

KANBAN-RENDSZER TERVEZÉSE RELOWISA-KALKULÁCIÓ HASZNÁLATÁVAL

Drahos Dorina

MSc hallgató, Miskolci Egyetem, Logisztikai Intézet
3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: ddorina.me@gmail.com

Absztrakt:

Egy termelővállalat legfontosabb célja a vevő minden igényének a kiszolgálása, ami akkor lehetséges, ha folyamatosan rendelkezésre áll megfelelő mennyiségű késztermék. Azonban a vállalat szempontjából a magas készlet nem jelent optimális megoldást, hiszen rengeteg költséggel jár. A kanban rendszer segít a termelési rendszer folyamatos fejlesztésében, mégpedig oly módon, hogy alkalmazásával megakadályozhatjuk a túltermelést és a készlethiányt egyaránt, miközben a szükségtelen folyamatközi készleteket is csökkenthetjük. Ahhoz, hogy termelésünket a kanban rendszer használatával vezérelni tudjuk, a legapróbb részletekig ismernünk kell a működését.

Kulcsszavak: kanban, Relowisa-kalkuláció, folyamatos fejlődés, termeléstervezés

Abstract:

The most important goal of a manufacturing company is fulfilling all needs of its customers, which is only possible, if an adequate quantity of finished products is available at all times. However, from the company's perspective, having a huge stock does not mean an optimal solution, for it comes with a lot of expenses. The kanban system helps in the continuous improvement of the production system, namely in a way, that by its application we can prevent the overproduction and the supply shortages as well, while we can reduce the unnecessary in-process stocks. In order to control our production using kanban, we need to know how it works down to the smallest detail.

Keywords: kanban, Relowisa calculation, continuous improvement, production planning

1. Bevezetés

A kanban rendszer segít a termelési rendszer folyamatos fejlesztésében, mégpedig oly módon, hogy alkalmazásával megakadályozhatjuk a túltermelést és a készlethiányt egyaránt, miközben a szükségtelen folyamatközi készleteket is csökkenthetjük.

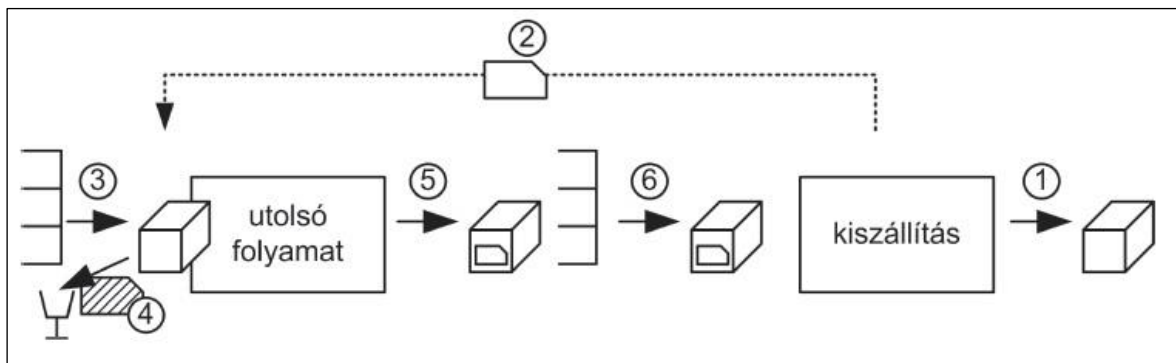
A kanban rendszer működésének megértéséhez szükséges egy másik fogalom megismerése. Ez a fogalom a Just-in-Time vagy röviden JIT, ami annyit jelent: éppen időben. A JIT célja a termelési átfutási idők csökkentése, a vevői igényekre való rugalmas reagálás elősegítése, de főként azt jelenti, hogy a szükséges terméket, a szükséges mennyiségben, a szükséges időben kell gyártani és mozgatni. A kanban rendszer teszi lehetővé, hogy meg tudjuk valósítani a JIT elvű termelést.

A kanban rendszer kanban kártyák segítségével működik. A kártyán lévő információk pontosan megmutatják, hogy miből mennyit kell gyártani vagy mozgatni. A kártya általában egy egységnyi termékhez tartozik, így a kanban azt jelenti, hogy ezt a mennyiséget kell átszállítani az előző folyamattól vagy ezt a mennyiséget kell gyártania a folyamatnak [1].

2. A kanban rendszer

A kanban rendszer egyik legnagyobb előnye, hogy húzó rendszert tesz lehetővé. Ennél a módszernél a klasszikus toló rendszerrel ellentétben a folyamat az utána következő folyamat igényeinek kielégítésére dolgozik, mint ahogy az előző folyamat is a mi megrendelésünk reagál. Ez annyit jelent leegyszerűsítve, hogy a következő folyamat által elfogyasztott mennyiséget kell pótolnunk, nem pedig mindentől függetlenül folyamatos készletnövelésre törekszünk. A rendszer megfelelő működéséhez elengedhetetlen, hogy pontosan ismerjük a folyamatot és tudjuk mekkora minimumkészletet szükséges tárolni két művelet között, amelyhez szükséges lesz majd a kanban-számítás [2].

A húzó rendszer miatt a folyamatot a vevőtől kiindulva kell értelmeznünk (1. ábra). A vevőhöz elindul egy termék a kiszállításra várók közül (1), ezért a doboz folyamaton belüli kanban kártyája visszakérül az utolsó folyamat elejére (2), így tudják, hogy gyártaniuk kell a kiszállított típusból egy újabb készterméket. A gyártás megkezdéséhez elvesznek egy félkész terméket az anyagtárolóról (3) és az azon lévő folyamatok közötti kártyát kihelyezik a kanban postahelyre (4). A félkész termékből készterméket gyártanak, ráhelyezik a kiszállításról visszaérkezett kártyát (5), a dobozt pedig elhelyezik a kimenő anyagtárolóra. Az utolsó folyamattól egy logisztikus átvviszi a várakozó készterméket a kiszállításra (6) [1].



1. ábra: Kanban rendszer működése [1]

A rendszer annál stabilabb, minél kevesebb anyag tartozik egy kanban kártyához. A lehető leggyakrabban kell gyűjteni a kártyákat és végrehajtani a hozzájuk kapcsolódó feladatokat. A kártyák számát előre pontosan definiálni kell, a kártyák mennyiségét folyamatosan csökkenteni kell a folyamat fejlesztése érdekében, amennyire csak lehetséges. A termelési mennyiségek ingadozását a lehető legjobban ki kell egyenlíteni.

A kanban rendszer egyik legjelentősebb hátránya, hogy mivel a feltöltő rendszer működtetésére szolgál, a várható igény pontos ismerete alapján lehet csak megtervezni a szükséges folyamatok közötti készletnagyságokat. Minden alkalommal, amikor nagyobb változás áll be, újra kell számolni a kártyák számát.

Ha az igény folyamatosan ingadozik, nem lehet úgy meghatározni a kártyák mennyiségét, hogy hatékonyan vezéreljék a gyártást és az anyagáramlást. Ha a kereslet ingadozása $\pm 10\%$ alatt van, akkor speciális késztermékkészlet létrehozásával még hatékonyan működtethető a rendszer, ennél nagyobb eltérés viszont nem lehetséges [3].

3. Kanban mennyiségek meghatározásának módszere

A kanban rendszer megfelelő működéséhez előre meg kell határoznunk, hogy mennyi kártyára van szükségünk. Általában annyira, amennyit a következő folyamat felvesz, amíg a gyártósor pótolja az első kanban kártyát. Például, ha a következő folyamatnak percenként van szüksége egy kanbannak megfelelő mennyiségű anyagra, a mi folyamatunk átfutási ideje pedig 3 perc, tehát 3 perc alatt tudja pótolni a kanbant, akkor 3+1 kártyára van szükség, hiszen mire a 4. egységet is leveszi, a soron elkészült egy újabb egység, így a következő levételnél nem lesz üres a tároló. Természetesen a gyakorlatban nem ilyen egyszerű a számolás, hiszen történhetnek fennakadások [4].

A kanban kalkulációnak számos formája létezik a szakirodalomban, nevezetesen a Shingo és a Monden által javasoltak. Shingo véleménye szerint a kanbanok számának meghatározása ugyanolyan fontos, mint maga a termelési rendszer fejlesztése a kanban kártyák számának minimalizálása érdekében, ehhez az alábbi egyszerűbb képletet használja [5]:

$$K = \frac{Q + \alpha}{n} \quad (1)$$

ahol:

- K – kanban kártyák száma;
- Q – egy tárolási egységben található termékek mennyisége;
- α – minimális biztonsági készlet;
- n – egy raklapon szállítható termékek mennyisége.

Monden valamivel részletesebb kalkulációs módszert javasol [6]:

$$K = \frac{d(te+tf)}{c} (1 + \beta) \quad (2)$$

ahol:

- K – kanban kártyák száma;
- d – vevői igény a tervezett időszakban;
- te – várakozási idő a termelés szükségességének meghatározásától a tényleges indulásig;
- tf – egy kanbanhoz tartozó termék gyártási ideje;
- c – tárolóegység kapacitása;
- β – biztonsági tényező (általában 15% körüli).

A Boschban a Bosch Production System (BPS) felel a Lean eszközök bevezetéséért, ahogy a kanban rendszerért is. A BPS a gyártás programozását két lépésben hajtja végre, először egy éves terv készül, majd egy havi lebontású. Ezen tervek képezik a napi termelési programozás alapját, az ezzel kapcsolatos információkat a kanban rendszer kezeli a kártyák segítségével. A húzó-elven működő kanban rendszer lehetővé teszi, hogy az előző folyamat csak annyi terméket állítson elő, amire a következő folyamatnak szüksége van, ezzel a termelés tervezés szükségtelenné válik és elkerüljük a túlermelést.

A Bosch-nál a rendszer alapját a tárolóedényekhez csatolt kártyák adják. A beérkezett alapanyagokat a standard tárolókba helyezik és milkrunok segítségével juttatják el a gyártósorokhoz, a

kanban kártyákat a tárolókhoz csatolják az azonosítás miatt. Bizonyos gyártósorok kanban táblával is rendelkeznek, itt vannak meghatározva a termékekhez kapcsolódó tételek és a gyártástervezés szabályai. A BPS számára így csakugyan fontos volt a megfelelő kanban számítási módszer megtalálása, amely figyelembe tudja venni a változó vevői igényeket, a termékek feldolgozási idejét és a folyamatok közötti várakozási időket, így megalkották a Relowisa-kalkulációt [7].

4. Kanban számítás a gyakorlatban

A Relowisa-kalkuláció az egyik legrészletesebb számítási módszer a kanban kártyák számának meghatározásához, nevét a tényezőkből eredően kapta [8]:

$$K = RE + LO + WI + SA \quad (3)$$

ahol:

- K – kanban kártyák száma (Number of Kanban);
- RE – újrabeszerzési idő lefedése (Replenishment time coverage);
- LO – tételképzés miatt szükséges kártyák száma (Lot time coverage);
- WI – vevői lehívás csúcsainak lefedése (Withdrawal peak coverage);
- SA – biztonsági idő lefedése (Safety time coverage).

4.1. RE - Újrabeszerzési idő lefedésének számítása

Lefedi az újrabeszerzési időn belüli vevői lehívásokat. Feltételezzük, hogy a vevő a vevői ütemidőnek megfelelően végzi tevékenységét. Az újrabeszerzési idő számításának menete [8]:

$$RE = \frac{RT_{Loop}}{TT_{cikkszám} \cdot NPK} = \frac{RT_{Loop} \cdot PR}{POT \cdot NPK} \quad (4)$$

$$TT_{cikkszám} = \frac{POT}{PR} \quad (5)$$

ahol:

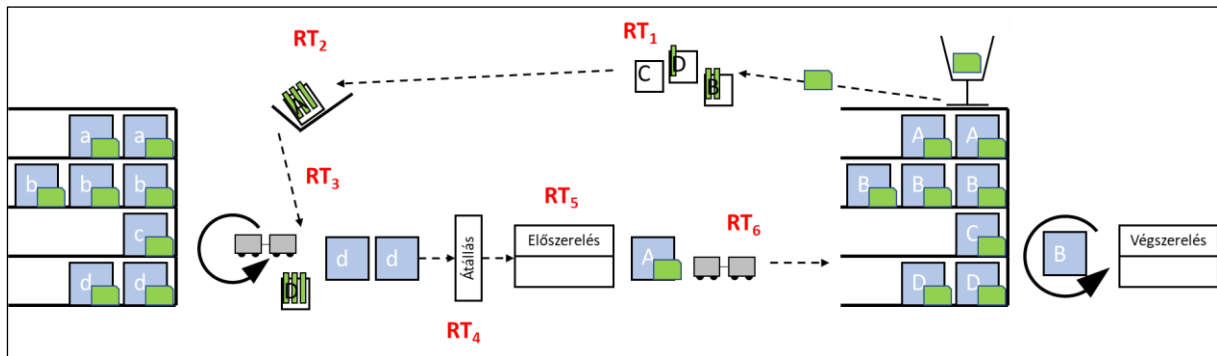
- RT_{Loop} – teljes újrabeszerzési idő;
- $TT_{cikkszám}$ – vevői ütemidő;
- NPK – kanban kártyán lévő termékek száma;
- POT – tervezett ütemidő;
- PR – vevői igény.

A számítás egyik leginkább kritikus pontja az RT_{Loop} kiszámítása, ugyanis sok tényezőtől áll, így nehéz előre pontosan megbecsülni.

$$RT_{Loop} = RT_1 + RT_2 + RT_3 + RT_4 + RT_5 + RT_6 \quad (6)$$

ahol:

- RT_1 – szupermarketből a kanban csúszdára kerülésének ideje (összegyűjtési idő nélkül);
- RT_2 – kanban csúszdán töltött várakozás ideje;
- RT_3 – anyag előkészítés ideje (Milkrun);
- RT_4 – átállási idő veszteség;
- RT_5 – egy kanban kártyához tartozó anyag gyártási időszükséglete;
- RT_6 – szupermarketbe szállítás ideje.



2. ábra: RTLoop ábrázolása [saját szerkesztés]

4.2.LO – Tételképzés miatt szükséges kártyák számának meghatározása

Ez a mutatószám fejezi ki, mennyi kanban kártyára van szükségünk, ha nem szeretnénk a tételképzés miatt megnövelni az újrabeszerzési időt [8]:

$$LO = \frac{LS}{NPK} - 1 \quad (7)$$

ahol:

- LS – tétel nagyság;
- NPK – kanban kártyán lévő termékek száma.

4.3. WI – Vevői lehívás csúcsainak a lefedése

Azokra az újrabeszerzési időn belüli vevői lehívási csúcsok lefedésére jött létre [8], melyeket az RE és LO faktorokkal még nem fedtünk le. Ha WI negatív eredményt hoz, akkor 0-nak vesszük.

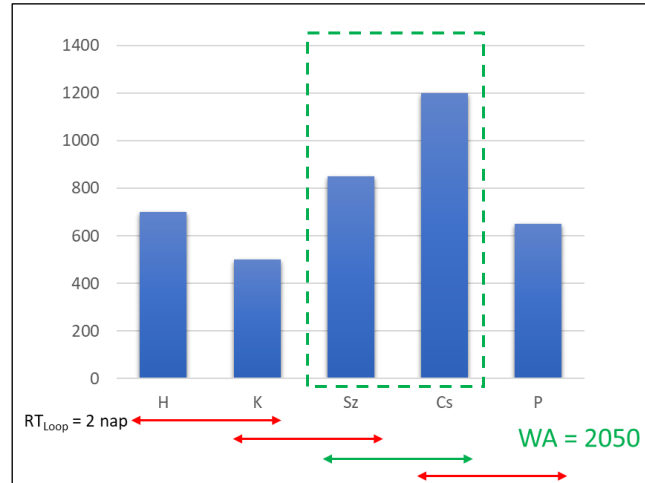
$$WI = \frac{WA}{NPK} - RE - LO \quad (8)$$

ahol:

- RE – újrabeszerzési idő lefedés;
- LO – tételképzés miatt szükséges kártyák száma;
- NPK – kanban kártyán lévő termékek száma;

- WA – visszavonási összeg: RT_{Loop} -on belüli alkatrészszámra vonatkozó ügyféligény maximális tervezett összesített kifizetési mennyisége.

A WA tényező meghatározását a 3. ábra szemlélteti.



3. ábra: WA tényező bemutatása [saját szerkesztés]

4.4. SA – Biztonsági idő lefedése

Az SA egy kiegészítő kanban mennyiség [8], melyre a nem tervezett ingadozások, instabilitások lefedése miatt van szükség.

$$SA = SA_1 + SA_2 + SA_3 \quad (9)$$

ahol:

- SA_1 – folyamat ingadozások miatt az újrabeszerzési idő változásainak kompenzálására;
- SA_2 – nem tervezett vevői igény ingadozások miatt;
- SA_3 – kiegészítő biztonsági készlet.

A szükséges információk a múlt tapasztalatai és elemzései alapján állnak elő.

SA₁: Mennyivel kell több vevői megrendelést teljesítenünk a valamilyen okból meghosszabbodott újrabeszerzési idő alatt?

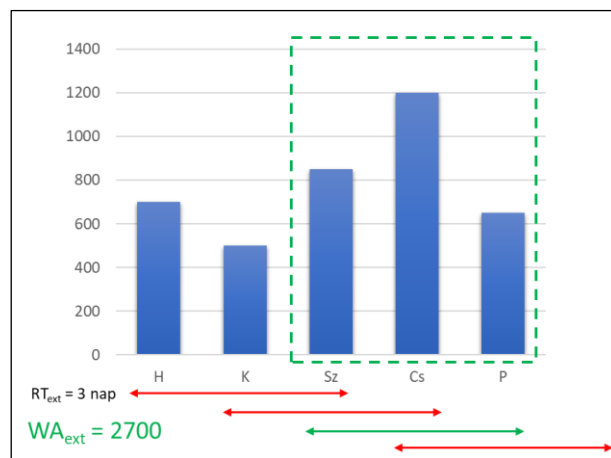
$$SA_1 = \frac{WA_{ext} - WA}{NPK} + \frac{WA * QL}{NPK} \quad (10)$$

$$RT_{ext} = RT_{Loop} + LD \quad (11)$$

ahol:

- WA_{ext} – visszavonási összeg RT_{ext} -en belül;
- RT_{ext} – meghosszabbított teljes újraberzerzési idő;
- LD – leghosszabb állásidő;
- WA – visszavonási összeg RT_{Loop} -on belül;
- NPK – kanban kártyán lévő termékek száma;
- QL – minőségi veszteségek.

A WA_{ext} tényező meghatározását a 4. ábra szemlélteti.



4. ábra: WA_{ext} tényező bemutatása [saját szerkesztés]

SA₂: A múltbéli tapasztalatok alapján várható vevői ingadozások miatt megnövekedhet az újraberzerzési időn belüli maximum lehívás [8].

$$SA_2 = \frac{WA}{NPK} * C \quad (12)$$

ahol:

- WA – visszavonási összeg RT_{Loop} -on belül;
- NPK – kanban kártyán lévő termékek száma;
- C – vevői bizonytalanság.

SA₃: Mértékének meghatározására nincs egyértelmű képlet, mindig az aktuális helyzettől függ. Ha szükségünk van rá, az azt is jelenti, hogy nem ismerjük teljes mértékig a rendelés teljesítési folyamatunkat, egyéb esetben az összes biztonsági készletet le kell tudni fedni az **SA₁** és **SA₂** faktorokkal.

5. Példa a Relowisa-kalkuláció alkalmazására

A kalkulációt megelőzi a folyamataink alapos, részletes feltérképezése, hiszen ismernünk kell minden mozzanatot ahhoz, hogy megfelelő számokkal tudjunk dolgozni és a végeredményünk a valóságot tükrözze. A fent felsorolt tényezők közül az alábbiakat lehet kiszámítani:

- a) K; RE; LO; WI; SA;
- b) RT_{Loop} ; $TT_{cikkszám}$; SA_1 ; SA_2 ; RT_{ext} .

Ezek számításához viszont ismernünk kell az alábbi tényezőket:

NPK; POT; PR; RT_1 ; RT_2 ; RT_3 ; RT_4 ; RT_5 ; RT_6 ; LS; WA; WA_{ext} ; QL; LD; C.

Jól látható a tényezők számából, hogy ez nem egy rövid kalkuláció, de fiktív adatokkal bemutatom a működését. Úgy gondolom egy ekkora számításhoz érdemes használnunk a technikai lehetőségeket, így én egy Excel táblázatot készítettem ehhez, amibe könnyedén fel tudjuk vinni az adatainkat és akár később frissíteni is tudjuk őket. Az itt bemutatott példában teljesen véletlenszerű adatok szerepelnek, csupán a módszer működésének szemléltetése volt a cél (1. táblázat).

1. táblázat: Relowisa-kalkuláció – számításhoz szükséges adatok. [saját excel táblázat]

Tényező	Tényező neve magyarul	Mértékegység	Adat
NPK	Kanban kártyán lévő termékek száma	db/kanban	100
POT	Tervezett ütemidő	min	1200
PR	Vevői igény	db	1000
RT_1	Szupermarketből a kanban csúszdára kerülés ideje	min	60
RT_2	Kanban csúszdán töltött várakozás ideje	min	120
RT_3	Anyag előkészítés ideje (Milkrun)	min	10
RT_4	Átállási idő veszteség	min	5
RT_5	Egy kanban kártyához tartozó anyag gyártási idősüksége	min	240
RT_6	Szupermarketbe szállítás ideje	min	20
LS	Tétel nagyság	db	1150
WA	Visszavonási összeg RT_{Loop} -on belül	db	720
WA_{ext}	Visszavonási összeg RT_{ext} -en belül	db	1005
QL	Mínőségi veszteségek	%	0,0005
LD	Leghosszabb állásidő	min	180
C	Vevői bizonytalanság	%	0,05

2. táblázat: Relowisa-kalkuláció – számított tényezők [saját excel táblázat]

Tényező	Tényező neve magyarul	Mértékegység	Adat
K	Kanban kártyák száma	kanban	17,505
RE	Újrabeszerzési idő lefedése	kanban	3,792
LO	Tételképzés miatt szükséges kártyák száma	kanban	10,5
WI	Vevői lehívás csúcsainak lefedése	kanban	0
SA	Biztonsági idő lefedése	kanban	3,214
RT _{Loop}	Teljes újrabeszerzési idő	min	455
TT _{cikkszám}	Vevői ütemidő	min/db	1,2
SA ₁	Folyamat ingadozások miatti újrabeszerzési idő vált. kompenzálása	db	2,854
SA ₂	Nem tervezett vevői igény ingadozások kompenzálása	db	0,36
SA ₃	Kiegészítő biztonsági készlet	db	-
RT _{ext}	Meghosszabbodott teljes újrabeszerzési idő	min	635

A táblázatban szerepel a tényezők neve magyarul is, de ez az oszlop könnyedén eltüntethető, tapasztalt szemek a rövidítésekből is pontosan tudják, milyen adatot látnak. A legfontosabb tényezőket kékkel színeztem, közvetlenül alattuk sorakoztatva zölddel a meghatározásukhoz szükséges adatokat, ezen adatok megkapásához szükséges információkat sárga színnel jelöltem, majd külön táblázatban foglaltam össze a főszámítást. Természetesen a számokból és képletekből adódóan a kapott végeredményünk nem feltétlenül lesz egész szám, ilyenkor érdemes felfelé kerekíteni a kanban kártyák számát a biztonság kedvéért, és csak akkor csökkenteni, amikor már hosszabb ideje teljesen stabilnak találjuk a folyamatot.

6. Összegzés

A kanban rendszer bevezetésének számos előnye lehet egy termelővállalat életében, így mindenképp érdemes megfontolni használatát, ha van rá lehetőségünk. Bár elsöre riasztó lehet az ezzel járó munka mennyisége, de a stabil rendszer gördülékenyen és sokkal hatékonyabban működik, mint egy termelési tervvel irányított gyártás és a tervezési idő is jelentősen csökken általa. A rendszer működtetése már nem igényel jelentős támogatást amennyiben megfelelően végeztük a logisztikai folyamataink vizsgálatát. Természetesen, ha változás lép fel, akkor újra kell kalkulálnunk a kanbank számát és minimális közbelépésre is szükség van a kártyák mennyiségének csökkentésénél vagy növelésénél, de ez már nem igényel több emberes csapatot.

7. Köszönetnyilvánítás

A cikkben ismertetett kutató munka az EFOP-3.6.1-16-2016-00011 jelű „Fiatalodó és Megújuló Egyetem – Innovatív Tudásváros – a Miskolci Egyetem intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztése” projekt részeként – a Széchenyi 2020 keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Felhasznált irodalom

- [1] Kosztolányi J., Schwahofer G.: *Zsebedben a Lean sorozat*, Kaizen Pro Kft., 2012.
- [2] Kosztolányi J., Schwahofer G.: *Útmutató a lean gyakorlati alkalmazásához*, Kaizen Pro Kft., 2016.
- [3] Womack, J.P., Jones, D.T.: *Lean szemlélet*, HVG Kiadó, 2009.
- [4] The Productivity Press Development Team: *Kanban a gyakorlatban*, Budapest, Kvalikon Kft., 2011.
- [5] Shingo, S.: *A study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering viewpoint*, Productivity Press, 1989.
- [6] Monden, Y.: *Toyota Production System: An integrated approach to Just-In-Time*, Industrial Engineering and Management Press, 1993.
- [7] Varela, M.L.R., Salgado, P.: *Kanban sharing and optimization in Bosch Production System*, <https://www.academia.edu/26724514/> Letöltve: 2020.06.12.
- [8] Giridhar, M.P., Rajkumar, G., Kalmadi, S.J.: *A Survey on Implementation of Kanban Concepts using Relowisa for High Pressure Assembly in CBx Pumps at Bosch Limited, Bangalore*, International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology 2019, 8(5):4796-4800. <https://doi.org/10.15680/IJIRSET.2019.080500>