



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Közlekedésmérnöki Kar

**Közlekedésüzemi Tanszék**

# **DIPLOMATERV**

## Tartalomjegyzék

1. Bevezetés .....	4
1.1. Kanban .....	5
1.2. Just-in-time [1.] .....	6
1.2.1. A JIT vezérelvei .....	6
1.2.2. A JIT alapelemei .....	7
1.3. Toyota Termelési Rendszer (TPS) [2.] .....	10
1.3.1. Kanban rendszer a Toyotánál .....	13
2. A vizsgált vállalat bemutatása .....	15
2.1. A vállalat termékei .....	17
2.2. Cigma ERP .....	19
3. Az alapanyag útja a beérkezéstől a készáru kiszállításáig .....	20
3.1. Árufogadó tér .....	22
3.2. Minőség-ellenőrzés .....	23
3.3. Betárolás .....	23
3.3.1. Szabad lokáció (Free location) .....	25
3.3.2. Dobozos lokáció (Box location) .....	26
3.3.3. Szabadlokációból dobozlokációba való betöltés .....	28
3.3.4. Az átcsomagolási terület .....	30
3.3.5. A speciális terület .....	30
3.4. Termelés .....	30
3.4.1. A termelési folyamat .....	31
3.5. A készáru műveletek .....	32
3.5.1. A készáru raktározása .....	33
3.5.2. A készáru kiszállítás .....	33
4. A kanban rendszer .....	35
4.1. Kanban-kártyák számítási módja .....	36
4.2. Kanban-kör .....	39
4.2.1. Kiszállítás .....	40
4.2.2. Összeszedés .....	41
4.3. Kanban-körök idejének csökkentése .....	42
5. Automatikus azonosítás bevezetése a kanban-kártyák kiváltására .....	53
5.2. Az automatikus azonosítás technológiai lehetőségei .....	55
5.2.1. A vonalkód bemutatása [5.] [6.] .....	55

5.2.2. A rádiófrekvenciás azonosítási rendszer (RFID) bemutatása [7.] [8.]	57
5.2.3. A technológia kiválasztása	60
6. Megoldási javaslat kidolgozása a vonalkódos azonosítás bevezetésére	62
6.1. Az árufogadó téri műveletek módosítása	62
6.2. A minőség-ellenőrzés műveleteinek módosítása	63
6.3. Az átcsomagolási terület műveleteinek módosítása	64
6.4. Betárolás	64
Irodalomjegyzék	66

## 1. Bevezetés

A dolgozatom által feltárt fejlesztési lehetőségeknek a gazdasági válság miatt talán még nagyobb jelentősége van. Minden ágazat vállalatai drasztikusan igyekeznek csökkenteni a költségeiket, hogy fent maradjanak.

Első lépésben ismertetem mi is az a kanban rendszer, hogyan alakult ki és mikor alkalmazhatjuk, illetve az ehhez szorosan kapcsolódó fogalmakat, módszereket.

Ezt követően a rendszert egy autóiipari beszállító cégen keresztül szemléltetem, ahol még a „hagyományos” kanban-rendszer működik. Hagyományos alatt értem a kanban-kártyákat, melyek a jelzést szolgálják. Ehhez szükséges a cég anyagáramlási rendszerének ismertetése, az alapanyag beérkezésétől a készáru kiszállításáig.

Majd ismertetem, hogy milyen módosításokat vezettek be, melyek jelentősen lecsökkentették a kanban-körök idejét. Ezek a módosítások elsősorban a termelési készletek (WIP – Work In Process) csökkentését célozzák meg, így kevesebb ideig tartózkodik az alkatrész a raktárban, és ezáltal költséget takarítunk meg. Ebben nagyon fontos szerepe van a kanban rendszernek, hiszen ennek segítségével szállítják az alapanyagokat, alkatrészeket a raktárból a termelési területre, így válnak termelésközi készletté.

Jelenleg az alapanyagokat kiszállítása óránként történik, 1 órás eltolással, ami esetén szükség van arra, hogy a termelésben mindig legyen 2 órára szükséges alapanyag, illetve félórányi biztonsági készlet. Ha ezt a készletet tudnák csökkenteni, az jelentős költségmegtakarítást eredményezhetne. Ehhez azonban további köridő csökkentés szükséges, de a jelenlegi rendszert alkotó folyamatok veszteségei már annyira kicsik, hogy ennek módosításával jelentős eredményt nem lehetne elérni. Ezért mindenképpen szükségesnek tartom valamilyen automatikus azonosítás elvén alapuló rendszer bevezetését. Bemutatom jelenleg milyen technikai megoldásokkal valósíthatóak meg ezek. Javaslatot teszek, melyik módszer alkalmazásával érhető el optimális megoldás a feladatok ellátásához.

## 1.1. Kanban

Mi is az a kanban rendszer? Erre a kérdésre nem lehet egy mondatban válaszolni. A szó jelentése két részből tevődik össze: kan: kártya, ban: jel. Magyarul szokás „utasítás kártyának” is nevezni.

A Toyota szakembere, a japán származású Taichii Ohno fejlesztette ki az 1950-es években. Ezekben az időkben nem támaszkodhatott a vállalatirányítási rendszerre, sem az internetre, nem álltak rendelkezésre olyan eszközök sem, mint a PowerPoint. Csak a szaktudására hagyatkozhatott. Több évtizedes szakmai tapasztalattal állt elő az új Toyota Termelésirányítási Rendszerrel (*1.3. fejezetben részletesebben ismertetem*), melyben több ötlet is az USA-ból származik. Ilyen például a „húzórendszer” (pull system), amely az amerikai szupermarketekből származik. Minden jól működő áruházban akkor pótolják az árucikkeket, amikor azok elfogytak a polcra. Tehát az árufeltöltést a fogyasztás váltja ki.

A termelésre vonatkoztatva: egy folyamat 1. lépése nem készítheti el a cikket (töltheti fel), amíg a következő folyamat (2.) fel nem használta azokat. (Kivétel ez alól bizonyos mennyiségű biztonsági készlet.)

Egy másik példa szintén Amerikából: Menjünk vissza 100-200 évet, ahol a tej kiszállítását un. tejesemberek végezték. Reggelente egy kocsival járták végig az utcákat, és ahol üres üveget látott kicserélte telire. A vevői igény: szükség van tejszóra, de mindenkinek más mennyiségre. Az útvonal: ahol a tejszocsi végigmegy. Beszállító: a tejesember, aki cseréli az üveget telire.

Itt is látszik, hogy a vevő „húzza” a rendszerünket, mennyiségben ő határozza meg, hogy mennyit kér. Sőt ha tovább megyünk. Kirak két különböző üveget, ami más-más terméket jelent, feltöltjük mind a két fajtát. Ebben az esetben a kanban maga az üveg.

Sok vállalat ezzel szemben veszteséges folyamatokat alkalmaz, mert az első lépés nagytételben állítja elő a cikket, mielőtt a második lépésnek szüksége lenne rájuk. Ezeket a WIP készleteket tárolni, regisztrálni és kezelni kell, amíg a

következő lépés fel nem használja, és ezek sok erőforrást emésztenek fel. Munkaerő-, időráfordítás, járulékos költségek.

Ez a húzórendszer az alapja a just-in-time-nak (JIT).

## **1.2. Just-in-time [1.]**

A JIT elgondolás, hogy akkor kell termelni és kiszállítani a terméket, amikor arra szükség van, és akkor kell beszerezni, amikor adott egység megmunkálására szükség van.

A nulla készlet szint nem is mindig valósítható meg, a folyamatok megfelelő szervezése esetén elérhető olyan optimális (minimum) értékre való beállítása, amelynek segítségével a vállalati folyamatok zavartalan lebonyolítása biztosítható.

### **1.2.1. A JIT vezérelvei**

Vezérelveit három csoportba sorolhatjuk:

- a pazarlás elkerülése,
- a folyamatos fejlesztés (Kaizen),
- az egyszerű megoldások keresése.

#### *A pazarlás elkerülése*

A rendszer egyik legfontosabb elve többek között ebben fogalmazható meg. Pazarlásnak tekint minden olyan ráfordítást, ami az igényelt termékek előállításához nem feltétlenül szükséges, mindent, ami nem értékadó folyamat. Pazarlásnak tekinti a várakozással töltött időt; ha a szükségesnél többet állítanak elő valamiből, és ha többet kell szállítani; a felesleges készletet és kapacitást; vagy a selejtes termékeket. Ezek kiküszöbölése a folyamatból jelentősen növeli a termelés hatékonyságát.

### *A folyamatos fejlesztés (Kaizen)*

Ezen elv lényege, hogy az elért eredményekkel sosem szabad megelégedni, folyamatosan törekedni kell a folyamatok illetve a termékek fejlesztésére. Nem feltétlenül kiugró javulást kell elérni, összességében sokkal inkább eredményes lehet a kis lépésekben történő, de folyamatos javulás. Ez azonban csak úgy valósítható meg, hogy ha nem egyetlen ember foglalkozik vele, hanem azt minden egyes dolgozó feladatának tekinti. Mindenkinek figyelnie kell arra, hogy mit és hogyan lehetne hatékonyabban csinálni. Mindez csak úgy működhet, hogy biztosítva van az ötletek észrevételezési mechanizmusa. Erre jó példa a Toyota 60 ezer dolgozója 1986-ban mintegy 2,6 millió javaslatot nyújtott be, amelyeknek 96%-át meg is valósították.

### *Az egyszerű megoldások keresése*

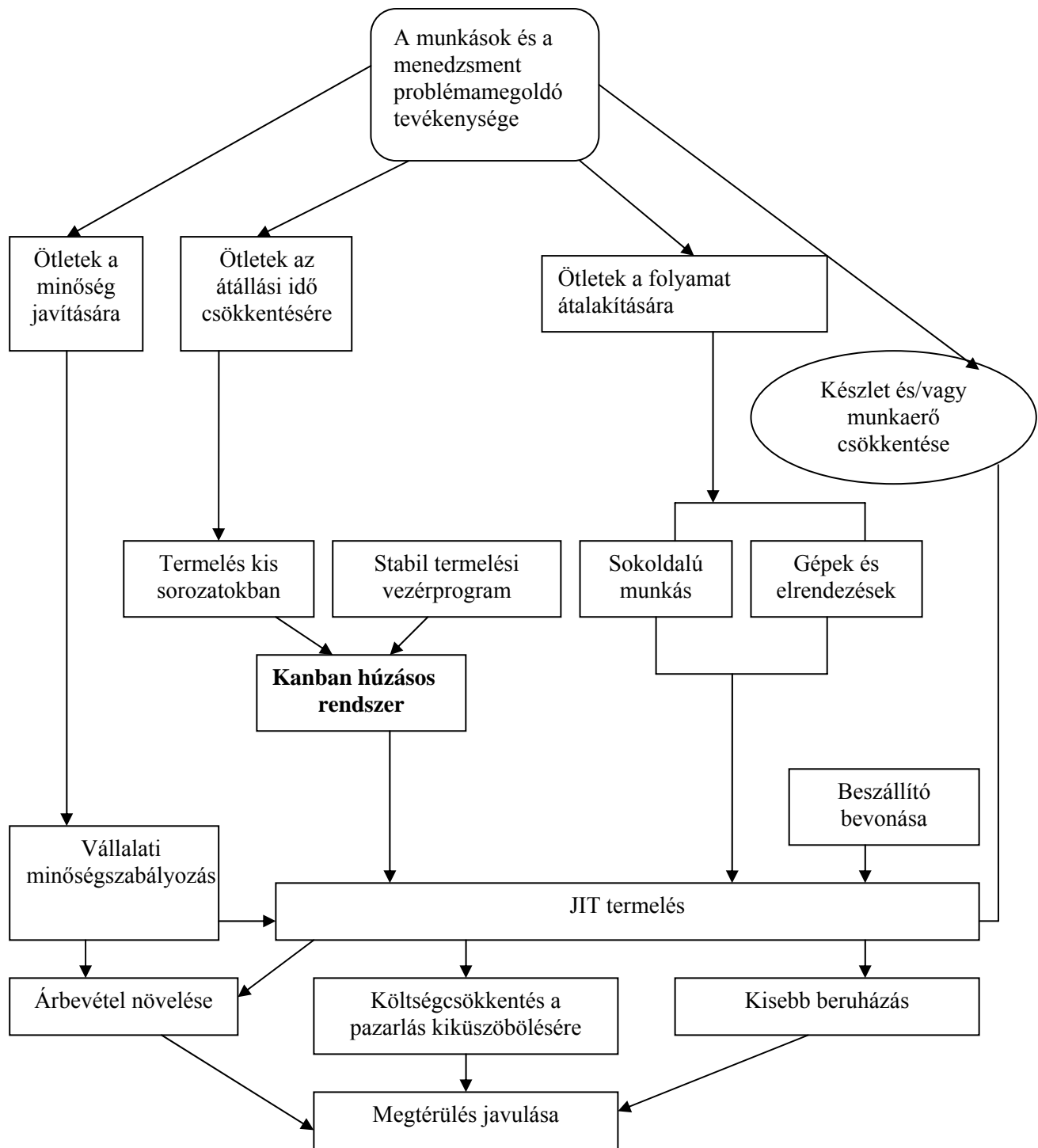
Az egyszerűségekre való törekvés a lényeg. Ez az egyszerűség hatja át a szervezés minden lépését az üzemelrendezéstől kezdve a berendezések megválasztásáig. Az egyszerű megoldások előnye, hogy bárki által könnyen átláthatók, megtanulhatók, a folyamatok könnyebben irányíthatók, fejleszthetők, a minőségbiztosítás által megkövetelt szempontok jobban betarthatók. Mind a munkások között mind a vezetés és a dolgozók között közvetlenebb kapcsolat alakul ki, amely elősegíti a könnyebb kommunikációt és a jobb információáramlást. További fontos előny az egyszerűség és átláthatóság eredményeként felszínre kerülő problémák, amelyek a hagyományos rendszerekben rejtve maradnak, sokkal könnyebben megoldhatókká válnak.

### **1.2.2. A JIT alapelemei**

A rendszer lelke a problémamegoldó tevékenység, ami irányulhat a termelési folyamat átalakítására, a minőség javítására, az átállási idő csökkentésére, vagy egyszerűen a készletek, illetve a munkaerőigény- csökkentésére. Mindez

jelentős költségcsökkenést és a kiszolgálási színvonal növekedését eredményezi. Az alábbi 1. ábra szemlélteti a kapcsolatok összefüggéseit.

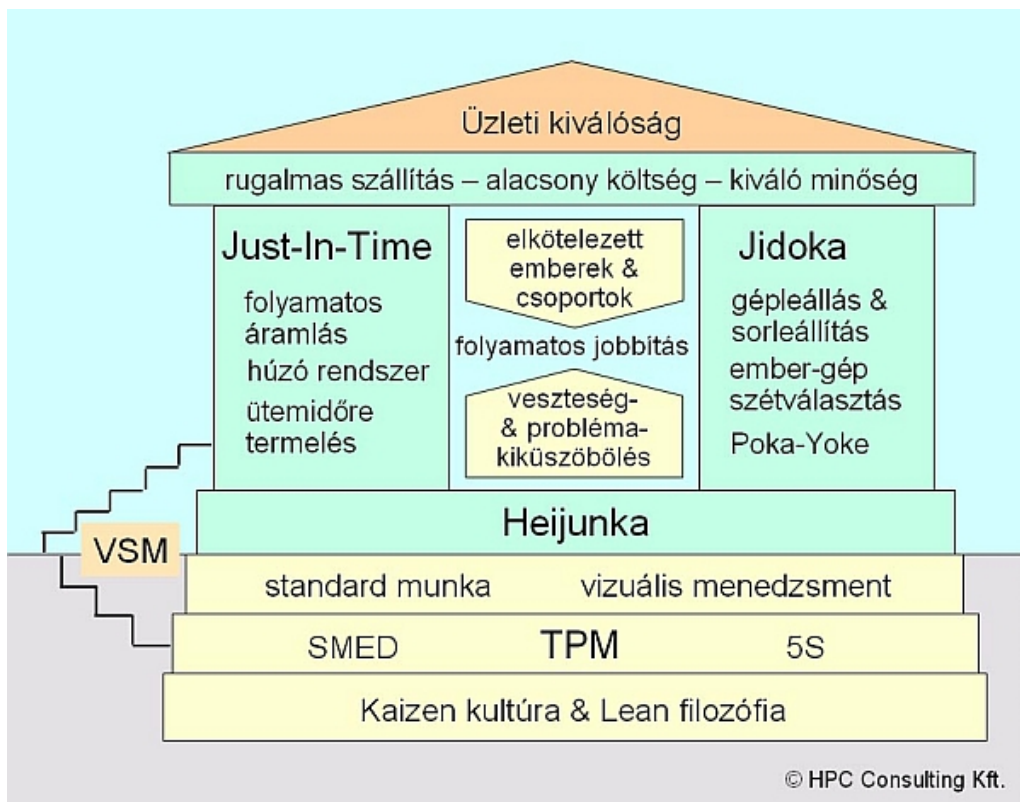




1. ábra: A JIT alapelemei

### 1.3. Toyota Termelési Rendszer (TPS)<sup>1</sup> [2.]

A Toyota évtizedeken át alkalmazta és folyamatosan fejlesztette a TPS-t a mindennapi tevékenysége során az üzemekben, és közben nem is dokumentálták ezeket. A munkások és a vezetők is egységesen részt vettek ezekben. Ennek sikere köszönhető a megfelelő kommunikációnak a cégen belül. Az újítások később elterjedtek a többi Toyota üzemben, majd a beszállítók körében is. Ahogy beérték ezek a módszerek, szükségessé vált ezek oktatása és ezáltal megfelelő dokumentálás. Így készült el a „TPS-ház” modell (2. ábra).



2. ábra: A Toyota Termelési Rendszer  
forrás: <http://www.hpcconsulting.hu/>

<sup>1</sup> TPS – Toyota Production System

Azért nevezik háznak, mert egy jól átgondolt koncepció köré épül. Mindennek megvan a helye a „házban” és az olyan részek nélkül mint a tető, a pillérek és az alap nem lehet stabil. Az ábrának több változata létezik, de az alapelvek azonosak.

A tető a legjobb minőség, a legalacsonyabb költség, a legrövidebb átfutási idő. A két pillér a just-in-time és a jidoka. A jidoka lényege, hogy az elkövetett hiba egy adott lépésben az ne kerüljön tovább a következőre, ill. az embert ne kössük le egy géphez. A kiegyenlített gyártástervezés, a heijunka a minimális készlet fenntartásához szükséges.

A ház minden eleme önmagában is nélkülözhetetlen, de fontosabb ennél, hogy egymással kölcsönhatásban vannak. A just-in-time-nak köszönhetően a készleteket a minimális szintre csökkentjük le. Eddig azért történt a készletek halmozása, hogy ezzel küszöböljék ki a termelésben adódó problémákat. Az egydarabos áramlás úgy működik, hogy egyszerre csak egy darabot állítunk elő a kereslettől függően. Kis puffer alkalmazása esetén a minőségi és egyéb problémákra is hamarabb fény derül. Ez erősíti a termelési folyamatot leállító jidoka hatását: a munkásoknak sürgősen el kell hárítaniuk a felmerült problémát, hogy a termelés folytatódjon. A ház alapja a stabilitás. Ha kis készlettel dolgozunk, mindig van egy bizonytalanság a rendszerben, az embereken nyomás van. Ezzel szemben a tömegtermelésben nem okoz akkora problémát, mert míg az adott gép javítása folyik, addig folytatódik a termelés a még rendelkezésre álló készletekkel. Viszont, ha egy lean termelésben következik be ilyen probléma, aminek során egy gépet le kell állítani, akkor az üzem többi gépe is leállásra kényszerülhet, ami komoly probléma. Hatékony összefogásra van szükség a termelésben résztvevők között, ezért áll a ház központjában az ember. Meg kell tanítani a munkásokat arra, hogy észrevegyék, hol alakult ki a veszteség és, hogy hol keletkezett a probléma.

A TPS másik központi eleme a veszteségek felszámolása. Az értéket teremtő és az értéket nem teremtő folyamatokat válasszuk el egymástól.

Az értéket nem teremtő folyamatok veszteségeit csoportosítva 7 kategória figyelhető meg. Ezek nem csak a gyártósorra, hanem a termékfejlesztésre, a rendelésvételre és az irodai munkára is vonatkoznak.

- Túltermelés: olyan cikkek gyártása, amire nincs megrendelés. Ennek következtében több munkást alkalmazunk a szükségesnél, túl sok a készlet, ezáltal a veszteségeink.
- Várakozás: Munkások, akiknek a feladata egy automatizált gép figyelése, vagy a folyamat következő lépésre várnak, vagy akik nem tudják végezni a feladatukat az elfogyott készlet miatt.
- Felesleges szállítás: a gyártásközi készlet nagy távolságra való szállítása. Rossz határfokú szállítás.
- Gyártási veszteségek: felesleges műveletek végzése gyártás során, melyek adódhatnak a rossz terméktervezésből, rossz minőségű eszközök használatából. Ami elsőre talán meglepően hangzik, akkor is veszteségünk keletkezik, ha a szükségesnél jobb minőségű terméket állítunk elő.
- Felesleges mozgás: minden a munkás által feleslegesen elvégzett mozdulat, amelyet a munka elvégzése közben kell megtennie. Például elmegy valamilyen milyen alkatrészért, de akár az is, ha csak lehajol érte.
- Selejt: hibás alkatrészek gyártása és a hiba kijavítása. Az átdolgozás, a selejt, a póttermelés és ellenőrzés elvesztegetett idő és munka.

Ohno a túltermelést tekintette a legalapvetőbb veszteségnek, mert ez váltja ki a legtöbb további veszteségeket. Ha egy folyamat egyik állomása többet állít elő, mint amennyit a vevő igényel, az készletfelhalmozást eredményez. Valamelyik állomása a folyamatnak nem tudja azt a mennyiséget feldolgozni. Felmerülhet az a kérdés, hogy ez mért rossz, mikor a gépek termelnek. A probléma, hogy a

nagy folyamatok közötti készleteket tárolni kell, melyek helyet igényelnek, illetve mozgatásuk munkaerőt, arról nem is beszélve, hogy jelentős költségeket is leköt.

Megemlíthető egy kevésbé kézzelfogható hátránya is, mégpedig, hogy a munkások motivációja csökken. Kevésbé fognak a folyamatok tökéletesítésével foglalkozni. Minek is tennék, ha egy leállás a végtermék elkészültére nincsen hatással.

### **1.3.1. Kanban rendszer a Toyotánál**

A Toyota kanban alkalmazását összefoglalóan nevezzük kanban rendszernek. A rendszer feladata a just-in-time termelési rendszer irányítása és a megfelelő anyagáramlás biztosítása. Mint azt már a korábbiakban említettem: nulla készlet alkalmazása csak elméletben lehetséges. Valamekkora biztonsági készlet tarolása mindenképpen szükséges, hogy a rendszer biztonságát növeljük. Ezzel a rendszerünk valahol az ideális egydarabos áramlás és a nyomórendszer között helyezkedik el. Ideális egydarabos áramlási rendszer alatt azt értjük, hogy nincsenek készletek, és a termékek akkor készülnek el, mikor a vevő igényli.

A gyárak mérete illetve, hogy a beszállítók akár másik földrészen is lehetnek indokoltá tette valamiféle jelzés bevezetését, ami mutatja, hogy alkatrész utánpótlásra van szükség a gyártáshoz. Ennek megfelelően kanban alatt értjük a kanban kártyákat, üres dobozokat, kocsikat.

Egy példával szemléltetném a Toyota húzórendszerét:

Beérkeznek a megrendelések a kereskedőktől. A termelés irányítását végzők egy ütemtervet készítenek a gyártáshoz, mivel a megrendelések különböző típusú, színű, felszereltségű autókat tartalmaznak. Az ütemtervet elküldik a karosszéria részleghez, ahol az előre gyártott elemekből elvégzik a hegesztéseket.

A panelok préselése lényegesen gyorsabb, mint az összeszerelés ütemideje. Míg az előbbi körülbelül 1 másodperc, addig az utóbbi 60, ezért egy darabos áramlás nem hozható létre, vagy legalábbis nem célszerű.

Amikor a karosszéria részleg elhasználta egy bizonyos mennyiségű acélpanelt, egy kanbant küldenek a préshez, hogy újabb tételt küldjön.

Szintén így működik az összeszerelő üzem, ha a dobozból kivesznek alkatrészeket, akkor egy kanban kártyát tesznek az arra kijelölt igénylő helyre. Amikor az anyagkezelő odaér rendszeres időközönként, (ezeket az előre rögzített útvonalakt kanban köröknek nevezik) kiveszi a kanban kártyákat, majd visszamegy a raktárba és elvégzi a kiszedést, hogy pótolja az elhasznált alkatrészeket. Egy másik anyagkezelő pedig a raktárt tölti fel a beszállítóktól érkezett készletekkel. Éppen ezért ilyenkor is egy igény keletkezik az alkatrész beszállító felé.

A folyamat tehát: a folyamat az összeszerelő gyárban kezdődik, majd teherautókon a kanbant küldenek a beszállítókhöz. Itt kanban alatt érthetjük a szabványos dobozokat is. A beszállító ezeket feltölti a saját raktárából és szintén kanbant küld a termeléshez ezek pótlására. Ezen a folyamaton keresztül könnyen megérthető mért nevezik húzórendszernek: minden igényt a vevő generál.

## 2. A vizsgált vállalat bemutatása

Az általam bemutatott autóipari beszállító cég<sup>2</sup> magyarországi részlegét 1997 július 5-én alapították Székesfehérváron. A gyár területe 220 000 m<sup>2</sup> az épület alapterülete pedig 70 600 m<sup>2</sup>.



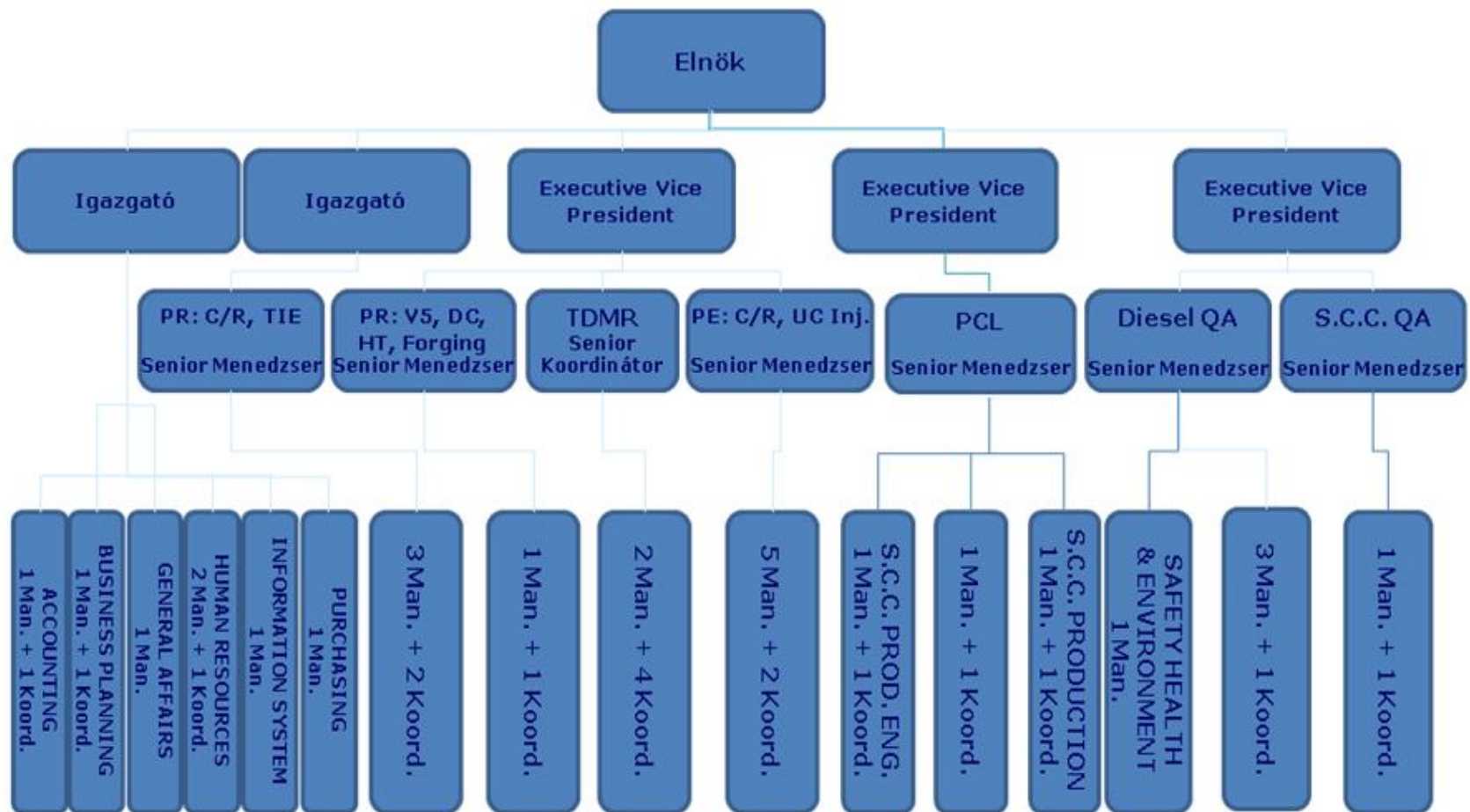
3. ábra: A gyárépület

A gyár 1999-ben szerzett ISO 14001 tanúsítványt. Nagyon elkötelezett a környezetvédelem iránt, erre bizonyíték, hogy 2001-ben elindította EcoVision nevű programját, melynek elsődleges célja a csökkentsék az üvegházhatást. 2001 januárjában megszerezte az OHSAS 18001 tanúsítványt, mely több előnnyel jár: biztosítják, a munkahelyi egészségvédelem és biztonság jogi és hatósági előírásainak való megfelelést, megelőzhetik a baleseteket, csökkentik a kiesési időket és a gyártás megszakításait és komoly referencia a vevők felé. 2004-ben az első autóipari beszállító vállalat aki elnyerte az Európai Unió Környezetvédelmi díját.

A vállalat szervezeti felépítése a 4. ábrán látható.

---

<sup>2</sup> a cég nevét titoktartási okokból nem közölhetem



4. ábra: A szervezeti felépítés



Gyártósrát tekintve a legmodernebb technológiákat alkalmazzák, melyekkel precíziós diesel üzemanyag pumpát állítanak elő, illetve rendszervezrlő egységeket a motorokhoz, melyek nagymértékben segítik, hogy a motorok teljesítsék az emissziós előírásokat.

## 2.1. A vállalat termékei

Dízel motorhoz kapcsolódó termékek:

A magas nyomású pumpa 1800 bar nyomás hoz létre a nyomócsőben, ami legnagyobb nyomás jelenleg amit el tudnak érni. Az injektor gondoskodik a motor megfelelő üzemanyag ellátásáról, biztosítva a tökéletes égést.



5. ábra: Pumpa



6. ábra: Nyomócső



7. ábra: Injektor



Elektronikusan vezérelt elosztó pumpa (8. ábra.): optimálisan vezérli a befecskendezés nyomását, illetve a befecskendezés idejét egy 4 hengeres motorban.

8. ábra: Elektronikusan vezérelt pumpa

Rendszervezérlő egységek:



VCT (Variable Cam Shaft Timing): a szelepek időzítését végzi. Mégpedig úgy, hogy lekapcsolja a vezérműtengelyt a főtengelyről. Ezzel érhető el a megfelelő motorerő és az optimális fogyasztás.

9. ábra: VCT



DCV2 (Duty Control Valve 2nd Generation): csökkentik az emissziókat azáltal, hogy az üzemanyag párát összegyűjtik a tankon belül és újrahasznosítják.

10. ábra: DCV2



EGRV: kipufogógáz újrakeringtető szelep. Ez is az alacsonyabb emissziós érték elérésében segít.

11. ábra: EGRV



ETB (Electronic Throttle Body): az égés optimalizálását végzi azáltal, hogy elektronikusan szabályozza a belső levegő áramlást.

12. ábra: ETB

## 2.2. Cigma ERP

Az általam bemutatott vállalatnál egy CIGMA nevű vállalatirányítási rendszert alkalmaznak. Ilyen rendszer használata elengedhetetlen, nélküle átláthatatlanok lennének a megrendelések, termelés tervezése, raktárkészlet nyilvántartása és a pénzügyi műveletek is. Tehát egy ilyen rendszer ezeket a modulokat kezeli. Nagy előnye, hogy ezek kapcsolódnak egymáshoz, bárki bármikor (természetesen csak, ha megfelelő hozzáféréssel rendelkezik az adott művelethez) hozzáférhet az aktuális adatokhoz.

Az adatrögzítést egyszer kell csak elvégezni, mert a rendszer ezeket dinamikusán kezeli, így kizárhatók a többszörös adatrögzítésből bekövetkező elírások.

Gyorsan és egyszerűen készíthetünk kimutatásokat, melyek segítségével a menedzsmen a rövid-, és hosszútávú stratégiáit megtervezheti. Adatokat szolgáltat a vállalat különböző tevékenységeinek teljesítményéről. Láthatóvá válnak a gyenge pontok, amiket időben ki lehet küszöbölni.

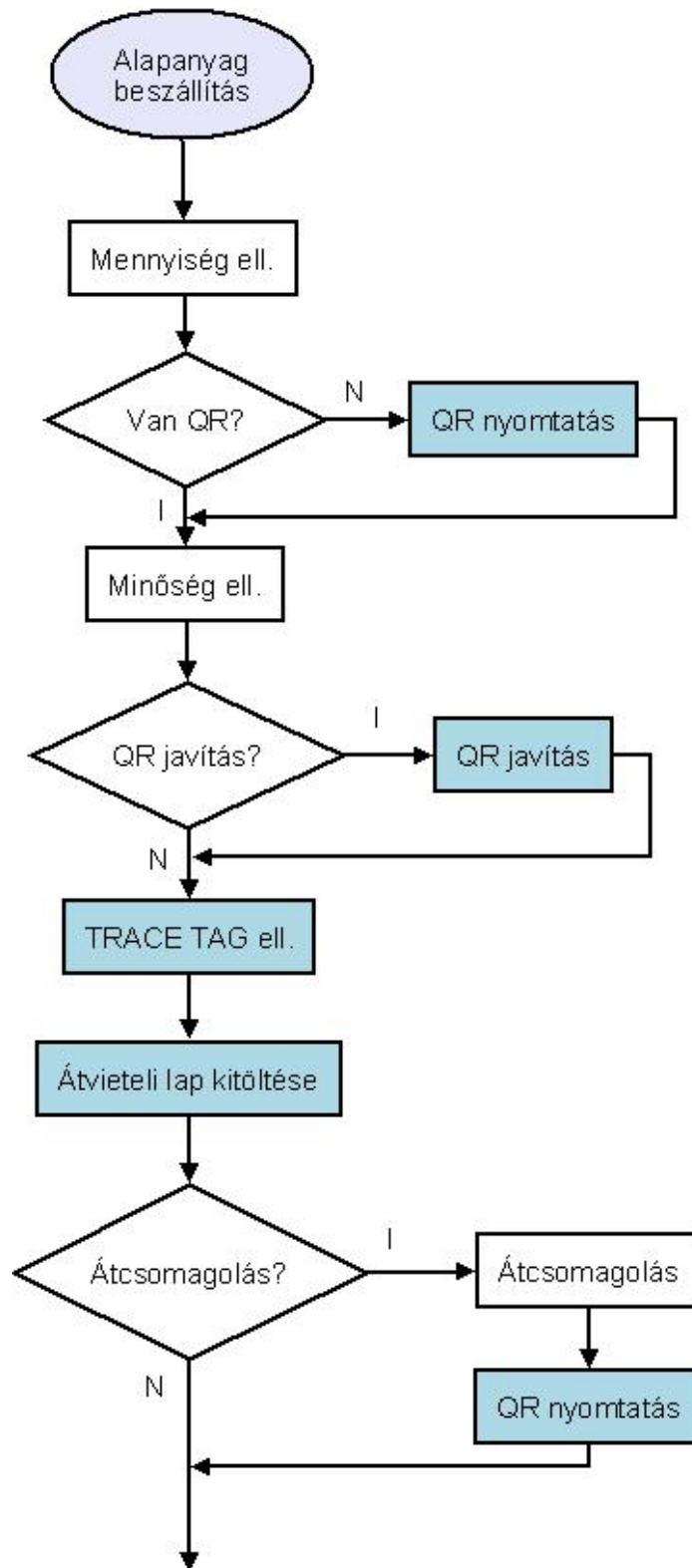
```

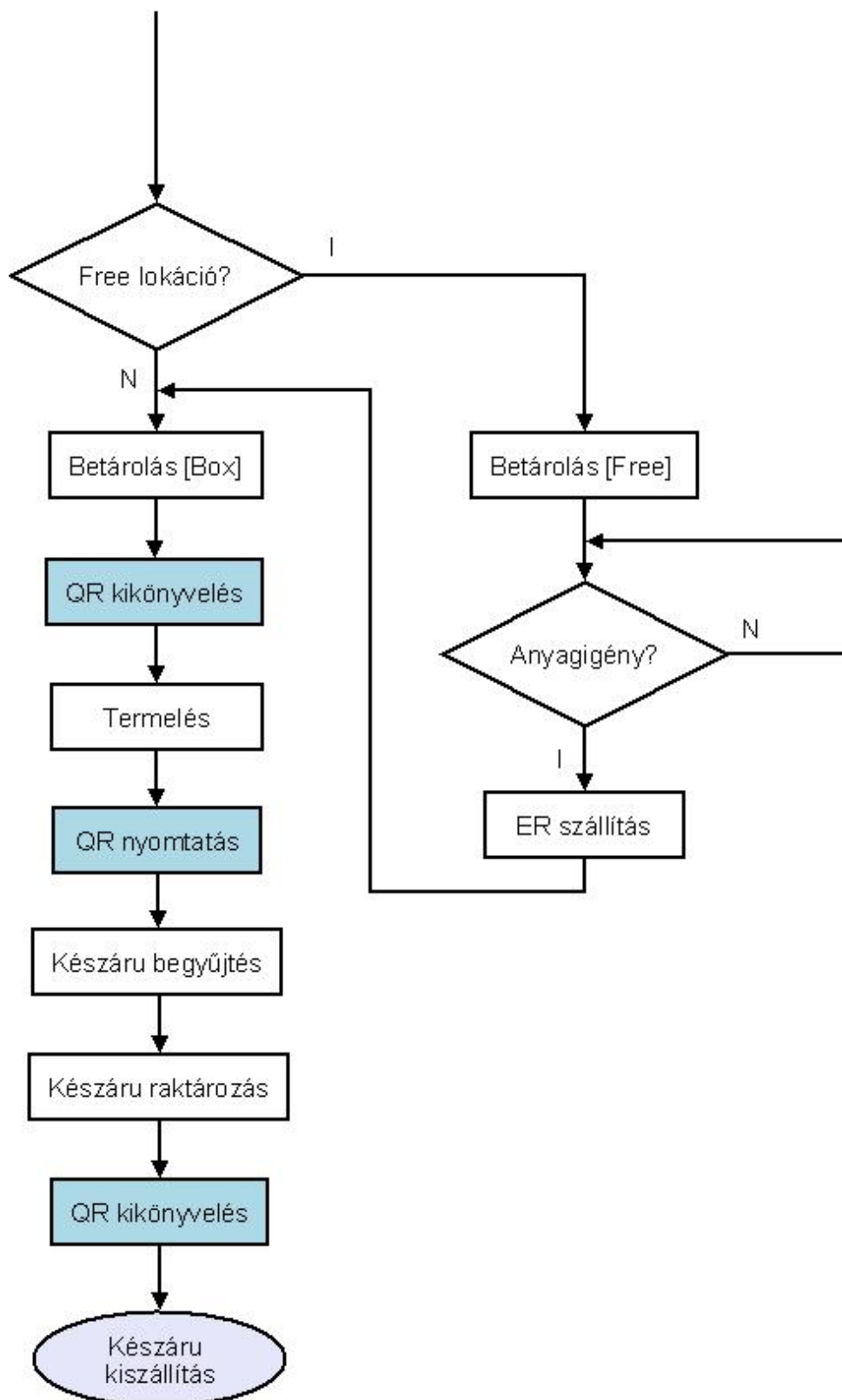
MENU  QPADE  B555000  ITEM MA & ITEM MA 2 MAINTENANCE  28/08/07
PART NO. :  @95013-5060  ITEM CODE 5 (DCJ PARTS)
ACTION   :  _ (' '=INQ 'A'=ADD 'C'=CHG)  COPY FROM : _____
-----
DESCRIPTION  BODY 1W (YD25 EURO4)
UNIT OF MEASURE  EA  ITEM TYPE  4
ITEM CLASS (2ND CHR='5')  I5  PLANNER  501
IMPORTANT MANAGEMENT MARK  _  PLANT CODE  HU
ORDER DIVISION NUMBER  _0  ORDER LOT SIZE  500
TRANSPORT CODE  S  QTY/CARTON  500
-----
CONTROL NO.  _____  TAG SLIP REMARKS(1)  _____
PICKING CODE  _  PICKING LIST REMARKS  _____
STOCK CHECK CODE  _  SUPPLY PARTS FLAG  _
BACK FLUSH FLG  _
-----
CK01 INVENTORY  CK03 PURCHASE PRICE
CK04 PPSIM  CK12 HIGHER LVL MENU
CK24 MAIN MENU

```

13. ábra. CIGMA kezelőfeülete

### 3. Az alapanyag útja a beérkezéstől a készáru kiszállításáig





14. ábra: Az anyagáramlás és a közben végzett adminisztrációs tevékenységek nagyvonalú folyamatábrája

### 3.1. Árufogadó tér

A beszállítók teherautói ide érkeznek meg a Japánból, Thaiföldről illetve Európából származó alkatrészekkel, alapanyagokkal, melyeket a kicsomagoló csapat tagjai (Unpacking team – UPT) vesznek át. Ők kapják meg a számlákat, szállítóleveleket is. Az áru kirakodása után következik a mennyiségi ellenőrzés, valamint átvizsgálják, hogy az áruk el vannak-e látva egyedi azonosítóval (14. ábra). Ez az azonosító tartalmazza a termékre vonatkozó főbb adatokat, úgy, mint a termék neve, azonosítószáma, a lokációja, az alkatrész beérkezési dátuma. Található rajta QR kód, mely szintén tartalmazza ezeket az információkat.

A QR kód nevét a Quick Response angol kifejezésből kapta, ami gyors választ jelent, ez utal arra, hogy gyorsan dekódolható. Jellegzetessége a sarkokon található négyzet alakú mező, amely megkönnyíti a szkennelést (elforgatva is könnyen értelmezhető) és információhordozó szerepe is van. További előnye, hogy kisméretű és sok adat tárolására használható, és jó a hibatűrő képessége. 2000 júniusában *ISO/IEC 18004* nemzetközi szabvánnyá vált. Több változata létezik, a leggyakrabban alkalmazott a „LEVEL L”. [3.]

Adattároló kapacitása:

Csak számokból	Max. 7089 karakter
Alfanumerikus értékekből	Max. 4296 karakter
Bináris adatok (8 bites szervezésben)	Max. 2953 bájtt
Kandzsi/Kana	Max. 1817 karakter

Amennyiben hiányzik ez az azonosító címke (későbbiekben TRACE TAG), akkor az itt dolgozók feladata ennek a nyomtatása. Ezt a CIGMA-ból egyszerűen meg tudják tenni. Az árukat ezután rakodólapokra kirakodják és kiküldik őket a minőségellenőrzésre.



15. ábra: TRACE TAG

### 3.2. Minőség-ellenőrzés

A minőség-ellenőrzést végző személyzet ezután vizuálisan ellenőrzik az összes egység rakományt, megvizsgálják, hogy megfelelnek-e az elvárt minőségnek, nincsenek-e törött, selejtes alapanyagok. A terméktől függ, hogy 100%-ban kell ellenőrizni vagy mintavétellel. Ha mindent rendben találtak, zöld pecsétet látnak el minden egyes ládát. (Ahogyan az a 15. ábrán látható) Jelzőfényel, illetve hangjelzéssel értesítik a folyamat következő tagját, hogy szállíthatják tovább a leellenőrzött rakodólapos egység rakományokat, dobozokat.

### 3.3. Betárolás

A leellenőrzött anyagokat a stock-in team tagjai („zöldezők”) szállítják a raktárban a kijelölt helyére. A lokációk jelölése egyértelműen beazonosítja a tároló rekeszt. (16. ábra)



WA109

16. ábra: Lokáció jelölése

Minden területen azonos jelölést használnak, a termelésben és a raktárban is. két betűvel kezdődik: az első jelöli a tevékenységet, ahol a lokáció megtalálható (W – washing vagyis mosó), a második pedig a lokációtömböt mutatja.

Ezután 3 szám következik, amelyek a rekesz helyét mutatják meg a lokációban. Az első jelenti a lokáció magassági szintjét, a következő kettő pedig a láda helyzetét balról-jobbra haladva. Nagyon fontos odafigyelni arra, hogy a lokációk nem rögzítettek, át lehet őket helyezni, ezért ezt nyomon kell követni folyamatosan, és szükség esetén új kártyákat kell készíteni. A raktári elhelyezés az alapanyag fajtájától függően különböző lehet.

Két elhelyezési módot alkalmaznak:

- Szabadraktár (Free location),
- Dobozos lokáció (Box location).



### 3.3.1. Szabad lokáció (Free location)

A minőségvizsgálat befejezése után jelzést adnak (fény jelzés a minőség, valamint fény és hang a raktár területén), hogy végeztek egy termék vizsgálatával. A zöldező ekkor a jelzőfény segítségével megkeresi a leellenőrzött, zöld pecséttel ellátott alkatrészt. Minden esetben meg kell győződni, hogy ez a pecsét felkerült-e a TRACE TAG-re.

Ezután az alkatrészek dokumentációja következik:

- A minőségi osztály által jónak minősített európai (HU-s) alkatrészeket az alkatrész-átvételi lapra fel kell írni.
- Fel kell tüntetni a cikkszámot, a jónak minősített aktuális darabszámot, az alkatrész beérkezési dátumát (due date).
- Zöldező aláírja az átvételi lapot.

Az elkészült anyagot nagyemelésű gépi targonca segítségével szállítják a raktárterületre. Fontos előírás, hogy egyszerre mindig csak egy rakodólapos egységtrakományt szabad szállítani, kettőt egymáson nem lehet.

A raktár területére érve minden esetben meg kell győződni arról, hogy a behozott alkatrészt valóban a szabadraktár területén kell-e elhelyezni. Ehhez a lokációk végén található cikkszám-lista nyújt segítséget.

Ezután a zöldező a rakodólapos egységtrakományt a legközelebb lévő üres rakodólap helyet jelző táblához (lokációjelző post) szállítja. A tábla nyílásai szemléltetik az adott blokk lehetséges rakodólap helyeit, és a bennük található kék kanban tartók mutatják meg, hogy az adott hely üres-e. Ha van kék tartó, az üres helyet jelöl.

Kivesz egy tartót, majd az egységtrakományról levesz egy TRACE TAG-et, ráírja a rakodólapon található dobozok számát a BOX rovatba, majd beleteszi a kék kanban tartóba.

Megkeresi a kiválasztott lokációt, majd elhelyezi rajta az egységtrakományt. A kék tasakba behelyezett TRACE TAG-et lepecsételi a személyre kiadott számozott pecsétnyomóval, ezzel be lehet azonosítani a betöltést végző személyt.

Végül a kék tasakot el kell még helyezni a kijelölt helyén, a „rakodólap FIFO nyilvántartó” zöld dobozban. A TRACE TAG-et és az itt található cikkszámokat egyeztetni kell, hogy az áru a megfelelő helyre lett-e betárolva. A kék TRACE TAG tartó tasakot a FIFO-elv betartásával felülre kell helyezni a tartóban.

### **3.3.2. Dobozos lokáció (Box location)**

A zöldező szintén a minőségvizsgálat után jelet kap, hogy elkészültek valamelyik cikkszám vizsgálatával. Ekkor kézikocsival kell kimenni a minőség területére. Ellenőrzik, hogy a zöld pecsét valóban rákerült-e az anyagra, majd felteszik azt a kocsira.

Ezután következik a „felzöldült” alkatrész adminisztrációja. Felírják az alkatrész átvételi lapra az alkatrész számát, mennyiségét, a beérkezés idejét, majd aláírják. Fontos, hogy ha az egységdobozban levő mennyiség kevesebb, mint az előre meghatározott darabszám, a QR kódot le kell javítani, ami azért szükséges, hogy a CIGMA a megfelelő adatokat tartalmazza. A javítandó lapot állítva kell a dobozra tenni.

Ekkor a zöldező megkeresi a megfelelő lokációt, ahova az adott alapanyag tartozik, egyezteti a TRACE TAG-et a lokáción lévő alkatrészsorszám jelző táblával, majd betöltés előtt lepecsételi a személyre szóló pecséttel.

Betöltéskor 2 nagyon fontos szabályt kell figyelembe venni:

- FIFO-szabály szigorú betartása: (First In First Out) a FIFO készletvezetés lényege, hogy a legkorábban beérkezett alkatrészek épülnek be a gyártás folyamán legkorábban
- Betöltési magasságok figyelembe vétele: ezt a következő ábra mutatja:

CA301	magasság	HU090034- 5250	10 box
	3		

17. ábra: Példa raktári jelölésre (signs of warehouse locations)

Minden lokációhoz tartozik egy ilyen jelzés, ami a következő információkat adja az alkatrésszel kapcsolatban:

- lokáció száma (location number) **[CA301]**,
- milyen magasan lehet egymásra pakolni a ládákat **[3]**,
- anyagszám (part number) **[HU090034-5250]**,
- paletta-kanban szabály, ez azt jelenti, hogy hány doboznak kell minimálisan a lokációban lenni. Ha eléri ezt a számot, meg kell rendelni a zöldezőktől a következő rakodólapos egységalkatrészt. **[10 box]**.

Ha betöltés közben egy sor betelik, és az alkatrésznek több sora van, az utolsó dobozra elhelyezik az UTOLSÓ (last) feliratot. Amennyiben az összes sor betelt, és maradt még alkatrész, az utolsó sor végére elhelyezik az OVERFLOW kijelzést. Ez túlcsoordulást jelent. A túlcsoordult anyagok számára egy külön terület van elhatárolva, ide helyezik el őket ilyen esetekben. Ha egy alkatrész elfogy a lokációból, de rajta van az OVERFLOW jelzés, akkor mindig először a túlcsoordult területről kell újra feltölteni a sorait.

### 3.3.3. Szabadlokációból dobozlokációba való betöltés

A dobozlokációba való anyagigénylésre raklapkanban-kártyát (18. ábra) használnak. Jelölései tartalmazzák az alkatrész nevét, számát, a box lokáció számát és a paletta-kanban szabályt, ami azt jelenti, hogy mikor kell igényelni az utántöltést. Ennek alkalmazása a gyártás ciklusidejétől függ, illetve, hogy az adott doboz mennyi alkatrészt tartalmaz.

Két jelölés van érvényben:

- PAL: az utánrendelés akkor szükséges, mikor még 1 rakodólapnyi mennyiség van még a box lokációban.
- 10 BOX: amikor még 10 doboznyi mennyiség van.



The image shows a yellow 'Pallet Part Pick-up KANBAN' card. At the top, it reads 'Pallet Part Pick-up KANBAN'. Below this, there are two rows of information: 'Part Number' (HU095442-0730) and 'Part Name' (RAIL, COMMON). To the right of these rows is a box labeled 'Pallet kanban rule' containing the text 'PAL'. Below the main information, there are four numbered steps: 1. Pick-up information (Pallets FIFO Control Post), 2. Confirmation of Rack No (Pallet Rack Pick-up POST), 3. Pick up instruction (Rack System Location), and 4. Loading of parts (BOX LOCA NO RA016). Arrows indicate a flow from step 1 to 2, 2 to 3, and 3 to 4.

Pallet Part Pick-up KANBAN			
Part Number	HU095442-0730		Pallet kanban rule
Part Name	RAIL, COMMON		<b>PAL</b>
1. Pick-up information	2. Confirmation of Rack No	3. Pick up instruction	4. Loading of parts
Pallets FIFO Control Post	Pallet Rack Pick-up POST	Rack System Location	BOX LOCA NO <b>RA016</b>

18. ábra: Raklapkanban-kártya

A kanbant az utántöltési igény kijelző (pallet pick up post) polcra kell kirakni. A zöldező ezt észelve, megkeresi a kártyához tartozó „rakodólap FIFO nyilvántartó” zöld dobozt, és kiveszi a legalsó kék kanbantartót, ami megmutatja a FIFO szerinti legrégebbi egység rakomány helyét a szabadraktárban.

Fontos az igénylő kártya és a kék kanbantartóban lévő TRACE TAG összehasonlítása, a két anyagszámnak mindig egyeznie kell. Illetve ellenőrizni kell azt is, hogy a dobozlokációban valóban van-e hely az újabb rakodólapnyi alapanyag számára.

Ezután a kék kanbantartón található szám alapján megkeresi a szabadraktárban a megfelelő lokációt, és leemeli a rakodólapos egységtrakományt. A kék kanbantartóból kiveszi a TRACE TAG-et, és ráteszi a rakodólapon található dobozra, amin nem volt. A kék kanbantartót pedig visszateszi az üres raklaphelyet jelző táblába (ezzel az adott hely ismét szabaddá válik).

Ezután a zöldező az egységtrakományt az alkatrész számának megfelelő dobozos lokációhoz szállítja, majd minden betöltendő doboz TRACE TAG-jét lepecsételi a személyre szóló azonosító pecséttel, majd betöltés előtt ezt egyezteti a lokáción levő anyagszám kijelzéssel. Ha ez egyezik, el lehet kezdeni a betöltést a FIFO-elv betartásával és az alkatrész betöltési magasság ellenőrzésével.

Az alkatrész betöltése után, minden befejezett sor után, az utolsó dobozra az UTOLSÓ jelölést teszik, majd az aktuális betöltési sort jelző mágnesset áthelyezik a következő sorra, jobbról-balra haladva.

Kiegészítésként fontos, hogy a targoncán egyszerre maximum három kék kanbantartó lehet az alkatrészek lehetséges összekeverésének megelőzése miatt.

Előfordulhat olyan helyzet is, hogy a kanbanosok anyaghiányt jeleznek, de a szabadlokációban sincs alapanyag. Ekkor a kanban-kártyákat előreviszik a kicsomagoláshoz, akik értesítik a zöldezőket, ha ilyen anyag érkezik. Itt van erre a célra egy külön kialakított kártyatartó.

Megvalósítás alatt áll egy új ötlet, ennek a helyzetnek a megoldására, könnyebb kezelésére. Ez egy tábla, melyre felvezetnék az anyaghiányos alkatrész:

- nevét,
- számát,
- a hiány észrevételének az idejét,
- ki végezte a kicsomagolást.

Ez az ötlet áttekinthetőbbé tenné az anyaghiányos problémákat, azok megoldását.

### **3.3.4. Az átcsomagolási terület**

Az átcsomagolásra váró anyagok esetében a rakodólapos egységtrakományt minőség-ellenőrzés után, az átcsomagoló területre szállítják. Itt görgősorok találhatóak (minden páros görgősoron különböző cikkszámok vannak), melyeket a kanbanos az előírt maximális dobozmagasság és a FIFO-szabály figyelembevételével a maximumra tölti fel átcsomagolt dobozokkal.

### **3.3.5. A speciális terület**

A speciális területen a próbagyártásokhoz, tesztekhez szükséges alapanyagokat tartják. Ezt a területet külön kezelik, külön kérésre szállítanak innen.

## **3.4. Termelés**

A termelés a termékek előállításához szükséges alapanyagokat a kanban-kártyák alapján történő megrendeléssel kapja. Amint elhasználnak, vagy megkezdnek egy ládányi alkatrészt, leveszik róla a kártyát, és elhelyezik az arra kijelölt kanban-tartóban. Ez jelzi a megrendelési igényt a kanbanosok felé, akik meghatározott útvonalon járják be óránként a termelés területeit, melyek a következők:

- hőkezelő,
- machining: esztergálás, fúrás,
- kovácsolás,
- szerelde,
- alkatrészmosó,
- performance test: késztermék kerül ide, itt tesztelik őket.

A termelési területen belül is kanban-rendszer segítségével történik az anyagok továbbvitele, szállítása. Ez a termelésközi kanban-rendszer. Itt termelési

kanban-kártyákat használnak, amik jelzik a megelőző folyamatnak, hogy egy adott félkész-termékből mennyit kell a következő folyamat számára előállítani.

### **3.4.1. A termelési folyamat**

A precíz és pontos munkavégzés a gyártás teljes folyamatában nagy hangsúlyt kap. A termelési vezetők a munkavállalók folyamatos belső képzésével érik el a minőség magas szinten tartását.

A gyártás során alkalmazott technológiák a következők:

- öntés/hőkezelés/kovácsolás: A teljes egészében automatizált technológia (vákuumnyomásos öntés) lehetővé teszi az alacsony porozitású öntött alkatrészek gyors ütemű előállítását. A tartósság és kopásállóság növelése érdekében az acél alapanyagokat számítógéppel vezérelt folyamat során hőkezelik. Ez egy alakító folyamat, melynek során a fém rugalmasságát kihasználva, az anyagot nyomás segítségével a megfelelő formára alakítják.
- megmunkálás: A nagy pontossággal dolgozó gépek többségét CNC technológia irányítja. A legújabb köszörülési eljárás alkalmazásával lehetővé válik, hogy a munkadarabok körkörösége 0,5 mikrométernél kisebb legyen.
- összeszerelés: A légkondicionált helyiségekben elhelyezett végösszeszerelő sorok félig automatizáltak. Minden fontos alkatrészt „foolproof”, azaz az emberi hibát kiköszörülő rendszerrel látnak el, és folyamatosan mérnek annak érdekében, hogy biztosítsák a kifogástalan minőséget. Összeszerelő robotokat és vizuális felismerő rendszereket szintén alkalmaznak ezen a területen.

- kalibrálás: A precíziós mérőszobában dolgozó technikusok nagy pontosságú koordináta mérőgépeket használnak. Ezek az ellenőrzések biztosítják a legkisebb minőségi eltérések felismerését és korrigálását.

### **3.5 A készáru műveletek**

Az elkészült termékeket, típustól függően, a megrendelő által meghatározott darabszámonként, illetve meghatározott módon csomagolnak a gyártás területén. Ezt követően minden csomagolási egységet (dobozt) ellátnak egy úgynevezett Trace Tag-el, ami tartalmazza:

- a termék megnevezését,
- azonosító számát,
- gyártás időpontját,
- a dobozban található darabszámot,
- ki végezte a nyomtatást,
- QR kódot,
- Process kód: a gyártósorra vonatkozó kód.

Majd elhelyezik az erre szolgáló görgős box lokációkban, melyek üvegajtókkal vannak elzárva a raktár területétől. A kész termékek begyűjtése 20 percenként történik. A begyűjtésért felelős személy az adott hónapra kiadott termelési terv alapján - mely egy táblán látható - tudja, hogy melyik időpontban mit kell begyűjteni. Felkeresi az adott lokációt, ahol a kézi QR leolvasó pisztollyal ellenőrzi, hogy a késztermék azonosító száma megegyezik-e a termelési terv által mutatott azonosítóval. Amennyiben egyezik, akkor megtörténik az áru bekönyvelése a CIGMA-ba a QR kód segítségével. A rendszer off-line módon működik, vagyis a tényleges készletbe vételezés csak akkor történik meg, mikor az erre kijelölt helyen a kézi eszközt csatlakoztatják a dokkolóhoz.

Előfordulhat olyan eset, hogy nem készül a termék a tervnek megfelelően, ekkor a lokációnál található úgynevezett shortage-kanban kártyát helyez el egy csúszdában a termelés részére, ezzel jelezve, hogy sürgős igény van a termékre.



### **3.5.1. A készáru raktározása**

A bekönyvelés után a csomagokat a meghatározott módon elhelyezik az erre kijelölt helyen lévő rakodólapon. Amikor a megfelelő számú doboz összegyűlt, akkor a raklapot a megrendelő igényei szerint csomagolják a csomagoló területen. Ezután a már a kiszállításra kész egységcsomagokat a kiszállításra váró késztermékek tárolására szolgáló állványokba rakodják. Ezek görgős állványok, hogy itt is tartani tudják a FIFO elvet. A rakodást megkönnyítendő a lokáció jelölése mellett látható egy kis színes kép az oda tárolandó egységcsomagról, amely vizuális segítséget nyújt, ezzel is csökkentve az emberi mulasztás lehetőségét. Mivel egy termékhez több sor is tartozhat, ezért a felrakodás előtt minden rakodólapon fel kell helyezni egy úgynevezett FIFO vasat, amin egy sorszám található. Így tartható, hogy a legkorábban elkészült termék kerüljön legkorábban kiszállításra.

### **3.5.2. A készáru kiszállítás**

A kiszállítási zóna logikailag több területre van osztva, így a nagyobb megrendelők számára külön területet biztosítanak. A kiszállítások jobb nyomon követhetősége céljából egy táblát állítottak fel. Kis rekeszekből állnak, melyekben kártyákkal (19. ábra) jelzik, melyik műveletet kell elvégezni az adott időpontban. A sorokon az időpontok találhatóak, az oszlopok pedig a műveleteket, úgy, mint:

- a rendelés kiadása,
- a termék összekészítése,
- ellenőrzése,
- a számlázás,
- rakodás.

<b>TPCA</b>	
<b>Rendelés érkezik</b>	
6:00	
<b>Rendelés kiadás</b>	
<b>Rendelés kiadás</b>	6:00
<b>Összekészítés</b>	19:00-20:00
<b>Ellenőrzés</b>	20:10-20:40
<b>Számlázás</b>	9:00-9:40
<b>Rakodás</b>	12:00-14:00
<b>Kiszállítás</b>	
Kedd	

19. ábra: A kiszállítást követő kártya

A kártyának az egyik oldala kék a másik oldala fehér. Minden nap meg van határozva a „nap színe”. Ez értelemszerűen fehér vagy kék. A könnyű átláthatóságot az okozza, hogy csak az időpontokat kell követni és a kártyákból lehet látni az elvégzendő feladatot. Amikor ezt megtették akkor átfordítják a kártyát a másik színre, jelezve, hogy teljesítve van. Fontos, hogy a feladatok időintervallumokban vannak meghatározva és a kártyákat a kezdő időponthoz kell behelyezni.

Vannak olyan vevők, akik a héten csak 2-3-szor szállítanak. Aznap, mikor nincs szállítása, a kártyáját – egy külön erre a célra kitalált – másikkal kell eltakarni, és folyamatosan továbbítani az időpontja szerint. Ezenkívül van még egy megkülönböztetett sárga kártya, amely extra rendelést jelent. Színéből adódóan figyelemfelkeltő, ezzel jelzik, hogy elsőbbséget élvez. Ezt akkor alkalmazzák, amikor a megrendelő szeretné, hogy a már meglévő rendelésével történjen az extra rendelés szállítása is. Ezt a kártyát csak egy személy kezelheti.

#### 4. A kanban rendszer

Ahhoz, hogy a kanban rendszer megfelelően ellássa a feladatát, bizonyos szabályokat figyelembe kell venni:

- a felhasználó mindig a szükséges mennyiséget rendelje, illetve azt a megfelelő időpontban,
- a termelő ne termeljen többet a szükséges mennyiségnél, és azt akkor továbbítsa, mikor arra igény keletkezik,
- csak a minőségi előírásoknak megfelelő terméket szabad továbbítani.

A kanban rendszer működését kanban-kártyákkal irányítják (20. ábra).

Part Number		229852-0611		
Part Name		SPROCKET		
Information		Location No. Warehouse	Cart Stop	Receiving Process
Lot Size	24	BI001	D14	T011 WD015
Box type	989921-0340			
Product	VCT	PICK-UP KANBAN (Parts)		

20. ábra: Kanban-kártya

Ezeknek nagyon fontos szerepük van, hiszen ezek segítségével történik a rendelés, illetve az adott alkatrészszel kapcsolatos összes fontos információt tartalmazzák:

- alkatrész neve [**SPROCKET**],
- alkatrész azonosító száma [**229852-0611**],
- alkatrész helye a raktárban [**BI001**],
- termelési területhez legközelebb eső oszlop koordinátája [**D14**],
- alkatrész helye a termelésben [**T011 WD015**],
- a doboz típusa, amiben kiszállításra kerül [**VCT**],

- a dobozban található alapanyag száma [24],
- a termék típusa [989921-0340].

Fontos, hogy minden kanban-kártyához egy láda alkatrész tartozik. A kártyák tartójának színe is információt hordoz. Ez lehet fekete, fehér, rózsaszín, zöld, kék, piros, citromsárga, narancssárga, drapp illetve átlátszó. Ezek azt jelölik, hogy az adott alkatrész, alapanyag melyik termelési területhez tartozik, így a kanbanosok a kártya adatainak elolvasása nélkül is látják, hogy az ahhoz tartozó alapanyagot melyik területre kell szállítani.

A kanbanok könnyebb megkülönböztetésére maguknak a kártyáknak a színe is eltérhet. Mivel sok alkatrész száma csak egy-két számjegyben tér el egymástól, ezért könnyen előfordulhat összekeverés, összetévesztés. Ezeknek az emberi mulasztásból fakadó hibák kiküszöbölésére a hasonló számokhoz tartozó kártyákat különböző színű lapokra nyomtatják.

#### 4.1 Kanban-kártyák számítási módja

Fontos feladat a kanban-kártyák számának a meghatározása. Hiszen mindig a kellő mennyiségnek meg kell lennie a termelésben. Nem szabad, hogy túl sokat rendeljenek, hiszen akkor nem fér el az alapanyag a lokációban, de az sem fordulhat elő, hogy a kártyák hiánya miatt nincs elegendő alapanyag, és a termelés megáll.

Kiszámítási módja a következő:

$$N = \frac{\frac{3600}{CI} \times BSZ \times SSZ}{DL}$$

A képlet magyarázata:

- **N**: [db] azoknak a dobozoknak a száma amennyire a termelésnek 1 órára szüksége van.
- **3600**: [mp] konstans (1 óra = 3600 mp, mert 1 órás anyagszükségletet számolunk).
- **CI**: [mp] ciklusidő. Ez azt jelenti, hogy az adott alapanyagot egységnyi mennyiségét mennyi idő alatt használják fel.
- **BSZ**: [db] beépülők száma, vagyis egy félkész termékbe az adott alapanyagból hány darab épül be.
- **SSZ**: [db] gyártósorok száma.
- **DL**: [db] a dobozban található mennyiség („doboz lot”).

Az így megkapott szám (**N**) mutatja, hogy a gyártósornak hány dobozni alapanyagra van szüksége 1 órára.

Ebből:

$$K = [N \times 2]_{INT \uparrow}$$

- **K**: [db] a szükséges kanban kártyák száma.
- **2**: [konstans]. Azért szükséges, mert 2 órai anyagnak kell kint lennie a termelési területen.

Egy példán keresztül szemléltetve:

CI = 30,5 mp

BSZ = 5 db

SSZ = 2 db

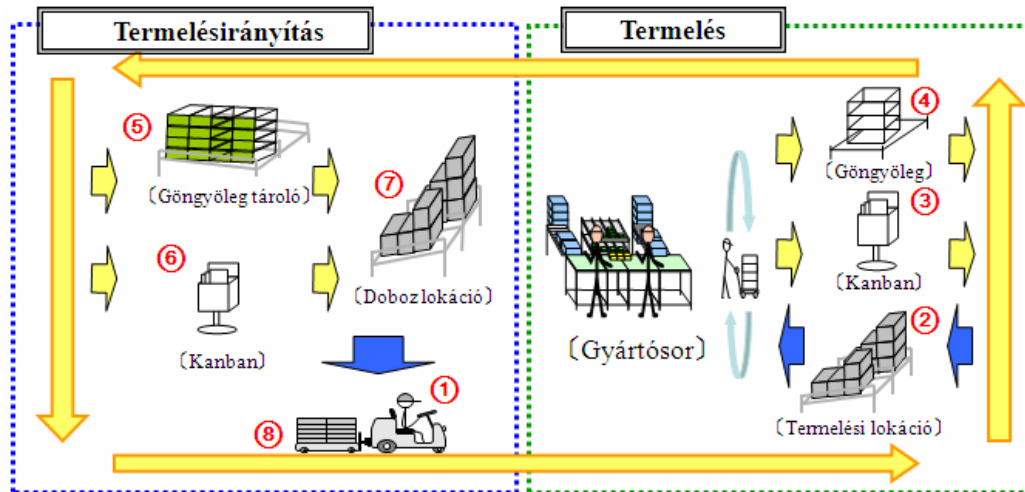
DL = 500 db

$$N = \frac{\frac{3600}{CI} \times BSZ \times SSZ}{DL} = \frac{\frac{3600}{30,5} \times 5 \times 2}{500} = 2,36 \text{ db}$$

$$K = [N \times 2]_{INT \uparrow} = [2,36 \times 2]_{INT \uparrow} = 5 \text{ db}$$

Tehát az adott gyártósor ellátásához 5db kanban-kártyára van szükség.

## 4.2. Kanban-kör



21. ábra: Kanban-kör

A raktárból 4 kanban-kör indul a termelési területekre, ezeket rendre A, B, C, illetve D jelöléssel látták el.

A 4 kör kialakításánál több tényezőt kellett figyelembe venni:

- állomások száma,
- állomások távolsága,
- kiszállítandó alapanyagok súlya,
- várható rendelés mennyisége.

Ezek vizsgálata után az útvonalak úgy lettek meghatározva, hogy minden kör végigjárásához szükséges idő közel azonos legyen. A 2+1-es kanban-rendszer esetén a szállítás óránként történik, 1 órás eltolással. Ez azt jelenti, hogy amit a termelés megrendel, azt 2 óra múlva kapja meg. Emiatt szükséges, hogy a termelési lokációkban mindig 2 órányi működéshez szükséges mennyiségű alapanyag, valamint félórányi biztonsági készlet legyen.

A kanban-kör két tevékenységekörből tevődik össze:

- összeszedés,

- kiszállítás.

Ezek végrehajtására 1-1 óra áll a kanbanosok rendelkezésére. Mindkét tevékenységek körön belül több résztevékenységet kell végrehajtani.

#### **4.2.1. Kiszállítás**

- Targonca összecsatolása az előkészített vontatvánnyal
- Kiszállítás: ez előzőekben összeállított vontatmánnyal történik, az előre rögzített kanban köröknek megfelelően (A, B, C, D), ezért a szállítás ideje mindig közel azonos.
- Lerakodás: amint a kanbanos eléri az adott állomást, leszáll, lepakolja a megfelelő mennyiségű ládát a megfelelő helyre, megfelelő magasságban, kanban-kártyával ellátva.
- A kiszállítást végző munkás ilyenkor szedi össze minden körben a kanban-kártyákat, amiket a termelés rak ki a gyűjtődobozba, miután felhasználtak egy ládányi alkatrészt. Ezeknek a kártyáknak a száma mutatja, hogy mennyit rendelnek, mennyit kell kiszállítani számukra a következő körben. A kártyákat egy elválasztókkal ellátott dobozban gyűjtik.
- Göngyölegkezelés: az előző körökben kiszállított alapanyagokat tartalmazó ládákat, tartókat mindig össze kell szedni, a vontatmányra pakolni, és a kör végén a meghatározott összegyűjtő területre szállítani.
- Adminisztráció: a raktárterületre visszaérve a kiszállító összeírja egy formanyomtatványon, alkatrészlistán az összeszedett kártyák számát. (melléklet) Ez jelenti a rendelést a következő körre. Végül ezeket a kártyákat tartalmazó dobozt elhelyezi a kiszállítandó anyagok összegyűjtését vezérlő csúszdában.



## 4.2.2 Összeszedés

- Az összeszedést végző munkás kiveszi a csúszda legalján lévő dobozt, amibe a termelési kanbanokat gyűjti a kiszállító, és ellenőrzi, hogy a visszaellenőrző lap ki van-e töltve.
- Ezután egy targoncával és a hozzákapcsolt vontatmánnyal összegyűjti a termelési kanbanoknak megfelelő cikkszámokat. Ennek folyamata:
  - megkeresi a termelési kanbanon lévő lokációt;
  - ellenőrzi, hogy a termelési kanbanon lévő cikkszám megegyezik-e a lokációban lévő cikkszámmal. Ha nem egyezik meg, azt jelzi a felettesének;
  - ha megegyezik, a dobozra teszi a termelési kanbant, leveszi a dobozt a lokációról, és az utánfutóra helyezi;
  - ezeket a lépéseket kell ismételnie egészen addig, míg a cikkszámából le nem vette az összes dobozt;
  - ezután megkeresi a következő cikkszám lokációját, és ugyanezeket a lépéseket hajtja végre.
- Következő lépés az összeszedett alapanyagok kikönyvelése QR beolvasó pisztoly segítségével.
- A számítógép ezután REPORT-ot (melléklet) nyomtat a kikönyvelésről, amit össze kell hasonlítani az összeírással. Ez rendkívül időigényes és nagy az emberi hiba lehetősége is.

Előfordulhat emellett még kanban-körön kívüli anyag-igénylés is. Ennek oka lehet például alapanyag hiba, kanban-kártya hiánya, vagy ha az előző műszak nem rendelt megfelelő mennyiséget. Ebben az esetben egy formanyomtatványt kell kitölteni, melyen fel kell tüntetni az alkatrész nevét, számát, az igénylő

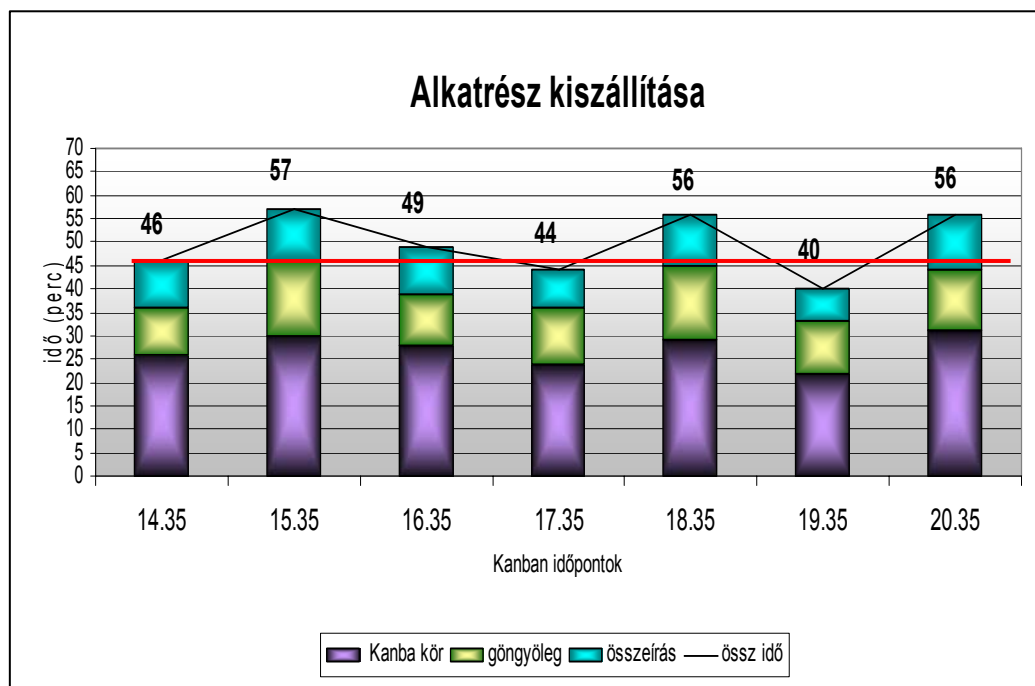
területet, az igénylő nevét, beosztását, illetve az indokot, hogy miért nem a kanban-körben történt az anyagrendelés.

### 4.3. Kanban-körök idejének csökkentése

Az előzőekben bemutatott kanban rendszer már egy sikeres köridő csökkentési folyamat eredménye. Korábban előfordult, hogy egy kanban-kör végrehajtása 120 percet vett igénybe. Első lépésként ezt sikerült jelentős mértékben csökkenteni. Az ennek megvalósításához szükséges folyamat a standard idők meghatározásával, illetve a köridők, résztvevő tevékenységek tényleges időtartamának lemérésével kezdődött.

Kiszállítás:

Először meg kellett határozni a standard időket, majd a kiszállítási tevékenység három fő résztvevő tevékenységének (alkatrész kiszállítása, göngyöleg összeszedése, valamint a kanban-kártyák összeírása) idejét több körön keresztül lemérni.



22. ábra: A kiszállítás idejének mérése

A diagramon látható piros vízszintes vonal szemlélteti a kör standard idejét. Következő lépés, ezeknek a részfolyamatoknak az átlagképzésének az elvégzése. (1. táblázat)

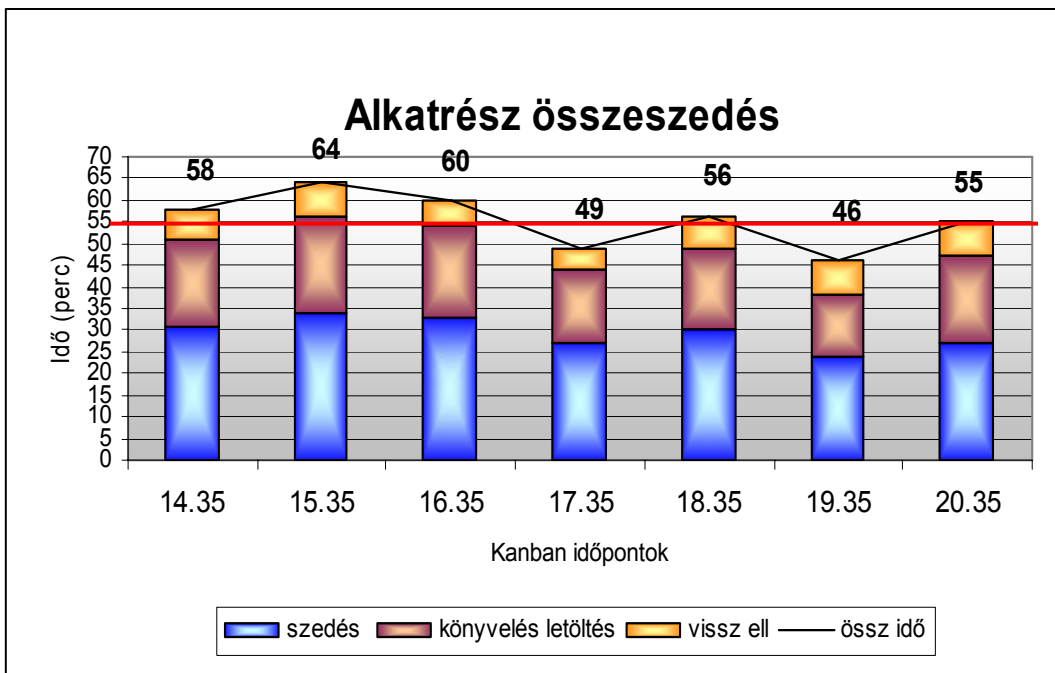
	Standard idő	Mért idő
Alkatrész kiszállítása termelési lokációkba	25 perc	30 perc
Göngyöleg összeszedése	12 perc	15 perc
Kanban-kártyák összeírása	8 perc	10 perc
Összesítve	45 perc	55 perc

1. táblázat: A kiszállítási idők összesítése

Tehát a standardként meghatározott 45 perchez képest a kiszállítás végrehajtásához átlagosan 55 percre volt szükség. Ez 10 percnyi idővesztést jelent.

Összeszedés:

Az alkatrész-összeszedés esetében szintén meghatározásra kerültek a standard-idők, majd a résztvevőknél (alkatrész-összeszedés, kikönyvelés, visszaellenőrzés) a szükséges időtartamának a mérése. (2. táblázat)



23. ábra: Az összeszedés idejének mérése

	Standard idő	Mért idő
Alkatrész összeszedése	29 perc	34 perc
Kikönyvelés	18 perc	20 perc
Visszaellenőrzés	8 perc	11 perc
Összesítve	55 perc	65 perc

2. táblázat: Az összeszedési idők összesítése

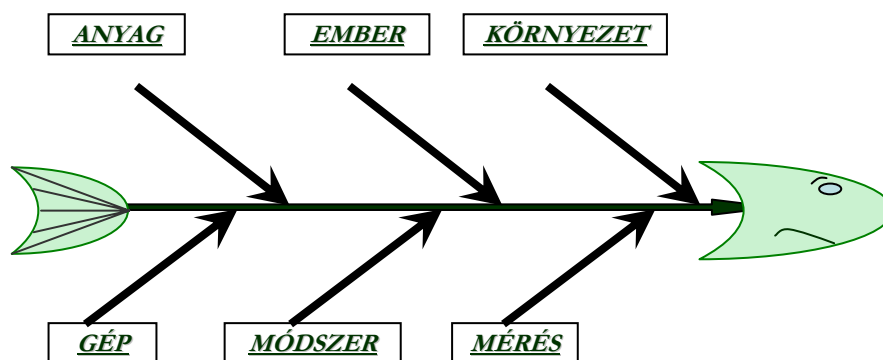
Összeszedés estén a standard idő összesen 55 percben volt meghatározva, míg a mért idő a 65 percet is elérte.

Ezen idők lemérése tehát azt mutatja, hogy a standard időhöz képest mind az összeszedés, mind a kiszállítás átlagosan 10 perccel több időt vesz igénybe. Ez az állandó időtúllépés pedig lemaradáshoz vezetett, ami miatt a körök folyamatosan késtek. Ennek következményei:

- sorleállítás,
- pontatlanság,
- FIFO borulás,
- alkatrész-borulás,
- közlekedésbiztonsági problémák.

El kellett tehát érni, hogy a kanban-kört szállító és a kanban-kört szedő is a standard idő alatt végezzen a munkájával. Ehhez a résztvevők idjeinek csökkentésére volt szükség.

Ehhez meg kellett azt vizsgálni, hogy mik azok a tényezők, amelyek az idő túllépéséhez vezetnek. Ezt Ishikawa diagram (halszájka diagram) segítségével határozzuk meg, mely egy ábratechnika a problémák ok-okozati összefüggéseinek meghatározására. 6M módszerrel készítették el, vagyis a hat legfontosabb tényezőt vesszük alapul a probléma okaként, majd ezeket bontjuk további problémaforrásokra.



24. ábra: Ishikawa diagram

Anyag (material):

- nehezen kezelhető csomagolóanyag

Ember (man):

- összekeverhető kanban-kártya
- kanban-kör összeszedési problémái
- termelési operátorok rendelési hibái

Környezet (mother nature):

- termelési lokációk rossz kialakítása
- túl messze van a könyvelő

Gép (machine):

- használaton kívüli gépek akadályt okoznak

Módszer (method):

- előnytelen alkatrész-elhelyezés
- nehezen kezelhető FIFO-jelölés
- kanban-kör összeszedés bonyolult munkautasítás alapján

Mérés (measurement):

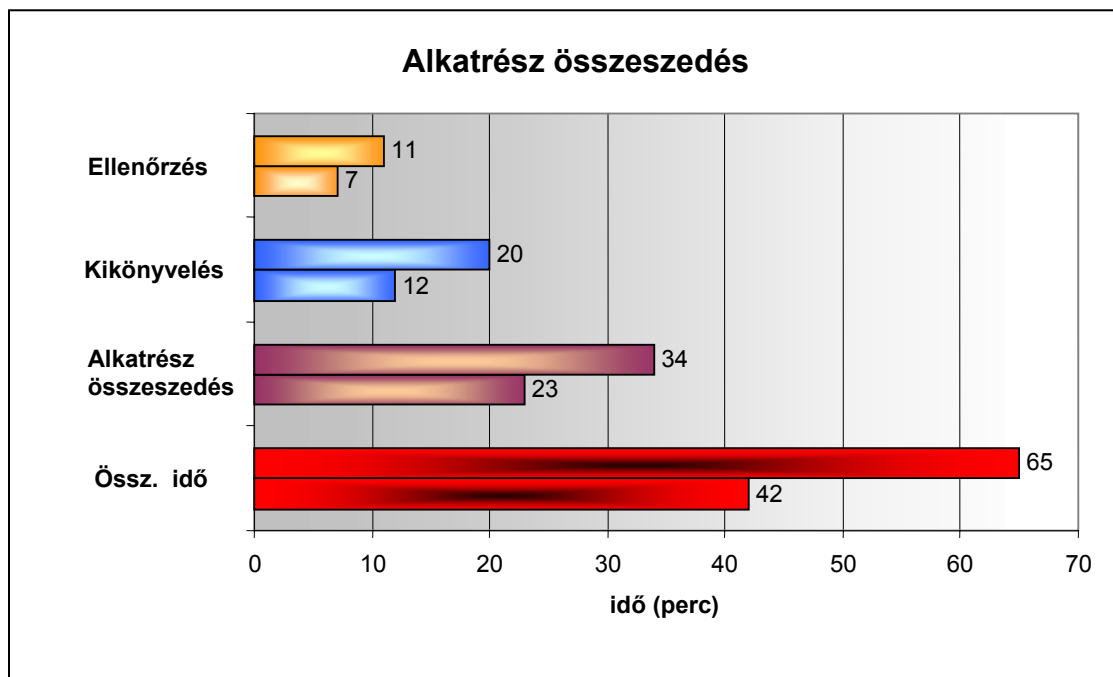
- rendszeres időnként anyagmozgatási idő mérése
- rendszeres időközönként kanban-idő mérése

Ahhoz, hogy a résztvevők idejét csökkenteni lehessen, az alábbi intézkedéseket vezették be:

- új FIFO-jelölő (mágnes a lokáció jelölés mellett, illetve UTOLSÓ tábla);
- műanyag dobozra váltás az eddig alkalmazott papír helyett, ami nem csak sérülékeny, drága;
- műanyag rakodólapok bevezetése a papír helyett;
- logikusabb alkatrész elhelyezés;

- rakodólapos rendelő kártya (raklapkanban-kártya), így dobozlokációk újratöltése is egyszerűbben nyomon követhető;
- a kiszállításra előkészített alkatrészek új helyre helyezése: ez a terület a kikönyvelő mellett kapott helyet, így a kézi beolvasó pisztolyból az adatok nagy távolság megtétele nélkül elvégezhetőek és ezután innen történhet a kiszállítás;
- ábrákkal segített munkautasítások bevezetése;
- linemar göngyöleg bevezetése;
- fém fül elhelyezése a doboz oldalára, amely a TRACE TAG csíptetésére szolgál. Ez megkönnyíti a kikönyvelést, nem kell a dobozban keresni, amit tovább nehezített, ha a dobozok egymásra voltak helyezve;
- parkolók létrehozása, így elkerülhető, hogy egy használaton kívüli gép akadályozza a munkavégzést.

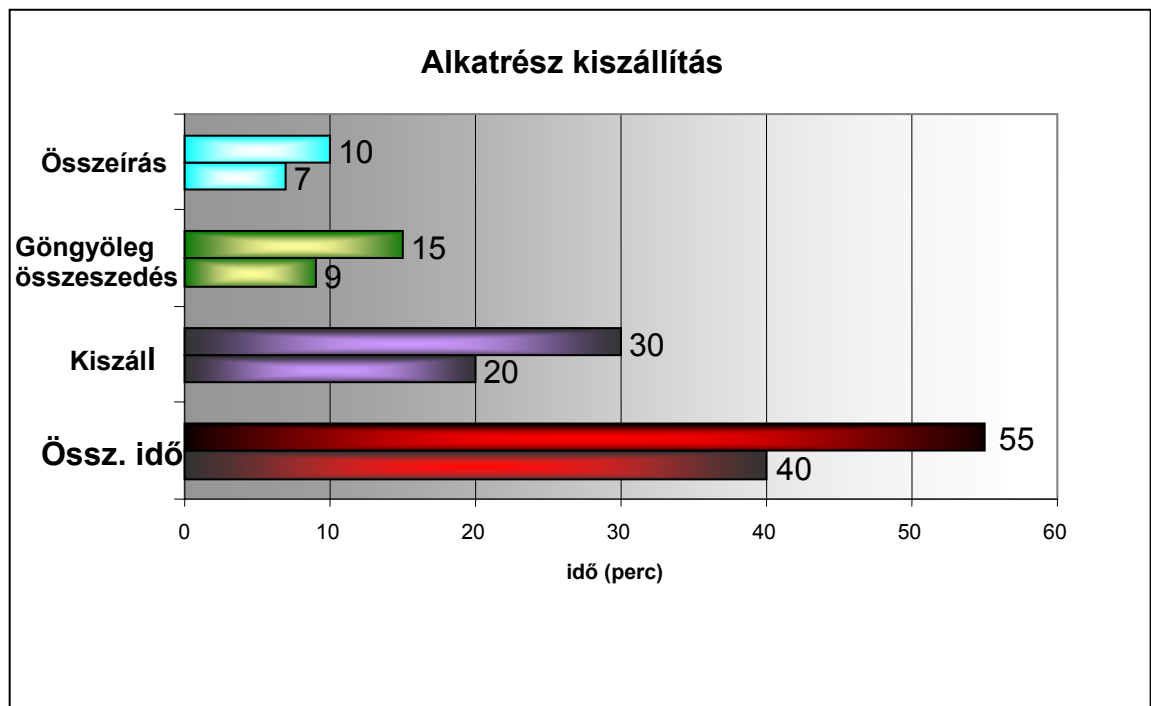
Ezen változtatások sikeresen elérték céljukat, hatásukra a köridő jelentősen csökkent, mind az összeszedés, mind a kiszállítás tekintetében.



25. ábra: Az összeszedés időcsökkentése

Az .ábrán látható diagramon a felső sáv a változtatások előtt a résztvevők idejét jelenti, míg az alsó a változtatások utáni.

Az alkatrész összeszedés összesen 23 percet javult. Az előzetesen megállapított standard időhöz képest is javult 13 percet.



26. ábra. Alkatrész kiszállítási időcsökkentése

Az .ábrán látható diagramon szintén a felső sáv a változtatások előtt a résztvevők idejét jelenti, míg az alsó a változtatások utáni.

Az alkatrész-kiszállítási ideje is csökkent, összességében 15 percet, a standard időhöz képest pedig 5 percet.

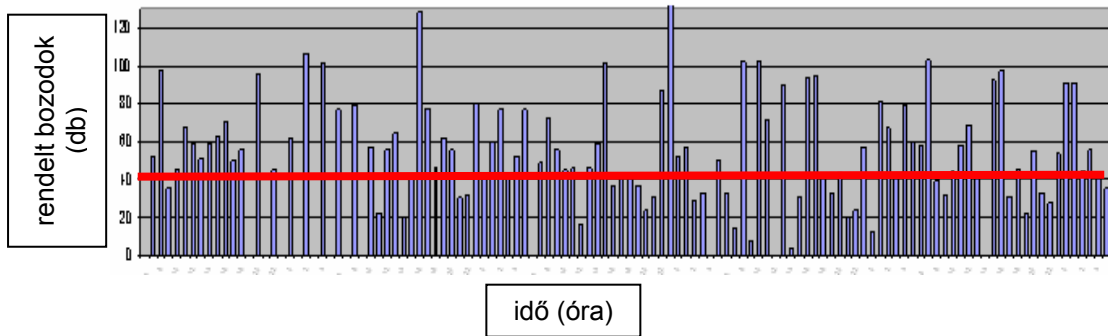
A következő lépés a termeléssel való együttműködés kialakítása volt. Egy héten keresztül mérni kellett a rendelt alkatrészek mennyiségét, melyeket diagramban ábrázolva látható (26. ábra), hogy a termelés nagyon egyenetlenül rendel, nagy a rendelések szórása. A piros vonal az átlagosan rendelt darabszám.

Ennek az okai:

- kanban-késés miatt többet rendel a termelés,
- túl nagy a termelési lokáció,

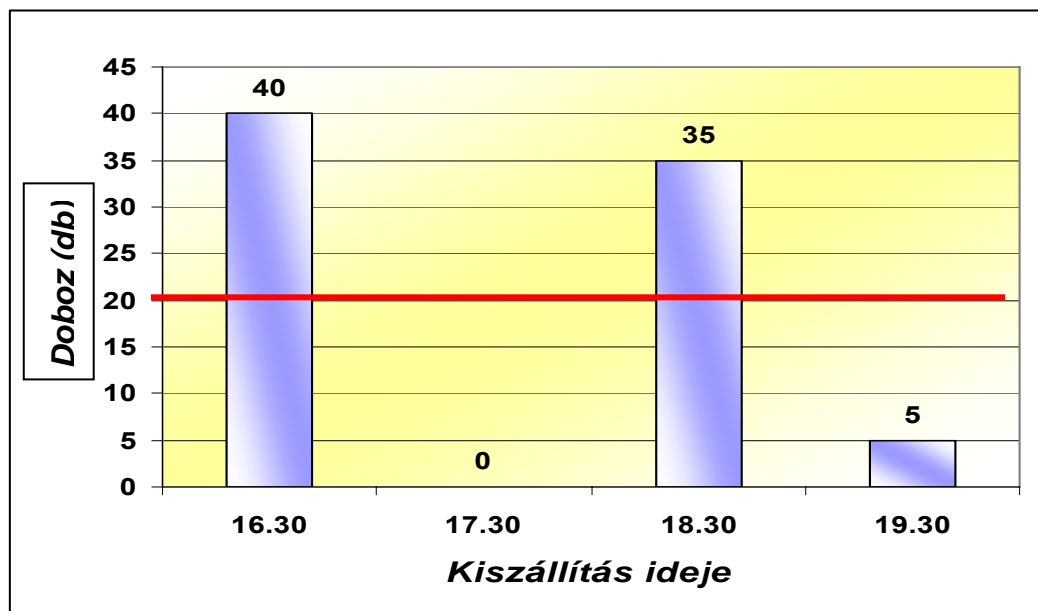


- rossz rendelési szokások,
- összekeverhető kanban-kártyák,
- nem egyenletesen leterhelt kanban-utak,
- műszakkezdés előtt kevés alkatrészt rendelnek.



27. ábra. A rendelt dobozok száma

Ezt a problémát azonban maga a logisztikai részleg képtelen egyedül megoldani, szükség volt az együttműködésre. A termeléssel, illetve a TIE-vel (Termelés Segítő Mérnökség) közösen kellett megoldást keresni. Ennek első lépése az átlag alkatrész mennyiségének és rendelésének a meghatározása.



28. ábra: A rendelések nagysága a változtatások előtt

A 28. ábrán látható hogyan alakultak a változások bevezetése előtt a rendelések 16:30 és 19:30 között. A piros vonal jelzi a normál rendelés nagyságát (20 doboz). Normál rendelés alatt értjük azt, hogy ekkora mennyiséggel látható el optimálisan a gyártás, hogy teljesítsék a kívánt előállítandó mennyiséget.

Látható, hogy 16:30-kor ennek a kétszeresét rendelték (40 doboz) és 17:30-kor nem történt rendelés. 18:30-kor szintén a normát jelentősen meghaladó rendelés (35 doboz), ezt követően pedig 19:30-kor csak 5 doboznyi rendelés érkezett. Ebből is látszik, hogy mennyire nagy az eltérés a rendelések között az egymást követő körökben.

Az alábbi beavatkozásokkal sikerült megoldani ezt a problémát:

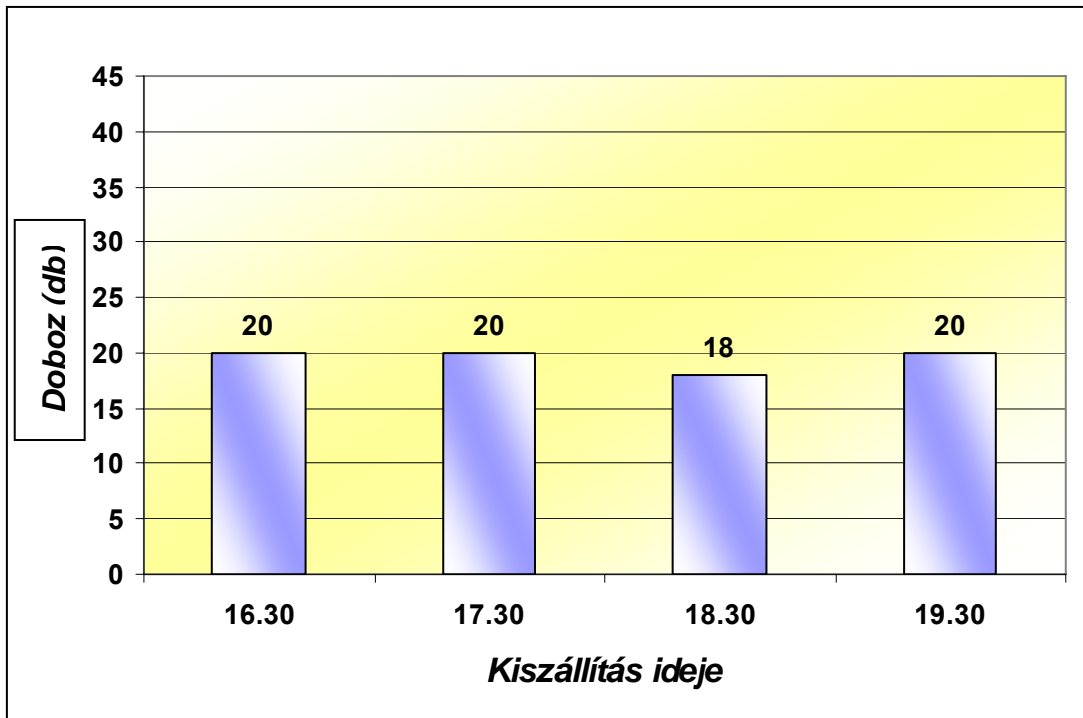
Szükség volt a termelés megrendeléseinek leszabályozására. Megoldást jelentett a kanban-kártyák számának a csökkentése, vagyis limitálták az egy időszak alatt rendelhető alkatrészek számát, valamint meg lettek szüntetve az előrendelések.

Csökkentették a termelési lokációkat is, illetve azok jelölési rendje megegyezik a raktárban használttal, azzal a különbséggel, hogy itt előfordulhat egy betű és három szám formátum is, ahol nem kell a lokáció tömböt jelölni. Ahol szükséges volt ott a helyét is módosították. Közelebb kerültek a közlekedő utakhoz, erre azért volt szükség, mert előfordult olyan, hogy a kiszállítást végző munkásnak be kellett mennie a gyártósorok közé, ami jelentős idővesztéseket okozott.

A lokációk kiosztása is megváltozott, ami szintén a kiszállítók munkáját segíti. Jobban kézre állnak, ezáltal gyorsítva a lerakodást.

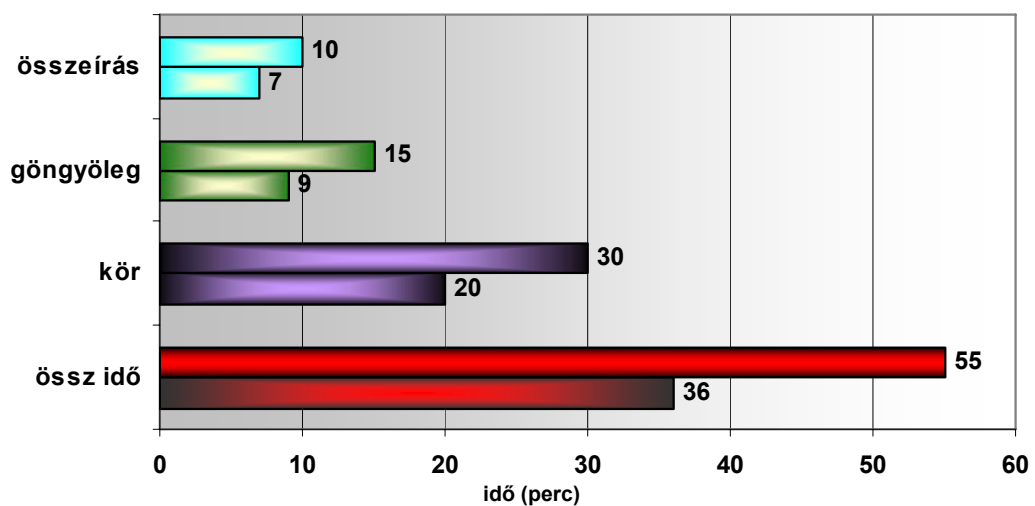
Mindezek mellett nagyon fontos volt az állandó képzés, tréning az operátoroknak, hogy rögzüljenek a folyamatok és a meghatározott módon hajtsák végre feladataikat.

A 29. ábrán látható, hogy a változtatások elérték a céljukat. A rendelések nagysága nem mutat akkora szórást mint a Kaizen előtt.



29. ábra: A rendelések nagysága a változtatások után

#### Alkatrész kiszállítása



30. ábra: Az alkatrész kiszállítás időcsökkenése II.

Az alkatrész kiszállítás ideje tehát a kezdeti állapotokhoz képest 19 perccel csökkent, a standard időnél is 9 perccel rövidebb idő alatt végre lehet hajtani a tevékenységeket.

Összegezve tehát az időcsökkentési folyamatot, nagyon sikeresnek lehet nevezni, hiszen a mért időadatok nagymértékben csökkentek. Kanban-körönként átlagosan 42 percet spóroltak, az alkatrész-rendelés 33 %-al hatékonyabbá vált. A kiszállítási tevékenység 55 percről 36 percre csökkent, az összeszedés pedig 65 percről 42 percre. A számítások alapján ezek a módosítások évi 40.000 euro megtakarítást eredményeznek.

## **5. Automatikus azonosítás bevezetése a kanban-kártyák kiváltására**

Az előző fejezetben látható volt, hogy akár jelentéktelennek tűnő változtatásokkal is lehet költségeket megtakarítani, de hosszútávon mindenképpen megtérülne az automatikus azonosítás bevezetése a kanban-kártyák kiváltására. Az általam bemutatott vállalatnál jelenleg is használnak ilyen megoldást (QR kód), ám ez csak a könyvelés segítségét szolgálja. QR kódot kap az alapanyag a beérkezéskor, ha még nem rendelkezik ezzel. Minőség-ellenőrzés után, ha szükséges a CIGMA-ban módosíthatják a kódhoz tartozó alapanyag mennyiségét a tényleges értékre. Legközelebb csak a kanban-köröknek megfelelően végzett kiszállításoknál történik QR kód beolvasás, a kikönyvelés miatt. Látható, hogy közben nem követhető, melyik árucikk hol található a raktáron belül.

A rendszer további hátránya, hogy off-line módon működik, ami azt jelenti, hogy a kézi eszköz tárolja az információt és nem valós időben történik a kommunikáció. Amikor a dolgozó végzett a feladatával csatlakoztatja az eszközt egy dokkolón keresztül a terminálhoz, ami automatikusan elvégzi az adatcserét és a módosításokat a CIGMA-ban. A jelenlegi alkalmazás nem igényelt egy drágább on-line kommunikációt, ahol az adatcsere már valós időben történik. A mai elvárások megkövetelik, hogy a kommunikáció kétirányú legyen, vagyis a kézi adatrögzítő nem csak adatok küldésére szolgál, hanem azok fogadására is a rendszer felől. On-line rendszereknél éppen ezért a vezeték nélküli átviteli módok kerültek előtérbe. Korábban jellemző volt az infravörös, illetve lézeres átvitel, manapság ezek háttérbe szorultak és átvette helyüket a rádiófrekvenciás adatátvitel. Az eszközök mikroszámítógépek, amelyek a hálózati csatolóhoz telepített adó-vevőt tartalmaznak. A mobil eszközök hozzáférési pontokon keresztül csatlakoznak a hálózathoz. A hatósugár függ az alkalmazott frekvenciától, illetve ezeknek a pontoknak a számától. Az adatátviteli sebesség nagyban függ a technológiától, de ma már elérhető 10-15Mbit/s adatátviteli sebesség is. [4.]

Jellemzők	Technológia		
	Bluetooth	Nordic ID 433 MHz	WLAN (802.11 a/b/g)
Lefedettség	Lokális (1 cella = 100m)	Lokális (1 cella = 2-400m)	Lokális (1 cella = 2-30 m)
Átviteli sebesség	Közepes (kb 1 Mbit/s)	Alacsony	Magas (kb 10 Mbit/s)
Jelterjedés	Közepes	Jó	Közepes (2,4 GHz frekvencián)
Sávszélesség	Közepes	Kicsi	Nagy
Kiépítési költség	Alacsony	Alacsony	Magas
Üzemeltetési költség	Nincs frekvencia használati díj	Nincs frekvencia használati díj	Nincs frekvencia használati díj
Biztonság	Közepes	Közepes	Magas
Egyéb	Más eszközök is csatlakoztathatóak	Csak a mobil adatgyűjtők alkalmazhatóak	Bármilyen informatikai eszköz csatlakoztatható
Alkalmazási lehetőség	Olcsó és egyszerű hálózat, főként mobil adatgyűjtős feladatokra, nincs szükség multimédiára.	Robusztus és gazdaságos hálózatot, kizárólag a mobil adatgyűjtős feladatokra, nincs szüksége multimédiára, Voip szolgáltatásokra. Nagy területet kell lefedni.	Minden informatikai eszköz egy hálózatban működik, szükséges a nagy sávszélesség, multimédiás alkalmazásokat szeretne futtatni, hálózat üzemeltetési tapasztalat szükséges. Viszonylag nem nagy területet kell lefedni.

3. táblázat: Az on-line kommunikációt megvalósító technológiák

## 5.2. Az automatikus azonosítás technológiai lehetőségei

### 5.2.1. A vonalkód bemutatása [5.] [6.]

Automatikus azonosításról, mint önálló szakterületről a '70-es évektől beszélünk, ezek a megoldások azonban még belső használatra készültek. A számítástechnikai fejlődés tette lehetővé a nagymennyiségű és gyors adatfeldolgozást. További előnye, hogy pontos, a tévedés lehetősége elenyésző.

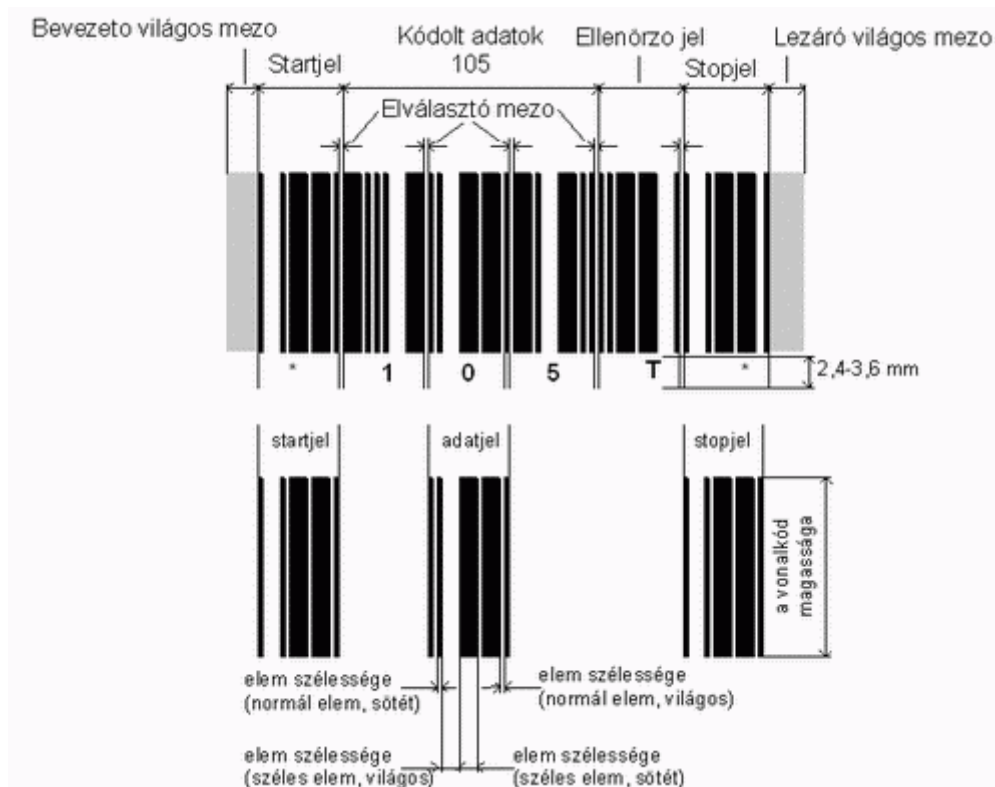
A széleskörű alkalmazhatóságát a szabványok bevezetése teszi lehetővé. Első ilyen volt az UPC (Uniform Product Code) megalakulása 1973-ban az USA-ban. 1977-ben megalakult az EAN Nemzetközi Termékszámozási Társaság. Magyarország 1984 óta tagja ennek.

A vonalkód egy optikailag érzékelhető kód, ahol fekete és fehér vonalak váltakoznak, ezzel fejezik ki az információt. Manapság a legelterjedtebb megoldás, ennek is köszönhető, hogy a legolcsóbbak egyike is. Hátrányként említhető, hogy információátviteli kapacitás korlátozott, és mivel optikai elven történik az olvasása, ezért érzékeny a sérülésre, koszolódásra, illetve közvetlen rálátás szükséges a jelre. Olvasási sebessége 1-3 másodperc.

A vonalkódokat sokféleképpen lehet csoportosítani. Például kódhosszúság, karakterkészlet, kódolás, és jelkészlet szerint. A legelterjedtebbek az 1 dimenziós kódok, az általam ismertetett vállalatnál jelenleg egy úgynevezett mátrix kódok csoportjához tartozó QR kódot alkalmaznak. *(lásd 3.2 fejezet)*

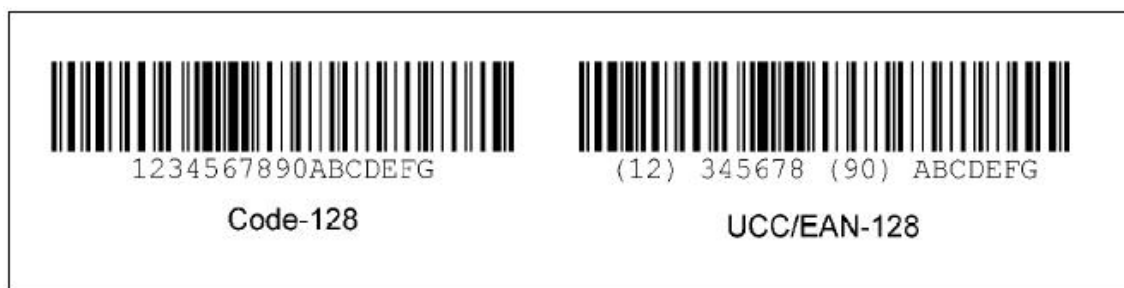
Az egy dimenziós vonalkód általános felépítése:

- bevezető mező,
- startjel,
- adathordozó rész,
- ellenőrző jel,
- stopjel,
- lezáró mező.



31. ábra: Az egydimenziós vonalkód felépítése

Külön ki szeretném emelni a Code-128 vonalkódot. Ez egy viszonylag új típus, ennek ellenére rohamosan terjed, amit az eddigi kódok előnyös tulajdonságainak együttes megléte indokol. Az igen nagy sűrűségű kódolás lehetővé teszi számos olyan alkalmazását, ahol nagy mennyiségű adatot kell viszonylag kis méreten tárolni. Nem szabványos EAN kód, de készült hozzá ennek megfelelő szabványosítás egy speciális indító karakterrel.



32. ábra: A Code-128 és EAN-128 vonalkód



A Code-128 jellemzői:

- nagy információ sűrűség,
- ASCII alfanumerikus karakterkészlet,
- folyamatos,
- önellenőrző,
- változó hosszúságú.

A legtöbb mai vonalkód önellenőrző. Legnagyobb szerepe a magas sűrűségű kódoknál van. Az önellenőrzés egyik módszere, amikor a beolvasott karakterekből valamilyen matematikai művelet eredményeképpen kapunk egy számot, amit az úgynevezett ellenőrző karakterhez (vagy karakterekhez) hasonlítva látható, hogy sérült-e a vonalkód.

*A vonalkód olvasása*

Az olvasó (szkenner) működése a visszaverődő fény szóródó sugarainak érzékelésén alapul. Fotóérzékelővel érzékeli a visszaverődő sugarakat, majd a kódot elektromos jellé alakítja, és méri a relatív szélességet a vonalaknak és a köztük lévő üres területnek. Annál biztonságosabb az olvasás, minél több fény verődik vissza a kódról.

### **5.2.2. A rádiófrekvenciás azonosítási rendszer (RFID) bemutatása** **[7.] [8.]**

Az első RFID (Radio Frequency Identification – Rádiófrekvenciás azonosítás) chip 1960-as évek végén került kereskedelmi forgalomba. Ezek úgynevezett 1 bites tag-ek, amiről a vevő csak annyit tudott eldönteni, hogy hatósugáron belül van-e, vagy sem. A komolyabb tag-ek a '70-es években jelentek meg. Ezek az eszközök a rádióegység mellett már memóriát is tartalmaztak, aminek segítségével az egyes diszkrét példányok is megkülönböztethetővé váltak. Felhasználási területe rendkívül sokszínű, járműazonosítás (autópályákon, alagutakban), szállítmányok követése, haszonállatok nyilvántartása, beléptető

rendszerek. Napjainkra az RFID az élet szinte minden területén megtalálható. Egyre több ország útlevelében található RFID azonosító, ami kiegészítő információkat tartalmaz a tulajdonosáról és egyszerűsíti a leolvasást. Az autópálya „matricákat” ugyancsak RFID technológiával érzékelik a kapuk, amikor áthaladunk rajtuk.

### *Az RFID címkék*

Az RFID címkék, más néven tag-ek két fő részből állnak. Az egyik a legfeljebb pár mm nagyságú integrált áramkör, ami általában CMOS technológiával készül. Ez tartalmazza a működéshez szükséges elektronikát és a tárolandó információt. A másik fő rész az antenna, amelynek kettős funkciója van. A tag működéséhez szükséges energiát gyűjti be, és az információt továbbítást végzi. A címkéket három fő csoportba lehet sorolni:

- passzív,
- aktív,
- fél-passzív.

### *Passzív*

Ezek a tag-ek nem tartalmaznak áramforrást. A működésükhöz szükséges energiát az adó antennája által gerjesztett mágneses térből nyeri. Teljesítménye kicsi, de ez is elegendő arra, hogy az integrált áramkört ellássa, ami ezáltal válaszjelet továbbít a saját antennája segítségével. Ezt a jelet a bejövő jel modulálásával állítja elő. A hatótávolsága pár méterig terjed, nagyban függ az alkalmazott frekvenciától, az antenna kialakításától és az adó teljesítményétől. A válaszjel általában egy egyedi azonosító, amit a chip gyártásakor égetnek bele, de léteznek olyanok is, ahol egy EEPROM tárolja az információt, így például a tag-hez kapcsolódó termék adatai dinamikusan változtathatóak. Mivel a passzív tag-ekben nincs belső áramforrás, olyan kis méretben is gyárthatóak, hogy akár egy papírlap belsejébe is elférnek. A Hitachi vállalat 2006-ban dobta piacra a világ legkisebb RFID chip-jét, ami  $150 \times 150 \mu\text{m}$  területű és  $7.5 \mu\text{m}$  vastag (antenna nélkül).

## *Aktív*

Az aktív tag-ek egy beépített elemet is tartalmaznak, aminek az élettartama a legmodernebb tag-ek esetében akár 10 év felett is lehet. A belső áramforrásnak köszönhetően a hatótávolságuk a több száz métert is elérheti, és a hibás kapcsolat esélye is sokkal kisebb, mivel lehetőség van egy „kézfogásos” kapcsolatot létesíteni az adó és a vevő között. A passzív tag-eknél ez azért nem megoldható, mert ott a kommunikáció alapja a beeső rádióhullámok kisebb módosítása és visszaverése, nem pedig egy felépített kommunikáció. A kapcsolat minősége a nagyobb antennateljesítménynek is köszönhető, így nagy csillapítású közegben (például vízben) is alkalmazhatóak. Az előnyei mellett fontos figyelembe venni, hogy a beépített elem miatt sokkal nagyobb méretűek, mint a passzív tag-ek, és a bonyolultabb szerkezet miatt nagyobb a meghibásodás esélye. A továbbított adatmennyiség is nagyságrendekkel nagyobb. Passzív esetben ez legfeljebb pár száz bit, míg az aktív tag-ek esetében nincs elméleti felső határ. A folyamatos működés miatt egy szenzorral egybeépítve megoldható egy olyan rendszer, ami folyamatosan regisztrálja a környezet adatait. Ezzel lehetőség nyílik arra, hogy ellenőrizni tudjuk egy kényes (páratartalmat, magas/alacsony hőmérsékletet rosszul tűrő) eszköz szállítási vagy tárolási körülményeit, vagy környezeti körülmények ismeretében pontosabb amortizációval tudjuk számolni.

## *Fél-passzív*

Ebben az esetben a tag tartalmaz egy integrált tápforrást, de a működése mégsem folyamatos. A tag kezdetben úgy működik, mintha passzív lenne, de az indukcióval kapott teljesítmény csak arra szolgál, hogy bekapcsolja tag-et. A hatósugár és a kommunikáció minősége sokkal jobb, mint a passzív tag-eknél, de az élettartam megnő (illetve kisebb elem esetén csökken a méret) az aktív tag-ekhez képest. A pozitívumok ára, hogy ezek a tag-ek nem alkalmasak folyamatos szenzoros megfigyelésre, vagy folyamatos követésre.

Másik lehetőség, hogy az elem csak az integrált áramkört működteti, és a kommunikáció a passzív esetben megismert visszaverődésen alapul. A CMOS integrált áramkörök alacsony fogyasztásából kifolyólag az élettartam ebben az esetben is megnő, de képes nagyobb mennyiségű adat tárolására és továbbítására.

### **5.2.3. A technológia kiválasztása**

A 4. táblázaton látható egy összehasonlítás a vonalkód és az RFID technológia között. Azért ezt a két megoldást emeltem ki a dolgozatomban, mert ezeket tartom lehetséges megoldásnak a kanban-kártyák kiváltására.

Látható, hogy az RFID számos előnnyel rendelkezik a vonalkódhoz képest. Például olvasásához nem szükséges közvetlen rálátás, környezeti hatásokkal szemben ellenállóbb, a vonalkód sérülékenyebb, érzékeny a szennyeződésre. Míg egyidőben csak egy vonalkód olvasható be, addig az RFID lehetővé teszi több tag beolvasását egyszerre. Olvasási távolság tekintetében is az RFID javára billen a mérleg. Azonban említhető egy nagy hátránya, mégpedig az ára. Egy passzív RFID tag ára 20 Ft körül van addig egy vonalkódnál csak a nyomtatás költsége merül fel. A gyártók szerint akkor terjedne el tömegesen, ha az ára 10Ft alá esne. Ilyen árszint eléréséhez azonban rendkívüli mennyiségű tag gyártása és új gyártási technológiák bevezetése szükséges. Jelenleg inkább ott alkalmazzák, ahol a vonalkóddal szemben nyújtott előnye jelentős üzleti előnyt jelent. Elemzők szerint az RFID nem fogja leváltani a vonalkódot az elkövetkező 10-20 évben. A vonalkód kiemelkedő abban, hogy alapvető azonosítási lehetőségeket kínál a legalacsonyabb lehetséges áron (tinta ára). Az RFID nagyobb funkcionalitást kínál, de ezt magasabb áron nyújtja. Ezért döntöttem úgy, hogy a vonalkódos rendszer bevezetése elegendő arra, hogy kiváltsa a kanban-kártyákat.

Jellemzők		Technológia	
		Vonalkód	RFID
Ár/db	(aktív)	5-10 Ft	>500 Ft
	(passzív)		20-30 Ft
Biztonság	(szoftver)	saját kódolás	forgó kód (drágább típusoknál)
	(hardver)	nincs	nincs
Lehet passzívan olvasni?		igen	igen
Olvasás alatt rögzített?		igen	igen
Olvasási távolság		10m	100m
Közvetlen rálátás olvasásnál		igen	nem
Újrairhatóság ciklusa		10-100 ezer	-
Típusa		digitális - fény - digitális	digitális - RF - digitális
Környezet		Adatvesztés lehetséges, ha koszolódik, ill. sérül a felület	Elektromágneses impulzusra érzékeny.
Adatvesztés védelme		korlátozott hibavizsgálat	korlátozott hibavizsgálat
Tárolási kapacitás		kicsi	nagy
Egyéb		Egyszerre egy vonalkód olvasható	Több tag olvasása lehetséges egyidőben
		Információ tartalma nem módosítható	Információ tartalma módosítható

4. táblázat: A vonalkód és RFID összehasonlítása

## **6. Megoldási javaslat kidolgozása a vonalkódos azonosítás bevezetésére**

A rendszer kidolgozása során az alábbi szempontokat vettem figyelembe:

- folyamatok,
- szoftver,
- hardver.

Elsőként szükséges meghatározni milyen módosítások szükségesek, hogy az eddigi rendszert kiváltsuk. Ezzel párhuzamosan felmerülnek olyan kérdések, hogy ezeket milyen módon lehet beiktatni a termelésirányítási rendszerbe. Végül, hogy a megvalósítások milyen fizikai eszközöket igényelnek.

### **6.1. Az árufogadó téri műveletek módosítása**

Az ide beérkezett alapanyagok egy része már TRACE TAG-el érkezik, mely tartalmazza a QR kódot is, a másik része pedig nem. Mind a már – a beszállító által – azonosítóval ellátott, mind pedig a még jelöletlen csomagolási egység esetében szükséges egy vonalkódos címke nyomtatása. A vonalkód típus választása az EAN-128-ra esett, mivel számos előnye van más típusokkal szemben. *(lásd 5.2.1 fejezet)* A későbbiekben természetesen lehetőség nyílik arra, hogy ez az azonosítási mód bevezetésre kerüljön az általam vizsgált vállalat beszállítóinál is. Ez is időmegtakarítást jelentene.

Ahhoz természetesen, hogy vonalkódot lehessen nyomtatni, rendelkezni kell megfelelő adatbázissal, ahol minden árucikk paraméterei rendelkezésre állnak. Erre alkalmasnak találok egy SQL-alapú rendszert, ami hozzákapcsolható a már meglévő CIGMA-hoz, ami ilyen jellegű adatok tárolására nem alkalmas. A nyomtatott vonalkóddal bekönyvelésre kerül az áru az említett rendszerbe. Ekkor az alábbi főbb információkkal rendelkezik:

- cikkszám,
- csomagolási egység mennyisége,

- csomagolás módja,
- beszállítás időpontja,
- lokáció.

A lokáció jelen esetben az, hogy az árufogadó téren tartózkodik. Ez nagyon fontos, mivel a későbbiekben is minden lokáció, illetve terület külön azonosítóval lesz ellátva, ezáltal pontosan nyomon lehet követni, hogy melyik árucikk hol tartózkodik éppen. Az eddigi rendszer alkalmazásával ez nem volt megoldható, csak bizonyos helyeken, ahol történt QR kód alapján ki-, illetve bekönyvelés.

## **6.2. A minőség-ellenőrzés műveleteinek módosítása**

Beszállítás, illetve a mennyiségi ellenőrzés után az anyagok a minőség-ellenőrzésre érkeznek. Fontos, hogy a targoncák is el legyenek látva egyedi vonalkódos azonosítóval. Az átvétel módja, hogy leolvassák a saját, ez esetben a targonca azonosítóját, majd az átvett árukét.

A minőség-ellenőrzés területén található munkaállomások is el vannak látva egyedi azonosítóval. Amikor megérkezik az áru, és lerakodják, leolvassák a munkaállomás vonalkódját és ezután beolvassák, mely áruk ellenőrzését végzik el. Ezáltal összekapcsolásra kerül a lokációkód és az áru azonosítója, így valósul meg a nyomon követés. Alapszabálynak tekinthető, hogy egy cikkszámhoz mindig kapcsolva van egy lokáció kód is, legyen az egy munkaállomás, szállítóeszköz, vagy tároló rekesz.

Eddig a minőség-ellenőrzés után zöld becséttel látták el az azonosító címkét, hogy megfelelt az áru. Ez megszüntetésre kerülne, helyette az adatbázisban az alábbi új információk tárolása lenne szükséges:

- megfelelt-e az árucikk,
- ellenőrzés időpontja,
- lokáció.

Ha az áru megfelelt, a folyamat következő tagja látja ezt, és megkezdődhet a betárolás, vagy az átcsomagolás. Ennek „szétosztása” a csomagolás módja alapján történne.

### **6.3. Az átcsomagolási terület műveleteinek módosítása**

Ez a terület is kapna egyedi vonalkódos azonosítót, amikor ide érkezik az áru, akkor a megszokott módon leolvasásra kerül a lokáció kódja és az átcsomagolásra váró alapanyag kódja. Átcsomagolás után új címke nyomtatása szükséges az új csomagolási egységnek megfelelően. Ezután kezdődhet meg a betárolás, amiről a minőség-ellenőrzésnek megfelelően egy rekord jelezne, hogy elkészült az átcsomagolás.

### **6.4. Betárolás**

Miután a stock-in team tagjai értesítést kapnak a rendszertől, hogy befejeződött a minősége-ellenőrzés – vagy ha szükséges volt az átcsomagolás – megkezdődhet a betárolás. A tárolás történhet rakodólapos egység-akományok formájában, vagy különböző dobozokban a box lokációkban. A rakodólapos tárolásnál minden rekesz egyedi vonalkódos azonosítót kap. Mivel az állványokban egymás fölött helyezkednek el a rekeszek és a második polcot már kézi olvasóval nem, vagy csak bizonytalanul lehet leolvasni, ezért az egy oszlopban található rekeszek azonosítóit a legalsó polcon kell elhelyezni. Erre példa a 33. ábrán látható. Jelen esetben „0” jelöli a lokáció magasságát, ami a padló szintjének felel meg. Ez egyébként megtalálható a „hagyományos” kódjában is, mégpedig az első „0” jelenti. A lehetséges emberi hiba kiküszöbölése miatt szükséges kiemelten szerepeltetni.





33. ábra: Az állványos lokáció jelölése

## Irodalomjegyzék

- [1.] Chikán Attila – Demeter Krisztina: Az értékteremtő folyamatok menedzsmentje (2003)
- [2.] Liker, K. Jeffrey: A Toyota-módszer - 14 vállalatirányítási alapelv (2008)
- [3.] <http://www.denso-wave.com>
- [4.] <http://www.elektrodinamika.hu>
- [5.] <http://www.vonalkod.net>
- [6.] <http://www.gs1hu.org>
- [7.] <http://terinformatika-online.hu/>
- [8.] <http://www.vonalkodcentrum.hu>