

Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука

Имплементација LEAN концепта у аутоиндустрији
-Мастер рад-

Студент: Никола Л. Чампар 320/2014

Професор: Др. Миладин Стефановић

Крагујевац 2017. године

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Индустијски инжењеринг

Предмет: СИМ системи

Број индекса: 320/2014

Никола Л. Чампар

**Имплементација LEAN концепта у аутоиндустрији
-Мастер рад-**

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. Др Миладин Стефановић

Датум одбране: _____

2. _____

Оцена: _____

3. _____

У оквиру овог завршног рада потребно је проучити одговарајућу литературу из области концепта Lean производње. На основу прикупљених података треба објаснити све карактеристике потребне за детаљно објашњење концепта Lean производње и његове имплементације у аутомобилској индустрији. Потребно је дефинисати све методе и технике Lean концепта производње, сваку методу посебно сагледати, као и њихове способности и побољшање у процесу производње. Примену Lean концепта потребно је приказати на конкретним примерима из инжењерске праксе у аутомобилској индустрији.

Препоручена литература :

- [1] Регодић Д., Јовановић С., Станкић М : Lean производни системи и реакбилност ланца снабдевања, Факултет за пословну информатику, Бијељина 2009.
- [2] Dennis P. Hobbs, LEAN Manufacturing Implementation: A Complete Execution Manual for Any Size Manufacturer, J. Ross Publishing 2004.
- [3] Dr. Ian Wedgwood, Lean Sigma: A Practitioner's Guide, Prentice Hall 2006

Крагујевац

Ментор:

Проф. Др Миладин Стефановић

Резиме рада

Lean концепт представља пословну филозофију која је развијена у Јапану, а све више налази примену и на западном тржишту. Одликује га континуирано побољшање производних процеса, велика ефективност и ефикасност у производњи. Lean своју примену налази у масовним производним системима, у којима је процес организације рада, и свега осталог што прати савремену производњу, у великој мери комплексан. Lean концепт, својом методологијом и пословном филозофијом далеко поједностављује управљање производњом, чинећи је флексибилном и спремном да у сваком тренутку одговори на захтеве потрошача.

Кључне речи: Lean концепт, Just in time, канбан планирање, такт, мапирање тока информација и материјала, интегрисани квалитет, каизен, тотално продуктивно одржавање, пет “S”, радне јединице.

Abstract

Lean concept is a business philosophy that was developed in Japan, and is being increasingly used by western enterprises. It is characterized by continuous improvement of production processes, high effectiveness and efficiency in production. Lean find his application in mass production systems, in which the process of work organization, and everything that follows the modern production, are largely complex. Lean concept represent methodology, and business philosophy that makes manufacturing much easier, flexible and ready at any time to respond to consumer demands.

Keywords: Concept Lean, Just-in-time, kanban planning, tact, mapping the flow of information and materials, integrated quality, Kaizen, Total Productive Maintenance, five "S", work units.

Садржај

1. Увод.....	6
2. Основе <i>Lean</i> концепта и његово дефинисање	7
2.1 Принципи и предности <i>Lean</i> предузећа	7
3. Начин примене	9
3.1 JIT (<i>Just In Time</i>)	10
3.2 Канбан планирање.....	11
3.3 Такт	13
3.4. Мапирање тока информација и материјала	15
3.5. Интегрисани квалитет (квалитет на изворишту)	16
3.5.1. <i>Jidoka</i>	16
3.5.2. <i>Andon</i> светла	17
3.5.3. <i>Poka yoke</i>	17
3.5.4. <i>SMED</i>	18
3.6. <i>Kaizen</i>	19
3.7. Тотално продуктивно одржавање (ТПМ)	21
3.8 Пет „S“	22
3.9. Радне јединице.....	25
4. Пример имплементације <i>Lean</i> концепта.....	26
4.1 Игра са тениским лоптицама.....	28
4.2 Матрица губитака.....	29
4.3 Процес ланца снабдевања.....	30
4.4 Примена <i>Just in Time</i> логистичког система у аутомобилској индустрији ..	31
4.5 Смањење трошкова у процеу производње применом <i>Just in Time</i> и Канбан система	33
4.6 <i>Poka yoke</i> системи	34
4.7 Пример примене <i>Quick Kaizen</i> а	37
4.8 5S у припреми производње	38
5. Закључак	44
Референце:	45
Корисни линкови:	46

1. Увод

Lean производања је скуп алата у савременој производњи који елиминира непотребни „отпад“, који не подразумева нужно физички отпад, већ и губитке у времену, непотребне трошкове у производњи као и елиминисање непотребне бирократије. Настао је у Јапану крајем 20. века, а једна од значајних карактеристика је и производња без стварања залиха, што се постиже добром сарадњом између добављача и произвођача. Овај систем пословања није лако применити у пракси, али доводи до значајног смањења трошкова на дужи рок и побољшања укупног производног процеса. Због ове, и низа других погодности које *Lean* производња пружа, нашла је своју примену широм света [1].

Термин *Lean*, потиче из енглеског језика и у преводу на српски значи: витак или танак. Судећи према аналогiji самог термина може се закључити да се термин односи на „витку“, фабрику која смањује губитке у току процеса производње. И ако су почеци оваквог концепта пореклом из Јапана, и као такви карактеристични су за јапанске фирме, *Lean* концепт се све више прихвата од стране западних фирми, па је и сам термин дефинисан од стране два професора са Универзитета М.И.Т (Massachusetts Institut of Tehnology), Џејмса Вомака и Даниела Џонса 1992. у књизи: „Машина која је променила свет“, (The Machine That Changed the World). Двојица поменутих научника су након пет година истраживања објавила књигу која је била инспирисана стеченим искуствима у Тојотиним (Toyota), фабрикама у Јапану [1].

У почецима развоја *Lean* концепта западне фирме су наилазиле на низ проблема када је у питању реализација система у пракси, јер се *Lean* у великој мери ослањао на карактеристичан металитет јапанаца, специфичну радну дисциплину, производну праксу и улове у којима се налазила јапанска привреда. Из тог разлога европска предузећа су се више ослањала на СИМ концепт. Због тога постоји генерално мишљење да *Lean* концепт треба прихватити као смерницу у даљем унапређивању ефикасности и ефективности са намером да постигне оптимално решење које ће бити прилагођено западним произвођачима. Имајући то у виду, јапански елементи могу послужити као модел за разумевање односа између радника и потрошача, али се јапански концепт мора прилагодити домаћим условима [1].

2. Основе *Lean* концепта и његово дефинисање

Концепт познат под називом „*Lean*“, представља скуп метода за ефикасно и ефективно планирање, припрему, израду и контролу свих фактора у процесу производње почевши од планирања производње па све до контроле квалитета финалних производа. *Lean* концепт представља веома ефикасану организацију рада, односно систем који тежи ка оптимизацији производње, тако да испуњава све захтеве који се односе на заштиту на раду, при чему се радно окружење прилагођава раднику [1].

Главне компоненте *Lean* система чине [1]:

- Децентрализована структура предузећа.
- Менаџмент квалитетом на начин који одговара потребама потрошача.
- Хумани приступ раду и управљању производним процесима.
- Повезивање потрошача са испоручиоцима како би се остварили максимални ефекти.

Почеци *Lean* концепта датирају из периода након другог светског рата када је ратом разорени Јапан настојао да обнови привреду. Како је Јапан познат као земља са огромним потенцијалом и природним ресурсима, тежили су ка томе да производи буду високог квалитета уз што мањи утрошак сировина и то у што могуће краћем року. На овај начин би се остварио убрзан раст и самим тим постигла конкурентност на тржишту. [2]

Предузећа која своју производњу заснивају на принципима *Lean* концепта данас постају доминанта на западном тржишту, али још увек не постижу степен ефикасности како што је то случај са јапанским фирмама. Пример за то су Тојотине фабрике које се налазе широм Сједињених америчких држава, али њихова ефикасност у односу на Тојотине фабрике у Јапану је и даље мала. Са друге стране, Тојотине фабрике у САД су ефикасније од других фабрика које производе по принципу масовне производње али и даље заостају за јапанском матичном фирмом. [2]

Lean концепт је осмишљен тако да је главни циљ ове методе да елиминише све губитке који се могу појавити током процеса рада, и на тај начин се унапређује предузеће. Губици се могу јавити на разним местима и могу бити различитих врста због чега *Lean* концепт има тенденцију да сваком од процеса посвећује посебну пажњу и на тај начин уочава и отклања узроке, односно непотребне елементе који се јављају у процесу производње. Код *Lean* предузећа изражена је константна тежња ка сталном унапређивању производних процеса како би се постигла што већа ефикасност. Према томе, не постоји крајњи циљ већ стална тежња ка побољшању производних процеса. [2]

2.1 Принципи и предности *Lean* предузећа

Како би се сагледале све методе и технике које је потребно применити да би предузеће ефикасно функционисало у оквирима *Lean* концепта, потребно је

обухватити све принципе које он обухвата. Основни приципи Lean концепта чине:

- Препознавање одпада (*Waste*), или (*Muda*), како је то препознато од стране Тојотине пословне филозофије, подразумева не само отпад у материјалном смислу већ и губитке у времену, складиштење готових производа или материјала који још увек нису искоришћени, прекомерну производњу, сувишна кретања запослених итд. Другим речима, све што не представља вредност за купца односно не додаје вредност производу представља трошак који мора бити уклоњен Отпад, онако како га *Lean* дефинише детаљно је приказан на слици 1
- *Lean* концепт захтева јасно дефинисане производне процедуре које у сваком тренутку указују на ниво постигнутог квалитета производа, време које је утрошено као и на наредне операције које ће бити спроведена. Из тога разлога *Lean* се у великој мери ослања на стандардизоване процесе који доприносе томе да се грешке свде на минимум.
- Процес производње заснован на *Lean* концепту може се представити као непрекидан ток у коме се елиминирају застоји, чекања и прескакања.
- Основни циљ *Lean* концепта јесте производња оних делова који ће се касније користити у производњи кад се укаже потреба за тиме. Производња се покреће на захтев радне организације и тада се производе само неопходне компоненте. На овај начин се постиже да сваки део у ланцу производње производи само оно што је потребно следећој радној јединици. Овакав начин производње познат је као *систем вучења (Pull Sistem)*.
- *Квалитет на извору* је *Lean* концепта који има за циљ проналажење недостатака квалитета у току настанка производа. Да би се то постигло, запослени су задужени за проверу квалитета у току самог рада.
- Константо унапређење је процес у коме су укључени сви запослени, повезани заједничким циљем чије остварење води ка уклањањем губитака у производњи. [3]

Предузеће које ефикасно имплементира *Lean* концепт оствариће низ користи од којих су најзначајније:

- смањене залихе,
- смањено време циклуса производње,
- повећати оперативну готовост,
- повећати квалитет производа,
- повећати ефикасност запослених
- смањити број отказа машина
- повећати искоришћеност машина и простора
- смањити складишта [3]

На слици 1 приказана је шема структуре *Lean* принципа и изглед компаније која се придржава овог концепта.



Слика.1 *Lean* принцип [3]

Да би се *Lean* концепт успешно применио мора се имплементирати низ метода и техника које се морају спровести у оквиру радне организације. У том погледу, принципи као што су непрекидни ток и систем извлачења, морају се у потпуности применити, док се остали принципи стичу накнадно током одржавања филозофије, која је базирана на констатном унапређењу. [3]

3. Начин примене

Производња заснована на *Lean* концепту усмерена је ка константном отклањању губитака. Због тога што је вредност дефинисана из аспекта купца, све методе и технике у *Lean* производњи имају за циљ стално уклањање губитка [4].

Основне методе и технике *Lean* концепта су:

- ЈИТ (*Just In Time*), одн. Тачно на време
- Канбан
- Такт
- Мапирање тока информација и материјала
- Кавлитет на изворишту (интегрисани квалитет)
- Каизен
- Пет „S“
- ТРМ- Тотално продуктивно одржавање
- Радне јединице [4]

3.1 JIT (*Just In Time*)

JIT је веома ефикасна *Lean* метода која служи за управљање производним процесом и залихама, заснована је на теорији према којој производња функционише на начин на који се не стварју залихе, односно губици. Ово важи за материјале и полуфабрикате, као и за готове производе. Овим се елиминишу непотребни трошкови до којих долази код масовних производњи које зависе од складишта.

JIT метода захтева озбиљно процесно планирања и строго поштовање рокова испоруке, јер успешно функционисање производње која примењује ову методу зависи управо од односа између добављача и произвођача.

Метода производње без залиха првобитно је настала у Јапану, а касније се проширила на остатак света.

Проблеми са којима се ова метода сусреће настају када се појави несигурност у рокове испоруке, па се на тај начин стварају залихе. JIT метода захтева да се делови појаве у производном ланцу само када су потребни, а да их уопште нема кад не постоји потреба за њима. [4]

Метода *Just in time* се може посматрати као скуп различитих техника за контролу набавке, планирања процеса производње и дизајна фабрике, као и техника смањења трошкова и планирања требовања материјала. Основни принципи оваквог приступа су:

- Набавка само онда када је то потребно
- Набавка материјала високог квалитета
- Смањивање времена
- Организација ефективности [4]

Импелементацијом поменутих метода повећава се квалитет по свим нивоима који укључује процедуре, набавке, испоруке и сл. Да би се то постигло *Lean* произвођачи инсистирају на стабилној вези између коопераната и главног произвођача. Због тога *Lean* произвођачи обично имају мањи број коопераната, али је њихова срадња уско повезана. Квалитет који обезбеђују кооперанти мора увек бити на високом нивоу, јер примена методе *Just in time*, управо зависи од набавке која се мора обављати без застоја. Како би се одржао висок квалитет снабдевања, као и квалитет самих производа, *Lean* произвођачи морају имати јасно дефинисане спецификације производа које кооперанти могу да испуне. Тиме се шкарт практично своди на нулу [4].

На тај начин посматрано, може се рећи да се *Lean* производња у великој мери ослања на стандардизацију, која је и настала из разлога боље сарадње између различитих произвођача.

Друга важна карактеристика *Lean* концепта је производња уз употребу што је могуће мање по спецификаци различитих компоненти. На овај начин се упрошћава процес производње, постиже се стални квалитет, а поред тога се утиче и на смањење трошкова у производњи јер се већ у фази дизајнирања производа искључују сувишне компоненте. Компаније које представљају добављаче *Lean* предузећима и које учествују у производњи имају више интереса да сарађују са једним произвођачем јер на тај начин могу да произведу целу групу сличних производа који ће задовољити производњу одређеног

произвођача. У суштини, то значи да ће кооперанти имати сталну потражњу, док ће *Lean* произвођачи успешно спровести методу *Just in time*, и на тај начин ће значајно унапредити сопствени производни процес. Тиме је метода *Just in time* оправдана, јер се стандардизацијом простиже фелксистбилност производње, самањује се време чекања за израду готовог дела, олакшава се организација итд.

3.2 Канбан планирање

Канбан планирање је метода по којој су сви производни ситеми у фабрици тако устројени да раде констатно. Како би се ово постигло потребно је да се производни процеси константно контролишу јер на тај начин производња неће остати без предмета рада и неће се произвести више делова него што је потребно. Контролисање производног процеса на овај начин постигнуто је визуелном сигнализацијом, јер се на тај начин најлакше може утврдити количинско стање производа у одређеној јединици.[9].

Канбан метода се може посматрати више као систем, којим се утиче на производњу тако да она произведе само неопходне производе за којима постоји реална потреба на тржишту. Због тога се *Канбан* ослања на потребе купаца, и у складу са тим диктира производњу, насупрот планирању предвиђене продаје. Оваквим начином руковођења у производњи, елиминише се потреба за сталним директним надгледањем супервизора чиме се додатно поједностављује процес производње [4].

Реч *Канбан* је преузета из јапанског говорног подручја и дословно означава картицу којом се обележава неки производ. У пракси се обично таквим картицама означавају кутије у којима се налазе делови који су потребни производњи. Картица на себи садржи податке о количини делова који се налазе у кутији, као и спецификације једног таквог дела. Једна таква картица приказана је на слици 2 [4].



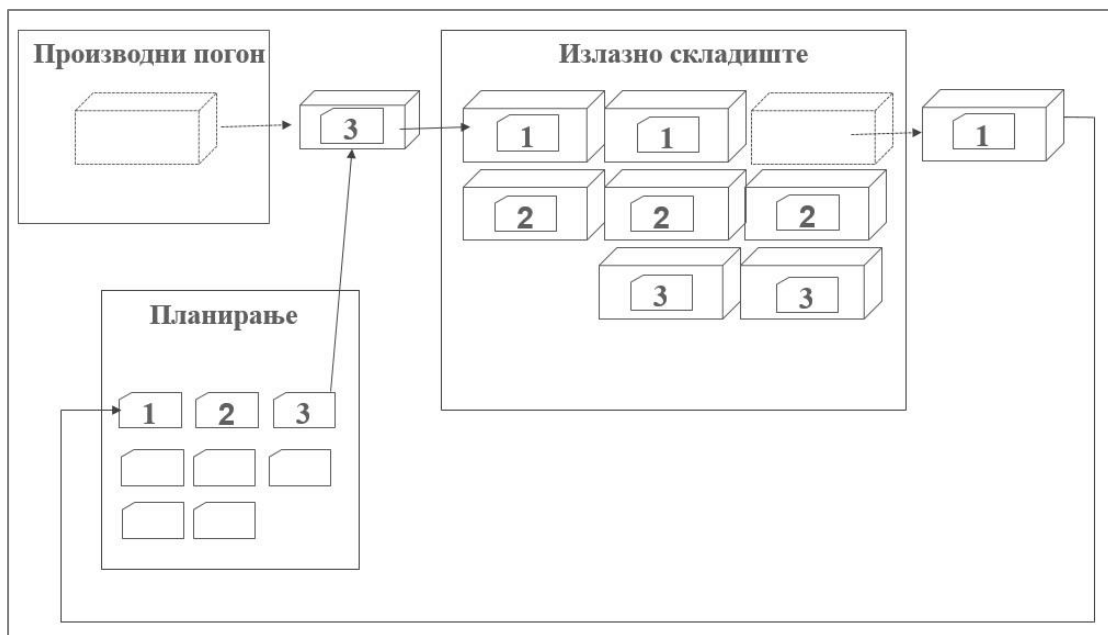
Сл.2 Канбан табла и картица

Након што се кутија са картицом испоручи проиводњи, картица се скида и поставља на таблу чиме се производњи сигнализира да настави производњу све док се кутија поново не испуни, односно док се не произведе потребна количина делова. Тада се картица враћа на кутију и цео процес се понавља. Илустрација оваквог система, приказана је на слици 3 [4].

Упракси се најчешће користи систем са две кутије од којих се користе делови из једне кутије, а њена картица се поставља на канбан таблу. Друга кутија служи као резерва како не би дошло до застоја уколико се кутија која је сигнализирана не напуни за одређено време.

Код сложених ситета производње, код којих је праћење производње отежано, картице се најчешће обележавају баркодovima, а производња се прати рачунарским системима [6].

Код имплементације методе *Канбан*, први пут, постоји тенденције да се време допуне смањи и на тај начин повећа проток материја. Међутим, оваква стратегија није добра јер се повећањем протока материја повећавају и трошкови руковања материјалом као и сабраћај унутар система. Да би се на прави начин извршила оптимизација инвентара и трошква руковања истим, потребно је анализирати информације које прикупљају на дневном и месечном нивоу. Само на тај начин, константим унапређивањем система, може се на ефикасан начин руководити производњом.



Слика.3 Шема процеса канбан [4]

Други вид оптимизације транспорт унутар Канбан система је и прилагођавање величине контејнера, односно кутија у којима се делови налазе. Ако би капацитет контејнера превазилазио количину делова који се налазе у кутији, то би довело до несикоришћеног простора, а тиме би се транспорт додатно отежао.

Битно је истаћи да картица пружа информације које значајно олакшавају манипулацију потребних делова који се налазе у кутији. Картица садржи неке основних информације које указују на [6]:

- количину делова,
- место где се материјал користи,
- место на коме се допуњују кутије
- опис дела који се налази у кутији.

Према потреби могу се додати и још неке информације. На основу информација означених на картици и локација означених у фабрици, руковооци материјала ће тачно знати где се која од локација налази, што ће додатно убрзати транспорт [4].

Проблеми код имплементација *Канбан* система углавном су везани за адекватну едукацију радника, како би се они прилагодили једном оваквом ситему. Због тога *Lean* фабрике које се ослањају на методе *Канбан* система ангажују велике тимове који обучавају раднике да поштују сигнале овог система. Како би се отклонили застоји у производњи до којих може доћи управо из неуходаности радника и коопераната, у почетку се користе веће количене залиха, које се временом смањују на оптималан ниво у складу са прилагођавањем радника на *Канбан* систем. Основни циљ *Канбан* система је елиминисање прекомерне производње за коју нема купаца, па је због тога оптимизација система у производњи од предсудног значаја.

Други проблем који се среће код *Канбан* система је немогућност планирања производње. *Канбан* у великој мери зависи од наруџбина и такта производње, за разлику од других ситема код којих се производња планира унапред. Из тог разлога, *Канбан* је доста рањивији када су у питању несташице материјала, односно кашњења са испорукама од стране коопераната [4].

Значај *Канбан* система за целокупан *Lean* концепт је велики, јер се правилном имплементацијом *Канбан* система унапређује ток материјала, драстично се смањује неизвршена производња, спречава се прекомерна производња, повећава се прилагодљивост производње итд.

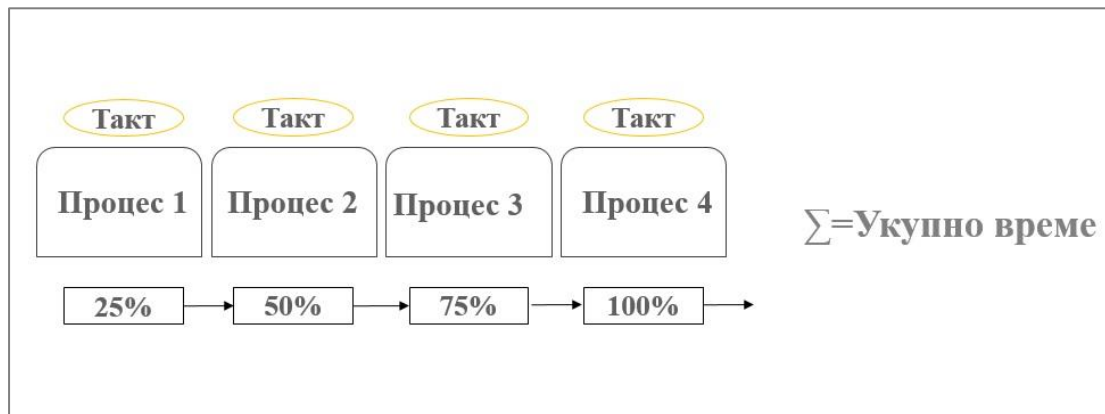
3.3 Такт

Основни циљ *Lean* производње јесте креирање производне линије која је у стању да производи различите производе у што је могуће краћем временском року са минималним губицима. Како би се то постигло потребно је направити ефикасни производни ток, при коме су чекања и застоји минимални.

Због тога што *Lean* производња није заснована на класичном планирању производње, већ производни план зависи од поруџбина купаца, *Lean* производња тежи ка томе да што више смањи производни циклус и на тај начин удовољи потребама купаца у што краћем року. Из тог разлога се *Lean* производња ослања на такт производње, односно ритам излажења готових производа из фабрике. На сваки такт један производ се завршава, и један део операције се завршава. Такт се мења у зависности од броја поруџбина, а изражен је као количника ефективног капацитета и дневног броја поруџбина израженог у минутима или секундама [9].

Временски период који је потребан за израду готовог производа састоји се из више елемената од којих сваки представља један такт. Такт

представља време у производном циклусу које је потребно да се изврши нека операција. Када оператер или машина заврше одређену операцију, тада полупроизвод прелази на следећи ниво, односно следећу операцију за коју је такође потребно одређено време, које је представљено једним радним тактом. Другим речима, производ пролази кроз различите операције, од којих је за сваку потребно одређено време које је изражено тактом. Процес производње траје све док се производ не заврши, а укупно време које је потребно за то представља збир појединих тактова, слика 4 [4].



Слика 4. Шематски приказ производње по такту [4]

Помоћу правилно одређеног такта за сваку од операција могуће је лакше контролисање производних линија, тако што се контролишу уска грла помоћу намерног пропуштања одређених тактова. Тиме се омогућује да се на неким радним јединицама допусти обрада више предмета рада. Такво управљање радним тактом омогућује се да друге радне јединице заврше свој део посла и тако редукују незавршену производњу.

У пракси се често групишу слични производни процеси, тако да се у једној хали налазе више сличних машина. На тај начин се олакшава ораганизација и контрола инвентара, али такво груписање оставља мало простора за једнаку дистрибуцију капацитета, због чега се стварају неједнакости у производњи која се манифестује у виду већих количина незавршене производње.

У *Lean* производњи се другачије приступа одређивању радног такта, јер се у оквиру *Lean* система спроводе активности као што су састанци везани за тотално продуктивно одржање, *Каузен* састанци и састанци у вези безбедности, који делом смањују време проведено на раду, али подижу ефективност система чиме се смањује циклус производње [4].

Како ни један производни систем није савршен, често се дешава да се не произведе предвиђен број комада, због застоја или појаве шкарта. *Lean* производња тежи ка томе да што је могуће више смањи застоје и својим техникама омогући производњу без шкарта [7].

3.4. Мапирање тока информација и материјала

У *Lean* терминологији заједничким термином „ток вредности“ означава се ток материјала и информација које га прате. Ток вредности материјала прикупља све информације, оне коју додају вредност и оне које не додају никакву вредност производу, у тим подацима се налазе и губици који се јављају у производном процесу.

Информације тока вредности приказују се визуелно у форми цртежа који чини карте тока вредности. Таквим картама описују се тренутно стање (карта тренутног стања), или будуће стање (карта будућег стања), којом се описује идеално стање засновано на *Lean* методама у фабрици [10].

Праћење информација односно мапирање је неопходно како би се сагледао комплетан производни ситем, а не само једна операција. На тај начин је лако стећи увид у ток производа кроз све процесе, приликом чега се уочавају и недостаци и потенцијални проблеми који се јављају у производњи [4].

Постоји неколико разлога због којих је техника мапирања тока вредности од великог значаја за унапређење целокупног предузећа:

- Омогућује да се виде не само губитци, већ и генератори губитака током читавог процеса. Повезује ток информација са током материјала.
- Представља основу *Lean* имплементације. Мапе тока вредности се могу упоредити са грађевинским плановима. Као што су планови основа за градњу кућа тако су и мапе будућег стања основе унапређења процеса у предузећу.
- Мапирање тока вредности је квантитивна метода која детаљно описује како би процес требао да се одвија како би се обезбедио непрекидан ток. Показује шта тачно треба поправити како би се ефикасност система повећала. [4]

Приликом израде мапе тока вредности битно је посветити се само једној групи производа, јер се на тај начин олакшава процес мапирања. Групе производа чине производ који су везани за одређени поступак производње. За појединачну групу производа, осим технолошких поступака производње, везују се и машине које учествују у томе процесу.



Слика.5 Кораки у мапирању [4]

На слици 5 приказани су кораци у мапирању групе производа према активностима, на основу чега се израђује цртеж тренутног стања, након чега се обрадом добијених информација израђује цртеж будућег стања. На основу обрађених информација могуће је направити план имплементације који има за циљ унапређење тока. [4]

3.5. Интегрисани квалитет (квалитет на изворишту)

Квалитет мора бити саставни део производа још у току саме производње. Смисао интегрисаног квалитета, састоји се у томе да се грешке у процесу производње уоче на време, а потом и исправе, како се касније не би појавили пропусти везани за квалитет онда када производ уђе у подмаклу фазу.

Lean концепт у себи садржи неколико основних метода којима се спречавају грешке у производњи, и на тај начин обезбеђују квалитет још у току производње [5]

3.5.1. *Jidoka*

Jidoka је термин из јапанског говорног продручја, а у литератури овај термин се односи на аутоматизацију са људском интелигенцијом. У конкретном смислу, *Jidoka* су апарати који искључују машину аутоматски уколико дође до грешке у току рада. Циљ оваквог система је побољшање квалитета производа као и смањења трошкова изазавних шкартом, који су сами по себи неекономски.

Први пут у индустријском окружењу, овај систем је применила фабрика Тојота у времену када се оно још увек бавила производњом ткачких машина. Тада је јапнски индустријалац и изумитељ Саикићи Тојода (*Sakichi Toyoda*), конструисао разбој који је био у стању да детектује пуцање конца, и тада би се заустављао све док радник не замени покидану нит.

Jidoka представља једноставан систем, који је као и већина једноставних идеја прихваћен и усвојен као саставни део *Lean* концепта.

У условима савремене *Lean* производње *Jidoka* представља „алат“ који у било ком тренутку сигнализира да је дошло до грешке у производњи. Тиме је елиминисана потреба сталног надзора производње и контроле квалитета од стране радника, јер ће *Jidoka* то радити уместо њега. Производња на тај начин може несметано тећи, а радници се могу посветити сопственим радним задацима [5].

У пракси *Jidoka* сигнализира грешку на само једном месту на коме се производња зауставља све док се узроци грешке не елиминишу. Не дешава се тако често заустављање целокупне производне линије, јер би то довело до већих губитака. Због тога се делови који не одговарају спецификацији, најчешће пребацују на друго радно место где би се извршила дорада, а за то време би се производни процес наставио [5].

3.5.2. *Andon* светла

Један од начина да се сигнализирају грешке које се јављају у производњу су и тзв. *Andon* светла. Овај вид визуелне сигнализације, представљен је у виду семафора који садржи светла у црвеној, жутој и зеленој боји. Обично се постављају на лако уочљивим местима, тако да радник у току производње и уочене грешке може да сигнализира супервизору да је дошло до проблема. Тада се пали жуто *Andon* светло. Тада супервизор долази на радно место отклања проблем. Уколико није могуће решити у том тренутку, супервизор укључује црвено *Andon* светло које сигнализира да је потребно да се заустави производна линија. Супервизори су обучени да реагују у складу са насталим проблемом.

Монтажне линије су најчешће подељене на сегменте између којих се налазе бафер зоне, које садрже мањи број залиха потребних производњи. У случају да дође до заустављања једног дела линија, ове бафер зоне су у стању да у краћем временском периоду снабдевају остатак линија како не би дошло до застоја [5].

3.5.3. *Poka yoke*

Poka yoke су уређаји који служе како не би дошло до грешке од стране радника, а примењују се на местима где се обављају рутински послови, као што су то нпр. монтаже различитих елемената. Најједноставнији пример за то, била би кутија у којој се налаз одређен број копчи. Уколико радник у току рада не искористи све копче које се налазе у кутији, лако се уочава грешка јер се појављује вишак копчи који су потребне да се обави конкретна операција (у овом случају монтаже).

У пракси се користе много сложенији *Poka yoke* уређаји, као што су то роботизоване сонде за мерење дубине изнушених рупа, сензори за проверу квалитета вара или наварене површине итд.

Сврха *Poka yoke* уређаја, као и код других метода које су фокусиране на одржавање квалитета на изворишту, је заправо превенција некавалитета који се може јавити у току производног процеса.

Како *Lean* фабрике инсистирају на брзом одзиву на захтеве купаца, *Poka yoke* и *Jidoka* су системи који доприносе да се грешке у производњи избегну, па самим тим нема потребе за накнадном контролом квалитета, јер би у том случају производи који су враћени на дораду изазвали кашњење у испорукама.

Poka yoke уређаји не изискују велика улагања у односу на допринос квалитета који се постиже инсталацијом оваквих уређаја. Успешно креирање *Poka yoke* уређаја првенствено зависи од анализе производних процеса и јасно дефинисаног циља одређеног производног процеса. [5].

У пројектовање *Poka yoke* уређаја пролази кроз неколико корака [5]:

- Уочавање потенцијалних грешака на производу и израчунавање њене учесталости
- Одређивање машине код којих се најчешће јављају такве грешке
- Утврдити конкретан разлог због кога долази до грешке у производном процесу. То могу бити неадекватни алати, мерни уређаји итд.

- Када се утврде разлози због којих долази до грешака, приступа се конструисању *Poka yoke* уређаја, за који не постоје посеба правила пројектовања, али је важно тежити што једноставнијем приступу конструисања, из разлога једноставније контроле једног таквог уређаја.

Треба напоменути да важан чиниоц у имплементацији метода очувања сталног квалитета као и пројектовања *Poka yoke* уређаја чине радници, који уједно имају и највише користи од превентивних метода. Тиме менаџмент смањује варијације у производњи, док су запослени растерећени обавезе везане за контролу производа, тако да преостало време могу искористити за неку другу активност.

3.5.4. SMED

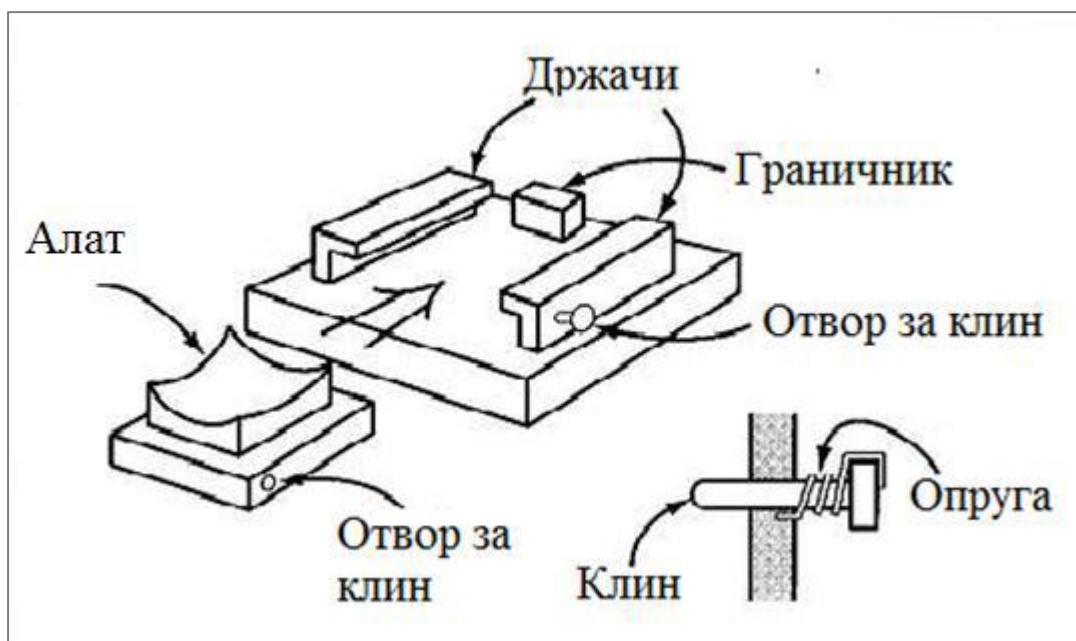
Метода *SMED* (скраћеница од Single Minute Exchange Of a Die), представља технику контроле и смањење времена потребног за измену алата, поготово код флексибилних ковачких преса код којих овај процес због самих габарита алата може одузети доста времена.

SMED метода се први пут појавила у аутомобилској индустрији, када се појавила потреба за бржим и ефикаснијим начином производног система, јер је замена алата у тадашњој аутомобилској индустрији трајала неколико дана.

Процес замене алата на пресама које се користе за ковање шасија аутомобила у основи је спор процес у коме учествује неколико извршиоца, заједно са краном који подиже алат, јер његова укупна маса може износити и до 16 тона.

Због природе посла коју оваква преса обавља, није могуће смањити масу алата, тако да се у том погледу нису могле извршити веће измене.

Због тога је преса била уско гло производње и морала је да произведе довољно делова, како не се би појавили застоји у производњи за време замене алата и преласка на други сличан производ. [6]



Слика 6. Скица поједностављене промене алата [6]

Јапански инжењер Шигео Шингао (*Shigeo Shingo*), у погонима фабрике Toyota, је успео да анализирањм свих операција смањи замену алата на 16 минута (слика 6). Да би то постигао, поставио је два крана чиме се скратило време подизања горњег дела пресе са алатом. Кранови су били тако фиксирани да се избегне непотребно кретање, чиме се повећала прецизност манипулације. Инсталцијом сензора на доњи део пресе, омогућен је правилан прилаз алата до радног стола машине. Поред тога, увео је и новине везане за монтажу алата на тачно предвиђено место помоћу граничника, и клина са опругом који на једноставан начин фиксира алат на тачно предвиђено место.

После неколико недеља, време монже алата смањено је на 16 минута, а након увжбавања радника ангажованих на том послу дошло се до свега 10 минута потребних за монтажу. [6]

Применом ове методе дошло се до нових конструкционих решења када је замена алата у питању, што је довело до знатне уштеде времена, и ефективније производње. Тиме је омогућена флексибилна производња, па је одзив на потребе купац постао знатно краћи што је довело до потпуне имплементације

3.6. Каузен

Каузен је јапнски теримин састављен од две речи: *каи* –што значи исправно и *зен*- што значи добро.

У Lean концепту *Каузен* представља принцип континуирано побољшања. Одликује се једноставним принципима према којима сваки појединац укључен у пословни процес чини јединствену карику у ланцу од које зависи чврстина целокупне радне организације. Посматрано на тај начин сваки појединац (или део пословног процеса), мора тежити савршенству, и ако је то недостижно, јер се побољшања могу очекивати докле год постоји таква тенденција.

Према *Каузен* филозофији уочени проблем се решава на што једноставнији начин, а након тога се искуства стечена у том процесу користе за даље побољшање процеса производње. Према томе, циљ *Каузена* не тежи ка радикалним променама, већ малим али континуираним унапређењима.

Каузен је заправо пословна филозофија која осим организације рада и производње има дубоке корене у јапанској култури, па се може применити и на остале гране менаџмента и економије, као што је то на пример: метода одређивања трошкова у производњи позната као *Каузен костинг* (*Kaizen costing*). [5].

У пракси, са *Каузен* принципима запослени се упознају током тзв. *Каузен* догађаја који имају исти циљ (а то је елиминисање губитака), али се разликују према местима на којима се одвијају, учесницима и дужини трајања [5]:

- *Каузен* догађај је активност којом се изолује неки проблем, након чега се одређују мере за решавање тог проблема, одређује се циљ унапређења и формира се тим заједно са вођом који ће спровести одређене мере. Циљ оваквог догађаја је унашређење неког аспекта предузећа.
- *Гемба Каузен*- или у губом преводу побољшање (процеса производње) на правом месту. *Гемба Каузен* је заправо активност која се спроводи „на лицу места“, односно у самој производњи.

- *Систем Каузен*, је догађај који се односи на радикална побољшања процеса са циљем елиминасања губитака у производњи који не доприносе вредности производа.
- *Каузен блиц* је догађај који траје три до пет дана
- *Каузен супер блиц* је догађаја од пар сати, који се спроводфи одмах по ученом проблему.

Резултати *Каузен* догађаја се манифестују кроз различите продукте као што су *Poka yoke*, *jidoka*, *SMED* итд. Сваки *Poka yoke* уређај је настао као резултат неког од *Каузен* догађаја.

Да би се постигли ефикасни резултати, процес увођења *Каузен* принципа мора бити правилно припремљен, а затим и имплементиран на правиан начин, приликом чега важно је придржавати се стандардизованог редоследа активности.

Принципи којих се треба придржавати приликом спровођења *Каузена* су [5]:

- Главна предност предузећа су њени радници
- Унапређење процеса ће се пре десити ако се унапређује по мало него одједном, напречац
- Унапређења треба имплементирати чим се укаже могућност за то
- Препоруке за унапређење морају бити базиране на квантитативним и статистичким методама евалуације процеса.

На основу ових принципа се може извести процедура која ће се поштовати у току спровођења *Каузен* активности. Важно је напоменути да се *Каузен* активности заснивају на принципу Деминговог циклуса квалитет код кога су основне четири активности које треба спровести: планирање, спровођење, провера и закључивање (*Plan, Do, Check, Akt*) [4].

Успех спровођења *Каузен* активности првенесетвно зависи од тимова који су одређени за то. Тимове би требало да чине радници који су упознати са процесом и местом где се проблем појавио. Осим тога, тимови морају бити на адекватан начин едуковани о методама које ће се применити у оквиру *Каузен* активности.



Слика.7 Редослед активности у каизен догађају [4]

Lean фабрике практикују да раднике који учествују у *Каизен* догађајима ослободе дневних активности, јер се на тај начин они могу додатно фокусирати на обављање задатка. Пожељно је и награђивање по завршетку успешних *Каизен* догађаја како би радници били додатно мотивисани. [5]

3.7. Тотално продуктивно одржавање (ТПМ)

Lean производња има за циљ да одржи поузданост и доступност опреме на највишем нивоу. Разлог томе је чињеница да се већина пропуста у току производње догађа управо због заказивања опреме. У случају отказа на једној од машина долази до отказивања комплетне производне Линија. Отказивање машина доводи и до кашњења у роковима испоруке што представља један од главних проблема до којих може доћи у току производње.

Како би се спречило да дође до кvara на некој од машина, што би угрозило комплетно пословање, развијен је систем тоталног продуктивног одржавања (ТПМ). Систем ТПМ чине две групе, а то су: *превентивно* и *корективно* одржавање. [4]

- *Превентивно одржавање* спроводе радници који раде на конкретним машинма. Састоји се из свакодневног чишћења и подмазивања машина, у за то предвиђено време. Замена делова се обављају према препорукама произвођача. Поред тога користе се и уређаји за дијагностификовање дотрајалости неких елемената.
- *Корективно одржавање* представља анализу отказа машине. На основу учесталости кварова процењује се да ли ће машина бити ремонтована или замењена другом. Циљ оваквог приступа је отклањање узрока који

одоводе до кварова на машинама, при чему се узимају у обзир карактеристике које машина треба да испуни да би задовољила критеријуме производње.

ТПМ је релативно тешко спровести у пракси, првенствено јер захтева посвећеност целог предузећа, а осим тога изискује доста времена за правилну имплементацију. Време је важан фактор у имплементацији ТПМ система, јер се током времена добијају:

- потребне најбоље процедуре за одржавање,
- информације о отказима од којих се праве шеме отказа машина
- високо обучени радници који у најкраћем временском року могу одржавати машине [4].

Основни циљ ТПМ-а је повећање укупне ефикасности опреме. Формула за израчунавање укупне ефикасности је: [4].

$$P * K * U$$

Где је [4]:

- P = расположивост
- K = коефицијент учинака
- U = учешће добрих производа

Постоје шест врста губитака које се могу поделити у три категорије [4]:

1. *Губици застоја* - Изненадни откази и постављање и подешавање опреме.
2. *Губици ефикасности* - Празни ход машина који доводи до мањих застоја у раду и смањење оствариве брзине рада.
3. *Грешке у процесу* - Отклањање грешака у току радне операције и губици због калибрисања прве серије.

ТПМ покушава да елиминира поменуте губитке који се јављају у току производње, што је додатно отежано због децентрализованости ТПМ система, који је зависан од токова информација у предузећу. Децентрализација може довести и до дуплирања резервних делова, до чега долази због лошег делегирања одговорности на нивоу тимаова и недостатака повратних информација када се процес обави. [8].

3.8 Пет „S“

Пет S је скуп правила којим се организује свако радно место. Основни циљ оваквог система је оптимизација радног простора, на начин који ће бити безбедан по раднике, и који ће максимално повћати ефикасност и ефективност у раду.

Пет S је једна од техника Lean концепта које је најлакше спровести у пракси, а резултати постају видљиви готово тренутно. [4]

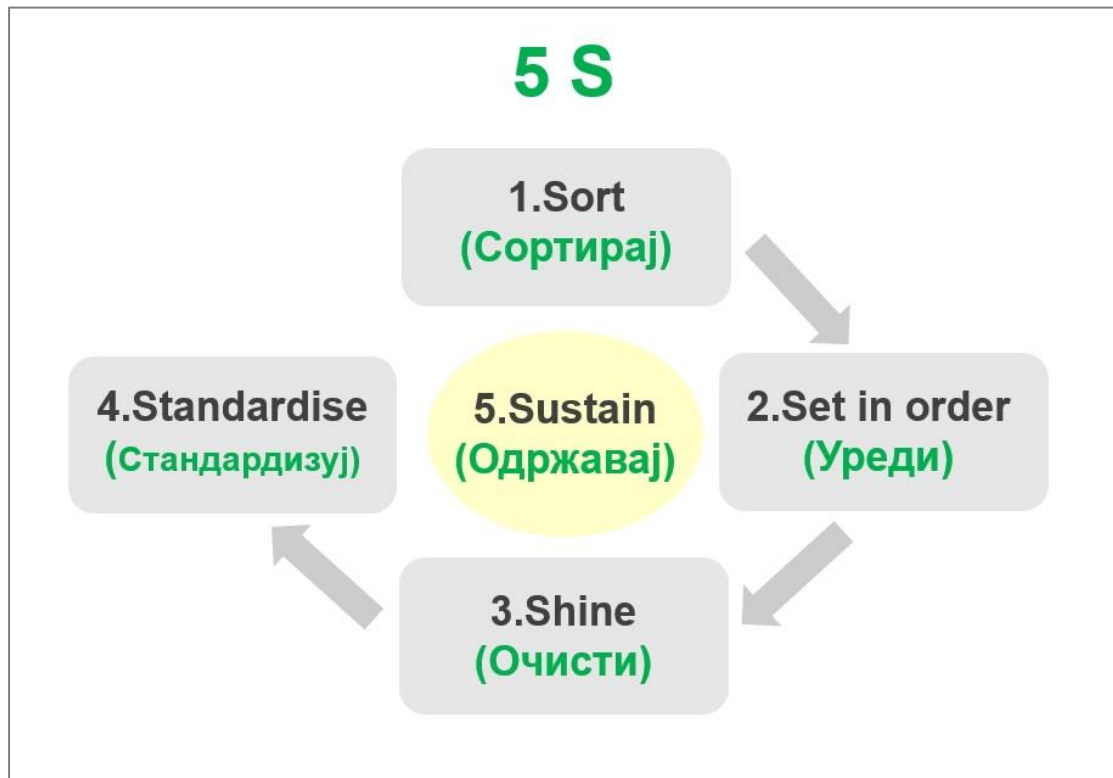
Пет „S“ је систематски и органски приступ достизања Lean организације, пословни систем за организовање и вођење производних и услужних операција који захтева мање људског напора, мање простора, мање капитала и времена да се направи производ или пружи услуга са мање грешака. То ствара радно окружење које је дисциплиновано, чисто и добро уређено. Овај тип организације који „има места за све и све је на свом месту“, карактеристичан је за компаније као што су Тоуота, пионир Lean производње, открива неефикасности и поремећаје посла, тако да ови проблем нису више скривени и могу се решити.

Важно је истаћи да успостављање концепта организације радног места по принципима пет S, зависи управо од радника који морају бити потпуно упознати са правилима које овај концепт налаже. На тај начин се радницима омогућује да своје радно место претворе у безбедно окружење, које ће елиминисати непотребно кретање радника и оптимално искоришћење радног простора. Уз помоћ ове методе се значајно олакшава функционисање унутар фабрике из разлога што се оператери налазе у безбедном окружењу које им у великој мери олакшава производњу. Ова метода је веома значајна зато што тежи ка томе да се на радним местима не налазе непотребне ствари које ће успоравати процесе производње.. [4]

Родоначалник система 5S био је Такаши Осада (Takashi Osada), када је раних осамдесетих година прошлог века представио концепт од пет правила:

- Seiri (сортирати),
- Seiton (уредити),
- Seiso (очистити),
- Seiketsu (стандардизовати), и
- Shitsuke (одржати, а у пренесеном занчењу се тумачи и као радна дисциплина).

Назив система управо представља скраћеницу од ови пет јапанских речи које имају „S“ као почетно слово. [4]



Слика.8 Графички приказ 5S принципа

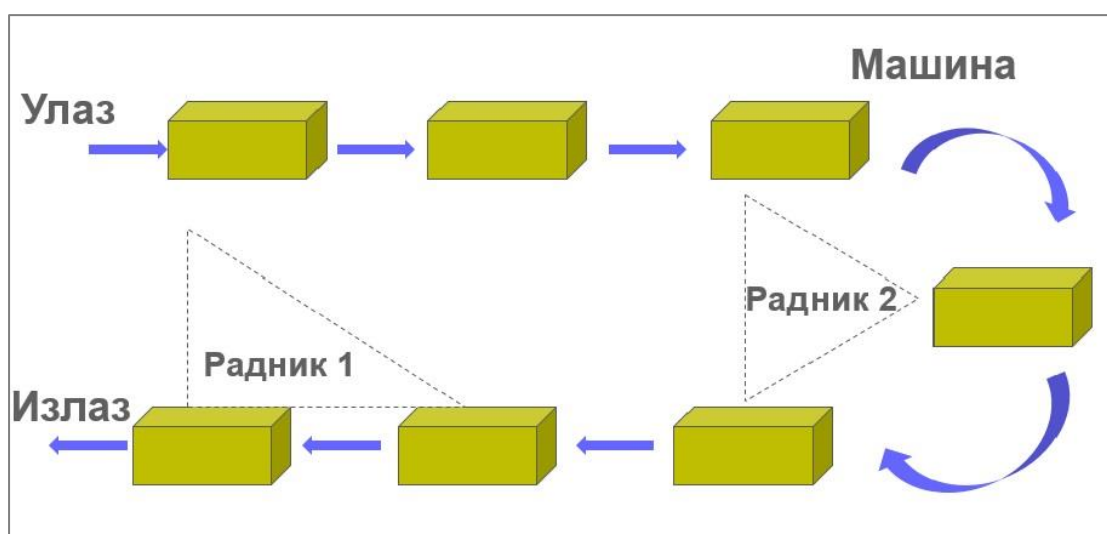
Како је 5S практикован широм света, усвојена је још једна дефиниција речи на енглеском језику. Значење је готово исто, али се у литератури чешће среће подела на енглеском језику:

- *Сортирај (Sort)* - Сортирај и распореди алате. Сортирај тако што се алати који се често користе стављају на дохват руке, а они који се не користе често се постављају даље.
- *Уреди (Set in order)* - Уреди ствари које се највише користе тако да им буде лак приступ. Циљ је да се смањи непотребан број покрета које радник мора да изврши током рада. На пример, кутије за алат би требало да стоје вертикално са јасно обележеним местима за алат, како би узимање било једноставније, и како би се одмах увидело да ли неки алат није на месту.
- *Очисти (Shine)* - Редовно чишћење машине и радног места тако да се елиминишу проблеми везани за нечистоћу. У неким индустријским процесима, прашина је један од узрока лоше површине производа или запрањаности нанешене боје. Да би се прашина лакше уочила Lean фабрике најчешће фарбају подове у светле боје и побољшавају изворе светлости унутар фабрике.
- *Стандардизуј (Standardise)* - претходна три S правила је потребно стандардизовати и исписати процедуре. После неког времена изабрати најбоље начине из праксе за сортирање, слагање и чишћење и придржавати их се.

- *Одржавај (Sustian)* - Одржавај културу пет S међу радницима. Одржавај едукацију и учини да пет S постане део корпоративне препознатљивости [4].

3.9. Радне јединице

Део у производном погону где су смештене машине и радници који раде на њима, у концепту се назива радном јединицом. Машине су обично распоређене тако да остварују непрекидан ток, као што је приказано на слици 8. Радне јединице су обично распоређене у облику латиничног слова U, јер су се такве показале као најфлексибилније за рад.



Слика 9. Шема радне јединице [4]

Тамо где није могуће поставити радне јединице у облику латиничног слова U, покушава се са организацијом радних јединица по неком другом распореду, при том водећи рачуна да се одржи непрекидан ток. У случају када није могуће одржати непрекидан ток производње, производи се на стари начин, али се путем *Канбан* система контролише производња како не би дошло до прекомерне производње.[4]

Приликом пројектовања радних јединица води се рачуна да предмет рада по завршетку једне операције, путем траке или дизалице одмах пређе на следећу операцију, и тако све док се не добије готов производ. Због тога је нарочито погодан распоред у облику латиничног слова U, јер се на тај начин смањује кретање радника, и омогућује рад на више машина. [4].

Проблеми на које се може наићи код радних јединица односе се на проблеме непрекидног тока, јер у случају отказивања једне од машина постоји велика вероватноћа да ће доћи до застоја у целој радној јединици. Из тог разлога ТПМ и квалитет на изворишту су од велике важности за одрживост *Lean* производње у условима високе конкуренције.

Основна предност радних јединица је у комуникацији између радника. Најбољи пример за то је аутомобилска индустрија где више оператера ради на мотажи делова аутомобила. Како су поједини делови великих димензија, као

што су то делови каросерије, уочава се да се најбољи учинак постиже када више радника манипулишу једним делом у току уградње. [4,7].

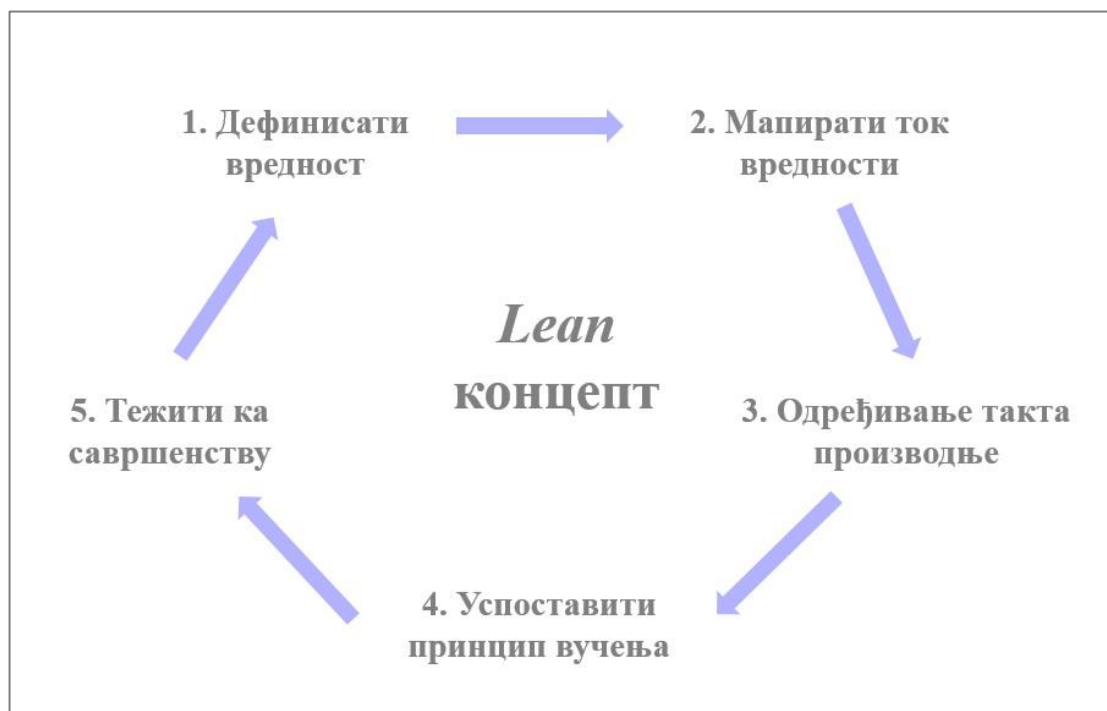
4. Пример имплементације *Lean* концепта

Како би се успешно применио *Lean* концепт у пракси, неопходно је испоштовати јасно предвиђене принципе које овај концепт налаже. Због тога што је примена *Lean* концепта у великој мери зависана од спољних фактора као што су добављачи полупроизвода, дистрибутери готовоих производа и други кооперанти, фабрика која тежи успостављању *Lean* концепта мора се држати јасно дефинисаних принципа. Како везаних за сардњу са кооперантима, тако и у оквиру саме радне организације. Да би се успоставио такав поредак унутар саме организације, потребно је придржавати се следећих корак [4, 7, 10]:

1. *Дефинисање вредности* - Вредност производа мора бити дефинисана са гледишта произвођача и потрошача. Са аспекта потрошача, одн. купца, производ мора поседовати вредност која се огледа у квалитету производа, јер у супротном неће бити заинтересован за куповину истог. Из тог разлога је нарочито важно одредити вредности за купца кроз сталне анализе тржишта и трендове који га прате, као и особине производа које у највише одговарају потребама купаца. На основу прикупљених информација, потребно је установити који процеси додају вредност производу, а који не. Процесе које не додају вредност потребно је додатно оптимизовати како би се избегли непотребни трошкови, и по могућству елиминисати ако се утврди да такви процеси нису неопходни.
2. *Мапирање тока вредности* - У овом кораку потребно је извршити мапирање тока вредности у односу на групе производа при чему се тежи прикупљању што је могуће детаљнијих информација везаних за процес производње. Информације укључују време трајања појединих операција, време транспорта, капацитет машина, чекање да се нека од операција заврши итд. Након прикупљених информација израђује се мапирање тока вредности која визуелно приказује комплетан ток вредности са свим предностима и недостацима.
3. *Одређивање такта производње* – Након извршеног мапирања тока вредности потребно је извршити анализу за сваку од група производа, и на основу тих информација анализирати целокупан процес. Када се заврши са анализом тока вредности, на основу стечених сазнања из тог процеса, може се одредити такт производње на основу кога ће се пројектовати непрекидни ток, који треба да елиминисе губитке у времену приликом преласка са једне операције на другу. Након тога прелази се на пројектовање радних јединица које морају бити тако прилагођене да не нарушавају установљени поредак непрекидног тока.
4. *Принцип вучења (Push pull)* – Прекомерна производња сматра се губитком, јер се на тај начин стварају залихе које изазивају додатне трошкове. У четвртном кораку, важно је поштовати принцип вучења и недозволити да се

произведе превише производа, за којима у том тренутку не постоје наруџбине.

5. *Тежња ка савршенству* – Сви принципи на којима се заснива филозофија *Lean* концепта теже ка сталном унапређивању. Према томе, у петом кораку имплементације *Lean* концепта утврђују се могућности за даље унапређење процеса, почевши од унапређивања непрекидног тока и свих процеса везаних за њега, преко смањивање времена операција с тим да се прилагоде такту, па све до повећања квалитета помоћу *Каузен* унапређења. Након тога потребно је пројектовати *Poka Yoka* и *Jidoka* уређаје заједно са применом 5S правила, како би се олакшало и унапредило визуелно управљање и организација радног места.



Слика 10. *Lean* концепт

Наведених пет корака у имплементацији *Lean* концепта представљају редослед којим се треба водити током примене *Lean* концепта како би се он успешно спровео у пракси. Међутим, наведених пет корака дају само грубу слику увођења *Lean* концепта у радну организацију, па се према томе може посматрати само као оквир у коме се одвијају поједине радње. У пракси је примена оваквог система много сложеније и варира од једне до друге пословне организације и њихове делатности. У којој мери ће се неки принцип из овог концепта применити, првенствено зависи од делатности којим се предузеће бави и реалних могућности којима то предузеће располаже. Често се дешава, нарочито код западних произвођача, да се примењују само неки од принципа *Lean* концепта, као што су нпр. 5S правила. Постоји више разлога због којих се то дешава. На првом месту истиче се неуједначеност производње од стране добављача. У том случају је готово немогуће применити *Lean* концепт у потпуности ако из неког разлога није могуће обезбедити све непходне сировине тачно на време. У том случају су такви произвођачи приморани да стварају

одређену количину залиха. Са друге стране, такав начин пословања не представља препреку у оствараивању других циљева *Lean* концепта као што су *Каузен* и *5S*, па их оваква предузећа у великој мери користе како би побољшали продуктивност, створили безбедно радно окружење и на тај начин побољшали организацију радних места генерално.

И ако је *Lean* концепт стекао популарност широм света и успешно га примењују различите привредне гране, стиче се утисак да је овакав концепт најзаступљенији у масовној производњи, нарочито у аутоиндустрији, одакле и вуче своје корене.

Као што је већ речено, почеци *Lean* концепта датирају са почетка 20. века, када *Toyota* још увек бавила ткачким машинама, и као таква је пословала под називом *Toyoda Automatic Loom Works* (Тојода аутоматске ткачке машине). Прелазак на производњу моторних возила, остварио је син оснивача фирме *Toyoda Automatic Loom Works*, Киџиро Тојода (*Kiichiro Toyoda*), који 1935. год. оснива фабрику моторних возила *Toyota Motor Co*, која 1937. год. постаје независна компанија. У том периоду рађа се пословна филозофија под називом *Toyota Way* која касније доводи до појаве *Lean* концепта у аутоиндустрији. Да би се разумела потреба за једним оквирним концептом у условима масовне производње моторних возила, морају се узети у обзир околности у којима се налазила јапанска индустрија тог доба. Јапан није земља богата природним ресурсима, па се у том смислу индустрија не може ослонити на сопствене ресурсе, поготово у условима масовне производње. Ако се томе дода чињеница да је целокупна јапанска индустрија са почетка 20. века била усмерена ка снабдевању војне индустрије за потребе Другог светског рата, може се закључити да прелазак на цивилну индустрију уопште није био лак задатак. Дакле, једини стални ресурс на који је могла да се ослони јапанска привреда јесу људи и њихов рад. Из тога разлога се тежило ка томе да се људски ресурси што боље и економичније употребе, са тенденцијом сталног развоја нових метода и континуираног унапређења већ постојећих. Ово је уједно и суштина *Toyota Way* пословне филозофије која се води идејом да увек може боље. [11]

Треба напоменути да се Тојотина пословна филозофија у великој мери надовезује на раније концепте које су поставили *Frederick Taylor* и *Henry Ford*, али као таква популарност на западном тржишту стиче тек осамдесетих година прошлог века, и тада велики светски произвођачи почињу са применом неких од метода *Lean* концепта, као што су *JIT*, *Канбан* и др.

Отприлике у исто време *Lean* концепт постепено уводе у своје компаније и европски произвођачи аутомобила међу којима немачки произвођачи имају најдужи континуитет у примени *Lean* производње. [12]

4.1 Игра са тениским лоптицама

Једна од најбитнијих ствари приликом имплементације *Lean* концепта у некој компанији јесте схватити сам значај овог алата и потребу за њим. Приликом увођења неких нових ствари углавном долази до отпора и неодобравања од

стране запослених, јер је веома тешко променити старе навике које су ту годинама и увести нешто скорз ново. Процес прилагођавања нечем новом је веома тежак и због тога је за почетак јако битно да запослени, а пре свега менаџмент схвати алат и препозна бенефите које могу да добију.

Управо из ових разлога се у задњих неколико година користи играца са тениским лоптицама која на један веома занимљив и забаван начин приказује тренутно стање у компанији. Циљ игре је олакшати запослене и објаснити им значај Lean концепта. Тим менаџмента и оператера који се налазе на уводној радионици се дели у две групе и добијају једну кутију са лоптицама и једну празну уз само једно правило "свака лоптица мора да прође кроз обе руке". Први пут се тим подели тако да су саиграчи удаљени доста једни од других да би у сваком наредном кругу прилазили ближе једни другима и мењали начин на који провлаче лоптице. Након неколико кругова добија се победник који је успео да приближи саиграче (радне станице) и олакша провлачења лоптица (процес). На овај начин запослени могу да уоче каква је тренутна ситуација, односно колико су станице удаљене и колико компликовани процеси и да схвате колико је тимски рад са правом методологијом битан за унапређење производње. На слици је приказан пример игре са тениским лоптицама.



Слика 11. Пример игре са тениским лоптицама

4.2 Матрица губитака

Након упознавања менаџмента и оператера са значајем и бенефитима *Lean* методологије, потребно је представити им 7 губитака који могу да се пронађу у сваком делу производње. Једна од основних ствари приликом имплементације

Lean концепта јесте упознавање тима са 7 губитака како би у будућности сами могли да их препознају и преузму одређене мере како би их се решили:

7 основних губитака :

- залихе
- чекање
- транспорт
- непотребно кретање
- прекомерна производња
- лош квалитет
- непотребни процеси

Значај овог дела јесте у томе што ће запослени бити у стању да касније сами препознају губитке и предузму конкретне мере у решавању тих проблема. Овај део омогућава менаџменту да уочи најкритичнији део у производњи и на тај начин означе део производње од којег ће кренути. На слици је приказан пример изгледа Матрице губитака на којој се јасно види у ком делу производње су највећи губици и који су највећи проблеми у том делу.

Губитак:	1. Zalihe	2. Čekaње	3. Transport	4. Nepotrebno kretanje	5. Prekomerna proizvodnja	6. Loš kvalitet	7. Nepotrebni procesi
1. Priprema	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green
2. Priprema poluproizvoda	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green
3. Izrada gotovih proizvoda	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green
4. EL kontrola	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green
5. 100% kontrola	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green
6. Montaža kontrolisanih pakovanja	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green

Слика 12. Пример матрице губитака

4.3 Процес ланца снабдевања

Процес ланца снабдевања почиње и завршава се са купцем. То конкретно значи да се користи систем по коме производи праве према захтевима купца, чиме се обезбеђује да крајњи корисник добије оно што тражи. Купци подnose своје захтеве произвођачу. Информације се затим прослеђују у седеште фирме и

након тога врши се алокација трошкова производње и одређује цена и количина делова која је потребна. Све прикупљене информације се достављају фабрици која је задужена за производњу у предвиђеном року, заједно са компонентама које ће бити уграђене. Испоручене компоненте се скалпају у фабрици, а потом испоручују крајњем купцу [16].

4.4 Примена *Just in Time* логистичког система у аутомобилској индустрији

Како би се обезбедило ефикасно снабдевање произвођача у аутомобилској индустрији неопходним компонентама, примењени су одређени концепти планирања залиха. У овом случају разлику се две форме набавке:[12,16]

- Традиционална форма набавке,
- *Just in Time* систем.

Традиционална форма набавке занована је на принципу једног централног складишта одакле се снабдева производни процес. Овакв начин снабдевања био је карактеристичан за почетак производње у фабрици, па је временом готово потпуно потиснут *Just in Time* системом снабдевања, чиме су трошкови складиштења материјала сведени на минимум. Овакав систем снабдевања је имплементиран тако што се снабдевање обавља синхронизовано са производњом. Да би се то постигло извршено је тачно планирање свих активности набавке, испоштован је континуитет производње, као и временска дистанца која је потребна да се оствари набавка одређених компоненти.

Фабрика има доста локалних добављача, који добављају више од 60% компоненти за њихове производе. *Just in Time* систем снабдевања обезбеђује да се све потребне компоненте допреме тачно на време, како би биле уграђене у одређен производ. *JIT* систем снабдевања се користи за добављање свих делова који су битни да се производња усклади и да не долази до застоја у производњи. Делови се испоручују тачно на време у одређени део погона где се ти делови користе. Коришћење оваког система.

Применом *Just in Time* система се генерално разликују три концепта: [12,16]

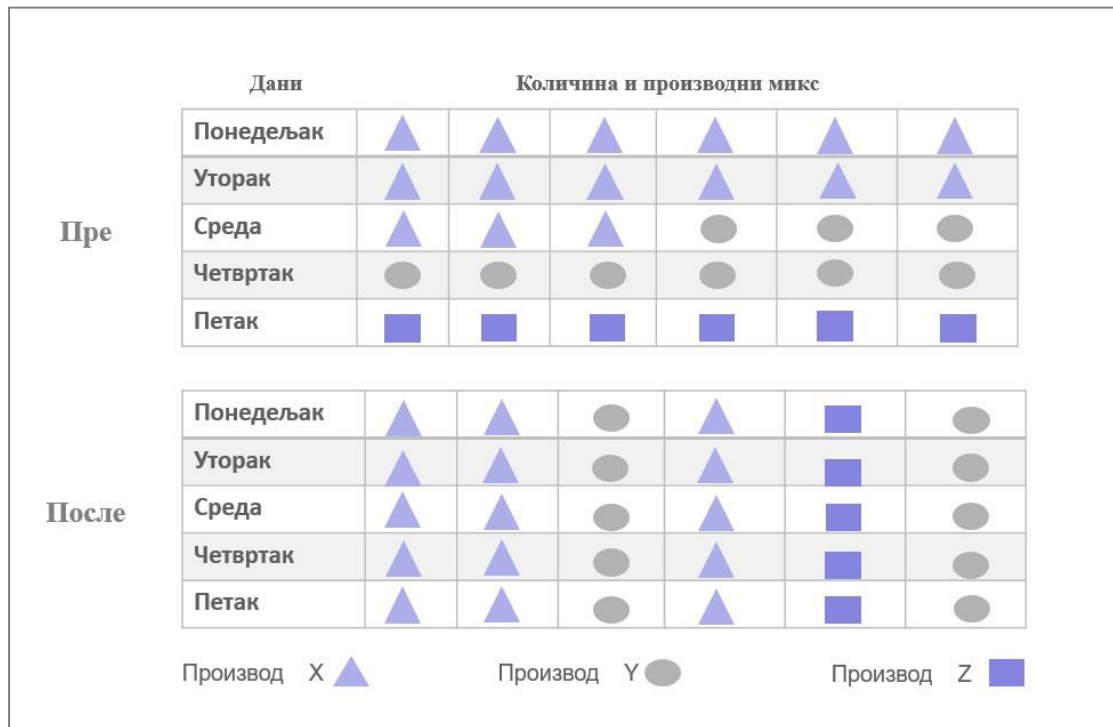
- Палетна испорука (*Just in Time* систем у ужем смислу), представља испоруку којом се произвођачу неколико пута дневно шаљу захтеви за испоруку потребних компоненти које се након доставе транспортују у међускладиште, а потом директно у погоне у којима се врши монтажа. Овакв начин испоруке треба да задовољи потребе производње у трајању од неколико радних часова, при чему није потребно разврставање компоненти по одређеним критеријумима
- Секвенцијелна испорука (*Just in Sequence*), подразумева испоручивање компоненти возила у одређеним временским размацама директно у погоне у којима се врши монтажа. Карактеристично за ову врсту испоруке је дислоцирани процес монтаже, код које се склапање одређених компоненти (нпр. мотра или мењача) обавља на већој удаљености од саме фабрике, где се делови склапају у готове модуле, а затим испоручују

најосновнијих губитака у *Lean* методологији што и јесте крајњи циљ ове методе.

4.5 Смањење трошкова у процу производње применом Just in Time и Канбан система.

Како би се смањили трошкови у производњи, тежи ка задовољењу следећих услова: [12,14,15,16]

- Стварање партнерства са добављачима – фабрика својим добављачима гарантује сталну потражњу потребних компоненти, док добављачи обезбеђују сигурност у снабдевању уз циљни квалитет, уговорене цене и испоруке у заказаним роковима.
- Одабир одговарајућих радничких кадрова – Радници се обучавају у малим групама у самим погонима фабрике где узимају активно учешће у побољшавању процеса производње и доношењу одређених одлука. Радници такође учествују у имплементацији 5S правила чиме се обезбеђује квалитетна организација радног места у смањују трошкови одржавања.
- Осигуравање континуираног тока материјала у производном процесу - Један од главних задатака у континуираном току материјала је свођење залиха на минимум. То је постигнуто адекватним одржавањем постројења чиме се елиминишу сметње у функционисању и појава „уских грла“
- Усаглашавање производног процеса. – У процесу производње фабрика тежи ка уједначеној производњи у смислу количине готових производа и производног микса. Овакв приступ је у супротности са континуираним током производње (*One-Piece-Flow*), јер је он заснован на укупном броју захтева пристиглих од купаца за један временски период. Основни проблем континуираног тока производње је тај што захтеви не пристижу равномерно што условљава неравномерну производњу. На пример: ако у понедељак појави дуго већа потражња за одређени производ, него у уторак, запослени ће понедељком остати дуже што значи да ће се појавити трошкови прековременог рада, док ће у уторак радници раније одлазити са посла. Да би се то избегло прибегава се изради адекватног плана за целу радну недељу. На слици 13 приказан је пример када у коме је претпостављено да постоје захтеви за 15 модела производа X, 10 модела производа Y и 5 модела производа Z. У том случају би чиста примена континуираног тока производног процеса изгледала као у горњем делу слике.



Слика 14. Чист и уједначени континуирани ток производње [16]

Из овог примера се види да највишу потражњу има производ X, па се због тога он производи први од понедељка до среде, а затим се прелази на модел серије Y (од среде до четвртка), након чега се прелази на модел серије Z за који постоји најмање захтева (петак).

На овај начин избегнут је чист производни ток који у овом случају има низ недостата као што је: стварње залиха и раст трошкова складиштења, неуједначена употреба ресурса јер сваки од производа захтева различите компоненте, појаве непродуктивног рада који не доприноси повећању вредности финалног производа.

Фабрика тежи ка што адекватнијој амортизацији трошкова у производном процесу, што доприноси развоју и рационалном коришћењу ресурса.

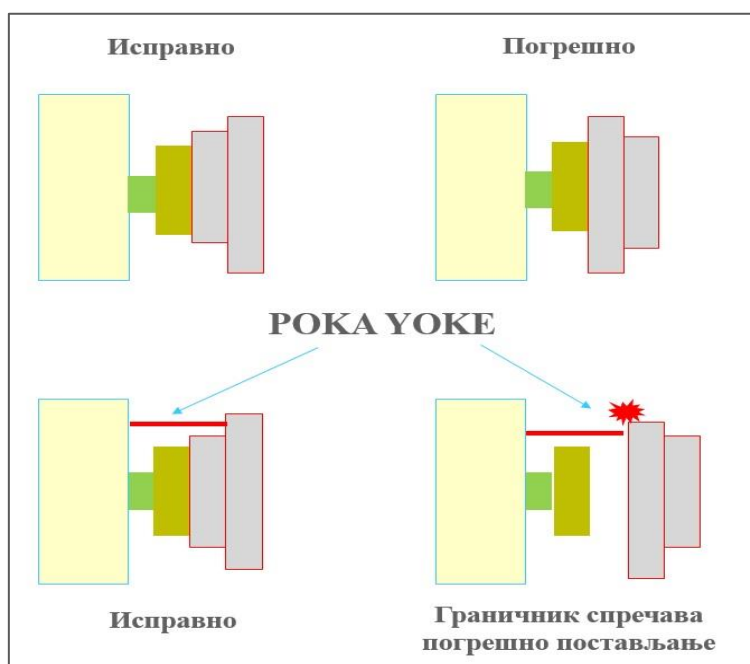
4.6 Poka joke системи

Како не би долазило до појаве грешке која утиче на квалитет финалног производа, запослени у фабрици се у великој мери ослањају на Poka joke уређаје чиме је избегнут људски фактор грешке где год је то могуће. Овим системом произвођач своје производне процесе заснива на високим стандардима квалитета (као што је Total Quality Management- TQM), који су првенствено фокусирани на превенцију квалитета. На овај начин су избегнути високи трошкови који се могу јавити услед рекламација и уклањања недостатака. У условима масовне производње, код којих су доминатни компликовани производни процеси, ниво високог квалитета је јако тешко очувати, ако се

контрола квалитета заснива само на контроли готових производа и уклањању недостатака. Из тог разлога се већина производних процеса контролише помоћу *Poka yoke* система који се могу поделити у две групе, а то су:[12,16]

- системи деловања
- системи упозоравања

На местима где је могуће избећи одређене грешке у производњи користе се *Poka yoke* уређаји који својим деловањем спречавају да дође до грешке. То су најчешће радна места на којима се врши монтажа одређених компоненти и модула у склопу возила. У овом конкретном случају то су најчешће једноставна конструкцијска решења која својим обликом и функцијом не дозвољавају да се одређени део монтира погрешно, чиме је избегнута могућност да дође до грешке јер *Poka yoke* уређај не дозвољава да се изврши монтажа докле год се део не постави правилно као што је то приказано на слици 15.



Слика 15. Спречавање погрешне монтаже помоћу Poka yoke уређаја [16]

Други начин деловања *Poka yoke* уређаја заснива се на искључивању производне линије у на којој је систем уочио грешку, чиме се спречава настанак нових грешака. Поред тога, систем сигнализира настанак грешке путем визуелне и звучне сигнализације чиме се скреће пажња радницима да је дошло до грешке. У зависности од уређаја који се примњују у процесу испитивања производа, *Poka yoke* уређаји се могу поделити у три групе:[12,16]

- уређаји који функционишу на принципу контакта;
- помоћу мерења фиксних вредности, и
- редоследу активности

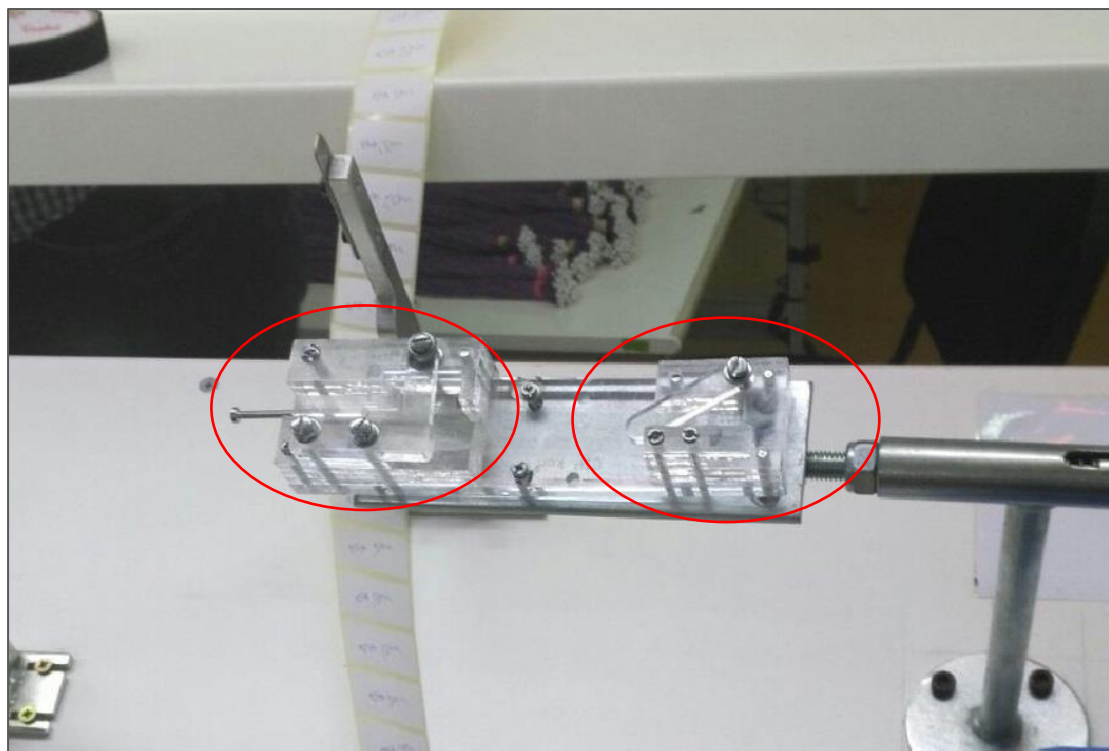
Poka yoke уређаји чији се принцип рада заснива на контакту, уочавају одступања које се јављају у току производног процеса ако дође до грешке. Мерења које овакви уређаји обављају, врши се путем сензора који мери одређене карактеристике као што су: димензије, маса итд. Оваква врста *Poka yoke* уређаја се користи приликом пресовања елементата каросерије возила, где

се одступања од предвиђених величина лако може детектовати.

Уређаји који су засновани на принципу мерења фиксних вредности обављају мерења на основу броја активности које је неопходно спровести у току одређеног дела процеса производње. Овакви *Poka yoke* уређаји, служе се једноставним бројања одређених операција, а потом добијену вредност упоређују са задатим. Најчешће се користе код спајања елемената шкољке технологијом заваривања коју обављају роботи. Уређај броји операције које се обављају у том процесу, и уколико дође до грешке процес се зауставља.

Код процеса комплексних модула као што су склопови мотора и мењача, код којих би услед изостављања једног дела дошло до отказа целокупног система возила, користе се *Poka yoke* уређаји који прате редослед активности.

На слици је приказан пример *Poka yoke* који је направљен према облику конектора који се поставља у своје лежиште. Први део је направљен тако да оператер приликом монтаже не може да погреши приликом постављања конектора у лежиште, већ конектор мора да се положи према свом облику у већ направљен уложак. Други део служи као граничник који служи за проверу дужине конектора како у току монтаже не би долазило до грешака, односно шкарта што и јесте циљ овог алата, а то је да елиминише грешке оператера.



Слика 16. Пример рока уоке уређаја

4.7 Пример примене Quick Kaizena

Поред 5S-a, *Kaizen* се сматра темељем *Lean* методологије. Овај алат у огромној мери помаже како оператерима тако и менаџменту да олакшају процес решавања неког проблема. Грешка коју у огромној мери праве скоро све компаније јесте решавање проблема без детаљног проучавања истог. Стари начини решавања проблема се заснива на моменталном уклањању проблема / грешке без било какве анализе узрока његовог настанка. У оваквим ситуацијама велику помоћ пружа Каизен који даје могућност детаљног решавања проблема уз помоћ PDCA анализе. PDCA анализом проблем се анализира све док се не добије унапред постављен циљ.

Проблем који је настао у процесу производње односио се на умршене каблове који су се налазили на колицима за припрему. Приликом скидања каблова са колица каблови и конектори остају упредени што успорава процес производње и повећава време израде готовог дела. Како би се овај проблем решио било је потребно измерити време које се троши на размрсивање каблова и на основу тога дефинисати циљ. Мерењем је доказано да се по једном комаду губи 30 секунди, што на дневном нивоу износи 100минута, што представља огроман губитак. Циљ овог *Kaizena* је био да се ово време преполови и то је постављено као приоритет. Решење овог проблема налазило се у креирању нових колица која ће спречити упредање каблова и на тај начин смањити губитак. Детаљним тестирањем колица забележен је огроман помак чиме се смањило време израде једног комада. Сам начин израде *Kaizena* приказан је на слици. На овај начин се долази до конструктивног решења, где се без детаљне анализе и постигнутог таргета решење не усваја.

QUICK KAIZEN

Tema : Unapredjenje kolica za smestanje poluproduzda 1200867

PL

Opis problema: Na starim kolicima se mrse zice i konektori. Gubitak na montazi, el. kontroli i elektricnoj kontroli je 30 sekundi po komadu.

100 min
1 dan

50 min
1 dan

Pocetno stanje

Target

Sika, skica

DO

Sta	Ko	Kad
Provera i testiranje sa maketom kolica	S. Gemaljevic, M.B. elakovic	20.12.2016
Naruciti kolica po skici i po dimenzijama	S. Gemaljevic, M.B. elakovic	3.2.2017.

ACT

Pre (gubitak 10 s)

Posle (gubitak 4s)

Odgovoran Marko Belakovic

Datum: 15.12.2016

Završeno 3.2.2017

Trasak

CHECK

MIN

Pon Uto Sre Cet Pet Sub DAN

Слика 17. Пример Quick Kaizena

4.8 5S у припреми производње

У овом случају, 5S правила о организовању радног места имају велики значај у припреми производње.

Да би се на адекватан начин спровеле методе управљања квалитетом и одржала концепција *Lean* фабрике потребне су једноставне методе које се лако могу применити у пракси не само од стране менаџмета, већ и од самих радника. У том смислу, може се рећи да је 5S заједно са *Каузеном*, темељ *Lean* концепта.

Фабрика води активну политику организовања 5S догађаја како би се радници упознали са правилима које прописује 5S, и тако допринели сопственом радном окружењу, чинећи га не само визуелно чистим већ и безбедним за рад. Запослени током 5S, догађаја стичу практична знања о сваком појединачном кораку које је потребно спровести да би се 5S успешно спровео у пракси. Многе фабрике, у сврху промоције 5S система награђује своје раднике за сваки успешни 5S догађај.

Запослени подељени у тимове обављају следеће кораке у примени 5S правила [12, 17] :

Сортирати - Циљ ове активности је одвајање онога што је потребно ради онога што је непотребно, при чему се самњује непотребни отпад. Препознавањем онога што је потребно препознају се и предмети који се налазе на радном месту, а нису потребни, као што су на пример: непотребни алати и

уређаји, разни папири, сувишни намештај итд. Уклањањем таквих предмета олакшава се приступ ономе што је на радном месту заиста неопходно. Током сортирања непотребни предмети се уклањају са радног места, али је потребно јасно одредити и обележити предмете који ће се уклонити како не би дошло до ненамерног уклањања предмета или алата који су потребни за рад. Због тога се предмети намењени за уклањање обележавају црвеном етикетом на којој се уписују подаци о томе ко је означио тај предмет, зашто је предмет означен, начин његовог уклањања, као и разни други подаци који зависе од стандардизације унутар саме фирме. Поред црвених етикета према потреби, могу се користити жуте и зелене етикете. Жутим етикетама се означавају предмети за које није тачно утврђено да ли ће се поново користити или ће бити одложени на отпад, док се зеленим означавају предмети који су потребни у раду. Након обављеног етикетирања, врши се записник о постављеним етикетама. На слици су приказане све непотребне ствари које су се нашле на радном месту оператера, означе су (таговане) црвеним етикетама и уклоњене из радног окружења. Њиховим уклањањем добија се већи простор на радном месту што олакшава оператерима маневрисање и процес производње. Поред олакшане производње повећава се и безбедност запослених. На радним местима су остављене само неопходне ствари и алат.



Слика 18. Пример сортирања

Уредити – У овом кораку је потребно пре свега одредити тачну локацију за све што је препознато као потребно. Један од начина за то је организовање предмета према учесталости употребе. Алата који се често користе у производњи морају бити што ближе раднику, али тако да не стварају неред и не ометају радника приликом рада. Позиција алата и других предмета, мора бити видно означена тако да се лако може уочити свака неправилност. Приликом организовања позиција на којима се налазе алати и други предмети потребно је водити рачуна о ергономији, доступности позиције, и смањењу непотребног кретања радника.

Циљ оваквог концепта је прилагођавање радног места запосленом а не обрнуто, чиме се доприноси здравој радној средини, уштеди у времену и простору, и безбедности на радном месту. У овој фази, често се користи и означавање бојом позиција на поду. То су најчешће места на којима се налазе полице за одлагање алата и материјала, позиције машина, слободни пролази, пролази за евакуацију, пролази који се користе за кретање транспортних средстава и тсл. И ако се неке од позиција непокретне дужи временски период (као што је то случај са полицама или машинама), потребно их је означити у случају да дође до померања ради одржавања или ремонта машина. На слици 19. је приказан изглед стола пре и после означавања. Након што се обављено сортирање и уклањање непотребних ствари са радног стола било је потребно означити места на којима се налазе разне кутије са материјалима и деловима потребним за производњу. Кутије су постављане и фиксиране тако да одговарају оператерима, да буду на дохват руке без непотребног кретања где се води рачуна и о ергономији. Овај део је јако битан, јер приликом неправилних покрета и положаја тела долази до већег замарања оператера што резултира смањењем производње или повредама.



Слика 19. Изглед радног стола пре и после означавања

Чишћење – је трећи корак у примени система 5S. Преставља темељно чишћење и бојење, али се у неким конкретним случајевима чишћење се разматра одвојено од бојења. Пре него што се приступи спровођењу фазе чишћења неопходно је формирати тимове који ће спроводити детаљно чишћење и проверу опреме и

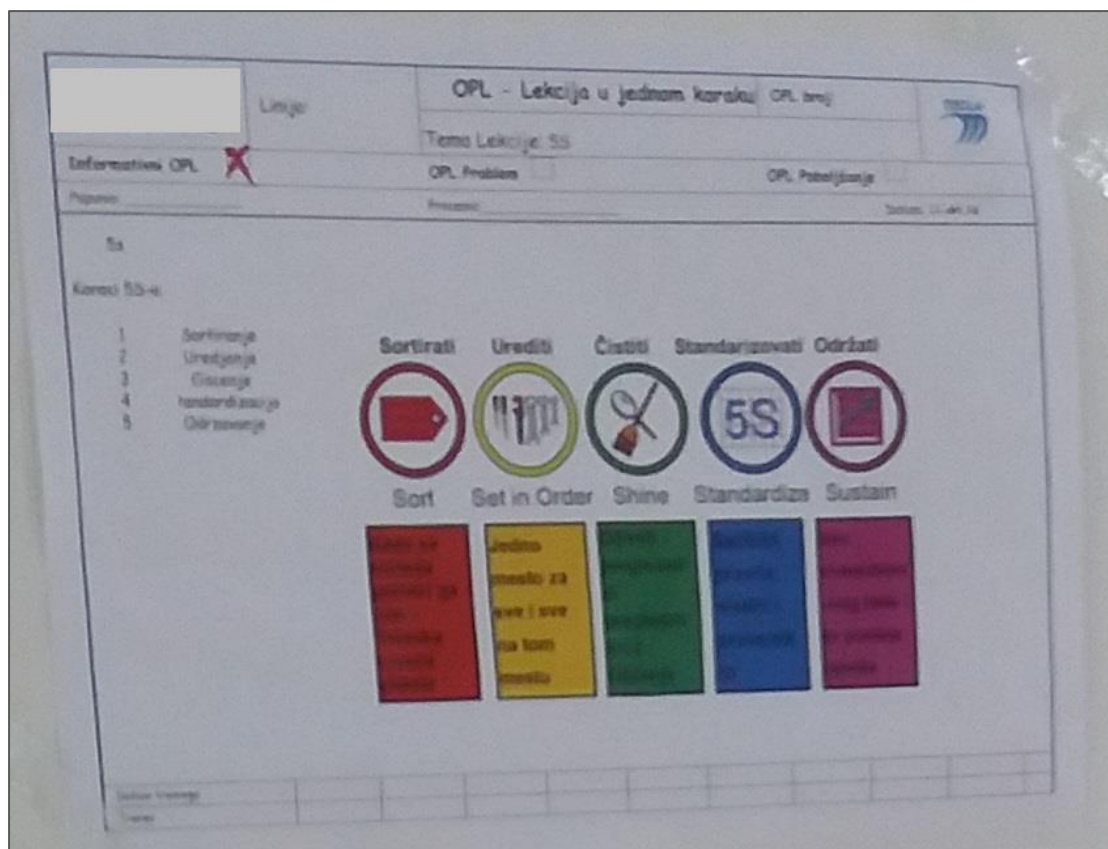
средстава за рад, и то по одређеним локацијама. Радну средину треба поделити на више локација од којих ће се свака локација доделити једном тиму. Тимови морају бити упознати са унапред предвиђеним планом и процедуром за спровођење оваквих активности. Такође морају знати на који начин се спроводи инспекција затеченог стања, на која места треба обратити посебну пажњу и како то документовати на одговарајући начин. Основна предност успешног спровођења ове фазе је првенствено постављање стандарда који ће се касније спроводити. Чисто радно место омогућава здраву средину у којој су ризци по здравље сведени на минимум, чиме се доприноси сигурности на радном месту. Инспекција која се спроводи у току самог чишћења благовремено указује на могуће проблеме, који би у супротном остали непримећени дужи временски период. Спровођењем чишћења се заправо штеди време које је потребно да би се неки квар установио, јер је сваку неправилност лакше уочити у чистој средини. На слици је приказан календар чишћења који оператери попуњавају након завршене смене. Чишћење само по себи не додаје никакву вредност производу и самим тим представља један од губитака. Како би се време неопходно за чишћење смањило, потребно је да се прво дефинишу места која се чисте, на који начин и колико дуго траје процес чишћења. Након праћења ових параметара лако може да се уоче најкритичнија места и смањи време које се користи за њихово чишћење.

Kalendar čišćenja																													
Aktivnosti					Januar 2017																								
Naziv dela	Kako	Ko	Koliko dugo	Smena	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Magna raf		Arlo Arlo	3	Smena 1																									
Montažni sto 867		Mary Mary	4	Smena 2																									
Montažni sto 868		Danica Danica	2	Smena 1																									
Pod		Natasha Natasha	3	Smena 2																									
Pod ribanje		Danica Danica	10	Smena 1																									
Sto za pripremu		Mary Mary	10	Smena 2																									
Montažni sto 870		Danica Danica	15	Smena 1																									
Montažni sto 871		Natasha Natasha	15	Smena 2																									
Kolica za pripremu		Danica Danica	3	Smena 1																									
100% kontrola		S52	2	Smena 2																									
Električna kontrola		Mary Mary	1	Smena 1																									
		Natasha Natasha	3	Smena 2																									
		Danica Danica	3	Smena 1																									
		Natasha Natasha	2	Smena 2																									
		Danica Danica	2	Smena 1																									
		Natasha Natasha	5	Smena 2																									
		Danica Danica	6	Smena 1																									
		Natasha Natasha	7	Smena 2																									
		Danica Danica	9	Smena 1																									

Слика 20. Пример календара чишћења

Стандардизација – је корак у примени 5S правила чија је основна функција одржање прва три принципа, а произилази из праћења информација које су прикупљене током предходна три корака. На основу увида у прикупљене информације, процедуре које прате претходне кораке се могу лако стандардизовати што ће олакшати примену сваког наредног 5S догађаја.

Одржање – је пети и последњи корак којим се завршава спровођење система 5S. У овој фази највећа одговорност је на руководству које мора да прати све примењене методе и да подсећа запослене на поштовање постављених стандарда. Постоје разне методе којима се то спроводи у пракси, као што је 5S месец који је одређен за обављање разних активности као што су семинари, различити начини едукације радника помоћу брошура итд. Један од начина који се показао као веома користан алат приликом имплементације 5S па и осталих алата је *OPL* (лекција у једном кораку). *OPL* се користи као обавештење које стоји на табли и омогућава свим запосленима да се информишу са свим променама и иновацијама у компанији. *OPL* се израђује са што мање текста, а више слика, иде се ка томе да се *OPL* састоји од 20% текста и 80% слика, односно графичких приказа. На овај начин запослени се упознају са променама и одржавају их. На слици је приказан *OPL* информативног караткера који јасно објашњава 5S методу.



Слика 21. Пример информативног OPL-а

Поред информативног *OPL*-а који детаљно упознаје оператере са променама и иновацијама постоје и *OPL* проблема и *OPL* побољшања. У пракси највише се користе информативни *OPL* јер је јако једноставан за било како приказивање нових ствари и промена у радном окружењу. Поред информативног *OPL*-а велику примену има и *OPL* побољшања. Овај вид *OPL* је јако користан јер показује стање пре и после проблема. Када се уочи неки проблем или грешка на алату или производу, тежи се ка томе да се та грешка исправи и производ буде савшеног квалитета. Након детаљног анализирања тог проблема и касније

решавања, израђује се *OPL* побољшања са сликама пре и после где се јасно види разлика, односно грешка која је била присутна и на тај начин информише оператере како на прави начин да приступе том делу, а да производ не губи на квалитету.

5. Закључак

У овом раду представљене су основне методе *Lean* концепта, чијом имплементацијом предузећа која се баве масовном производњом могу драстично повећати своју ефикасност и продуктивност.

Lean производња је успешно примењена код већине светских произвођача из домена аутоиндустрије. Пар примера је приказано у раду .

Lean производњу не треба посматрати као скуп ригорозних правила која треба приметити у пракси како би се повећала ефикасност неког предузећа. У том смислу, *Lean* концепт чине конкретна организациона решења и начин њиховог имплементирања, али као таква представљају смерница којима предузеће, условно речено „треба“ да тежи. Начин на који ће се то одвијати првенствено зависи од свих запослених који су укључени у тај процес.

Како је основно начело *Lean* концепта флексибилност предузећа са тендецијом сталног развоја, сваки од чиниоца треба да тежи сталном усавршавању, експериметима са појединим методама и њиховом применом пракси. У зависности од тога колико је предузеће отворено по питању употребе нових метода и експериментисања са њима, утолико ће бити успешно у имплементацији *Lean* концепта. Према томе, *Lean* концепт се може посматрати као пословна филозофија која је управо настала кроз еволутивни ток који је довео до тога да се развију поједине методе и да као такве буду прихваћене широм света.

Развојем нових технологија, првенствено из области телекомуникација, довео је до тога да се предузећа много лакше повезују између себе, и на тај начин, кроз међусобну сарадњу размњују сопствена искуства и стечена знања што је управо један од разлога раста популарности *Lean* концепта на западном тржишту.

У том контртексту, може се рећи да се методологија *Lean* концепта и даље развија.

Референце:

1. Регодић Д., Јовановић С., Станкић М : Lean производни системи и реактибилност ланца снабдевања, Факултет за пословну информатику, Бијељина 2009.
2. Dennis P. Hobbs, LEAN Manufacturing Implementation: A Complete Execution Manual for Any Size Manufacturer, J. Ross Publishing 2004.
3. Dr. Ian Wedgwood, Lean Sigma: A Practitioner's Guide, Prentice Hall 2006
4. Зеленовић Д., Технологија организације индустријских система - предузећа, Факултет техничких наука, Нови Сад 2005.
5. Радичев С., Ристић Н., Радошевић М., Баошић М., Lean концепт - интегрисани квалитет, Факултет техничких наука, Нови Сад 2010.
6. Baudin Michel: Lean Logistics, Productivity press, New York 2004.
7. P. Chiabert, G. D'Antonio, J. Inoyatkhodjaev, F. Lombardi a, S. Ruffa : Improvement of powertrain mechatronic systems for lean automotive, Department of Management and Production Engineering, Politecnico di Torino, Torino, Italy
8. L. Joel :Preventive and Predictive Maintenance, Industrial press 2011
9. A.Locher, Drew: Value Stream Mapping for Lean Developing, Productivity press, New York 2008.
10. Karen Martin and Associates: Journey to a Lean Enterprise: Value Stream Mapping Productivity press, New York 2009
11. Jeffrey K. Liker: The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer ,McGraw-Hill Education, 2004
12. I. M. Ambe and J. A. Badenhorst-Weiss : Strategic supply chain framework for the automotive industry, Department of Business Management, College of Economic and Management Sciences, University of South Africa, 2010
13. Poppendieck M, Cusumano A.: Lean software development: a tutorial. IEEE Software. 2012
14. Agarwal A, Shankar R, Tiwari MK : Modeling Agility of Supply Chain. Industrial Marketing Management. 2007
15. Shah R, Ward P. Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. Journal of Operations Management. 2003
16. Марјановић В., Концепт управљања циклуса производње са имплементацијом у савременој аутомобилској индустрији, Универзитет Сингидунум, Београд 2008.
17. Oscar Olofsson: Succeeding with 5S, Skyborn Works, 2015
18. Kaps T: Production at Plant Rosslyn, AIDC Conference, ZA-T, 2006.

Корисни линкови:

19. <http://global.sap.com/news-reader/index.epx?pressID=87>
20. <https://www.computing.co.uk/ctg/news/1832763/sap-software-drives-bmws-success>