

SZAKDOLGOZAT

Véniss Eszter
Kereskedelem és marketing

Gödöllő
2023

**Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Kereskedelem és marketing szak**

**A ROBERT BOSCH ELEKTRONIKA KFT. SIMÍTOTT
GYÁRTÁSI FOLYAMATAINAK BEMUTATÁSA ÉS
MÉRÉSE**

Belső konzulens: Dr. Lehota Zsuzsanna
Adjunktus

Külső konzulens: Sinoros-Szalóki Ildikó
Csoportvezető

Készítette: **Véniss Eszter**
DY4BXL

Nappali tagozat

Intézet/tanszék: Agrárlogisztika, Kereskedelem és marketing Tanszék

**Gödöllő
2023**

TITKOSÍTÁSI KÉRELEM

Alulírott Véniss Eszter (Neptun-kód: DY4BXL) Kereskedelem és marketing szak hallgatója kérelmezem, hogy a A Robert Bosch Elektronika Kft. simított gyártási folyamatainak bemutatása és elemzése című szakdolgozatom/diplomadolgozatom¹ (konzulens(ek) neve: Dr. Lehota Zsuzsanna) a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Tanulmányi és Vizsgaszabályzat (a továbbiakban: TVSZ) 95. § (5) bek. c) pontja alkalmazásával titkosításra kerüljön. Tudomásul veszem, hogy kérelmem jóváhagyása esetén a dolgozat titkosítása a TVSZ 95. § (5) bek. c) pontja alapján a sikeres védést követő 5 évre szól.

Kelt: Hatvan, 2023. október 20.

a hallgató aláírása

Alulírott² Károlyfi Ferenc Józsefné, mint a Robert Bosch Elektronika Kft., 3000 Hatvan, Robert Bosch út 1. képviselője kérem a Robert Bosch Elektronika Kft. által nyújtott adatok felhasználásával Véniss Eszter (Neptun-kód: DY4BXL) által készített, A Robert Bosch Elektronika Kft. simított gyártási folyamatainak bemutatása és elemzése című szakdolgozat/diplomadolgozat³ titkosítását.

Kelt: Hatvan, 2023. október 26.

Robert Bosch Elektronika Kft.

3000 Hatvan,
Robert Bosch út 1.
Adószám: 11672953-2/10

a képviselő aláírása

A titkosítási kérelmet ENGEDÉLYEZEM / NEM ENGEDÉLYEZEM.

Elutasítás esetén indokolás: _____

Kelt: Gödöllő, 2023. november 02.

szakfelelős aláírása

Tartalomjegyzék

Bevezetés	6
1. Szakirodalmi áttekintés	8
2.1. Lean menedzsment	8
A lean alapelvei	9
A lean menedzsment módszerei	9
2.2. Just in Time – JIT	10
2.3. Toyota Production System	12
2.3.1. A rendszer kulcselemei	13
2.4. Fogyasztásvezérlés	15
2.4.1. Húzó elv (Pull leveling)	15
2.4.2. Toló elv (Push leveling)	15
2.5. A Kanban-rendszer bemutatása	16
2.5.1. A termelés tervezés és irányítás általánosságban	17
2.5.2. A Kanban alapú termelés tervezés és irányítás	18
2.5.3. A termelést támogató eszközök	19
2.5.4. Mérés számok a teljesítmény dokumentálása érdekében	20
2.5.5. A Kanban rendszert segítő eszközök	20
2.5.6. A rendszer bevezetése	22
2.5.7. Kanban kártyák típusai	24
2.5.8. A Kanban rendszer alkalmazásának előnyei és hátrányai	25
3. A vállalat bemutatása	26
3.1. A Bosch Csoport	26
3.2. Robert Bosch Elektronika Kft.	27
3.3. A Robert Bosch Elektronika Kft. logisztikája	28
4. Simított gyártás	30
4.1. Ostorcsapás effektus	31
5. Gyártás tervezés	33
5.1. Ellátási lánc bemutatása	33
5.2. A terület bemutatása	33
5.3. Előkészületek	34
6. ProCon	35
6.1. E-BTS	36
6.2. Gyártási terv elkészítése a ProConban	37

6.3. Az új ütemadó folyamat: sor eleji vezérlés.....	39
7. A simított gyártás hatékonyságának mérése.....	40
7.1. E-BTS	40
7.2. Simítási teljesítmény (leveling performance)	40
7.3. Késztermék SM.....	41
7.4. LIWAKS.....	41
7.5. Kapacitásszámítás	41
7. Konklúziók.....	42
Összegzés	45
8. Irodalomjegyzék.....	47
9. Ábrajegyzék	48
10. Függelék	49

Bevezetés

Az egyre növekvő és szerteágazóbb piaci verseny, a világgazdaság jelenlegi állapota és annak változásai, valamint a globalizáció minden vállalatot arra ösztönöz, hogy termékeit, illetve szolgáltatásaikat – a fogyasztói igények figyelembevételével – megfelelő minőségben és az ágazati versenyhez igazodó áron kínálják eladásra. Ennek megvalósításához elengedhetetlen az értékteremtő folyamatok szervezettsége, a folyamatos és gyors javítás, valamint a szállítási teljesítmény növelése. Ahhoz, hogy mindez elérhető legyen, egy vállalat számára olyan logisztikai rendszert szükséges kiépíteni és fejleszteni, amely a vállalattal, valamint a vállalaton túlélő logisztikai folyamatokkal egyaránt összhangban áll – ehhez azonban elengedhetetlen, hogy mindez a gyártási folyamatokkal összehangoltan működjön.

Az autópiacon különösen igaz, hogy a világgazdaság hatásai nem kímélik. Ezt mi sem bizonyítja jobban, mint a 2020-ban bekövetkezett pandémia nem várt fejleményekkel szolgált: nagyban csökkent a kereslet a termékek iránt, az igények átcsoportosultak, az új autókra szinte alig volt kereslet. Ebből következik, hogy részleges leállásokkal is számolni kellett: számos gyártóegység állt le a pandémia idején, mely jelentős hátralépés volt termelékenység szempontjából. Sokkal jobb várhatóan nem lesz a helyzet, hiszen még napjainkban is érezzük az alapanyaghiányt, csak már részben más problémák okozzák. Mindennek ellenére a hosszútávú terv ismét a felemelkedést modellezi. Ugyanakkor a vállalatnál jelenleg is tapasztalható bizonyos mértékű visszaesés, de nem olyan mértékben, mint a versenytársaknál.

A Robert Bosch Elektronika Kft. már idejekorán nekikezdett a fent említett folyamatok fejlesztésének, melynek köszönhetően felismerték a korábbi rendszerek hibáit és hiányosságait. A mai napig fejleszti a logisztikai folyamatok működtetéséhez nélkülözhetetlen gyártási rendszerét, hiszen, ha nincs megfelelő minőségben, mennyiségben és a megfelelő időben legyártott termék a raktárban, akkor nem beszélhetünk megfelelő időben, minőségben, illetve időben történő szállításról sem. A vállalat ahelyett, hogy feltorlódó készletek, nagy gyártási darabszám és teljesítményorientáltság vezérelte rendszert alkalmazna, olyan rendszert épített ki, amely fogyasztásorientált, átláthatóságot és rendszert visz a gyártásba és a logisztikába egyaránt. Törekszik arra, hogy minél kevesebb ráfordítással egyre többet legyen képes termelni, ezáltal optimális szinten tartsa a készleteket. Az értékteremtési lánc reformálását ezen célok és elvárások hívták életre, amit a fogyasztásvezérlés és a kanban rendszer bevezetésével fejlesztettek megfelelő szintre. A hatvani gyár az alapanyag beszállítókkal gyakran ütközik

problémákba, ugyanis, ha nincs időben történő utántöltés, akkor a megnövekedett igények sorálláshoz vezetnek.

Témaválasztásomnak az az oka, hogy a hatvani Robert Bosch Elektronika Kft.-nél dolgozom már 3 éve, 2022 nyarán pozíciót váltottam és az egyik logisztikai csoporthoz kerültem, mint gyakornok. Ez a csoport a vevői igényekkel foglalkozik, ebből következik, hogy az én feladatom a változáskoordinátorok, a vevői tervezők, valamint a gyártástervezők munkájának segítése. Ennek a pozíciónak köszönhetően megtapasztaltam, hogy egyes beszállítókkal és vevőkkel milyen a viszony, valamint végigkísérhettem azt is, hogy hogyan zajlik a gyártásterv elkészítése és az hogyan valósul meg a gyártósorokon. Eleinte egy már rég működő gyártósorral kapcsolatos felmerülő logisztikai feladatokat végeztem, aminek jól működő, biztos alapokon nyugvó kanban rendszer adott otthont. 2023 januárját már egy új területen kezdtem, szintén, mint logisztikai gyakornok, azonban a feladatok már több kihívást rejtene, hiszen ez a gyártósor alig néhány hónapja kezdett gyártani, nevezetesen a GEN3 Performance gyártósor. Ezt követően már – továbbra is gyakornokként – megkaptam számos termékcsalád vevői-és gyártástervezéssel kapcsolatos feladatait. A későbbi fejezetekben részletesen bemutatom az ezzel járó, logisztikán belüli kihívásokat és a pozíció betöltéséből fakadó tapasztalataimat.

Felépítését tekintve a szakdolgozatom a szakirodalmi áttekintéssel kezdem, ugyanis szeretnék átfogó képet nyújtani a választott témám elméleti háttéréről. Bemutatom a lean menedzsment lényegét, a fogyasztásvezérlést, a kanban rendszer célját és használatát, illetve minden ezekhez kapcsolódó témakört. Ezt a részt követi a vállalat bemutatása globálisan, illetve a hatvani gyárra összpontosítva. Végül pedig a fő témámat bontom ki, mert szeretném megmutatni, hogy a hatvani gyáron belül hogyan zajlik a kanban rendszer működtetése, és hogy milyen a saját termelésirányítási módszere, különös tekintettel az új vezérlésre. A dolgozat ismerteti a húzóelv és a toló elv kialakulását, megvalósítását és működését. A kanban rendszer bemutatását követi a simított gyártás folyamatának tervezése, majd pedig a kutatási interjú eredményei.

A vállalat kérésének eleget téve kiemelem, hogy a dolgozatban szereplő információk titkosítottak, a szakdolgozat elkészülésén kívül más célokra nem használhatók fel.

1. Szakirodalmi áttekintés

2.1. Lean menedzsment

A lean menedzsment egy vállalatirányítási és vállalatszervezési módszer. A lean menedzsment tágabb értelemben egy olyan vállalatirányítási és szervezési módszer, amelynek legfőbb célja az, hogy a termékek és szolgáltatások a lehető leghatékonyabb, gazdaságosabb és észszerűbb előállítása valósuljon meg. A hatékonyság növelését úgy éri el, hogy racionalizálja az érték-előállítási, valamint a termelési folyamatokat. A lean a vevő igényeiből indul ki, és igyekszik elkerülni az olyan tevékenységeket, amelyek a vevő szempontjából nem állítanak elő hozzáadott értéket. A veszteségek elhagyásával megrövidül a termelési, érték-előállítási ciklus, megnő a rugalmasság és az agilitás, egy időben a termelékenység és hatékonyság növekedésével. (Promanconsulting.hu, 2020)

A lean teljes bevezetése az egész lean menedzsment átültetéséről szól. A változtatás célja minden esetben a vevői értékteremtés, a szervezet jelenti a változtatás keretét. A folyamat első lépése a stratégia megalkotása, valamint annak meghatározása, hogy hogyan illeszkedik a lean menedzsment a vállalat víziójába. Ezt követően le kell bontani részekre a lean menedzsmenthez tartozó stratégiai terveket, vagyis meg kell határozni a bevezetés lépéseit, valamint azokat a vállalati területeket, melyek a változtatásban érintetteké válnak. Mindezt követően elkezdődhet az operatív munka. (Demeter, 2014)

A lean (jelentése: karcsú, továbbiakban karcsúsítás) egyenlő azzal, hogy „többet termelni kevesebbrel”. A karcsúsított termelés eredete a Toyota (Toyota Production System – TPS) által alkalmazott termelési rendszer, amely kiemelt jelentőséget tulajdonít az üresjáratok kiiktatására, a hulladékok (selejteket) minimalizálására és megszüntetésére a készletek és költségek csökkentése mellett. Maga a lean egy szemlélet is, amely a szervezet minden tagjától olyan gondolkodásmódot követel, melynek központi eleme a folyamatos fejlesztés a célok elérése érdekében. (Szegedi, Ellátásilánc-menedzsment, 2012)

A lean projektekre általában jellemző a rövid átfutási idő, és azon megoldások, amelyek viszonylag rövid idő alatt alacsony ráfordítással vihetők végbe. Napjainkban, a folyamatok optimalizálásáról beszélünk, az üzleti életben, ezáltal a multinacionális cégek életében a Lean számít az etalonnak mind a termelés, mind pedig a szolgáltatás területén. (Poór, 2016)

A lean alapelvei

Jones és Womack írása alapján az alábbiak tekinthetők a lean legfontosabb alapelveinek (Womack & Jones, 2003):

- A vállalat termelő, érték-előállító folyamatai közül meg kell különböztetni egymástól azokat, amelyek a vevő szempontjából nem állítanak elő hozzáadott értéket (tehát veszteséghez vezetnek), és melyek igen.
- Szükség van arra, hogy a vállalat kialakítsa azoknak a tevékenységeknek a láncolatát, amelyek a termék vagy szolgáltatás előállításához valóban szükségesek. Ezt a láncolatot nevezzük értékáramnak.
- Az értékáram folyamatos működéséhez meg kell teremteni a szükséges feltételeket, vagyis a termeléshez szükséges alapanyagok, erőforrások, alkatrészek és információk szünet nélküli áramlását.
- A kialakított mechanizmus által csak azt szabad előállítani, amire éppen akkor szükség van, olyan mennyiségben, amennyire éppen szükség van. Ezt nevezzük húzó rendszernek.
- A veszteség minimalizálását segíti a húzó rendszer, azonban a tökéletességre folyamatosan törekedni kell.

A lean menedzsment képes akár két-háromszorosára növelni a termelékenységet, csökkenti az állásidőket és a selejt készletek képződését, valamint javítja a cash-flow-t. Emellett a termeléshez szükséges időt lerövidíti, csökkenti az adminisztrációt és növeli a vevői elégedettséget. (Szegedi, Ellátásilánc-menedzsment, 2012)

A lean menedzsment módszerei

- Poka-Yoke
- Kaizen
- Kanban
- 5S
- Just in Time
- Toyota Production System
- SMED
- Jidoka
- VSM – Értékáram

- TPM – Total Productive Maintenance
- Heijunka. (Promanconsulting.hu, 2020)

2.2. Just in Time – JIT

Just In Time

Számos vállalat alkalmazza az új, korszerű technikákat és szervezési elveket a megnövekedett igények kielégítésére. Megkülönböztetünk ezen belül pull elvet és push elvet. A pull elven alapuló módszerek az alábbiak:

- JIT – Just In Time
- Kanban-termelésirányítás
- MRP rendszerek
- Cross-docking
- Postponement
- Quick Response

A szakdolgozatom témájához igazodva ezek közül a Just In Time rendszert szeretném ismertetni.

A just in time rendszer legfőbb célja az, hogy egy bizonyos alkatrészt (terméket) a megfelelő mennyiségben, a megfelelő helyre juttasson a megfelelő időben, melynek megvalósulása által a termék készletezési költségeit képes legyen csökkenteni. A hagyományosnak mondható szállításokkal szemben az újdonság a rendszerben az, hogy az áru mindig “éppen időben” érkezik a rendeltetési helyére, ahol felhasználásra kerül szinte azonnal, így nem szükséges a tárolása. A tárolás elhagyásával komoly költségmegtakarítást lehet elérni, és a rendszer elméletileg lehetővé teszi a készletek megszűnését a fogadóhelyen. A fuvarozási költségeket növeli a gyakoribb és pontosabb szállítások igénye, azonban a készletezési költségek ennél jóval jelentősebb mértékben csökkenhetnek, így ezáltal az összköltség is. (Szegedi & Prezenszki, 2017)

A JIT alappillérei az alábbi erőforrásbeli és időbeli “pazarlások” elkerülésére irányulnak:

- Többlettermelés – csak azt szabad legyártani, amire vevői igény érkezik, ezáltal a raktárra gyártás nem megengedett
- Várakozás – csökkenteni kell a termék megmunkálás előtti és a folyamat alatti várakozás idejét

- Szállítás – minimalizálni kell, mert nem értéknövelő tevékenység (“a legjobb szállítás az, ami létre sem jön”)
- Folyamatok – törekedni kell arra, hogy a tevékenységeket úgy formáljuk, hogy azok a lehető legkisebb idő-illetve energiaigényűek legyenek, valamint a szűk keresztmetszetek kiküszöbölésére
- Készletek – a magas készletszint szükségtelen pénzlekötés, ami a hibák elfedéséhez és a hatékonyság csökkenéséhez vezet. A készletek csökkentésére irányul a JIT-rendszer a termeléstől az ellátásig minden szinten. A cél az, hogy a vevők készletcsökkentési igényeire a beszállító vállalatok hatékonyan reagáljanak. (Szegedi & Prezenszki, 2017)

A just in time termelési vagy gyártási folyamatban az alábbiak szerint írható le:

- csak a piaci igények kielégítésére összpontosul, ezáltal kis mennyiséggel gyárt
- nyersanyagból, alkatrészekből minimális készlettartás jellemző, ezáltal minimális készlettartás jellemzi
- biztosítja az egyik terméktípusról a másikra való átállás zavartalan lebonyolítását, ezáltal rugalmas termelést biztosít
- lehetővé teszi a rugalmas gyártási terv elkészítését, amely összekapcsolja a csoportosítható folyamatokat, így biztosítja a folyamatos termelést. (Szegedi & Prezenszki, 2017)

A JIT-elvű termelésben folyamatos visszajelzést kapnak azok a munkaállomások, amelyeknél a megmunkálás már megvalósult, így a hibákat gyorsan és hatékonyan ki tudják javítani a dolgozók. A rendszer bevezetése esetén döntő fontosságúvá válik a beszállítók és fuvarozók megbízhatósága. A JIT igazi célja a készletcsökkentés, amiből következik, hogy nagyon kevés lehetőség van a szállítási és fuvarozási hibáknak, mivel az elv lényege, hogy az anyagok és termékek a megfelelő időben kerüljenek elszállításra, illetve érkezenek be a rendeltetési helyükre. Fuvarozókra a rendszer nyomást gyakorol, hiszen ahhoz, hogy a rendszer működni tudjon, az áruáramlást folyamatosan és zökkenőmentesen kell végrehajtani. Ha ez nem sikerül, az ahhoz vezet, hogy a termelőnek korlátoznia kell termelését (ez jobb esetben átállást, rosszabb esetben pedig leállást jelenthet), és a kereskedő kifut a készleteiből. Mindkét eset nagyon jelentős költségeket és/vagy eladási veszteségeket okoz. (Szegedi & Prezenszki, 2017)

A legfontosabb, hogy a vállalatok felismerjék a logisztikai elemek között megvalósuló kölcsönhatásokat, ezáltal képesek legyenek úgy összköltséget csökkenteni, hogy az a

vállalatközi kapcsolatokra, tehát a teljes ellátási láncra vonatkoztatva érvényesüljön. Lényeges kiemelni, hogy a JIT-rendszer nem egyetlen alrendszer költségeit képes minimalizálni, hanem a teljes logisztikai rendszer költségeinek minimalizálását követeli meg. Ez a legtöbb esetben kizárólag a szállítási teljesítmények növelésével érhető el. (Szegedi & Prezenszki, 2017)

Az on-time szállításokat, az áru útjának nyomon követését csak egy olyan információs rendszer teheti lehetővé, ami a teljes ellátási láncon végig húzódik. A rendszer szervezése megköveteli, hogy legyen egy online információs-technológiai kommunikációs hálózat, amely biztosítja az ellátási lánc minden résztvevője közötti elektronikus adatcserét. (Lehota, 2001)

2.3. Toyota Production System

A világ figyelme először az 1980-as években irányult a Toyotára, amikor világossá vált, hogy a japán hatékonyság és minőség párját ritkítja. A japán autók az amerikai autóknál tartósabbnak bizonyultak, és sokkal kevesebb javítást is igényeltek. A különbség nem az autók formatervezéséből vagy teljesítményéből adódott, hanem az volt az egyedülálló, ahogyan tervezte és gyártotta autóit, illetve a következetesség, ami jellemezte a folyamatait és termékeit. A Toyota a versenytársaihoz képest megbízhatóbban, gyorsabban és versenyképes költségek mellett tervezett autókat. A Toyota fejlesztette ki a Toyota Termelési Rendszert (TTR), vagyis a „lean termelést”, amely oda vezetett, hogy napjainkban már gyakorlatilag minden ágazatban igyekeznek áttérni a Toyota gyártási és szállítási lánc filozófiájára, módszereire. A Toyota a kiváló működésből kovácsolta stratégiai fegyverét, amely olyan eszközökön és minőségjavító folyamatokon alapul, amelyeket maga a Toyota tett híressé a gyártás világában. Ilyen például a just in time, a kaizen, az egydarabos áramlás, a heijunka és a jidoka. A lean termelés kibontakozását ezek a technikák segítették elő. A Toyota az eszközeinek megvalósítását azért tudja mindig sikerre vinni, mert az emberek megértésén alapuló mély üzleti filozófiát képvisel. Sikerének valódi alapja a vezetőség, a kultúra és a csapatok fejlesztésén, a stratégia megalkotása, a beszállítói kapcsolatok fejlesztése és ápolása, valamint a tanuló szervezet fenntartása. (Liker, 2008)

A TTR egy nagyon komplex termelési filozófiát jelent, melynek célja az, hogy minél tökéletesebb termelési rendszert valósítson meg. A tökéletes termelési rendszer azt jelenti, hogy mindent akkor termelnek, amikor arra szükség van, és csak annyi mennyiséget, amennyi kell. Ezért is azonosítják a TTR-t a JIT termelési rendszerrel. Ha sikerül ezt megvalósítani, akkor a termelési rendszerből eltűnnek a szükségesnél nagyobb készletek, amik feleslegesen növelik a termelési költségeket, így a termelési rendszer karcsúsítottá válik. A TTR alkalmazásának egyik

legjelentősebb feltétele nem más, mint a nagy volumenben termelhető, funkcionális termékek megléte, valamint a kiegyensúlyozott, stabil termelési terv létrehozása. (Vörös, 2010)

2.3.1. A rendszer kulcselemei

1. Alacsony átállítási költségek és alacsony sorozatnagyság

Az alacsony átállási költség kettős hatással bír: egyrészt rövidebb sorozatokat tesz gazdaságossá, ezáltal a rendszerben kisebb a félkész termékek állománya, másrészt pedig a gyors átállási képesség és a rövid sorozatok megléte a termelési-szolgáltatási rendszert rugalmassá teszi, így csökkenni fog az átfutási idő. A megrendelésekben gyakran előfordulnak a változtatások, és a leendő partnerek azokat a termelőket választják, akik a lehető leghamarabb képesek reagálni az igényekben bekövetkezett változásokra. Az alacsony sorozat további fontos eredménye, hogy ellenőrzésük minőségi szempontból egyszerűbb, ezáltal a minőségi problémák bekövetkezése és helye egyaránt gyorsan azonosítható. (Vörös, 2010)

2. Alacsony készletek

Az alacsony készletek már önmagukban is képesek csökkenteni a termelési költségeket, ugyanis ha a készletszint alacsony, akkor az első egyértelműen megfigyelhető változás, hogy a termeléshez kisebb területre van szükség. Ha a folyamatban nincsenek felhalmozódott félkész termékek, a termelési folyamathoz nemcsak, hogy kisebb terület szükséges, hanem nincs szükség nagy méretű nyersanyag és késztermék raktárra sem. A félkész termékek szintjének minimumát elérve a termeléshez szükséges lekötött állandó tőke alacsonyabb, mivel nem szükséges a feleslegesen felhalmozott termékek értékét finanszírozni. Mindezek mellett még a termelés változó költségei is csökkennek. (Vörös, 2010)

3. Magas folyamatminőség

A JIT elve, vagyis a „mindent éppen időben” a folyamatok minőségére is érvényes szempont. Ezalatt az értendő, hogy amikor az adott termelés alatt álló terméken minőségbeli hibát észlelnek, a hibát azonnal ki kell javítani, ugyanis, ha nem teszik meg rögtön, akkor a félkész termék készletszintje növekedésnek indul. A jidoka elv alkalmazása a gyakorlatban tehát nem más, mint hogy a problémákat azonnal láthatóvá kell tenni a hatékonyság növelése érdekében. Ha a hibát nem sikerül az adott helyzetben kijavítani, a gyártási folyamatot megállítják. Ebben az esetben két fontos következménnyel kell számolni: a hibás termék nem hagyhatja el a folyamatot, és a leállások jelentős mértékben csökkentik a termelékenységet. A

folyamatok megbízhatóságát mindig tökéletesíteni kell annak érdekében, hogy minimális eséllyel forduljon elő ilyen helyzet a gyártás során. (Vörös, 2010)

4. Termelő berendezések helye a gyártásban

A termelési problémák kiküszöbölése és megoldása érdekében úgy kell elrendezni a termelő gépeket, hogy biztosítsák az egyszerű és gyors megoldásokat. A TTR-ben az ún. cellás elrendezéssel valósul meg, ami egy hibrid elrendezési elv megjelenítése. Működésének lényege az, hogy egy cellában úgy helyezik el a megmunkáló gépeket, hogy az alkatrész családok termelése biztosítva legyen. Egy családba tartozó alkatrészeken szinte teljesen azonos típusú műveletek elvégzése szükséges, azonban a műveleti idők és sorrendek termékenként változhatnak. A cellás elrendezés lehetővé teszi, hogy amikor a család összetételében változás következik be, az könnyen megvalósítható. Ez annak köszönhető, hogy a termékek hasonlóak, illetve, hogy a cellában lévő gépek nem annyira specializáltak, így rugalmasságuknak köszönhetően könnyen átállíthatók. A cellákból kis sorozatokban érkeznek az alkatrészek az összeszerelő szalagra, melynek ütemét maga a szalag határozza meg kanban kártyák segítségével, amelyek jelzik az alkatrész mennyiségét, típusát és azt, hogy mit kell a szerelőszalaghoz szállítani. (Vörös, 2010)

5. Húzó rendszer

A TTR-ben a végtermékek termelési üteme meghatározza az anyagok, alkatrészek beáramlását majd pedig a termelését. Ezért azonosítják a TTR-t a húzó rendszerrel. A termék családfa elődeit mindig az utódai húzzák a rendszerbe, abban az ütemben, ahogy azok termelése igényli, soha nem többet. Ez az eljárás biztosítja azt, hogy a rendszerben nem halmozódnak fel feleslegesen nagyobb mennyiségű anyagok, alkatrészek vagy félkész termékek. (Vörös, 2010)

6. Beszállítói rendszer

A TTR filozófiája szerint az ideális beszállítói hálózat mindössze egyetlen csatornából áll, és ezzel szoros kapcsolatot kell kialakítani. A beszállítónak is követnie kell a JIT elvét, vagyis éppen időben kell szállítania. Jelentős veszélyforrást jelenthet ez a módszer, ugyanis, ha az egyetlen beszállítónak problémái akadnak, akkor a teljes folyamatot lehúzhatja, hiszen nincs aki gyorsan pótolni tudná a kiesést. (Vörös, 2010)

2.4. Fogyasztásvezérlés

2.4.1. Húzó elv (Pull leveling)

Minden gyártási folyamat alapvető célja, hogy csökkentse a veszteségeket. Ha a gyártósoron csökkentik az átállási időket és a minimális készletszintet, valamint a rendelési pont lejjebb kerül, úgy létrehozható a húzórendszer, amely nagyon rugalmasan követi a vevői igényeket, valamint a soron következő folyamat szükségletét. A húzó rendszer alapja a kanban, amelyről a következő fejezetben részletesen szót ejtünk. A kanban rendszerben minden egyes folyamat pontosan annyi egységet termel, amennyi a következő folyamatban felhasznált mennyiséget pótolja, vagyis a dolgozók az adott folyamat során az előző folyamattól veszik el azokat az alkatrészeket, amikre szükség van. Csak akkor teszik ezt, amikor az alkatrészekre szükség van, és pontosan olyan mennyiségben, amennyire szükség van. Ezen felhasználási folyamatnak az első lépése a vevői megrendelés. A húzó elv alkalmazásával a rendszer a fogyasztásban tölti fel a tárolókat. Rugalmassá teszi a gyártást, ugyanis pontosan azt tudjuk gyártani, amire rendelést adtak le, akkor, amikor megrendelték és csak a megrendelt mennyiségben. A túltermelés ezáltal elkerülhető, mivel a vevői megrendelés egy olyan áramlást indít el a gyártásban, ami tiszta és folyamatos. (The Productivity Press Development Team, 2011)

A húzó elv előnyei közé sorolhatjuk, hogy egy jól átlátható, irányítható rendszer, amely alkalmas a szállítóképesség növelésére, valamint lehetővé teszi kis kiszerezésű egységek nagy gyakorisággal történő megrendelését, ezáltal a ciklikus rendelés megvalósulhat. Működését tekintve rendkívül praktikus, hiszen a termelést felbontja önmagukat szabályozó körökre (ilyen például a belső vevő és a szállító között létrejövő kapcsolat). A folyamatot szupermarketek segítik, melyről a későbbiekben bővebben lesz szó. Közvetlenül a szupermarketekből való vételezéssel történik a szállítás, magát a folyamatot pedig kanban kártya segíti. (Womack & Jones, 2003)

2.4.2. Toló elv (Push leveling)

A toló rendszerben a gyártásrendelésnek kell meghatározni azt, hogy a folyamatokban milyen mennyiségű és milyen típusú terméket gyártsanak. A rendszer igyekszik minden áron teljesíteni a termelési tervben meghatározott célokat, attól függetlenül, hogy a következő gyártási folyamatokban mi történik. Merevsége abból adódik, hogy folyamatosan arra törekszik, hogy képes legyen előre meghatározni a soron következő hét ütemtervét, és arra, hogy meg tudja becsülni a következő néhány hét megrendeléseit. Ennek következtében

megköveteli a hosszú átfutási időt és a nagy sorozatokban történő gyártást, amely esélyt ad arra, hogy veszteséget termeljenek. (The Productivity Press Development Team, 2011)

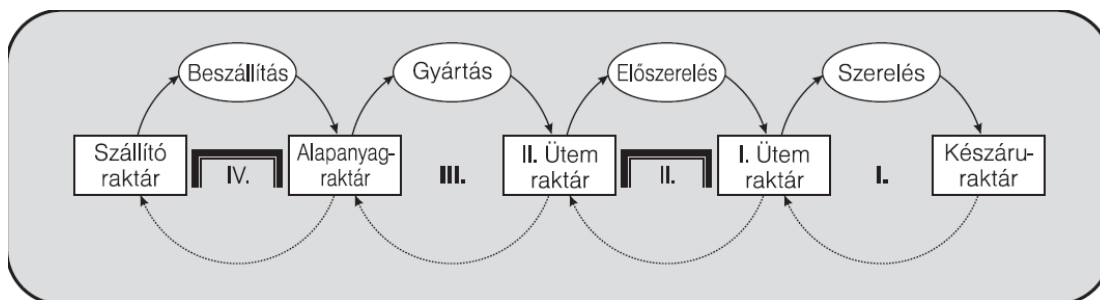
A toló elv gyártástervezési rendszer, amely a vevői megrendeléseket lebontja gyártási megbízásokra, hozzájuk rendel kezdő-és befejezési határidőt. A folyamat logikája a beszerzésen alapszik, ezután gyártanak, végül pedig szállítanak. Bizonytalanul ingadozó készletek irányítására alkalmas. (Szegedi & Prezenszki, 2017)

2.5. A Kanban-rendszer bemutatása

A kanban rendszert a lean termelés idegrendszereként is szokták emlegetni, hiszen olyan alapokat ad a gyártásnak, mint hogy milyen mennyiséggel gyártsanak bizonyos folyamatokban.

A kanban szó jelentése kártya vagy jel, a húzó rendszerben a készleteket szabályozó kártyákat hívják így. A kanban információs rendszerként működik, mivel jelzi azt, hogy egy alkatrészegység honnan jön és hová tart, ezáltal képes koordinálni a gyártást és a munkafolyamatokat össze tudja kapcsolni, így az egész értékáramot a vevői igényekhez illeszti. A termelési folyamatban a dolgozók a kanbanok által csak akkor termelnek, ha erre jelzést kapnak, és a kanban maga a jelzőrendszer. A fejlesztési folyamatban a kanban az összes termelési feladatot összehangolja, ezzel megadja a gyártás alap ritmusát, valamint feltárja az összes szűk keresztmetszetet, így biztosítja a lean termelés megvalósulását. A kanban rendszer lehetővé teszi azt, hogy a lean kommunikációs rendszere működjön, ugyanis jelzi az előző folyamatoknak, hogy mikor és mit termeljenek, valamint riasztja is ezeket abban az esetben, ha le kell állni a gyártással valamilyen probléma (technikai, gyártási, alapanyag ellátottsági) vagy változás (tervmódosítás) esetén le kell állítani a termelést. (The Productivity Press Development Team, 2011)

A forrás helye és a felhasználóhelyek között kanban-köröket alkotnak, melyek információs blokkokat hoznak létre. Ezen önszabályozó körök a kártyák, és az azokon szereplő információk segítségével visszahatnak egymásra, ezáltal információs láncot hoznak létre, melyet a lenti ábra részletesen ismertet. Az igényeket ezen technika segítségével rövid időbeli eltéréssel pótolják, ezáltal a fogadónál csak kis anyagmennyiségek átmeneti tárolása indokolt az ún. ütemtárolókban. (Szegedi & Prezenszki, 2017)



1. ábra: A kanban-rendszer szabályozókörei és információáramlása (Szegedi & Prezenszki, Logisztika-menedzsment, 2017)

2.5.1. A termeléstervezés és irányítás általánosságban

A termeléstervezés folyamatának áttekintése előtt tisztázni kell, hogy milyen értékteremtő folyamatok járulnak a megvalósulásához, hiszen ezek nélkül nem is lehet tervezni. A végső fogyasztó igénye indítja be az értékesítési logisztika azon folyamatát, amely a vevőkiszolgálást teszi lehetővé: a megrendelést fogadják, információi alapján végbe mennek a raktározási folyamatok, majd végül a kiszállítás. A vállalat külső megrendelőjének kiszolgálásáért az értékesítési logisztika felel, ezáltal egyben a termelési folyamat belső megrendelőjévé válik. A termelési szükséglet a külső megrendelésekből származik, amely azután a termelési, illetve termelésellátási folyamatok működését teszi lehetővé, ezáltal sor kerül a termelés, és a termelési logisztika folyamatainak ütemezésére. Így a termelés az értékesítési logisztika által közvetített vevői igények kiszolgálásával egyidőben maga is azok közvetítőjévé, és újabb belső megrendelőjévé válik, hiszen olyan igényeit közvetíti a beszerzés felé, amelyek a saját működéséhez elengedhetetlenek. A beszerzési logisztika a termelési igények ismeretében véghez viszi saját vevőkiszolgálási folyamatát: feladja a rendeltetést a beszállítónak, lehívja a beszállítói keretszerződéseknél megadott mennyiségeket. (Demeter, Gelei, Matyusz, & Nagy, 2022)

A termelési, illetve az egyes logisztikai alrendszerek vevőkiszolgálási folyamatainak megvalósítását a rövid távú, valamint a közép távú tervezés menedzseli. A középtávú leggyakrabban egy évre vonatkozó, a közeljövőben felmerülő feladatokat már heti bontásban tartalmazó tervezési folyamatokat egyenlíti ki a rövid távú tervezés. A középtávú döntésekben döntő szerepet játszik az anyagszükséglet tervezés, illetve az elosztási erőforrások megtervezése, mivel ezekből származtathatóak a szükségletek, vagyis az, hogy miből, mennyit és mikor szükséges megrendelni a beszállítóktól. A rövid távú tervezési folyamatban az egyik legfontosabb a pontosság, melynek segítségével például beosztják a gyártáson belül azt, hogy

ki, mikor, hol, mit és melyik gépen vagy munkaállomáson gyártja le a beérkezett igényeknek megfelelő termékeket. Ezzel az erőforrás tervezési rendszer feladatait könnyítik meg annak érdekében, hogy a kért mennyiség a megfelelő időben a vevő rendelkezésére álljon. A rövid távú tervezés eszközei véglegesítik a szükségletszármaztatási folyamatban mennyiségileg és időben meghatározott feladatokat. A hosszú távú döntések véglegesítése határozza meg a beszállítókat, kialakul az elosztási struktúra, illetve sor kerül a technológia kiválasztására is. Mindezek több évre szóló, hosszú távú előrejelzésekre támaszkodnak, melyek alapján megbecsülik a következő években várható termék iránti keresletet. (Gelei, 2009)

2.5.2. A Kanban alapú termelésstervezés és irányítás

Működése annyiban tér el a hagyományos termelésstervezés és irányítás rendszerétől, hogy a vevő, másnéven a felhasználó rendszeréből közvetlenül érkezik az információ a beszállítóhoz kanbanok segítségével, aki csak a jel beérkezése után jogosult a szállításra. Kanban körnek nevezzük az itt létrejött információ áramlását. Ezek az információk visszahatnak egymásra, ezáltal létrehoznak egy információs láncot. (Szegedi & Prezenszki, 2017)

Általánosan elmondható, hogy a lean termelésben kevésbé fontos a gyártásban használt kanbanok számának meghatározása, sokkal inkább arra kell koncentrálni, hogy a termelési rendszer úgy fejlődjön, hogy csökkenthető legyen a kanbanok száma. Ahhoz, hogy ez elérhető legyen, kis sorozatokat kell gyártani, és fel kell számolni a pufferkészleteket, amik biztonsági készletként szolgálnak a piaci viszonyok és a gyártás ingadozásának kiegyenlítésére. A rövid átállási idő segít abban, hogy a gyártás gyorsan tudjon reagálni a változásokra. A rövid átfutási idő bevezetésével a kanbanok száma minimálisra csökkenthető, mert a változásról megbízható és könnyen elérhető információt kapunk. A termelésstervezés során elengedhetetlen az ütemidő meghatározása, ugyanis „az ütemidő az a gyakoriság, mellyel a termékeknek vagy alkatrészeknek el kell készülniük, hogy kielégíthessük a vevői igényeket”. Az ütemidőt úgy számoljuk ki, hogy elosztjuk a napi termelési időt (percben kifejezve) a napi vevői igénnyel. A vevői igényt úgy tudjuk meg, ha a havi vevői igényt elosztjuk egy hónap munkanapjaival. Amikor nagy számú rendelés érkezik, az ütemidő ritmusa felgyorsul, amikor kevés a megrendelés, az ütemidő ritmusa lassul. A kanban rendszer alkalmazása által olyan eszközt kap a gyártás, amely képes a termelés ritmusát az ütemidőhöz igazítani. A termelésirányítás hatékonyságához elengedhetetlen a sorkiegyenlítés, ami egy folyamat, melynek során egyenlően elosztásra kerül a munka a dolgozók között az ütemidőnek megfelelően. A folyamat

első lépése, hogy feljegyezzük az adott soron dolgozó összes operátor számát, a műveletek ciklusidejét. Ezeket összeadva megkapjuk a teljes folyamat ciklusidejét. Ezután meg kell határozni, hogy hány operátorra lesz szükség, amit úgy tudunk meg, ha elosztjuk az összes ciklusidőt az ütemidővel. Mindez azonban kevés ahhoz, hogy a megvalósítás legjobb módját, ezáltal a kanban hatékonyságát érnünk el, ezáltal a standardizálással létrehozott teljes munkaterhelést is figyelembe kell venni, ugyanis egy ponton már standardizálni kell annak érdekében, hogy javítsunk a ciklusidőkön, így csökkenthessük a gyártásban használt kanbanok számát, és minimális szintre hozzuk a folyamatközi készleteket. (The Productivity Press Development Team, 2011)

2.5.3. A termelést támogató eszközök

A termeléstámogatás egyik lényeges eszköze a termeléskiegyenlítés módszere, mely során a gyártandó mennyiségekre vonatkozó vevői lehívások alapján átervezve állítják össze a gyártási tervet, ezzel a termelésnek nyugodt és kiszámítható ritmust adva. Két fajtáját ismerjük: a nyomóelvű (vevői rendelések „simítottan” való tervezése a gyártásba), illetve a húzóelvű termeléskiegyenlítést (vevői elvitelek „simítottan” való újragyártatása). A gyártási terv vizualizálásra kerül a termelési területen is, így átlátható, hogy mikor mi kerül a gyártási folyamatba. A gyártástámogatás további fontos részét képezik az adatbázisok, melyekben a gyártott termékek összegyűjtésre kerülnek aszerint csoportosítva, hogy milyen alapanyagok érkeznek, milyen tároló eszközökben (pl. bliszter, vagy paletta), milyen mennyiségben kerülnek beszállításra, illetve milyen fogyási mennyiségek jellemzőek. Optimális esetben ezen adatbázis már az új gyártósorok megtervezésének fázisában sor kerül annak érdekében, hogy a logisztikai szempontokat is figyelembe lehessen venni a termék optimális gyárthatósága érdekében. (Báthory, 2011)

Nemcsak a gyártásban, hanem minden logisztikai folyamat esetén is szükség van arra, hogy szabványosításra, valamint vizualizálásra kerüljenek a munkatartalmak. A logisztika munkatársai részére az összes anyagmozgatási művelethez pontosan és előre meg kell határozni azt, hogy miként kell ezen folyamatokat elvégezni. Erre szolgálnak a képekkel, részletes leírással és ciklusidőkkel ellátott műveleti utasítások és útvonaltervek. (Demeter, Jenei, & Losonci, 2011)

2.5.4. Mérőszámok a teljesítmény dokumentálása érdekében

Beszerezési oldalról lényeges mutatószám a beszállítók időben történő szállítási teljesítésének aránya. Ez a mérőszám összegzi azt, hogy betartották-e a beszállítók a kért mennyiséget, illetve szállítási időpontot. Ehhez meg kell határozni azokat a hibahatárokat, melyeken belül a teljesítés hiba nélkülinek mondható. Érdeemes mérni azt is, hogy milyen mennyiségű készlettel rendelkezik a vállalat az inputok terén. A készletlefedettség mértékét meg kell adni mennyiségben, illetve napok számában is, tehát ezzel kimutatható, hogy a rendelkezésre álló mennyiség hány napra elegendő a gyártás zavartalanságát biztosítva. A szervezetek mérhetik azt, hogy ők mennyire megbízhatóan rendelnek beszállítóiktól, vagyis milyen gyakran változtatják meg a beszerzési igényeiket. A gyártás és a logisztika között gyakran használt mutatószám a termeléskiegyenlítés, másnéven simítás terv szerinti kivitelezésének mértéke. Ezesetben annak folyamatos kiértékelésére kerül sor százalékos formában, hogy a gyártási tervben kiegyenlítve tervezett típusszámoknak sikerült-e eleget tenni, a megfelelő mennyiségben és sorrendben. Ehhez kapcsolódik annak mérése is, hogy azonos típusszámot a vállalat milyen gyakran tud gyártásba adni. Minél kisebb ez a szám, annál rugalmasabbá válik a gyártás, ezáltal egyre kisebbek lehetnek a készletek. A szállítási teljesítést is fontos mérni, melynek során kimutatható, hogy hány százalékban sikerült pontosan úgy és pontosan akkorra leszállítani a kért terméket, ahogyan azt a vevő kérte. A készletlefedettség is gyakran követett mutatószám, amely kiszállítási oldalról a késztermékkészletet mutatja meg. Végül a teljes folyamat átfutási idejét is érdemes mérni, hiszen ez a teljes rendelésteljesítés szempontjából mutatja meg a teljesítményt. (Demeter, Jenei, & Losonci, 2011)

2.5.5. A Kanban rendszert segítő eszközök

Ahhoz, hogy a kanban rendszer hatékonyan tudjon működni a gyártási folyamatokban, szükséges néhány eszközt és szabályt alkalmazni. Elsőként a kanbanok áramoltatásának szabályait kell figyelembe venni és betartani, melyhez az alábbi feltételeknek kell megfelelni:

- minden tálcához vagy ládához egy kanban kártya tartozik
- a kanban kártyák minden esetben az anyagok kíséretét szolgálják
- a kártyán szereplő mennyiségnek meg kell egyeznie a tárolókban lévő mennyiséggel
- a visszaérkező kártyák a kanban postaládába kerülnek, amiben a felvett, vagy gyártás alatt álló kanbanok vannak, és azt az anyagot jelölik, amely a termelés során felhasználásra került. (The Productivity Press Development Team, 2011)

Szupermarket

A kanban rendszerben a szupermarket az a terület, ahol a legyártott késztermékeket, alkatrészeket tárolják. Ezek a tárolási egységek a termelési hely közelében találhatók. A szupermarket segítséget ad a készletek szabályozásában és minimalizálásában, valamint alkalmazásával anélkül irányíthatjuk a termelést, hogy minden egyes anyagellátási folyamatot ütemeznénk. (Kovács, 2017) Szupermarketekkel valósul meg a készletek meghatározásának és követésének módja. Cikkszámunként meghatározott készletszintek kerülnek kialakításra, működési elvének lényege pedig az, hogy a vevő folyamat készletből való felhasználás esetén a beszállító, vagyis a megelőző folyamat jelzést kap, hogy a készletek újrafeltöltése szükséges. A szupermarketek funkciója alapvetően az, hogy két folyamatot elválasszon egymástól, így elkerülve azt, hogy a folyamatok problémái egymásra hatással legyenek. A szupermarketekben a készlet elemekhez kanban kártyák tartoznak, melyek fogyás esetén információt nyújtanak a megelőző folyamat részére. (Báthory, 2011)

Milk run

A körjáratok, másnéven milk runok alkalmasak a gyártósorok gyors és gördülékeny kiszolgálására. A raktárból indulnak, felkeresik a kijelölt munkaállomásokat, ott a kért anyagokat leadják, majd a raktárba térnek vissza, kört alkotva. A kanban rendszerrel gyakran kombinálják, hiszen maga a rendszer a gyártósorra kiszállítandó anyagok mennyiségét szabályozza a milk run által. A körjáratok működhetnek kétféleképpen: folyamatosan, vagy meghatározott menetrend szerint, ezáltal a kiszállítandó mennyiség változó vagy rögzített, előre meghatározott lehet. Mindkét eset alapvető feltétele, hogy nem léphet fel hiány a gyártósorokon. Körjáratok alkalmazásával biztosított a rövid szállítási útvonal, egyszerű működést tesz lehetővé, ezáltal a gyártósor könnyebb és biztonságos ellátása valósul meg. Ha mindez kanban rendszerrel egészül ki, akkor ezeken felül még alacsonyabb gyártásbeli készletszintek, aminek következtében kisebb helyigény keletkezik, így gyorsan és rugalmasan tud reagálni a változó igényekre. (Kovács, 2017)

Heijunka

A heijunka alapvetően kiegyenlített termelésütemezést-és tervezést jelent. A termelést nem az ügyfelek folyton változó megrendeléseire igazítja, hanem egy adott időszak megrendeléseit összesíti, majd pedig felosztja úgy, hogy a gyártási tervbe minden napra ugyanaz a termelési

menntiség, illetve termék-mix kerüljön. A heijunka használatának számos előnye van: a vevőnek csak azt gyártják, amire szüksége van, és csak akkor, amikor kéri, ezáltal rugalmassá válik a rendszer. Azáltal, hogy vevői igényre történik a gyártás, csökken a feleslegesen legyártott darabszám, a munkaerő, valamint a gépek kiegyensúlyozottabbá válnak, a folyamatok pedig kiegyenlítetté válnak a beszállítók, valamint a megelőző folyamatok irányába. (Báthory, 2011)

A Just In Time rendszer alkalmazásának előfeltétele a heijunka bevezetése, melyet simított, vagy másnéven kiegyenlített termelésnek is emlegetik. A sorozatgyártás mellett fontos szempontja a gyártási sorrend, ugyanis gyors átállások nélkül nem lehet alkalmazni. (Koloszár & Pankotay, 2017)

A heijunka tábla egynapos vagy egyműszakos kanban kártya mennyiség egyenletes elosztására szolgál. Az utolsó folyamat után kell elhelyezni, mert így indítja be a húzó rendszert. Abban az esetben célszerű használni, ha többféle termék gyártódik egy soron. A termékek egyenletes elosztása a kanban kártyák elosztásával valósul meg, így elegendő az ún. indító kanbanok rendjének kialakítása, hiszen így az a teljes folyamatot megfelelően fogja szabályozni. (Koloszár & Pankotay, 2017)

2.5.6. A rendszer bevezetése

Mielőtt a kanban rendszer bevezetésre kerül, dönteni kell arról, hogy pontosan mi a cél, egy gyártósor anyagellátásának javítása, vagy a teljes termelési folyamat kanban rendszerben való működtetése. Az anyagellátás javítása esetén felhasználói kanbanról beszélünk, míg a második esetben már ehhez kapcsolódik egy termelési kanban is, ami nem más, mint hogy a termelést is kanbannal vezérlik. Miután megszületett a döntés arról, melyik gyártósorra kerül bevezetésre a kanban, megkezdődhet a szükséges adatok gyűjtése. (Varga, 2019)

A kanban rendszerben a vevői igények alapján kiszámolt anyagmennyiség számít. A számítás a következőképpen néz ki (Varga, 2019):

$$K = \text{Átlagos napi vevői igény (Dr)} \times \text{Beépülő mennyiség (Q)} \times \text{Újratöltési idő szükséglete (R)}$$

Ehhez pontos adat szükséges arról, hogy az adott gyártósoron milyen termékeket gyártanak, azon milyen alkatrészekből tevődnek össze, milyen beépülési mennyiséggel (hiszen nem mindegy, hogy valami egyszeresen, vagy például ötszörösen épül a termékbe), és végül arról is, hogy a kanban tárolókat milyen gyakorisággal lehet Minden egyes folyamatosan

gyártásban lévő termékhez lehet kanban kártyát rendelni, azonban a ritkán gyártott, másnéven egzotikus termékek anyagellátásához nem javasolt a kanban alkalmazása, azoknál egyedi kanban alkalmazásával érdemes megoldani az anyagellátást (kommissiózás és kanban egyidejű alkalmazása). A vevői igények megállapításakor minimum 1 hónappal előre kell tekinteni, hiszen természetesen nem számolnak minden nap kanban mennyiségeket (többek között ezért szükséges a Heijunka). Az így meghatározott napi igényekre építjük fel a kanbant. Először érdemes készíteni egy alkatrész-beépülési mátrixot, ezáltal megkapjuk, hogy a vevői igényeket és az összes terméktípust figyelembe véve összesen mennyi alkatrész épül a késztermékekbe. A mátrixból átvéve a szükséges adatokat kiszámíthatjuk gyártóisorunk ellátásához szükséges anyagmennyiségeket kanban kártyára vetítve. A felhasznált alkatrészek utánpótlását az anyagellátásért felelős kollégák végzik, így csak a ténylegesen fogyó anyagot töltik fel újra, ezzel megszüntetve a feleslegesen halmozódó készleteket. Az utántöltést a kanban kártya vezérli, ezen megtalálható, hogy miből mennyit szükséges pótolni. (Varga, 2019)

Mindezek mellett számolni kell azzal is, hogy hány darab kártya vesz részt a körforgásban. Ennek kiszámításához egy újabb képlettel szükséges megismerkedni (Varga, 2019) :

$$N = \frac{D(K+L)+S}{M}$$

- N: a kanban kártyák száma
- D: átlagos napi igény
- K: rendelési ciklusidő (két megrendelés között eltelt idő)
- L: lead time, vagyis átfutási idő, ami a megrendelés elküldése és az alkatrész beérkezése között eltelt idő
- S: safety stock, vagyis biztonsági készlet
- M: konténerek és/vagy tárolóeszközök kapacitása

Pontos számítások elvégzéséhez rendelkezünk kell pontosan meghatározott vevői igényekkel, az adott gyártóisoron legyártásra kerülő termékek számával, alkatrészekről és azok beépülési listájáról, valamint a kanban kártyák tárolására alkalmas ládák kapacitásáról. A

kanban alapvetően kéttartályos rendszerben működik, tehát a kiszámolt mennyiség kétszerese kerül a gyártósorra. (Varga, 2019)

A rendszer viszonylag könnyedén értelmezhető és munkát segítő folyamatot hoz létre, nehézsége az előkészületekben illetve a pontosságban rejlik. Minél több és minél pontosabb információval rendelkezünk, annál inkább segíteni fogja a termelést, és meg fogja könnyíteni a gyártás folyamatát, cserébe odafigyelést, valamint precizitást igényel. (Varga, 2019)

2.5.7. Kanban kártyák típusai

Mielőtt ismertetjük, hogy milyen fajta kanbanokat használhat egy gyártósor a termelési folyamatok során, érdemes néhány technikai jellemzőt felsorolni a kanbanokról. A kanbanok változnak annak függvényében, hogy épp milyen céllal kerültek a gyártásba, egy dolog azonban közös bennük: a lehető legtöbb információt tartalmazzák olyan részletesen, amennyire csak lehetséges. Az alábbi információkat tartalmazzák általánosságban:

- az anyag cikkszáma
 - az előző folyamat – megmutatja, honnan érkezett az anyag
 - a következő folyamat – megmutatja, hogy adott állomás után hová megy tovább
 - az anyag származása – külső vagy belső beszállítótól érkezik
 - a vevői vagy gyári megrendelés azonosítószáma
 - információ arról, hogy mit, mikor és milyen mennyiségben kell felvenni és gyártani.
- (The Productivity Press Development Team, 2011)

Rendelési kanban

A rendelési kanban jelzi, hogy az alkatrészeket a gyártásban és összeszerelésben a folyamatok között, vagy a gyártósorhoz kell szállítani. Azonosítja a mennyiségeket és alkatrészeket, emellett pedig az alkatrész útját is jelzi, vagyis azt, hogy honnan jött és melyik folyamathoz tart. Két fajtáját ismerjük a rendelési kanbannak, a belső rendelési kanbant és a beszállítói kanbant. A beszállítói kanban a szerelősorok számára rendeli a külső beszállítóktól a gyártáshoz szükséges alkatrészeket. A belső rendelési kanbant olyan alkatrészekhez használják, amelyek a szerelősorokon a gyárban készülnek. Ezeket a kanbanokat használják a különböző gyártási folyamatok között, ezáltal az előző folyamattól való alkatrészek

felvételéhez szükséges információkat hordozzák. (The Productivity Press Development Team, 2011)

Termelési utasítás kanban

A kanban ezen típusa információkat tartalmaz az egyes gyártási folyamatok lépéseire nézve. Két fajtáját ismerjük: a folyamaton belüli kanbant, valamint a jel kanbant. A folyamaton belüli kanbant olyan folyamatoknál lehet használni, amik nem igényelnek átállást. A toló rendszer termelési menetéhez hasonlít, mert azt jelzi, hogy mit és milyen mennyiségben kell gyártani. A jel kanbant ezzel szemben átállást igénylő folyamatoknál alkalmazzák, ugyanis azt jelzi, hogy mikor van szükség átállásra. (The Productivity Press Development Team, 2011)

Ezekén kívül még létezik egy-illetve kétkártyás rendszer, alapanyag, félkész, illetve késztermék kanbanról, valamint fizikai vagy elektronikus kanbanról. (Chikán & Demeter , 2006)

2.5.8. A Kanban rendszer alkalmazásának előnyei és hátrányai

Legnagyobb előnyei közé tartozik, hogy csökkenti a túltermelést, ezáltal fő célja az, hogy a gyártáson csak azt termeljék, amit megrendelnek a kért mennyiségben és időben. Előnyei közé sorolandó az is, hogy húzó rendszert tesz lehetővé, amelyben a folyamat azért dolgozik, hogy az utána következő folyamat igényeit kielégítse, ezáltal az előző folyamat is a mi megrendelésünkre, kérésünkre reagál. Tehát a következő folyamat által felhasznált mennyiséget pótolnunk kell, nem pedig folyamatos készletnövekedésre törekszünk minden feltétel figyelembevétele nélkül. A kanban rendszert épp a húzó rendszer miatt a vevőtől kiindulva kell értelmeznünk. A vevőhöz elindul egy termék a kiszállításra váró anyagok közül, ezért az ezt tartalmazó doboz folyamaton belüli kanban kártyája az utolsó folyamat elejére kerül vissza, így információt szerezve arról, hogy a kiszállított típusból még gyártani kell egy újabb készterméket. A gyártás megkezdésének első lépése, hogy a dolgozó elvesz egy félkész terméket az anyagtárolóból, az azon lévő folyamatok közötti kártyát pedig kihelyezi a kanban postahelyre. A félkész termékből gyártás során késztermék válik, a kiszállításhoz visszaérkezett kártyát ráteszik, a dobozt pedig a kimenő anyagtárolóba helyezik. Ez a gyártás utolsó folyamata, innentől kezdve egy logisztikus gondoskodik arról, hogy a késztermék átkerüljön a kiszállításra. (Schwahofer & Kosztolányi, 2012)

Egyik legjelentősebb hátrányaként említhető, hogy a csak a várható igény pontos ismerete alapján lehet megtervezni a folyamatok közötti készletmennyiségeket a feltöltő rendszer működésének kiszolgálása okán. Minden esetben, amikor nagyobb változás jelentkezik, újra kell számolni a készlet mennyiségét. Ha folyamatosan ingadozik az igény, akkor nem lehet úgy meghatározni a készlet mennyiségét, hogy a gyártás és az anyagáramlás hatékonyan vezérelhető legyen. Ha a kereslet 10% felett, vagy 10% alatt van, akkor speciális késztermékkészlet készítésével még hatékonyan tud működni a rendszer, ennél nagyobb eltérést azonban képtelen kezelni. (Schwahofer & Kosztolányi, 2012)

Az említett példákban látható, hogy a rendszer lényegesen több pozitívummal rendelkezik, mint negatívummal, amely hátráltatást eredményez. Mindezek ellenére szervezeti belüli gyengeségekkel kell szembenézni: előfordulhatnak gyengeségek a rendszer infrastruktúrájában, illetve jelentkezhetnek gyakorlatban előforduló nehézségek is. Infrastruktúrát illetően jelentkezhet olyan probléma, mint hogy a készlet elhasználódhat, elveszhet, vagy nem a megfelelő helyre kerülnek vissza. Rendkívül komoly problémák merülhetnek fel ezáltal, például anyaghiány, plusz költségek, alacsonyabb vevőkiszolgálási szint. Gyakorlatban előforduló nehézségként említhető a korlátozott ellenőrzési, illetve követési lehetőség, alacsony hatékonyság, valamint nagy távolságok esetén kis átláthatóság. A keresleti ingadozások kezelése is csak bizonyos keretek között, korlátozottan alkalmazható. (Szegedi & Prezenszki, 2017)

3. A vállalat bemutatása

3.1. A Bosch Csoport

A Bosch termékeivel már az 1800-as évek vége óta jelen van Magyarországon, egészen pontosan 1898 óta. Napjainkra már jelentős cégcsoporttá nőtte ki magát a valaha volt, 1991-ben újjáalapított regionális kereskedelmi kft. A Bosch csoport Magyarország egyik legnagyobb külföldi ipari munkaadója, nyolc önálló vállalat szoros stratégiai együttműködéséért tevékenykedik. A 2021-es pénzügyi évben 1.711 milliárd forint teljes nettó árbevételért, ezen belül a magyar piacra való csoporton kívüli értékesítésből származó árbevétele 273 milliárd forint volt. A magyarországi Bosch csoport több, mint 17.000 munkatársat foglalkoztat a legfrissebb, 2021. december 31-ei jelentés alapján. Napjainkban már több, mint 300

leányvállalatáról beszélhetünk világszerte, amelynek a negyedét Németország képviseli. (bosch.hu, 2022)

A társaság tulajdonosai (bosch.hu, 2022):

- A stuttgarti Robert Bosch Alapítvány a részvények 92%-át birtokolja, szavazati joggal nem rendelkezik
- A Bosch család a részvények 8%-ával rendelkezik, 7%-os szavazati joga van
- A Robert Bosch Ipari Vagyonkezelő Társaság végzi el a vállalatirányítási funkciókkal való teendőket, 93%-os szavazati joga van, de nincs tulajdonjoga

Magyarországon 5 városban található meg: Hatvanban, Miskolcon, Budapesten, Egerben, illetve Kecskeméten. Ezek közül egy telephelyen nem történik gyártás, ez pedig a budapesti telephely, azonban itt található a világ leginnovatívabb fejlesztési központja, több mint 300 mérnökkel. (bosch.hu, 2022)

3.2. Robert Bosch Elektronika Kft.

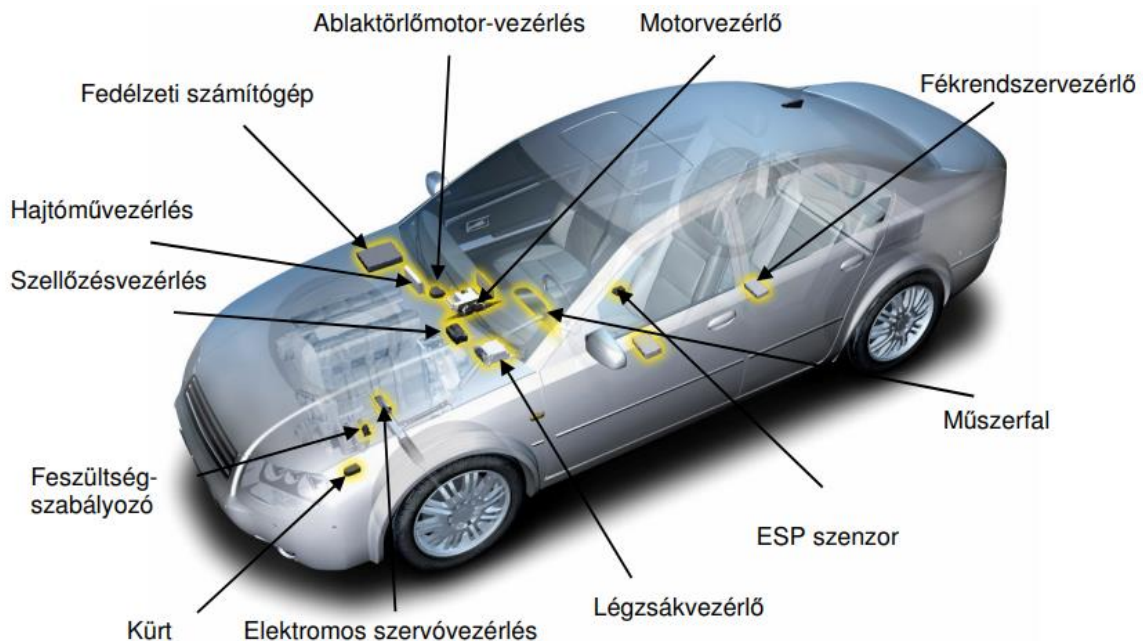
A hatvani gyárat 25 éve, 1998-ban alapították, amely a Bosch csoport gépjármű-elektronika részlegének legnagyobb gyártó központja a világon, ahol több, mint 5300 munkavállaló járul hozzá a jövő autózásának alakításához. A vállalat fő profilját képezi a cégcsoport mobilitási megoldások üzletágának jövőbe mutató termékei közül a szenzorok, radarok, kamerarendszerek és vezérlő elektronikák sorozatgyártása. (bosch.hu, 2022)

A Bosch több, mint 800 helyszínt magában foglaló logisztikai hálózatán belüli hatvani logisztikai központ, másnéven a „Connected Hub” a Bosch globális raktározási stratégiáját tükröző stratégiai csomópont. A létesítmény a régióba bejövő, és onnan kimenő nyersanyagokat, termékeket kezeli. Ezen logisztikai központ a már széles körben bevezetett Ipar 4.0 berendezések, alkalmazások és folyamatok egyesítését végzi. (bosch.hu, 2022)

A vállalat termék portfóliójának főszereplői a következők: hibrid-és elektromos autók vezérlő egységei, váltóvezérlő áramkörök, fedélzeti computerek és biztonsági rendszerek, váltóvezérlők, áramátalakító hibrid-illetve elektromos autókhoz, szenzorok, kamerarendszerek, feszültségszabályozók, radarok, motorvezérlők és károsanyag kibocsátást mérő szenzorok, valamint szervokormány vezérlő elektronika. (bosch.hu, 2022)

A hatvani Bosch fejlesztő munkatársai szüntelenül olyan rendszereken dolgoznak, melyek a lehető legnagyobb biztonságot és kényelmet nyújtják, ami egy autóban kivitelezhető.

Napjainkban már több, mint 25 millió gépjármű rendelkezik a Robert Bosch Elektronika Kft. hatvani üzeméből származó elektronikával, alkatrészsel és felszereltséggel. (bosch.hu, 2022)



2. ábra: A Robert Bosch Elektronika Kft. termékei

3.3. A Robert Bosch Elektronika Kft. logisztikája

A hatvani gyárban három hónapra előre, napi lebontás szerint tervezik a vevői igények teljesítéséhez szükséges gyártás és kiküldés ütemezését, ha egy évre szükséges előre tervezni, akkor pedig a 3. hónaptól havi szintű tervezés zajlik. A termelés ezen tervek alapján történik. Folyamatosan figyelni kell a készletszintet, erre számos alapanyag-ellátottsági kimutatást készítünk, melyek alapján a vevői tervező, és a gyártástervező kollégák tájékozódhatnak arról, hogy adott időszakban, akár napról napra hogyan tudjuk kielégíteni a vevői igényeket. Ezek a kimutatások kiemelt fontossággal bírnak, ugyanis alapanyag hiány esetén az érintett gyártósoron órákra, rosszabb esetben napokra leállhat a gyártás, ezzel egyidejűleg elindulhat egy láncreakció, ami a megrendelő elégedetlenségéhez vezethet.

Fontos meghatározni, hogy mi a különbség a vevői tervező, valamint a gyártástervező között. A vevői tervező felel a vevőkkel való kapcsolattartás ápolásáért, fenntartásáért, a termékek kiküldésével kapcsolatos feladatok elvégzéséért. A gyártástervező kizárólag a gyártással foglalkozik, az ún. „Operation Team” -el való kapcsolattartással egybekötve. A gyártástervező a vevői tervezőtől kapja az információt a vevői igényekről, melyek alapján tervezni tudja a gyártósorokon zajló gyártás megvalósulását, a gyártástervező pedig biztosítja

a vevői tervező számára a kért termékek legyártását, tehát elmondható, hogy egyik nincs a másik nélkül. Sok esetben egy tervező egyszerre vevői tervező, és gyártástervező is, ez esetben egy ember kezében összpontosul a két feladatkör.

Az egyik legnagyobb kihívást jelentő feladat maga a tervezés, ugyanis egyaránt felmerülnek a vevői igények kielégítése, valamint az optimális kapacitáskihasználás ellentmondásai. Rövid távú igények esetében maximum 3 hónapra előre terveznek és küldenek előrejelzést, hosszútávú esetén azonban már 2 év előrejelzését mutatják, amik a legtöbb esetben keretszerződésbe vannak foglalva. Mindemellett fontos, hogy biztosítsák a zavartalan információáramlást a logisztikai folyamatok mindegyikénél, legyenek azok vállalaton belüliek, vagy a vállalaton túlélők a beszerzéstől kezdve a késztermékek ügyfélhez való kiszállításáig.

A hatvani gyár logisztikai rendszere az alábbiak szerint osztható fel részterületekre:

- Belső áruszállítás MilkRunok segítségével
- Raktározás
- Vám-és fuvarszervezés
- Beszerzés
- Gyártástervezés
- Vevővel való kapcsolattartás, vevői tervezés

A vállalatnál a logisztikai folyamatok koordinálásával a LOP osztályok foglalkoznak, melyeken belül szeretném kiemelni a LOP21 csoportot, ahol dolgozom. Ez a csoport 3 osztályt támogat: MSE3.3, MSE3.6 és MSE4.1 osztályokat. A csoport a kapocs a beszállító, a gyártás, valamint a vevő között, feladatait tekintve vevői tervezés, és gyártástervezés zajlik. Miután egy termék legyártódott, és a tervező meghatározta, hogy milyen indexre (az index határozza meg a csomagolás fajtáját, és információval szolgál arról, hogy milyen desztinációkba küldjük a termékeket) történjen a lecsomagolás, a terméket kiküldik a Connected Hub-ba, ami a Bosch raktára. Itt foglalnak helyet azok a csoportok, akik raktárgazdálkodással, fuvarok szervezésével és kiszállítással foglalkoznak, valamint ide tartoznak még a kimenő áruk kezelésével, exporttal kapcsolatos tevékenységek is.

A dolgozat további részében a gyártástervezés részelemeit ismertetem, valamint magát a tervezési folyamatot, amely a dolgozat fő témája.

4. Simított gyártás

Egy ilyen vállalat esetében célszerű a hagyományos gyártás mellett a simított gyártást is alkalmazni. A piacon való fennmaradáshoz a vállalatok életében a jól megtervezett és szervezett gyártás alapvető elvárás, ugyanis fontos, hogy olyan rendszert dolgozzanak ki, ami napról napra tökéletesen képes működni. A hagyományos gyártás gondot okozott, ugyanis nem tudott olyan ütemben alkalmazkodni a változó igényekhez, valamint a hirtelen beeső problémákra is lassú reagálást mutatott. A kapacitás eloszlását sem jól osztotta be a legtöbb esetben, mert néha túl nagy, máskor egyáltalán nem volt kapacitás a gyártósoron, ugyanakkor a gépek állásának elkerülése érdekében a gyártósorokon folyamatos működést kellett biztosítani, ezáltal muszáj volt mindig valamit termelni, még akkor is, ha az nem volt összhangban az igényekkel. Ez a jelenség azt eredményezte, hogy a vevő kiszolgálás késett. Ki kellett dolgozni egy olyan gyártási lehetőséget, ami szabványosította a munkafolyamatokat, így stabilizálta a termelést.

A problémák feltárása és megoldása érdekében került végül kidolgozásra, majd bevezetésre a simított gyártás. A simítás célja, hogy kiszámíthatóságot vigyenek a gyártásba, és hogy megvalósítható legyen a standardizálás, ezáltal a valós problémák nyomon követhetősége is. Előnye, hogy a gyártásnál nincsenek azonnali reakciók a változásokra, mert előre lefektetett szabályok alapján terveznek a gyártástervezők. Hátránya, hogy a tervezés a tökéletes vevőt szimulálja, aki pontos időközönként azonos mennyiségeket rendel, viszont a valóságban korántsem így működik. A kiszállítási időintervallumok hosszúak, egyenlőtlenek. A simított gyártás alkalmazása képes állandó ritmust adni a gyártósoroknak. A legfontosabb szempont, amiért bevezették az, hogy a problémákat a lehető leghatékonyabban meg kell oldani, így csökkentve az átfutási időket és a felhalmozott készleteket. A gyártásnak az a célja, hogy minden termékből rövid sorozatokat gyártsanak, azonban a sorozatok viszonylag gyorsan kövessék egymást. Az egyik legjobb példa az, hogy nem gyártanak ugyanolyan termékeket egymást követően. A simítás alkalmazásával az ingadozó vevői igények korrigálhatók. Ahogy lehetőség adódik rá, a folyamatos gyártás megvalósítása a cél, kis-és nagyszériás gyártási tételek kiegyenlítésével. (Vállalati anyag, Gyártássimítás, 2010)

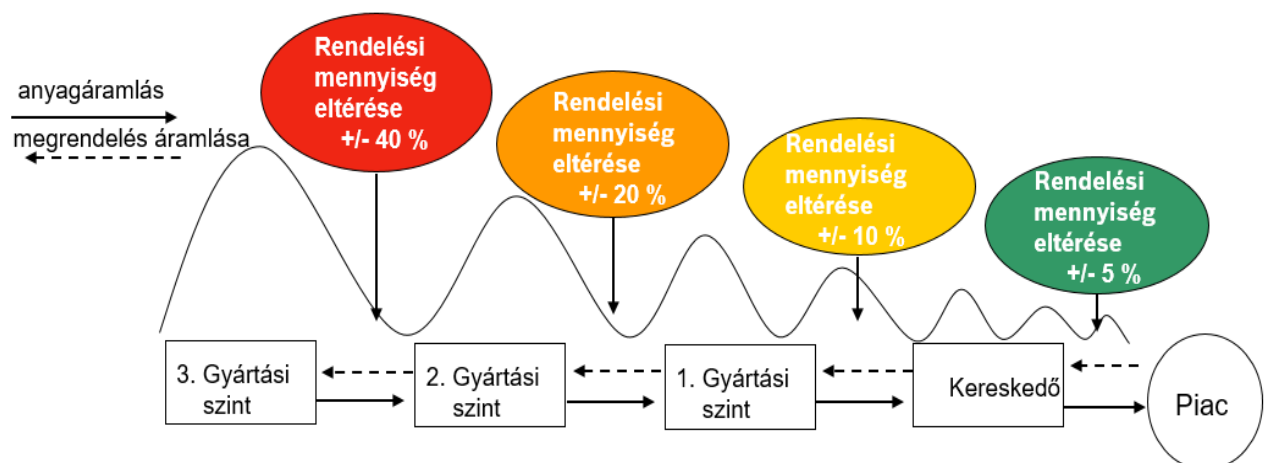
A simított gyártás előnyei:

- az ostorcsapás-effektus hatásainak csökkentése az ellátási láncban
- a vevői megrendelések állandó üteméhez igazíthatók a logisztikai folyamatok, így a kiegyensúlyozott készletszint fenntartható

- a gyártástervezés ütemezésével egyszerűsíti a beszerzést
- kiszámíthatóságot visz a gyártásba, mert csökkenti a hibaköltségeket
- növelni lehet a szállítási teljesítést a vevő felé
- a dolgozók és a gépek terheltsége egyenletesebb
- alkalmazásával azonnal láthatóvá válnak a standardtól való eltérések (Vállalati anyag, Gyártássimítás, 2010) (Vállalati anyag, A gyártássimítás a fogyasztásvezérléssel kombinálva, 2010)

4.1. Ostorcsapás effektus

A simított gyártás előnyeihez történő felsorolás mellett fontosnak tartom, hogy egy alfejezetet szenteljek az ostorcsapás effektusnak. A gyártássimítás alkalmazásának korai szakaszában elmondható volt, hogy alapvetően a nagy készletszintek ellenére mégis nagy elmaradások jelentek meg, ami alacsony kiszállítási mutatóhoz vezetett. Általánosan elmondható volt már a kezdetekkor is, hogy a vevői ingadozások kihatnak a gyártásra: a gyártás a kapacitást tekintve nem tudja követni az ingadozásokat, ami ingadozó kapacitáskihasználtsághoz vezet. Az ostorcsapás effektus, mint jelenség a következőképpen értelmezhető: a vevői kereslet kis ingadozásai az értékáramon visszafelé egyre nagyobb ingadozáshoz vezetnek, illetve minél távolabb van az értékáramban a vállalat a külső vevőtől, annál nagyobb az eltérés. Ezt a jelenséget a következő ábra szemlélteti. (Vállalati anyag, Leveling - gyártássimítás, 2019)



3. ábra: Ostorcsapás effektus hatása a simított gyártásra (forrás: Vállalati anyag, Leveling – gyártássimítás, 2019)

Az ostorcsapás effektust erősíti a hiányos információ, illetve a hosszú reakcióidő. A következőkben szeretnék ismertetni néhány tényezőt, amely befolyásolja az ostorcsapás effektust és azt is, hogy hogyan teszi azt. Az ostorcsapás effektus hatásának enyhítését a gyártássimítás lehetővé teszi, hiszen a gyártási rendelések kisimításával biztosítja a gyártás folyamatosságát (kiegyenlíti az erőforrásokat, biztosítja a standardizált munkafolyamatokat és ingadozás helyett kiszámíthatóságot ad). Segíti az egyértelműség és átláthatóság megteremtését, valamint egy fejleszthető rendszer kialakítását is (célmeghatározás által mérhetőek az eltérések, így fenntartható problémamegoldási módszerek jelennek meg). (Vállalati anyag, Leveling - gyártássimítás, 2019)

Igény előrejelzés

A jelenlegi igények előre vetítése történik az elkövetkezendő időszakra, a múltbéli tapasztalatok alapján. Ez különösen akkor érdekes, amikor már megismertünk egy vevői viselkedést, melynek hirtelen változása milyen hatást tud kifejteni a gyártás ritmusára. (Vállalati anyag, Leveling - gyártássimítás, 2019)

Túlrendelés

Nagyobb mennyiségű rendelés a valódi igényen túl, annak érdekében, hogy kompenzáljuk a várt (tapasztalt) beszállítói magatartást. (Vállalati anyag, Leveling - gyártássimítás, 2019)

Annak érdekében, hogy az ostorcsapás effektus hatásait a minimumra csökkentsék, a fejlesztőink intézkedéseket határoztak meg. Elsőként a vevői lehívások ingadozásának kivédése került fókuszba, melynek eredményeképpen meghatározott készletet kell kialakítani a vevői lehívások gyártási megrendelésektől való szétkapcsolása céljából. Ezt követően meghatározták, hogy a gyártási tervet stabilizálni kell: állandó gyártási mennyiséget és sorrendet kialakítva elérhető a magas szintű és kiegyenlített erőforrás felhasználás. (Vállalati anyag, Leveling - gyártássimítás, 2019)

5. Gyártástervezés

5.1. Ellátási lánc bemutatása

Mielőtt a gyártástervezés folyamatáról szót ejtenék, szeretnék egy átfogó képet mutatni arról, hogyan épül fel az ellátási lánc.

Az első szereplő, az alapanyag beszállító. Tőlünk, mint vevőktől beérkező igények alapján szervezik gyártásukat, küldik a késztermékeiket. A beszállítók késztermékei, amint a hatvani gyár raktárába kerülnek, alapanyaggá válnak. Hatvanban ismét vevőkkel találjuk szembe magunkat, akiket a gyártástervezés által, mint vevőket kiszolgáljuk az alapanyagokból felépített késztermékeinkkel. Ami nálunk, a hatvani gyárban késztermékként indul a vevőkhöz, mire odaér, ismét alapanyaggá válik, hiszen a vevőink tovább gyártanak a termékeinkkel addig, amíg késztermék nem válik belőlük, melyeket a végvevőknek szállítanak. Ez az ellátási lánc azt a területet szemlélteti, aminek kizárólag belső vevői vannak, tehát Bosch gyár ad el Bosch gyárnak.

5.2. A terület bemutatása

Az ellátási lánc átfogó szemléltetése mellett szeretném bemutatni a területet is, melynek gyártástervezéséért felelek. A termékcsaládokat csak felsorolásszerűen szemléltetve, az alábbiak:

- SMB225
- SMB227
- SMG074
- SMG076
- SMI500
- SMI510
- SMI650

Ezen termékcsaládok az MSE3.3 értékáramhoz tartoznak, mint elfordulási sebesség érzékelők, vagyis Yaw Rate Sensorok.

5.3. Előkészületek

A gyártástervezés első lépése az alapanyagellenőrzés. Ezt kétféleképpen lehet megtenni: az SAP vállalatirányítási rendszerben a gyártandó termék BOM listáját lekérve tájékozódok arról, hogy a termékből milyen mennyiséget tudok jelen pillanatban elindítani a gyártósoron, vagy pedig az MD04 tranzakció segítségével tájékozódok arról, hogy a beszerző milyen ütemezéssel, milyen mennyiségben rendeli az alapanyagot, és hogy a következő szállítmány mikor érkezik. Az MD04 és a BOM közös kapcsolata abban rejlik, hogy mindkét tranzakcióval látható az alapanyagok jelenlegi felhasználható készlete. A leginkább szűk keresztmetszet az esetek többségében minden terméknél a chip. Figyelembe kell vennünk a chip-, vagy más alapanyaghiány esetén az ellátási lánc felépítését: az alapanyagok Reutlingenből érkeznek, melynek átfutási ideje – megfelelő készletszint esetén – 3-4 napba telik. Tehát ha tudom, hogy gyártást kell indítanom, akkor már nagyjából 1-1,5 héttel az indítás előtt megnézem az alapanyagok készletszintjét, érkezésük ütemezését. Ez a legfontosabb, hiszen alapanyag nélkül nem készülhetnek el a termékek.

Miután megbizonyosodtam arról, hogy az alapanyag lefedettség megfelelő a gyártás indításához, ismét az SAP-t használva a PA5 felületen figyelem a vevői igényeket. Általánosan elmondható, hogy az általam tervezett termékcsaládokban lévő termékeket a következő desztinációkba szállítjuk: Németországba, Mexikóba, Indiába és Kínába. A desztinációkat a PA5-ben a 13 jegyű cikkszám utolsó 3 karaktere mutatja meg, ez az index. A vevői igények figyelésekor kiemelt fontosságú, hogy adott időszakra a vevőkiszolgálási szint egy adott termékcsalád minden vevőjénél azonos legyen, tehát minden vevőt a lehívásai alapján tudunk kiszolgálni. A vevők rugalmasságát biztosítja az ETA (Estimated Time of Arrival – becsült érkezés időpontja), valamint az ETD (Estimated time of Departure – becsült szállítás időpontja) kapcsolata. Ami a PA5-ben nálunk adott napra megjelenő vevői igény, miután visszaigazolásra kerül, válik ETD-vé, így számolniuk kell a „transport time” fogalmával. A transport time a szállítás időpontjától számított, a termékek vevőhöz való érkezése közötti időtartamot jelenti. Ez változó lehet, hiszen Németországba az ETD és az ETA közti különbség átlagosan 3-4 nap, viszont India, Mexikó, és Kína esetében már több hét a különbség. Ebből következik az, hogy ha priorizálni kell a vevők között, akkor Németország az első helyen szerepel a vevőkiszolgálásban, mert a többi desztináció átlagosan 2 heti biztonsági készlettel rendelkezik.

Ha van elég alapanyag, és tisztában vagyok a vevői igényekkel, akkor jöhet a harmadik lépés: az indítani kívánt mennyiség meghatározása.

Elsőként a PA5-ből, adott termékcsalád adott cikkszámára szűrve, és azon belül a vevői igényeket megjelenítve Excelben dolgozom tovább, átmásolva az igényeket és azok ütemezését. Ezen kívül még az alábbi szempontokat kell figyelembe venni gyártás indításánál:

- a termékből mennyi van jelenleg gyártás alatt
- a termékből milyen mennyiség áll rendelkezésre a gyártósori készleten
- a termékből milyen indexre, milyen mennyiségű már lecsomagolt készlet van

Ez a három szempont nagyon fontos, hiszen, ha nem vesszük figyelembe azt, hogy jelenleg milyen már meglévő készlettel rendelkezünk, könnyen abba a hibába eshetünk, hogy túlgyártjuk a terméket, ami magas készletszint felhalmozásához vezet. Magas készletszintet alapvetően nem lehet gyártósori készleten tartani, hiszen nem csak egy adott termék, vagy adott termékcsalád gyártódik, hanem számos másik is, így fennáll a veszélye annak, hogy más termékek elől veszi el a helyet a túlgyártott mennyiség, ezáltal azokat már nem tudják tárolni a gyártási folyamatok végén, akár órákra sem.

Miután azzal is számoltunk, hogy milyen még le nem csomagolt, és milyen már lecsomagolt készlettel rendelkezünk, a következő gyártás indítása során ezzel is kalkulálva megadjuk a gyártásnak, hogy milyen termékből milyen mennyiség gyártódjon. A gyártási folyamat minden termékénél azonos: először a termékek alapját előállító, úgynevezett tisztatérben indul el a gyártás, az ott végbemenő folyamatok végén a gyártás az úgynevezett szűrketérben folytatódik tovább. Miután a termék a szűrketéri folyamatok mindegyikén is átmegy (ez nagyjából 5 napot vesz igénybe), a következő, és egyben utolsó állomása a csomagolás. A csomagolás vezérlésére a ProCon rendszert használjuk, melyet a következő fejezetben részletesen ismertetek.

6. ProCon

A ProCon rendszer alkalmazása azért jött létre, hogy mind a gyártástervezők, mind pedig a gyártósorokon munkát végző gépmesterek, csomagolók munkáját megkönnyítse, automatizálja a gyártósorok kapacitásának optimális kihasználását.

Fontosnak tartom azt is szemléltetni, hogy honnan indult a gyártástervezés és a gyártás nyomon követése, mielőtt bevezetésre került a ProCon rendszer. A simított gyártáshoz

szükséges két alapvető eszköz elengedhetetlen volt: a Heijunka tábla és a Kanban kártya. A ProCon megjelenése előtt a Heijunka táblák a gyártósorokon voltak kihelyezve, amikbe a Kanban kártyákat tették, ezzel ütemezve a gyártósorok termelését és megadva azt, hogy milyen sorrendben, időben és mennyiségben gyártódjanak a termékek. A Kanban kártyákat gyártásvezérlésre használtuk. Ez a gyakorlatban úgy zajlott, hogy a gyártósoron elkezdték gyártani a terméket, a kanban kártya pedig a csomagolásig kísérté azt. A csomagoló állomáson a csomagolási utasítás szerint, a Kanban kártyákon szereplő információk alapján lecsomagolták a termékeket, ezt követően a lecsomagolt egységekkel a Kanban kártya is a Connected Hub-ba ment tovább. Részben onnan is informálódtunk arról, hogy a termék kiküldésre került a vevőnek, hogy visszakerültek a Kanban kártyák a gyártósorokra, ezáltal elmondható, hogy belső forgású Kanban kártyáink voltak.

A ProCon rendszer bevezetésével a Heijunka táblát felváltotta az E-Heijunka, a Kanban kártyákat pedig ott jelenítjük meg szintén elektronikus formában. Ezzel a gyár egyik legjelentősebb automatizálási folyamata valósult meg, ugyanis már gyártósoronként egy érintőképernyős plazma TV segítségével láthatóvá válnak a Kanban kártyák az E-Heijunka táblában.

6.1. E-BTS

A BTS, vagyis a „Built to Schedule” (jelentése: terv szerinti gyártás) alkalmazásával lehet felmérni azt, hogy a betervezett mennyiségeknek mely részét sikerült legyártani, lecsomagolni a megfelelő darabszámban és időben. Segítségével könnyebben átlátható mind az anyag-, mind pedig az információáramlás. Maga a BTS táblázat alapvetően arra szolgál, hogy a gyártás, csomagolás állomása tájékoztatást kapjon a napi, heti tervről. Rendkívül fontos a terv ProConból való áttöltése E-BTS-be, hiszen, ha a gyártás és a csomagolási állomás a tervünk ezen részét látja, és ez alapján dolgozik.

Az E-BTS-t megnyitva a gépmesterek, csomagolók rögzíteni tudják, hogy melyik tételt mikor gyártották, vagy csomagolták, és az adott tétel mellett kommentálni tudják az eltérés okát. Fontos, hogy az adott napra betervezett mintát már módosítani nem lehet, kizárólag a LOP megjegyzés sorban lehet rögzíteni a tervmódosítást, vagy pedig hozzáadással még van lehetőség plusz mennyiségeket hozzáadni adott naphoz. Az ábra azt a változást szemlélteti, amikor a tervező adott napi tervhez még plusz mennyiséget ad hozzá. A jobb oldalon, a

csomagoló megjeleníti a tétel indítását, ezáltal a tervező tudja, hogy a csomagolás megtörtént. SAP rendszerben is tudja ellenőrizni, a POE tranzakción belül 13 jegyű készleten.

Tervezett indítási idő	NO	Cikkszám	Tervezett	LOP megjegyzés	Gyártás megjegyzés	Indítási idő	Cikkszám	Indított
2023-06-22 18:00:07	1	0273.141.143-2W6	700	plusz mennyiség LOP által tervezve		2023-06-22 09:29:30	0273.141.143-2W6	700
2023-06-22 18:05:07		0273.141.143-2W6	700	plusz mennyiség LOP által tervezve		2023-06-22 09:29:37	0273.141.143-2W6	700

4. ábra: Plusz mennyiség tervezése a ProConban (forrás: Vállalati anyag)

A következő ábrán látható tervmódosítás azt szemlélteti, hogy a tervező adott napra tervezett, „2W6” indexre csomagolandó tételeket új indexre, „2CS”-re módosította. A tervező kétféleképpen tud megbizonyosodni arról, hogy a tételeket a csomagoló a kérésnek eleget téve csomagolta le: E-BTS-ben, a jobb oldalon beírja a cikkszámot és indított mennyiséget, és SAP POE tranzakciójában, a 13 jegyű cikkszámra szűrve, készleten látja az adott mennyiséget, a módosított indexszel.

Tervezett indítási idő	NO	Cikkszám	Tervezett	LOP megjegyzés	Gyártás megjegyzés	Indítási idő	Cikkszám	Indított
2023-06-22 08:23:18	568373	0273.142.017-2W6	600	LOP terv módosítás: 2CS indexre		2023-06-22 09:28:32	0273.142.017-2CS	600
2023-06-22 08:23:45		0273.142.017-2W6	600	LOP terv módosítás: 2CS indexre		2023-06-22 09:28:39	0273.142.017-2CS	600
2023-06-22 08:24:12		0273.142.017-2W6	600	LOP terv módosítás: 2CS indexre		2023-06-22 09:28:45	0273.142.017-2CS	600
2023-06-22 08:24:39		0273.142.017-2W6	600	LOP terv módosítás: 2CS indexre		2023-06-22 09:28:52	0273.142.017-2CS	600
2023-06-22 08:25:06		0273.142.017-2W6	600	LOP terv módosítás: 2CS indexre		2023-06-22 09:28:59	0273.142.017-2CS	600

5. ábra: Tételek napi tervben történő módosítása (forrás: Vállalati anyag)

6.2. Gyártási terv elkészítése a ProConban

A legfontosabb lépés a simításon belül a gyártási terv elkészítésének menete, mivel itt mindennek összhangban kell lennie mindennel. Minden gyártási tervet a gyártásirányító tervezőnek kell elvégeznie és beterveznie. Ha a tervező hibázik és már a gyártás elején csúszik, úgy az egész ütemezési terv felborulhat. A Procon olyan gyártást elősegítő rendszer, amiben a vevői tervező SAP alapján be tudja tervezni az adott hónapra a vevői igényeket. Fontos kiemelni, hogy előre meghatározott időtartamra tervez a vevői tervező és a gyártástervező (ez általában a mi osztályunkon 3 hét). Az SAP-ban hagyományos módon 12 hónapra, simítva pedig összesen 3 hónapra előre szerepel a tervezés. Az itt szereplő adatok alapján dolgoznak és terveznek a gyártástervezők.

A gyártási terv elkészítése az adott sor gyártástervezőjének és vevői tervezőjének feladata. Kétféle tervet kell elkészíteni: heti, illetve havi lebontásút. A havi gyártási terv mutatja az arra a hónapra tervezett mennyiségeket, a heti ennek bővebb változata. A tervet az alábbi lépéseken végig menve készítjük el:

- Ütemadó folyamat meghatározása
- Megfelelő időszak kiválasztása
- Főtípusok és egzotikusok kiválasztása
- Kapacitáskínálat meghatározása
- Kapacitásigény meghatározása
- EPEI meghatározása

Az ütemadó folyamat határozza meg a gyártás ritmusát. Ebben a lépésben valósul meg a variánsképzés, másnéven itt dől el, hogy az alapanyagokból, félkész termékekből milyen végtermék készül el. Ez az a folyamat, amit irányítani kell, a simított gyártási tervet ide ütemezzük. Ezt követően meg kell határozni azt az időszakot, amikortól a gyártást szeretnénk elindítani. A következő lépésben, a főtípusok és egzotikusok meghatározásánál a ProCon rendszerben fel kell tüntetni a sorozatgyártásban szereplő anyagokat (ezek gyakori rendelésűek, nagy mennyiségben, főtípusnak nevezzük őket), valamint az egzotikus termékeket is, amik nem feltétlenül gyártódnak minden nap. A felosztásra azért van szükség, mert az egzotikusok és a főtípusok tervezésére más-más szabály alkalmazandó. Elsősorban a főtípusok simítására kell hangsúlyt fektetni, utána pedig az egzotikusokra. A különbség a gyártásban látható, mivel átlagosan a főtípus termékek 80%-át adják a gyártásnak, az egzotikusok pedig csak 20%-át.

A kapacitáskínálat meghatározásakor azt az időt kapjuk meg, amit a gyártás tisztán a termelésre tud fordítani. Kiszámításához szükséges a következők ismerete: munkanapok száma, műszakterv, szünetek, tervezett leállások ideje. Ha mindezt tudjuk, és a ProCon rendszer Capacity Service menüpontjában beápoljuk, magától kiszámolja nekünk. A kapacitásigény azt mutatja, hogy mekkora gyártási kapacitás szükségeltetik a teljes havi igény leggyártásához. Kiszámításához a következő tervezési horizontra, vagyis a következő hónapra tervezett gyártandó mennyiségeket össze kell szorozni a gyártandó termékek ütemidejével. Ha az EPEI (Every Product Every Interval: megmutatja azt a legkisebb időközt, ami elteltével a termelési folyamatot ismételni lehet) meghatározásához érünk, a következőket kell átgondolnunk: ha a főtípusokat naponta egyszer gyártjuk, az $EPEI=1$, egzotikusok esetében

viszont nincs EPEI, mert azok a vevői leírások alapján vannak betervezve. Mindezen pontok alapján összeáll a gyártási terv.

6.3. Az új ütemadó folyamat: sor eleji vezérlés

Az előző alfejezetek során ismertettem, hogy hogyan zajlik egy ProCon rendszerben való tervezés abban az esetben, amikor a sor végét, vagyis a csomagolást vezéreltük. A legújabb fejlesztés következtében az az eredmény született, hogy az ütemadó folyamat (vagyis azt az állomást, amire megadjuk a gyártástervet) a sor elejére, vagyis a felpakolás állomására kell áthelyezni. Ezáltal a csomagolás vezérlése megszűnt, így erre egy új megoldást kellett találni, hogy a tervezők nyomon tudják követni azt, hogy adott időszakban milyen cikkszámokból, milyen mennyiséget tudtak lecsomagolni. Alapvetően a csomagolási folyamat úgy zajlik, hogy miután elkészül a késztermék a gyártósoron, úgynevezett 10 jegyű cikkszámot kap, ezután pedig a csomagoló kollégák a csomagolási egységeknek megfelelően előkészítik kiküldésre a tételeket. Kiküldésre akkor kerülnek a tételek, amikor a MilkRun megérkezik a sorhoz, és tovább viszi azokat a Connected HUB-ba. Itt kapják meg a tételek a végső csomagolásukat (göngyölegekkel, paletta képzéssel és lezárással), ekkor kap 13 jegyű cikkszámot. Mint már említettem, a 13 jegyű cikkszám utolsó 3 karaktere az index, ami eldönti a csomagolás fajtáját és informál minket arról, hogy melyik desztinációba küldjük ki a termékeket. Amikor a termékek az SAP POE felületén, LS26 tranzakcióba a cikkszámot beápolva látjuk, hogy SMX tárhelyre kerültek a termékek, az azt üzeni nekünk, hogy lecsomagolva várja a termék, hogy eljusson a vevőhöz. A csomagolás vezérlésekor nagy előnynek számított az, hogy az E-BTS-ben a tervező azt látta, amiket adott napra csomagolásra betervezett, és tudta, hogy az adott napra betervezett csomagolandó cikkszámok és mennyiségek milyen mértékben teljesültek, így már onnan könnyedén információt kapott arról, milyen termékek állnak készen a vevőhöz való kiküldésre.

A sor eleji vezérlés eleinte számos nehézséget hordozott magában. Mindenekelőtt időt kellett hagyni annak, hogy a gyártósori dolgozók megtanulják az új rendszert, és dinamikusán tudják alkalmazni munkájuk során. A tervezőnek is hozzá kellett szoknia a teljesen új rendszerhez, hiszen itt már egy teljesen más állomásra tervez, így a tervezés dinamikája is változott bizonyos mértékben. Már nemcsak azt határozza meg, hogy mi kerüljön lecsomagolásra, hanem azt is, hogy az adott tételeket mikor kezdjék el gyártani ahhoz, hogy megfelelő időpontban kerüljön kiszállításra a vevőnek. A felmerült problémák kezelésére és az új rendszer hatékonyságára a későbbiekben részletesen kitérek.

7. A simított gyártás hatékonyságának mérése

Szakdolgozatom célja nem csak a simított gyártás bemutatása, hanem sikerességének bizonyítása is. A vállalatok életében elmondható, hogy az igazán sorsdöntő információk nem az adatok mennyiségére, hanem a milyenségére vonatkoznak (tehát, hogy mennyire aktuális információt hordoznak, illetve milyen minőségűek), valamint, hogy ezek a vállalat hatékonyságát hogyan, milyen mértékben befolyásolják. A Bosch a közép, illetve hosszútávú tervezést kiemelten fontosnak tartja, melyhez reális és pontos adatokra van szükség, ami nem valósítható meg a gyártás és a gyártott termékek adatainak kapcsolata nélkül.

A hatékonyság mérését sokféle megközelítésből lehet vizsgálni, és ez a simított gyártás esetében sincs másképp. A gyártási rendszerhez szükségesek mérőszámok, amelyekkel igazolni lehet a működésének minőségét. Gyártássimítás esetében legfőképpen a vevőkiszolgálás minőségét és a gyártás szállítási teljesítését mérjük. A következő alfejezetekben szeretném ismertetni, hogy a simított gyártást, valamint a logisztikai eredményeket hogyan dolgozzuk fel.

7.1. E-BTS

Az E-BTS amellett, hogy a gyártási terv kommunikálására szolgál a gyártósor felé, egy átfogó képet is ad arról, hogy a gyártási terv milyen mértékben valósult meg. A simított gyártás során ezen mérőszám használatával könnyen nyomon tudjuk követni az aktuális gyártást. Ennek alkalmazásával felmérhető az, hogy a betervezett megrendelések mely részét sikerül teljesíteni a megfelelő darabszámban és a megfelelő időben. Használatával mérhetővé válik a gyártás eredményessége.

7.2. Simítási teljesítmény (leveling performance)

A leveling performance azt mutatja meg, hogy milyen mértékben tudtuk betartani a simított gyártási tervet egy adott időszakban. Havi értékekben mutatja ki a napi értékeket. Szemlélteti a minimálisan elérendő, 50%-os határt (ezt nevezzük beavatkozási szintnek) és a kívánt 70%-os szintet. Az adott napon megfelelően teljesített tételek, és az adott napra tervezett összes tétel hányadosa adja meg a simítási teljesítmény napi értékét százalék értékben. Ebből a már korábban említett E-BTS számol egy havi átlag értéket, ami jellemzi a gyártásterv megvalósulásának mértékét.

Egy adott gyártási tételt akkor lehet hibátlannak tekinteni, ha a mennyisége és sorrendje is teljesül. A mennyiség akkor teljesül, ha a tervezett és a gyártott mennyiség különbsége kevesebb, mint $\pm 10\%$. A sorrend akkor teljesül, ha nincs eltérés a gyártási és a leveling terv sorrendben.

7.3. Késztermék SM

Havi bontásban mutatja meg minden főtípus késztermék készletét. Grafikonon jelenítik meg, ami az aktuális napi készletet, a minimum készletet, maximum készletet, valamint a tervezett készletalakulást, tervezett készletmaximumot.

7.4. LIWAKS

A LIWAKS a szállítási teljesítményt mutatja meg. Német kifejezésből következik a mozaikszó: Liefererfüllung Abrufverhalten Warn-und Kontrollsystem. Ezt a mérőszámot SAP-ból tudjuk kinyerni a vállalatban belül. Napra, vagy akár hónapra visszamenőleg mutatja azt, hogy az aktuális hónapban vevő felé milyen eredményt produkáltunk, a szállítás értelmében. Százalékos megoszlásban kapjuk meg az eredményt. A vállalatban belül meghatározott célt kell teljesíteni, hónapokra lebontva, az elvárt eredmény a 92 százalék, ez alatti teljesítmény esetén romlik az elégedettségi faktor.

Ez a mutató alapvetően azt méri, hogy a vevő felé mekkora és milyen pontossággal került kiszállításra a megrendelt mennyiség. Fontos tudni azt is, hogy akkor is hibát kapunk, ha az érkezési dátum, vagy az indulási dátum eltér attól, amit a vevő elvár. A korai beérkezés éppen annyira jelenthet gondot, mint amennyire az esetleges késői érkezés. Gondot jelent az is, ha a mennyiség eltér és túl, vagy alul szállítás lesz az eredmény, hovági értékünkben ez szintén rossz eredményt fog mutatni.

A LIWAKS esetében az egyik legfontosabb szempont a fuvarparitás. Az a leghatékonyabb eset, ha FCA paritásban vagyunk, hiszen ebben az esetben a LIWAKS csak a kiküldés dátumáig figyeli a szállítmányt, ezáltal a legtöbb esetben pozitív eredményt hoz.

7.5. Kapacitásszámítás

A következő, és egyben utolsó ismertített mérőszám a kapacitásszámítás, amely szintén a gyártási hatékonyság mérésében ad segítséget. Ez egy olyan mérőszám, amely egyaránt kitöltendő a gyártásirányító részéről és a gyártás részéről egyaránt. A kapacitásszámításra a

gyártási terv megtervezésekor kerül sor, egyeztetve a gyártással. Ebben a folyamatban kerül meghatározásra az adott hónapra előre látható karbantartásokat, szüneteket, műszakátadásokat és az esetleges tréningeket is.

Kapacitáskínálat	műszakmodell	7 óra/műszak	
	műszakok száma	60 műszak/hónap	
	total kapacitás	25 200 perc/hónap	100,00%
Tervezett állásidő	szünet	35 perc/műszak	
	karbantartás	0 óra/hónap	0,00%
	EWAK	0 óra/hónap	0,00%
	tréning	2 óra/hónap	0,48%
	műszakátadás	10 perc/műszak	2,38%

6. ábra: A gyártás által megadott információk (Vállalati anyag, 2023)

A gyártástervező feladata ezután az, hogy az SAP segítségével alapján kitöltse a kapacitásszámításban is a főtípusok és egzotikus típusok mennyiségét. Itt fontos számolni a veszteségekkel is, hiszen valamennyi hibás termék is gyártódik, ezáltal a kieső termékek arányát is figyelembe véve kell meghatározni a célokat.

Kapacitásigény		igény [darab]	arány darabra
	összesen	2 102 000	
	13 jegyű főtípus	1 492 863	71,02%
	egzotikus	609 137	28,98%

7. ábra: A gyártástervező kapacitásigénye (Vállalati anyag, 2023)

Az adott hónap lefolyása alatt folyamatos és kiemelt figyelmet kap a kapacitásszámítás. A számítás az esetleges hibákra is felkészül, ezt bizonyítja, hogy kapott olyan részt, ahol visszamenőleg lehetőség van a nem tervezett állások meghatározására.

7. Konklúziók

Amint az a szakdolgozatból kiderült, a gyártástervezést és a gyártás és logisztika közötti kapcsolatot egyaránt erősíti a simított gyártás, és ezáltal a ProCon rendszer használata. A hatékonyság egyaránt növekedett mind a csoporton belül, mind pedig a vevők felé. Nagy lépés volt a ProCon rendszerre való átállás, és ezáltal a gyártósorok digitalizációja is. Heijunka tábla helyett E-Heijunka tábla alkalmazása nagyban megkönnyítette a gyártási folyamatokat, hiszen ahelyett, hogy fizikális kanban kártyákkal követnék nyomon a gyártást és kiküldést, mindent egy helyen, elektronikusan megtalálják, amit a rendszer regisztrál minden munkafolyamat során. A gyártósoron nem bizonyult könnyű feladatnak a digitalizációra való átállás, ugyanis amellett, hogy nem minden munkatárs rendelkezik ilyen készségekkel, a helyzetet az is

nehezítette, hogy az oktatásokat jellemzően nappalos műszakban tartották, és szükség volt arra, hogy minden műszak megkapja azt, ezáltal jelentős időt vett igénybe. Az szerencsére nem okozott gondot, hogy adott napon belül gyártandó tételek abban a sorrendben kerüljenek legyártásra, ahogy azt a tervező kolléga meghatározta, hiszen továbbra is nagy hangsúlyt fektetnek a gyártósoron arra, hogy a megadott minta szerint haladjanak a tételekkel. Azonban olyan is előfordul, amikor a tervezőnek változtatnia kell a már előre meghatározott gyártásterven. Egy-egy változtatás után (melyet okozhat például nem várt alapanyaghiány, vagy prioritásbeli különbség), kommunikáció nélkül korábban nem voltak biztosak a sorrend folytatásában, így ez a gyártási folyamatokat némiképp hátráltatta, az E-BTS használata óta viszont már magabiztosabban néznek szembe a változásokkal is, hiszen a gyártástervező azonnal tud olyan módon is reagálni és információt adni, hogy az E-BTS-ben rögzíti a változást, amihez megjegyzést is hozzá tud rendelni.

Mint azt korábban, a gyártástervezés fejezetében említettem, a magas készletszint számos problémát okoz a gyártósoron, hiszen a tárolási költség egy fölösleges költségnek tekinthető. Emellett költségvonzata van annak is, ha a vevő változtat a rendelésén negatív irányban, tehát csökkent, vagy törli a rendelést. Globális szinten a magas készletszint magában hordoz más problémát is, ami hónapról hónapra nagy fókuszban van, ez nem más, mint a lekötött tőke. A lekötött tőke a Boschnál a lehető legalacsonyabb szinten kell, hogy legyen, hiszen a Bosch saját tőkével gazdálkodik, nincs jelen a tőkepiacon. Ez azt jelenti, hogy például a bérköltségét is magának teremti meg, amiből hónapról hónapra fizetést nyújt a dolgozóknak.

Az utóbbi időszak talán legnagyobb változása akkor történt, amikor a vezérlést a csomagolóállomásról (vagyis a sor végéről) áthelyezték a sor elejére, az előkészítés állomására. Ezáltal a gyártástervező már nem a csomagolást vezérli, hanem a gyártást, ezzel együtt rendszerbeli változás is történt: a korábbi pull rendszerből push rendszer kialakítására került sor. Az ezzel kapcsolatos kihívásokról kérdezem interjúalanyomat. A továbbiakban összegzem az interjú eredményét, kérdésről kérdésre haladva. Az interjút a gyártás csoportvezetőjével készítettem el.

1. kérdés: Az új vezérlés a gyártósoron megkönnyíti a gyártást, jár ez némi többletmunkával?

Régi rendszerrel összehasonlítva a gyártásnak kevesebb munkával jár, hiszen a tervezési adatokat nem a gyártás ápolja be a rendszerbe, mi, hanem a logisztika, vagyis a gyártástervező kolléga. Nincs meg az információk félreértésének esélye, ebből a szempontból pontosabbnak

is mondható a mostani push rendszer, mint a régi pull rendszer. Könnyebbség tekintetében változás nincs. Szoftvert kellett módosítani, ami át transzformálja az E-BTS adatokat a gyártásvezérlőbe, ez volt az egyetlen többletmunka, egyszeri aktivitás, napi szinten nincs változás.

2. kérdés: Hogyan változtatta meg mindez az információáramlást?

Információáramlás tekintetében maga az információ átadás ami már elmarad, ami régen azt a célt szolgálta, hogy a gyártástervező kolléga megmondta, hogy mit gyártsanak, és a gyártásvezető azt betervezte. Most már a gyártástervező kolléga maga tervezi be, hogy mi gyártódjon, így elkerülhető az esetleges félreértési lehetőség, ezáltal pontosabb. Gyorsabb lett így a vezérlés és maga a folyamat is.

3. kérdés: Mit változtatott meg a tervezésben, és hogyan sikerült átállni a sor eleji vezérlésre?

Most már a gyártósor elején 13 jegyűleg tervezünk, és ez egyrészt vizualizációban változás, másrészt egyértelmű már a sor elején, hogy az adott kanban az kinek szállítandó. Eddig a csomagoló kollégának terveztük azt, hogy adott órában mi a kiszállítandó, cserébe most az előkészítésnek az üteme az, amit megad az E-BTS, tehát ilyen szempontból nem kell nekünk már arra energiát fordítani, hogy vajon hogyan képeződik le az a terv, ami régen a csomagolást vezérelte, és az vajon milyen módon játszódik át a sor elejére a program által, hanem most a gyártástervező direktben tervezi a sor elejét, onnantól kezdve már FIFO-ban megy ki minden késztermék a gyártósorról. Az extra hibázási lehetőség megszűnt, és az abból adódó bizonytalanság is, hogy mi az a típus, amit korábban beterveztünk. Régen 10 jegyen ment a gyártásvezérlés, és ott ha elindítottunk egy tételt azt bárkinek szállíhattuk, most meg már egyértelműen látszik, hogy melyik tétel melyik vevőnek megy.

4. kérdés: Jelentett valamilyen formában nehézséget az új vezérlés a tervezés szempontjából?

A gyártástól ez feladatot vett el, többletmunka ilyen szempontból nincs azon az egyszeri alkalmon kívül, amikor a szoftvereket hozzá kellett igazítani a vezérlési módhoz, mert most már az E-BTS-ből szedjük ki az információkat és az játszódik át a gyártásvezérlő programba.

Ezen túl többletmunka tervezés szempontjából nincs, csak annyi, hogy a logisztikának kell figyelembe vennie azt, hogy mennyi gép vagy eszköz áll rendelkezésre, és ne az legyen, hogy valamelyik típusból túlterveztek, ebből a szempontból a logisztikának jelent extra odafigyelést, több ismeret szükségletet a gyártáshoz.

5. kérdés: Miben jobb az új vezérlés a régitől?

Ennél a kérdésnél szeretném a csoportvezető Úr szavait idézni: „Legalább 900 eurónyi érvet tudnék felsorolni!”, ugyanis nagyjából ennyi megtakarítás tapasztalható, mióta az új vezérlés működik a gyártósoron. Eddig szupermarket készletet tartottunk a sor végén a főbb termékcsaládok típusaiból. Ez azt jelenti, hogy a sor végén folyamatosan volt készlet (egy termék értéke 2 eurótól nagyjából 10 euróig terjed). Az új vezérlésnek köszönhetően minden folyamatosan a raktárba szállítódik, a szupermarket készlet megsemmisült. Sori készlet szempontjából, a korábbi 4,6 és 4,7 tized millió eurót sikerült lecsökkenteni nagyjából 3,7 tized millió euróra. A többi termékcsalád kapcsán nem volt soha akkora változás a költségek tekintetében, mint a Premold területen, így ez egyértelműen az új vezérlésnek köszönhető.

Összességében leírható a projectről, hogy – különösen a jövőre való tekintettel – egy sokkal költséghatékonyabb és automatizáltabb rendszert sikerült létrehozni, melynek kézzelfogható, pozitív hatása van. A gyártástervező kollégának egy szinttel még mélyebb tudásra kellett szert tennie, hiszen már minden gyártási folyamatot extra figyelemmel kell kísérni. Véleményem szerint ez sokat javított a gyártástervezők munkáján is, hiszen minél részletesebben ismerjük a gyártósort, annál észszerűbben, hatékonyabban és logikusabban tudjuk ütemezni a gyártást.

Összegzés

Szakdolgozatomban szerettem volna ismertetni a hatvani Robert Bosch Elektronika Kft. vállalatnál a gyártástervezést, azon belül a Premold területet, és az ott létrehozott legutóbbi fejlesztést, amely nagyban segítette a sikeres és eredményes gyártás megvalósítását. Kezdetben az elméleti háttér kapott főszerepet, azon belül is a lean menedzsment, a fogyasztásvezérlés és végül a kanban rendszer bemutatása.

Az elméleti háttér bemutatása után következett a vállalat bemutatása, valamint a gyáron belüli folyamatok ismertetése. Kiemelt szerepet kapott a simított gyártás működése, különös

tekintettel az ostorcsapás effektusra. Ezt követően a gyártástervezést ismertettem, azon belül kitértem az ellátási láncra és azon terület bemutatására, melyről a szakdolgozatom készítettem. A tervezést illetően szerepet kapott Procon rendszer, valamint az E-BTS. Ezt követően, bemutattam még a simított gyártás hatékonyságának mérési módszereit.

Mire ezt az összegzést írom, már főállású gyártás-és vevői tervezőként dolgozom a hatvani Boschnál. Az itt töltött gyakornoki munkám során sikerült meg tapasztalnom, hogy néhány, talán egyszerűnek mondható feladat mögött milyen munka rejlik valójában (például a kanban kártyák által vezérelt gyártás). Külső szemmel könnyedén gondolhatjuk azt, hogy mi lehet olyan bonyolult abban, hogy kártyák jönnek egymás után, hiszen nem látjuk a mögöttes tartalmat, valamint a vezérlést, ami a kártyákat előhívta. Kifejezetten izgalmas folyamat volt, hogy a fizikális kanban kártyáktól eljutottunk egy olyan vezérlési módra a Procon által, ami már egy teljesen digitalizált tervezést és vezérlést biztosít, ezzel a fizikális kártyákat felváltotta az E-BTS-ben megjelenő napi gyártásterv. Aztán amikor már kiismertük a rendszert, találtunk egy fejlesztési potenciált: a gyártósor vezérlési pontja a sor vége helyett a sor elejére került. Számos kihívást rejtett magában, de előnyeit mi sem bizonyítja jobban, mint a gyártás csoport vezetőjével való beszélgetés eredménye.

Általánosan elmondható, hogy akkor tud egy vállalat igazán sikeres lenni, ha felismeri a számára leghatékonyabban működő folyamatokat, valamint képes arra, hogy fejlődést érjen el, be tudja vezetni a modern alapanyagellátási megoldásokat. Eddigi tapasztalataim alapján határozottan kijelenthetem, hogy a hatvani Bosch kifejezetten jó úton jár az innovációk tekintetében, hiszen mindig egy lépéssel előrébb áll, a jelen mellett képes jövőbelátó stratégiák kiépítésére is, ezzel megalapozva a gyár, valamint több, mint 5 ezer munkavállaló jövőjét.

8. Irodalomjegyzék

- Báthory, Z. (2011). *A disztribúciós lánc menedzsmentje - Logisztikai folyamatok tervezése*. Budapest: Budapesti Corvinus Egyetem.
- bosch.hu. (2022). *A Bosch Magyarországon*. Letöltés dátuma: 2022.. 09. 25., forrás: Hatvan - Robert Bosch Elektronika Kft.: <https://www.bosch.hu/vallalatunk/a-bosch-magyarorszag/hatvan/>
- Chikán, A., & Demeter, K. (2006). *Az értékteremtő folyamatok menedzsmentje*. Budapest: Aula Kiadó.
- Demeter, K. (2014). *Termelés, szolgáltatás, logisztika*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Demeter, K., Gelei, A., Matyusz, Z., & Nagy, J. (2022). *Tevékenységmenedzsment*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Demeter, K., Jenei, I., & Losonci, D. (2011). *A lean menedzsment és a versenyképesség kapcsolata*. Budapest: Budapesti Corvinus Egyetem, Versenyképesség Kutató Központ.
- Gelei, A. (2009). *A megvalósítás tervezése*, in: Demeter, K., Gelei, A., Jenei, I., Nagy, J.: *Tevékenységmenedzsment*. Budapest: Aula Kiadó.
- Koloszár, L., & Pankotay, F. (2017). *Lean eszközök a kkv-k fejlesztésében*. *Gazdaság & Társadalom*.
- Kovács, Z. (2017). *A termelő és szolgáltató rendszerek fejlesztésének főbb irányai*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Lehota, J. (2001). *Élelmiszer-gazdasági marketing*. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
- Liker, J. (2008). *A Toyota-módszer*. Budapest: HVG Kiadó.
- Poór, J. (2016). *Menedzsment-tanácsadási kézikönyv*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Promanconsulting.hu. (2020. 03 11). *Proman Consulting*. Letöltés dátuma: 2022. 10 09, forrás: A lean menedzsment elmélete és alkalmazása: <https://promanconsulting.hu/lean-menedzsment/>
- Schwahofer, G., & Kosztolányi, J. (2012). *Zsebedben a lean sorozat*. Budapest: Kaizen Pro Kft.

- Szegedi, Z. (2012). *Ellátásilánc-menedzsment*. Budapest: Kossuth Kiadó.
- Szegedi, Z., & Prezenszki, J. (2017). *Logisztika-menedzsment*. Budapest: Kossuth Kiadó.
- The Productivity Press Development Team. (2011). *Kanban a gyakorlatban*. Budapest: Kvalikon Kft.
- Vállalati anyag. (2010). A gyártássimítás a fogyasztásvezérléssel kombinálva. Hatvan, Robert Bosch Elektronika Kft.
- Vállalati anyag. (2010). Gyártássimítás. Hatvan, Robert Bosch Elektronika Kft.
- Vállalati anyag. (2019). Leveling - gyártássimítás.
- Varga, I. (2019). *Kanban bevezetés lépései*. Letöltés dátuma: 2023. 01 05, forrás: <http://www.kvalikon.hu/cikkek/kaban-bevezetes.php>
- Vörös, J. (2010). *Termelés-és szolgáltatásmenedzsment*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Womack, P., & Jones, T. (2003). *Lean Thinking; Banish waste and create wealth in your corporation*. U.S.A.: Simon & Schuster Inc.

9. Ábrajegyzék

1. ábra: A kanban-rendszer szabályozókörei és információáramlása (Szegedi & Prezenszki, Logisztika-menedzsment, 2017	17
2. ábra: A Robert Bosch Elektronika Kft. termékei.....	28
3. ábra: Ostorcsapás effektus hatása a simított gyártásra (forrás: Vállalati anyag, Leveling – gyártássimítás, 2019)	31
4. ábra: Plusz mennyiség tervezése a ProConban (forrás: Vállalati anyag)	37
5. ábra: Tétel nap tervben történő módosítása (forrás: Vállalati anyag).....	37
6. ábra: A gyártás által megadott információk (Vállalati anyag, 2023).....	42
7. ábra: A gyártástervező kapacitásigénye (Vállalati anyag, 2023).....	42

10. Függelék

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: VÉNISS ESZTER
A Hallgató Neptun kódja: DY4BXL
A dolgozat címe: A ROBERT BOSCH ELEKTROVKA KFT. SÍMÍTOTT GYŰJTÁSI FOLYAMATAINAK BENYÚJTÁSA ÉS MÉRÉSE
A megjelenés éve: 2023
A konzulens intézetének neve: AGRÁR-ÉS ÉLELMISZERGAZDASÁGI INTÉZET
A konzulens tanszékének a neve: AGRÁRLOGISZTIKA, KERESKEDELEM ÉS MARKETING TANSZÉK

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió² egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan 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 tulajdon-kezelési 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: 2023. év október hó 20. nap

Véniss Eszter
Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.
² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

NYILATKOZAT

____Véniss Eszter____ (név) (hallgató Neptun azonosítója: _____)
____DY4BXL____) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a
záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekintettem, a hallgatót az
irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól
tájékoztattam.

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

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: Gödöllő 2023 év november hó 3 nap


belső konzulens