

# Autóipari termelő vállalat gyártási folyamatának optimalizálása lean eszközökkel

## Optimization of automotive industry's manufacturing process with lean tools

A. NYÁRÁDI<sup>1</sup>, B. KOCSI<sup>2</sup>, I. TORNYOS<sup>3</sup>, I. BUDAI<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Debreceni Egyetem, nyaradianita@gmail.com

<sup>2</sup>Debreceni Egyetem, kocsi.balazs@inf.unideb.hu

<sup>3</sup>Autóipari cégnél gyártásvezető, ii.tornynos@gmail.com

<sup>4</sup>Debreceni Egyetem, budai.istvan@eng.unideb.hu

*Absztrakt: A lean szemléletű gyártás jelentős szerepet játszik az ipari környezetben, eszközeit napi tevékenységként használják az autóiparban árcsökkentés és termelékenység javítása céljából. A kutatásomban részt vevő nyugat-dunántúli autóipari termelő vállalat detektált problémáinak megoldására kitűzött célok elérése érdekében lean eszközöket alkalmaztam, amelyekkel a folyamat teljes átfutási költségének csökkenését kívánjuk elérni. Ennek eléréséhez műszakcsökkentést tűztünk ki célul, amely által emberi erőforrás- és előállítási költség megtakarítás válik lehetővé, csökkenve a teljes folyamat átfutási költségét. A műszakcsökkentést a gépek teljes körű hatékonyságának (OEE) növelésével kívánjuk elérni, amely érték növeléséhez a veszteségek minimum 50%-os csökkentése szükséges. Ezt a célt az 5s módszer bevezetésével, Poka-yoke használatával valamint az 5s fejlesztés harmadik lépésénél bevezetett karbantartásokkal kívánunk elérni.*

*Abstract: Lean plays important role in industrial environment. Automotive industries use lean tools in order to reduce cost and improve productivity. To achieve the company's objectives and solve the detected problems I also used lean tools. By using lean tools we want to decrease total process cost (TPC). In order to achieve this target, the three-shift production has to reduce in two-shift production, which result decrease in the human resource costs and production costs. In order to reduce shifts we have to increase overall equipment efficiency (OEE) and eliminate minimum 50% of wastes by implementing 5s methodology, using Poka-yoke and scheduled maintenance.*

## Bevezetés

A mai ipari környezetben a vállalatok jelentős kihívással néznek szembe az optimális gyártási folyamat megteremtését illetően, amely elérése érdekében különböző eszközöket felhasználva folyamatos fejlesztéseket hajtanak végre, hogy fenntartsák versenyképességüket és ezzel elvárt nyereséget előállítsanak. A vizsgálatom alapját képező nyugat-dunántúli vállalat is hasonló problémával küzd, gyártási folyamatának hatékonysága nem megfelelő, ezért a folyamat optimalizálása szükséges.

A vizsgált vállalat autóipari alkatrészek gyártásával foglalkozik, a gyár stancolás, préselés, robot-, pont-, ellenállás-, dróthegeesztés, dróthajlítás, KTL festés folyamatokra specializálódott. Stratégiája, hogy széles körű megoldást nyújtson a vevői követelmények kielégítésére, előtérbe helyezi a termékek és szolgáltatások minőségét, a hibamentes gyártásra törekszik. Emellett fontos szempont a vállalat számára a környezetszennyezés minimálisra redukálása. A probléma megoldására alkalmazott lean eszközök hozzájárulnak a vállalt stratégiájához, mivel kutatások bizonyítják pozitív hatásukat a környezetre és megteremtik a pazarlásmentes folyamatot, megbízhatóbb, jobb minőséget eredményeznek.

A vállalatnál detektál probléma, hogy egy kiválasztott termék esetén előzetes becslések szerint a termelési költség 15%-al magasabb, ezért a termék gyártási területén fejlesztéseket hajtunk végre. A területen kartámaszok gyártása folyik, ahol a gyártási költséget úgy kívánjuk csökkenteni, hogy növeljük a kapacitást, ezáltal az emberi erőforrás ráfordítás és az előállítási költség csökken.

A gyártási folyamat vizsgálata során két kérdésre keresem a választ: a kiválasztott területen a fejlesztések műszakcsökkenést és teljes folyamat átfutási költségcsökkenését eredményeznek-e?

Kérdés	Feltételezés
<b>K1:</b> Előállítható-e 1200 db kartámasz egy hét alatt, három műszakos termelés helyett, két műszakos termelésben a folyamat fejlesztésével?	<b>F1:</b> 1200 db kartámasz egy hét alatt két műszakos termelésben előállítható a folyamat fejlesztésével.
<b>K2:</b> Csökkenthető-e a lean eszközök bevezetésével a kartámasz gyártási folyamat teljes átfutási költsége?	<b>F2:</b> A lean eszközök bevezetésével a kartámasz gyártási folyamat költség és erőforrás hatékonysága nő.

1. táblázat: Kutatási kérdések és feltételezések.

## 1. FOLYAMATFEJLESZTÉS NYUGATI FELFOGÁSSAL

### 1.1. Lean filozófia

A japán Toyota Termelési Rendszer (TPS) a nyugati világban lean szemléletként terjedt el, tulajdonképpen a lean nem más, mint a TPS adaptálása a nyugati kultúra hátteréhez [1][2].

A lean kifejezést 1988-ban publikálta először John Krafcik, majd átfogóan James Womack és Daniel Jones munkásságából ismerte meg a világ [1]. A lean szó jelentése „karcsú”, „vékony”. De minek és miben is kell karcsúnak lennie? A termelésnek, a folyamatoknak, az egész szervezetnek kell karcsúnak lennie, ami azt jelenti, hogy meg kell szüntetni a veszteségeket, hogy a vállalat az erőforrásaival jobban tudjon gazdálkodni és a vevői igényekre rugalmasabban tudjon válaszolni [2].

James P. Womack és Daniel T. Jones 1996-ban megjelent Lean Thinking című könyvében öt alapelvet fogalmazott meg a vállalati struktúra kialakítására, amelyek a következők:

- **Érték (Value):** a vállalat által nyújtott azon értékek azonosítása, amelyek a vevő szemszögéből értéket teremtenek. A vevőkkel folytatott párbeszéd során definiálni kell azokat az értékeket, amelyek kielégítik az igényeiket a megfelelő áron, a megfelelő helyen, a megfelelő időpontban, a megfelelő minőségben és a megfelelő mennyiségben. Ezzel azonosíthatóak a vevői igényt kielégítő értékteremtő lépések. Minden más tevékenység, ami a közvetlen értékteremtést nem szolgálja, tehát a vevő nem hajlandó fizetni érte az pazarlás vagy veszteség, japánul muda [3-5].
- **Értékfolyamat (Value Stream):** a termék értékfolyamatának és áramlásának elemzése az ellátási láncban. Az értékáram elemzés eszköze egy folyamattérkép (Value Stream Mapping-VSM), amely az anyag- és információáramlás ábrázolására szolgál. A VSM célja az értékfolyamatok kiszűrése a hatékonyság növelése érdekében. Az értékfolyamat ábrázolásánál a gyártási folyamatokat, üzleti folyamatokat, anyagáramlást, információáramlást, vevői igényeket, beszállítókat különböző szimbólumokkal jelöljük, ami az átlátható termelés vizualizálását szolgálja. Az értékáram elemzésénél három fajta tevékenységet különböztetünk meg:
  - értékteremtő
  - szükséges, de nem értékteremtő
  - pazarlás [3-5].
- **Áramlás (Flow):** A folyamatok, a szervezet átalakítása az érték szabad áramlása érdekében. A vevői igények változásával folyamatosan áramoltatni kell az információt, az anyagot és az embereket. A folytonos, megszakítás nélküli értékáram a gyártásközi készletek csökkenését eredményez [3-5].
- **Húzóelv (Pull):** a vevő igénye ütemezi a termelést, azt gyártják, amit a vevő megrendel. A vevő húzza (pull) a terméket, tehát az ő igényei alapján működik a termelés, ezért figyelembe kell venni milyen átfutási időt, milyen terméket és milyen gyakran igényel a vevő. A felesleges raktárkészlet megszűnésével csak annyi erőforrás van, amennyi a vevői igény kielégítéséhez szükséges [3-5].
- **Tökéletesítés (Perfection):** A veszteségek folyamatos felderítésével és megszüntetésével tökéletesíthetjük a folyamatot. A tökéletesítésre azért van szükség, mert az első négy elv megvalósítása után újabb rejtett veszteségek bukkanhatnak fel, az áramlás akadályokba ütközhet, mindig lesz újabb módja az értékek pontosabb meghatározásának valamint az áramlás és húzórendszer javításának. A folyamatos fejlődés érdekében Kaizen tevékenységeket kell alkalmazni [3-5].

## 1.2. Lean veszteségek

Kutatásom során azonosítottam és felmértem a veszteségeket, ezért ismertetem azokat. A haszontalan munka három típusát különböztetjük meg: a muda, mura, muri veszteségeket, amit 3MU-nak szoktak nevezni [6].

- **Muda:** veszteség vagy pazarlás. Minden olyan folyamat, amely nem teremt értéket, amelyért a vevő nem hajlandó fizetni veszteségnek számít. A folyamatok elmeinek jelentős része nem teremt értéket, ezeket meg kell szüntetni. A szükséges, de nem értékteremtő folyamatoknál pedig arra kell törekedni, hogy a belőlük származó veszteséget minimalizáljuk [6]. A muda 7 veszteségfajtájának Taiichi Ohno által azonosított veszteségek felelnek meg. A 7+1 veszteség a következő: túltermelés, várakozás, felesleges szállítás, túlfeldolgozás, túl sok készlet, felesleges mozgás, selejt, munkatársak kihasználatlan kreativitása [7].
- **Muri:** a munkatársak vagy a gépek túlterhelését jelenti. A munkatársak esetében biztonsági és minőségi problémákhoz vezet, ami a gépeket illeti pedig meghibásodást és hibás termékeket eredményez [7].

- Mura: egyenetlenséget, kiegyensúlyozatlanságot jelent. A termelési rendszerekben előfordul, hogy több munka keletkezik, mint amivel meg tudnak birkózni a gépek és az emberek, máskor pedig túl kevés a munka. Az ingadozó termelési volumen és a rendszertelen termelési ütem egyenetlenséget okoz. A muda és muri felszámolásához nélkülözhetetlen a mura kiküszöbölése [7].

### 1.3. Kaizen folyamatfejlesztés

A Kaizen a folyamatos fejlődés filozófiája, amely alapján mindig a még jobbra és a még nagyobb hatékonyságra kell törekedni, soha nem szabad megelégedni az eddig elért eredményekkel. Fő célja a veszteségek felszámolása, amelyekre különböző eszközöket és akciókat alkalmaz a problémák összetettségétől függően. Az akciócsoportok három fajtája a következő [8][9]:

- Kis Kaizen: a dolgozók fejlesztési ötleteinek felhasználása.
- Közép Kaizen: csoport szerveződik egy kiválasztott gép, gépcsoport, terület fejlesztésére, amelyet egy intenzív időszak alatt hatékonyabbá tesznek. A csoport oktatást kap a Kaizen-hét menetéről, majd megvizsgálják a területet, fejlesztési javaslatokat dolgoznak ki és megvalósítják a fejlesztéseket, majd prezentációt készítenek az eredményekről.
- Nagy Kaizen: olyan problémák megszüntetésére alkalmazzuk, amelyek szaktudást igényelnek, valamint veszteségforrások visszaszorítására. Nagyobb intervallumú folyamat, akár évekig is eltarthat. A következő 12 lépésből áll: téma kiválasztása, csoport tagjainak kiválasztása, veszteségek jellegének meghatározása, elvárt szint és jelen állapot meghatározása, probléma jellemzése, cél meghatározása, időterv készítése, problémaelemzés, dokumentálás, eredmények ellenőrzése, kiterjesztés és jövőbeli lépések meghatározása [8].

### 1.4. A3 jelentés

A folyamatfejlesztés során, A3 jelentéssel követem végig a fejlesztés alakulását, valamint az eredmények kommunikálásának is megfelelő eszköze. Továbbá a megbeszélések alapját képezi, ugyanis strukturáltan összefoglalja és megmutatja, azt hogy a fejlesztésben hol tartunk, hova szeretnénk elérni és ehhez milyen lépések szükségesek.

Az A3 jelentés a nemzetközi szabványnak megfelelő 297x420mm méretű A3-as papírlapról kapta a nevét. A Toyota fejlesztette ki ezt a módszert, amely lehetővé teszi a vállalat problémájának összefoglalását egy papírlapon. Az A3 szemlélet közös logikát követ, ami lehetővé teszi, hogy a vállalat dolgozói egy szemüvegen át lássák a problémát. Szabványosított történetmesélésnek is nevezik, mert közérthető formában közli a tényeket, az elemei időrendi sorrendben következnek, ok-okozati sorban követik egymást [10].

Az A3 jelentésnek többféle típusa létezik, mint a javaslattétel, problémamegoldás, állapotjelentés [6]. Az A3 sablonnak nincs fix formája, a vállalat sajátos igényeihez kell kialakítani. Az A3 jellegzetes elemei a következők:

- Cím – a probléma, téma vagy ügy megnevezése.
- Gazda/dátum – az ügy „gazdájának” neve és a legutóbbi változat kelte.
- Háttér – a probléma üzleti kontextusának és jelentőségének meghatározása.
- Jelenlegi helyzet – a probléma jelenleg ismerhető tényeinek, adatainak leírása.

- Célok – a kívánt eredmény meghatározása.
- Elemzés – a jelen helyzetnek és a céltól való távolsága okainak elemzése.
- Javasolt ellenintézkedések – a problémakezelésre, a távolságot áthidaló vagy célirányos javító intézkedésekre/ellenintézkedésekre tett javaslatok.
- Terv – a cél érdekében teendőket, a felelősök nevét, a végrehajtás helyét és idejét tartalmazó akcióterv.
- Nyomon követés – utólagos ellenőrzési/tanulási folyamat kijelölése, a fennmaradó ügyek előrejelzése [10].

## 1.5. 5s módszer

Az 5s a leggyakrabban alkalmazott technika a gyártási szektorban, a legjobban ismert módszer a folyamatok javítására. Annak ellenére, hogy csak az 1990-es évektől létezik, a legelterjedtebb termelékenységszempontú fejlesztési eszköz. Kutatások bizonyítják, hogy az iparágak többsége az 5s-t, mint egyik legjobb lean eszközt alkalmazza, hogy fenntartsák a gyártási rendszer rugalmasságát [11].

Az 5s elnevezés a következő öt japán szóból ered: seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke [12].

- Seiri: az első lépés, a válogatás során eltávolítunk minden olyan tételt a területről, amely nem szükséges a folyamatban lévő gyártási műveletekhez [8][12].
- Seiton: a második lépés a rendszerezés, amely során kategorizálni kell a munkaterületen maradt tételleket használati módjuk, gyakoriságuk, súlyuk, méreteik alapján és ezek szerint kell meghatározni helyüket [8][12].
- Seiso: a harmadik lépés a takarítás, amely során a teljes munkaterületet meg kell tisztítani annak érdekében, hogy a berendezések hibái észrevehetőek legyenek, a lerakódások és elkoszolódások okozta problémák megszűnjenek és a tiszta, rendezett munkaterületnek köszönhetően egy jobb munkamorál lépjen életbe [8][12].
- Seiketsu: negyedik lépés a szabványosítás, amely az 5s első három lépésében elért eredmények stabilizálása, a további fejlődés alapjainak biztosítása [8][12].
- Shitsuke: ötödik lépés a fenntartás/fejlesztés, amely az 5s vállalati kultúrába történő mélyebb beültetése, és ez által az 5s által elért eredmények továbbvitele, kiterjesztése [8][12].

## 1.6. OEE

A Teljeskörű Hatékony Karbantartás nem egy klasszikus lean eszköz, de filozófiája és felépítése támogatja a lean módszert és egyszerűen implementálható a fejlesztés struktúrájába. A kutatásban az állapot elemzésére a TPM egyik klasszikus mérőszámával (OEE) kibővített kapacitáselemzést készítettem, ezért bemutatásra kerül ez az eljárás.

A TPM a termelési folyamatokat az OEE (Overall Equipment Efficiency) mérőszámmal méri, amely megmutatja, hogy egy gép annak a termékmennyiségnek hány százalékát termeli meg, amire képes lenne optimális esetben. Ez az érték soha nem haladhatja meg a 100%-ot [8].

A berendezések teljes hatékonyságát három tényező határozza meg [8]:

$$OEE = A \times P \times Q \quad (1)$$

ahol,

A= rendelkezésre állás vagy készenléti idő,

$$A = \frac{\text{előírt üzemidő} - \text{állásidő}}{\text{előírt üzemidő}} \times 100 \quad (2)$$

P = teljesítőképesség,

$$P = \frac{\text{tényleges termelés}}{\text{maximális termelés}} \times 100 \quad (3)$$

Q = minőség,

$$Q = \frac{\text{tényleges termelés} - \text{selejt}}{\text{tényleges termelés}} \times 100 \quad (4)$$

## 2. ELEMZÉS MÓDSZERE

Az elemzés módszerénél a Kaizen fejlesztés lépéseit alkalmaztuk, amelyet A3 jelentéssel követtük végig. Az első lépés a terület kiválasztása volt, amelynek háttérét tartalmazza az A3 jelentés. A probléma okainak feltárásában az Ishikawa-diagram volt segítségemre. A terület azonosítását követően a jelenlegi helyzet veszteségeinek felfedezését és mérését veszteségvadászati módszerrel végeztem, amely során spagetti diagrammal szemléltettem a kartámasz gyártási területen az anyagok áramlását, a veszteségekre és selejtekre vonatkozó adatokat Pareto-diagram segítségével rangsoroltam, hogy megmutatkozzon a leglényegesebb hiba, amely a kiváltó okok 20%-át jelenti. Ez a 20% okozza a problémák 80%-át, ezért ennek megszüntetése szükséges.

A gépek kapacitásának elemzését az OEE mutatóval kibővített kapacitáselemzéssel végeztem el, majd a folyamat teljes átfutási költségét vizsgáltam. A jelen állapotban meghatározott problémákra javító intézkedéseket tettünk, amely az 5s bevezetése, Poka-yoke alkalmazása és a karbantartás megfelelő ütemezése az 5s módszer harmadik lépésénél bevezetve. A javító intézkedések végrehajtása után elvégeztem a javított folyamat kapacitás elemzését a fejlesztett OEE mutatóval kibővített kapacitáselemzéssel. Majd a fejlesztett állapot által létrehozott új folyamat teljes átfutási költségének változását vizsgáltam.

### 3. KUTATÁS EREDMÉNYE

A gépek teljes rendelkezésre állásának javítására tett javító intézkedések által elért eredményeket a lenti táblázat mutatja.

	Alap állapot		Fejlesztett állapot	
	1-es gép	2-es gép	1-es gép	2-es gép
A (%)	74,05	74,05	87,89	87,89
P (%)	62,18	68,18	75,62	81,82
Q (%)	98,4	90,8	98,68	95
OEE (%)	45,3	45,84	65,59	68,32
Qt (db)	3015	2640	2010	1760
Qe (db)	1365	1210	1318	1202

2. táblázat: OEE értékkel kibővített kapacitás elemzés változása.

A jelen állapothoz képest a gépek rendelkezésre állása 74,05%-ról 87,89%-ra nőtt a fejlesztett állapotban, amely a veszteségvadászat módszerénél detektált veszteségek csökkentésére tett javító intézkedések eredménye. A veszteségidők csökkentésével csökkent az állásidő, ezáltal nőtt a rendelkezésre állás.

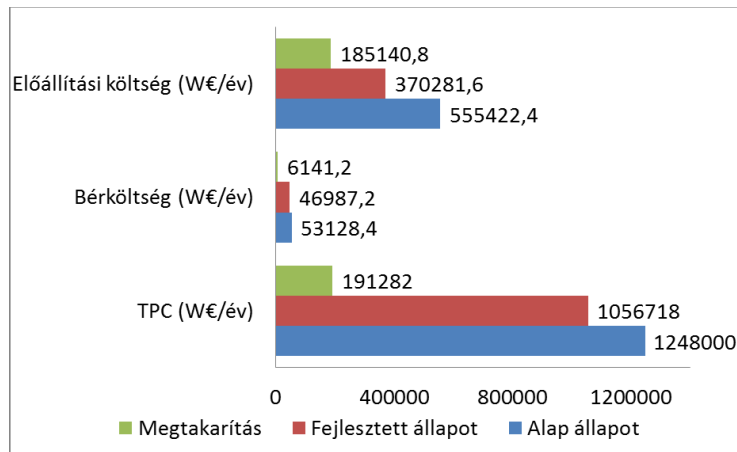
A teljesítő képesség az 1-es gép esetén 62,18%-ról 75,62%-ra emelkedett, a 2-es gép esetén 68,18%-ról 81,82%-ra. A fejlesztésekkel 3730 másodpercet spóroltunk meg, amelyet termelésre fordítottunk, így az 1-es termékből 27 db-al, 2-es termékből 24 db-al tudnak többet legyártani műszakonként.

A minőséget a 2-es gép esetén 90,8%-ról 95%-ra sikerült javítani azáltal, hogy a 2-es terméknél az egytengelyűsége alkalmazott Poka-Yoke módszerrel az egytengelyűség hiba bekövetkezésének valószínűségét 0-ra csökkentettük.

Az OEE érték az 1-es gép esetén 45,3%-ról 65,59%-ra, 2-es gép esetén 45,84%-ról 68,32%-ra növekedett az A, P, Q tényezők javulásának hatására. Az OEE értékek javítására kitűzött célt sikerült elérni.

Az 1. ábrán a költségek változása látható a fejlesztések hatására éves szintre kivetítve. A pénzürtékben megadott adatokat a vállalati adatok védelme érdekében egy általam meghatározott matematikai művelettel torzítom, az átváltás eredményeképp kapott összeget W€ néven fejezem ki.

Egy termék ára anyag-, bér- és előállítási költségből épül fel. A termék árának 55%-a az anyagköltséget képezi, a fennmaradt 45% a gyártási költség, amely a bérköltséget és az előállítási költséget tartalmazza. A bérköltség a gyártási költség 8%-át képezi, a fennmaradó összeg pedig az előállítási költséget.



1. ábra: Költségek változása a fejlesztések hatására.

Az 1. ábrán jól látható, hogy a 3. műszak megszüntetésével az előállítási költség 33%-al csökken, ami 185140,8W€ megtakarítást jelent, emellett a bérköltség 11,56%-os csökkenésével a vállalat 6141,2W€ takarít meg. A teljes folyamat költség 15,3%-al csökken, ami éves szinten 191282 W€ megtakarítást jelent megszüntetve a becsült 15%-os többlet termelési költséget.

A kutatási kérdéseim és feltételezéseim a fent leírtak alapján megválaszolható, miszerint:

**K1:** Előállítható-e 1200 db kartámasz egy hét alatt három műszakos termelés helyett két műszakos termelésben a folyamat fejlesztésével? Ehhez tartozó feltételezés: **F1:** A folyamat fejlesztésével 1200 db kartámasz egy hét alatt két műszakos termelésben előállítható. **F1**-et igazoltam, ezáltal **K1**-re adott válasz: **IGEN**.

**K2:** Csökkenthető-e a lean eszközök bevezetésével a kartámasz gyártási folyamat teljes átfutási költsége? Ehhez tartozó feltételezés: **F2:** A lean eszközök bevezetésével a kartámasz gyártási folyamat költség és erőforrás hatékonysága nő. **F2**-t is igazoltam, ezáltal **K2**-re adott válasz is **IGEN**.

## Hivatkozások

- [1] Berényi László, A Toyota-módszer hatása a minőségmenedzsmentre, Miskolci Egyetem Vezetéstudományi Intézet, Miskolc, 2015.
- [2] Kotter Edwin, A Lean útján haladva, A következő 10 év meghatározó filozófiája, Magyar Minőség, 2007, 10. szám, 3-6.
- [3] Womack, P. James – Jones, T. Daniel, Lean szemlélet, HVG Kiadó Zrt., Budapest, 2009, 22-34.
- [4] Husi Géza, A lean alapú termelés kialakításának lépései, Debreceni Műszaki Közlemények, 2007, 2 szám, 60-71.
- [5] Losonci Dávid, Bevezetés a lean menedzsmentbe – a lean stratégiai alapjai, Műhelytanulmány, 119. szám, 2010, 5-18.



- [6] Kosztolányi J. – Schwahofer G., Lean szótár, hetedik kiadás, KAIZEN PRO Kft., Budapest, 2015, 11-23.
- [7] Liker, K. Jeffrey, A Toyota-módszer, 14 vállalatirányítási alapelv, HVG Kiadó Zrt., Budapest, 2008, 51-59, 147-150, 307-313.
- [8] Péczely Gy. – Péczely Cs. – Péczely Gy., Lean 3, Termelékenységfejlesztés egységes rendszerben, A.A. Stádium Diagnosztikai és Menedzsment Kft, 2009, 82-109, 141-143; 157-183; 292-295, 454, 589-601.
- [9] Brunet, A. P. – New, S., Kaizen in Japan: an empirical study, International Journal of Operations & Production Management, Vol. 23 No. 12, 2003, 1426-1429.
- [10] Shook, J., Vezesd a tanulást, LEI Magyarországi Egyesülete, Budapest, 2012, 7-16.
- [11] Arunagiri, P. – Gnanavelbabu, A., Identification of High Impact Lean Production Tools in Automobile Industries using Weighted Average Method, Procedia Engineering, Vol. 97, 2014, 2072-2076.
- [12] Chiarini, Andrea, Lean Organization: from the Tools of the Toyota Production System to Lean Office, Springer, Italy, 2013, 76-87.