

RAKTÁRBŐVÍTÉS ÉS LOGISZTIKAI FEJLESZTÉS EGY VÁLLALAT ÉLETÉBEN

KÉSZÍTETTE: FÜLE MAJA CINTIA

LOGISZTIKAI MÉRNÖK BSC

BELSŐ KONZULENS: DR. TÓTH ÁKOS

KÜLSŐ KONZULENS: CSAPÓ ISTVÁN

2022, KECSKEMÉT

Tartalomjegyzék

BEVEZETÉS	2
1. A RAKTÁRBŐVÍTÉSI PROJEKT ISMERTETÉSE	4
2. LEAN MENEDZSMENT	6
2.1. MI A LEAN?	6
2.2. A LEAN ESZKÖZEINEK BEMUTATÁSA.....	7
2.3. VESZTESÉGEK ÉS ÉRTÉKEK A LEAN SZEMÜVEGÉN KERESZTÜL.....	13
2.4. ÉRTÉKÁRAM TÉRKÉPEZÉS.....	14
3. EREDETI HELYZET BEMUTATÁSA	17
3.1. RAKTÁRAK ISMERTETÉSE	17
3.2. A GYÁRTÓSORI ANYAGELLÁTÁS RENDSZERE	19
3.3. A KISZÁLLÍTÁS ÉS A KOMISSIÓZÁS EREDETI FOLYAMATA	20
3.4. AZ EREDETI ÁLLAPOT ÉRTÉKÁRAM TÉRKÉPE	21
3.4.1. <i>Az eredeti rendszer hátrányai.....</i>	<i>23</i>
4. FOLYAMATOK OPTIMALIZÁLÁSA ÉS RAKTÁRBŐVÍTÉS ISMERTETÉSE.....	24
4.1. TERVEZÉS ÉS MEGVALÓSÍTÁS PDCA CIKLUSSAL ÉS SMART MÓDSZERREL	24
4.1.1. <i>Tervezés</i>	<i>24</i>
4.1.2. <i>Megvalósítás</i>	<i>26</i>
4.2. FEJLESZTÉSEK A RAKTÁRBAN ÉS A MEGÚJULT ELLÁTÁSI LÁNC	27
4.2.1. <i>Az új magasraktár elrendezése.....</i>	<i>28</i>
4.2.2. <i>Vertikális anyagmozgató berendezés bemutatása.....</i>	<i>32</i>
4.2.3. <i>Az eredeti raktárhelyiség jövője</i>	<i>34</i>
4.3. VESZTESÉGEK ALAKULÁSA.....	35
ÖSSZEFOGLALÁS	37
ÁBRAJEGYZÉK	38
IRODALOMJEGYZÉK	39

Bevezetés

Az utóbbi években rohamosan fejlődött az ipar, és ezzel párhuzamosan, mintegy öngerjesztő folyamatként, egyre megfizethetőbbek és elterjedtebbek lettek az ipar 4.0 technológiái. Ebben a rohanó világban a cégek innovációs munkálatait a versenyfutáshoz lehet hasonlítani, hiszen, ha valamit nem fejlesztenek időben, az elavulttá válik, és az új optimumhoz képest időarányosan csökken annak hatékonysága. Kissé közelebb érve a logisztika témaköréhez, az elmúlt évtizedben egyre nyilvánvalóbbá vált, hogy nagyobb változások előtt áll a raktározás és az árumozgatás. Megjelentek az önvezető targoncák, szortírozó robotok, különféle automata és félautomata csomagoló rendszerek, valamint tovább fejlődtek az áru követését elősegítő megoldások.

A dolgozatom témájának egy német multinacionális cég magyarországi telephelyének logisztikai bővítését választottam. Pontosabban ez a telephely egy új gyártósorral és egy logisztikai központtal bővül. TDK dolgozatomban főként az ezzel kapcsolatos technológiai, folyamat optimalizáló, veszteség minimalizáló változások vizsgálatát tűztem ki célul. A kutatásomhoz hatalmas segítség volt, hogy korábbi munkahelyemen szívesen láttak, és beleláthattam az raktárbővítés végrehajtási szakaszába.

A fejlesztés szükségessége elsősorban az eredeti raktár telítettségéből fakadt. A telephelyen lévő raktárban 1500 raklapot tudtak tárolni, emellett két külső raktárral üzemelt a cég. Ezek a raktárak körülbelül 1200-1500 férőhellyel rendelkeztek. Míg az egyik raktár a telephellyel azonos városban volt, a másik tőle nagyjából 70 kilométerre helyezkedett el. Az utóbbi raktárból napi 2-3 alkalommal érkezett kamion, ami hosszútávon tarthatatlannak bizonyult. A helyzetet tovább súlyosbította az, hogy a raktárakban általában 98%-os volt a területi kihasználtság, ezáltal szűkössé és rugalmatlanná vált az alapanyag és a késztermék tárolása is. Sok esetben a folyosókon álltak a tételek, ami nehezítette az árumozgatást, valamint sok hiba- és sérülési lehetőséget is rejtett magában. Ez az új magasraktár mellett nem fordulhat majd elő, hiszen 9000 raklap tárolására tervezték meg, valamint az eddig használt raktár is működni fog, ami felett egy híd kialakítását tervezik, ami összeköti az első emeleten zajló termelést az új logisztikai központtal, ezzel is minimalizálva az árumozgatást.

Szintén a bővítés mellett szólt a technológia fejlődése. A központ többek között önvezető targoncával, elektromos vontatóval, új vertikális tárolóautomatákkal, 3 dokkoló állomással, liftekkel és zsilipekkel is bővült. A fejlesztések előnyeinek kimutatásához empirikus kutatást fogok végezni, tehát a valóságban is megfigyelem a jelenlegi helyzetet, valamint a tapasztalati következményeket, és ezek alapján ellenőrzöm az előfeltevések

helytállóságát. Ebben az esetben az előfeltevésünk nem más, mint hogy a fejlesztésekkel nő a hatékonyság és csökken a hibalehetőség.

A következő fejezetekben ismertetem a projekt háttérét, magát a céget, és annak termékeit. Kitérek a Lean kialakulására, filozófiájára, alapelveire, eszköztárára, az értékfolyam térkép készítésére, valamint ismertetem a veszteségek típusait, és az értékteremtő folyamatokat. A technológia aspektusából tekintve nehéz lenne elkerülni napjainkban az ipar 4.0 fejlesztéseit, így a dolgozat elméleti részében ezekre is részletesen kitérek. Úgy gondolom, a fent említett területek nem csak a kutatásomnak elengedhetetlenek eszközei, hanem az ipari környezetnek is. Végezetül a dolgozatom második felében a korábban felsorolt szempontok figyelembevételével elemzem a jelenlegi helyzetet, megvizsgálom a régi és új raktár közötti különbségeket, az új folyamatokban a veszteségek alakulását, és azt, hogy hogyan tesz 2022-ben időtállóvá az új logisztikai központot. A dolgozatot a folyamatfejlesztési, raktároptimalizálási eredmények összefoglalásával zárom, és további fejlesztési lehetőségeket ismertetek.

1. A raktárbővítési projekt ismertetése

Az gyártás kapcsán beszélhetünk backend és frontend gyártásról. A frontend gyár alapanyagokat gyárt míg a backend az onnan érkező alapanyagokat szereli össze. A magyarországi gyártelep backendnek számít, tehát beérkeznek a frontend telephelyekről az alapanyagok, amikből a termelési folyamat végére késztermékek készülnek.

Ezen belül csak érintőlegesen, de szeretnék kitérni a cég ellátási láncának elemeire és a logisztikai folyamatokat segítő programokra. A késztermék stratégia a rendelésre gyártás. Ebből következik, hogy alacsonyabb kockázattal és készletezési költséggel tud üzemelni a vállalat. A termék ez esetben a csomagolás területéről közvetlenül a kiszállítás területére érkezik, majd a vevőhöz kerül. A vevők igényeit először felveszik egy kapacitástervező programba (SPL UI). Ez alapján az információ tovább megy egy igénytervezőbe (RAP UI program), ahonnan a vállalatirányítási rendszerben (Enterprise Resource Planning, ERP) ez már késztermék igényként jelenik meg. A vállalat ERP rendszere az SAP. Az SAP a világ leghíresebb integrált vállalatirányítási rendszere. Sikere a nagy mértékű testreszabhatóságban és megbízhatóságban rejlik. Az SAP-val párhuzamosan az információk megérkeznek az anyagszükséglet tervezés (Material Requirement Planning, MRP) szintjére is. Ezeket az adatokat a termelésstervezés feldolgozza, és párhuzamosan az alapanyagfogyást figyelve a kanban programon keresztül, a beszerzés megrendeli a szükséges alapanyagokat. Ezek az alapanyagok bekerülnek a központi raktárba, ahol az előkészítés során minőségellenőrzésen esnek át, majd beáramolnak a termelésbe a gyártósori kiszolgáláson keresztül. A termelésen belüli anyagmozgást a CAMSTAR rendszerével követik, ami egy gyártás végrehajtási rendszer (Manufacturing Execution System, MES). A késztermék kiszállítás a központi raktárból történik szintén SAP segítségével.

Az anyagáramlási folyamatokat bonyolította, hogy a piaci növekedés és az ennek hatására létrejövő termelés átépítési projektek eredményeképpen a ceglédi telephely 1500 négyzetméter területű magasraktára 2013-ra megtelt. Ekkor a szállítmányozási menedzsment csapata a raktári folyamatok egy részének kiszervezése mellett döntött. Eleinte elég volt egy külső logisztikai szolgáltatót (third party logistics, 3PL) alkalmazni, de a termelés növekedésével szükség volt egy második szolgáltatóra is. Ez a változás nagymértékben megnehezítette a cég ellátásláncának zökkenőmentes működését. 2017-ben a LOG GO program keretein belül egy elemző cég megvizsgálta a logisztikai folyamatokat, és tett pár fejlesztési javaslatot. Ezen felbuzdulva, az eredmény értékeit figyelembe véve

elkezdtek kialakítani az új logisztikai folyamatokat, automatizált rendszerek beépítésével. Mint minden fejlesztés, ez is egy többlépcsős eljárás volt. Első lépésként a vontatmányos anyagellátást célozták meg, majd 2021-ben bevezették a raktári automaták használatát a chipek és tartalék alkatrészek. A 2022-2023-as üzleti év során ütemezett anyagellátást akarnak bevezetni a raktár és a gyártósorok között. Végezetül a cél egy automatizált tárolási rendszer létrehozása az alapanyagok számára, amik szállítószalagon érkeznének a gyártásba (2023-2025).

A folyamatokat szintén hatékonyabbá teszi a raktárbővítés, ami 1500 négyzetméterről 5400 négyzetméterre bővül. A raktár 2022. februárjában átadásra került, ezzel egyidőben az együttműködés megszűnt a 3PL szolgáltatókkal. A harmadik fejezetben a régi és új folyamatok közötti különbségek vizsgálatáról értékáram térképet fogok készíteni, valamint megtervezem az ideális jövőállapotot is, fejlesztési javaslatokkal kiegészítve. így bemutatva ezt a raktárbővítési folyamatot.

2. Lean menedzsment

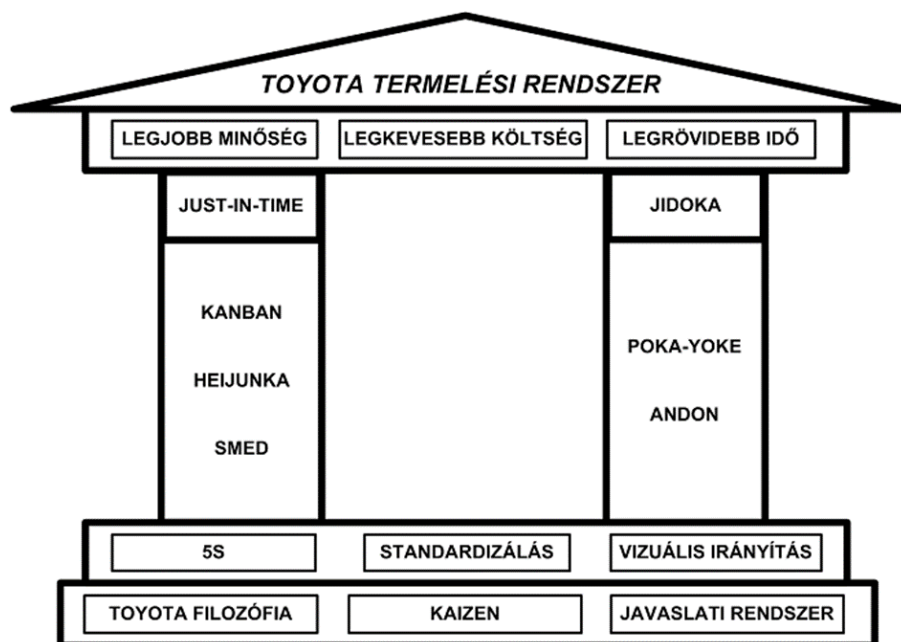
A raktár bővítés vizsgálatához számos tanult módszert lehet alkalmazni, én ezek közül egynek, a Lean módszertanát választottam. Ebben a fejezetben a Lean eszközeit és gondolkodásmódját szeretném bemutatni úgy, hogy a témakör azon releváns kérdéseit érintem, amelyek a raktár bővítés során szóba kerülhetnek. A Lean-t azért tartom fontosnak, mert segítségével jól működő folyamatokat alakíthatunk ki. A jól működő folyamatok pedig nem csak azért szükségesek, hogy hatékonyabb legyen egy cég tevékenysége, hanem azért is, hogy segítségével ezek a folyamatok megfelelő alappá váljanak a további fejlesztésekhez.

2.1. Mi a Lean?

Jelentős számú szervezet, mind az iparból, mind a szolgáltatási szektorból és a közsférából, elkötelezetté vált abban, hogy megfeleljenek a Lean szemlélet szempontjainak, köztük a legnagyobb piacvezető vállalatok is. A váltásnak számos előnye van. A folyamatok és a rendszerek hatékonyabbá, megbízhatóbbá és átláthatóbbá válnak. Célja a vevői igények teljesítése a lehető legkevesebb erőforrás felhasználásával.

A Lean kialakulásának története viszonylag zavaros, egyesek szerint a velencei kikötők működéséig nyúlik vissza, míg mások úgy gondolják elsőként Henry Ford volt az, aki a Lean-hez hasonló termelési áramlást próbált megvalósítani az 1910-es években. A Ford rendszernek számos korlátja volt, mint például a változatosság hiánya. A második világháború kirobbanásával a munkaerőpiac megfogyatkozott és hirtelen, nagy mennyiségű szakemberre volt szükség az iparban. A training within industry programmal (TWI) a munkahelyi betanításnak adtak struktúrát. A program célja a munka betanítása és a vezetési képességek tanítása volt. Egy biztos, az 1940-es évek végére ezeket a koncepciókat továbbfejlesztve a Toyota is létrehozta a saját termelési rendszerét, a Toyota Production System-et (TPS-t). Ennek az új rendszernek a célja a gyártási költségek csökkentése volt, a termékek minőségének javításával és az átfutási idők csökkentésével úgy, hogy azok a vevői

elvárásokkal összhangban legyenek. A rendszer felépítését szemléletesen bemutatja a Toyota ház.



1. ábra: Toyota ház [20]

A Toyota ház teteje maga a cél, tehát hogy a legjobb minőséget, a leggyorsabb átfutási idővel, a legalacsonyabb költséggel gyártsák le. A 2 pillér a jidoka és a JIT. Ez a két alapelv már korábban is létezett. A jidokát Sakichi Toyoda alkotta meg 1902-ben. Míg a JIT elvét fia, Kiichiro Toyoda dolgozta ki az 1930-as évek végén. A Toyota termelési rendszert végül pár évvel később Taiichi Ohno foglalta egybe Eiji Toyoda támogatásával. Ez a rendszer olyannyira működött, hogy az 1960-as évek végére saját tanácsadói programmal rendelkeztek. A sikereket látva Európa és az Egyesült Államok is átvették a saját munkakultúrájukhoz igazítva a Toyota jól bevált rendszerét, ezt nevezzük a mai napig a Lean-nek.

2.2. A Lean eszközeinek bemutatása

A JIT, avagy just in time, tükörfordításban annyit tesz: pont időben. A lényege az, hogy a szükséges terméket, a szükséges időben és mennyiségben tudjuk gyártani és mozgatni. A JIT-rendszer működtetésének alapja az ütemidővel történő termelés, a húzó rendszer és a folyamatos anyagáram biztosítása. Ehhez szükséges a vevői igények kiegyenlítése a kanban segítségével.

A kanban rendszer biztosítja a gördülékeny és hatékony gyártást. A japán szó a termelésben gyártási vagy mozgatási információkat tartalmazó kártyákat jelent. Használatával csökkenthető a készlet, megakadályozható a túltermelés és a készlethiány,

javítja a termelési reakcióidőt a vevői igények ingadozása esetén, és segít a termelési rendszer folyamatos korszerűsítésében.

A kanbannak 2 fő típusa van, ez az anyagfelvevő kanban és a termelési utasítás kanban. Ezeken belül is több altípust különböztetnek meg. Az anyagmozgatás aspektusából beszélhetünk folyamatok közötti és beszállítói/vevői kanbanról. A folyamat közti kanban kártyával rendelhetünk anyagot az előző folyamattól. Ezeken általában megnevezik a terméket és annak cikkszámát, majd sor és lokáció szerint azt, hogy honnan kéri az adott árut és hova, valamint meghatározzák, hogy mennyire lenne szükségük. A másik változata a beszállítói és a vevői kanban, ezzel a beszállítóktól rendelhetünk alapanyagot, és azért van szükség a megkülönböztetésre, mert míg az egyik helyzetben mi vagyunk a vevők, a vevőink számára már beszállítói szerepet töltünk be. Termelési utasítás szerint beszélhetünk folyamaton belüli és jel kanbanról. A folyamaton belüli kanban kártyával a klasszikus értelemben berendeljük az adott alkatrészeknek a gyártását a folyamattól. Az utolsó változat a jel kanban. Ezt nem a termelési egységhez csatoljuk, hanem 2 doboz vagy láda közé, a standard mennyiség által meghatározott helyre. Ez azt jelzi, hogy ha bizonyos szint alá csökken az adott alkatrész típus, akkor el kell kezdeni gyártani azt a mennyiséget, ami a sorozatnagyságnál látható. A kanbanok megtervezésénél figyelembe kell venni a színmenedzsment szabályait és a vizuális irányítás alapelveit. Egyszerűnek kell lennie, és egyértelmű utasítást kell adnia. Az előállításánál számolni kell a környezettel, ahol használni fogják azt. A tartósság érdekében általában színes nyomtatóval kinyomtatják, majd lelaminálják ezeket a kártyákat.



2. ábra: Heijunka tábla színkódos kanban kártyákkal [13]

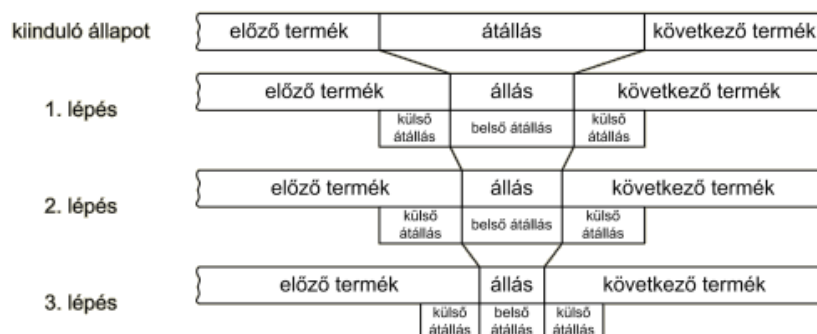
A kanban mellett a heijunka is támogatja a JIT megvalósulását. A termelés kiegyenlítésével csökkenthetjük az átfutási időt. Ehhez nyújt segítséget az úgynevezett heijunka tábla.

A táblában úgy kell elrendezni a kanban kártyákat, hogy minden órára azonos termelési mennyiség jusson, valamint a típusok eloszlása is egyenletes legyen a műszakok során.

Ha az átfutási időt akarjuk csökkenteni, ennek másik módja az átállási idő csökkentése. Az átállási idő a két terméktípus gyártása között eltelt idő. A belső átállás az, amit csak akkor tudunk elvégezni, ha a gép már áll, ilyen például az alkatrészbefogó cseréje. Ezzel szemben a külső átállást akkor is el tudjuk végezni, ha a gép még működésben van. Az anyagelőkészítés, takarítás, csere utáni elpakolás tipikusan az utóbbi kategóriába tartozik. A SMED (Single Minute Exchange of Die) az átállási idő csökkentést célzó módszer. A mozaikszó jelentése: 10 perc alatti átállás. A név nem túl találó, hiszen az átállások nagyon különböznek. Előfordulhat, hogy egy termelési folyamatban lehetetlen teljesíteni az átállást 10 perc alatt technikai okokból kifolyólag, míg máshol a módszer nélkül is 2-3 perc az átállási idő. A módszert Shigeo Shingo fejlesztette ki az 50-es években és a lényege három pontban megfogalmazható:

1. Csoportosítsuk a műveleteket külső és belső átállási csoportokba.
2. Törekedjünk arra, hogy minél több művelet kerüljön át a külső átállásba.
3. Lehetőségeink szerint csökkentsük mind a külső, mind a belső átállási időt.

A SMED elérése után a következő fejlesztési lépés az OMED megvalósítása. Az OMED célkitűzése az egy percen belüli átállás. Ehhez az kell, hogy egy kapcsoló elfordításával történjen meg az átállás, és ne kelljen összetettebb fizikai munkát végezni. Ezután a végső cél az, hogy az előző termék után átállás nélkül lehessen tovább haladni a következő termékre.



3. ábra: Átállási idő minimalizálása a SMED módszerrel. [20]

A Toyota ház másik alappillére a jidoka. A módszer célja a jobb minőség biztosítása, alacsonyabb gyártási költség mellett. A jidoka két fontos elvből áll: a gépek a rendellenesség

észlelésekor automatikusan álljanak le, valamint az emberi és gépi munkavégzés határolódjon el egymástól, tehát a gép alapvetően állandó emberi felügyelet nélkül is működjön. Az első elv a minőséget garantálja azzal, hogy a gép, hiba esetén leáll és nem termel több selejtet. A második elv pedig a költségek csökkenését biztosítja, hiszen a gép mellé nem kell plusz embert betanítani és foglalkoztatni.

Szintén a gépek működéséhez kapcsolódik a poke-yoke elv, ami egyfajta hibavédelem. Eredetileg a japán nyelvben azt a kifejezést használták, hogy baka-yoke, tehát bolondbiztos, de ez később finomodott és a termelésben használatos gépekkel szemben az egyik legfőbb elvárás lett, hogy a gépet kezelő munkások csak egyféleképpen tudják belerakni az adaptert vagy a termékeket a gépbe, így ebből nem keletkezhetsz hiba, selejt és gépi meghibásodás.

Ha a termelési selejtek nem csak legyártásra kerülnek, de ki is kerülnek a megrendelőhöz, azzal a cég megítélése romlik, csökken a vevő bizalma, és végső esetben el is veszíthetik az adott partnert.

Háromféle termékvizsgálati módszert ismertet a Lean, amivel elkerülhetjük a selejtek értékesítését. Az első és legegyszerűbb a szétválasztó vizsgálat. Ekkor a végellenőr egyesével megvizsgál minden terméket. Általában a munkautasításban meghatározott minőségi etalonhoz, tűréshatárhoz vagy „megfelel/nem felel meg” típusú mintákhoz hasonlítja ezeket a terméket. Szakmai gyakorlati helyemen mind a 3 típussal találkoztam. A termékek végig mentek egy végmérő gépen, ami tesztelte a kapacitást és a hibamentes működést. Ezután a csomagoló munkatársak megvizsgálták a külső sérüléseket, ütődéseket és karcolásokat, valamint az adatokat tartalmazó lézerezés helyességét. Ezekhez különféle eszközök álltak rendelkezésre, tűréshatármérő eszközök és információk, melyek minden gépről elérhetőek voltak. A módszer hibája, hogy mivel végtermékellenőrzésről van szó, ezért a hibázás minden esetben kritikus és vevői reklamációval jár. A második vizsgálati típus egy gyártásközi ellenőrzés, a tájékoztató vizsgálat. Ez a módszer hatékonyabb az előzőhöz képest, mert segíti a selejtek csökkentését is. Hiba esetén értesíti a hibát létrehozó folyamatot, így az az állomás, azonnal tehet ellenlépéseket, hogy a hiba ne forduljon elő többet. Az ellenőrzésre három lehetőség van, mintavételes-, követő-, és önellenőrzés. A mintavételes ellenőrzés főként az alapanyag minőségellenőrzésénél hasznos, viszont hátránya, hogy a hiba felfedezése a véletlenre múlik. Követő ellenőrzésnél a következő folyamat vizsgálja meg a termékek minőségét, mielőtt elkezd dolgozni a tételen. A módszer hibája, hogy két folyamat közötti feltorlódás esetén a vizsgálat rengeteg időt vesz el, vagy a dolgozó a sietség miatt felületes munkát végez, hogy behozza a lemaradását. Utolsóként

említést szeretnék tenni az önellenőrzésről is. Ekkor minden beosztott a saját munkáját ellenőrzi. Effektivitását csökkenti, hogy a soron dolgozók átlátásban repetitív munkát végeznek és sokszor megszokásból cselekednek, a betanult mozdulatok már ösztönösen jönnek, ebből adódóan sokkal nehezebben fedezik fel saját hibáikat. A harmadik vizsgálati típus a forrásvizsgálat. A módszer célja a hiba forrásának felkutatása, hogy ezzel elkerülhessük a selejtek előfordulását. A forrásvizsgálat alapja a poke-yoke, mivel biztosítanunk kell hozzá azt, hogy a műveleteket ne lehessen hibásan elvégezni. Összegezve a minőségbiztosítás szintjeit: ha a gyár selejtet szállít, akkor nincs megfelelő ellenőrzés. Második szinten, a gyár már nem szállít selejtet és működik a szétválasztó vizsgálat. Harmadik szinten csökkenteni tudjuk a hibás termékek számát a tájékoztató vizsgálattal. Negyedik szinten a folyamat már nem küld tovább selejtet, vagyis hatékony az önellenőrzés. Végezetül a legideálisabb, ha a folyamat nem állít elő hibás terméket, tehát megfelelően működik a poke-yoke. Itt megemlíteném a jelző és a kontroll poke-yoke típusokat. A jelző poke-yoke mulasztás esetén hang és fényjelzéssel indikálja, hogy hiba történt. Lehet ez például az ellenőrzés kihagyása, vagy alkatrész beszerelésének elmaradása. Mindenesetre a jelző poke-yokét figyelmen kívül hagyhatjuk és akkor a figyelmeztetés ellenére létrejön a hiba. A kontroll poke-yoke meggátolja a selejt továbbjuttatását, valamint bizonyos esetekben a létrejöttét is. Ezt alkalmazva, ha rosszul szerelnénk össze 2 alkatrészt, a rendszer leáll és nem engedni a folyamatot végrehajtani, amíg nem korrigáljuk a hibát. Ezeket a poke-yoke eszközöket alkalmazzuk az illeszkedési, rögzített érték és mozdulat-lépés módszereknél. Az illeszkedési módszerek érzékelik, hogy a termék érintkezésbe került-e az érzékelőeszközzel. A rögzített érték megoldásaival pontosan annyi alkatrészt szolgáltatunk az egyes folyamatoknak, amennyi egy termék építéséhez szükséges. Például négy helyen kell szegecselni a terméket. A gép ilyenkor csak akkor engedi át a terméket, ha mind a 4 szegecselés megtörtént. A mozdulat-lépés módszer segítségével ellenőrizhetjük, hogy egy mozdulat vagy lépés megtörtént-e például a gép ciklusidején belül, ezen kívül azt is megtudhatjuk, hogy a sorrend megfelelő volt-e ezalatt. A poke-yoke rendszerekben alkalmazott érzékelőket három kategóriában sorolhatjuk. Fizikai érintést érzékelő eszközök, energiaérzékelők (például sugárérzékelő), és a fizikai körülmények megváltozását érzékelő műszerek (nyomás-, hőmérséklet-, elektromos áramban bekövetkező változás).

A poke-yoke bemutatása után a jidoka eszközöként meg kell említenem az andont is. Az andon nevét a japán papírlámpásokról kapta és a vizuális irányítás kardinális eleme. Feladata, hogy informálja dolgozókat a termelés állapotáról. Általában fényjelzéssel tájékoztatja a dolgozókat az akadálymentes működésről és a problémákról egyaránt, de ide

soroljuk a termelési adatokat ábrázoló kijelzőket is, legyen szó termelt és tervezett mennyiségekről, selejtarányról, és egyéb fontos adatokról. Egyre több helyen jelennek meg az igényjelző andonok. Ezek jelezhetik azt, hogy rövidesen átállás várható, vagy anyagihiány lépett fel valamelyik soron. Elhelyezkedése alapján két féle andont különböztetünk meg. A helyi andon az adott gépre van felszerelve, vagy egy-egy sor végén helyezkedik el és csak az adott terület állapotát jeleníti meg. Ezzel szemben a központi andon egy sarkalatos ponton jeleníti meg több sor vagy gép információit. Feladatait tekintve további típusokra bonthatjuk az andonokat. A jelző andont a szükség felmerülésének jelzésére használják, így például egy sor anyagszükséglet is indikálhatja. Ekkor az anyagmozgató meglátja a jelzést és a számára előírt módon elszállítja az adott gyártósorra az anyagot. Létezik még figyelmeztető andon, ami a probléma gyors jelzésére szolgál, így az illetékes akár pár másodperccel a probléma bekövetkezése után megkezdheti annak elhárítását. Ezek a termelési gépek elrendezéséből adódóan sokszor hangjelzéssel is társulnak, ha a fényjelzés nem elegendő. A gyárakban a legelterjedtebb típus a működést jelző andon. Ez általában három vagy több színű lámpa. A lámpák színei különböző állapotokat jelenthetnek. Tegyük fel, hogy a lámpa akkor kapcsol be, ha az operátor elindítja a gépet. A zöld fény jelezheti azt, hogy a gép a ciklusát végzi. A sárga fény mutathatja a ciklus végét, az újraindítás szükségességét, átállást vagy egyszerű várakozást. A piros ellenben minden esetben valami problémát jelez. Ha további információkat akarunk közölni, különféle feliratokkal társíthatjuk a színeket, így pontosabban meg tudjuk állapítani a termelés állapotát. Az utolsó típus, amit meg szeretnék említeni az az előrehaladást jelző andon. Ezt akkor kell alkalmazni, ha a műveletek viszonylag bonyolultak és sokáig tartanak. Ebben az esetben kisebb részekre bontják a műveletet és egy kijelzőn követhetik, hogy mikor melyik műveletrésznél kellene tartani. Korábban megemlítettem az andon kijelzőket is, melyek mennyiségi információkat szolgáltatnak a termelés helyzetéről. Ezek általában monitorokon vannak megjelenítve és csak legfontosabb adatokat jeleníti meg. Ilyen a műszakban gyártott darabszám, tervezett mennyiség, a kettő hányadosa százalékban kifejezve, a selejtmennyiség, selejtarány és az eltelt idő.

A Toyota ház alapja különféle eszközök, technikák és szemléletek halmaza. Használatuk nem szükségszerű, ahogy a korábban említett eszközök esetén sem, de mind segítenek a veszteségek minimalizálásában és minél több valósul meg belőlük egy gyárban, annál jobban működő rendszerről beszélhetünk. Az egyik ilyen eszköz az 5S. Az 5S öt darab japán szóból tevődik össze. Ezek a Seri (szelektálás), Seiton (elrendezés), Seiso (takarítás), Shitsuke (Fenntartás), valamint a Seiketsu (standardizálás). A módszer szerint mindennek

megvan a maga helye, így átlátható, hatékony és veszélymentes munkavégzést biztosíthatunk. Az általam vizsgált csomagoló területen például feliratozott, képpel ellátott lelaminált lapok voltak a munkaasztalra ragasztva és ez mutatta, hogy minek hol a helye. A kaizen a tökéletesség felé vezető út, egy olyan fejlesztési módszer, ami minden jelenleg használatos módszert megkérdőjelez a fejlődés érdekében. A kaizen fejlesztései általában nem, vagy csak minimális befektetéssel járnak. Ha például a kapacitáshiányt nem lehet optimalizálással orvosolni, csak egy újabb gép beszerzésével, akkor az már nem kaizen, hanem kairyo fejlesztés. A standardizálás a munkafolyamatok pontos meghatározása és folyamatos felülvizsgálata, fejlesztése. A standardoknak a célja, hogy mindenki számára érthető legyen a termék hatékony, jó minőségű és biztonságos előállításának menete. A Toyota filozófia a TPS elveinek összessége, ami biztosítja a tartós sikereket. A legtöbb Lean eszközt nehéz elválasztani egymástól, hiszen egy elvrendszerre épülnek, ebből adódóan hasonlóak a célkitűzések is. Erre egy példa az utolsó technika, a vizuális irányítás, amit már említettem a mind a kanban, mind az andon és a poke-yoke esetében. A módszer segítségével láthatóvá tesszük a veszteségeket.

2.3. Veszteségek és értékek a Lean szemüvegén keresztül

Az eddigieket összegezve, a Lean 2 legfontosabb alapelve az emberek tisztelete és a veszteségek csökkentése. Az eszközrendszer egyik legfontosabb tényezője a folyamatszemplélet. Ezalatt azt kell érteni, hogy fejlesztés vagy változtatás esetén, nem csak az adott műveletsort nézzük, hanem a teljes folyamatot. Ezeknek a folyamatoknak három fajtáját különböztethetjük meg, amik közül a két legnagyobb halmaz a veszteség és a szükséges, de nem eladható munka, magyarul ezek a tevékenységek nem teremtenek értéket. Ezeket a folyamatokat kell úgy mond „karcsúsítani”, az angol Lean kifejezéssel élve. Az értékteremtő folyamatok a gyártásnak nagyon kicsi részét veszik ki, de a Lean eszközrendszerével növelni tudjuk ezt a százalékot.

Érték az, amiért a vevő hajlandó fizetni. Ennek megfelelően az értékteremtő folyamat az, ami hozzátesz valami értéket a termékhez, így az közelebb kerül a vevői igények kielégítéséhez. A vevői igények egyre magasabban vannak, és míg korábban a használhatóság volt a cél, mára az esztétikai kialakítás és a csomagolás is egy olyan tényező lett, amiért képesek többet fizetni a vevők.

A veszteségeket vizsgálva a Lean kétféle megközelítést alkalmaz. Az egyik a 3M szabály, míg a másik a 7 veszteség elmélete. A 3M a japán Mura, Muri, Muda szavakból ered. Szó szerinti fordításban a mura egyenetlenség, avagy ingadozás, a muri túlterhelés, és

a muda maga a veszteség. A mura és a muri minden esetben veszteségeket, mudát eredményez. Tehát a három M együtt jár. A veszteség nem más, mint azoknak a folyamatoknak az összessége, melyek erőforrást igényelnek, de nem teremtenek értéket. A veszteségek 7 csoportba kategorizálását Taiichi Ohno állította össze. A kategóriák a következők: az anyagmozgatásból származó veszteség, felesleges mozdulatokban rejlő veszteség, várakozásból és túltermelésből adódó veszteség, szükségtelen tevékenységekből fakadó veszteség, a minimálisnál nagyobb készlet és a javítás.

A Lean 5 alaplépését 1996-ban fogalmazta meg James Womack és Daniel Jones. Ezek a lépések sokat segítenek az előzőekben megismert veszteségek minimalizálásában.

1. Érték meghatározása: A kérdés az, hogy mit szeretne a vevő.
2. Értékfolyamat megismerése: Ez az értékteremtő folyamatok láncolata.
3. Áramlás kialakítás: A kialakítás során a legfontosabb, hogy az áru megállás nélkül áramoljanak a folyamatokban és azok között is.
4. Húzóelv: A JIT alapelvének egyike. Használatával elkerülhető, hogy a termékek a raktárban álljanak, ezáltal csökkenthető a készlet és a raktározási költség is.
5. Tökéletesítés: Maga a kaizen elve. Tökéletes állapot nem létezik, mindig lehet tovább fejlődni.

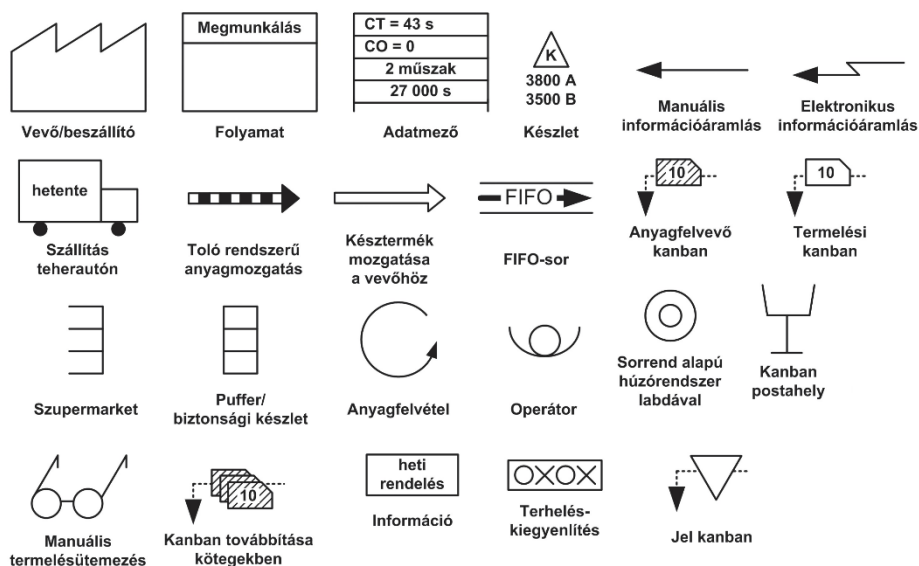
2.4. Értékáram térképezés

Az értékáram térkép (Value Stream Mapping, VSM) egy stratégiai eszköz, ami lefedi egy gyár termelési tevékenységeit, az értékteremtés útját, és magának az értéknek az áramlását a beszállítóktól a vevőig. Segítségével ábrázolni tudjuk az anyag- és információáramlást, valamint felismerhetjük a veszteségeket.

Az értékáram térképezés egy olyan Lean eszköz, amellyel csökkenteni tudjuk a veszteségeket és optimalizálni az anyagáramlást, a gyártást és a raktározást. TDK dolgozatomban az anyagáramlási és raktározási folyamatok vizsgálatára fogom használni ezt a technikát, aminek a segítségével látványosan szemléltetni tudom a változásokat, amik a raktárbővítésből és a logisztikai fejlesztésekből adódnak. Ehhez először készítek egy jelenállapot térképet, aminek elemzésével meg lehet alkotni az ideális állapot térképet. Ha vannak olyan elemek, amik nem valósultak meg a fejlesztések során, akkor hasznos lehet egy jövőállapot térkép is. Az elemzések során megnézhetjük, hogy hol vannak a legnagyobb készletek, melyek a leghosszabb átfutási-, várakozási-, és szállítási idők, és mely gyártási

folyamatok ciklusideje kritikus pont. Hatékony értékáramról akkor beszélhetünk, ha a folyamatok között működik a húzórendszer és nincs túltermelés, valamint a folyamatok között nincsenek kerülőutak ezzel biztosítva a legrövidebb átfutási időt.

A jelenállapot megrajzolásának első lépése, hogy lehetőségeinkhez mérten ténylegesen járjuk be az értékláncot, beszéljünk az ott dolgozó emberekkel, és ne csak a régi megállapításokra és az elméleti tényekre hagyatkozzunk. Ez az úgynevezett empirikus kutatás lényege. Ezután gyűjtjük össze és rendszerezzük az összes anyagot és dokumentumot, ami a folyamatra vonatkozik. Érdeemes a vásárlói igényből kiindulni. Nevezzük meg a vizsgálni kívánt terméket/termékcsaládot, tudnunk kell, hogy ezek hány alkatrészből állnak össze, mennyi az ütemidő, milyen csomagolóeszközt preferál a vásárló, valamint hány darabot szállítunk és milyen gyakran. A rajzolásban az alábbi gyakran használt ikonok segítenek:



4. ábra: Értékáram térkép szimbóluma [1]

Az értékáram térkép elkészítéséhez hasznos időfogalmak az ütemidő, ciklusidő, gépi idő, gépi valós ciklusidő, kézi idő, sétaidő, várakozási idő, átállási idő, és az átfutási idő. A ciklusidőt (C/T) a dolgozó műveletsorának lemérésével szokták megállapítani. Az ütemidő, másnéven takt time (TT) az időtartam, ami alatt egy terméknek le kellene görögdülnie a gyártósorról a vevői rendelések alapján. Ezt a termelési idő és az erre az időtartamra szánt vevői igény hányadosából számítható ki. A gépi idő (MT) a gép elindításától a gépi művelet befejezéséig tart. A kézi idő (HT) az operátor műveleteinek azon része, amit kézi munkavégzéssel tölt. A gépi ciklusidő (MCT) a gépi idő és a gép működtetéséhez elengedhetetlen kézi idő összege. A valós gépi ciklusidő (EMCT) figyelembe veszi az

átállást is, tehát ez a gépi ciklusidő, hozzá adva az átállási idő és a sorozatnagyság hányadosához. A sétaidő (WT) a dolgozó munkaidejének azon része, ami alatt az egyik művelettől a másikig elsétál. Végezetül várakozási idő (WaitT) akkor keletkezik, ha a munkavégző nem végez fizikai munkát, hanem alapanyagra vár, vagy arra, hogy a gép elvégezzen egy adott műveletet. Az átállási időt már korábban az SMED kapcsán részleteztem, ennek a jele C/O. Az adatdobozban ezek közül főként a ciklusidőt, az átállási időt, a műszakok számát és a selejtek arányát szokták megjeleníteni. Az ábránk alatti időtengelyen az értékteremtő folyamatok idejét és a folyamatok között eltelt veszteséges időt (WIP) határozzuk meg, ebből kiszámolható az átfutási idő és az értékteremtő folyamatok ideje. Az átfutási idő, angolul lead time, egy termékhez szükséges anyag beszerzésétől az értékesítéséig szükséges időtartam. Az átfutási idő és az értékteremtő folyamatok mérőszámának elosztásával kalkulálható az értékteremtő folyamatok aránya százalékban kifejezve. A részletes analízishez az idők és a százalékos arányok mellett fontos adat még a munkaidő, a dolgozók száma, a gépek megbízhatósága és az anyagmozgatási távolságok is.

[1]

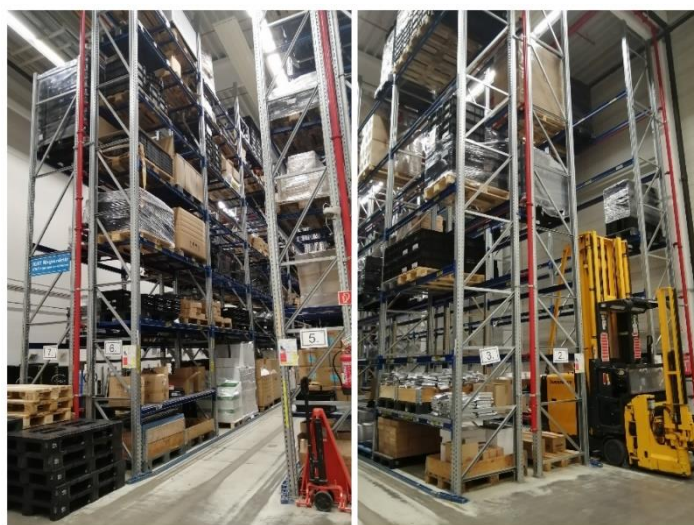
A jövőállapot elkészítéséhez tisztában kell lennünk, hogy milyen lenne az ideális állapot. Ez maga a célkitűzés, ami felé haladunk. Az ideális állapot feltérképezésénél minimalizálni kell a jelen állapotban megismert veszteségeket. Az eredményességünket az előbb ismertetett mérőszámok és hatékonysági mutatók, úgynevezett KPI-ok fogják igazolni.

3. Eredeti helyzet bemutatása

Az általam vizsgált cég raktárbővítésének és logisztikai fejlesztéseinek elemzése során első lépésként a jelenlegi helyzetet kell megismerni és átlátni. Ebben a fejezetben szeretném ismertetni a régi layout-ot, és a területeken történő anyagáramlást. Ezekből az információkból jelenállapot értékáram térképet készítek egy termékre, amiből megismerhetjük a folyamatok veszteségeit. A hibák feltárására a Lean gyökérok kereső módszerein kívül empirikus kutatást fogok használni, mert szükségesnek tartom a területeken dolgozók megkérdezését a jelenleg használatos szoftverek és folyamatok hibáiról.

3.1. Raktárak ismertetése

Az eredeti magasraktár 4 sorból és a közöttük elhelyezkedő közlekedő folyosókból állt, megtalálható volt benne 4 automatizált tároló lift, valamint asztalok, székek és számítógépek a raktáros munkatársak adminisztratív feladatainak elvégzésére.

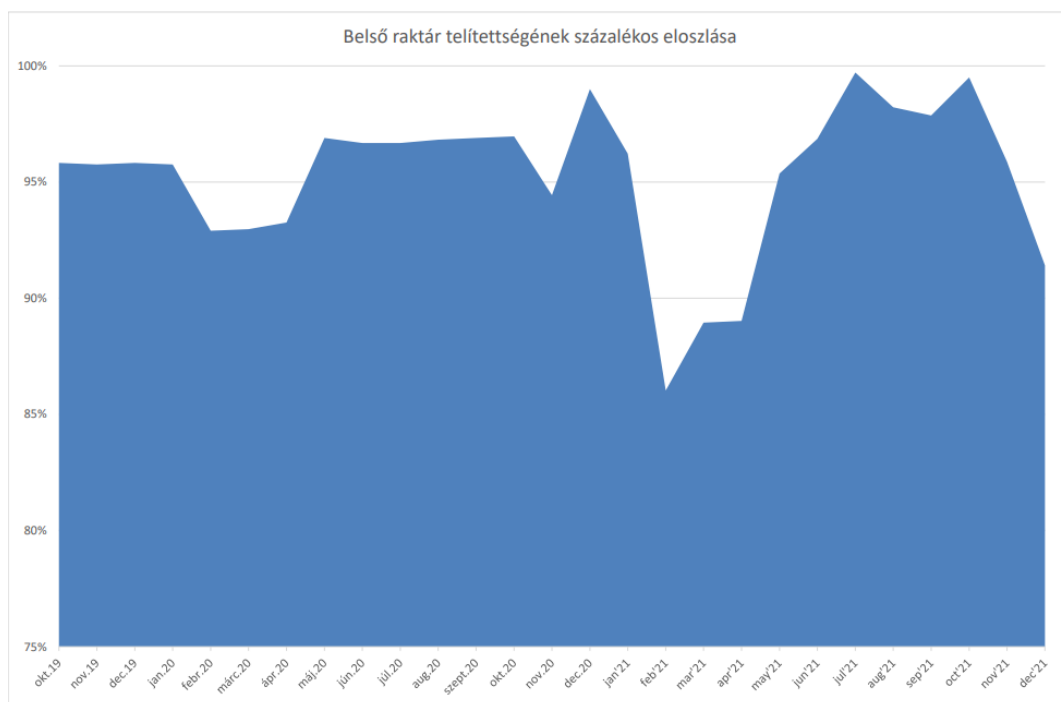


1. kép: Eredeti magasraktár és a magasraktári targonca (saját kép)

Az állványok hossza 40 méter volt, és a közöttük lévő közlekedő folyosók 1,9 méter szélesek voltak. Ez a távolság a 2 elektromos magasraktári felrakó targoncához lett kialakítva. Kerekei vezetősínek mentén gurultak, az esetleges ütközéseket elkerülve.

A beérkező áruk először az udvarra kerültek. A lerakodás elektromos homlok villás targoncával történt. Ebből a targoncatípusból a cég kettőt bitokolt, továbbá egyet bérelt. A beérkező áruk mennyiségi ellenőrzése a kísérő dokumentumokon és a valós raklapszám összevetéséből állt. Ezek után belső vonalkódot nyomtattak a tételekhez és bekönyvelték az

SAP-ba. Az áruk az új vonalkóddal egy ajtón keresztül a raktárba érkeztek, és a homlokvillás targoncával a megfelelő állvány elé helyezték őket. Innen már a magasraktári targonca fel tudta emelni és a megfelelő lokációra tudták helyezni. Ez a raktár 1403 raklaphellyel rendelkezett. A következő diagram a belső raktár telítettségét mutatja be 2019 októberétől a 2021-es év végéig.



5. ábra: Belső raktár telítettsége (saját szerkesztés)

A raktári folyamatokat nehezítette, valamint a termelés bővítését ellehetetlenítette, hogy a belső raktár kihasználtsága az elmúlt időszakban átlagosan 95%-os volt. Ehhez az átlaghoz nagyban hozzájárul a 2021 januári visszaesés. Ez a visszaesés igazából a 2020. decemberi magas telítettség hatására elrendelt külső raktárakba való átcsoportosításból fakadt. Sokszor az udvaron álltak a tételek és akkor kerültek be a magasraktárba, amikor onnan 1-1 tétel beforgott a gyártósori anyagáramlásba. A 2 külső raktárral együtt is, átlagosan 90% körüli volt a kihasználtság, ami tarthatatlannak bizonyult.

Az alapanyag raktáron kívül, volt egy kisebb tároló helyiség, amiben a chipeket tárolták. A chipraktár a kiszállításról felfelé vezető lépcsőn, a logisztikai irodák fölött helyezkedett el. A külön raktárhelyiség kialakítására azért volt szükség, mert a chipek külön raktározási előírásokkal rendelkeznek, és a folyamatok is elkülönülnek a többitől. A chipek tárolási követelménye a következő:

	Hőmérséklet	Páratartalom	Max. tárolási idő
Chipraktárban	17 °C-tól 28 °C-ig	<30%	12 hónap (ha nincs egyéb speciális kikötés)
Tisztatéri környezetben	17 °C-tól 28 °C-ig	35-60%	2 hét standard technológia esetén. 3 nap bevonat nélküli rezes tartalmazó chip esetén (ha nincs egyéb speciális kikötés)

1. táblázat: A chippek tárolási követelményei (saját szerkesztés)

Hetente átlagosan 550 doboz chip érkezett. Ezek raktárkészletre könyvelése, felcímkézése és lokációra könyvelése egyesével történt. Az áruk érkeztetése hétfőtől péntekig zajlott, de a chipraktár területén dolgozók feleltek a gyártósori chipellátásról is. Az ellátáshoz elengedhetetlen a megfelelő chippek előkészítése. A chipraktári könyvelési folyamatokkal nyomon követhető a chippek felhasználása, további segítség az egyedi és kötegelte kezelést elősegítő sorozatjelölés (charge/lot/batch). Naponta nagyjából félmillió chipet készített össze és könyvelt a chipraktár, ehhez 9 főt alkalmaztak. Négy fő hétfőtől péntekig két műszakban dolgozott, további négy fő 12 órás váltott műszakban, valamint egy fő irodai munkarendben.

3.2. A gyártósori anyagellátás rendszere

A gyártósori anyagellátásra műszakonként 4 ember volt kirendelve. Ők kézi raklapemelő békákkal szállították a tételeket a raktárból a termelésbe. Ez kétféle útvonalon történt. Az egyik ajtó a raktárból a G épületbe vezetett (lásd: 6. ábra), míg a másik az F épületbe. Ez anyagmozgató munkatársanként 2-2 gyártósort jelentett.

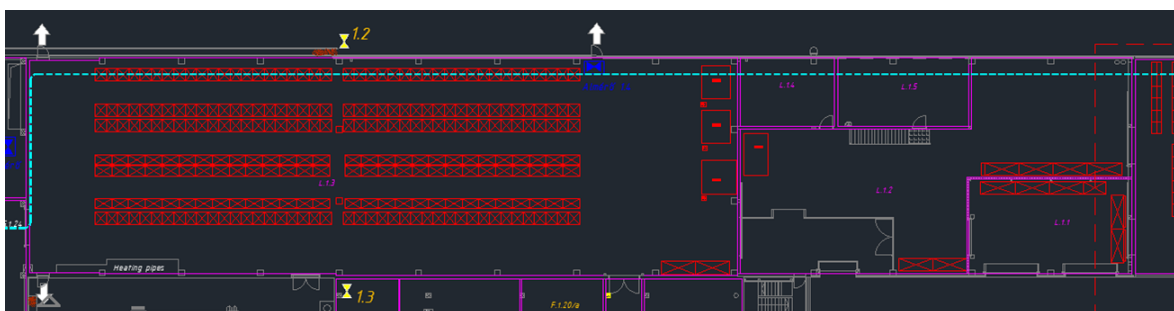
Az anyagellátást segítő kanban sokféleképpen valósult meg, területenként eltérő volt, így az anyagos munkatársaknak többfelé kellett egyszerre figyelniük, ha nem akartak várakozásból adódó veszteségeket okozni a termelésben. A gyártósori anyagellátás módjai a következők voltak:

1. A 62mm és IHM (IGBT High-Voltage Modules) gyártósorokon a termelés mentén ablakok voltak, amiken át ki lehetett helyezni az üres göngyölegeket egy görgős állványra. A raktárosok a ládák fogyását figyelve töltötték vissza az alapanyagokat.

2. Az 1-es gyártósoron tablomatokban történt egyes folyamatközi készletek tárolása. Ezeknek a fogyását figyelte a tablobatba telepített szoftver és értesítette a raktárban a dolgozókat, ha egy tálca üres lett, ezeket az anyagosok később feltöltötték.
3. A csomagolóokban elsőként vezettek be tényleges e-kanban rendszert. Itt a kevés alapanyag lehetővé tette az e-kanban gyors bevezetését és tesztelését. Egy vonalkódokat, cikkszámot és képeket tartalmazó laminált füzetből szkennel segítségével lehetett jelezni a hamarosan fellépő hiányt.
4. Ha hirtelen kellett alapanyag, a termelésből telefonálni is tudtak az anyagmozgatóknak.

Az anyagszükséglettel kapcsolatos információk tehát négy csatornán érkeztek. A digitalizációnak egy fontos eszméje, hogy egy helyről legyen elérhető minden adat és információ. Ezt népszerűsítik a különféle ipari applikációkat integráló szoftverek (például a CRM). Ebből kiindulva a gyártósori anyagellátáshoz szükséges kanban rendszert egységesíteném, mert ez átláthatóvá és folyamatossá tenné az anyagellátást a JIT elveihez és a digitalizációhoz igazodva. Kevesebb lenne a várakozás és a folyamatközi készletek száma is. A készletek forgását jobban meg lehetne figyelni, valamint a fogyás jellegzetességeit elemezve egyes helyzetekben, rugalmasabbá válna a beszerzés is egy-egy nagyobb megrendelés esetén. A kidolgozott javaslatomat az ideális jövőállapot fejezetében fogom részletesen kifejteni.

3.3. A kiszállítás és a kommissiózás eredeti folyamata



6. ábra: Az eredeti raktár és a kiszállítás területe (céges forrás)

A kiszállítás közvetlen a raktár mellett helyezkedett el. A kiszállítási területen dolgozók a PRÜF (szabadkészlet) listából látták melyik tételek vannak lecsomagolva, (csomagoló robot esetén full boxolva), és könyvelve az SAP-ban.

A full box egy azonos típusból, de eltérő tételből kiegészített doboz. Ez azért szükséges, mert a vevőhöz nem mehet ki darabdoboz. A feltöltéshez először a csomagológép

lecsomagol egy tételt. Az utolsó doboz általában nem lesz teli, tehát kevesebb mint 10 darab lesz benne. Ha nincs teljes tálca, a gép nem csomagolja le azt normál módon, ilyenkor a gépen jelezni kell, hogy a következő doboz nem lesz teljes. A gép által nyomtatott címkén ekkor csak a tételszám és a cikkszám lesz, erre a csomagoló operátor kézzel írja fel a tényleges darabszámot, és egy pontos lokációval rendelkező polcra rakja. Amikor azonos típusú termék érkezik, a csomagoló operátorok a gépen látják, hogy melyik tételszámú félrerakott dobozból kell kiegészíteni az adott tételt. Ennél a rendelésnél az első doboz lesz a vegyes, így a FIFO elv érvényesül. A tétel lezárásakor átkönyvelés szükséges. Természetesen a korábbi tételszámmal rendelkező x darabot, az aktuális kiegészítendő tétel számára írják át a rendszerben, majd az új, végleges darabszámot PRÜF készletre (szabadkészletre) helyezik.

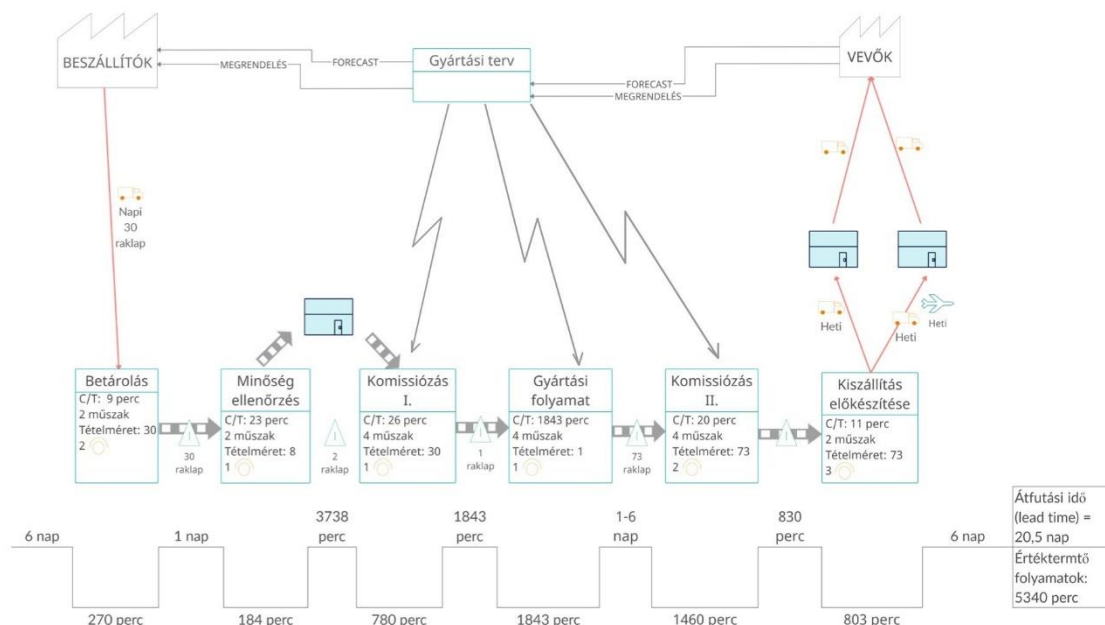
A PRÜF-ön lévő tételekért a kiszállítás munkatársai egyesével mentek el, és kézi raklapemelő békákkal mozgatták őket a kiszállítás területére. Itt becsipogták a vonalkódokat a rendszerükbe, ami kijelezte, hogy az adott tételből mennyi doboz melyik vevőhöz kerül kiszállításra. Tehát a gyártás fix darabszámú tételekkel történik, amit később komissióznak a kiszállítás területén. A magyarországi telephely nézőpontjából két vevője van a cégnek: A németországi Großostheim elosztó központ, valamint a szingapúri elosztó központ. A tételeket itt szétválogatták úti cél szerint, és a németországi árut fóliázták, míg a szingapúri árut fadobozokba pakolták (egy fadobozba több tétel is került). A fadobozok légi áruszállítással kerültek Szingapúrba, míg a fóliázott, Németországba szánt raklapok közúti fuvarozással kerültek az elosztóba.

3.4. Az eredeti állapot értékáram térképe

Az eredeti folyamatok vizsgálatára a jelenállapot értékáram térképet választottam. Azért tartom hasznosnak ezt a módszert, mert minden fontos információ feltüntethető az ábrán, és pontos számadatokkal jellemezhető a folyamatok hatékonysága.

Ritkán találkoztam a raktár műveleteire levetített értékáram térképpel, pedig szerintem fontos megvizsgálni a raktározási folyamatokat is, nem csak a gyártás egyes területeit. Ezekből fakadóan, az értékáram térkép állomásai a betárolás, a QM ellenőrzés, kommissiózás I. a gyártósori anyagellátáshoz, gyártási folyamat (összeszerelés, mérés, csomagolás), kommissiózás II. a szállítási hely szerint, és a kiszállítás. A gyártási folyamatot azért számoltam egy műveletnek, hiszen TDK dolgozatomban, nem térek ki gyártásoptimalizálására, csakis a raktározással és annak műveleteivel kapcsolatos folyamatok vizsgálatára fókuszálok. A térkép számadatait az 1-es ártósor legnépszerűbb

terméke vizsgálatával mértem és számítottam ki. A termék kiválasztásánál figyeltem arra, hogy az egyik legnagyobb darabszámmal gyártott terméket válasszam. Semmiképp nem egy speciális, kis darabszámban gyártott termék vizsgálatával akartam általános következtetéseket levonni, hiszen az elferdítené a kutatás eredményeit. Ezek alapján az értékáram térkép a következőképpen alakult:



7. ábra: Eredeti állapot értékáram térképe (saját szerkesztés)

A termék egyik legfontosabb alapanyaga az alaplapp. Az alaplappok megrendelése keretrendeléses szerződéssel történt. Ezeket hetente 14400 darabos egységekben hívták le. Egy raklapon összesen 1600 darab alaplapp van, tehát ez heti 8 raklapot jelent. Ezek mellett más, kisebb alkatrészek is érkeznek be. Így naponta átlagosan 30 raklap alap-, segéd-, és csomagolóanyagról beszélünk. A betárolás során a dolgozók 3 perc alatt pakoltak le 1-1 raklapot, bekönyvelték 1 perc alatt, további 2 perc alatt új címkéket készítettek és ezeket kinyomtatták, ráragasztották a tételekre. Végezetül 3 perc alatt felkerülnek a magasraktár megfelelő polcaira az egységek. Ez összesen 9 perc volt, ezt szoroztam a 30 raklappal és megkaptam az állomás értékteremtő idejét. Másnap a QM ellenőrzés során szűrőpróbaszerűen 1 raklapot átmozgattak a minőségügyre minden alapanyagtypusból, és ott pár darabot megvizsgáltak. A mozgatás ennél a műveletnél nagyjából 18 perc volt, míg maga a vizsgálat 4 perc, további 1 perc a tételek zárolt állapotáról való átkönyvelése. A raktárban nagyjából 2 napot áll a tétel, ez a puffer miatt van. Az egylépcsős kommissiózás I., avagy a gyártósori anyagellátás, ahogy a korábbiakban bemutattam, raklaponként, raklapemelő békákkal történt. Ehhez a lista kiírása 6 perc, az adminisztráció 1 perc, a polcokról való

levétel további 3 perc volt. A maradék idő (16 perc) az anyagmozgatás. A termelésen 1 tételre való raklapmennyiség várakozott. Ahogy az alapanyag bekerült a gyártósori anyagáramlásba, nagyjából 7 óra volt, mire egy raklap (1200 darab) lemérve, lecsomagolva a folyosókra került. A folyosókon a tételek 1-6 napot várakoztak a heti rendszerességű kiszállítás miatt. A kommissiózás II. műveletein belül a folyósokról lista alapján 20 perc alatt elhozták a szállításra szánt raklapokat, ezeket beolvasták és megtudták hány doboz megy az ázsiai-, és az európai elosztóközpontba. Átpakolás után az ázsiai fadobozok esetében bevárták, míg a dobozok teljesen megteltek, és csak ezután kerültek kiszállításra. A kiszállítás mindkét elosztóközpont esetében 6 nap körül volt. A németországi központba közúton jutott el az áru, míg az ázsiaiba közúton Budapestig, majd Budapesttől repülővel Nürnbergig, ott egyszer átpakolták és onnan egy másik repülő vitte tovább Szingapúrba. Összegezve az átfutási idő egy tétel esetében 20,5 nap, ebből 5340 perc értékteremtő.

3.4.1. Az eredeti rendszer hátrányai

A korábbi alfejezeteket összefoglalva, valamint az 5. fejezetnek alapot adva, szeretném összefoglalni az eredeti rendszer hátrányait, ezek a következők:

- Sok anyagmozgatás, valamint nagy távolságok.
- A hozzáadott érték százalékos aránya alacsony.
- Az MRP rendszerből fakadó hibák, melyek hatására gyakran beragad 1-1 kész, lecsomagolt tétel és míg nem tudják könyvelni azt a rendszerben, addig csúszik a kiszállítás.
- A gyártósori anyagellátáshoz szükséges kommissiózás rendszere nem egységesített.
- A gyártósori anyagellátás 1 raklap/kör mennyiségre korlátozódik, ami sok anyagmozgató kört eredményez.
- A késztermékek folyosókon tárolása nehezíti a tételek követhetőségét és az átláthatóságot, emellett veszélynek teszi ki mind a csomagolást, mind magát a terméket.

Ha jobban megfigyeljük két csoportra bontható a felfedezett hibák összessége és ezek összhangban vannak a Lean 7 veszteség elméletével:

- I. Anyagmozgatásból adódó veszteség.
- II. Várakozási idők magas arányából fakadó veszteség.

A felsorolt hibák mindegyikére megoldást szeretnék találni a következő fejezetben.

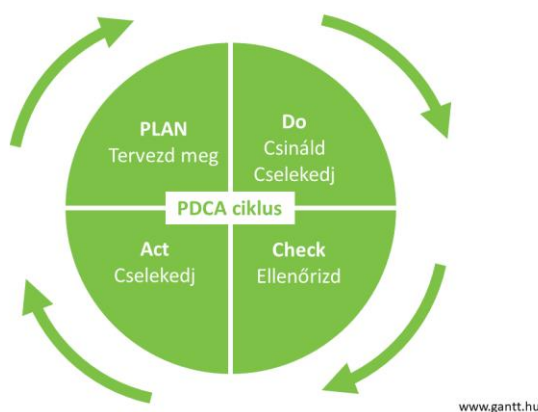
4. Folyamatok optimalizálása és raktár bővítés ismertetése

A 3.4.1 bekezdéseiben bemutatott veszteségek a raktári környezet két leggyakrabban előforduló vesztesége. A várakozás és az anyagmozgatásból adódó problémák halmaza úgy gondolom, nem feltétlen egy speciális helyzet a raktári műveletek között, ebből adódóan a folyamatok optimalizálásával és az elrendezés változtatásával nagyban tudjuk befolyásolni az ehhez kapcsolódó mérőszámokat, teljesítménymutatókat.

Bármiféle változtatást akarunk hozni a folyamatokban, az kihatással van az egész cég életére, hiszen felettébb összetett rendszerről beszélünk. Legyen az beszállító váltás, gyártógép vásárlás, munkaerők átcsoportosítása, vagy akár a raktár egyes területeinek újra tervezése.

4.1. Tervezés és megvalósítás PDCA ciklussal és SMART módszerrel

A PDCA ciklus a Lean egyik tervezési módszere, amivel a fejlesztéseket szinten tudjuk tartani, meg tudjuk figyelni az eredményeket, és ha az nem felel meg a kitűzött célnak, további fejlesztéseket tehetünk. A mozaikszó jelentése: Plan, Do, Check, Act. Magyarra fordítva tehát: Tervezz, Valósítsd meg, Ellenőrizd, Cselekedj. A ciklus szó arra utal, hogy ez egy körkörös folyamat, hiszen a Lean szerint mindig lehet tovább tökéletesíteni a folyamatokat.



8. ábra: PDCA ciklus [22]

4.1.1. Tervezés

Az első feladat tehát a tervezés. A tervezéshez meg kell állapítanunk egy célt. A célok definiálásában segít az úgynevezett SMART módszer. A SMART módszerrel egyértelmű, számokkal alátámasztott, mérhető eredményt kapunk minden esetben. A SMART szó az

angol Specific, Measurable, Achievable, Relevant, valamint Time-bound kifejezésekből áll össze. Magyarul: Konkrét, Mérhető, Elérhető, Releváns és Időhöz kötött.

A SMART módszerrel kitűzött cél esetünkben:

2022. augusztus 31-ig a várakozási idők csökkentése úgy, hogy az új értékáramban megvalósuljon a húzóelv, valamint az anyagmozgatás és a folyamatok hatékonyságának növelésével minimum 10%-ot csökkenjen az átfutási idő.

A cél definiálása után, meg kell tervezni a szükséges ellenintézkedéseket. Az első probléma, mint a korábbi fejezetből kiderült, a sok anyagmozgatás és a nagy távolságok, ehhez kapcsolódik az is, hogy a tételeket a folyosókon tárolták és onnan keresték ki a raktári dolgozók a „kiszállítható” státusszal rendelkező tételeket. Erre a megfelelő megoldás az lenne, ha a csomagolóból gyorsulást csillapító görgős állványon érkezne az áru a kiszállítás területére, így nem kellene az anyagmozgató munkatársaknak egyesével, lista alapján a folyosókon keresni a tételeket, hanem azokat a csomagolóból könyvelés után kiengednék. Ezáltal kevesebb selejt és csomagolási sérülés jönne létre, mint a folyosókon tárolt eredeti megoldás mellett. Ehhez viszont az emeleten lévő csomagolási osztályt le kellene helyezni a földszinti kiszállítás mellé, ami nagyon költséges lenne, és az emeleten zajló termelésből is valahogy a földszinti csomagolóba kellene szállítani a modulokat. Másik megoldás, ha egy anyagmozgató berendezést terveznek, ami az emeleti csomagolóból óvatosan leengedi a tételeket, majd egy lassító rámpán megérkezik a kiszállítás területére a raklap. Szintén költséges, de talán hosszútávon ez a leghatékonyabb megoldás.

Szintén probléma volt, a sok gyártósori anyagellátó kör és az ehhez szükséges kommissiózás információs csatornáinak sokasága. A kommissiózási rendszer egységesítésével, úgy gondolom, már mérséklődne a körök száma, viszont a megfelelő anyagmozgatási eszközzel további eredményeket tudnánk elérni. A javaslatom a kommissiózási rendszerre a csomagolóban már jól bevált e-kanban rendszer, ahol szkennel segítségével vonalkódok alapján tudnák a dolgozók bekérni az alapanyagokat. Az elektronikus megoldás előnyeit kihasználva, a rendszer óránként jelenthetné az összegyűlt igényt, és a rendszer a kétlépcsős kommissiózási stratégia szerint összeállítaná a sorszámozott gyűjtőjegyzéket, tárolási zónánként csoportosítva, ezután pedig javaslatot tenne az útvonalra vonatkozólag. További fejlesztési lehetőség lenne, ha az anyag bekérése során jelezni lehetne 3 kategóriára bontva, hogy az alapanyag valami hirtelen esemény hatására sürgősen kell, a standard 1 órán belüli anyagellátókör megfelel, vagy az 1 órán túli kiszállítás is belefér. Utóbbi, nagyobb mennyiségű igény esetén hasznos lehet, de fontos meghatározni, hogy a kiszolgálás semmi esetben nem lépheti túl a 2 órát, tehát a következő körben már ki kell szállítani a megfelelő

sorra a kért anyagokat. Mivel a gyártósori anyagellátás két lépcsős kommissiózással üzemelne, így a legmegfelelőbb anyagmozgató eszköz az elektromos milkrun (körjárat) lenne. A milkrun előnye, hogy több raklapot is tud szállítani, majd azokat egyesével le tudja helyezni maga mellé. A gyártósorok mentén anyag átadó zsilipeket hoztak létre, így nem szennyeződik a tisztatér. A zsilipekhez le tudja helyezni a milkrun a raklapokat és mehet tovább a következő gyártósori zsiliphez.

Probléma volt még a hozzáadott érték százalékos aránya. Ez a várakozási/köztes idő magas arányából adódik. A várakozási idő csökkenthető a korábbi intézkedésekkel, valamint a gyártásban használatos programok optimalizálásával, ahol az automatikus fuvarlevél készítésnél, speciális tételek esetében hibát ír ki a rendszer, ami a manuális kitöltéssel kiküszöbölhető, de erre nincsenek képesítve a csomagoló kollégák, akik a jelentést intézik, így ezt csak a jogosult személyekkel egyeztetve lehet megoldani jelenleg. Az ilyen jellegű plusz intézkedést igénylő hibák – tapasztalataim szerint – minden második-harmadik tételt érintenek. Ez kellő oktatással a csomagoló operátorok számára, vagy a program cseréjével megoldható. Én utóbbit tartom kivitelezhetőnek augusztus végéig. Legegyszerűbb, ha a műszakonként kinevezett csoportvezetőket kiképezik a hiba elhárítására, de hosszútávon a program váltás lehetőségét sem zárnam ki. Könnyen megvalósítható még a betárolás és a QM ellenőrzés közötti 1 napos várakozás. Ha 1 raklapot azonnal elvinnének a minőségügyre, hamar kiderülne, hogy van-e probléma az áruval, és azonnal változna a státusza zárolt tételről felhasználható alapanyagra. Gyorsan forgó áruknál ez különösen hasznos intézkedés lenne, hiszen nem állna zároltként a raktárban.

4.1.2. Megvalósítás

A PDCA következő lépése a feladatok megvalósítása. Az előző alfejezetben kifejtett megoldások összesítve a következők:

- Vertikális anyagmozgató kialakítása, ami összeköti a csomagolót a kiszállítással (folyamatban).
- E-kanban kialakítása az átlátható kommissiózás érdekében.
- Milkrun alkalmazása a gyártósori anyagellátáshoz (folyamatban).
- Csomagoló operátorok képesítése a jelenlegi MRP rendszer tipikus hibakódjainak megoldására.
- Standard kialakítása a betárolás után azonnali QM ellenőrzésre.

A gyakorlati időből és a projekt állapotából adódóan, nem vettem részt a feladatok megvalósításában, de közelről megfigyelhettem a végső simításokat és az eredményeket. A

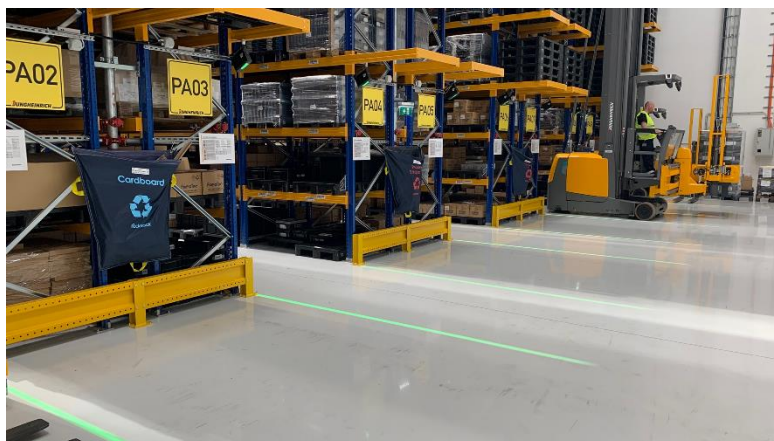
következő fejezetben ezt fogom kifejteni. A PDCA utolsó két lépése, az ellenőrzés és a további intézkedések, a 4.3 fejezetben és az Összegzésben lesznek ismertetve.

4.2. Fejlesztések a raktárban és a megújult ellátási lánc

A belső raktár telítettségét szemléletesen bemutattam korábban. Az új magasraktár kialakítása tehát szükségszerű volt. A magasraktár mérete 108x23,5 méter és 14 méter magas. Ezen a területen 10 db 91,5 méter hosszú sorból álló állványsor került elhelyezésre. Ebből:

- 1 darab 33 mezős, 7 szintes, szimpla állványsor, 3 átjáróval.
- 4 darab 33 mezős, 10 szintes, dupla állványsor, 3 átjáróval.
- 1 darab 33 mezős, 10 szintes, szimpla állványsor, 3 átjáróval.

Az átjárók gyors közlekedésre és menekülési útvonalként is szolgálnak. A magasraktári targonca ezekre nem tud ráfordulni, hiszen az átjáró szélessége 2,7 méter, míg a targoncának a specifikációk szerint 5,347 méter széles keresztfolyosóra lenne szüksége. Az átjárók az első állványsor esetében 2 szintet vesznek ki a sorból, ahol a polcok magassága az első szinten 1400 mm, onnantól pedig végig 2000 mm, így az átjáró magassága 3400mm. Az átjáró továbbá szintenként 3 raklapos mezőt vesz el a tároló területből. Így az első sor esetében, ez a 3 darab átjáró, ahonnan 2 szint hiányzik és szintenként 3 darab raklaphelyet vesz el, összesen 18 raklaphely veszteséget jelent. A további 9 állványsor 900 mm-es polcmagassággal lettek tervezve. Ezekből szintén 3 szint lett eltávolítva az átjárókhoz. Itt az átjárók magassága 2,7 méter, szélessége továbbra is egy 3 raklapos mező, azaz 2,7 méter. A 2-10. sor átjáróihoz tehát 9x9x3 (9 sor, 9 raklaphely/átjáró, 3 átjáró/sor), azaz 243 raklaphely került eltávolításra.



2. kép: Új magasraktár és magasraktári targonca (saját kép)

A 33 mező úgy számítható ki, hogy egy sorban összesen 30 db három férőhelyes egység van és 3 darab kettő férőhelyes. Ez összesen 96 raklaphely egy sor egy szintjén. Ha a 96 férőhelyet szorozzuk az állványok számával és a szintek számával, megkapjuk, hogy 8640 db raklaphely van az állványrendszer 2-10. soraiban. Az első sor magas polcaiból adódóan, csak 7 szint került kialakításra, ezeken 672 raklap tárolható eredetileg. Ha ezekből kivonjuk az átjárók kialakításával megszűnő helyeket, összesen 9051 raklaphelyet kapunk. Az állványok előtt, ahogy a 2. kép is szemlélteti, a negyedik szintet meghosszabbítva átadási zóna került kialakításra. A magasraktári targonca által ide mozgatott raklapokat, innen könnyen el tudja venni egy homlok villás targonca és továbbíthatja az előkészítési területekre. A raktár tehát összesen 9051 férőhelyet biztosít a cég számára, ezeken a magasraktári állványokon csak alapanyag tárolás történik.

Jelenleg a 9051 férőhelynek a 44%-a van kihasználva. Ez a termelés volumenének növekedésével változni fog. Növekedés várható a régóta működő sorokon, valamint az új HD sor jelenleg csak teszt jelleggel, 10%-on üzemel, hamarosan ez is emelkedni fog.

4.2.1. Az új magasraktár elrendezése

A bővítés méretét és az új épület részeit a menedzsment határozta meg, a logisztika pedig berendezte a helyiségeket. Az elrendezés a helyiség alakjából adódóan nem ideális, emellett nagyon hosszú egybefüggő állványsorok kerültek elhelyezésre, és a jobb oldalon található az egyetlen átadási zóna. Az útvonalak így hosszúak, valamint az első állványrendszer lezárja azt a két, zölddel jelölt nagykaput, ahol további magasraktári targoncákat lehetne beszállítani, ha szükségessé válna. Így a szükséges 2 magasraktári targonca helyett hármat

kellett venni, ami teljességgel felesleges, a következő években valószínűleg nem lesz kihasználva.



9. ábra: Az új magasraktári layout (céges forrás)

A magasraktár kialakítására egy alternatív megoldást javaslok. Az állványsorok felezésével egy jobban körbejárható raktárat kapunk, ahol sokkal gyorsabb a kommissiózás folyamata. A raktár épülete, nem volt adott. Új csarnokokat építettek fel, tehát én sem ragaszkodom a 14. ábrán szemléltetett csarnok specifikációihoz.

Mint korábban említettem, a 33 mezős állványsorokban van harminc mező, ami három raklaphelyes, és három mező, ami két raklaphelyet biztosít. Ezeket a hosszú sorok miatt kialakított átjárók miatt tervezték így. A sorok felezésével elegendő lesz egy átjáró a három helyett, és a korábbi két-három férőhelyes mezőket egységesen 32 darab három raklapos mezőre váltanám, ezeket felezném meg. Tehát az javasolt állványrendszer áll:

- 1 darab 16 mezős, 7 szintes, szimpla állványsor, 1 átjáróval.
- 9 darab 16 mezős, 10 szintes, dupla állványsor, 1 átjáróval.
- 1 darab 16 mezős, 10 szintes, szimpla állványsor, 1 átjáróval.

Egy sor összesen 48 raklaphelyet biztosítana. Az első állványt meghagynám a magasabb polcokkal kialakított 7 szintnek. Itt az átjáró 2 szintet, 6 raklaphelyet venne el a hasznos területből. Maradna 330 db raklaphely. A 9 duplasoros állványnál már 3 szintet venne el az átjáró, így az összesen 8640 darab raklaphelyből el kell venni a soronkénti egy átjárót, tehát 9^3 (729) raklaphelyet. Így kapunk 8478 darab helyet. Az utolsó szimpla állvány az utóbbi kialakítást követné, így összesen 471 raklapnyi tárolóterületet jelentene. Összesen ez 9279 darab raklaphely. Ez az eredeti tervnél 228 raklapnyi területtel több. A javaslat hasznosságát egy egyszerű kommissiózós szimulációval vizsgálnám meg.

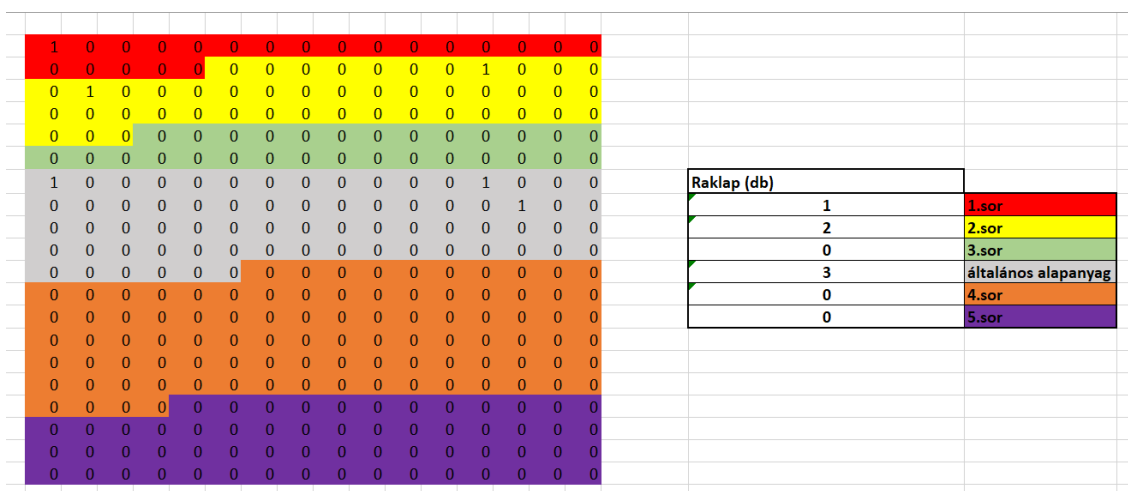
Tegyük fel, az alábbi elrendezés szerint tárolják az alapanyagokat, csomagoló-, és segédeszközöket a magasraktárban:

[illegible]

A vizsgálathoz egy hat vontatmányos milkrun, gyártósori anyagellátó körhéhez elegendő alapanyagot készítettem kigyűjtésre. Egy raklap az első gyártósornak, két raklap a második gyártósornak, és három raklap általános alapanyag. Egyesekkel jelöltem az alábbi ábrán, hogy hol találhatóak ezek a raklapok. A leszedett raklapokat a jobb oldalon kialakított átadási zónánál lehet majd letenni. Ez az állványsor után van közvetlenül és felfestett jelzés határolja. A lerakodás, valamint a lerakodott raklapok elhordása párhuzamosan történik. Ezek alapján az útvonal a következő:

11. ábra: Eredeti elrendezés mellett a szimulációs szituáció kommissiózó útvonala (saját szerkesztés)

Az általam javasolt elrendezés a következő:



12. ábra: Új magasraktár javasolt elrendezése (saját szerkesztés)

A javasolt elrendezés során 16 mezős állványsorokat terveztem. Minden mezőre három raklap fér be. Az első sor 7 szintes, míg a többi tíz. Erre a magasabb egységakománnyok tárolása miatt van szükség. Az általános alapanyagokat próbáltam méginkább középre helyezni, hogy a két magasraktári targonca és a két útvonal (fenti kijárat és lenti kijárat) egyaránt tudja hasznosítani a zóna elhelyezésének előnyeit. Az átadási zónák helye és funkciója változatlan, jobb oldalt a sorok végén található. A szimuláció során az előzővel megegyező mezőkre helyeztem el a 6 raklapot, amit a targoncának le kell vennie a polcokról és kihelyezni a sorok végén található átadási zónákba. Az új útvonal a következőképpen alakult:

	felvétel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	lepakolás, fordulás a második sorra
										felvétel, irányváltás				20	19	18	17	
															21	22	23	lepakolás, fordulás a harmadik sorra
felvétel, irányváltás		39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25		
			40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	lepakolás, fordulás a hetedik sorra	
									felvétel, irányváltás				59	58	57	56		
														60	61	62	lepakolás, fordulás a hetedik sorra	
fordulás a 8. sorra	78	77	76	75	74	73	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63		
	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	lepakolás, fordulás vissza a nyolcadik sorra	
										felvétel, irányváltás				97	96	95		
														98	99	lepakolás		

13. ábra: A javasolt elrendezés mellett a szimulációs szituáció komissiózó útvonala (saját szerkesztés)

A rövidebb sorok előnye, hogy nem kell feleslegesen végig mennie a targoncának olyan polcok mellett, amire az adott pillanatban semmi szüksége. A folyamat sokkal rövidebbé válik, 99 egység alatt halad végig a számára kijelölt útvonalon a raktári munkatárs. Ez a korábbi 173 egység 57 százaléka.

Az eredeti elrendezéssel a raktár teljes alapterülete 2538 m². Az általam javasolt elrendezéssel a közlekedő folyosók száma tízre nő, így a csarnok hossza 62,25 méterre

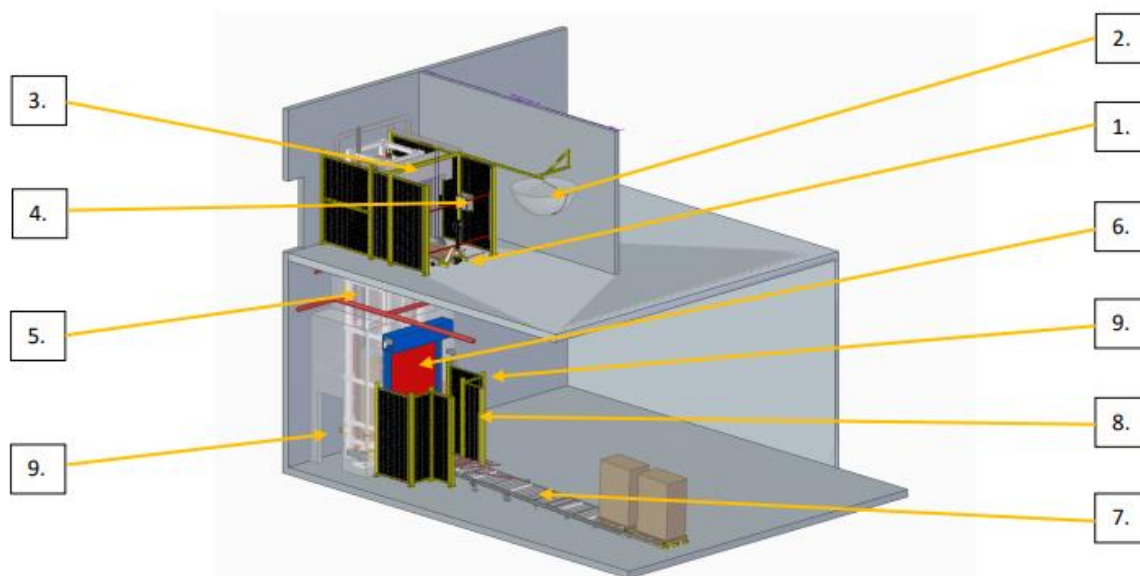
csökken, viszont a szélessége 42 méterre változik. Az új kialakítással tehát az alapterület 2614,5 m²-re nő. Ez 76,5 négyzetméterrel több mint az aktuális raktár területe. Százalékosan kifejezve ez csak 3%-os területnövekedés, viszont a komissiózási idő több mint 40%-al csökkent. A javaslat a feltételezéseimnek megfelelően pozitív változásokat eredményezett.

4.2.2. *Vertikális anyagmozgató berendezés bemutatása*

Talán a legnagyobb változást a vertikális anyagmozgató cél gép hozta. A berendezés azért nem nevezhető liftnak, mert csak egy irányba képes szállítani. Ahogy korábban említettem, ez az eszköz az emeleti csomagoló részlegről utaztatja a lecsomagolt termékeket a kiszállítás/komissiózó területre. A berendezés IP54 tanúsítvánnyal rendelkezik, ami csepp-, és porvédelmet takar, így a tisztatér kialakítása nem volt indokolt.

Főbb részei a berendezésnek:

- Békázható görgős pálya az emeleten (1.)
- Húzóköteles kapcsoló az automata rakat indításához (2.)
- Gépvédelmi kapu az emeleten (3.)
- Vertikális emelőmű és teherfelvevő elem (4.)
- Tűzzáró kapu a földszinten (5.)
- Gravitációs pálya a földszinten (7.)
- Földszinti grafikus kezelőszerv (8.)
- Karbantartó ajtók és nyomógombos kezelőpultok oldalról a földszinten (9.)



14. ábra: Vertikális anyagmozgató berendezés szerkezeti rajza (céges forrás)

A berendezés összesen négy darab kezelőpulttal van ellátva. Ebből 2 darab (emeleti és földszinti) grafikus megjelenítő a kerítés rendszerre telepítve, toronylámpával, és 2 darab nyomógombos kezelőpanel közvetlenül a liftaknában belül található.

A gép három részegységre bontható: emeleti feladópont és környezete, teheremelő-, teherfelvevő és környezete, valamint földszinti kiadópont és környezete.

A szállítandó áru nem lépheti túl a 700 kilogrammot és maximum 1200x800x2000 mm lehet, teljességgel az EUR raklapokhoz lett tervezve. A beadó ponton, tehát az emeleten kézi raklapemelő segítségével lehet felhelyezni a szállítmányt. A teherfelvevő egy görgős pályával rendelkezik, ami a vertikális mozgás után a földszinti gravitációs pályára továbbítja a rakományt. A gravitációs pálya egy passzív, vezérlés nélküli elem. A pálya végén a szállítmány kézi raklapemelővel vehető le.

A berendezés üzemeltetéséhez kijelzők állnak rendelkezésre. Ezek a kijelzők tájékoztatják a személyzetet az aktuális üzem-, és hibaállapotáról. A jelzés formái: hangjelzés, fényjelzés, valamint grafikus és szöveges megjelenítés. A kezelő panel további feladata, hogy a földszinti személyzet az erre a célra kijelölt kétállású kapcsoló segítségével engedélyezhesse az emeletről érkező áru szállítását. Az emeleti munkatárs ekkor a rakatot elindíthatja start pozícióból.

A gépezetnek négy féle üzemmódja van:

- Automata üzemmód: A berendezés a rakatot indítás hatására az emeleti beadó pontról a földszinti kiadó pontig juttatja el, emberi beavatkozás nélkül.
- Kézi üzemmód: A berendezés motoros beavatkozó szervei a kijelzőn keresztül emberi beavatkozással működtethetők. A biztonsági reteszfunkciók működnek továbbra is.
- Kikapcsolt üzemmód: Áramtalanítás nélküli üzemén kívül helyezés.
- Karbantartó üzemmód: Kizár minden más üzemmódot és egyéb kézi vezérlési módokat tesz lehetővé.

A toronylámpa az andon szabályainak megfelelő módon került kialakításra. A lámpa három színnel rendelkezik. Ezek a piros, sárga és zöld.

A piros lámpa gyors villogása aktív vészköri hibát jelez. A vészköri hiba egy olyan hirtelen esemény következtében jön létre, melynek hatására a gép biztonsági állapotban kerül és működésképtelenné válik a hiba elhárításáig. A biztonsági állapotot előidézheti a vészleállító gomb megnyomása, vagy a biztonsági érzékelő jelzése.

A piros lámpa lassú villogása aktív, de nem nyugtázott technológiai hibát takar. A technológiai hiba egy olyan esemény, ami a gépet részben vagy egészben akadályoztatja a működésben. A nem érintett részek továbbra is üzemképesek. A hiba elhárításához nem elég a javítás, az operátori panelen szükséges nyugtázni a hibát.

A folytonos piros fényjelzés aktív nyugtázott technológiai hibára utal.

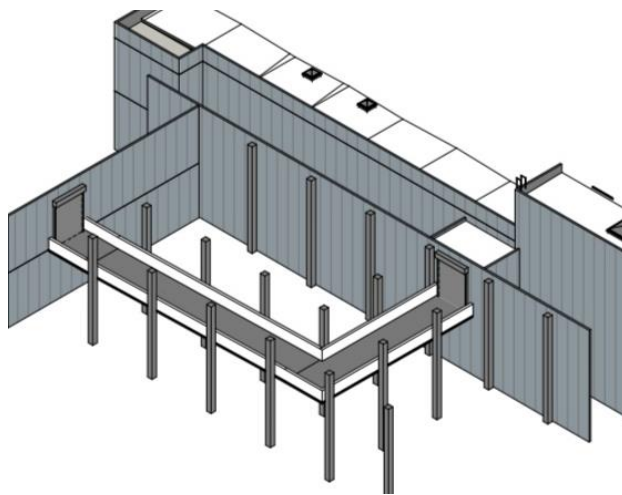
A sárga fényjelzés általában figyelmeztetést takar. A sárga lámpa gyors villogása aktív vészköri figyelmeztetést jelez. A vészköri figyelmeztetés esetében az érintett területen fokozott odafigyelés szükséges. A lassú villogás technológiai figyelmeztetést jelez, míg a folytonos jelzés a kézi üzemmód aktív állapotát.

A zöld fényjelzésnek csak két állapota van. A lassú villogás az automata üzemmód kiválasztására utal, míg a folytonos zöld jelzés az automata üzemmód aktív állapotát jelenti.

A gyors hangjelzés új vészköri hibára hívja fel a figyelmet, a lassú hangjelzés pedig új technológiai hibára. Egyéb esetben a hangjelzés elmarad.

4.2.3. Az eredeti raktárhelyiség jövője

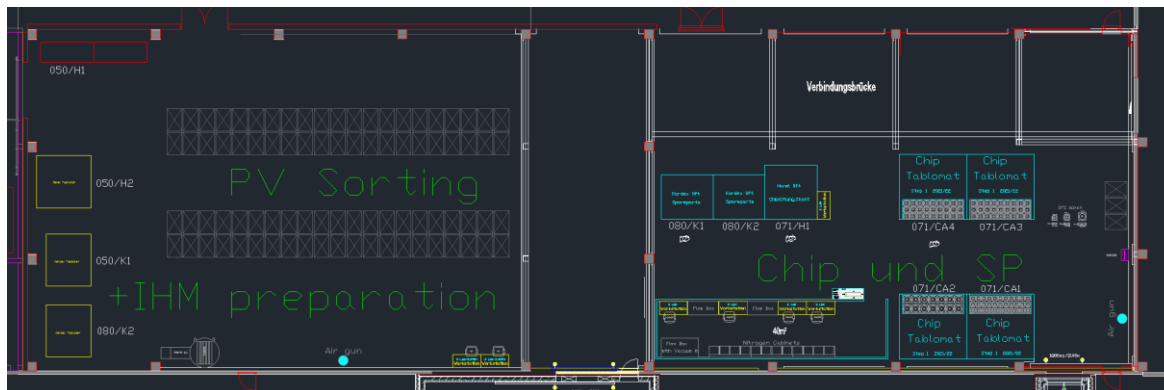
Az eredeti raktár területén egy híd kerül kialakításra, ami összeköti az emeleten lévő gyártósorokat egymással. Ez a magasraktárhoz szükséges nagy belmagassággal teljességgel kivitelezhető. A készáru és az alapanyag a híd segítségével könnyebben áramolhat a két épület gyártósorai és a csomagoló terület között.



15. ábra: A gyártósorokat összekötő híd a régi raktári területen (céges forrás)

A híd teherbírásához szükséges oszloprendszer ketté osztja a korábbi raktározási területet. Az oszlopok által határolt kisebb terület lesz az új chipraktár. Ez a kialakítás lehetővé teszi a könnyebb szállíthatóságot, hiszen korábban lépcső vezetett az emeleti helyiségbe, aminek hűtése és fűtése nagyobb erőforrást igényelt, mint az új földszinti elhelyezkedésű, chipraktár.

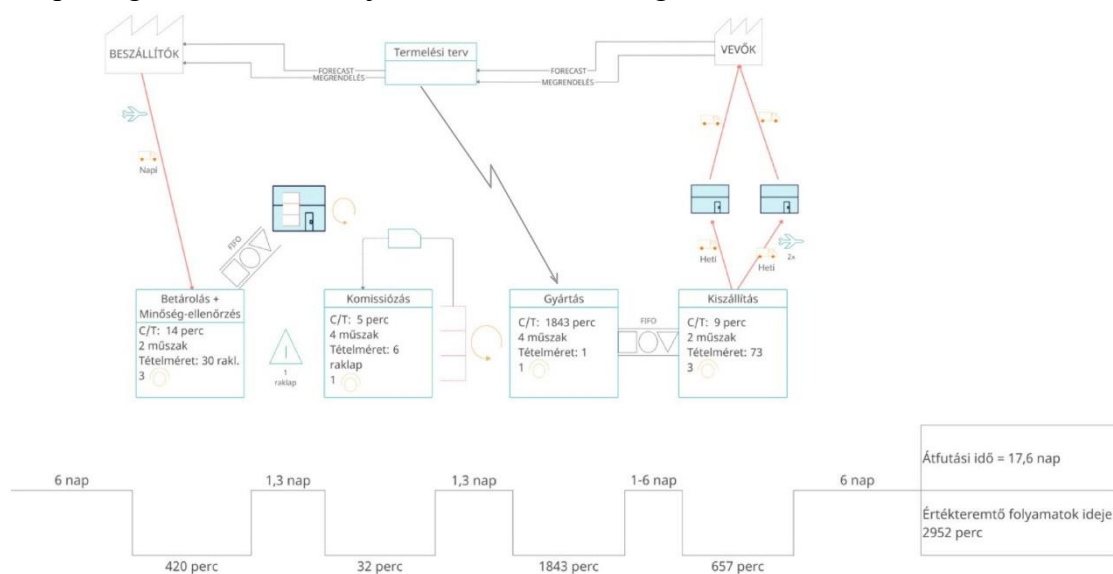
Az oszlopok által határolt nagyobb területen az IHM sor előkészítési területe kerül kialakításra. Ezek tárolása tömbös raktározási módszerrel lesz kivitelezve. A tömbös raktározás előnye, hogy gyorsan mozgatható, és nem jár kötöttségekkel, mint például az állványos tárolás. A terület bármikor átalakítható igény szerint.



16. ábra: Az eredeti raktár új elrendezése (céges forrás)

4.3. Veszteségek alakulása

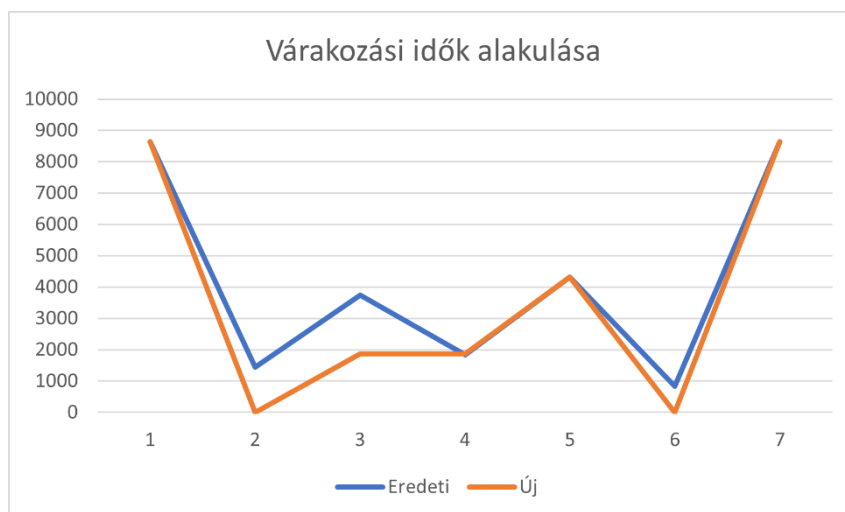
A dolgozatom utolsó fejezetében, szeretném bemutatni az projekt fejlesztéseiből és az önálló fejlesztési javaslatokból kialakuló helyzetet. Ehhez a korábban is használt értékáram térképet fogom használni, majd elemzem a veszteségek alakulását.



17. ábra: Optimalizált értékáram térkép (saját szerkesztés)

A beszállító és a kiszállítás módja maradt a régi, ez a 6 napot nem haladhatja meg ázsiai beszállító esetén sem. A betárolás sem változik az új magasraktárban. Bár már nem az udvarról történik a berakodás, a távolságok azonosak maradtak. Az új standard bevezetésével nem áll a frissen beszállított alapanyag 1 napig a raktárban, hanem egy minőségügyes munkatárs lent a raktárban megvizsgálja a típusokat. Így a tétel 1 nap helyett,

kevesebb mint fél órán keresztül van zárolt státuszban beérkeztetés után, ez a berakodás és az 5 perces vizsgálatból adódik össze. A beszállított alapanyagra ilyenkor még nem várakozik a termelés ideális esetben, hanem nagyjából 1,3 napot áll a raktárban, a más korábbiakban említett puffer a húzórendszer által kiegyenlített készletek miatt a korábbi 3 tételről, 2 tételhez elegendőre csökken. Az e-kanbannal optimalizált kommissiózás az előre elkészített listával 5 perc. A 6 raklapos rakomány, és a gyártósorok áthelyezése miatt változnak az útvonalak, így nem teljesen 6 felé osztódik az előzőleg megfigyelt 26 perces ciklusidő, hiszen nem ugyanazon az útvonalon történik a 6 raklap kiosztása. A gyártási folyamatban nagyobb változás nem történt, így maradt a korábbi a ciklusidő. A vertikális anyagmozgató gép segítségével viszont megoldódott az a probléma, miszerint napokat állt a folyosón egy-egy tétel. A csomagolás után lekönnyvelt tétel, a korábbiakban ismertetett módon 2 perc alatt lekerül a kommissiózó területre, ahol megtörténik az átválogatás a következő állomás szerint. A kiszállítás továbbra is heti rendszerességgű, így átlagosan 3 napot állnak a tételek a kiszállítási területen. A 6 perces adminisztráció kiszállítás előtt szintén nem változott, viszont a süllyesztett dokkolókapukkal kialakított kiszállítási terület segítségével 3 percre csökkent a felrakodás ideje. Az ismertetett gondolatmenetből adódóan a SMART módszerrel definiált célkitűzésem a következő volt: 2022. augusztus 31-ig a várakozási idők csökkentése úgy, hogy az új értékáramban megvalósuljon a húzóelv, valamint az anyagmozgatás és a folyamatok hatékonyságának növelésével minimum 10%-ot csökkenjen az átfutási idő.



18. ábra: A várakozási idők alakulása (saját szerkesztés)

Összességében a technológiai fejlesztésekkel és az optimalizált folyamatokkal 20,5 napról 17,6 napra csökkent az átfutási idő. Ez a korábbi átfutási idő 86 százaléka. Ezzel sikerült teljesíteni a kitűzött célt.

Összefoglalás

A logisztikában nagyon nehéz elválasztani az egyes műveletektől a mozgatást, mint veszteséget.

Míg a gyártáson belül tényleg kivitelezhető egy minimális mozgatással működő termelés az automatizált gyártórendszerek segítségével, addig a raktári és a gyártóssori anyagellátás folyamatainak túlnyomó része az anyagmozgatás marad, ami egy vállalat életében veszteséggént értelmezhető. Ez lehet az oka annak, hogy a technológiai és a folyamat optimalizációs fejlesztések általában utolsóként érintik a logisztikát. Csak akkor szánunk rá időt, energiát és tőkét, ha már nagyon muszáj.

Lehetséges, hogy a logisztikai folyamatokon belül nem is teljesen helytálló a mozgatást, a selejtekkal egy szinten említett 7 veszteség közé sorolni, hiszen a szerves része a folyamatoknak, pont úgy, mint a gyártásban az átállási idő. Így miközben az értékáram térképeken dolgoztam, arra jöttem rá, hogy tulajdonképpen a gyors mozgatás inkább értékteremtő folyamatok kiegészítése, mint minimalizált veszteség, a logisztikai folyamatokon belül értelmezve. Figyeljük csak meg az egyre elterjedtebb szolgáltatásként ismert 1 napos, vagy 1 napon belüli kiszállítást. A vevő számára ez érték, hiszen a hétköznapi ember is sok esetben fizet az 1 napos, gyorsított eljárásos kiszállításért, mint szolgáltatásért. Ugyanezzel a gondolkozásmóddal az útvonalak és a logisztikai folyamatok optimalizálása értéket teremt, hiszen az alapanyag átfutási ideje sok esetben döntő tényező a beszállító választásnál is.

TDK dolgozatomban egy választott termék átfutási idejét csökkentettem az adott tényezők figyelembevételével. Ezután újabb javaslatokat tettem a fejezetek végén, hogy hogyan lehetett volna pontosabban és jobban kivitelezni a raktár kialakítását és a várakozási idők csökkentését. A javaslataimat szimulációs kísérletekkel támasztottam alá.

Ábrajegyzék

1. ábra: Toyota ház [20].....	7
2. ábra: Heijunka tábla színkódos kanban kártyákkal [13].....	8
3. ábra: Átállási idő minimalizálása a SMED módszerrel. [20]	9
4. ábra: Értékáram térkép szimbóluma [1]	15
1. kép: Eredeti magasraktár és a magasraktári targonca (saját kép).....	17
5. ábra: Belső raktár telítettsége (saját szerkesztés)	18
1. táblázat: A chipek tárolási követelményei (saját szerkesztés).....	19
6. ábra: Az eredeti raktár és a kiszállítás területe (céges forrás)	20
7. ábra: Eredeti állapot értékáram térképe (saját szerkesztés)	22
8. ábra: PDCA ciklus [22]	24
2. kép: Új magasraktár és magasraktári targonca (saját kép)	28
9. ábra: Az új magasraktári layout (céges forrás).....	29
11. ábra: Eredeti elrendezés mellett a szimulációs szituáció komissiózó útvonala (saját szerkesztés).....	30
10. ábra: Raktár elrendezés (saját szerkesztés).....	30
13. ábra: A javasolt elrendezés mellett a szimulációs szituáció komissiózó útvonala (saját szerkesztés).....	31
12. ábra: Új magasraktár javasolt elrendezése (saját szerkesztés).....	31
14. ábra: Vertikális anyagmozgató berendezés szerkezeti rajza (céges forrás).....	32
15. ábra: A gyártósorokat összekötő híd a régi raktári területen (céges forrás)	34
16. ábra: Az eredeti raktár új elrendezése (céges forrás).....	35
17. ábra: Optimalizált értékáram térkép (saját szerkesztés)	35
18. ábra: A várakozási idők alakulása (saját szerkesztés)	36

Irodalomjegyzék

- [1] J. Kosztolányi és G. Schwahofer, Útmutató a lean gyakorlati alkalmazásához., Budapest: Kaizen Pro Kft., 2016.
- [2] R. & mtsai, „Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries,” in p. 1-14., Németország., Boston Consulting Group, 2015..
- [3] (. PwC, Industry 4.0 - Building the digital enterprise., Germany: PricewaterhouseCoopers LLP., 2016.
- [4] T. Á. Molnár Viktor, „Várakozási veszteségből adódó költségek LEAN SIX SIGMA megközelítésben: egy ABC-alapú döntési modell,” *Controller Info*, %1. kötetV., %1. szám 35-40., 2017. .
- [5] D. Gundersen, Improving warehouse logistics for Beerenberg at Nyhamna Expansion Project., Molde: Molde University College, 2017.
- [6] E. Holodny, A key player in China and the EU’s „third industrial revolution” describes the economy of tomorrow., United Kingdom: Business Insider, 2017.
- [7] M. Porter, Competitive advantage, New York: Free Press, 1985.
- [8] G. Richards, Warehouse Management. A complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse., 2014.
- [9] Ł. Dekier, „The Origins and Evolution of Lean Management System,” %1. kötet5, %1. szám1. példány, 2012.
- [10] F. B. M. Ahmed Zainul, „Supply chain lead time reduction in a pharmaceutical production warehouse – a case study,” %1. kötet, összesen: %2Vol. 14 No. 1, pp. 61-88, 2020.
- [11] R. D. V. Fransisca Dini Ariyanti, Decision making in the warehouse expansion strategy at PT Dwitama Global Persada., Jakarta, Indonesia: IOP Publishing, 2021.
- [12] N. R. Peter Hines, „The seven value stream mapping tools. International Journal of Operations & Production Management,” %1. kötet, összesen: %2Vol. 17 No. 1, , %1. számpp. 46-64, 1997.
- [13] „Heijunka tábla stock fotók:,” Whiteboard, [Online]. Available: <https://whiteboard.rs/heijunka-table/>. [Hozzáférés dátuma: 23 03 2022].
- [14] I. B. Fűkő László, „A korszerű vezető nélküli targoncák alkalmazásai szempontjainak bemutatása az Ipar 4.0 szemszögéből,” %1. kötet10. , %1. szám3 sz. pp. 382-386, 2020.
- [15] (. PwC, Industry 4.0 - Building the digital enterprise: Transportation and logistics key findings., Germany: PricewaterhouseCoopers LLP., 2016.
- [16] D. Molnár, Empirikus kutatási módszerek a szervezetfejlesztésben., Pécs: Pécsi Tudományegyetem, 2010.
- [17] Z. Puklus, Teljesítményelektronika, Győr: Humán erőforrás-fejlesztési Operatív Program, Széchenyi István Egyetem, 2017.
- [18] N. Judit, Az ipar 4.0 fogalma, összetevői és hatása az értékláncra., Budapest: Budapesti Corvinus Egyetem, 2017.
- [19] V. Gábor, Lean ismeretek., Szombathely: Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, 2015.
- [20] D. Zoltán és mtsai, Lean szolgáltatásfejlesztés 1., Budapest: Kaizen Pro Kft., 2020.

- [21] P. Gábor, „Marketinges blog és SOE homokozó,” 07 05 2020. [Online]. Available: <https://pappgab.com/mi-az-a-kpi-es-hogyan-hatarozd-meg/>. [Hozzáférés dátuma: 04 04 2022].
- [22] Á. Csilinkó, „Gantt.hu,” [Online]. Available: <https://gantt.hu/pdca-ciklus/>. [Hozzáférés dátuma: 19. május 2022.].