

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Индустијски инжењеринг

Предмет: Управљање индустријским процесима

Број индекса: 349/2017

Стефан Д. Ремештар

Примена SMED алата у LEAN индустријским процесима

Мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. др Иван Мачужић
2. _____
3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог мастер рада кандидат треба да обради основе теоријске поставке и принципе практичне имплементације Lean алата SMED (single – minute exchange of dies). Описати основне разлоге и потребе које су довеле до креирања и развоја овог алата, његове основе и карактеристике и могуће области примене. Приказати основни алгоритам и кораке за имплементацију алата SMED у оквиру Lean индустријских система. Дефинисати бенефите који се могу очекивати кроз развој и имплементацију овог алата у једном предузећу као и препреке које се могу јавити.

Препоручена литература:

1. Shingo, S. (1985) *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Massachusetts: Productivity Press
2. Perinić, M.; Ikonić, M.; Maričić, S., (2009) *Die casting process assessment using single minute exchange of dies (SMED) method*. Metalurgija, Beograd
3. King, P.L. (2009), *SMED in the process industries*. Ind. Eng

Крагујевац, 15.4. 2019

Ментор:

др Иван Мачужић

САДРЖАЈ

УВОД	6
1. Основе “Lean концепта” производње	8
1.1. Дефинисање Lean концепта	9
1.2. Начела и примена Lean управљања	10
1.3. Lean терминологија	11
1.4. Структура “Lean концепта”	13
1.4.1 Workplace Organisation	14
1.4.2. Визуални менаџмент	15
1.4.3. Мапа тока вредности	15
1.4.4. TQM	16
1.5. Редослед имплементације Lean концепта	17
2. Канбан систем	18
2.1. Појам Канбан система	18
2.2. Имплементација Канбан методе у ланац снабдевања	19
2.3. Предности Канбана	22
3. Алати lean производње	23
3.1. 5 S	24
3.2. Алат Анализа „уског грла“	24
3.3. Алат Andon (лампа)	24
3.4. Gemba – Стварно место	25
3.5. Heijunka (Уједначена производња)	25
3.6. Дефинисање пословних стратегија	25
3.7. Jidoka	25
3.8. Just-In-Time	25
3.9. Kaizen (Континуирано побољшавање)	26
3.10. Kanban	26
3.11. Кључни показатељи успешности	26
3.12. Континуирани проток	26
3.13. Муда (губитак)	27
3.14. Укупна ефективност производне опреме	27

3.15. PDCA метода	27
3.16. Poka – Yoke	28
3.17. Root Cause Analysis - Анализа корена узрока.....	29
3.18. SMED.....	29
3.19. Шест великих губитака.....	29
3.20. Смарт циљеви	29
3.21. Време такта	30
3.22. Total Productive Maintenance	31
3.23. Value Stream Mapping (Анализа процеса).....	31
3.24. Visual Factory	31
4. SMED (Single – Minute Exchange of Dies)	32
4.1. Основе SMEDa	33
4.2. Имплементација SMED-a	34
4.2.1. Први корак – одредити подручје примене	35
4.2.2. Други корак – идентификовати елементе	35
4.2.3. Трећи корак – раздвојити екстерне елементе	35
4.2.4. Четврти корак – претворити интерне елементе у екстерне	36
4.2.5. Пети корак – поједноставити преостале елементе	36
4.3. Практични пример учинковитости SMED методе.....	42
ЗАКЉУЧАК	44
ЛИТЕРАТУРА.....	45

Резиме: Циљ рада је да прикаже значај Леан методе, као и алата. У овом раду биће појашњен концепт унапређења, који представља скуп најбољих алата и његова имплементација у предузећима. Lean концепт се сматра једним од најсофистициранијих и најнапреднијих концепата унапређења пословања, не само у индустрији већ и шире. Lean концепт обухвата низ техника и алата којима је циљ утемељити и организовати пословне процесе којима ће предузеће бити способно стварати разноврсне производе и услуге без икаквих времена чекања, без застоја и са минималним губицима средстава.

Кључне речи: Lean, SMED алат, пословање, пословни процес

Abstract: Purpose of this work is to show the importance of the Lean method as well as the SMED tool. This paper will explain the Lean concept of improvement, which is a set of best tools and its implementation in enterprises. The Lean concept is considered to be one of the most sophisticated and advanced concepts of business improvement, not only in the industry but beyond. The Lean concept encompasses a range of techniques and tools aimed at establishing and organizing business processes that will enable a company to create a variety of products and services without any waiting time, without downtime and with minimal wastage of resources.

Keywords: Lean, SMED tool, business, business process

УВОД

На савременом тржишту, где се ствари догађају брзо и непредвидиво, влада велика конкуренција, предузећа се морају прилагођавати како би опстала на тржишту. У предузећима то значи да морају остати профитабилни, док у јавном сектору подразумева обвезу пружања услуге највишег квалитета. Тржиште је “окрутно” тако да више не постоје термини “сигурно тржиште” или “сигурна зарада”. Чак и предузеча којасу до недавно држала монопол била су принуђена да се ухвате у коштац са конкурентима са којима боре за сваког купца. Из тог разлога на тржишту влада закон неограничене понуде и ограничене тражње, чиме су жеље потрошача постале кључан фактор приликом дизајнирања и производње неког производа. Потрошачи су све захтевнији, траже квалитетан по ниској цени. Произвођачи су самим тим приморани да повећају квалитет производње и производа на виши ниво, да производе и испоруче производе у краћем времену, те понуде више варијанти неког производа. Најважније, напустили су стари модел одређивања цене производа, јер данас продајну цену одређују купци и стање на тржишту. Произвођачи зараду могу повећати једино смањењем трошкова производње, па нови модел гласи

$$\text{Зарада} = \text{Продајна цена} - \text{Трошкови производње.}$$

Произвођачи се зато окрећу разним иновацијским променама система, тако покушавају да смање трошкове, повећају учинак, флексибилност, као и конкурентност. Модерних производних концепата и алата је много, па се менаџери могу лако изгубити у мноштву кртица као што су. Сви ти концепти и алати замишљени су тако да обећавају максимизирање профита и искоришћеност рада уз минимизирање трошкова. Већина њих приликом примене у самој организацији подбаци, јер углавном не дају одговоре на проблеме који се јављају у реалном свету, те не постижу очекиване циљеве.

Данашње производно окружење се карактерише као кратки производни циклус и стално смањује величине шарже, а разноврсност врста производа и модели настављају да се повећавају. Константно се тежи да се скрати време производње. Способност брзог реаговања мењање захтева купаца захтева употреба производних система који може се поново конфигурисати и проширити и која може да прими напредак у техникама монтаже без икаквих почетних израда инвестиције су застареле.

Циљ Леан методе „Мање је боље“ приступа производње произвести само потребну количину, ни мање, ни више.

Lean манаџмент се фокусира на:

- Дефинисање вредности са становишта крајњег купца.
- Елиминисање свих отпада у пословним процесима.
- Непрекидно побољшавајући све радне процесе, сврхе и људе.

Савремено управљање омогућава дељено лидерство и одговорност; континуирано усавршавање осигурава да сваки запослени допринесе процесу побољшања. Метода управљања делује као водич за изградњу успешне и чврсте организације која непрестано напредује, идентификујући стварне проблеме и решавајући их.

Хипотеза рада: Увођењем СМЕД алата утиче се на повећање произвођење, уштеда времена и смањење трошкова пословања.

СМЕД је постигла популарност у пословању. Међутим, остаје нејасно у којој је мери и на који начин примена СМЕД-а у току различитих фазе одговарају условима пословања. У процесу имплементације, компаније морају бити на одговарајући начин упознате са својим производним процесом. Углавном, производне компаније морају усмерити своје напоре на СМЕД планирање како би се идентификовале важне унутрашње производне активности и претвориле их у екстерне активности.

1. Основе “Lean концепта” производње

Крајем 80-тих година прошлог века Јапан се већ афирмирао као једна од индустријских вођа света. Јапанске корпорације (Toyota, Honda, Nissan, Panasonic, Sony) почеле су да отварају производне и монтажне погоне у Северној Америци и Европи, па је постало јасно да је време доминације северноамеричких и европских произвођача при крају. Јапанске компаније су постале синоним за успешност у разним производним секторима, па су “западне” компаније почеле да анализирају њихово пословање, не би ли сазнале како раде и зашто су постигле толики успех. Резултати бенцхмаркинга компаније Генерал Моторс показали су да јапански произвођачи аутомобила постижу двоструко већу продуктивност и већи квалитет од северноамеричких произвођача аутомобила. Резултати су показали и да су јапанске компаније мање, јефтиније и да поседују мање залиха од северноамеричких. Од туда и потиче назив “Lean“, како би се описао јапански приступ производњи, који све што је сувишно покушава отклонити. Главна мисао Lean концепта је: „радити више са мање“.

Појам “Lean“ подразумева супротност масовној производњи која је била доминантна на западу. Масовна производња подразумева велике производне системе са великим складиштима која су углавном препуна застарелом робом, високе трошкове поседовања тих залиха, велике, те врло честе застоје између примања наруџбине и испоруке. Компанија која је развила Lean концепт производње и имплементирала његов најнапреднији облик је Тоуота.

Тоуота је глобални пример произвођача који производи висококвалитетне производе великом брзином, она се пробила на водеће место у производном сектору. Lean концепт највише се развио заједничким улагањем Тоуоте и њеног највећег конкурента ГМ у истраживања имплементације Lean концепта. Наиме, Тоуота никад није сакривала основе и принципе на којима је пословала толико успешно.

Lean је систематски приступ повећању вредности за купца идентификовањем и елиминацијом отпада, као и времена, напора и материјала, кроз континуирано побољшање, у потрази за савршеношћу.

Концепт Lean-а настао је 1920-их, када је Хенри Форд применио је концепт "континуираног тока" на линију монтаже. Ова пракса усредсређена је на смањење трошкова побољшањем квалитета. Како је менаџмент компаније брзо схватио, оптимизација само једног дела процеса није корисна, колико је корисна оптимизација целине.

У прошлости су се менаџери ослањали на куповину великих количина залиха како би добили боље цене на материјал. Процес је укључивао куповину сировог материјала по нижим ценама, а затим складишти материјал све док не буде потребан. Многе компаније су елиминисале наручивање великих количина залиха и увиделе су могућност уштеде трошкова што им омогућава Lean концепт.

1.1. Дефинисање Lean концепта

Савремени услови пословања су непредвидиви, самим тиме су унели значајне новине на тржишну сцену. Такође, савремени услови су наметнули учесницима на тржишту нову пословну филозофију, а то је „купац у фокусу“. У условима традиционалног начина пословања, у чијем фокусу се налази масовна производња, не можесe осигурати адекватна тржишна позиција.

Lean концепт подразумева брз, иновативан, повољан, флексибилан и компјутерски интегрисан концепт, као такав представља „рецепт за успех“. Lean концепт омогућава да се постигне квалитет производних процеса, ради успостављања и одржавања баланса између квалитетног и правовременог задовољавања потреба купаца и сопствене профитабилности, у савременим условима пословања.¹

У току протеклих двадесетак година многе компаније су схватиле да захтеви глобалног тржишта, укључујући и све захтевније купце, постављају нове стандарде за флексибилност производње. Lean концепт је створен са идејом да се кроз оптимизацију процеса омогући јефтин производ, на време и са најбољим могућим квалитетом. Такав систем јесте управо Lean концепт. Увођењем Lean концепта успоставља се континуирани процес непрестаног систематског идентификовања и отклањања сувишних активности у ланцу снабдевања, тј. елиминисање свега што не представља вредност из перспективе купца. Тиме се, у условима кризе, редукују трошкови и омогућује постизање финансијских користи, што представља кључ за достизање дугорочне и одрживе конкурентске предности.²

Lean је концепт, начин размишљања, филозофија на чијим поставкама су развијене методе да би се остварили циљеви који су дефинисани за добијање конкурентске предности, па чак и за опстанак, не само за произвођаче, већ и за трговце на мало и велико. Компаније се у пракси суочавају се са конкуренцијом од стране страних производа - конкуренције која може имати значајан утицај на њихов бизнис и индустрију.

Lean представља дугорочан, непрекидан, процес промене и прилагођавања, који је усмерен на задовољство купаца, кроз пружање производа и услуга одговарајућег квалитета, у одговарајућој количини, у одговарајуће време и по одговарајућој цени. Такође, lean концепт се заснива на елиминисању свега што је непотребно и што не доноси корист. То се постиже изградњом чврстих, поузданих и дугорочних односа са запосленима, власницима, добављачима, дистрибутерима, пословним партнерима и купцима. Произвођачи су препознали значај овог концепта. Заједнички покушај произвођача да потисну снабдеваче да снизе цене је начин да буду конкурентни. Већ више од 50 година, организације улажу време и новац за усвајање Lean концепта[6].

Lean конципирана организација се фокусира на пружање најбољег квалитета у најкраћем могућем времену, при чему смањује отпад током процеса (отпад се дефинише као било који ресурс који се не користи правилно). Смањивање отпада

¹Chopra, S., Meindl, P. (2015). *Supply chain management: Strategy, planning & operations (6th ed.)*. Upper Saddle River, Prentice Hall. References, New Jersey, str. 92

²Chopra, S, Meindl, P., (2001), *Supply Chain Management, Strategy, Planning and Operations*, Prentice Hall, New Jersey, стр. 57

подразумева смањивање залиха, али време, напор и људи су такође ресурси које треба правилно користити.

Lean концепт подразумева примену технике мапирања процеса, филозофије континуираних побољшања – kaizen, pull система и канбана. Kaizen филозофија верује да је могуће остваривати непрекидна побољшања тока процеса. За разлику од унапређења путем иновација, kaizen представља пре свега стална и мања побољшања која не захтевају инвестиције, што са иновацијама најчешће није случај. Први задатак пре имплементације Lean концепта је утврдити коју вредност производ има за купце, а потом омогућити његову ефикасну производњу и испоруку кроз утврђивање најпре садашњег тока вредности, а затим његовог унапређења – новог тока вредности који се дефинише мапирањем, визуелним приказивањем садашњег и будућег стања активности тока вредности. Код креирања мапе тока вредности потребно је и познавања вредности са становишта купаца, да се проблем не би решавао парцијално, уместо системског решавања проблема, на пример реинжењеринг целог процеса.³

Менаџмент у традиционалном систему је фокусиран на ефикасно коришћење машина, а у Lean концепту на континуирани ток вредности. У синхронизованом и интегрисаном Lean процесу, са ћелијским распоредом делова процеса и машина, између којих се креће канбан картица и контејнер са компонентама, застоји се лако уочавају, али и њихов узрок. Један од принципа Lean концепта је pull принцип – да купац „вуче“ све активности процеса. Нема производње док се не појави тражња. То захтева сарадњу са купцима – да се на време сазна какве су им потребе, колике, и кад је потребна испорука.

Процес складиштења треба испитати како би се пронашли начини елиминације губитка ресурса и корака који продукују додатну вредност. Једно подручје на ком компаније треба увек да раде је смањење непотребних залиха. Смањивањем непотребних залиха, компанија може смањити складишни простор и руковање њиме, што смањује укупне трошкове.

У многим случајевима компаније откривају да њихови напори за побољшање задовољства купаца доводе до лоших одлука. Поруџбине се испоручују без комбиновања са другим наруџбама или су скупе испоруке изабране због захтева купца. Предузећа често откривају да користе непотребно већи број транспортних предузећа и онда када би могли смањити опције превоза и смањити укупне трошкове.

Lean менаџмент захтева од предузећа да испитају сваки процес у производњи и идентификују области које користе непотребне ресурсе, које се могу мерити у новцу, времену или сировинама. Ово ће побољшати конкурентност компаније, као и укупну профитабилност компаније. Најчешће се овај процес примењује на производњу, где се набавка може наручити онолико колико је потребно, уместо да се чува пуно залиха.

1. 2. Начела и примена Lean управљања

Циљ побољшања је рационализација. Стално побољшавање пословања предузећа подстакнуто је пре свега купцима и конкуренцијом. Наиме, уколико купци нису задовољни услугом, квалитетом или ценом производа, окрећу се ка новим

³ Dittmann, J. P. (2012). *Supply chain transformation: Building and executing an integrated supply chain strategy*. McGraw Hill, New York, str. 17

произвођачима. С друге стране је конкуренција која је на слободном тржишту врло оштра првенствено у погледу квалитета. Управо је квалитет услуге и производа оно што спаја купце и конкуренцију у једном предузећу, а уједно то предузеће води до Lean манаџмента. Да би се остварили циљеви Lean управљања важно је постојање начела према којима се води lean управљање.

Општа начела lean управљања су следећа [9]:

1. Одредити вредност са становишта купаца,
2. Одредити све активности које учествују у стварању вредности за сваки процес или врсту производа. У таквом одређивању активности може помоћи мапа којом се одређује ток вредности.
3. Направити мапу вредности кроз коју ће се остварити управо оно што купци желе.
4. Увести систем који ће креирати нове вредности у складу са жељама купаца, односно максимално елиминисање разлика које настају између тачке 3 и тачке 4.
5. Понављати процес ради континуираног побољшавања процеса.

Управљање lean концепта могуће је поделити у три категорије:

1. производња – коришћење статистичких контролних карата за стабилност процеса, ћелијска производња, дизајн производње, тимови за побољшање квалитета, скраћивање времена припреме, одговорност радника за квалитет;
2. управљање људским потенцијалима – сваки погон је посебан идентитет, редовно оцењивање запослених, праведно награђивање запослених, деловање запослених у добити, обогаћивање посла и ротације, постојање радничког већа;
3. односи с добављачима – just in time достава од добављача, смањен број добављача, укљученост добављача у дизајн нових производа, праћење финансијског удела сировина у укупним трошковима.

Из наведених начела лако се може закључити да се на Lean концепт мора гледати као на логичан процес побољшавања, тј. за сваки сегмент пословања морају се пронаћи одговарајући алати за решавање постојећих проблема. Lean концепт није магија него континуирано и свакодневно преиспитивање начина на који нека компанија послује, те континуирано и свакодневно проналажење нових начина којима би се могла стварати додана вредност производима. Lean концепт није само скуп набацаних техника које се могу примењивати било где и било када, већ је процес увођења Leana јединствен за сваку компанију, те се не може копирати. Свака компанија мора наћи сопствени пут, што значи да њен менаџмент мора идентификовати и дефинисати проблеме у пословању и току материјала те изабрати адекватне технике којима би се проблеми решили.

1.3. Lean терминологија

Lean као и било која друга методологија унапређења има сопствену терминологију. Постоји мноштво термина који су својствени Lean концепту и његовој

имплементацији, а неки од њих бити ће примењени у овом раду, па је битно дати њихово обашњење: ⁴

Ток вредности - означава све радње у производном систему, укључујући и оне које додају вредности и оне које не додају вредности, а које су неопходне за пролаз производа и информација кроз процесе предузећа.

Активности које додају вредност (Value-added activities - VA) – подразумевају активности које се одвијају унутар тока вредности са којима се утиче на повећање вредности производа или услуге.⁵ Из тог разлога је купац спреман да плати те активности. Такође, купац ове активности сматра чистом добити и покушава да максимира њихов део у укупном трајању процеса.

Активности које не додају вредност, али су неопходне (Non-Value-added activities NVA) – означају активности унутар тока вредности које не утичу на повећање вредности производа или услуге, али су неопходне за одвијање тока вредности.

Активности које не додају вредност, и нису неопходне (Waste time - WT) – означавају активности унутар тока вредности које не повећавају вредност производа или услуге, могу се елиминисати без битног утицаја на одвијање тока вредности. Купац их сматра чистим губитком.

Ефикасност процеса (process cycle efficiency - PCE) – означава колики удео заузимају ВА у укупном времену трајања процеса:

$$PCE = \frac{VAT}{VAT + NVAT + WT}$$

Губици – губитком се сматрају активности које не додају вредност производу или услузи из перспективе купаца.

Ток информација и материјала се у Lean терминологији назива ток вредности (Value stream). Ток којим информације или материјали пролазе је подстакнут одређеним инпутима. Ти инпути могу бити радни налози или наруџбе. Ток вредности је ток свих активности које су потребне да се захтев испуни. Стога је за унапређење било којег пословног система врло важно разумевање тока вредности. Разумевање тока вредности значи рад на сагледавању целе слике предузећа, а не оптимизирање само појединих делова.⁶ Ради лакшег разумевања, токови вредности се приказују цртежима којима се визуализира ток материјала и ток информација. Такви цртежи називају се „Мапе тока вредности“ (eng. Value stream mapping). Мапирање је активност којом се обједињују и сликовно приказују сви делови процеса и ток вредности просматраног процеса. Постоје две врсте приказа. Први је цртеж тренутног стања који описује процесе какви јесу, док је други цртеж будућег стања који описује идеално стање темељено на коришћењу Lean метода и техника у предузећу.

⁴ Michael L. G, (2003) *Lean Six Sigma For Service: How to Use Lean Speed and Six Sigma Quality to Improve Services and Transactions*, McGraw-Hill, стр. 44

⁵ Hobbs, D., P., (2004) *LEAN Manufacturing Implementation: A Complete Execution Manual for Any Size Manufacturer*, J. Ross Publishing, стр. 68

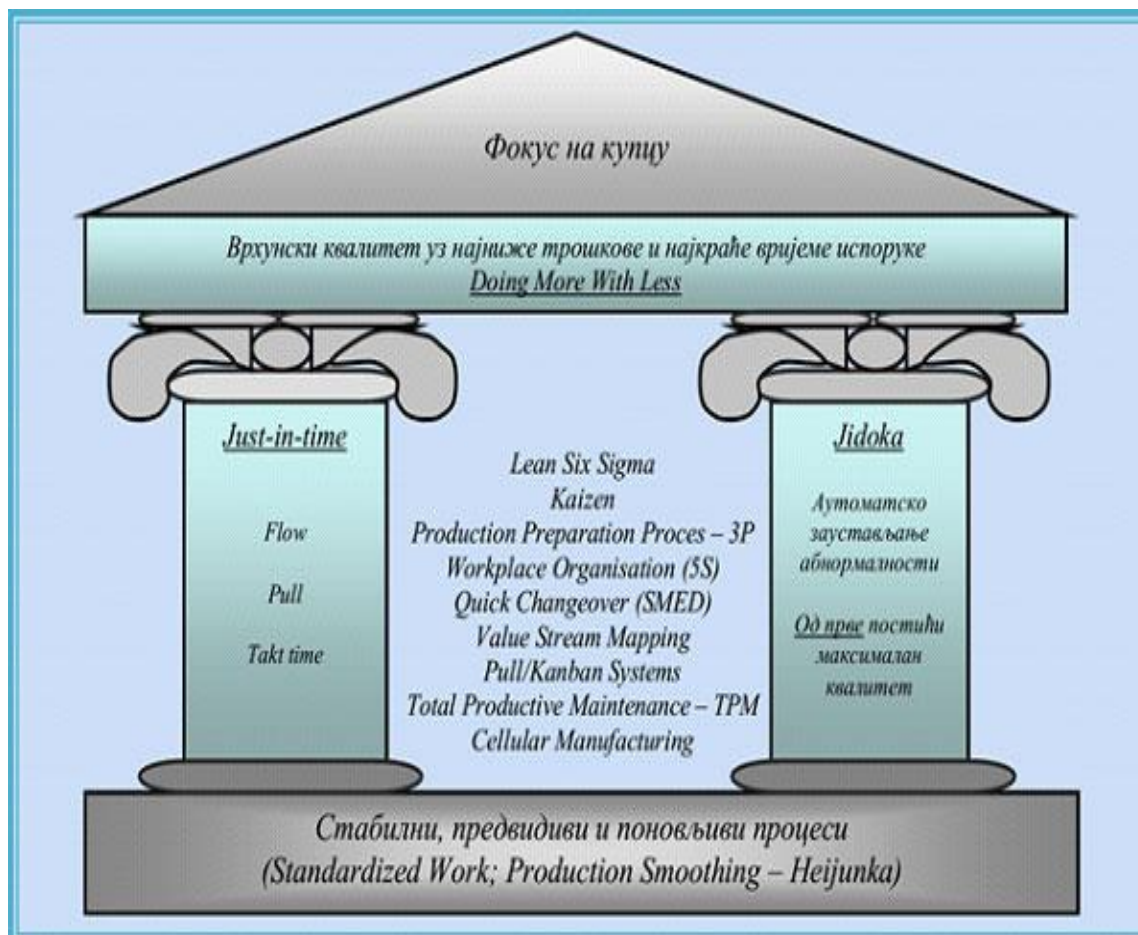
⁶ Rich, N., Bateman, N., Esain, A. i dr. (2006) *LEAN EVOLUTION: Lessons from the Workplace*, Cambridge University Press, стр.59

Вредност је један од кључних појмова Lean пословања, који треба бити дефинисан искључиво из перспективе купца. Дакле, за свако предузеће је важно разумети како купац доживљава производ или услугу коју му се нуди, те из тог аспекта треба дефинисати вредност. Према Lean концепту под вредношћу се подразумева особина која је везана за одређени производ или услугу, која испуњава своју основну сврху, а то је задовољење потреба и жеља купца. Предузеће трреда да зна што купац жели, као и да осигура купцу задовољство и потпуну услугу. Предузеће мора производити производе које ће купци ценити и за које ће бити спремни платити, те радити на смањењу губитака у току вредности. Свака активност унутар тока вредности треба стварати вредности. Не сме бити непотребних процеса који су трошак и који умањују резултате пословања. Тако дефинисана вредност представља основ успешне производње и пословања.

1.4.Структура “Lean концепта“

Иако је процес примене Lean концепта јединствен за свако предузеће, постоје одређена обележја која су иста за све процесе имплементације Leana. Та обележја обично се приказују као делови “Lean куће“, која изгледа на следећи начин.⁷

Слика 1. Приказ Lean куће



⁷ Rahmana N.A., Sharifb S. M., Esac M.M., (2013). Lean Manufacturing Case Study with Kanban System Implementation, Procedia Economics and Finance 7, Malezija str. 174. – 180.

Из претходне слике се може уочити да се Lean концепт производње може правилно имплементирати једино ако се уводи испланирано и правилним редоследом. Тако темељ куће чини програм увођења дисциплине и контроле на радном месту, којем је циљ побољшање сигурности на раду, унапређење радних места, прилагођавање радника на процес промена. Под куће чине једноставне визуалне технике помоћу којих се уочавају проблеми и контролише спровођење Lean процеса.

Зидове чине TQM (Total Quality Management), TPS (Toyota Production System), TPM (Total Productive Maintenance) и “Pull” систем (темељи се на “kanban” систему). Кров чине мерења резултата, те политика компаније којом се одређују програми унапређења.

1.4.1 Workplace Organisation

Lean концепт посебан је по томе што активно укључује запослене у процес промена и пружа им одређен простор за самостално доношење одлука. Workplace Organisation је најчешће полазна тачка за увођење Lean концепта у предузеће. Workplace Organisation програм утиче на запослене да критички преиспитују околину у којој раде и да самостално започну процес унапређења на властитој нивоу деловања. Процес имплементације Lean концепта почиње с увођењем Workplace Organisation програма због тога што он резултира видљивим променама, те повећањем сигурности и савесности запослених. Резултати примене Workplace Организацион програма су јаснија, сигурнија и транспарентнија радна места. Споменути резултати сами по себи утичу на повећање продуктивности и флексибилности, те смањењу броја неисправности.

Clean up - Подразумева да радни тимови поделе све ствари које су неопходне за обављање послова, алате, материјале, документе држе у непосредној близини или на самом радном месту. Ствари се категоризују по учесталости коришћења, тако да се ствари које се користе учестало позиционирају код запосленог, а ствари које се користе ређе одлажу се ван радног места. Тако се запослени ослобађају непотребних алата и лакше одржавају радно место.

Arrange - Потребно је дефинисати радно место, одредити на који начин запослени рукују материјалом, алатима, и опремом. Након тога, радна места се организују тако да алати, материјали, уређаји који се често користе буду лако доступни. То подразумева да алати, опрема, материјали морају имати јасно дефинисано место где се налазе и стално се морају враћати на исто место након употребе.

Neatness - Подразумева потпуну уредност радних места. Сврха уредности је провера свих елемената радних места И чишћење места која никада нису била чишћена. Након првог чишћења, чистоћа се одржава свакодневним тимским чишћењем у трајању од неколико минута.

Discipline - Подразумева одржавање прва три корака. Одређују се стандарди уредности радних места, те се оцењује учинак. Оцењивањем се тимови могу упоређивати, што значи и надметања међу тимовима.

On-going improvement - Подразумева сталне напоре с циљем побољшавања захтева и резултата Cando програма. Менаџери морају усмеравати тимове на проналажење бржих начина одржавања.

1.4.2. Визуални менаџмент

Визуални менаџмент је један од свестранијих аспеката Lean концепта. Може се примењивати свуда, од дизајнерских студија, болница. Има за циљ визуалност свих аспекта рада и радних места. Укључује мерење радних карактеристика, техничких параметара и достигнућа. Резултати мерења се затим приказују графиконима који се позиционирају на паное, како би били видљиви свим радницима. Графичким се приказима лакше анализирају подаци и лакше се уочавају недостаци производног система. Резултати служе за утврђивање тренутног стања производње и као темељ за даља побољшања производног система. У производњи постоје два подручја примене. Прво подручје примене односи се на контролу производног простора и радне околине у облику једноставних приказа под називом “shadow boards” или плоче алата. Плоче алата помажу постојећим и новим радницима да се лакше сналазе у производњи и да брже примете неке недостатке у систему. Тако плоче алата постају главни показатељи прихватљивих и неприхватљивих појава у систему.

Друго подручје односи се на изношење чињеница и величина везаних за производњу у облику тзв. “communication boards” или комуникацијских плоча. Комуникацијске плоче су модеран облик, којим се информације приказују тако да буду свима разумљиве. Циљ таквог приказа је подстакнути раднике да доприносе напредку пословања предузећа. Помоћу комуникацијских плоча радницима се пружа увид у шире пословање предузећа, па им је лакше размишљати о могућим побољшањима. Такве плоче приказују појединости које радни тимови надгледају. Вође тимова требали би користити комуникацијске плоче на почетку сваке смене како би упознали тим са дневним задацима. Комуникацијске плоче могу бити различите, од великих магнетских плоча, до малих плоча размештених по целом производном систему. Оне могу бити и различито обликоване, у зависности од тога чиме се предузеће бави. Подручја мерења која се приказују на плочи морају бити одабрана и требала би приказивати унапређења у разним сегментима пословања.

1.4.3. Мапа тока вредности

Мапе и дијаграми тока вредности повећавају видљивост и прегледност процеса. Повећање видљивости побољшава комуникацију и разумевање и даје оквирне референце које су укључене у пословни процес. Мапе се често користе за приказ како се обављају послови унутар организације. У оваквим случајевима, оне представљају снимак у одређеном тренутку и приказују специфичну комбинацију функција, корака, улаза и излаза које организација користи да оствари вредност за своје купце. Према томе, мапе и дијаграми тока помажу да се документира текући процес за постизање задовољства купца. Анализа процеса који су приказани помоћу мапа може помоћи како би се повећало задовољство купаца идентификацијом активности за смањење временског циклуса процеса, за смањење шкарта, за смањење трошкова, за успостављање мерења перформанси процеса окренутих ка купцу, за редукцију корака процеса без додане вредности и за повећање продуктивности. Додатно, мапе и дијаграми тока вредности могу се користити за приказ како треба обављати посао у организацији.

1.4.4. TQM

Управљање укупним квалитетом (TQM) је техника помоћу које руководство развија политике и праксе како би осигурало да производи и услуге премашују очекивања купаца. Овај приступ укључује повећану функционалност производа, поузданост, истрајност и услужност. Управљање трошковима врши се у циљу анализе ефеката избора различитих дизајна за управљање укупним квалитетом, као и у циљу мерења и извештавања о многим аспектима квалитета укључујући, на пример, застоје у процесу производње и дефекте, непродуктивно утрошен рад или сировине, број сервис позива и природу жалби, трошкове гаранције и опозиве производа. Суштина савременог концепт квалитета се не моће свести само на испуњавање већ утврђених стандарда и добијање одговарајућих сертификата. Процес сертификације система квалитета улази у фазу рутинског посла. Систем квалитета није статичан, већ мора бити подложен сталним променама, усавршавањима и унапређењима, јер је конкурентска преднос „покретна мета“. Да би се могли задовољити растући захтеви, неопходно је перманентно повећавати ниво квалитета и сатисфакције купца.

Највише руководство треба да предводи, подстиче и унапређује активности везане за унапређење квалитета.⁸

Континуелно побољшање (јапанска реч је kaizen) је техника управљања помоћу које се руководиоци и радници посвећују програму континуелног побољшања у квалитету и другим критичним факторима успеха. Његово порекло приписује се јапанским произвођачима који неуморно трагају за квалитетом. Континуелно побољшање често се повезује са праксом поређења са ривалима у грани (benchmarking) и управљањем укупним квалитетом пошто предузећа настоје да идентификују друга предузећа као моделе како би научили како да побољшају своје критичне факторе успеха.

Каизен обрачун трошкова је примена принципа континуираних побољшања за смањење трошкова у производној фази живота производа. Каизен обрачун трошкова треба да се неприметно интегрише са циљним системом обрачуна трошкова.⁹

Савремени услови привређивања праћени су израженом тржишном конкуренцијом на домаћем и интернационалном нивоу. Kaizen Costing је управо тржишно оријентисан систем и савремена управљачка техника за обрачун, редукцију трошкова и управљање перформансама и конкурентношћу предузећа. Он то чини својом адекватном информационом подршком менаџменту предузећа.¹⁰

QFD метода подразумева планирање квалитета производа које су усмерен на потребе потрошача. Ова метода је развијен у Јапану, 1972. године а користили су га у компанијама као што су Тојота и Ниссан. У САД ову методу су користиле компаније попут Форда. Циљ методе је побољшање производа и услуга, на бази унапређивања процеса производње и смањења трошкова. Код ове методе користи се матрица, која се назива кућа квалитета. Ова матрица повезује захтеве купаца са захтевима развоја, циљаним вредностима и конкурентним карактеристикама. Кућа квалитета је први

⁸Ђуричин, Д., Јаношевић, С., Каличанин, Ђ., (2013), *Менаџмент и стратегија*, Џугура print, Београд, стр. 747

⁹Weil, R., Maher, M., (2005), *Handbook of Cost Management*, John Wiley & Sons, p.271

¹⁰Малинић, С., (2008), *Управљачко рачуноводство*, Економски факултет Крагујевац, стр. 229

дијаграм који се користи у успостављању функције квалитета, дизајна производа, као и побољшање производа или услуге.

Изградња куће квалитета почиње анализом информација о жељама купца, у редовима матрице. У колонама се додај информације о атрибутима квалитета производа или услуга. У централном делу матрице и на ивицама, су приказане информације о новом дизајну производа. Као резултат тога, потребе купаца се преведу у техничке спецификације за производ или услуге, за дизајн који максимизира задовољство купаца.

QFD метода се може спровести на било којој услузи, па тако и на процени ризика у систему управљања знањем, једнако успешно као и на било којем производу. Резултати добијени применом QFD методе указују на које тачке треба обратити највише пажње приликом пројектовања.

QFD представља скраћеницу енглеског назива Quality Function Deployment, који се преводи као распоређивање функције квалитета, али се у стручној литератури под Quality Function Deployment подразумева планирање квалитета усмереног ка захтевима потрошача. Quality Function Deployment изражава праву сврху, а то је задовољење купаца (Quality) превођењем њихових потреба у дизајн и квалитет, обезбеђивањем да сви организацини процеси (Function) раде удружено како би се развиле наивности у што квалитетније детаље који могу контролисти (Deployment).

1.5.Редослед имплементације Lean концепта

ДЕФИНИСАТИ ВРЕДНОСТ - Прво што је потребно направити је дефинисати вредност производа, и интерно и екстерно. То значи да вредност производа мора бити дефинисана са аспекта и предузећа и купца. Посебно је битно одредити вредности за купца. Ако производ поседује квалитете које купцу не представљају додатну вредност, купац неће бити заинтересован за производ. Потребно је анализирати потребе купаца, и особине производа које ће у највећем случају одговорити на потребе купаца. Затим је потребно одредити који процеси додају вредност производу а који не. Процесе који не додају вредност додатно испитати и одредити да ли су неопходни, или треба прећи на њихову елиминацију.

ИДЕНТИФИКОВАЊЕ ТОКА ВРЕДНОСТИ - Потребно је поделити људе у тимове, објаснити циљеве, обучити их и дати временски рок. Циљ у овом делу имплементације је да се одреде групе производа, и да се мапирају токови вредности са што више детаљних квантитативних информација о процесу производње. Квантитативне информације укључују време трајања операција, време потребно за читав технолошки циклус, капацитет стројева, време трајања операције од стране радника, чекање, припремно завршно време, време транспорта, ток информација итд.

ПРОЈЕКТОВАЊЕ НЕПРЕКИДНОГ ТОКА И ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА – После мапирања тока вредности потребно је анализирати процес за сваку групу производа и добро анализирати цели процес. Потом је потребно одредити такт производње и на основу такта пројектовати непрекидан ток. Непрекидан ток треба у што већој мери задовољити принцип преласка предмета рада са операције на операцију, тако да се елиминише време предмета у процесу рада које не додаје вредност производу.

PULL ПРИНЦИП – У овом кораку треба поштовати принцип вучења, односно не дозволити да дође до прекомерне производње. Прекомерна производња као фундаментални губитак утиче на све процесе, тако да треба тежити томе да се једино наручени производи производе.

САВРШЕНСТВО - Ово заправо и није корак већ континуитет Lean предузећа. Треба унапређивати све процесе, и све функције подuzeћа. Прво је потребно унапредити непрекидни ток, све процесе у непрекидном току, смањити времена операција како би одговарале такту, те унапредити квалитету путем Каизен унапређења.

2. Канбан систем

Канбан је појам Јапанског порекла који значи, картица. Канбан систем се може дефинисати као метода Just- in-time производње која користи стандардизиране контејнере или означене картицама.

2. 1. Појам Канбан система

Канбан је Pull метода повлачења залиха. Канбан се сматра једном од „Lean production“ метода које смањују непотребан рад или рад који не доприноси коначној вредности. Један од начина смањења непотребног рада је „pull production“ односно производња која ствара нове производе, али тек када се за то искаже налог купца. За разлику од процењивања тражње и производње, Канбан управља производњом складно стварним тржишним захтевима.

Канбан принцип функционише путем картица. Када је ниво залиха у производњи или складишту низак, неко од запослених односи картицу са Канбан резервоара у циљу поновне набавке. Развојем информатике и рачунарске науке, Канбан систем у модерним предузећима не користи картице него се све обавља онлине.

Предност Канбана су картице које омогућавају визуални доживљај стања у производњи и складишту. У сваком тренутку видљива је количина залиха, у Канбан систему није потребно свакодневно пребројавање како би се утврдила тренутна количина залиха.¹¹

Канбан систем представља начин да сви производни процеси у компанији раде континуирано и да не остану без предмета рада, али и да не произведу превише. Визуелна сигнализација олакшава управљање система, јер менаџери и супервизори могу тренутно видети стање залиха у радним јединицама.

Канбан систем допушта да се произведе само оно што има купца, а не ослања се на технике предвиђања продаје. Канбан треба схватити више као извршну методу, него као методу за планирање, која може да функционише на основу информација које се добијају претвара у Канбан.

Најлакше објашњење основног модела Канбан методе је помоћу шеме. Произведени делови се, у зависности од њихове величине, стављају у кутије или постављају на рамове. У кутијама се налазе исти делови који су класификовани шифром која је исписана на картици. На кутије се поставља картица (Канбан). Тако

¹¹Schonberger, R. J. (2007). Best practices in lean six sigma process improvement. Hoboken, NJ: Wiley, str. 111

обележена кутија се транспортује до радне јединице којој су потребни ти делови. Картица се скида и враћа на таблу. На тај начин се сигнализира радној јединици да поновно почне производњу нове количине делова за које постоји потреба, а картица се налази на сигналној табли све док се кутија не напуни. Тада се картица скида, поставља на кутију и циклус се понавља.

Предуслови за увођење система Канбан:¹²

- обучено и мотивисано особље,
- понављање високог степена производње, без великих флуктуација потражње,
- међусобно усаглашени капацитети,
- процедуре брзог убацивања уређаја,
- спремност особља у случају повећане тражње,
- брзо решавање проблема,
- ефикасна контрола квалитета на радном месту,
- спремност руководства на свим нивоима да делегирају овлашћења,
- добро осмишљен распоред производње.

2.2. Имплементација Канбан методе у ланац снабдевања

Многи произвођачи и дистрибутери су упознати са вредношћу понуђених принципа пословања и функционисањем пословног модела. Поред смањења времена рада, смањења трошкова и повећања квалитета, размишљање води ка стабилности или смањењу високих варијација у процесима и резултатима тих компанија. Стабилност у сваком послу често је критична компонента њеног дугогодишњег успеха. Обично повећава финансијске перформансе, гради радно место ослобођено стреса и ствара више организовано радно окружење које позитивно утиче на информације у целом послу, а посебно на ланац снабдевања.

Многа предузећа су дисфункционална јер запослени у једном сектору не сарађују са својим колегама у другом. Компаније треба да сарађују хоризонтално и вертикално са партнерима, добављачима и купцима у читавом ланцу снабдевања. Виши руководиоци морају изградити радно окружење у којем се запосленима дозвољава да праве грешке, подстакнути да идентификују проблеме и поправљају их.

Канбан најбоље функционише у примени када су будући захтеви за материјалом предвидљиви и при томе немају тенденцију промене. На Канбан систем утичу бројни фактори, укупни трошкови, потребна количина производа на годишњем нивоу, време доставе и величине серија наруџбина. Компаније треба да имају неке одређене елементе ЈИТ система како би имплементација Канбана била успешна као и способност одржавања након имплементације.

Канбан је у основи систем заснован на тачности поновне набавке којом корисник одређене залихе сигнализира добављачу када настане потреба за новим количинама. Управо тај сигнал значи Канбан и најчешће је у облику картице.

Канбан картице садрже информације о добављачу, врсти робе, количини при којој је потребно обавити наруџбину, време доставе и укупној количини материјала.

¹²Drucker, P. F. (Ed.). (2013). *On innovation: HBR's 10 must reads on innovation* (with featured article "The Discipline of Innovation" by Peter F. Drucker). Boston, MA: Harvard Business Review, str. 47

Када пристигну нове залихе претходно наручене путем Канбан картица, додају се одговарајућим картицама и спремају на складиштење. Количина залиха, преостала у посудама у тренутку поновне набавке, мора бити довољна за покривање тражње током времена доставе. Уколико се јави потреба за додатним материјалима, а време доставе траје неколико дана, управа мора послати добављачу Канбан сигнал довољно раније, како би наручени материјал стигао на време. Такође, важно је укључити и саме добављаче у начин сигнализирања потребе за новим материјалом. Добро осмишљен Канбан сигнал укључује информације о локацијама, назначујући ко је добављач и где се налази, као и ко је наручилац, односно корисник.

Дакле, Канбан функционише по принципу, да сваки следећи процес, повлачи из претходног тачно оно што, када и у којој количини треба.

У оквиру Канбан система разликују се претходни и следећи процес производње тј. радна места као два суседна процеса. Следећи процес производње код једног одређеног процеса може бити претходни за неки други процес производње, зависно о релативном положају тих процеса. Према томе, може се рећи да се Канбан систем састоји од картица, које путују између претходних и следећих процеса и носе информације о броју и врсти делова који су потребни следећем процесу.¹³

3. 3. Принципи Канбана

Метода Канбан не подразумева промену процеса пословања. Заснован је на концепту да се развија уз тренутни процес. Не постоји измена, конструисана промена у процесу или стилу рада.

Канбан систем представља начин да сви производни процеси раде континуирано, и да не остану без предмета рада, путем визуелне сигнализације у компанији. Визуелна сигнализација олакшава управљање система, јер менаџери и супервизори могу тренутно да виде стање залиха у радним јединицама.

Циљ Канбана је ефикасно, од почетка до краја преусмеравање дела посла са што мање могуће количине отпада и заостајања. Ово захтева ограничавање количине рада у предузећу на оно што се разумно може управљати у одређено време.

Канбан није нешто што је икада "завршено". Приступ захтева константно праћење и анализу како би тражио следећи најбољи начин за побољшање. Услови, ресурси и захтеви купаца временом се мењају, па је увек важно проценити проток и тражити блокове или трење који се могу ублажити.

Канбан подразумева разматрање перформанси у реалном времену и потпуну транспарентност радних токова. Радне фазе су визуелно представљене на Канбан табли, која омогућава члановима тима да у сваком тренутку виде статус сваког задатка.

Рад Канбан тимова изграђен је око Канбан табле, која се користи за визуелизацију рада и оптимизацију тока посла. Иако су неки тимови и преферирају праве табле, виртуелна табла за писање већ дуго постала незаобилазна особина сваког инструмента развоја.

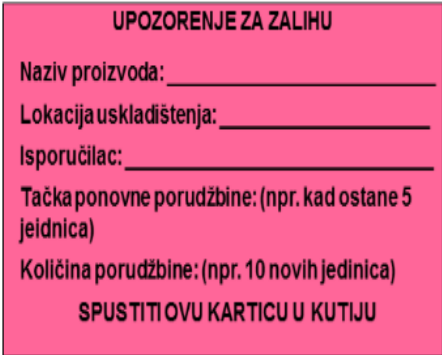
¹³ Ghiani, G., Laporte, G., Musmanno, R. (2013). *Introduction to logistics systems management* (2nd ed.). Chichester, West Sussex: Wiley, стр. 54

Табле су потребне за визуелизацију рада тима, за стандардизацију процеса и за проналажење и уклањање зависности. И није битно у ком облику су представљени – физички или дигитални. На стандардној табли Канбан, процес се састој и од три корака: Планирано, У раду и Завршено. Међутим, одбор може бити конфигуриран у складу са процесом који је усвојен у одређеном тиму, зависно од величине, структуре и циљева.

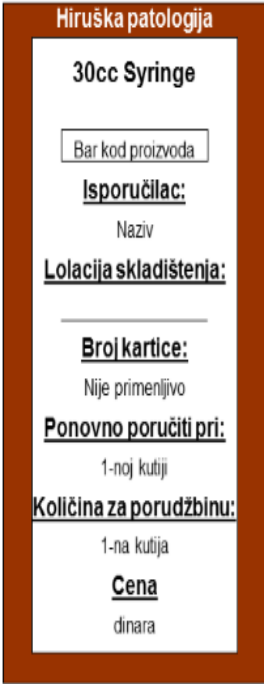
Методологија Канбана заснована је на потпуној транспарентности рада и размени информација о ресурсима у реалном времену. Према томе, Канбан табла треба да буде једини поуздан извор информација о раду тима. Преведено из јапанског Канбан буквално значи "визуелни сигнал". У тимовима који користе Канбан, сваки радни задатак је представљен као посебна картица.

Захваљујући овој визуелној репрезентацији (Слика 3), члановима тима ће бити лакше и погодније праћење животног циклуса радних задатака.

Слика 3. Канбан картице



Kanban kartica I



Kanban kartica II

На Канбан-картицама приказују се важне информације о конкретним задацима, што је приказано и на слици, које морају бити доступне за цео тим:

- Име лица одговорног за задатак,
- Кратак опис радова,
- Време потребно за извршење.

У виртуелне Канбан-плоча су често додати снимци екрана и други важне информације о техничким детаљима за извођача. Када сви чланови тима у сваком тренутку виде статус сваког радног задатка, као и све сродне информације,

концентрација се повећава, обезбеђује се потпуна транспарентност, блокатори и зависности се брже идентификују.

2. 3. Предности Канбана

Предност Канбана је могућност смањења залиха. Подразумева се да се све компоненте не могу контролисати, али су се показале врло добро за оне предмете који се више пута користе. Данас овај принцип још увек има релативно снажан утицај на модерне производе.

Канбан систем је један од кључних принципа начела повлачења. Он служи као средство за фино подешавање производње и међусобно повезивање појединих процеса.

Најзначајнија предност је смањење залиха. Осим тога, обезбеђује системски ток информација током читавог процеса производње и испоруке делова, на основу праћења унапред одређеног стања. Канбан се заснива на промовисању флукуације производње уз повећање асортимана и смањење напора за планирање. На крају, али не и најмање важно, то је систем отвореног управљања који пружа бољи увид у стање производње и попис готових производа и уштеде у трошковима транспорта.

3. Алати lean производње

Lean има врло широк спектар алата, зато је од изузетне важности истражити их и разумети њихову примену. Постоји мноштво добрих идеја и алата па их је потребно изучити како би се донела одлука да ли неки од алата утичу на губитак у процесу производње. Многи од Lean алата могу бити употребљени самостално што их чини једноставним за примену.

Неки од кључних алата lean производње:

Слика 4. Алати Lean производње

5 S
Анализа уског грла
Андон
Право место
Уједначена производња
Интелигентна аутоматизација
Тачно на време
Континуирано побољшање
Канбан
Кључни показатељи успешности
Континуирани проток
Губитак
Укупна ефикасност производне опреме
Метода за имплементацију побољшања
Самоконтрола
Анализа корена
СМЕД
6 великих губитака
Паметни циљеви
Такт производње
Потпуно производно одржавање
Анализа процеса
Визуални индикатори

3.1. 5 S

5S подразумева алат који захтева организацију времена на следећи начин:

- Сортирати, дефинисати и елиминисати непотребне алате, материјале, опрему. (Sort)
- Уредити радно место (Set In Order)
- Очистити радно место (Shine)
- Стандардизовати радно место (Standardize)
- Одржавати радно место.

Слика 5. Алат 5S



3.2. Алат Анализа „уског грла“

Утврди који део производног процеса има недостатке и шта би требало да се побољшава како би се побољшао радни учинак тог дела процеса. Овај алат има за циљ да се побољша пословање тако што ће се ојачати најслаби процес у предузећу.¹⁴

3.3. Алат Andon (лампа)

Систем за праћење стања на производној линији, представља и визуалну контролу производње. Упозорава када је потребна помоћ на линији и даје знак оператеру да заустави производњу. Andon је заправо комуникацијско средство за производну линију И показује да ли има проблема.

¹⁴ Wilson, L., (2010), *How To Implement Lean Manufacturing*; The McGraw-Hill Companies, Inc., New York, str. 59

3.4. Gemba – Стварно место

Онај алат представља проналажење прилика за побољшање.¹⁵ Тим запослених, састављен из неколико функција, шета кроз производњу, идентификујући потенцијале за смањење недостатака и уводе побољшања како шетају кроз производњу. Побољшања се реализују брзо. Овај алат утиче у укључивању запослених да уоче недостатке у свакодневним пословним активностима. Gemba шетња се користи за лаке, брзе промене.

3.5. Heijunka (Уједначена производња)

Представља облик планирања производње, више мањих серија производње, мешањем различитих варијанти производа унутар истог процеса. Heijunka утиче на смање залиха и времена које прође од наруџбе купца па све до испоруке производа. Разлог што је Хејјунка у темељима Lean куће је стабилност у раду. Heijunka је јапански термин за нивелисања производње. Принцип Heijunka је за тражени ниво производње, креирати стабилност и предвидљивост.

3.6. Дефинисање пословних стратегија

Поистоветити циљеве предузећа са плановима средњег менаџмента и пословима који се обављају у производној хали. Овај алат елиминише губитке који долазе из лоше комуникације и неусклађених односа у колективу.

3.7. Jidoka

Овај алат се описује као „аутоматизација са људским додиром“. Дизајнирати опрему тако да буде делимично аутоматизована у процесу производње како би олакшали производњу и самостално је зауставили када би се појавили недостаци. Опрема је аутоматизована делимично из разлога што је потпуна аутоматизација скупа. Након увођења Јидоке, запослени могу учесталије надзирати више радних места, што смањује трошкове рада.¹⁶ Бројни проблеми у квалитету производа могу бити брзо откривени што побољшава квалитет целокупног процеса производње. Јидока раздваја људски и машински рад, један запослени може пратити рад већег броја машина које самостално заустављају процес када се појави дефект.¹⁷

3.8. Just-In-Time

Имати проток материјала кроз производњу темељен на захтевима купца уместо на ирелевантним захтевима. ЈИТ се ослања на велик број осталих леан алата као што су Хејјунка, Канбан, стандардизирани посао, време такта. ЈИТ има високу учешће у

¹⁵ George M, (2003), *Lean Six Sigma for Service*, McGraw-Hill, New York, str.61

¹⁶ Jones, D., (2006), *Heijunka: leveling production*, Manuf. Eng., vol. 137, no. 2, pp. 29–36,

¹⁷ Hirano, H., (2009), *JIT Implementation Manual Vol5*, vol. 5. Str. 14

смањивању залиха. Побољшава проток вредности (новца) и редуцира просторне захтеве.¹⁸

3.9. Kaizen (Континуирано побољшавање)

Стратегија где запослени раде заједно и проактивно како би постигли континуирана побољшања у процесу производње. Комбинује колективне таленте целог предузећа како би се створило окружење које константно елиминира губитке из процеса производње. Кључ успеха лежи у константном напретку, без обзира на то колико су промене велике или мале. Наведена премиса представља основ каизена, стратегије која тежи континуираном унапређењу. Каизен је јапански израз који се састоји из два појма, „kai“ што у преводу са јапанског значи промена и „zen“ што означава појам добра.¹⁹

3.10. Kanban

Метода регулирања протока добара и унутар самог предузећа и са стране добављача, коопераната, партнера и купаца. Заснива се на аутоматском допуњавању добара преко сигналних картица које сигнализирају када настане потреба за неком сировином или било којом другом потрошном робом. Канбан осигурава да се поједини делови не производе ако то није потребно за следећу производну фазу. Елиминира губитке настале прекомерним залихама и прекомерном производњом..²⁰

3.11. Кључни показатељи успешности

Визуални показатељ који прати напредак према достизању постављених циљева предузећа. Снажно унапређени кључни показатељи могу бити управљачки програми режима па је стога важно пажљиво одабрати кључне показатеље успешности који ће водити до жељених режима. Најбољи показатељи успешности су:

- о Усклађени са стратешким циљевима.
- о Делотворни у откривању и одређивању опсега губитака.
- о Без муке под деловањем радника у хали.

3.12. Континуирани проток

Процес производње у којој полупроизводи глатко теку кроз производњу са минималним или без међускладишта између различитих фаза процеса. Континуирани проток елиминира више облика губитака.

¹⁸ Whitmore, T., (2008), *Standardized WORK*, Manuf. Eng., vol. 140, no. 5, pp. 171- 172

¹⁹ Martin, K., Osterling, M. (2007), *The Kaizen Event Planner - Achieving Rapid Improvement in Office, Service and Technical Environments*, vol. 74, no. 10. str. 24

²⁰ Mike, R., Shook. J., (2003), *Learning to See: Value-Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. Brookline, MA: Lean Enterprise Institute, Inc., str.14

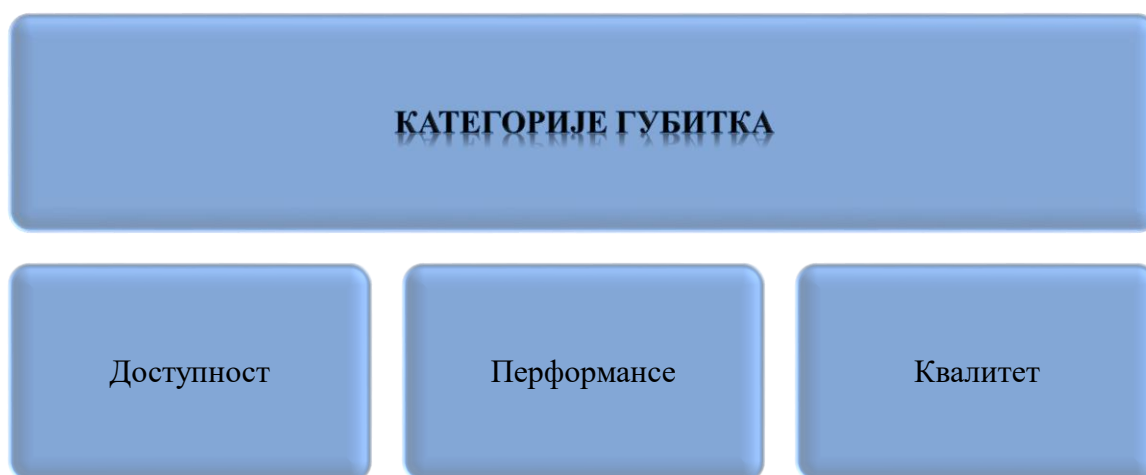
3.13. Муда (губитак)

Све што у процесу производње не додаје вредност производу из перспективе купца. Муда не помаже производњи. Муда значи „губитак, отпад“, а елиминација губитака је примарни фокус лан производње.

3.14. Укупна ефективност производне опреме

Укупна ефективност производне опреме која рачуна расположивост опреме полазећи од укупне расположивости умањене за све застоје и подешавања те губитке у производном процесу.“ Укупна ефективност производне опреме је заправо окосница за мерење губитака у продуктивности за просматрани процес производње. Прате се три категорије губитака, а мере се у постоцима, што је приказано на следећој слици: ²¹

Слика 6. Категорије губитка

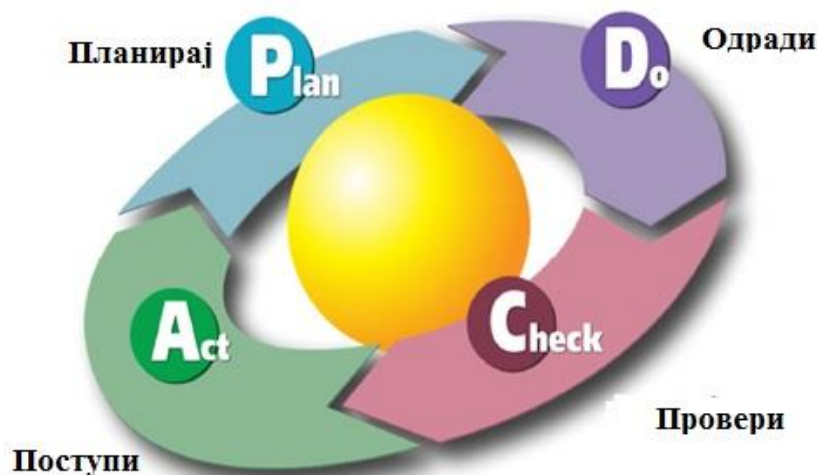


3.15. PDCA метода

Као помоћ за унапређење, побољшање процеса може послужити тзв. Shewhart Cycle (Shewhart-ov ciklus) PDCA (Plan-Do-Check-Act) Дијаграм тока за учење и за унапређивање неког производа или неког процеса, Shewhart-ов model може се показати сликом 7.

²¹Don, T., Luyster, T., Shuker, T., (2002) *Value Stream Management: Eight Steps to Planning, Mapping, and Sustaining Lean Improvements*. New York, NY: Productivity Press, стр. 59

Слика 7. PDCA метода



Основне карактеристике овог циклуса односе се на следеће:

ПЛАНИРАЈ - Површински истражи и анализирај постојећи процес, а потом га стандардизирај (нормализирај). Након тога прикупи податке ради идентифицирања проблема и развија плана унапређења и специфицирај мерила за оцењивање плана.

ОДРАДИ - Проведи план, ако је то могуће на суженом подручју (одређени процес), документирај промене и прикупи податке за оцену.

ПРОВЕРИ - Оцени податке прикупљене на суженом подручју (према тачки 2) и провери колико остварени резултати одговарају циљевима утврђеним у плану.

ПОСТУПИ - Ако су резултати успешни, стандардизирај нову методу и са њом упознај све људе на које се она на било који начин односи, затим за њих организирај обуку. Размотри могућност за такве промене и у другим (сличним) процесима.

3.16. Poka – Yoke

Дизајнирати опрему за строј која служи за превенцију и откривање грешака у процесу производње, с циљем да се постигне процес без шкарта. Poka-yoke, слично као и Јидока, проналази грешке како се појављују на производној линији, с обзиром да је тешко и скупо пронаћи све грешке и дефекте кроз контролу на крају. Исправљање грешака је све скупље са сваком вишом фазом обраде, па је пожељно пронаћи их што је раније могуће.

3.17. Root Cause Analysis - Анализа корена узрока

Методологија за решавање проблема која се фокусира на проналажење решења инхерентних проблема уместо брзих поправака којима се третирају тренутни симптоми проблема. Уобичајени приступ је упитати се „Зашто?“ више пута с циљем, сваки пута бити корак ближе проналажењу право темељног проблема. Ова метода осигурава помоћ на нивоу самог корена проблема, то јест, применом корективних поступака елиминише проблем у корену као и сам корен проблема.

3.18. SMED

SMED (енг. Single-Minute Exchange of Dies; Смањити време припреме што је више могуће. Под „изменом алата у једнознаменкастом броју“ мисли се на испод 10 минута.

- о Прерадити кораке припреме тако се могу обављати извана.
- о Поједноставити унутарашњу припрему.
- о Одстранити непотребне захвате.
- о Осмислити стандардизирани упуте за рад.

3.19. Шест великих губитака

Шест категорија губитака производности који су опште познати у производним процесима:

- о Кварови;
- о Припреме и прилагођавање;
- о Мањи застоји;
- о Смањена брзина;
- о Почетни шкарт;
- о Шкарт у току производње;

Овај алат поставља темеље за указивање и решавање најуобичајенијих узрока губитака у процесу производње.

3.20. Смарт циљеви

Циљеви који су: специфични, мерљиви, достижни, релевантни, временски дефинисани. Алат помаже при осигуравању ефикасности жељеног циља. Документовани поступци за процес производње који подразумева професионалне

поступке који су прописани као најнефективнији, укључују време које је потребно за извршење појединог задатка.

3.21. Време такта

У производњи свака секунда је битна, као и прецизност не само у одређивању такта већ уопште. Термин такта често се повезује са термином циклусно време, што није исправно. Ова два термина се суштински разликују по месту које га одређује.²² Време такта је дефинисано од стране тржишта. Такт подразумева да се на тржишту се купи један посматрани производ сваких x секунди да не би стварало непотребне залихе производа. Са друге стране, циклусно време је дефинисано од стране предузеће. Циклусно време је диктирано опремом коју предузеће поседује и продуктивношћу те опреме. Циклусно време представља време за које је опрема способна да одради један свој производни циклус. Радник се посматра независно од машине, а независно се посматра и производ. Ово значи да сваки од чинилаца процеса производње има своје специфично време учешћа у процесу. Она могу међусобно бити иста, али не морају.²³ Први проблем приликом израчунавања такта представља одређивање потребне количине производа коју тржиште захтева. Дакле ово није величина на коју предузеће има утицај. При одређивању ове величине, најчешће се користе вредности из претходног периода. Очигледно је да приступ одређивању ове вредности неће дати реалне вредности, тако да се проблему треба приступити крајње детаљно и стручно. Проблем одређивања потребних количина се компликује уколико се на једној производној линији производе слични производи, различите комплексности, што подразумева и различита времена производње. Тада је потребно одредити најједноставнији производ, а за остале производе је потребно одредити коефицијент комплексности. Након тога се потребне количине свих производа свде на нормализоване количине најједноставнијег производа и одређује се такт произвође тог најједноставнијег производа. Такт осталих производа се одређује множењем одговарајућег коефицијента комплексности са израчунатим тактом за најједноставнији производ. Под укупно расположивим временом се подразумева време током којег је могуће производити дати производ. Ово значи да је потребно од укупног времена на располагању, одузети време за које се зна да није могуће производити. У ово време спадају планиране паузе у производњи, време за планске интервенције одржавања, време за замену алата при преласку на нови производ и слично.²⁴

Основна намена одређивања такта је да се обезбеди производња потребних количина одређених производа. Међутим, такт се користи и са циљем елиминисања неких губитака, као што су прекомерна производња, прекомерне залике или чекање.

²² Berlec, T., Govekar, E., Grum, J., Potocnik, P., Starbek, M. (2008). *Predicting order lead times*. *Strojniški vestnik - Journal of Mechanical Engineering*, vol.54, no. 5, p. 308-321.

²³ Бекер, И., Морача, С., Лазаревић, М., Севић, С, Тешић З., Рикаловић, А., (2014) *Леан систем, Такт производње*, Универзитет у Новом Саду, ФТН, стр. 54-56

²⁴ Bohm, R. M., Naapala, R. K., Kerry, P., Stone, B. R., Tumer, Y. I. (2010) *Integrating life cycle assessment into the conceptual phase of design using a design repository*. *Journal of Mechanical Design*, 132. Accessed September 16, 2010. DOI: 10.1115/1.4002152.

3.22. Total Productive Maintenance

Приступ одржавању које се заснива на превентивном одржавању како би оперативно време опреме повећали што је више могуће.

3.23. Value Stream Mapping (Анализа процеса)

Алат који се користи за визуални приказ тока производње. Приказује тренутна и будућа стања и фазе обраде на начин да истакне прилике за побољшање. Излаже губитке у тренутном процесу и пружа путоказ за побољшања кроз будуће фазе.

3.24. Visual Factory

Визуални индикатори, контроле које се користе кроз цели процес производње како би побољшале комуникацију информацијама. Сврха овог алата је да прикаже стање и захтеве производног процеса једноставно, приступачно и врло јасни – свима.

4. SMED (Single – Minute Exchange of Dies)

SMED (Single-Minute Exchange of Dies) је систем за драматично смањење времена потребно за завршетак пребацивања опреме. Суштина система је да претвори што више корака за промену у „спољашње“ (које се изводе док се опрема ради), те да поједностави и поједностави преостале кораке. Назив Single-Minute Exchange of Dies долази од циља скраћења времена преласка на „појединачне“ цифре (тј. мање од 10 минута).

Успешан програм SMED имаће следеће предности:

- Нижи производни трошкови (брже пребацивање значи мање застоја опреме);
- Мање величине серије (брже пребацивање омогућава чешће промене производа);
- Побољшана реакција на потражњу купаца (мање величине серије омогућавају флексибилније заказивање);
- Нижи ниво залиха (мање величине серије резултирају нижим нивоима залиха);
- Лакши стартапови (стандардизовани процеси пребацивања побољшавају конзистентност и квалитет).

Shigeo Shingo је идентификовао осам елемената који се примењују приликом SMED алата, а то су:

- 1) Одвојити унутрашње од спољашњих активности алата;
- 2) Претворити унутрашње у спољашње активности;
- 3) Јасно дефинисати операције;
- 4) Користити функционалне стезаље или их по могућности уклонити;
- 5) Користити прелазне справе;
- 6) Усвојити паралелно извођење радњи;
- 7) Елиминисати прилагођавање алата;
- 8) Симплификација процеса;

Shigeo Shingo такође саветује да би се имплементација саме SMED методологије требала одвијати кроз четири корака:

- Осигурати да екстерне измене алата одраде док је строј у погону;
- Одвојити екстерне од унутрашњих активности измена алата;
- Претворити унутрашње активности у спољашње активности измене алата;
- Побољшати све врсте измена алата.

Galbraith, који је сматрао да је монетаризам мањкав зато што се ослања на класично слободно тржиште, тврди да ако неко воли нешто, или је условљен

образовањем, може допринети врлинама које други не виде или које не постоје. Иста опасност постоји и изван економије. Код побољшања измене постоји значајно уверење да могуће постићи побољшање измене SMED методом.

SMED метода може бити алат само за побољшање учинковитости измене алата. Иако се често користи и препоручује, не сме се тврдити да нема ограничења. То је и даље приступ побољшању измене који треба успоредити с другим могућим приступима. Предност SMED методе је та што је једноставна. Главни циљ, како га је замислио творац методе и они који је примењују у индустрији, јесте одвојити и пребацити задатке на екстерно време

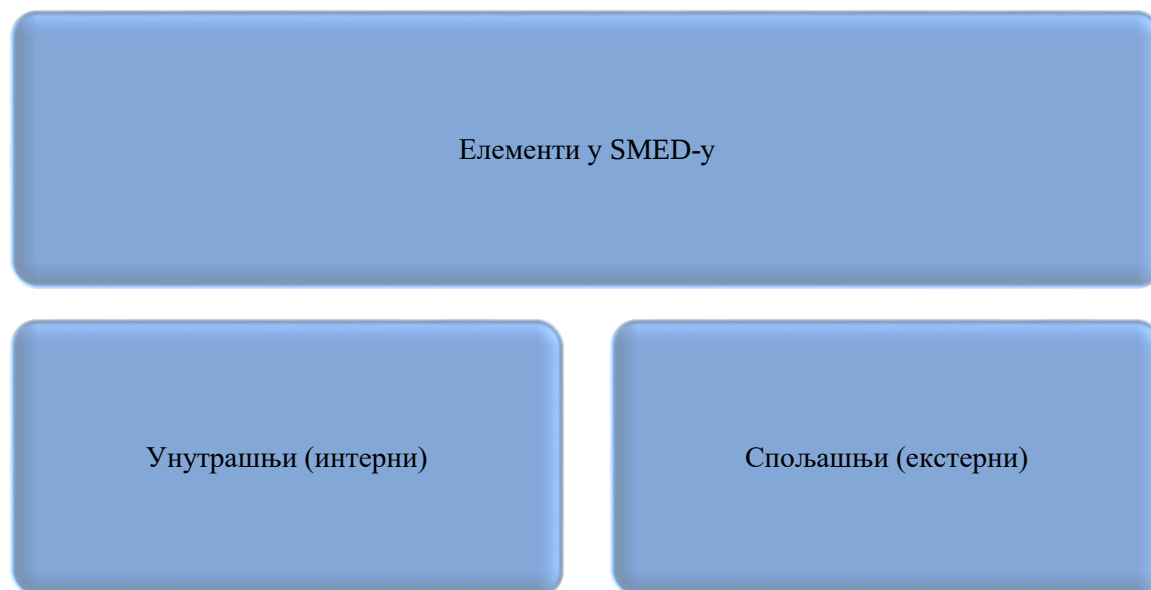
SMED метода може, али и не мора бити најбољи алат за употребу с обзиром на учинковитост, али клијенти и даље могу очекивати да ће се користити због тога што је истакнута. Без обзира на то што одређени циљеви побољшања нису договорени током деловања, након одласка саветника, одржавање постигнутог побољшања може бити проблематично. Чињеница да сама SMED метода није увек најбољи начин за постизање побољшања измене доказали су бројни искусни саветници који су је додали властитим програмима у индустрији. Неки од проблема којима је додата додатна позорност су комуникација, нацрт производне линије, технике затезања и механизација. Исто тако иако су неки аутори сматрали да побољшање мора бити исплативо и усређено на организацију, сами ти аутори су признали да се понекад може доћи до побољшања утемељеног на дизајну. Дизајн се може користити за решавање постојећих задатака или за олакшавање постојећих задатака. Може се посветити више позорности на проблеме техника затезања, прилагодбе и механизације за разлику од SMED методе. SMED “ метода не обухвата бројне шире проблеме који се односе на свеукупан програм побољшања, попут препознавања стројева или процеса за измену, процене измене, одабир тима за побољшавање и одређивање одговорности тима. Искусни, стручни саветници обично могу значајно помоћи код ових и осталих подручја.

Велика идеја SMEDa је да времена замене алата могу бити драстично смањена. У већини случајева на мање од десет минута. Сваки параметар у промени се анализира како би се видело да ли може бити поједностављен.

Што је једна од леан метода која драстично смањује време које је потребно како би се извршила промена алата. Циљ SMED методе је претворити што је више могуће корака у замени алата у екстерне, те поједноставити остале кораке. Назив методе „Single – Minute Exchange of Dies“.

4.1. Основе SMEDa

У SMED – у промене се састоје од корака које се називају „елементи“. Постоје две врсте елемената:

Слика 8. Елементи у SMED-у

о Интерни елементи – елементи који морају бити завршени када опрема стоји.

о Екстерни елементи – елементи који могу бити завршени када је опрема у раду.

SMED процес се фокусира на извођење што више елемената тако да буду екстерни елементи, поједностављени.

4.2. Имплементација SMED-а

Одличан начин за боље разумевање SMED-а је проћи кроз пример имплементације. Готово свако производно предузеће која обавља измене може имати користи од SMEDa. То не значи, међутим, да SMED треба бити први приоритет. У стварном свету, предузећа имају коначне ресурсе, а ти ресурси би требали бити усмерени на место где ће генерисати најбољи повратак истих. Дакле, што би требао бити приоритет?²⁵ За већину предузећа, први приоритет требао би бити: осигурати да постоји јасно разумевање где се продуктивно време губи и да се одлуке о иницијативама за побољшање темеље на чврстим подацима. То значи постављање система за прикупљање и анализу података о производњи.

Једном када систем за мерење производних перформанси буде на месту, прикупљамо податке неколико дана како би добили јасну слику о томе где се губи продуктивно време.

²⁵ Wilson, L, (2010), *How To Implement Lean Manufacturing*; The McGraw-Hill Companies, Inc., New York, стр.27

4.2.1. Први корак – одредити подручје примене

У овом кораку се бира циљано подручје за SMED програм.

Слика 9. Идеалне карактеристике опреме

Ставка	Опис
Трајање	Време замене алата је довољно дуго да има значајног простора за побољшање, али опет не предуго .
Могућности	Постоји више могућности за извршавање замена сваки минут
Познавање	Запослени који познају опрему, ангажовани су и мотивисани
Ограничење	Ако комад опреме представља ограничење или уско грло, та побољшања биће непосредно од користи.
Варијација	Постоје велике варијације у временима промене алата

Како би се створила широка база подршке за SMED пројект, потребно је укључити пуни спектар придружених запослених у процес одабира и напорно радити на стварању консензуса унутар тима о одабиру циљне опреме.

4.2.2. Други корак – идентификовати елементе

У овом кораку, тим заједно ради на идентификовању свих елемената које је потребно заменити. Најпоузданији начин за то је снимање целокупне промене алата:

о Опис – што се ради;

о Трошак у времену – колико треба да се одређени елемент заврши;

4.2.3. Трећи корак – раздвојити екстерне елементе

У овом кораку, потребно је одредити кораке у процесу замене алата који могу бити обављени са мало или без промене док строј ради. Идентификују се као екстерни елементи замене алата. Не ретко је да се време замене алата са овим кораком чак и преполови. За сваки елемент тим би требао поставити следеће питање: може ли овај елемент бити довршен, на начин како се тренутно изводи или с минималном променом? Ако је одговор да, елемент је пожељно категоризирати као екстерни и помакнути га након или пре само замјене алата, према потреби.

4.2.4. Четврти корак – претворити интерне елементе у екстерне

У овом кораку пажљиво се испитује тренутни поступак замене алата, с циљем пребацивања што је могуће више интерних елемената у екстерне елементе. У основи, то се своди на извођење анализе трошкова и користи за сваки елемент:

- Трошкови мерени материјалима и радом потребним за нужне промене.
- Добитак мерен временом које ће се елиминисати од замене алата.

Након што је попис приоритетан, може се започети са провођењем потребних промена.

4.2.5. Пети корак – поједноставити преостале елементе

У овом кораку преостали елементи прегледавају се с циљем поједностављења како би се могли довршити у мање времена. Највиши приоритет треба дати интерним елементима који подупиру примарни циљ скраћивања укупног времена замене алата.

Једном када се расправе стратешка питања, биће прикладно, под претпоставком да се иде путем интерних ретроспективних побољшања, да се радионица изравно укључи у иницијативу. Подршка производње и инжењерско особље такође се могу укључити. С њиховим разумевањем производног окружења и стројева, то особље, које ради као тим, бит ће најбоље опремљено да се бави задацима у овој фази иницијативе. Ово поглавље описује ревизију преласка, до које долази током припремне фазе целокупне методологије.

Потребно је разумети постојећу праксу преласка пре него се расправља о било каквом побољшању. Како би се то учинило, могу се применити различите технике анализе измене алата. Већина квалитетних аутора са овог подручја преферира, ако је то могуће учинити, да се користи видео рекордер с тајмером.²⁶ На тај начин прелазак је „репрезентативан“ па се може снимити од почетка до краја. Опција коришћења видеа је привлачна јер допушта широку расправу о одређеним тачкама које се појављују, а делови видеа могу се поновно приказивати колико год пута је потребно. Видео је такође привлачан јер представља доказ онога што се догодило. Видео докази ограничавају опсег интерпретације и дебате о догађајима преласка односно измена алата. Они који нису чланови екипе такође могу добити прилику да делују у снимању видеа, како би дали свој допринос и били укључени, мада само индиректно, у процес побољшања. Видео информације морају бити документиране, те на тај начин помажу у анализи и расправи, износећи евиденцију о постојећој пракси. Ти се облици затим могу презентовати за групну расправу. Која год метода да се користи како би се обухватио тренутни прелазак, то је потребно учинити детаљно. Недостатак видео камере је да може снимити само оно што се догађа испред ње. Тамо где долази до паралелних активности, или тамо где су активности у широко измештеним локацијама, може бити тешко обухватити догађаје у целости. Слично томе, зумирањем и снимањем одређених

²⁶ Kruger, D., (2012), *Implementing cellular manufacturing in a make-to-order manufacturing system: A South African case study*, Proc. PICMET'12, стр. 3297–3303,

догађаја детаљно, могу се пропустити неке друге активности преласка. Обрнуто, ако се одабере широки кут, удаљена тачка снимања, довољно детаљна анализа догађаја можда неће бити могућа.²⁷

Детаљно снимање садашње праксе потребно је провести чак и када тим већ осећа да разуме што се догађа, те, као што верују, већ имају добро познавање укључених времена. Опасност непознавања тачних времена преласка (која су изузетно важна и онда када се утврђује време производње серија) вероватно ће бити већа када времена нису ревидирана у дужем временском року, или тамо где је на делу вежба за побољшање. Потребно је и на друге начине припазити како се не би унапред просуђивало активности преласка. Може се погрешно веровати, на пример, да никакав простор за побољшање одређених задатака није доступан. Чак и када он постоји, тим за побољшање такође треба третирати све снимке с дужним опрезом.

Задатак бележења података, у начелу је веома једноставан. У пракси, оно што је потребно учинити може бити знатно сложеније. Потреба за детаљним бележењем догађаја описана је горе.²⁸ Појединачне задатке преласка треба дефинисати, а време у којем ће их се извршити такође ће бити утврђено. Оно што се код сваког корака преласка користи, потребно је такође забележити. Сви ти спремни, чити и једноставно забележени детаљи заједно ће помоћи особи која ради на побољшању, но сами за себе још увек су недостатни за потпуно разумевање преласка. Разумевањем преласка у оваквом ширем опсегу, практичар се треба појавити у јачој позицији; способнији показати значајна, дугорочна побољшања. Како би се постигла овај ниво разумевања, информације које се изводе из посматраног преласка ће тако требати бити свеобухватније, а не само бележити укључене задатке, ставке које се користе и времена потребна како би се задаци извршили. Реч „изведен“ одабрана је зато што се тим каснијим аспектима може бавити једном када је изворно снимање преласка довршено. Уместо да их се одреди искључиво од стране неког појединца, ти подаци су у сваком случају прикладније описани и усглашени од стране тима као целине у отвореној расправи, укључујући особље које је изворно проводило прелазак.²⁹

Повећање основних података преласка накнадном расправом још увек је прикупљање информација у склопу корака опште методологије „провођења ревизије преласка“. То је ипак, такође и корак у општем процесу побољшања те га је стога потребно предузети као саставни део овог процеса. У идеалном случају, потребно је пазити да они који делују у тој етапи своју ревизију структурирају на начин који припрема за следећи корак „развоја оперативне стратегије“ - у чему се траже специфичне прилике за побољшање. Снимање података потребно је проводити на начин који је компатибилан с тим идућим кораком. Ако, на пример, екипа примењује методологију SMED, и посебно ако се концентрирају на задатке „помицања“ и

²⁷ Shingo, S. (1985) *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Massachusetts: Productivity Press, стр. 14

²⁸ Vinodh, S.; Ben Ruben, R. (2015), *Lean manufacturing: Recent trends, research & development and education perspectives*. In Research Advances in Industrial Engineering; Davim, J.P., Ed.; Springer International Publishing: Cham, Switzerland, стр. 1–16.

²⁹ L. E. Institute, (2008) *Lean Lexicon*, Fourth edi. Cambridge, MA, The Lean Enterprise Institute, USA, стр. 59

„конвертовања“ у екстерно време, потребно је тражити и снимати информације у вези с тренутним преласком. Методологија побољшања коју настоји бити шире утемељена него типично примењена SMED методологија.

Документација која је описана за употребу током ревизије преласка намењена је да се пређе на наредан корак развој оперативне стратегије целокупне методологије, у којем се траже и успоређују специфичне могућности побољшања. Поврх помоћи да се идентификују могућности за побољшање, документација о преласку додатно је важна у допуштању да се мери побољшање. Доле су описани одабрани аспекти преласка:³⁰

- 1) Који задаци преласка се спроводе?
- 2) Која су времена узета за те задатке?
- 3) Које су вештине потребне за спровођење тих задатака?
- 4) У ком се редоследу јављају задаци?
- 5) Који се проблеми могу јавити?
- 6) Који се прекиди могу јавити?
- 7) Који се резервни делови или компоненте користе?
- 8) Који се алат користи?
- 9) Које информације се траже?
- 10) Које је особље укључено у свакој фази преласка, и када више од једне особе треба бити укључено у одређене задатке?
- 11) Где се врше прилагодбе и зашто?
- 12) Како се резервни делови премештају и користе?
- 13) Како се идентификују резервни делови и алати?
- 14) Где су задаци преласка спречени лошим приступом, или где се специфични задаци преласка проводе једноставно како би се негде други имао бољи приступ?
- 15) Где је потребно предузети чишћење?
- 16) Где има радњи лоцирања?
- 17) Где има радњи осигурања?
- 18) Где има радњи инспекције?

³⁰ Bikram Jit, S.; Dinesh, K. (2010) *SMED: For quick changeovers in foundry smes*. Int. J. Prod. Perform. Manag. стр. 98–116

Неке белешке које се тичу тих различитих питања наведене су доле. У већини случајева коментари који се намерно дају у кратком облику због идентификације и расправе специфичних могућности побољшања.

Често аутори наводе како тражење прилика за побољшање може бити спречено ако се имају претходне замисли о томе што задатак преласка представља. Исти проблем дефинисања задатка такође може бити чит приликом анализирања преласка. Лист за ревизију постаће евиденција групе за побољшање, те ће бити кључан у помоћи да се утврди распон потенцијалних опција за побољшање. Видеће се да су дане два нивоа описа задатка. То омогућује разне процене тога што представља задатак преласка који је потребно учинити. Уноси су отворени за појединачне преференције, но уносом у контекст групне дискусије, све стране постају свесне што поједини уноси описују и зашто су одабране те поделе задатка преласка.

Ревидирање времена узетих за задатке преласка не би требало бити тешко, ако се сви који делују сложе око дефиниције. Употреба видео евиденције типично даје најбољи начин постизања овог договора. Може се наићи на потешкоће ако се појединачни задаци проводе у интервалима, тамо где се задатак оставља делимично обављен док оператер привремено иде радити нешто друго (у том случају „задатак“ је можда ипак најбоље унети као серију различитих, засебних задатака). Још једна могућа потешкоћа је да времена задатака из оригиналне анализе нису репрезентативна тамо, где из разних могућих разлога, оператер ради на атипичан начин.

Неки ће задаци захтевати да они који их предузимају буду адекватно вешти у одређеном погледу. „Вештина“ може укључивати нешто као што је физичка снага, правне власти или спретност руку. Чешће се под „вештином“ сматра повећана способност провођења задатака на темељу обуке и/или искуства. Потребно је обратити позорност како би се разликовало „вештину“ од ограничења: тамо где су појединци ограничени од деловања у одређеним активностима не на темељу своје способности. Важан разлог за бежење захтева вештине је да се касније у обзир могу узети опције, као што је већ прикладно, како би се елиминирала потреба за тим вештинама променом природе дотичног задатка. Алтернативно, ако задатак треба остати у бити непромењен, може се размишљати о обуци даљњег особља.

След у којем се проводе задаци може бити веома важан. Постоје два важна аспекта секвенцирања задатака. Као прво, у многим случајевима велики део задатака преласка углавном су независни један од другог, те секвенцирање задатака може омогућити бољу расподелу задатака између особља које је доступно да их изврши, на тај начин скраћујући протекло време преласка. Друго, ситуације зависности задатака такође се често јављају, при чему се један задатак не може започети док се други задатак не заврши.³¹ Кидање таквих међузависности, тамо где је то могуће, може имати значајан утицај на извођење преласка. След у којем се задаци преласка проводе

³¹ Perinić, M.; Ikonić, M.; Maričić, S., (2009) *Die casting process assessment using single minute exchange of dies (SMED) method*. Metalurgija, Beograd str. 199–202.

аутоматски се бележи записом који се задатак врши у које време, за сваку особу која проводи прелазак.

Свака „брзинска“ видео снимка може наводити на криви траг зато што, можда, различито особље различито ради, или што је можда још важније, сведочи се посебној врсти преласка. Још једна потешкоћа је да се посебни проблеми сасвим сигурно повремено јављају током претходних прелазака. Неки од тих проблема су значајни, но њих се не бележи изравно, те стога, могуће је, неће бити означени да се на њих обрати позорност. Могу се предложити две могућности за процену тог потоњег питања. Прва и најсвеобухватнија опција је забележити што је више прелазака могуће, изводећи из тих белешки све примере проблема који се не јављају на редовној основи. Ипак, то са собом носи своје властите проблеме. Наиме, сам ангажман људског рада за прикупљање тих података вероватно је немогућ. Друга је могућност да тим седне заједно и да засебно забележи одређене проблеме за које се сећају да су се појавили. Потешкоћа те друге могућности може бити присећање до којих је проблема дошло, те који је њихов учинак.

Најчешће се користили хибрид тих двеју опција. Корисност трајног бележења брзине линије изузетно је битна, што одређује када долази до прелазака и колико дуго они трају. И док је изузетно важно проценити проблеме који се могу појавити, такви проблеми требају се моћи разликовати од лоше рутинске праксе. Сваки од њих мора се засебно проценити. Те на крају, потребно је водити рачуна о могућим задацима који се јављају само када се проводе посебне врсте преласка. Јесу ли ти задаци значајни и вредни пажње у погледу побољшања? Како ће остала побољшања утицати на те задатке - или како ће задаци утицати на њих?

Посебно је питање прекида приликом измене алата. Категорија „прекида“ нема намеру укључивати примере као што је враћање алата који недостаје, што би пак могло бити забележено као задаци током преласка. Заправо, намера је да обухвати прилике у којима се они који проводе преласке ометају или спречавају у извршавању „правих“ задатака преласка. То може бити, на пример, за паузе према вољи самог оператера. С друге стране, до прекида може доћи тако да га изазове прелазак приликом подузимања неког другог посла, или када се чека испорука ставки за прелазак или када се чека потребна радна снага. Засебно бележење прекида једноставно има сврху да су то ометања самог процеса преласка. Да постоји воља да их се уклони, то би се могло одмах учинити.

Све компоненте које је потребно променити, преместити или прилагодити требају бити познате. Компоненте могу бити документоване унутар описа задатака прелаза, на тај начин бележећи када је потребна позорност у вези с тим компонентама.

Алати исто тако, скоро сваки прелазак захтева употребу одређених алата. То могу бити ручни алати па до специјализоване опреме као што су посебно дизајнирани намотачи или уређаји за подешавање. Алате који су потребни за провођење преласка потребно је снимити. Неки алати могу бити нужни. Други ће бити само од користи.

Треба забележити информације које су потребне за провођење преласка, као што је опрема за постављање података. У неким случајевима недоступност таквих информација спречиће прелазак. У другим случајевима прелазак се једноставно неће моћи обавити без њих. Потребне информације веројатно ће укључивати податке у вези с квалитетом производа, омогућујући онима који проводе прелазак да провере јесу ли правилно направљене те да је нови производ произведен према прихватљивом стандарду.

Процена особља укљученог у прелазак делом је већ разматрана. Аспекти који се тичу особља могу укључивати и питања „вештине“ и едукације, те број људи доступних за провођење преласка. Корисно је забележити што свака особа засебно ради током преласка.³² Те се информације затим могу скицирати што може бити посебно корисно у одређивању ко је доступан у различитим фазама током преласка. Често се може одредити боља секвенца задатака преласка која омогућује да евентуална раздобља неактивности буду искоришћена. Слично томе, корисно је забележити када одређени задатак преласка захтева присутност више од једне особе. То може наметати знатна ограничења на побољшања. Стога, превладавање потребе за задацима с више оператера као дела преласка може бити од велике корист. Поврх оних који су углавном укључени у прелазак, појединости додатног особља које даје свој допринос такође је потребно снимити. Посебно вредно бележења често је особље које је одговорно или за испоруку или за уклањање предмета како би се омогућио процес преласка.

Слично томе, потребно је да се током преласка укључи остало особље како би помогло. У том случају њихова присутност може бити кључна јер имају стручне вештине, или зато што неки задатак једноставно захтева присутност додатних људи. У том потоњем случају може се искусити потреба за додатним људима како би се руковало предметима тамо где би без њих завршетак задатка био изузетно тежак. У сваком случају постоји знатан потенцијал за могуће кашњење док се на то особље чека.

Одређивање где се врше прилагођавања и зашто- Активност прилагођавања делом је повезана с недостатком прецизности, када се у почетку лоцирају компоненте преласка. Таква активност је главна карактеристика многих прелазака, а током преласка њу се корисно идентификује. Руковање предметима преласка и складиштење Потребно је разумети како се резервни делови премештају и складиште, укључујући где их се складишти. Као и резервни делови, то исто разумевање потребно је применити такођери на алат и информације које су потребне за спровођење преласка.

Начин на који се заменски делови, алат и информације идентификују такође се може забележити.

Неки задаци преласка укључују деломично демонтирање/поновно слагање делова или склопова - које иначе не би требало дирати - само у сврху добијања приступа.

³² King, P.L. (2009), *SMED in the process industries*. Ind. Eng., str- 30–35

Чишћење је често потребно како би се омогућило прецизно лоцирање. Чишћење самих заменских делова, или осталих стројних склопова, може бити потребно како би се спречио отпад.

Како су предмети преласка лоцирани може знатно утицати и на лакоћу којом се монтира.

Учвршћивање заменских делова и склопова често се може разликовати од лоцирања тих истих заменских делова и склопова. Те две функције су различите, чак и ако их се често може комбиновати у једној операцији.

Инспекција се јавља код многих прелазака. Често се раде даљње прилагодбе. Процес се затим може поновити. Свако побољшање може та понављања учинити краћима и мање учесталима. Релативно мање побољшање стога се може искусити у више прилика, чинећи такво провођење исплативијим.

4.3. Практични пример учинковитости SMED методе

Компанија Модеста успешно послује већ више од 25 година. Са великом љубављу и посвећености послу има као резултат дугогодишње искуство у производњи намештаја. Основна делатност ове компаније јесте пројектовање, производња и трговина намештајем како на домаћем тако и на иностраном тржишту.

Заводљива комбинација штофа и дрвета завладала је светом ентеријера која даје простору посебну ноту. Производња кухиња се дефинисала као основни правац који представља спектакуларан спој високог квалитета и изузетних детаља.

Дугогодишњим искуством, Модеста је постала препознатљив бренд као и симбол савременог дизајна. Управо зато Модеста је јединствено место за уживање у најбољем дизајну ентеријера, намештаја и предмета за опремање животног и радног простора који амбијент чини функционалним и естетски допадљивим.

Модеста на тржишту обједињује реномиране светске произвођаче најквалитетнијих материјала и окова за опремање ентеријера, хармонизује креативност, технологију, естетски угођај са применом нових идејних решења и практичних метода који оплемењују ваш животни простор.

Структуру запослених компаније Модеста највећим делом чини високо стручни тим архитеката, дизајнери ентеријера, инжењера и стручњака из области производње и монтаже намештаја. Сталним усавршавањем и едукацијом својих кадрова, праћењем трендова, иновативношћу, оригиналним решењима и одговорношћу према својим клијентима, Модеста има визију да буде лидер у производњи и продаји намештаја на домаћем тржишту.

Као пример учинка SMED методе у компанији Модеста, биће приказана табела времена пре и после имплементације SMED методе. У примеру из табеле, време измене алата скратило се, са 299 минута на 196 минута.

Слика 9. SMED методе у компанији Модеста

Активности	Трајање активности пре SMED – а [мин]	Побољшања	Трајање активности након SMED – а [мин]	Уштеда времена [мин]
Транспорт	30	Упуте за рад	13	17
Складиштење	90	Упут за рад	60	30
Помоћни алати	50	SMED с	30	20
Демонтажа алата	50	Упуте	38	12
Монтажа апарата	64	Стандардизација	49	15
Покретање процеса	15	Упуте	6	9
Укупно	299	Укупно	196	103

ЗАКЉУЧАК

Леан концепт се сматра техником смањења отпада, али у пракси витка производња максимизира вредност производа минимизирањем отпада. На основу свега наведеног може се закључити да постоје три главна разлога због којих иницијативе за смањење отпада могу бити погодне за било коју компанију: повећати флексибилност ж више пребацивање и смањење величине серије.

Капацитети уског грла како би се максимизирали расположивост линија за производњу; и да сведе на минимум трошак, јер су трошкови производње повезани са ефикасношћу опреме.

Најважнији алати за елиминацију различитих врста отпад у производњи су карта тока вредности, производња ћелија, укупно продуктивно одржавање и једносатна размена матрица (СМЕД). СМЕД је један од многих алата за смањење отпада у производним процесима, јер нуди брзинуи ефикасан начин да се смањи време преласка. СМЕД подразумева смањење времена преласка претварањем могућег интерног времена подешавања у екстерно.

„Време преласка“ је дефинисано као период између последњег доброг производа из претходне производне наруџбине који оставља машину и добар производ који произлази из следећег производног налога.

Време промене је дефинисано као време потребно за постављање дате производње. Будући да машине остају неактивне током промене времена, тај процес се мора умањити што је више могуће.

Рад је био посвећен оптимизацији време извођења операција производње. Циљ је био оптимизација непродуктивног времена руковања алатима, чиме се повећава продуктивност производње. На основу анализе производног процеса, установљено је да на продуктивност највише утичу непродуктивне активности које стварају непродуктивно време. То су активности које су повезане са обновом машина. Непродуктивно време настаје током обнова машина, алата за производњу, па је анализа била усмерен на оптимизацију времена обнове.

СМЕД мора донети низ предности које подржавају његову имплементацију. Одржавање и менаџери производње морају напорно радити како би смањили времена преласка са СМЕД. Тако ће компаније добити запажене економске користи ако су сви алати и инструменти за подешавање увек спремни и на располагању, планирају се све активности замене, а користе се исправне визуелне ознаке. Слично томе, имали би користи од смањеног времена подешавања и грешака у производњи и високог квалитета производа. Штавише, доступност и перформансе машина знатно ће се повећати, јер више време ће бити посвећено производњи. Из ове перспективе, потврђена је хипотеза рада, да увођењем СМЕД алата долази до смањења трошкова, уштеде времена, али и повећању производње.

ЛИТЕРАТУРА

1. Berlec, T., Govekar, E., Grum, J., Potocnik, P., Starbek, M. (2008). *Predicting order lead times*. Strojniški vestnik - Journal of Mechanical Engineering, vol.54, no. 5,
2. Бекер, И., Морача, С., Лазаревић, М., Севић, С, Тешић З., Рикаловић, А., (2014) *Леоан систем, Такт производње*, Универзитет у Новом Саду, ФТН, стр. 54-56
3. Bikram Jit, S.; Dinesh, K. (2010) *SMED: For quick changeovers in foundry smes*. Int. J. Prod. Perform. Manag.
4. Chopra, S., Meindl, P. (2015). *Supply chain management: Strategy, planning & operations (6th ed.)*. Upper Saddle River, Prentice Hall. References, New Jersey
5. Chopra, S, Meindl, P., (2001), *Supply Chain Management, Strategy, Planning and Operations*, Prentice Hall, New Jersey
6. Dittmann, J. P. (2012). *Supply chain transformation: Building and executing an integrated supply chain strategy*. McGraw Hill, New York
7. Drucker, P. F. (Ed.). (2013). *On innovation: HBR's 10 must reads on innovation* (with featured article "The Discipline of Innovation" by Peter F. Drucker). Boston, MA: Harvard Business Review
8. Don, T., Luyster, T., Shuker, T., (2002) *Value Stream Management: Eight Steps to Planning, Mapping, and Sustaining Lean Improvements*. New York, NY: Productivity Press
9. Hobbs, D., P., (2004) *LEAN Manufacturing Implementation: A Complete Execution Manual for Any Size Manufacturer*, J. Ross Publishing
10. Hirano, H., (2009), *JIT Implementation Manual Vol5*, vol. 5
11. Ghiani, G., Laporte, G., Musmanno, R. (2013). *Introduction to logistics systems management* (2nd ed.). Chichester, West Sussex: Wiley
12. Jones, D., (2006), *Heijunka: leveling production*, Manuf. Eng., vol. 137, no. 2
13. Kruger, D., (2012), *Implementing cellular manufacturing in a make-to-order manufacturing system: A South African case study*, Proc. PICMET'12
14. King, P.L. (2009), *SMED in the process industries*. Ind. Eng
15. L. E. Institute, (2008) *Lean Lexicon*, Fourth edi. Cambridge, MA, The Lean Enterprise Institute, USA
16. Michael L. G, (2003) *Lean Six Sigma For Service: How to Use Lean Speed and Six Sigma Quality to Improve Services and Transactions*, McGraw-Hill
17. Mike, R., Shook. J., (2003), *Learning to See: Value-Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. Brookline, MA: Lean Enterprise Institute, Inc
18. Малинић, С., (2008), *Управљачко рачуноводство*, Економски факултет Крагујевац
19. Martin, K., Osterling, M. (2007), *The Kaizen Event Planner - Achieving Rapid Improvement in Office, Service and Technical Environments*, vol. 74, no. 10
20. Rich, N., Bateman, N., Esain, A. i dr. (2006) *LEAN EVOLUTION: Lessons from the Workplace*, Cambridge University Press,
21. Rahmana N.A., Sharifb S. M., Esac M.M., (2013). *Lean Manufacturing Case Study with Kanban System Implementation*, Procedia Economics and Finance 7, Malezija

22. Perinić, M.; Ikonić, M.; Maričić, S., (2009) *Die casting process assessment using single minute exchange of dies (SMED) method*. Metalurgija, Beograd
23. Vinodh, S.; Ben Ruben, R. (2015), *Lean manufacturing: Recent trends, research & development and education perspectives*. In Research Advances in Industrial Engineering; Davim, J.P., Ed.; Springer International Publishing: Cham, Switzerland
24. Schonberger, R. J. (2007). *Best practices in lean six sigma process improvement*. Hoboken, NJ: Wiley
25. Shingo, S. (1985) *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Massachusetts: Productivity Press
26. Ђуричин, Д., Јаношевић, С., Каличанин, Ђ., (2013), *Менџмент и стратегија*, Ћугура print, Београд
27. Weil, R., Maher, M., (2005), *Handbook of Cost Mangement*, John Wiley & Sons
28. Wilson, L., (2010), *How To Implement Lean Manufacturing*; The McGraw-Hill Companies, Inc., New York
29. Whitmore, T., (2008), *Standardized WORK*, Manuf. Eng., vol. 140, no. 5
30. Wilson, L, (2010), *How To Implement Lean Manufacturing*; The McGraw-Hill Companies, Inc., New York