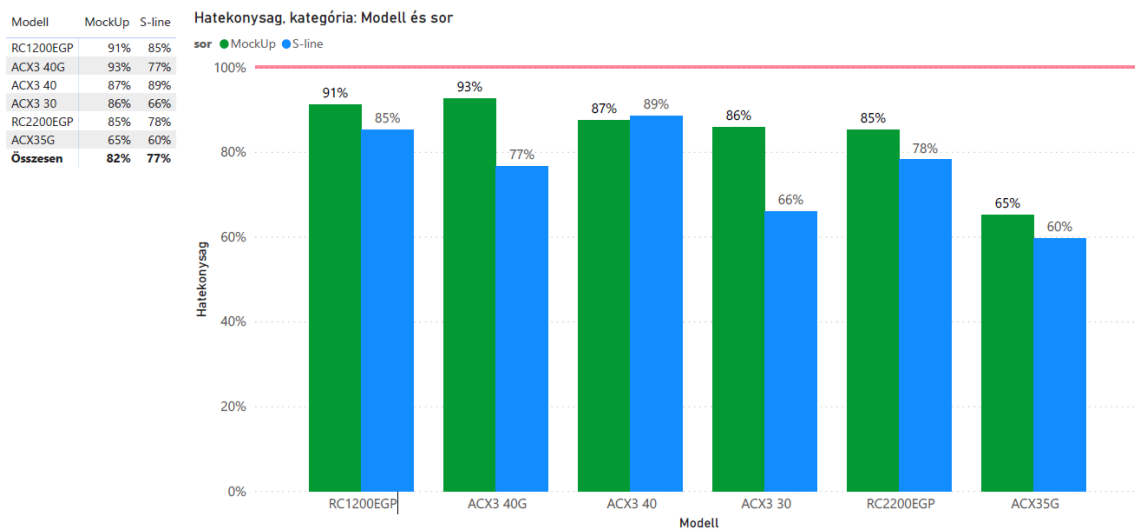
hogyan azonosítsuk a legnagyobb munkaterheléssel bíró munkaállomásokat, valamint feltárjuk azokat a pontokat, ahol kapacitástartalék rejlik. Ez az átláthatóság elengedhetetlen a folyamat kiegyensúlyozásához, továbbá iránymutatást ad a lehetséges fejlesztésekhez. (15. ábra)



15. ábra: Műveleti idő (alapmodell 12 fő) (saját szerkesztés)

A soron történő gyártás során a **folyamatoptimalizálást** támogató „Mock-up” szerelősor alakítottunk ki. Ez lehetővé tette a gyártási lépések modellezését, különféle beállítások kipróbálását és tesztelését – mindezt a hibák minimalizálásának, az összeszerelés racionalizálásának, valamint a hatékonyság fokozásának szándékával. Az átállás ideje alatt a régi „S-line” gyártósor is működött, biztosítva a vevői igények folyamatos kielégítését.

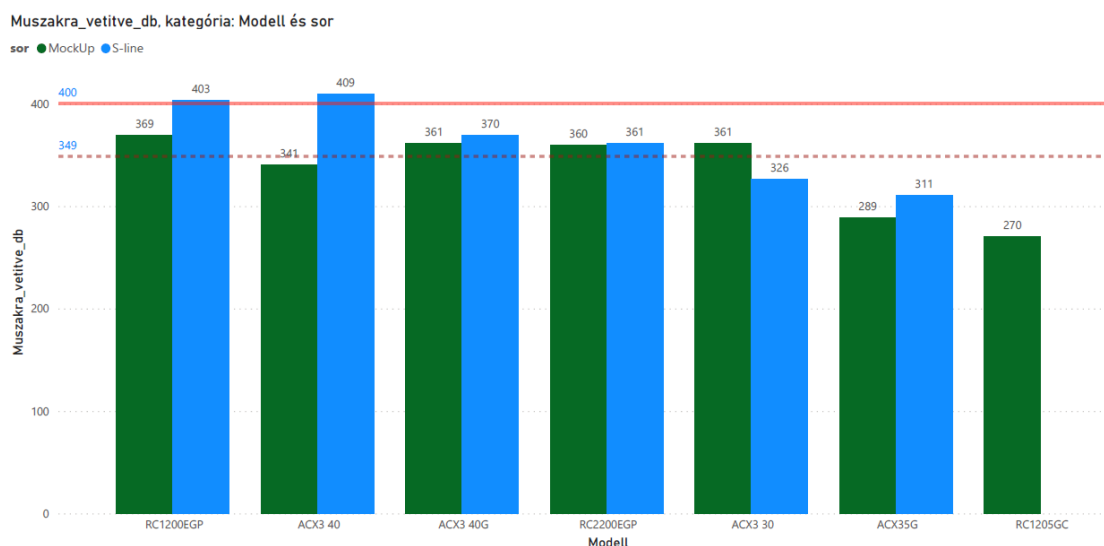
A ciklusidő- és műveleti időmérés lehetővé tette a szerelősor teljesítményének pontos nyomon követését, a szűk keresztmetszetek és a kapacitástartalékok azonosítását. Ezek a vizualizációk – például a 16. ábra hatékonysági diagramja – egyértelműen összehasonlíthatóvá tették a „Mock-up” és „S-line” sor teljesítményét, és igazolták, hogy a „Mock-up” soron magasabb hatékonyságot sikerült elérni. Eredményeinket részletesen alátámasztják a ciklusidő és hatékonyság mérési adatai.



Power BI report

16. ábra: Hatékonysági diagram – „Mock-up” és „S-line” gyártósorokon - beépíthető hűtőszekrény modellek - (2025 február-május) (saját szerkesztés)

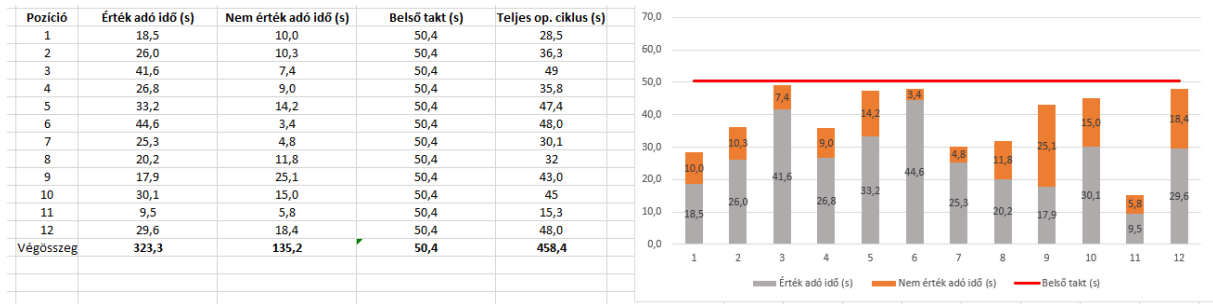
Az adatok alapján azonosítható, hogy a „Mock-up” soron magasabb a hatékonyság, ami a **folyamatoptimalizálás** és a Lean eszközök bevezetésének eredménye. A műszakonkénti ciklusidő-eloszlást a 17. ábra szemlélteti, hogyan változik a termelési teljesítmény a különböző időszakokban.



Power BI report

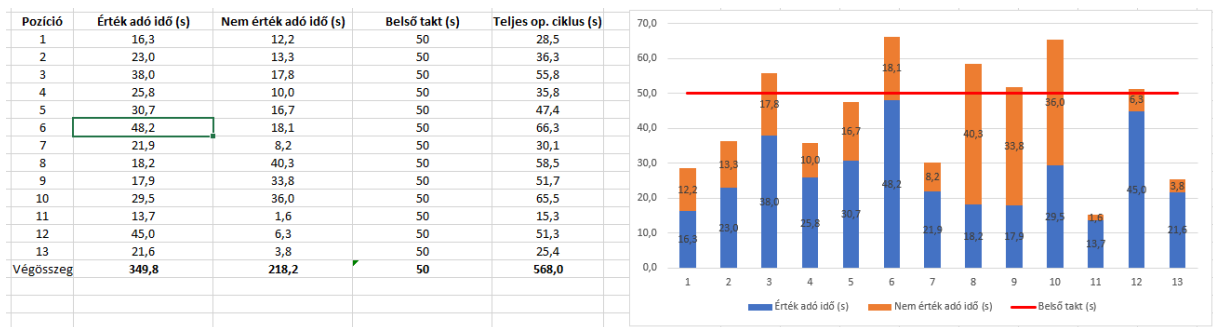
17. ábra: Műszakonkénti Ciklusidő diagram – beépíthető hűtőszekrény modellek (2025 február-május) (saját szerkesztés)

12 fő:



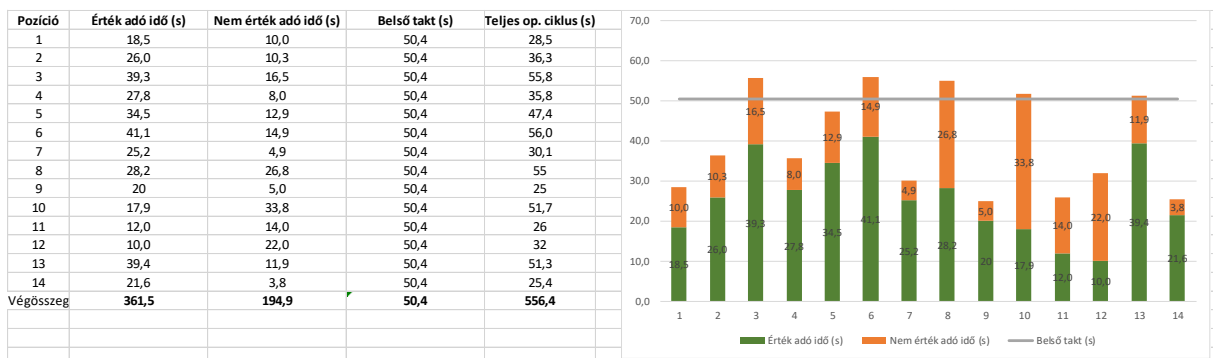
18. ábra: Ciklusidő részletezés (12 fő) (saját szerkesztés)

13 fő:



19. ábra: Ciklusidő részletezés (13 fő) (saját szerkesztés)

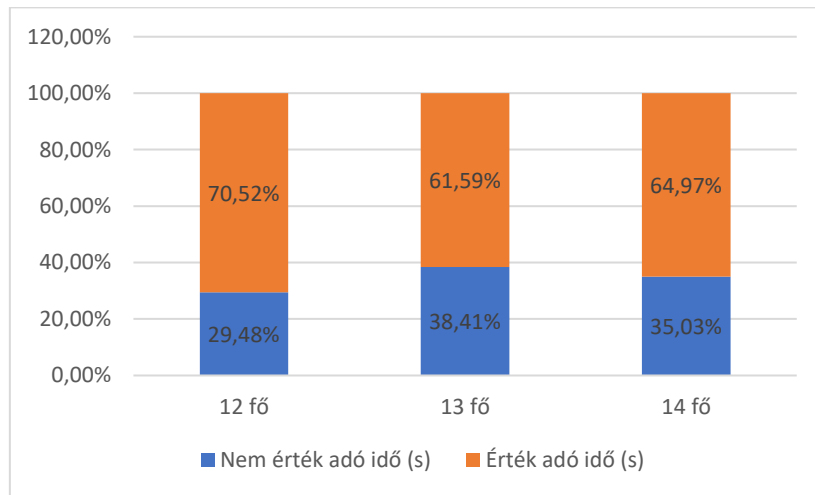
14 fő:



20. ábra: Ciklusidő részletezés (14 fő) (saját szerkesztés)

A részletes elemzés során kiderült, hogy egyes pozíciókban (pl. a 3., 5., 6., 10. és 12. munkaállomás) túlzott leterheltséget tapasztaltunk, míg másoknál (1., 2., 4., 7., 8., 11.) kihasználatlan kapacitás jelentkezett. Ez a kiegyenlítetlen munkamegosztás indokoltta a feladatok újraszervezését, amelyhez a „line balancing” módszert hívtuk segítségül. Ezek a megállapítások más modellvariánsokra is kiterjedtek (13 és 14 fő), ahol szintén jelentős eltérések mutatkoztak. Ez jól látható a 18–20. ábrákon.

A 21. ábra veszteségdiagramja jól mutatja, hogy minden vizsgált esetben jelentős a nem értéknövelő lépések aránya – ez célzott beavatkozások szükségességére utal a további hatékonyságjavítás érdekében.



21. ábra: Veszteség diagram (saját szerkesztés)

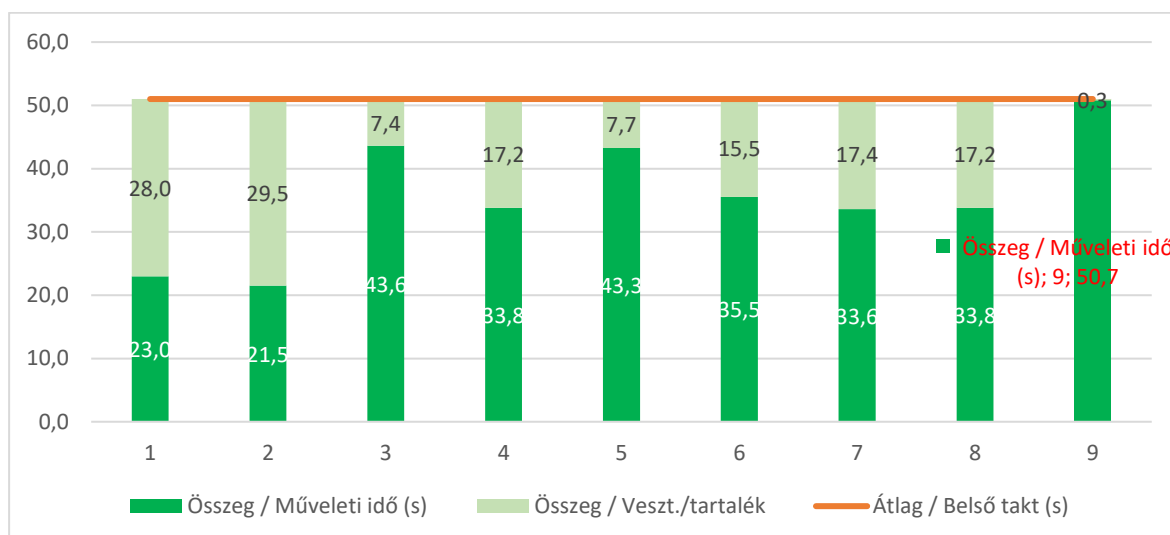
4.3. Termékmátrix

A szerelési folyamatok fejlesztéséhez elengedhetetlen volt a részműveletekből, terméktípusokból és azok cikkszamaiból összeállított részletes termékmátrix elkészítése. Ezzel átláthatóvá vált, hogy melyik modellnél pontosan milyen szerelési feladatok fordulnak elő – a teljes hozzárendelés a 2. számú mellékletben található.

A mátrix alapján a következő fő fejlesztési irányok azonosíthatók:

- gyártási veszteségek visszaszorítása,
- alapanyagellátás optimalizálása,
- szabványos munkahelyek kialakítása,
- részműveletek célszerű újraelosztása,
- gyártósor újraegyensúlyozása (line balancing).

Ezek együttesen lehetővé tették, hogy a szerelősor kisebb létszámmal is nagyobb termelékenységgel működjön. A folyamat során végzett balanszírozási elemzés eredményeként megállapítható volt: az **alappmodellnél a szükséges létszám 12 főről 9 főre csökkenthető**, ami közel **25%-os hatékonyságnövekedést eredményezett**. A gyártott készülékek száma egy műszakban így várhatóan 296 darabról 370 darabra emelkedik.



22. ábra: Tervezett műveleti idő sorkiegyenlítés után (saját szerkesztés)

A tervezett műveleti idők sorkiegyenlítés utáni eloszlását a 22. ábra mutatja be. A folyamatokon túl vizsgáltuk a felhasznált anyagok és eszközök rendelkezésre állását, valamint azok elhelyezését, hogy a veszteségforrások minimalizálása érdekében a tárolási, töltési és anyagmozgatási hibákat is fel tudjuk térképezni.

Jellemző problémák voltak például a szalagon vagy fölötte, illetve a dolgozók mögött elhelyezkedő tárolók, a strukturálatlan töltési ritmus, hiányzó támogató eszközök és a lassú kommunikáció.

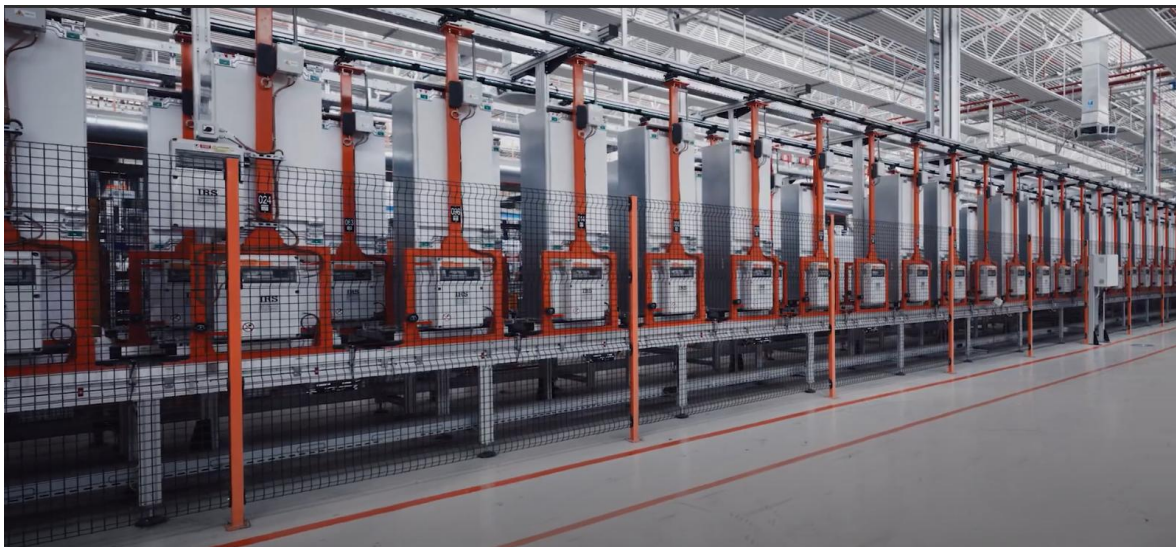
Az **5S módszer célzott alkalmazásával** minden munkahelyen biztosítottuk, hogy:

- ne legyen fölösleges vagy rendezetlen termék,
- az alapanyagoknak és szerszámoknak kijelölt helye legyen,
- megvalósuljon a rendezettség és baleset-megelőzés,
- a dolgozók napi szinten ellenőrizzék az 5S szabványokat, rendszeres auditokkal (lásd: 3. melléklet).

Az átalakított gyártósoron végzett auditsorozat, valamint a standardizált eljárások bevezetése a hatékonyabb és kiszámíthatóbb gyártási eredményeket támogatták (23–24. ábra).



23. ábra: Beépíthető hűtőszekrény gyártás az átalakított gyártósoron (saját fotó)



24. ábra: Beépíthető hűtőszekrény – járatás - gyártósor átalakítás követően (saját fotó)

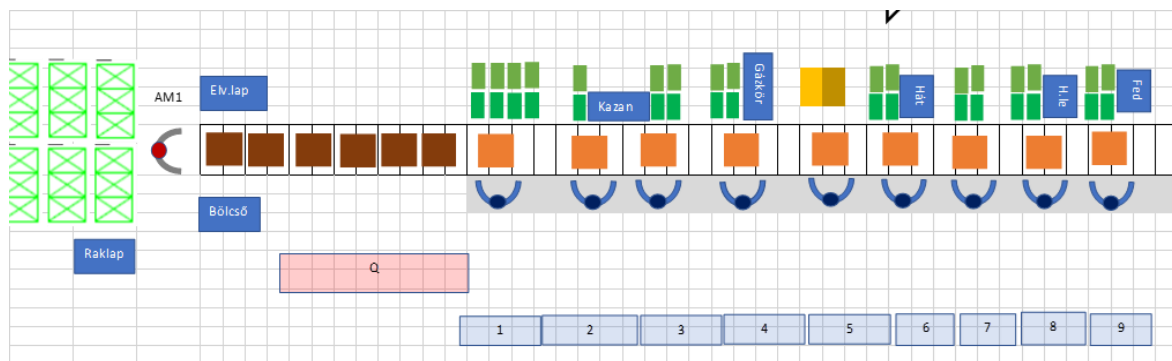
A szerelési folyamatok részletes elemzésével párhuzamosan a használt anyagok és eszközök elérhetőségét, elhelyezését is felmértük, hogy a gyártási veszteségek minimalizálhatóak legyenek. Az audit során az alábbi **tipikus problémák** merültek fel:

- **Tárolók nehezen hozzáférhető helyeken** (szalagon/fölötte, dolgozók mögött, sétaútvonalakon)
- Hiányzó, szervezett töltési ritmus
- **Kevés vagy hiányzó támogató eszköz, jelzés, lassú kommunikáció**
- Anyagkeveredés, rendezetlenség

4.4. „Mock-up” szerelősor létrehozása folyamatoptimalizálásra

A probléma:

A hagyományos szerelősor terület- és technológiai korlátai, valamint a régi gépek és infrastruktúra miatt megoldást kellett találni a gyártási folyamatok modernizálására, miközben a gyártás zavartalanságát továbbra is biztosítani kellett. A térbeli szűkösség és a költséghatékonyság is jelentős szempont volt.

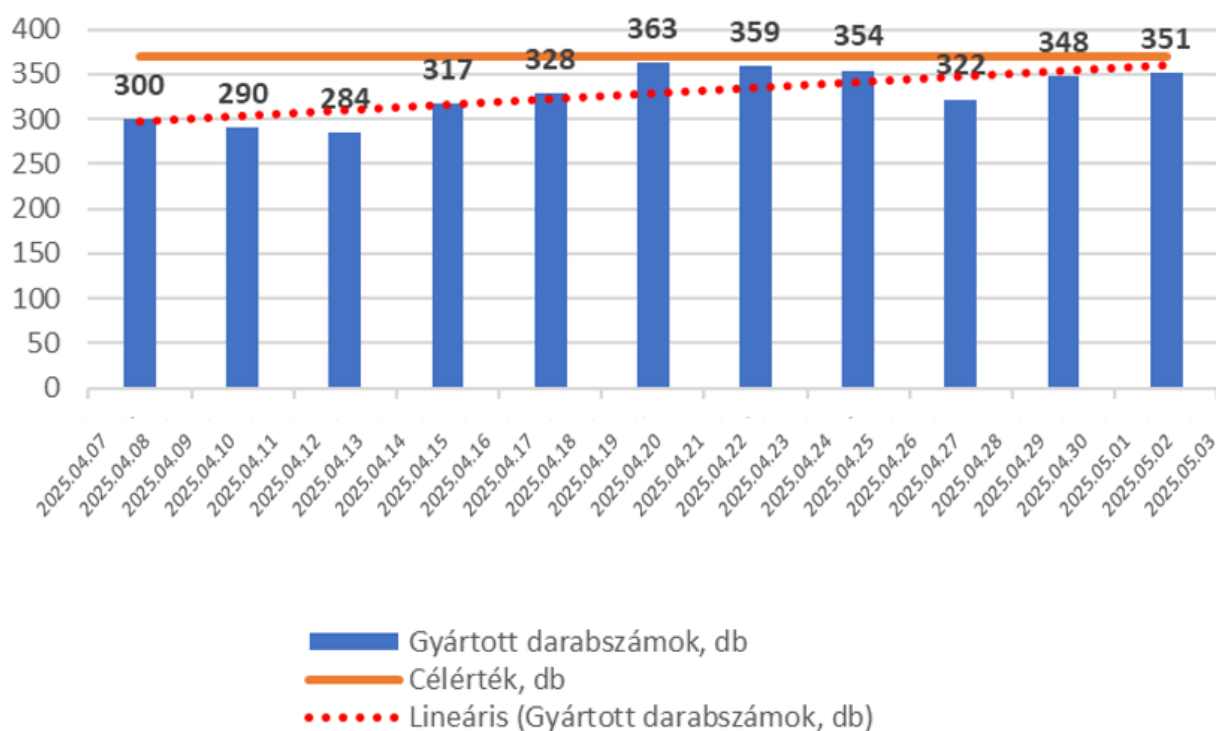


25. ábra: A „Mock-up” szerelősor előterve (ideális állapot) (saját szerkesztés)

A megoldás:

A „Mock-up” szerelősor kialakítása úgy történt, hogy a már meglévő, nem használt gyártósori elemeket használtuk újra, amivel alacsony költségű, rugalmas tesztelési felületet kaptunk a **folyamatoptimalizálásra**. Az elrendezés „L” alakú lett a korlátozott tér miatt, ami kompromisszum ugyan, de így nem volt szükség mechanikusan hajtott vezérlésre, és biztosítottuk az optimális anyagáramlást. A régi szerelősoron a gyártás folyamatos maradt, a változtatások validálása a termelés mellett történt, ezzel elkerülve a leállást és a bevezetési kockázatokat.

A „Mock-up” megoldás vizuális elemekkel is bővült, például egységes polckialakítás és padlójelölések segítségével, támogatva a „one-piece flow” elvét és a „szemből történő anyagöltést” (25–27. ábra).



29. ábra: „Mock-up” szerelősor termelt darabszámok (saját szerkesztés)

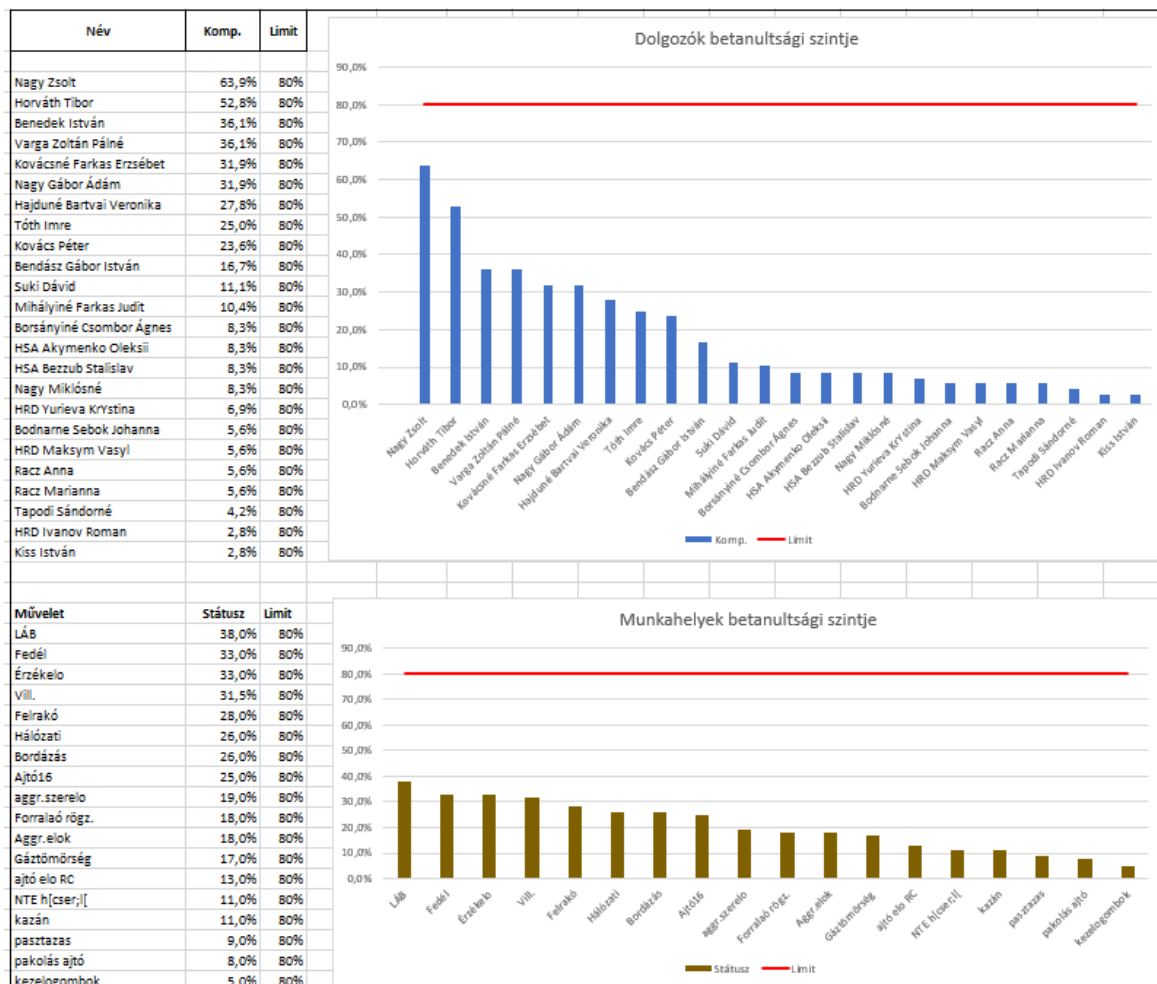
Eredmények:

Az első gyártás az új szerelősorral 2025. április 7-én indult, és a gyártási számok fokozatosan növekedtek a kitűzött 370 db/műszak cél felé (29. ábra). A folyamat során felismertük, hogy a dolgozók képzettsége és tapasztalata jelentősen befolyásolja a sor teljesítményét, ezért kompetencia-mátrixot vezettünk be, amely az aktuális betanulási státuszt mutatja (30. ábra). Ennek segítségével biztosítani tudjuk a hatékony helyettesítést és stabil termelékenységet minden pozíción.

A fejlesztési **akcióterv** tartalmazza:

- modellenkénti balanszírozást,
- műveleti mátrix összeállítását,
- csökkentett létszámú szerelési pozíciókra tervezett új kiosztást és line balance-t,
- a rendszeres visszamérést és teljesítménystabilizálást,
- valamint az anyagellátási és töltési problémák folyamatos vizsgálatát.

Amíg az akciókat be nem fejezzük, átmenetileg plusz munkaerőt állítunk hadrendbe a célértékek elérése érdekében, de a hosszútávú cél a magas hatékonyságú, alacsonyabb létszámú üzemeltetés.



30. ábra: Dolgozói képességi szint diagram (saját szerkesztés)

Az akcióterv magában foglalja: (ld.: előbb: „tartalmazza”)

- modellenkénti balanszírozás végrehajtását,
- műveleti mátrix készítését minden verzióhoz,
- csökkentett létszámú pozíciókra új kiosztás és line balance tervezését,
- teljesítmény visszamérését és stabilitás igazolását,
- anyagellátási/töltési problémák folyamatos vizsgálatát.

A termelési **célértékek** (gyártási volumen, hatékonyság) elérésére átmenetileg plusz létszámot biztosítunk, amíg az akcióterv minden pontja megvalósul és a szükséges kompetenciák minden operátornál kialakulnak.

A „Mock-up” szerelősor kialakítása sikeresen megvalósította a **folymatoptimalizálás** célkitűzéseit úgy, hogy közben biztosította a gyártás zavartalan működését és a vevői igények folyamatos kiszolgálását. Az új elrendezés és technológiai megoldások jelentős költségmegtakarítást, valamint a termelési hatékonyság szignifikáns növekedését eredményezték. A dolgozók kompetenciájának fejlesztése és a rendszeres visszamérések biztosítják a hosszú távú fenntarthatóság alapjait. A következő fejezetben részletesen bemutatásra kerülnek a további fejlesztési lehetőségek, célkitűzések.

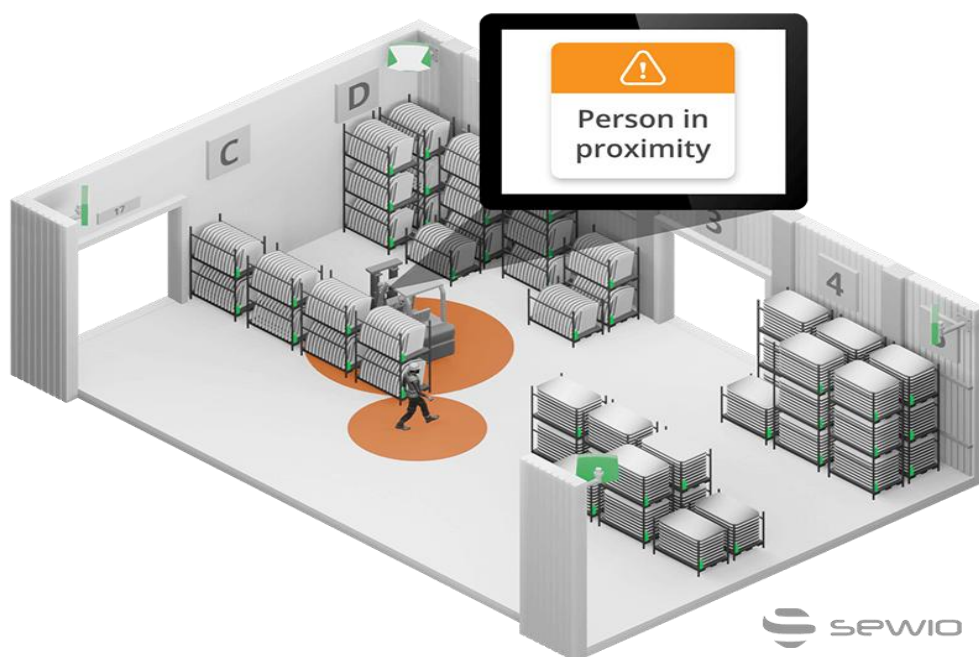
4.5. RTLS technológia integrálása a LEAN alapú gyártásban

A Real-Time Location System (RTLS) technológia alkalmazása forradalmi lehetőségeket kínál a LEAN módszerek gyakorlati alkalmazásában és az értékáramok részletes elemzésében. Az RTLS antennák és jeladó tagek segítségével folyamatosan nyomon követi a gyártási folyamat különböző szereplőinek, például termékeknek vagy termékhordozóknak a pozícióját. Ez a valós idejű adatgyűjtés részletgazdag és pontos képet ad a folyamatok állapotáról, a műveletek időtartamáról és elhelyezkedéséről.

- Ezek az információk egyesíthetők a vállalatirányítási rendszer (ERP) adataival, így a gyártás operatív működése összevethető a kitűzött célértékekkel. Az RTLS támogatásával pontosan azonosíthatók az értékteremtő, valamint a nem értékteremtő tevékenységek és azonosíthatók a szűk keresztmetszetek. Ennek köszönhetően a veszteségsökkentő fejlesztési beavatkozások pontosan célba érnek.
- A susegana-i gyárban már élő példaként szolgál e technológia integrálása, amelynek sikere mutatja, hogy a jászberényi fejlesztések során alkalmazott értékáram-elemzési eszközök és a valós idejű adatgyűjtés összehangolása a jövő kulcsa a termelési hatékonyság növelésében és a hibák minimalizálásában.

RTLS technológia gyakorlati integrációja a termelési környezetben

Az RTLS rendszer gyakorlati bevezetése a gyártóterületek fizikai átalakítását is igényli annak érdekében, hogy az adatgyűjtést és a későbbi elemzést maximálisan támogassa. A susegana-i fejlesztés során a gyártócsarnokban 4–5 méter magasságban elhelyezett antennák folyamatos kapcsolatot tartanak a termékeken elhelyezett aktív jelzővel, amelynek segítségével 20–25 cm-es pontossággal meghatározható az eszközök aktuális pozíciója a gyártási területen.



31. ábra: Real-Time Location System: Valós idejű lokalizáció (RTLS) (<https://www.sewio.net/>)

Ez a rendszer lehetővé teszi az adatfolyamok valós idejű monitorozását, rámutatva a holtidőkre, szűk keresztmetszetekre és a nem értékteremtő tevékenységekre. Az így előállított dinamikus értékáram-térkép (D-VSM) idő- és térbeli információkon alapul, és kiválóan támogatja a LEAN menedzsment és a folyamatos fejlesztési programokat.

A susegana-i tapasztalatok alapján az RTLS rendszerek konfigurálhatók és bővíthetők anélkül, hogy jelentős szerkezeti átalakításra lenne szükség. Ez lehetővé teszi Jászberény számára is a technológia adaptálását a helyi igényekhez és lehetőségekhez igazítva, így előkészítve az üzem digitalizációját és az ipar 4.0 fejlett alkalmazásait.

Az RTLS technológia integrálása nem csupán az aktuális gyártási folyamat átláthatóságát szolgálja, hanem a bevezetett fejlesztések hatásainak visszamérését, mérését is lehetővé teszi, így hozzájárulva a fenntartható fejlődés és a versenyképesség hosszú távú biztosításához.

Fejlesztési célok és szemléletformálás hatékonyságának növelése

- A nagyobb darabszámban gyártott termékcsaládok hatékonysági szempontú elemzése, az éves szinten elérni kívánt megtakarítás összege: 80 000 euró.
- A termelés hatékonyságának javítása révén a létszám 10%-os csökkentése 2025 végéig.
- Az átállási folyamatok racionalizálása, az átfutási idők 15%-os mérséklésének elérése 2025 végéig.
- A belső logisztikai folyamatokhoz (anyagmozgatás, tárolás, rakodás) kapcsolódó veszteségek csökkentése, a célzott hatékonyságnövekedés mértéke: 20%.
- A dolgozók számára elengedhetetlen, hogy a LEAN oktatási rendszer következő szintjére lépjen a vállalatnál, így az új, strukturált képzési koncepció hatékonyabb szemléletformálást és gyorsabb vállalati kultúraváltást eredményezzen.

5. Következtetések és javaslatok

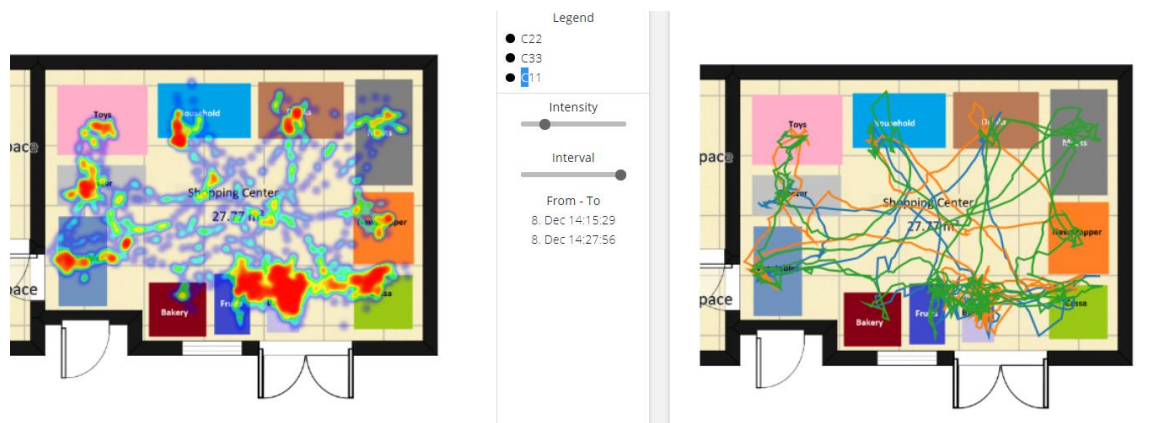
Az Electrolux Lehel Kft. Jászberényben már megkezdte a hatékonyságot célzó fejlesztéseket, amelyek a helyi gyártási folyamatok optimalizálását és a LEAN szemlélet elmélyítését szolgálják. Ezek a lépések alapvetőek a versenyképesség megőrzése és a hosszú távú sikeres működés biztosításához az elkövetkező 1–3 évben. A rendelkezésre álló fejlesztési eszköztár és módszertanok – élén az ipar 4.0 és digitalizáció új megoldásaival – lehetőséget teremtenek arra, hogy a vállalat struktúráltan lépjen tovább a LEAN kultúra magasabb érettségi szintje felé.

Ugyanakkor a globális jövőkép már a jelenben is tükröződik az olaszországi Susegana-i hűtőgépgyárban, ahol az automatizált és robotizált gyártósorok, valamint a valós idejű helymeghatározó technológia összehangolt alkalmazása az ipar 4.0 jellegzetes példája. Ezek a fejlesztések nem csupán technológiai újítások, hanem a LEAN filozófia magas színvonalú megvalósítását jelentik, amelyek iránymutatásul szolgálnak a jászberényi gyár számára.

E fejlődési irány mentén a jászberényi gyár elsődleges célja a digitális átalakulás továbbfejlesztése, amelynek keretében az innovatív technológiák – például a valós idejű helyzetkövető rendszerek (RTLS) és a dinamikus értékáram-elemzés – szoros integrációval segítik a termelési folyamatokat. Ezek a megoldások nemcsak a helyi fejlesztések hatékonyságát növelik; hanem a vállalat globális stratégiájával összhangban egy modern, rugalmas, stabil és hosszú távon fenntartható gyártókörnyezet kialakítását is támogatják.

Az ezt követő fejezetben részletesen bemutatásra kerülnek ezek a modern technológiák és eszközök, amelyek nélkülözhetetlenek a termelés további optimalizálásához, a fenntarthatóság igényének megértéséhez, és a vállalat folyamatos innovációjához.

5.1. Kiegészítő digitális módszerek az RTLS rendszer támogatására



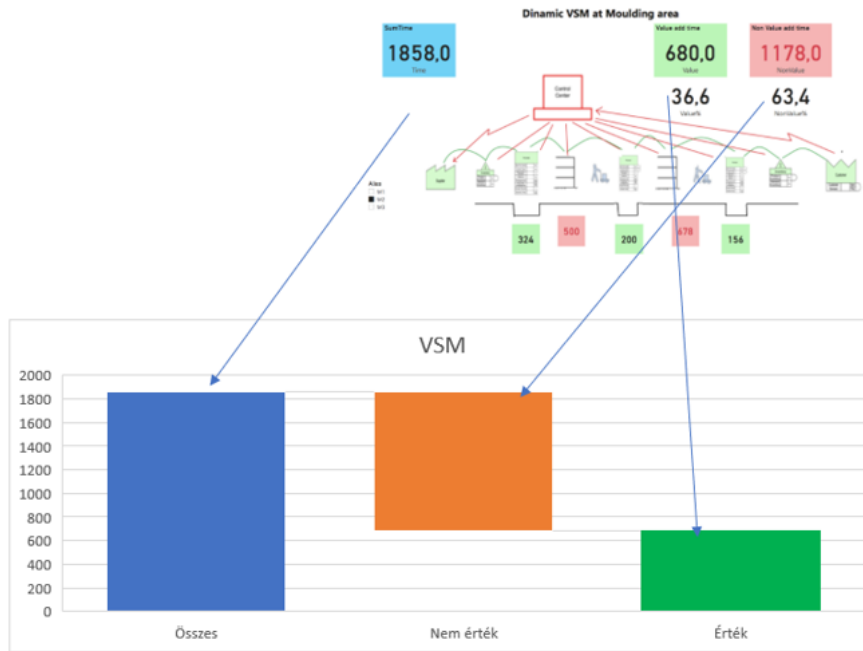
32. ábra: „Heat map” és „Spaghetti”. diagramok (<https://www.sewio.net/>)

A munkaterületen végzett mozgások és anyagáramlások vizuális elemzését a 32. ábra szemlélteti, amely a folyamatos fejlesztéshez szükséges valós adatalapú megfigyelést támogatja.

- **Dinamikus értékáram-térkép (D-VSM):** Az idő- és térbeli adatokat használó eszköz a veszteségek és fejlesztendő folyamatok azonosítására.
- **Balance diagramok:** A munkafolyamatok időbeli kiegyensúlyozottságát mutatják, segítve az optimális munkamegosztást.
- **Spaghetti és Heat map diagramok:** Vizualizálják a mozgásmintákat, azonosítják a zsúfolt és nem hatékony területeket.
- **Valós idejű folyamatkövetés:** Gyors, célzott beavatkozásokat tesz lehetővé a gyártási folyamatokban.
- **E-Kanban rendszer:** Automatizált visszacsatolás az anyagellátásban, integrálható ERP-vel és logisztikai rendszerekkel.
- **Munkavállalói és targoncakövetés:** Növeli a biztonságot azzal, hogy figyelmeztet a veszélyes zónákba való belépésre, segít megelőzni baleseteket, és biztosítja a gyors vészreakciót.

Ezek az eszközök kulcsszerepet játszanak a digitális gyártásirányítás és a LEAN menedzsment hatékony integrációjában, támogatva a transzparens, folyamatosan fejlődő termelési kultúra kialakítását.

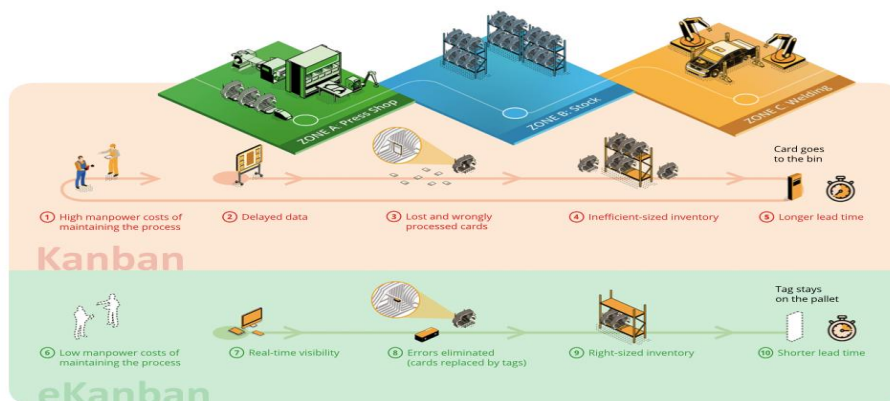
A susegana-i gyár tapasztalatai bizonyítják, hogy ezek az innovációk növelik a termelékenységet és a munkabiztonságot, és iránymutatóként szolgálnak a jászberényi fejlesztésekhez.



33. ábra: Példa a D-VSM-re (<https://txm.com/what-is-a-value-stream-map/>)

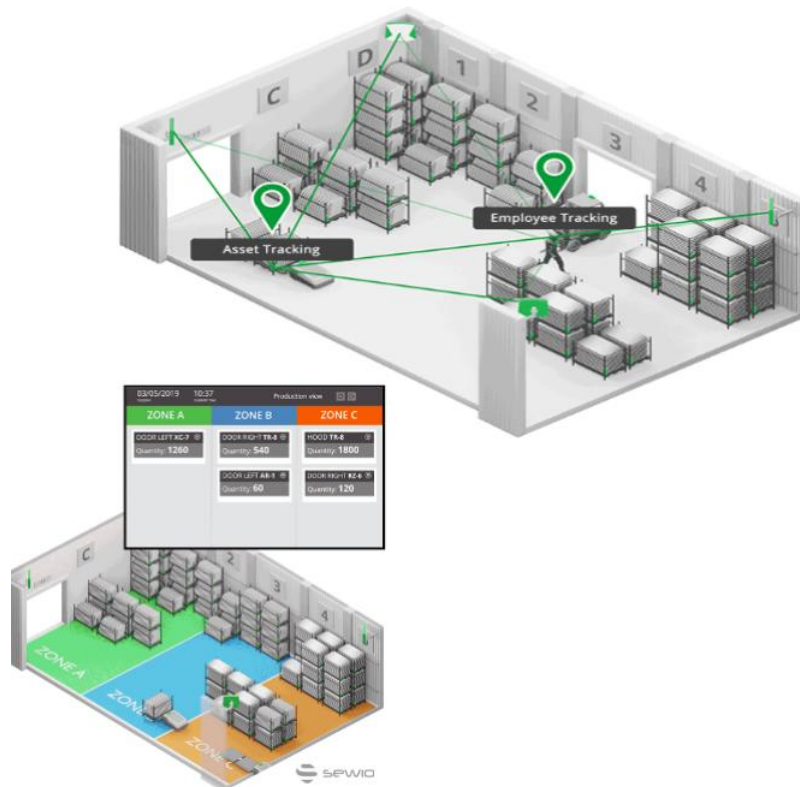
A digitális értékáram-térkép (D-VSM) felépítése és információs kapcsolatai a 33. ábrán láthatók, ahol az értékteremtő és nem értékteremtő tevékenységek elkülönítése válik egyértelművé.

Az automatizált anyagellátási rendszer működésének elvét, valamint a visszacsatolás folyamatát az e-Kanban rendszer példáján keresztül a 34. ábra mutatja be.



34. ábra: Példa e-KANBAN-ra (<https://insitu.com.vn/ekanban-for-material-flow-analysis-in-manufacturing>)

A valós idejű lokalizációs rendszer fő elemeit és adatáramlási struktúráját a 35. ábra szemlélteti, kiemelve a rendszer térbeli pontosságát és alkalmazási lehetőségeit.



35. ábra: Real-Time Location System Valós idejű lokalizáció 2 (RTLS)
(<https://www.sewio.net/>)

Valós idejű lokalizáció ipari környezetben és fizikai mozgások elemzése

A valós idejű lokalizációs rendszerek (RTLS) az ipari környezetekben különösen fontos szerepet játszanak a folyamatok nyomon követésében és optimalizálásában. Az RTLS segítségével pontos képet nyerhetünk a gyártás során végzett fizikai mozgásokról és azok hatékonyságáról.

- **Költségtakarékosság:** Valós idejű lokalizációval 30 cm-es pontossággal optimalizálható a termelési környezet, csökkenthetők a felesleges mozgások és időveszteségek, ami anyagmozgatási költségmegtakarítást eredményez.
- **Biztonságosabb munkakörnyezet:** A rendszer folyamatosan követi a munkavállalók mozgását, és azonnal figyelmeztet, ha veszélyes zónába lépnek, így növelve a munkahelyi biztonságot.
- **Rugalmasság és variálhatóság:** A 30 cm-es pontosságú lokalizáció lehetővé teszi a virtuális zónák könnyű testreszabását, gyors alkalmazkodást a változó gyártási környezethez, valamint hatékony folyamatirányítást biztosít.

Az RTLS technológia és a Power BI-alapú adatmegjelenítés integrált alkalmazásának példáját a 36. ábra illusztrálja, amely a valós idejű döntéstámogatást ábrázolja ipari környezetben



36. ábra: Példa az adatok vizualizációjára – RTLS + Power BI (<https://www.sewio.net/>)

5.2. Innovatív technológiák az értékáram-elemzésben

Az RTLS (Real-Time Location System) technológia bevezetése jelentős előrelépést jelent a termelési folyamatok valós idejű nyomon követésében, az értékteremtő és nem értékteremtő tevékenységek szétválasztásában, valamint a **folyamatoptimalizálás** támogatásában. Azonban a vállalat hosszú távú hatékonyságfejlesztési céljait szolgáló digitális transzformáció részeként érdemes megvizsgálni további technológiai alternatívák bevezetésének lehetőségét is. Az alábbi rendszerek és megoldások a LEAN szemlélet szerves részét képezhetik:

- **Digitális iker (Digital Twin):** Ez a technológia lehetővé teszi a gyártási folyamatok virtuális modellezését, amely segít a karbantartás időzítésében és a kapacitástervezésben, így csökkentve a leállásokat és optimalizálva az erőforrásokat.
- **RFID rendszerek:** Az automatikus azonosítás és nyomon követés révén hatékonyabb lesz az anyag- és eszközgazdálkodás, csökkentve a készlethiányokat és veszteségeket, valamint támogatva a termelési folyamatok gördülékenységét.
- **Ipar 4.0 szenzorhálózatok:** A gépektől érkező valós idejű adatok segítik a termelés állapotának folyamatos monitorozását, elősegítve a megelőző karbantartást és csökkentve az üzemszünetet.
- **MES integráció:** A gyártási műveletek és irányítás összehangolásával növeli a folyamatok átláthatóságát és lehetővé teszi a gyorsabb döntéshozatalt, így javítva a reakcióidőt és a termelékenységet.
- **IoT alapú adatgyűjtés:** A különböző gépek és berendezések egymással kommunikálva automatizált adatgyűjtést biztosítanak, támogatva a komplex folyamatok valós idejű optimalizálását.

- **Automatizált időtanulmányok:** Videóalapú elemzések segítségével pontosan mérhetőek a munkafolyamatok időigényei és veszteségei, támogatva a hatékonyabb munkaerő-kihasználást és folyamatfejlesztést.

Az Electrolux Lehel Kft. susegana-i gyára a világ legmagasabb szintű robotizációját valósította meg, az ember-gép együttműködés új dimenzióját teremtve, ahol a teljes munkaerő- és anyagfolyamat automatizált. Ez a fejlett robotizáció a globális ipari innováció élvonalába emeli a gyárat, és mintaként szolgál a jászberényi fejlesztések hosszú távú célkitűzéseihhez. A fent említett digitális rendszerek nem helyettesítik az RTLS technológiát, hanem kiegészítik azt, így együttes alkalmazásuk jelentősen növeli a gyártás átláthatóságát, rugalmasságát és támogatja a LEAN alapú fejlesztések megalapozottságát. Ez a komplex megközelítés hosszú távon stabil alapot biztosít a digitalizáció és hatékonyságnövelés folyamatai számára a vállalatnál.



37. ábra: Electrolux susegana-i gyára - robotizált gyártósorok (<https://www.electrolux.hu/>)

Összefoglalás

Diplomamunkám célja egy működő kompresszoros beépíthető hűtőkészülék gyártósor fejlesztési lehetőségeinek elemzése volt a LEAN szemlélet alkalmazásával. Bemutattam a legfontosabb LEAN eszközöket, amelyek a folyamatos fejlődést és a hatékonyság növelését támogatják.

A projekt során részletes elemzés és a szerelősor működésének áttervezése valósult meg. Kiemelt figyelmet fordítottam a gyártóterület optimalizálására, az eszközök korszerűsítésére, és a munkakörnyezet biztonságának javítására. Ezen intézkedések eredményeként a termelékenység 25%-kal nőtt, miközben a dolgozók száma 12-ről 9 főre csökkent.

A dolgozók aktív részvétele megerősítette az elkötelezettséget és a motivációt a változások iránt.

Megállapítható, hogy a helyi körülményekhez igazodva és a LEAN eszközöket következetesen alkalmazva rövid idő alatt jelentős javulás érhető el a gyártásban. Javasolt további LEAN-kompatibilis megoldások bevezetése, például fejlett adatgyűjtő rendszerek, digitális vizualizáció és automatizáció.

Inspirációt nyertem az olaszországi susegana-i üzem példájából, ahol a robotizáció és az ember-gép együttműködés kiváló rugalmasságot és minőséget biztosít. Az Ipar 4.0 és a LEAN automatizáció nem csak a termelékenység növelését és a költségek csökkentését támogatja, de elősegíti a vállalat gyors reagálását a piaci változásokra.

Összességében a dolgozat bizonyítja, hogy a jól tervezett LEAN alapú fejlesztés, kiegészítve digitális megoldásokkal, stabil alapot teremt a vállalat fejlődéséhez és versenyképességének megőrzéséhez.

Summary

The main goal of my thesis was to study ways to improve one production line. This line makes built-in compressor refrigerators. I used LEAN methods to help make the line better and more efficient.

During the project, I carefully studied and redesigned the production process at Electrolux Lehel Ltd. I focused on making the work area better, updating the equipment, and improving safety. Because of these changes, production became 25% more efficient. Also, the number of workers needed went down from 12 to 9.

Changing the workers' attitudes was a big challenge. But involving them in the process increased their motivation and commitment to the new methods.

My results show that using LEAN tools in a way that fits local needs can quickly make big improvements. For the future, I suggest using more LEAN-friendly tools. These include smart data systems, digital dashboards, and automation. These tools help monitor production in real time and support faster decisions.

I was inspired by the Susegana factory in Japan. There, people and robots work well together. This helps the factory stay flexible and produce high quality goods.

Combining Industry 4.0 technologies with LEAN methods not only improves production and cuts costs but also helps the company adapt faster to market changes.

Overall, my thesis shows that LEAN and digital tools create a strong base. This base can help the company grow and stay competitive in the future.

Irodalomjegyzék

1. Art Smalley (2019): Lean problémamegoldók kézikönyve. LEAN Enterprise Institute.
2. Daniel T. Jones, James P. Womack (1996): LEAN Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. Simon & Schuster.
3. Erdei János et al. (2010): Minőségmenedzsment – Oktatási segédanyag a Vezetés és szervezés mesterszak számára. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Üzleti Tudományok Intézet.
4. Jeffrey K. Liker (2004): The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill.
5. John Krafcik (1988): Triumph of the LEAN Production System. Sloan Management Review, 30(1), 41–52.
6. Kovács Zoltán (2018): A LEAN alapelvek és alkalmazások Magyarországon. Budapesti Műszaki Egyetem.
7. Losonci Dávid (2010): Bevezetés a LEAN menedzsmentbe – a LEAN stratégiai alapjai. 119. sz. Műhelytanulmány. Budapesti Corvinus Egyetem.
8. Masaaki Imai (1986): Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success. McGraw-Hill.
9. Mike Rother (1999): Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate MUDA. The LEAN Enterprise Institute.
10. Morvai Róbert (2010): LEAN módszertan az agrár-élelmiszeriparban. PhD dolgozat. Debreceni Egyetem.
11. Mosonyiné Ádám Gizella (2012): Zárt láncú ellátási lánc menedzsment. Budapesti Gazdasági Egyetem.
12. Papp Gábor (2021): Mi az a KPI és hogyan határozd meg? Szakmai blog.
13. Péczely György et al. (2012): LEAN3 Termelékenységfejlesztés egységes rendszerben. A.A. Stádium Kft.
14. Shigeo Shingo (1989): A Study of the Toyota Production System. Productivity Press.
15. Taiichi Ohno (1988): Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production. Productivity Press, New York.
16. Toshiko Narusawa, John Shook (2014): Kaizen Express. LEAN Enterprise Institute.
17. Tóth Csaba László (2007): A Karcsúsított Gyártás – a LEAN Production (A LEAN, ahogyan én látom). Magyar Minőség XVI. évfolyam 8–9. szám.

Internetes hivatkozások

- I.** <https://docplayer.hu/7708108-A-LEAN-modszerek-lehetosegei-az-informatika-vilagaban.html>
- II.** <https://openqass.itstudy.hu/hu/knowledge-repository/pdca-cycle/ishikawa-diagramm.html>
- III.** <https://www.electrolux.hu/>
- IV.** <https://www.sewio.net/>
- V.** <https://txm.com/what-is-a-value-stream-map/>
- VI.** <https://insitu.com.vn/ekanban-for-material-flow-analysis-in-manufacturing>

Ábrajegyzék

1. ábra: A LEAN alapelemei	6
2. ábra: A PDCA elv	7
3. ábra: Az 5S módszer lépései	8
4. ábra: A folyamatos fejlesztés rendszere	9
5. ábra: Az 5S standard munkahelye	10
6. ábra: 7 veszteség elemei	11
7. ábra: Ok–okozati diagram (Ishikawa vagy halszálka – diagram)	18
9. ábra: A Electrolux Lehel Kft. alapértékei	24
10. ábra: A Electrolux Lehel Kft. reklám – életmód népszerűsítése	26
8. ábra: A Electrolux Lehel Kft. teljesítmény mutatók	28
11. ábra: A kompresszoros hűtőkészülék szerelősor fejlesztési lépései	35
12. ábra A „söprés és tisztítás” folyamata a Electrolux Lehel Kft.-nél	37
13. ábra: A beépíthető hűtőszekrény szerelősor kiinduló elrendezése	38
14. ábra: Sor kiegyenlítés modellenként – kiinduló állapot szerint	39
15. ábra: Műveleti idő (alapmodell 12 fő)	40
16. ábra: Hatékonysági diagram – „Mock-up” és „S-line” gyártósorokon - beépíthető hűtőszekrény modellek - (2025 február-május)	41
17. ábra: Műszakonkénti Ciklusidő diagram – beépíthető hűtőszekrény modellek	41
18. ábra: Ciklusidő részletezés (12 fő)	42
19. ábra: Ciklusidő részletezés (13 fő)	42
20. ábra: Ciklusidő részletezés (14 fő)	42
21. ábra: Veszteség diagram	43
22. ábra: Tervezett műveleti idő sorkiegyenlítés után	44
23. ábra: Beépíthető hűtőszekrény gyártás az átalakított gyártósoron	45
24. ábra: Beépíthető hűtőszekrény – járatás - gyártósor átalakítás követően	45

25. ábra: A „Mock-up” szerelősor előterve (ideális állapot).....	46
26. ábra: A megvalósított „Mock-up” szerelősor terve.....	47
27. ábra: A megvalósított „Mock-up” szerelősor kialakítása.....	47
28. ábra: Beépíthető hűtőszekrény gyártás.....	47
29. ábra: „Mock-up” szerelősor termelt darabszámok.....	48
30. ábra: Dolgozói képességi szint diagram.....	49
31. ábra: Real-Time Location System Valós idejű lokalizáció (RTLS)	51
32. ábra: „Heat map” és „Spaghetti”. diagramok.....	54
33. ábra: Példa a D-VSM-re.....	55
34. ábra: Példa e-KANBAN-ra	55
35. ábra: Real-Time Location System Valós idejű lokalizáció 2 (RTLS)	56
36. ábra: Példa az adatok vizualizációjára - RTLS + Power BI.....	57
37. ábra: Electrolux susegana-i gyára - robotizált gyártósorok.....	58

Mellékletek





1. sz. melléklet: Projekt időterv

KOMPRESSZOROS HŰTŐKÉSZÜLÉK SZERELŐSOR FEJLESZTÉSE – A BEÉPÍTHETŐ HŰTŐSZEKRENYEK - FŐ TÍPUSOK ESETÉBEN

#	Csoport	Megnevezés	Státusz	Határidő	Felelős	Megjegyzés	w07	w08	w09	w10	w11	w12	w13	w14	w15	w16	w17	w18
1	Sorf. opt. (dual bin)	Állapotfelmérés és rögzítés	100%	w08	HI		■											
2		Sorfeltöltés koncepciójának átdolgozása	10%	w10	HI			■										
3		Alkatrész mátrix cikkszámokként	10%	w13	HI				■									
4		Gyártási sorozatok anyagigény meghatározása	0%	w12	HI+Csv				■									
5		Sorfeltöltési feladat rögzítése és gyakorlása	20%	w11	HI+Csv				■									
6		Állványok készítése / módosítása	0%	w10	HI				■									
7																		
8	Output növelése	Állapotfelmérés és rögzítés	100%	w08	HI		■											
9		Modellenkénti balanszírozás elvégzése	30%	w11	HI				■									
10		Műveleti mátrix cikkszámokként	50%	w10	HI			■										
11		Operátori képességek felmérése	20%	w12	HI						■							
12		Operátorok oktatása a szerelési és gyorsaság tekintetében	0%	w18	Csv								■					
13		Eszközök állapotának rendszeres vizsgálata / cseréje	0%	w11	HI					■								
14		Minőségi problémák lecsökkentése, megelőzése	0%	w14	HI									■				
15																		
16	Létszám csökkentése	Állapotfelmérés és rögzítés	100%	w08	HI		■											
17		Modellenkénti balanszírozás elvégzése	30%	w11	HI				■									
18		Műveleti mátrix cikkszámokként	50%	w10	HI			■										
19		Operátori képességek felmérése	20%	w12	HI						■							
20		Operátorok oktatása a szerelési és gyorsaság tekintetében	0%	w18	Csv									■				
21																		
22	One-piece-flow	Állapotfelmérés és rögzítés	100%	w08	HI		■											
23		Tömörség tesztelő és IMFR konzol telepítése	0%	w09	Karb.			■										
24		Szerelési pozíciók áthelyezése	20%	w10	HI				■									
25		Új layout kialakítása (új helyen) és tesztelése	0%	w17	HI										■			
26																		
27	SS javítása	Állapotfelmérés és rögzítés	100%	w08	HI		■											
28		Alapanyag készlet csökkentése	0%	w12	Csv					■								
29		Szupermarketek kialakítása	0%	w15	HI									■				
30		Termékek azonosítása 100%-ban	0%	w15	Csv													
31		SS auditrendszer felkészítése	0%	w18	HI												■	
32																		
33	Új layout	Állapotfelmérés és rögzítés	100%	w08	HI		■											
34		Régi szalag elvitele	0%	w10	Karb.			■										
35		12m görgősor pálya áttelepítése a javító sorról	0%	w11	Karb.					■								
36		Raklap tároló állvány elbontása	0%	w10	Karb.				■									
37		Célterület kijelölése és feljelölése	0%	w11	HI						■							
38		Pódiumok meghatározása	20%	w10	HI				■									
39		Szerszámok, eszközök, műszerek meghatározása	0%	w10	HI				■									
40		Asztalok, tárolók meghatározása	0%	w10	HI				■									
41		Eszközök és tárolók telepítése	0%	w13	Karb.							■						



2. sz. melléklet: Termék mátrix

sorsz	Pozíció	Művelet	Műveleti idő (s)	Electrolux LRB3AE12S				Electrolux LXB2AE82S	Electrolux LFB2AE88S1	Electrolux LUB3AE88S	
				921.3682.44	921.3682.43	921.3682.40	921.3682.41	921.3682.46	921.3681.15	921.3694.62	921.3694.65
											
1	1	Szerelő bölcső felrakása	5	x	x	x	x	x	x	x	x
2	1	Szekrény felrakása	5	x	x	x	x	x	x	x	x
3	1	Fóliát feltép a sarkoknál	4	x	x	x	x	x	x	x	x
4	1	Lemezanyanya behelyezése (2db)	4,5	x	x	x	x	x	x	x	x
5		Több lemezanya felrakása		-	-	-	-	-	x	x	x
6	2	Nagy zöld címkét felhelyez	3,5	x	x	x	x	x	x	x	x
7	2	Elektromos kör címkét feltesz	3	x	x	x	x	x	x	x	x
8	2	Kicsi típus címkét felhelyez	2	x	x	x	x	x	x	x	x
9	2	Oldalra címke felhelyezés mágnessel	3	x	x	x	x	x	x	x	x
10	2	Vizuális ellenőrzés (kívül+belül)	10	x	x	x	x	x	x	x	x
11	2	Lemezanya behelyezése (2db)	4,5	x	x	x	x	x	x	x	x
12		Tömítő csik felhelyezése		-	-	-	-	-	x	-	-
13	3	Kompresszor egység előszerelése	25	x	x	x	x	x	x	x	x
14	3	Csavarokkal rögzítése (5 db)	18,6	x	x	x	x	x	x	x	x
16	4	Elektromos rész csavarozása (4db)	14,8	x	x	x	x	x	x	x	x
17	4	Kapilláris behelyezése	6	x	x	x	x	x	x	x	x
18	4	gittelés	7	x	x	x	x	x	x	x	x
19	5	kompresszor felhelyezése	6	x	x	x	x	x	x	x	x
20	5	Kompresszor egység forrasztás	26,52	x	x	x	x	x	x	x	x
21	6	Műanyag klipszel a csövek rögzítése	16,75	x	x	x	x	x	x	x	x
22	6	csatlakozás fel	5	x	x	x	x	x	x	x	x
23	6	Elektromos bekötés	5,57	x	x	x	x	x	x	x	x
24	6	csatlakozás le	5,78	x	x	x	x	x	x	x	x
25	6	címkék olvasása (6 címke)	10	x	x	x	x	x	x	x	x
26	7	Kompresszor indító egység házának összeillesztése	6,76	x	x	x	x	x	x	x	x
27	7	Kompresszor indító egység házának csavarozással	13,4	x	x	x	x	x	x	x	x
28	8	Hátlap felhelyezés	12,2	x	x	x	x	x	x	x	x
29	8	Hátlapcsavarozás 2 csavarral	8	x	x	x	x	x	x	x	x
30	8a	Oldal palást előkészítés									
31		Lyukfúrás passzolóan a lemezanyához (minőségi probléma)		-	-	-	-	-	x	x	x
32	9	Lábak felcsavarozása és fordítás	17,9	x	x	x	x	x	x	x	x
33	10	Kapillris rögzítése	5,2	x	x	x	x	x	x	x	x
34		Hűtő lemez előkészítése									
35	10	Hűtő lemez behelyezése	10,7	x	x	x	x	x	x	x	x
36	10	Rögzítő pöckök (2) beütése kalapáccsal	14,15	x	x	x	x	x	x	x	x
37	11	Kezelő panel csavar (2)		x	x	x	x	x	x	x	x
38	11a	Fedél előkészítése									
39	11	Műanyag fedél és takaró felhelyezése	3	x	x	x	x	x	x	x	x
40		Extra fedél csavarok(3) behelyezése		-	-	-	-	x	x	-	-
41	12	Csavarozás	5	x	x	x	x	x	x	x	x
42	12	Kezelő gombok felhelyezése	6,8	x	x	x	x	x	x	x	x
43	12	Tápkábel felakasztása	3	x	x	x	x	x	x	x	x
44	12	Címkézés	4,22	x	x	x	x	x	x	x	x
45	12	Fedél csavarokra rászorítás	7,56	x	x	x	x	x	x	x	x
		MŰVELETEK		37	37	37	37	38	41	39	39
		Sori létszám		12	14	12	12	13	14	13	13
		Előkészítő		4	4	4	4	4	4	4	4
		Anyagmozgató		1	1	1	1	1	1	1	1
		Csv h		1	1	1	1	1	1	1	1
		Csv		1	1	1	1	1	1	1	1
		A típus normája		296	296	296	296	277	296	296	296

3. sz. melléklet: 5S audit kérdőív

5S Evaluation - Production			
A High Score is Desirable			
Area / Terület:			
Participants / Résztvevők:			
Szelektálás/Sort		OK (1) (0)	
1	Parts and stock items (pl.: nincs szeméyes tárgy, vagy nem használatos eszköz).	1/0	Comment
2	Improve safety A nem megfelelő állapotú eszközök, berendezések piros címkével meg vannak jelölve. (biztonságmunkavégzés szempontjából kritikus)		No unnecessary items are left or stored in the workplace. Red tag is used for sign equipments or tools in poor condition. Standard for 5S sustaining is available.
3	Standards for disposal A Standard rendelkezésre áll az 5S fenntartáshoz.		
		Sort	0
Szervezés/Set		1/0	Comment
4	Tools and equipment Szerszámok, anyagok, termékek a kijelölt helyen. (nincs semmi jelölélen helyen)		Tools, materials, products are in the defined places.
5	Labeling A szükséges eszközök és anyagok számára kijelölt hely felirattal van ellátva.		Labels exist to indicate locations of boxes, shelves, tools.
6	Inventory control A megfelelő készletszint biztosítható a jelölések. (pl.: 2 bins kárban, időközönként ellenőrzés)		Evidence of inventory control exists (i.e. 2 bins kárban).
		Set	0
Söprés, tisztítás/Shine		1/0	Comment
7	Racks and Equipments Cleaning tools Berendezések, eszközök, polcok tisztán vannak tartva (munkára alkalmas állapotban). Takarító eszközök rendelkezésre állnak a kijelölt helyen.		Equipments, tools, racks and shelves are kept clean. Cleaning tools and materials are in defined place.
8	Safe workplace Piros címke nyomon követő lap használatban van, nincs lejárt határidejű sárga (a terület sárgán).		Red tag follow up sheet is in place and in use, no action over due date.
9	Safe workplace Előírt biztonsági eszközök rendelkezésre állnak a munkavégzéshez, használatban vannak (résztelen munka leírásban meghatározott).		Determined safety equipments are in place for safe working condition, and in use.
		Shining	0
Standardizálás/Standardize		1/0	Comment
10	Visual controls Szabvány színekkel általi jelölések mindenhol alkalmazva (padlójelölések, biztonsági jelölések).		Color coding and other markings are established.
11	5S documentation 5S ellenőrző lap rendelkezésre áll és aktuális.		5S checklists are available and update.
12	Regular Audits 5S Auditok rendszeresen vannak a területen, azok eredménye (+akciólista) látható.		5S regular audits are carried out.
		Standardize	0
Szinttartás/Sustain		1/0	Comment
13	5S System Az 5S fenntartása része a mindennapos munkának, nem csak rutinszerűen működik.		5S seems to be the way of life rather than just a routine.
14	5S Standard picture 5S standard kép a területen megtekinthető, jó van helyezve.		5S standard picture is being displayed.
15	5S Readily A terület állapota az 5S standard képek megfelelő, elvárt szinten van.		5S Readily is same as on picture.
		Sustain	0
		Points/Score	0
		Result/Result %	0%

4. sz. melléklet: Kompetencia mátrix

Állag / kompetencia		Oszlopcímkek														Átlag				
Sorcímkék	Aggr. elok	aggr. szerel	ajtó elő RC	Ajtó16	Bordázás	Érzékelo	Fedél	Felrakó	Forralo rögz.	Gasztömörse	Hálózati	kazán	kezelogombok	LÁB	NTE	hűszerl	pakolás ajtó	passzazas	Vill.	Átlag
1	Bendász Gábor István	25%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	75%	16,7%
2	Benedek István	100%	100%	0%	100%	100%	100%	75%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	36,1%
3	Bodnane Sebok Johanna	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	5,6%
4	Borsányiné Csombor Ágnes	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	8,3%
5	Hajduné Bartvai Veronika	25%	0%	0%	75%	75%	75%	0%	0%	0%	50%	0%	0%	0%	75%	0%	0%	0%	75%	27,8%
6	Horváth Tibor	100%	100%	0%	100%	100%	50%	0%	75%	0%	50%	75%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	100%	52,8%
7	HRD Ivanov Roman	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	2,8%
8	HRD Maksym Vasyi	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5,6%
9	HRD Yurieva Krysztina	0%	0%	0%	0%	0%	25%	0%	0%	0%	75%	0%	0%	25%	0%	0%	0%	0%	0%	6,9%
10	HSA Akymenko Oleksii	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	25%	0%	0%	0%	0%	75%	0%	8,3%
11	HSA Bezzub Stalislav	0%	0%	0%	75%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	8,3%
12	Kiss István	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2,8%
13	Kovács Péter	0%	0%	0%	75%	100%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	75%	75%	0%	0%	0%	23,6%
14	Kovácsné Farkas Erzsébet	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	75%	100%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	31,9%
15	Mihályiné Farkas Judit	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	75%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	63%	10,4%
16	Nagy Gábor Ádám	0%	0%	0%	75%	0%	75%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	75%	100%	0%	0%	75%	31,9%
17	Nagy Miklósné	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	8,3%
18	Nagy Zsolt	100%	100%	50%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	100%	100%	0%	0%	100%	0%	100%	0%	0%	63,9%
19	Pozsonyi György	100%	100%	0%	25%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	73,6%
20	Racz Anna	0%	0%	25%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%	0%	0%	25%	0%	5,6%
21	Racz Marianna	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5,6%
22	Suki Dávid	0%	0%	0%	75%	0%	0%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	11,1%
23	Tapodi Sándorné	0%	0%	0%	0%	0%	0%	75%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4,2%
24	Tóth Imre	0%	0%	0%	0%	75%	0%	75%	0%	0%	75%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	50%	25,0%
25	Varga Zoltán Pálné	0%	0%	50%	0%	0%	100%	0%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	36,1%
		18%	19%	13%	25%	26%	33%	33%	28%	18%	26%	11%	5%	38%	11%	11%	8%	9%	32%	

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: **Zimonyi Attila**
A Hallgató Neptun kódja: **D6TVAS**
A dolgozat címe: **FOLYAMATOPTIMALIZÁLÁS LEAN
MÓDSZEREKKEL EGY
MULTINACIONÁLIS VÁLLALAT
SZERELŐSORÁN**
A megjelenés éve: **2025**
A konzulens intézetének neve: **Magyar Agrár -és Élettudományi
Egyetem
Szent István Campus**

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. Továbbá kijelentem, hogy a dolgozat elkészítése során alkalmazott mesterséges intelligencia-eszközök (pl. szöveggenerálás, nyelvi javítás, fordítás, adatelemzés) használata nem helyettesítette a saját kutatási és alkotói munkámat, azok alkalmazását a források között vagy a módszertani részben feltüntettem, és a szakmai-etikai elvárásoknak megfelelően jártam el.

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

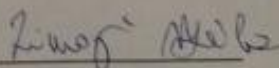
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

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

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. 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 könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: Gödöllő 2025. 10. 26.


Hallgató aláírása

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	ZIMONYI ATTILA
Neptun-kódja:	D6TVAS
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input type="checkbox"/> BSc/BA <input checked="" type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb:
Tantárgy neve/kódja*:	DIPLOMADOLGOZAT
A munka címe:	FOLYAMATOPTIMALIZÁLÁS LEAN MÓDSZEREKKEL EGY MULTINACIONÁLIS VÁLLALAT SZERELŐSORÁN

* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

I. TÁBLÁZAT: Asszisztensi vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrektúra, ötletelés stb.)

(Ezen felhasználások esetében a konkrét promptok és válaszok csatolása nem szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)

II. TÁBLÁZAT: Jelentős tartalmi hozzájárulás (pl. egy teljes ábra vagy egy hosszabb szövegrész generálása)

(Ezekben az esetekben a felhasznált kulcsfontosságú promptok és az MI által adott nyers válaszok dokumentálása és a munka mellékletében való csatolása szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott eszköz verziója, elérhetősége	MI-neve, Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma	A prompt-naplót tartalmazó melléklet bejegyzésének sorszáma

3/A. Oktató által előírt kiegészítő szabályok (ha vannak)

Amennyiben az adott tantárgy oktatója vagy témavezetője az MI-eszközök használatára vonatkozóan külön szabályokat vagy elvárásokat határozott meg, kérjük, az alábbi mezőben foglalja össze ezeket:

Pl. az MI használatának tilalma bizonyos feladattípusokra; csak konkrét eszköz használata engedélyezett; eltérő hivatkozási elvárások; dokumentációs forma stb.

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok: -

.....

.....

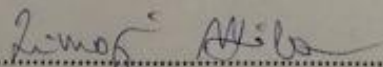
.....

.....

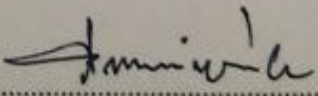
4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

Kijelentem, hogy az MI által esetlegesen generált tartalmakat minden esetben kritikailag felülvizsgáltam, szerkesztettem és a munkába illesztettem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségéért és tudományos helytállóságáért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem a benyújtott munkát mesterséges intelligencia detektorral ellenőrizheti, és eljárást kezdeményezhet, amennyiben a nyilatkozatom valótlan vagy hiányos.

Kelt: Gödöllő 2025. 10. 26.

.....


Hallgató aláírása

.....


Konzulens/Témavezető aláírása

NYILATKOZAT

Zimonyi Attila (hallgató Neptun azonosítója: **D6TVAS**) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakedolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem³

Kelt: Gödöllő 2025. 10. 26.



belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendó.

³ A megfelelő aláhúzendó

KÜLSŐ KONZULENSI NYILATKOZAT

Zimonyi Attila (hallgató Neptun azonosítója: D6TVAS)

külső konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a hallgató az előre egyeztetett konzultációkon rendszeresen megjelent.

Kelt: Jászberény 2025. 10. 26.



külső konzulens
Hőgye István