

**Факултет инжењерских наука
Универзитета у Крагујевцу**

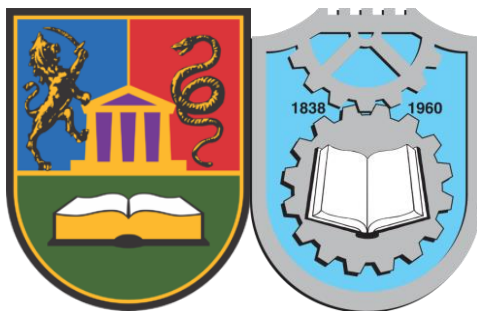
Миша Б. Стефановић

**ПРИМЕНА КОРИШЋЕЊА АЛАТА КВАЛИТЕТА
У LEAN КОНЦЕПТУ**

мастер рад

Крагујевац, 2019.

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Индустијски инжењеринг

Предмет: Интегрисани системи менаџмента

Број индекса: 317/2017

Миша Б. Стефановић

ПРИМЕНА КОРИШЋЕЊА АЛАТА КВАЛИТЕТА У LEAN КОНЦЕПТУ

мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. **Др Миладин Стефановић, ред. проф.– ментор**

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У овом раду биће приказана методологија Lean концепта. У раду ће бити приказани алати који доводе до побољшања квалитета као и њихове имплементације у Lean концепту. Осим алата, биће дефинисан скуп различитих метода и техника чији је циљ да минимизирају губитке. Рад ће садржати историјат и настанак Lean концепта. Такође биће приказан практичан пример примене алата квалитета у Lean концепту као и у фабрици Тојота.

Препоручена литература:

- Мачужић И., Ђапан М.: Lean концепт у управљању производњом, Факултет инжењерских наука Крагујевац, 2016.
- Радојевић С., Пејатовић П.: Развој производа у Lean концепту, Факултет инжењерских наука Крагујевац, 2014.
- Јеремић Б., Тодоровић П., Мачужић И., Ђапан М., Милошевић М., Раденковић М., Вучковић Ђ.: Основи Lean производње – Lean production, Факултет инжењерских наука Крагујевац, 2013.

Крагујевац, Новембар 2019.

Ментор:

Др Миладин Стефановић, ред. проф.

САДРЖАЈ

1. УВОД.....	1
2. LEAN КОНЦЕПТ	3
2.1 Дефиниције Lean концепта	9
2.2 Основни принципи Lean концепта/производње	10
2.3 Хумани аспекти рада у Lean предузећу.....	12
3. АЛАТИ КВАЛИТЕТА У LEAN КОНЦЕПТУ	15
3.1 А3 - Lean алат за решавање проблема	15
3.2 Шпагети дијаграм	17
3.3 Ћелијска производња	18
3.4 5 Why	19
3.5 5W+1H	21
3.6 Ишикава дијаграм.....	23
3.7 Just in Time (JIT)	24
3.8 Jidoka.....	27
3.9 Kaizen.....	28
3.10 Kanban.....	33
3.11 Тотално продуктивно одржавање –ТПО	36
3.12 Мапирање тока вредности	38
3.13 Пет С	43
3.14 Рока Yoke.....	45
4. ПРИМЕРИ ПРАКТИЧНЕ ПРИМЕНЕ	48
4.1 Kaizen у Тојота компанији	48

4.2	Примена Lean концепта у Србији	48
4.3	Примена Lean концепта у предузећу „Adient“	50
5.	ЗАКЉУЧАК	55
6.	ЛИТЕРАТУРА	56

РЕЗИМЕ

Тема семинарског рада су алати квалитета у Lean концепту. У раду осим алата квалитета приказан је појам Lean-а, који се дефинише као скуп метода и техника које имају за циљ да максимално минимизирају губитке који настају током свих процеса у предузећу. Такође приказана је историја, дефиниције и принципи Lean концепта. У раду је дат практичан пример Kaizen-а у фабрици Adient и у фабрици Тојота. Дато је разматрање Kaizen-а и Lean-а у Србији а на крају је дат закључак.

Кључне речи: Lean концепт, смањивање губитака, историја, дефиниције, принципи.

ABSTRACT

The theme of the seminar paper are the quality tools in the Lean concept. In this paper, besides quality tools, a term Lean is presented, which is defined as a set of methods and techniques that aim to minimize maximum losses which occur during all processes in the company. It also describes the history, definitions and principles of Lean. The paper provides a practical example of Kaizen in the Adient factory and in the factory Toyota. The consideration of Kaizen and Lean in Serbia is given and there is a conclusion in the end.

Keywords: Lean concept, minimizing wastes, history, definitions, principles.

1. УВОД

Lean manufacturing, Lean production или једноставно Lean представља производну филозофију која каже да сваки утрошак времена и енергије који не додаје вредност производу, представља губитак и треба га елиминисати. Са становишта крајњег корисника, „вредност“ представља било коју радњу или процес које би корисник био вољан да плати [1].

Lean концепт унапређује целокупно предузеће, елиминишући губитке који настају током процеса рада. Губици се јављају у различитим облицима али се код Lean предузећа сви процеси прецизно анализирају како би се елиминисали непотребни елементи и сувишни процеси [2,3].

Појам Lean се у техничкој и стручној литератури на западу први пут појављује почетком деведесетих година двадесетог века и везан је за резултате обимног петогодишњег истраживања које се односило на будућност аутомобилске индустрије на глобалном нивоу.

Сам термин Lean се у принципу не преводи и опште је прихваћено да се свуда у свету користи у изворном облику. У суштини он означава нешто рационално, штедљиво па чак и шкрто.

Основни концепт Lean-а потиче из Toyota Production System – ТПС при чему неки аутори стављају знак једнакости између Lean-а и ТПС-а, док други идентификују и одређене разлике које су у суштини небитне [2,3].

Lean филозофија је фокусирана на седам врста трошкова: трошкове прекомерене производње, трошкове застоја, трошкове транспорта, трошкове неадекватне обраде, трошкове непотребних залиха, трошкове празних ходова и трошкове грешака.

Упознавање и примена начела Lean концепта у последњих 20 година имала је значајан утицај на производна предузећа. Пракса показује да методе и инструменти Lean производње нису једнако примењиви на велике и мале компаније. Након имплементације у великим предузећима која припадају аутомобилском сектору, концепт Lean размишљања успешно је уведен у предузећима средње величине. Мала предузећа била су дуго игнорисана и посебна истраживања о овој теми су ретка. Узимајући у обзир статистичке податке и анализе о економској важности малих

предузећа можемо увидети да су бројна и да стварају значајан део укупне додате вредности у нефинансијској пословној економији [3,4].

Lean захтева на првобитном правилном извођењу сваке продуктивне активности. Наиме нема понављања, нема поправних, нема грешака, све мора да функционише беспрекорно онда када треба и у мери у којој треба. Зато је врло битно препознати, не само проблем у процесу пословања него и његову позадину – узрок. Менаџери у неком погледу морају бити као деца, по неколико пута питати зашто и због чега (тзв. 5 Why алат) док не дођу до крајњег задовољавајућег одговора и открију прави, базни разлог незадовољавајуће тржишне позиције.

Данас светски ниво конкуренције је изазов и принуда за компаније. Неоспорну глобалну конкуренцију карактерише стални притисак нових технологија и тржиште које стално тежи иновативним решењима.

Услови пословања се мењају веома брзо и стално, а успех предузећа у условима конкурентности зависи од:

- квалитета производа,
- трошкова производње,
- цене продаје.

Са друге стране када је у питању производ, његов животни век постаје све краћи и краћи. Због свега реченог производња мора бити флексибилна и контролабилна. Ово се у највећем обиму постиже увођењем високо софистициране производне опреме и смањењем учешћа радника у процесу производње.

Због свега наведеног расте утицај одржавања на продуктивност и профитабилност тј. на перформансе пословног успеха. Најједноставније речено, свако непланирано прекидање процеса производње или не постизање захтеваног квалитета производа повезано је са кашњењима или допунским трошковима. Са друге стране једном изгубљено тржиште може бити изгубљено заувек.

У овом раду биће описани алати квалитета у Lean концепту. Циљ рада је да се објасни термин Lean-а и алати квалитета који спадају под Lean концептом, као и повећање подвести, да свим предузећима увођење Lean производње представља велики и успешан корак ка даљем пословању и опстанку на тржишту.

2. LEAN КОНЦЕПТ

По завршетку Другог светског рата Јапан је био на лошем гласу, уништена привреда, недовољна количина ресурса, мало тржиште, једноставно речено изгубљена битка како са економске стране тако и са политичке. Једино решење се огледало у томе да се нађе нов приступ производњи и нов начин управљања (Lean).

Термин Lean су дефинисали професори (Џејмс Вомак и Даниел Џонс) са М.И.Т (Massachusetts Institute of Technology), 1992. године у књизи „Machine that change the world”. Књига је написана на основу посете и боравка у фабрици Тојота у Јапану. Након свих истражених метода и техника које су се примењивали у Тојота фабрикама, научници Џејмс и Даниел објавили књигу [2].

Lean концепт представља Тојотин производни систем – ТПС. Фабрика Тојота је након Другог светског рата је имала огромне дугове, па је била приморана да комплетно промени систем пословања.

Три задатка које су покренуле Тојотин производни систем су следећи [2]:

- избацивање свега што не доприноси вредности готовог производа током производног циклуса,
- смањивање времена циклуса производње и трошкова незавршене производње,
- потребно је укинути производе за које не постоји купац и правити само оне производе какве купац жели за што краћи временски период.

Након горе наведених дефинисаних задатака, менаџери су увидели да фабрика Тојота нема велики избор коопераната као на пример Форд, па је следећи задатак био промена начина уговарања и неговање односа са пословним кооперантима.

Након анализирања целокупног пословања власници фабрике Тојота су наишли на неколико проблема у процесу производње. Први проблем се односио на то да се на радним местима свега 10% од укупног времена односи на предмет обраде, а осталих 90% се трошио на припремање радног места, алата и чекања предмета. Други проблем је био тај што је било делова који су били неисправни, па је било потребно елиминисати све те неисправне делове. Трећи проблем је представљао много недовршених производа – модела аутомобила и четврти проблем се односио на то да је

промена алата предуго трајала, посебно код пресе за шасију аутомобила. Четврти проблем је представљао највеће уско грло ове производње [5].

Полазећи од основних постулата Lean-а, кроз различита практична искуства (успехе и неуспехе) развијане су, обликоване и дорађиване поједине методе и технике у жељи да се достигне савршени унутрашњи склад који ће усмерити предузеће на сам врх тржишне куле. Међутим, да би једна таква творевина опстала, неопходно је остварити у што је могуће већој мери, стабилне, предвидиве и поновљиве процесе, а то се постиже кроз стандардизован рад и одржавање одговарајућег нивоа и темпа производње [2,3].

Предузећа која користе Lean методе и технике дизајнирају своје пословање тако да су у могућности да врло брзо одговоре на стално променљиве захтеве купаца. Наиме, та предузећа су у стању да испуне наруџбине купаца без држања великих залиха на чему се и темељила традиционална серијска производња.

Поуздано снабдевање купаца траженим производима директно води ка јачању поверења и лојалности корисничке базе и подстицању на поновну сарадњу, чиме се осигурава предузећу дугорочна и стабилна тржишна позиција.

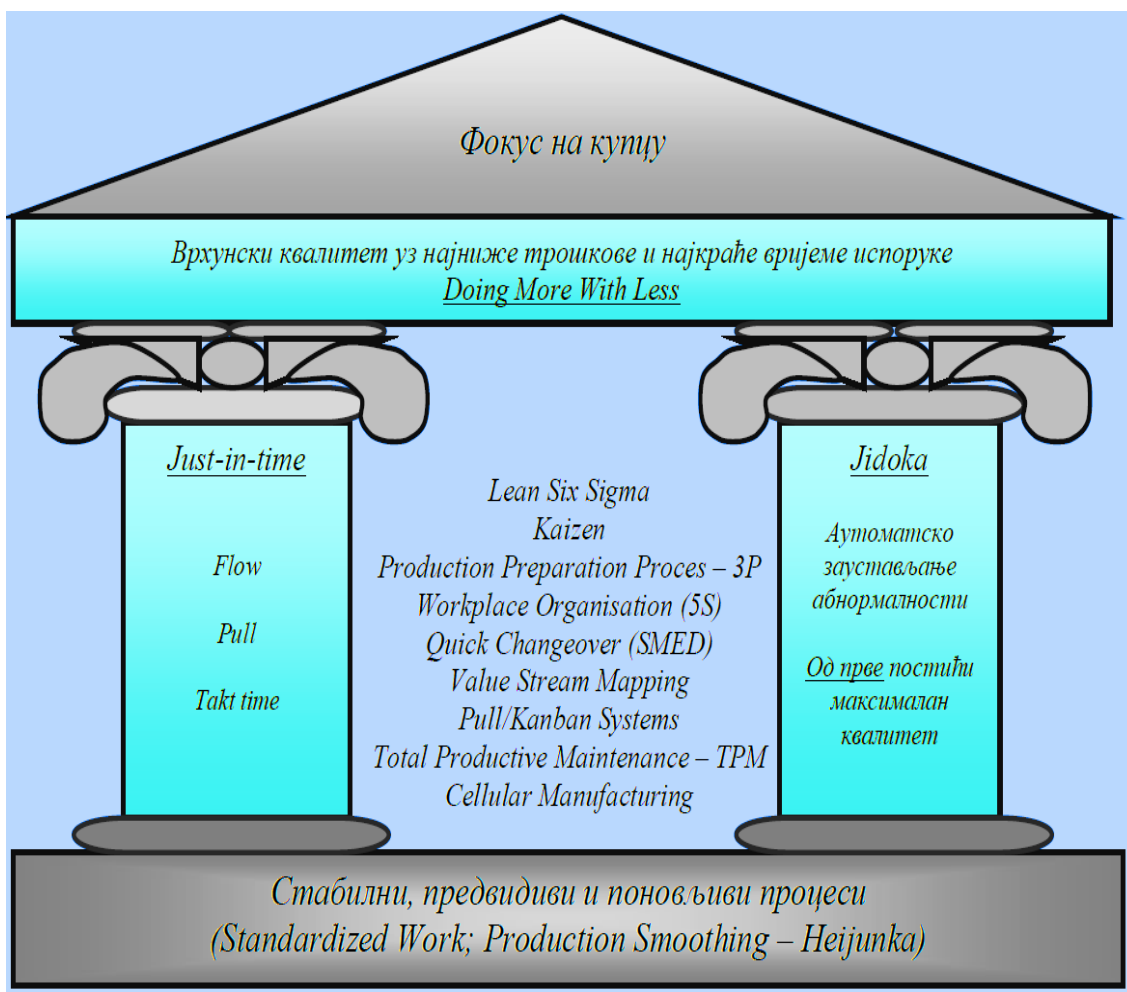
Међутим, није довољно само увести Lean технике и принципе у предузеће и очекивати успех. Оно што је потребно јесте поставити их као темеље целокупног пословања, учинити да Lean постане начин живота предузећа, али и свих запослених.

С обзиром на то да купац представља и полазну и завршну тачку пословања савремених предузећа, једини дугорочни начин да се одговори на све изазове модерног купца, јесте да се постигне максималан ниво производне флексибилности, односно флексибилности пословања.

„Кућа“ Lean производње је користан алат који помаже при разумевању редоследа у којем се Lean производња имплементира. „Кућа“ се користи како би се лакше илустровало како изградити структуру која сама себе подупире.

Прво долазе темељи, а зидови морају бити изграђени пре него што се може ставити кров. Облик куће има симболично значење јер градња куће креће од темеља, а кућа ће бити снажна и издржљива ако су јој саставни делови довољно снажни и изграђени правилним редоследом. Дијаграм куће (слика 2.1) састоји се од „темеља“ где

се налазе стандардизација и стабилност производног процеса. „Кров“ куће који представља циљеве производње којима се тежи, подржавају „стубови“ [5].

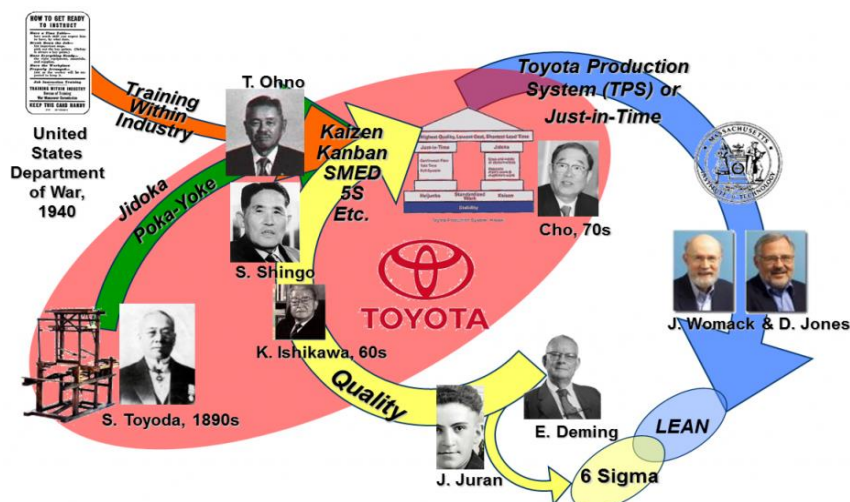


Слика 2.1 Кућа Lean-а [5]

Систем који се врти око купца, створен је са идејом да се кроз оптимизацију процеса омогући јефтин производ на време и са најбољим могућим квалитетом. Такав систем јесте управо Lean производња. Увођењем Lean система производње успоставља се континуирани процес непрестаног систематског идентификовања и отклањања сувишних појава у пословању предузећа, тј. елиминисање свега што не представља вредност из перспективе купца.

Када се примени Lean концепт, он може помоћи у смањењу односно коришћењу мање новца, простора, радне снаге, мање материјала и улагања. ТПС је производни систем који има фокус на контроли количине како би се смањивали трошкови, изграђен је на чврстим темељима процеса и квалитета производа, потпуно је интегрисан и стално се развија [6].

На слици 2.2 приказани су најзначајнији појединци који су допринели да свет дође до пуне примене Lean концепта у свим сферама производње и пружања услуге.



Слика 2.2 Појединци који су допринели Lean еволуцији у последњих 100 година [7]

Уколико се направи поређење између занатске, масовне и Lean производње, може се уочити да је Lean производња оријентисана на купца, тежи се елиминацији губитака и додавању вредности производу. Целокупна пословна стратегија је организована тако да буде флексибилна и да тежи сталном усавршавању запослених. У табели 2.1 могу се видети разлике традиционалне и Lean производње.

Табела 2.1 Поређење традиционалне и Lean производње [2]

Традиционална производња	Елементи	Lean производња
Победити конкуренцију	Циљеви предузећа	Придобити купце
Резултати	Приоритети	Процеси
Менаџери предузећа	Иницијатори производње	Потрошачи
Трошкови пословања	Третман запослених	Услов конкурентности
Има залихе	Залихе	Нема залихе
Велике серије	Величина серије трансфера	Мале серије
Решавање проблема	Пословна култура	Спречавање проблема
Тражење криваца	Третман проблема	Трагање за узроком проблема

При класичном прилазу организовања и управљања производним системима, организационе структуре хијерархијски се рашчлањују, па долази до рашчлањивања целокупног процеса настајања производа на делатности везане за планирање, извођење рада и обезбеђење квалитета. За разлику од наведеног прилаза, Lean концепт захтева децентрализоване структуре када се одговорности и компетенције преносе на групе с високим способностима самооптимизовања и самоуправљања. Циљ је да се омогући заокруживање израде производа, да се значајно смањи време протока, скрате путеви одлучивања, смање трошкови производње и сл. [2,3].

Lean трансформација је холистичка примена и одржавање Lean принципа, стратегија и методологија за сваки процес и систем у оквиру организације. Lean принципи су засновани на високо развијеним техникама за смањење расипања и поштовање људи који раде у процесу. Ти принципи су били успешни и ефективни у свакој индустрији у којој су примењени. Lean трансформација обухвата побољшање начина на који се вредност испоручује купцу.

За собом повлачи и елиминацију активности које не додају вредност и смањење времена за извршавање операција које додају вредност послу. Да би се то остварило, неопходно је открити активности које не додају вредност и предузети моменталне акције да се исте елиминишу. То значи да људи треба да науче да виде расипање [8].

Први корак у Lean трансформацији је да људи виде расипање и постану свесни да су то непотребни губици за све. У средишту Lean концепта је систем заснован на људима. Успех било које Lean трансформације зависи од ангажовања сваког запосленог у процесу континуираног побољшања пословања. Сви запослени морају бити спремни и способни да реше све сложене проблеме. Они који су на вишим функцијама, који доносе одлуке које утичу на све су најодговорнији и они имају снагу и овлашћења да покрену промену [8].

Lean размишљање може да трансформише државну управу и локалну самоуправу, као и јавна предузећа, што је већ виђено у приватном сектору у свету. Запослени треба да имају осећај да се Lean ослања на концепте елиминисања расипања кроз континуирана побољшања и да све почиње са једноставним питањем: “Где грешим?” [8].

Lean трансформација, посматрано на глобалном нивоу, пролази кроз три фазе (слика 2.3) [9]:

- У првој фази се дефинише циљ да се елиминише расипање из одељења, што се постиже реализацијом Kaizen догађаја.
- Друга фаза је систематичнија. Дефинишу се и реализују велики Lean програми. Циљ је да се створи систем за континуирано елиминисање расипања и стварање Lean културе.
- У трећој фази долази до ДНА померања. Постиге се трансформација организације и тако се обезбеђује њен опстанак. Ова фаза се карактерише дисциплином, стабилна је и фокусирана дугорочно.



Слика 2.3 Фазе Lean трансформације [9]

2.1 Дефиниције Lean концепта

Lean је реч енглеског порекла и означава део меса који нема масти. Аналогично Lean означава мршаву фабрику која минимизира губитке током процеса производње.

Lean производња представља скуп метода и техника које имају за циљ да максимално минимизирају губитке које настају током свих процеса у предузећу [2].

Lean представља пословну стратегију која се темељи на задовољавању купаца и корисника испоруком квалитетних производа и услуга у право време, по правој цени, у траженој количини, користећи при томе што мање ресурса, минимум материјала, опреме, простора, рада и времена.

Организације Lean концепта у производњи користе се како би могле преживети и напредовати у окружењу. Увођењем Lean-а уводе се радикалне промене, где је целокупно потребно променити начин пословања организације. Први и најважнији корак је размишљање на прави начин – Lean размишљање. Следећи корак захтева Lean вођство са врхунским познавањем Lean алата, као и њихово коришћење. Како би Lean имао пун ефекат потребно је целу организацију прилагодити филозофији непрестаног унапређења свих процеса и елиминације сувишних трошкова. Потребно је да сви од топ менаџмента до радника у погону, познају суштину Lean-а и да буду посвећени његовој имплементацији. Тада се говори о Lean организацији, а не само о производњи са Lean елементима [2,3].

Lean концепт садржи три врсте активности [2,3]:

- Value-added activities су оне активности које додају вредност производу и неопходне су за сами рад. Ове активности представљају сами процес, трансформацију input-а у output веће вредности.
- Non-value-added activities су оне активности које не додају вредност производу, али су неопходне у процесу. То је на пример контрола квалитета и достава производа.
- Waste activities су такве вредности које представљају губитке и непотребне су за производ. Ове активности је потребно елиминисати из процеса.

У Lean-у постоје три типа губитака [2,3]:

- Muri (Преоптерећење) представља непотребан посао и свако додатно оптерећење радника које настаје као последица лоше организације. Обухвата свако непотребно оптерећење, па чак и опасно напрезање радника које би се могло избећи бољом организацијом производње.
- Mura (Неуједначеност) представља облик губитака који настаје због неуједначеног производног процеса, варијације обима производње, неравномерног оптерећивања појединачних радника и машина.
- Muda (Губитак) представља све остале активности које су непродуктивне, односно не стварају нову вредност и доносе чист губитак.

Lean се користи у различитим алатима попут Just in Time, Kanban, Kaizen, итд., који ће бити објашњени у овом раду у наредним поглављима, али основа свих алата је Lean филозофија, односно рационализација времена, елиминација губитака, флексибилност у производњи и задовољство купаца односно одржавање потребних квалитета.

2.2 Основни принципи Lean концепта/производње

Lean производња представља један целовити систем управљања предузећем. Lean методе и принципи се не односе само на производњу, односно на начине унапређења производног процеса. Lean је свеобухватан систем управљања предузећем и први корак успешне имплементације је прихватање те чињенице. Кључне компоненте Lean филозофије су: децентрализоване структуре предузећа, управљање квалитетом у функцији потреба потрошача, хуманизација рада и управљања, интеграција потрошача и добављача у функцији остваривања максималних ефеката, оријентисано управљање технологијама у функцији захтева процеса пословања, регионализација, интернационализација и мобилност.

Елиминацијом непотребних процеса, удовољавање купцима, осигуравање квалитета и временска уједначеност су основни принципи Lean производње. Имати добар производ у тачно време на одговарајућем месту је оно што истиче Lean филозофију. У томе јој помажу бројни алати осмишљени на основу те филозофије. Lean истиче потребу за посматрањем процеса, документирањем и рационализирањем

односно прилогођавањем тих процеса у организацијску јединицу која је максимално флексибилна и ефикасна.

Основни принципи Lean концепта [7]:

- Препознавање губитака – први корак је препознавање онога што представља вредност за купца из његове перспективе.
- Стандардизација процеса – Lean концепт захтева прецизне и детаљне производне процедуре које у сваком тренутку треба да дефинишу стање материјала, време, наставак операције и резултат активности коју је радник спровео на предмету рада.
- Непрекидан ток – циљ Lean-а је имплементација непрекидног тока, ослобађајући процесе од уских грла, чекање, прекида и прескакања.
- Систем повлачења (Pull system) – циљ овог система је да произведе оно што је потребно и кад је потребно. Производњу покреће сигнал од стране радне станице која се налази ниже у ланцу. Тако да свака радна станица производи оно што је потребно следећој радној станици у низу.
- Квалитет на извору – циљ Lean концепта је да открије грешке у производњи, које су у почетној фази. Да би то могло да се реализује, радници морају испитати квалитет делова као део самог процеса обраде.
- Константно унапређење – циљ овог принципа је стремљење као савршенству, константним уклањањем губитака из производње.

Ако се сви наведени принципи ефикасно имплементирају у предузеће и спроводе се свакодневно, такво предузеће ће имати [3]:

- смањене залихе,
- смањено време циклуса производње,
- повећени квалитет производа,
- повећана ефикасност радника,
- смањен број отказа на машинама,

- повећена искоришћеност простора и машина,
- смањено складиште.

Примена наведених принципа омогућује предузећу да у условима растуће конкуренције, опадања лојалности купаца, константних технолошких иновација и драстичног скраћивања животног века производа, оствари задовољавајућу, ако не и водећу позицију на тржишту. Постизање максималне профитабилности постаје директно условљено остваривањем максималног протока производа кроз ланац вредности покренут од стране купца. Тиме се осигурава усредсређеност на главни циљ Lean филозофије – стално радити на побољшањима, уз елиминисање свега што је непотребно и сувишно.

Основна два принципа: непрекидан ток и систем повлачења морају бити у потпуности задовољени, док се остали принципи стичу кроз неговање Lean филозофије у предузећу а све је усредсређено ка сталном унапређењу.

На слици 2.4 приказани су приказани принципи Lean филозофије.



Слика 2.4 Принципи Lean-а [7]

2.3 Хумани аспекти рада у Lean предузећу

У самом почетку ауто-индустрије аутомобил је био искључиво ствар престижа и на њега се гледало више као на скупочену играчку него на потребу човека да убрзано прелази удаљености и ефикасније обавља посао. Производња аутомобила је била спора са радницима који су били апсолутно упућени у производњу аутомобила и готово је

свако од њих познавао комплетну производњу аутомобила. Такви радници су били изузетно скупи јер је њихова обука трајала годинама и пуно се улагало да би се добили такви стручњаци. Цена производње аутомобила је била изузетно висока, а аутомобил је практично био уникат ручне израде [3,7].

Глобално ширење подстакло је истраживање усмерено ка побољшању ефикасности индустријских система. Фредерик Тејлор је један од првих који се бавио системским посматрањем и проучавањем рада. Он је представио своје технике за подизање ефикасности где инсистира на четири принципа [10]:

- Заменити опште методе рада са методама заснованим на научној студији задатка.
- Научно изабрати, обучити и развити сваког запосленог, а не оставити их да се сами обуче.
- Обезбедити детаљна упутства и надзор сваког радника за обављање конкретног задатка.
- Поделити рад скоро подједнако између менаџера и радника, тако да менаџери примењују научне принципе управљања и планирања рада, а радници обављају послове.

Такво стање се убрзо променило када је Хенри Форд увео покретну траку у аутомобилску индустрију. Покретна трака је увела револуцију у производњу аутомобила, поверавајући вишеструко производне капацитете а при томе обарајући цену коштања на ниво када аутомобил постаје приступачан радничкој и средњој класи. Упростено, по траци се креће незавршени аутомобили којима радници додају део по део, по принципу заврши шраф, притегни завртањ и сл. све док се сви делови не уграде и аутомобил буде спреман за продају. Посао радника је максимално поједностављен. Радник не мора ништа да зна о самом процесу, већ само да понавља максимално упроштено операцију у току радног времена. Број потенцијалних радника се нагло повећава, јер обука траје кратко и није потребно никакво предзнање, већ само понављање једне операције у току радног времена [7].

Радници у таквој фабрици су врло брзо постајали утучени од посла и незадовољни, али с обзиром да за посао нису требале никакве специјалне обуке, лако су добијали отказ и проналажени су нови радници.

Упрошћавање рада и повећање капацитета фабрика за неколико пута доводе до масовне производње, када и економија обима добија на значају. Наручују се све веће количине од коопераната, цене делова по јединици опадају, а самим тим и цене аутомобила који постају приступачни готово свима. Тада тражња почиње далеко да надмашује производне капацитете.

Међутим Форд је тотално занемарио хумани аспект производње. Радници су били нестручни, незадовољни условима рада. Уопште нису желели да унапреде производњу, нити је од њих менаџмент тражио било какве сугестије. Радници нису били питани ни око чега, нити су имали мотива да олакшају себи положај. Битно је нагласити да је Фордов систем масовне производње поставио тезу да свим радницима одговара исти начин рада. У концепту Lean радници константно уче, тако да ако достигну максимум на једној радној јединици прелазе на другу итд. На тај начин се добијају флексибилни радници, а производни процес се константно унапређује.

Оно и Тојода су увидели проблеме код америчке конкуренције и одредили потпуно другачију стратегију. Пошли су од парадигме да су радници њихова највећа предност и да је потребно слушати идеје и сугестије који они имају да предложе. Такође, неопходно је да се радници константно едукују, а при томе раде у мањим тимовима како би дошло до синергетског ефекта међу радницима. Тако је створен принцип радних јединица (ћелија), у којима је ток материјала непрекидан, а тим радника флексибилан како би омогућио несметан ток материјала.

3. АЛАТИ КВАЛИТЕТА У LEAN КОНЦЕПТУ

Често се поставља питање да ли је Lean алат или филозофија. На основу научне теорије Lean можемо дефинисати као филозофију која користи алате за елиминисање губитака.

Следећих неколико алата се већ дуго примењује како би се смањили или елиминисали разни типови губитака. Неки од тих алата су:

- А3,
- Шпагети дијаграм,
- Ћелијска производња,
- 5Why,
- 5W + 1H,
- Ишикава дијаграм,
- Just in Time,
- Jidoka,
- Kaizen,
- Kanban,
- Тотално продуктивно одржавање,
- Мапирање тока вредности,
- 5С и
- PokaYoke.

Сваки наведени алат се користи у одређеној ситуацији, што значи да се сви алати не користе у истом процесу или у исто време. Свака организација користи алате који су јој најпогоднији.

3.1 А3 - Lean алат за решавање проблема

А3 је Lean алат за брзу имплементацију који допуњује организациону стратегију приказивањем везе између општих приоритета и тактичких Lean напора. Појединци или мали тимови графички приказују процес или проблем користећи само оно што су у стању да стане на папир стандардне величине А3 (297×420 мм).

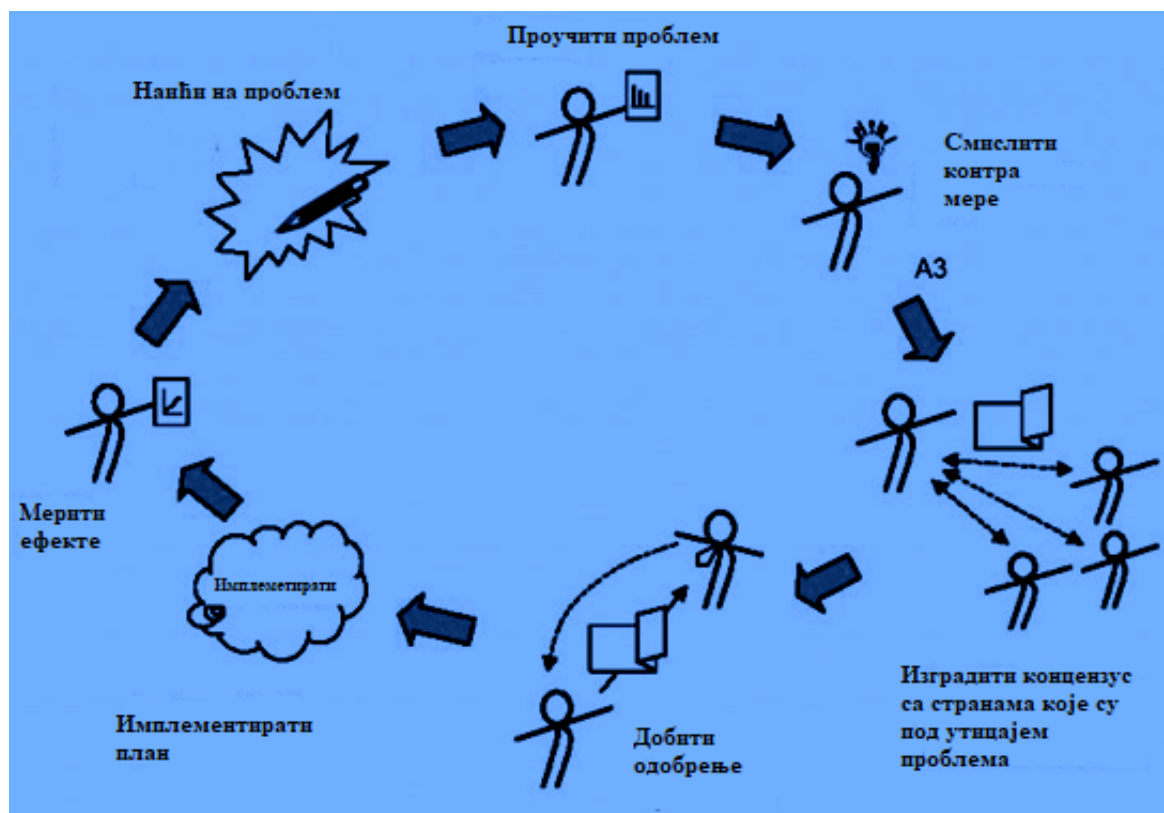
Овај метод захтева да тим добро комуницира и једноставно опише процес, а да то резултира прегледом садашњих корака у процесу на високом нивоу. Тим пошто је побољшао своје капацитете за решавање проблема и стекао потпуније разумевање

процеса, користи скицу процеса коју је креирао на папиру да идентификује области за побољшање [2,3].

А3 размишљање је филозофски приступ решавању проблема који је усмерен на тимски приступ помоћу PDCA – Plan-Do-Check-Act циклуса.

А3 се користи да се повеже укупна организациона стратегија на свим нивоима напора за побољшање процеса, да се идентификују области за брзо побољшање и означе подручја за потенцијална будућа побољшања.

А3 је објективан и безбедан метод решавања проблема. Овај метод захтева да се погледа цео процес и да се изврши мапирање тока вредности. Сакупљени подаци у сваком кораку показују статистички (према томе, објективно) где постоји варијација, односно проблем. То показује активности унутар корака које треба осматрати и уклонити баријере, а на којима мора да ради радник у свим правцима. Тај рад на побољшању у свим правцима и дорада је оно што А3 процес помаже, побољшавајући ток вредности као резултат. А3 решавање проблема приказан је на слици 3.1.



Слика 3.1 А3 решавање проблема [3]

3.2 Шпагети дијаграм

Шпагети дијаграм (слика 3.2) је графичка помоћ која се користи у Lean активностима производње. Користи се за детаљан приказ стварног физичког тока и растојања укључених у процес рада. Процеси који нису били усмерени често су доводили до лошег кретања рада/производа описујући пут кроз радне површине као масу куваних спагети на тањиру. Шпагети дијаграм често прати путање кретања радника током целог процеса. Овај дијаграм углавном даје илустрацију неефикасности система [2,3].

Шпагети дијаграм је визуелно приказивање које користи континуиран ток линије праћења пута ставке или активности/задатка кроз процес. Континуални ток линије омогућава тимовима који раде на побољшању процеса да идентификују сувишност у радном току и могућности да се убрза ток процеса. Шпагети дијаграм открива неефикасне распореде и идентификује велике раздаљине кретања између кључних корака у процесу.

Помоћу спагети дијаграма могу да се идентификују неки од извора проблема и да се саопште где су расипања у процесу. На пример, може се користити спагети дијаграм да се промени распоред одељења ради побољшања ефикасности одељенских токова.

За цртање спагети дијаграма треба најпре одлучити шта ће се посматрати нпр. опрема, запослени или ток производа или услуге. Можете се анализирати и велики број њих истовремено користећи различите боје линија које представљају сваки ток.



Слика 3.2 Шпагети дијаграм [3]

Првенствено је потребно нацртати распоред просторија (layout), а затим нацртати линије на дијаграму које представљају главне токове запослених, производа или услуге. Анализом линија, могу се идентификовати све области са непотребним кретањем. Ово помаже менаџменту да одлучи да ли ће приближити две тачке на постојећој путањи и оптимизовати ток.

3.3 Ћелијска производња

Производна ћелија обухвата групу опреме или процеса, обично постављених у облику “У”, који је посвећен комплетирању производње делова или услуга.

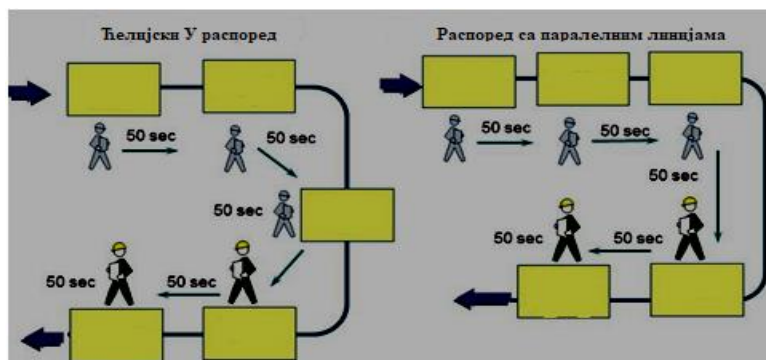
Ћелијска производња је један од основних Lean алата који обезбеђује испуњење једног од Lean принципа, а то је ток једног комада. Ток једног комада је стање које постоји када се производи крећу кроз производни процес по једна јединица у једном тренутку, по стопи утврђеној потребама купца. Супротно од тока једног комада је производња велике серије.

Ћелијска производња се односи на производни систем у коме се опрема и радне станице распоређују у ефикасном редоследу, који омогућава континуирано и несметано кретање залиха и материјала за производњу производа од почетка до краја у појединачном току процеса, док настаје минимални транспорт или време чекања или било каква кашњења по том питању.

Приступ ћелијске производње води ка побољшању процеса, као и специфичних операција. Ћелијска производња даје флексибилност купцима при избору жељеног производа. Претварање фабрике/лабораторије у ћелијску производњу значи елиминацију расипања из процеса и операција.

На слици је приказан ћелијски распоред у облику слова “У” и са паралелним линијама примењен на примеру одласка пацијента у медицинску лабораторију. Водеће време које је било потребно за обраду података за једног пацијента пре имплементације Lean пројекта било је 144 сек. После извршене промене у усмеравању тока процеса и уклањања уских грла то време је пало на 50 сек, односно смањено је за 71% у односу на почетно стање.

На слици 3.3 дат је приказ ћелијског распореда и распореда са паралелним линијама.



Слика 3.3 Ћелијски распоред - (лево) "У" и (десно) са паралелним линијама [2,3]

3.4 5 Why

Један од главних алата за идентификацију отказа представља 5 Why. Овај алат се не користи у циљу отклањања проблема, већ он делује на откривање узрока који је утицао на појаву одређеног проблема.

Коришћењем 5Why алата добија се јасан увид у процес и он омогућава да се проблем прати кроз неколико фаза, све док се не дође до самог корена проблема. Почетну фазу представља дефинисање проблема и ова фаза у значајној мери утиче на откривање правог узрока проблема. Уколико се правилно не дефинише проблем у почетној фази није могуће јасно и тачно открити корен проблема, због тога је веома битно посветити довољно времена и пажње овој фази и правилно и јасно дефинисати проблем који се јавља. Лоше дефинисан проблем аутоматски повлачи нетачне резултате узрока тог проблема. У табели 3.1 представљене су фазе које садржи 5Why алат.

Табела 3.1 Фазе алата

ФАЗА	ЕНГЛЕСКИ ТЕРМИН	СРПСКИ ТЕРМИН
1	Why ?	Зашто ?
2	Why ?	Зашто ?
3	Why ?	Зашто ?
4	Why ?	Зашто ?
5	Why ?	Зашто ?

Пример:

1. Питање: Зашто је дошло до отказа машине?

Одговор: Дошло је до заглављивања осовине.

2. Питање: Зашто је дошло до заглављивања осовине?

Одговор: Није постојало подмазивање.

3. Питање: Зашто није постојало подмазивање?

Одговор: Дошло је до запушења филтера.

4. Питање: Зашто је дошло до запушења филтера?

Одговор: Филтер није био одговарајуће густине.

5. Питање: Зашто филтер није био одговарајуће густине?

Одговор: Фирма која испоручује филтере је погрешила тип филтера.

Дефинисање проблема у почетној фази требало би да садржи питање које описује проблем, али никако сугестије које би могле да доведу до уочавања узрока. Дозвољено је користити разне податке који детаљније описују дати проблем, али не и давати претпоставке узрока тог проблема.

Алат садржи минимално пет фаза, односно пет питања, на основу којих се открива узрок проблема, међутим уколико је потребно, дозвољено је и продужити овај процес питањима и заћи дубље у срж проблема.

6. Питање: Зашто је фирма која испоручује филтере погрешила тип филтера?

Одговор: Зато што је служба набавке дала погрешне информације о типу филтера.

7. Питање: Зашто је служба набавке доставила погрешне информације о типу филтера?

Одговор: Зато што служба одржавања нема документацију о машини која је отказала.

5 Why је врло користан и једноставан алат који на основу једне кратке реченице дефинише проблем и открива његов узрок. Предност овог алата је што на врло

једноставан и свима разумљив начин открива корен било ког проблема. Уколико је немогуће једном реченицом објаснити проблем који се јавио, то само условљава да је направљена грешка, односно да је једна или више фаза овог алата прескочена.

3.5 5W+1H

Као и 5Why алат, 5W+1H представља један од алата за идентификацију отказа. За разлику од 5Why алата који садржи само питање Зашто (Why?) и бави се откривањем узрока, 5W+1H се састоји од фаза приказаних табелом 3.2.

Табела 3.2 Фазе алата

ФАЗА	ЕНГЛЕСКИ ТЕРМИН	СРПСКИ ТЕРМИН
1	What ?	Шта ?
2	Where ?	Где ?
3	Who ?	Ко ?
4	Why ?	Зашто ?
5	When ?	Када ?
6	How ?	Како ?

На слици 3.4 приказан је пример примене алата за радне налоге, који користе сектори одржавања у фирмама где се примењује Lean концепт.

5W+1H анализа					
Ко					
Шта					
Где					
Када					
Зашто					
Како					
1		Да/Не	1	5 Why - Зашто	
			Р		
			О		
2		Да/Не	2		
			Р		
			О		
3		Да/Не	3		
			Р		
			О		
4		Да/Не	4		
			Р		
			О		
5		Да/Не	5		
			Р		
			О		

Слика 3.4 Примена алата [7]

"What" - Шта?

Опис проблема. Производи, машине, материјали, који су погођени проблемом.

Питања која треба поставити су следећа:

- Који производ је био на машини?
- Који су материјали били коришћени?
- Које величине?

"Where" - Где?

Где се налази проблем у процесу производње, производ или производна линија где је проблем детектован. Питања која треба поставити су следећа:

- Где је уочен проблем (линија, машина, локација)?
- На тачно ком делу је проблем уочен?
- Где на материјалу је уочен проблем?

"Who" - Ко?

Људи који могу да узрокују проблем. Њихов однос према појединцима, тиму и радницима на линији односно целој смени. Да ли се проблем односи на знање и вештине радника. Питања која треба поставити су следећа:

- Да ли је проблем са стручношћу радника?
- Да ли је проблем проузрокован радником?
- Да ли је само тај оператер видео проблем а не и остали?
- Да ли су радници једне смене уочили проблем а радници других смена нису?
- Да ли су проблем регистровали само инжењери а радници не?

"Why" - Зашто?

Опис ситуације у којој је дошло до проблема. Питања су следећа:

- Зашто је дошло до појаве проблема?
- Да ли се проблем појављује случајно, или има неку тенденцију појављивања?

- Да ли се проблем појавио услед грешке запосленог или опреме?

"When" - Када?

Време односно период када се јавља проблем - Да ли је то у току процеса, на почетку рада, у нормалном раду, при стартовању или искључивању машине, подешавању?

Питања која треба поставити су следећа:

- Када се појавио проблем?
- Да ли у току рада?
- Да ли на почетку рада?
- Да ли пре или после смене?
- У које време или у којем периоду времена?

"How" - Како?

Услови у којима се обавља процес производње, тј. какав је однос између услова у којима тренутно ради машина према идеалним условима за рад. Питања која треба поставити:

- На који начин се променило стање опреме у односу на оптималан рад опреме?
- Колико пута се појављује проблем?

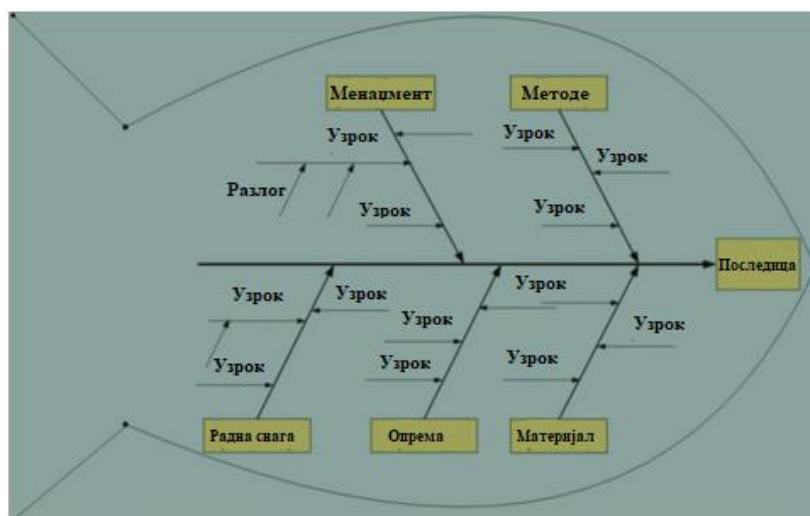
3.6 Ишикава дијаграм

Ишикава дијаграм или дијаграм узрок-последица је још један од Lean алата. Сам изглед дијаграма подсећа на рибљу кост. Дијаграм је креирао Каору Ишикава и представља једноставну и практичну идеју која се користи као тимски алат за изношење и откривање узрока проблема који се истражује [3,7].

Сви могући узроци се слажу на основу нивоa детаља који се касније спајају у гране. Како ниво детаља расте, гранање се наставља све више и више.

На датом примеру уочава се да постоје пет главних узрока, који се даље све детаљније гранају. Ишикава дијаграм се обично примењује са још неколико алата браинсторминг, метод сценарија итд.

На слици 3.5 дат је општи приказ Ишикава дијаграма.



Слика 3.5 Ишикава дијаграм [7]

Ишикава дијаграм даје јасан визуелни приказ могућих узрока проблема који се посматрају, као и последица које ти проблеми могу да изазову. На основу овог дијаграма могуће је анализирати односе појединих узрока и њихове утицаје на целокупан систем.

У циљу успешне примене Ишикава дијаграма неопходно је прво јасно дефинисати последице проблема који може да настане. На основу дефинисаног проблема скицира се основна структура узрока у облику рибље кости. Веома је битно не зауставити се на овом кораку већ скицирати све детаље сваког од узрока, колико год је то могуће. Крајњи корак овог алата је анализа свих ових узрока утврђивањем нивоа њиховог утицаја и предлагање мера за њихово отклањање.

3.7 Just in Time (JIT)

Just in Time је увео Таичи Оно из фабрике Тојота. Његов задатак је био да производњу у фабрици Тојота учини што ефикаснијом. Било је потребно петнаестак година да усаврши своје идеје. JIT систем је тек имплементиран на западу 1970 године.

JIT представља модеран приступ производње чија начела дају добар пример како опстати на тржишту, то јест на које ствари треба да се обрати пажња како би организација била конкурентна.

JIT је филозофија организовања производње која се заснива на производњи онога што купац жели, када, где и у тачно захтеваној количини, без додатних задржавања у магацину. Сврха имплементације алата JIT је спречавање гомилања залиха и убрзавање

тока производа кроз организацију. У склопу ЈИТ система производње, сваки процес ће производити само оно што је неопходно за наставак следећег процеса у производњи.

У традиционалном приступу производње се ради на томе да се предвиде жеље купаца и самим тим се прави одређена прогноза према којој се врши производња. Такође се ради на производњи тих производа у великим количинама јер се полази од тога да ће се на тај начин производња учинити ефективнијом поготово ако је потребно доста времена за припремање производних машина.

Овакав приступ обично резултира прекомерним застојима између процеса, великим количинама залиха у процесу производње и количинама залиха готових производа. Ако купац наручи нешто што се тренутно не налази у залихама, принуђен је да сачека пар недеља како би се процес производње завршио.

Програми за планирање производње имају задатак да направе распоред за сваки појединачни процес у фабрици. Користе се софтверски пакети који настоје да контролишу сваки корак, све захтеве пажљиво и комплексно планирање [11].

ЈИТ систем настоји да користи једноставне визуелне алате, као што су Kanban и Pull приступи. ЈИТ алат значајно смањује количину залиха и време застоја у производњи.

Бенефити ЈИТ алата су [3]:

- Брза исплата - многе фирме имају проблем са токовима готовине, јер морају да купе велике количине сировина пре почетка процеса производње док чекају накнадну исплату од стране купца.
- Смањење трошкова залиха - један од главних циљева имплементације ЈИТ-а је да се побољша обрт залиха и смањи задржавање истих. Искуства доказују да је у одређеним индустријама постигнуто смањење залиха за 90%. Са смањењем залиха, долазе и други бројни бенефити.
- Редукција потребног простора - смањење великих количина залиха и времена између процеса производње доводи до тога да је потребно значајно мање магацинског простора за чување залиха. Резултати пројеката рађених у предузећима у Великој Британији показују смањење од 33% кроз имплементацију програма у року од 5 дана.

- Редуковане количине индустријске опреме - уколико не постоји кретање сировина у огромним количинама постоји смањена потреба за комплексним машинама за њихов транспорт.
- Редуковано време између процеса производње - једно од најутицајнијих подручја захваћено ЈИТ системом је време кретања производа између производних процеса.
- Смањена комплексност планирања - употреба једноставних Pull система као што је Канбан, може значајно да смањи потребу за било којим обликом комплексног планирања. Са многим имплементацијама једино планирање је планирање крајње испоруке.
- Побољшан квалитет - смањивање количине материјала у производном процесу често резултира значајним унапређењем у области квалитета. Обично у распону око 25% и више.
- Повећана продуктивност - да би се остварио ЈИТ потребно је савладати бројне препреке које се тичу начина на који процес тече. То често доводи до побољшања око 25% па навише.
- Проблеми су брже истакнути - ово је савршен начин да се проблеми уоче одмах као и могућност бржег приступа њиховом решавању.
- Унапређивање запослених - један услов ЈИТ-а је да су запослени у великој мери укључени у изради и примени система.

ЈИТ је само један од стубова Lean система производње и као такав не може бити реализован изоловано и без чврстог темеља на ком се гради. Неки од основних захтева за успешно имплементирање ЈИТ-а су [11]:

- Поуздана опрема и машине - ако се машине често налазе у отказу или проузрокују проблеме у оквиру квалитета то ствара велике проблеме за ток ЈИТ-а. Имплементација тоталног продуктивног одржавања је неопходна како би омогућила сигурност ослањања машине и како би минимизирала утицај стања отказа на процес производње.

- Добро дизајниран радни простор - лош распоред, нејасан ток, као и низ сличних питања се могу решити имплементацијом 5С система у производњи. Овај алат је једноставан и лак за имплементирање и прави драстичну разлику у ефикасности.
- Побољшање квалитета је један од значајних услова за имплементацију ЈИТ-а и Lean производње. Коришћење Kaizena или других алата квалитета за одређивање и решавање проблема је од кључног значаја.
- Pull производња - ЈИТ не ставља прекомерне сировине у процес производње и на тај начин не ствара залихе, већ организује процес производње тачно према захтевима купаца. То постиже употребом Kanban-а у виду сигнала који наговештавају шта је потребно у претходном процесу да се направи.
- Комад протока - идеалну ситуацију представља производња једног производа према налогу купца. Овакав приступ није могућ за одређене индустрије али увек треба да представља крајњи циљ.
- Проток према захтеву купца - потребно је да производни процеси у организацији буду уравнотежени и планирани како би остварили захтеве купца.

3.8 Jidoka

Појам Jidoka се први пут појавио 1896 године као изум Сакичи Тојоде, у виду једноставног уређаја који би зауставио процес производње уколико дође до стања отказа. На тај начин спречава машину од стварања шкарта али и упозорава оператера ако дође до неких проблема, што значи да је тај оператер могао да ради сада на више процеса. Овај принцип је постао познат као аутоматизација са људским додиром. Продаја овог патента у Великој Британији је обезбедила средства за финансирање Тојотиног новог породичног бизниса, фабрике Тојота [5,7].

Jidoka је често заборављен пилар Lean система производње а представља један од најважнијих принципа Lean-а који могу довести до постизања савршенства. Ни једна компанија не може опстати без квалитетних производа и услуга а Jidoka је прави пут за постизање квалитета.

Овај принцип није ограничен само на аутоматизацију машина. Jidoka је видљива у скоро сваком аспекту Lean концепта производње.

Принцип Јидока може бити подељен у пар једноставних корака [7]:

1. откривање неправилности,
2. зауставити,
3. поправити тренутни проблем,
4. истражити и искоренити проблем.

Свако од запослених у Lean предузећу као што је Тојота има ауторитет, заправо има обавезу да заустави процес уколико примети неку неправилност. Овај алат не само да зауставља процес, већ се издваја и решава проблем. Такође се открива и узрок који је довео до проблема. Откривање узрока проблема и његово отклањање доводи до унапређења продуктивности.

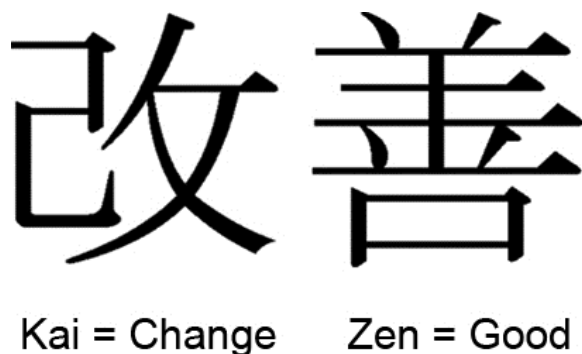
У оквиру компаније као што је Тојота, зауставне линије су начин живота. Уколико оператер детектује проблем, притиска дугме или извлачи кабл за заустављање производне линије на крају тог производног циклуса. Сигнал на табли од стране оператера, обавештава тим лидера да је дошло до проблема и онда се приступа његовом решавању.

Приликом решавања проблема, свако од оператера мора бити обучен за употребу одговарајућих алата како би решио проблем. Осим обуке потребно је да се документација о процесима ажурира и промене које се имплементирају у том процесу да се примене на сличне производне процесе [7].

3.9 Kaizen

Kaizen (реч је јапанског порекла, слика 3.6) је јапанска филозофија у којој су људски ресурси најзначајнији капитал компаније и која се базира на непрекидним побољшањима у квалитету, технологији, процесима, култури, компанији и продуктивности. Настао је у Јапану, у периоду Другог светског рата, када је било потребно што пре оживети уништenu јапанску привреду. Ратом уништене јапанске филозофије су морале кренути од нуле и у таквој ситуацији, сваки дан им је доносио нове изазове, где су компаније биле условљене на свакодневно унапређивање. Kaizen је постао начин живота.

Kaizen има за циљ да елиминише све проблеме који су повезани са губицима у процесима. Поглед на сваки процес треба да буде као да садржи губитке, осим уколико је немогуће пронаћи начин да се елиминишу или реше на економичнији начин, сваки процес је потребно преиспитивати и тестирати.



Слика 3.6 Реч Kaizen [11]

Нормално је да ће купац желети производ или услугу која је најбољег квалитета, најниже цене и која је доступна. Уколико се предузеће налази данас на позицији лидера али не успева да континуално унапређује своје производе и услуге пре или касније ће се појавити конкуренција која ће пружити бољи, брже доступан или јефтинији производ и преузети бизнис. Поменути разлог је главни због чега је неопходно да се континуално унапређује [11].

Kaizen приступ - представља унапређење у производњи, односно пословању и ради на два начина [11]:

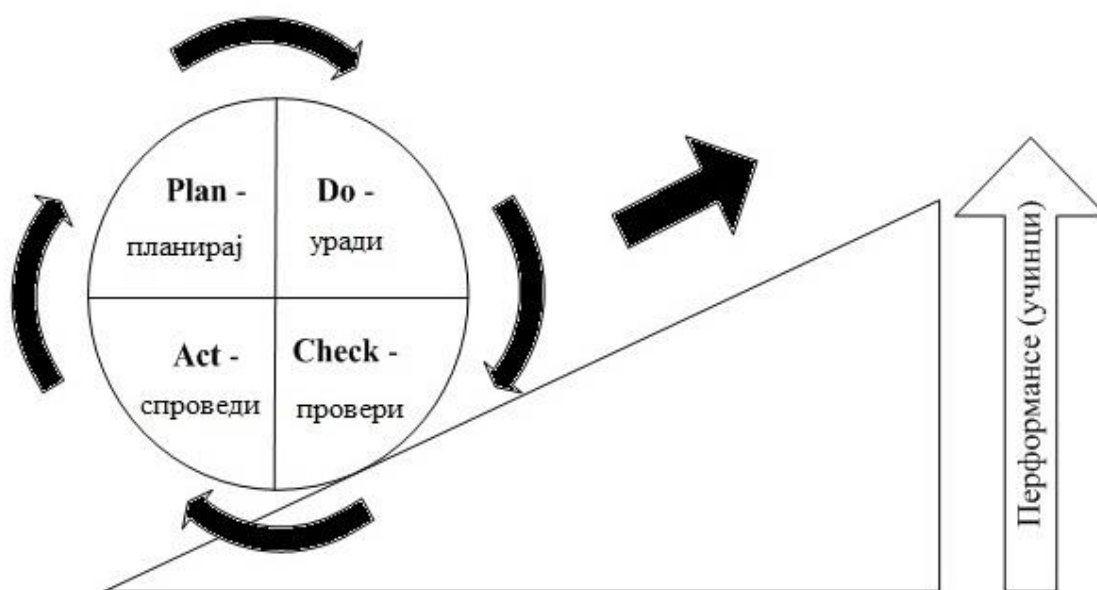
- иновације и
- континуално унапређење.

Разлика између ова два приступа је пре свега што су иновације једнократни догађаји, које се унапред планирају и које захтевају велика финансијка улагања. Такође иновације су неопходне, а насупротив њима имамо континуално унапређење. Континуално унапређење се свакодневно спроводи, не захтева никаква улагања и сви запослени су укључени у овај процес (топ менаџер, радници, оперативни менаџер). Принцип континуалног унапређења је дефинисан према стандарду ISO 9000:2015, један од основних захтева који треба да буде испоштован.

Што се тиче задатака топ менаџера – менаџери морају имати визију, коју ће да преточе у мисију. А радници имају права и слободу да износе своја мишљења како процес може

да се уради, зато што се полази од чињенице да сваки радник најбоље познаје процес на свом радном месту.

Континуално унапређење се реализује у организацијама у којима је радна снага флексибилна, радници мотивисани, радници врше контролу процеса рада. Радник зна да не може да врши даље процес рада уколико је производ неусаглашен. Усаглашеност производа је дефинисана процедурама (облик, димензија, да ли има потребну структуру и итд.) Принцип унапређење процеса се реализује према Деминговом кругу који је приказан на слици 3.7.



Слика 3.7 Демингов круг [12]

- **Планирај** – Креирати план промена и идентификовати специфичне ствари које треба променити. Дефинисати кораке који се морају предузети и претпоставити резултате тих промена.
- **Уради** – Применити промене на ширем узорку (целокупном пословању). Увести промену у стандардне оперативне процедуре.
- **Провери** – Испитати резултате теста. Применити је на пословање, ако не пробати поново са неком другом променом.
- **Спроведи** – Извршити план у пробном окружењу. Тестирати промену на малом узорку или на умањеној скали, тако да можемо испитати резултат предложене промене.

Све Kaizen активности се класификују у зависности од времена [7]:

- Kaizen догађај - највише траје у временском смислу, ова активност се највише реализује и у Деминговом кругу. Овај догађај траје све док тим не обави задате активности и послове.
- Gemba Kaizen - везан само за процес производње.
- Систем Kaizen – односи се пре свега на активности које трају мање него Kaizen догађај. Сви који учествују у Kaizen систему, осим Kaizen активности раде и свакодневни посао.
- Блиц Kaizen - најкраће траје. Траје пар сати, ради уклањања ситних грешака које постоје или на производу или у процесу рада.

Поред очигледних бенефити у виду унапређења процеса, Kaizen унапређује и тимски рад. Тимови преузимају одговорност за области у којима раде и настоје да доведу до побољшања сопственог радног искуства. Већина људи жели да буде успешна и поносна на посао који ради, Kaizen им омогућује да то и постигну у корист организације.

Постоји више начина на које се Kaizen може реализовати, при чему треба имати на уму да је Kaizen константна тежња за побољшањем, план за побољшањем који се заснива на једном предлогу годишње није Kaizen без обзира на то колико је тај предлог добар.

Шеме предлога су једноставан и лак начин за праћење Kaizen-а, где се свака област мери према сопственом броју предлога који су донети и имплементирани. Ефективност супервизора и менаџера се такође мери према броју идеја изнесених од стране њихових тимова. Надзорници или менаџери који не успевају да мотивишу своје тимове да пронађу начине за побољшање или не успевају да их подрже кроз имплементацију не помажу предузећу на дуже стазе. Шеме предлога не треба да представљају пасиван приступ Kaizen-у, већ мотивација за прикупљање предлога од стране свих запослених.

Кругови квалитета представљају такође ефикасан начин за спровођење Kaizen-а. Тимови се састоје од радника у одређеној области које предводи тим лидер и подржани су од стране менаџера те области. Улога тим лидера је веома значајна и они морају бити добро обучени у областима решавања проблема и аналитичког приступа како би помогли тиму да реши проблеме и постигне побољшања.

Kaizen приступ не треба да буде бирократски и да захтева више облика одобрења, ако промене обухватају само одређену област, тимови треба да имају ауторитет да их спроведу.

Kaizen догађаји се могу фокусирати на скоро било који алат или аспект пословања, али за сваки је неопходно пажљиво планирање како би се обезбедило њихово успешно спровођење.

Током неколико дана пројектни тим пролази кроз комплетни PDCA циклус циљајући специфичну област пословања или конкретну активност на коју се фокусира. Тим тражи штетне активности у току вредности пословања и елиминише их. Не треба заборавити да су најнефективнији мали Kaizen пројекти. Наслов Kaizen пројекта не може бити унапређење услуживања купаца, што је сувише широко, већ се мора фокусирати на конкретне активности, рецимо: “Смањење времена одговора на купчев упит”.

Kaizen алати који се користе за одређене области могу бити [13]:

- 5С,
- ТПО,
- Мапирање тока вредности,
- SMED и
- Kaizen ланац набавке.

Kaizen захтева ангажовање свих, од генералног директора, па до чистачице. Једино се улоге и одговорности појединаца разликују.

- Виши менаџмент је задужен за дефинисање организације Kaizen-а, постављање циљева и креирање културе која је стимулативна по развој Kaizen-а. Такође директори су задужени за финансијску подршку спровођења Kaizen-а. Без стопостотне подршке највише управљачке гарнитуре, Kaizen (као и свака промена) је осуђен на пропаст.
- Средњи менаџмент има задатак да обезбеду сва потребна знања али и вештине које су неопходне како би се спровео Kaizen.
- Супервизори или вође појединих радних група (тимова) старају се да се Kaizen спроводи како на нивоу појединаца, тако и група или тимова. Њихов задатак је

да обезбеде безбедно спровођење Kaizen-а, да се он спроводи у складу са стандардним оперативним процедурама пословања. То је важно због тога што Kaizen не значи промену по сваку цену, већ само промену на боље. Промену која за резултат има повећање перформанси.

3.10 Kanban

Kanban је визуелна метода за контролу производње која се користи као део ЈИТ и Lean производње. Такође се користи у склопу Pull система производње и контролише шта се производи, у којој количини и кад. Сврха Kanban-а је да се производи само оно што купац захтева и представља систем сигнала који се користи кроз ток вредности од сировина до захтева купца.

Суштински Kanban означава картицу или знак који сигнализира када је време за производњу наредног дела. Картице су прикачене на контејнере који садрже одређене делове које су потребне производњи.

Картице се скидају са контејнера тек онда када се делови из контејнера узимају за производни процес. Када је картица постављена на сигнализациону таблу то је сигнал да је нова количина одређених делова потребна за одређени процес производње. Тако да Kanban систем омогућава избегавање фундаменталних губитака а то је прекомерна производња [11].

Као и за ЈИТ идеја за Kanban потиче од Тојоте. Идеја је заправо произашла из америчких супермаркета. Маркет би вршио обнову само оних производа које су купци преузели из рафова и на тај начин рафови никада нису били потпуно празни или препуњени залихама. Овај Pull систем се односио на купце као и на различите добављаче. Kanban је реализован и дизајниран у фабрици Тојота од стране Таичи Она. Током 1970-тих многе западне компаније су желеле да имплементирају Kanban систем картице у оквиру свог предузећа, често без правог разумевања начина функционисања. Тек 1980-тих је Kanban контрола била потпуно заступљена на Западу и Европи [7,11].

У свом најједноставнијем облику Kanban представља само сигнал да наредни процес производње може да почне са производњом наредног дела, тако да се сви процеси у производњи раде континуирано. Наравно производња је ретко овако једноставна. Многи процеси једноставно не могу да производе само један производ у тренутку довољно економично и довољно брзо.

Производне линије производе више производа одједном. Међутим без обзира на то који систем се примењује, одређена Канбан правила је увек потребно пратити [7]:

- наредни процес преузима производ из претходног,
- наредни процес обавештава претходни о томе шта производити,
- претходни процес производи само оно што је потребно наредном,
- нема померања или производње производа без одобрења Канбан-а,
- шкарт производи се не пласирају даље у наредне процесе.

Еволуцијом информационих технологија еволуира и Канбан картица и табле за сигнализацију. Канбан картице су обично једноставне картице или листови папира који су залепљени за серију материјала.

Обично постоје само две или три картице за сваки производ у систему, иако може постојати више уколико се ради у већим серијама или је сам производ већи. Ове картице описују шта је производ, где се користи у којим количинама је потребан.

Када процес заврши са коришћењем материјала на којима се налазе Канбан картице оне се враћају на претходни процес. То се онда користи као одобрење за претходни процес да производи резервне делове. У системима који садрже већи број картица, неопходно је сачекати да се врати одређен број картица, пре него што се започне са производњом наредне серије.

Данас картице, уместо да се поново стављају на сигналну таблу, после доношења до радне јединице када им се прочита бар код се уништавају. Када се пониште картице, бацају се а то представља сигнал информационом систему да треба да одштампа нови Канбан за тај део процеса. Када почне штампање Канбан-а почиње и производња делова.

Систем корпи се користи на веома сличан начин као Канбан картице. Међутим, уместо да буду залепљене за материјал контејнер у коме се чувају постаје Канбан. Означени су са сличним информацијама као картице и враћају се на претходни процес као налог за производњу када се испразне. Као и код картица њихов број варира у зависности од потребне количине материјала у систему [11].

На слици 3.8 дат је приказ Канбан картица.

Part Description		Part Number	
Smoke-shifter, left handed.		14613	
Qty	20	Lead Time	1 week
Order Date	9/3	Supplier	Acme Smoke-Shifter, LLC
Due Date	9/10	Planner	John R.
Location		Rack 183	

Слика 3.8 Изглед картица [11]

Кључ успеха сваког Канбан система је стварање сигнала. Стварање успешног сигнала сваког дела у Канбан систему зависи од два места у производном процесу. То је место у производном процесу, где се одређени део производи (тачка допуне) и места у производном процесу где се тај одређени део монтира (тачка коришћења).

Тачна веза између ова два места мора бити утврђења и често се назива и стаза вучења (pullpath). Сваки део Канбан система мора имати одређене тачке пуњења и коришћења, и одређену путању како би контејнери долазили на време од једно до друге тачке. Све тачке, сви делови и путеви, морају имати декларисана имена.

На слици 3.9 дат је приказ једне Канбан табле.



Слика 3.9 Изглед Канбан табле [11]

3.11 Топално продуктивно одржавање–ТПО

Топално продуктивно одржавање је један од темеља на којима се заснива Lean концепт производње, јер унапређење процеса производње није могуће ако се не можемо ослонити на производну опрему. У комбинацији са 5С, ТПО представља чврсту основу на којој се граде одржива побољшања пословања.

Топално продуктивно одржавање је развијено у компанији Nippondenso (важног снабдевача фабрике Тојота), која је разматрала начин одржавања америчких компанија и покушала да их комбинује се топалном контролом квалитета. Топална контрола квалитета, данас позната као TQM (Total Quality Menagment) се међутим није уклапала са методама одржавања које су америчке компаније покушавале да спроведу

У топалном продуктивном одржавању се исто као и код TQM ради на томе да сви оператери преузимају одговорност за своје свакодневне активности и самим тим постају више укључени у самом поступку одржавања машина. Овакав начин ослобађа стручњаке да се баве више превентивним радовима [3].

Корективно одржавање је вид одржавања које се спроводи након догађаја. Овакав вид одржавања се спроводи тек онда када се машина нађе у стању отказа. Иако је овакав приступ далеко од идеалног и даље је могуће решити проблем на овај начин уколико је могуће поправку извести брзо и јефтино без утицаја на производњу.

Превентивно одржавање се заснива на сервисирању машина након што је прошло одређено време или одрађен одређени број циклуса, врши се инспекција и замена компоненти као што је наведено од стране произвођача или утврђено на основу претходних искустава. Овакав приступ обезбеђује да се производна опрема одржава у оптималном стању међутим, често долази до замене делова који су у тренутно савршеном стању.

Проактивно одржавање се заснива на принципима превентивног одржавања и користи технологије као што су инфрацрвене термалне камере, анализе вибрација и подмазивања у покушају да се истакну компоненте које су постале истрошене и које могу доспети у стање отказа. Коришћењем ових техника се може продужити радни век компоненти које би иначе биле замењене на редовном сервисирању и на тај начин довести до великих уштеда новца, као и истицање проблема који су потенцијално

промакли редовној сервис контроли . Генерална ефикасност опреме је веома значајна мера у ТПО [3].

Један од главних циљева ТПО је да минимизира шест великих губитака [3]:

1. откази опреме,
2. губици приликом подешавања опреме,
3. прекид рада и мањи застоји,
4. смањена брзина рада,
5. недостаци и прераде,
6. start up губици.

Ови губици се односе на више од самог одржавања машина. Такође се односе на квалитет произведених производа и на ефикасност у подешавању производне опреме радећи на унапређењу сваког аспекта производне опреме кроз Lean концепт коришћењем алата као што су Poka Yoke и SMED.

Генерална ефикасност опреме се израчунава на основу ових шест губитака и пружа укупну слику о ефикасности сваког дела производне опреме. То нам омогућује да усмеримо унапређења на местима где су најпотребнија.

Имплементација програма ТПО може трајати до 5 година како би се потпуно спровела, у зависности од величине и сложености организације. Тотално продуктивно одржавање – ТПО није нешто што је изводљиво преко ноћи и коришћење пречица до циља није препоручљиво јер се на тај начин неће остварити потпуни бенефити ТПО али се такође могу створити и већи проблеми.

Као и са било којим алатом ове кораке је неопходно прилагодити специфичним околностима заступљеним у организацији као што су култура и радно окружење, како би се постигла максимална ефикасност.

Тотално продуктивно одржавање је нашло примену и ван производње. Занимљиво је да познати светски ланац брзе хране McDonalds управо користи ТПО. Свакодневно се све машине растављају, чисте и подмазују како не би дошло до отказа и како купац

не би чекао дуже на храну, с обзиром да је основна особина таквих ресторана брзина услуге [14].

ТПО је нашло примену у болницама где се врши и превентивно и корективно одржавање операционе опреме и опреме за дијагнозу како се не би дешавало да уређаји откажу баш кад је потребно. Филозофија ТПО-а је искоришћена и код авио компанија. Поред тога што се авиони одржавају у складу са превентивним одржавањем веће су и Kaizen активности и корективно одржавање је од велике користи. Једна од највећих авио компанија у USA Airlines користи искључиво једну врсту авиона и то Boeing авиона средње величине. Коришћењем једног модела у многome се смањују трошкови одржавања и смањује пасива, јер нема потребе држати на лагеру велики број различитих делова различитих произвођача, а сви авиони су увек спремни [15].

3.12 Мапирање тока вредности

Мапирање тока вредности је један од алата Lean концепта производње који има за задатак да мапира процес од добављача до купца, наглашавајући токове производа и информација. Такође идентификује губитке и процесе који не додају вредност производу.

Мапа пружа увид у све процесе у предузећу и од посебног је значаја за топ менаџмент. Један је од најмоћнијих и најједноставнијих алата за мапирање може довести до брзог и значајног побољшања у пословању.

Мапирање тока вредности се не бави само стварањем једне мапе, већ дефинисањем тренутне позиције мапе вредности и одређивање идеалног изгледа мапе тока вредности која би представљала циљ ка коме се тежи.

Мапирање тока вредности има много позитивних страна а неке од њих су [3]:

- омогућава да се виде не само губици, већ и генератори губитака током целог процеса,
- представља основу Lean имплементације,
- мапирање тока вредности је квантитивна метода која детаљно описује како би процес требао да се одвија, како би се обезбедио непрекидан ток.

Мапирање тока вредности се обично спроводи на једном производу или групи производа од добављача до купца. Примамљиво је покушати мапирање више различитих производа, али то би само довело до преоптерећења информацијама.

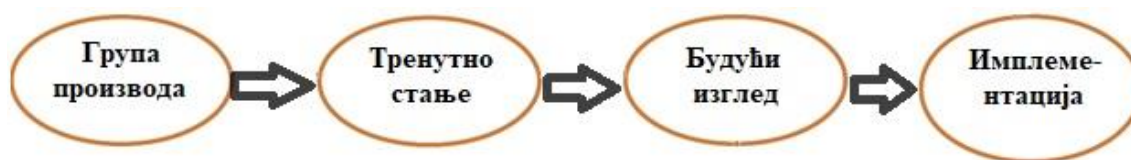
Мапирање тока вредности је тимски процес који треба да се одржи на радном месту, не у канцеларији руковођен стручњацима који користе податке из писаних процедура о томе шта треба да се деси. Мапа тока вредности представља рефлексију свега што се дешава у процесима, заједно са актуелним подацима о нивоу залиха, кашњења, преклопним временима, нивоом квалитета и итд. Таква мапа представља основу за побољшања [7,11].

При изради карте тока вредности неопходно је да се организација фокусира на једну групу производа. Група производа представља производе које имају сличан или исти технолошки поступак производње. Група производа се одређује јер је лакше мапирати ток. Када се одреди ток потребно је нацртати цртеж тренутног стања. Затим се треба фокусирати на проблеме, па нацртати цртеж будућег изгледа тока. Када се одреди будући изглед, следи план израде и имплементација унапређења тока.

У наставку су приказани симболи који се користе при пројектовању мапе тока вредности. Сви симболи су потребни за креирање мапе тока вредности и подељени су у три категорије [3,11,13]:

- симболи за означавање процеса (слика 3.11),
- симболи за означавање информација (слика 3.12) и
- симболи за означавање материјала (слика 3.13).

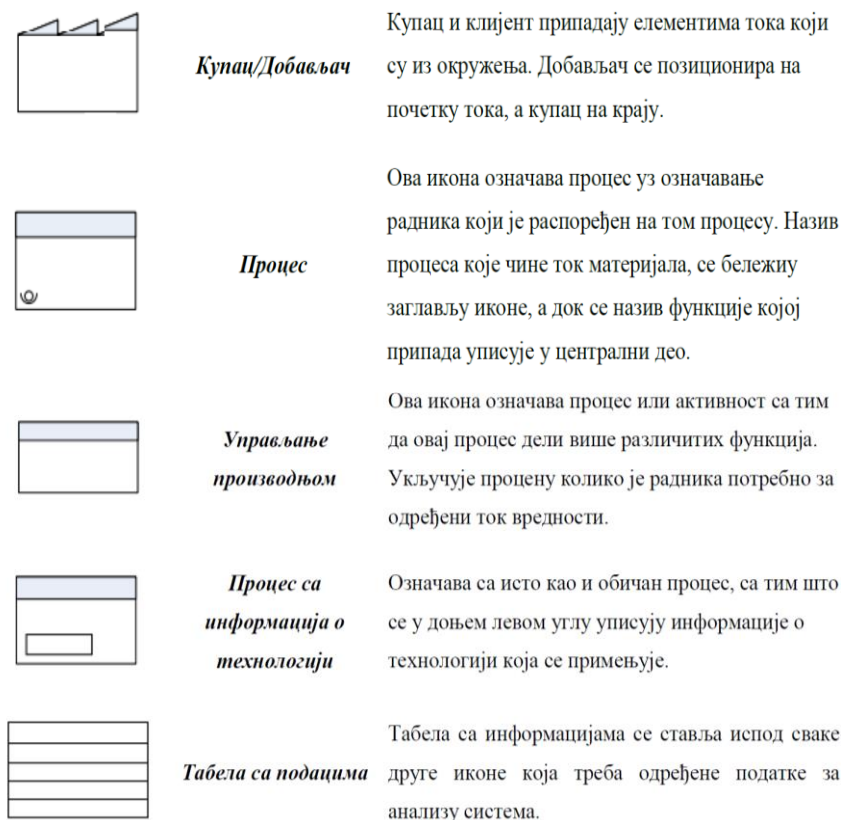
На слици 3.10 дат је приказ корака при мапирању тока вредности.



Слика 3.10 Кораки у мапирању тока вредности [13]

После израде тренутног стања мапе тока вредности, неопходно је дефинисати како би изглед будућег стања мапе који би био идеалнији од претходног. За то дефинисање је неопходно јасно разумевање принципа Lean концепта за управљање производњом, како би било могуће визуелизирати идеалан Lean процес. Заснива се на

појединачној контролисаној ћелији контролисаној преко Pull система, као што је Kanban са дневним или чак часовним испорукама до купца и од добављача. Крајњи идеал наравно представља ток једног комада на захтев купца.



Слика 3.11 Символи за означавање процеса [3]

Имплементација Lean концепта у оквиру система за монтажу је веома тешко остварива без мапирања тока вредности. Ако се не сагледа целокупно стање система за монтажу, појединачна локална побољшања веома тешко могу довести до генералног унапређења. Основни параметар, који треба посматрати, је сам производ и додавање вредности производу кроз процес монтаже. У књизи „Learning to See“ Мајк Ротер каже: „Када постоји производ који је потребан купцу постоји и ток вредности. Изазов је уочити ток.“ [16].

Треба имати у виду да мапирање тока вредности представља континуирани процес у оквиру ког се циклично пројектују мапе тренутног и будућег стања уз сталну имплементацију унапређења.

Главни разлог оваквог приступа је чињеница да је немогуће краткорочно достићи идеално стање система за монтажу који би био потпуно ослобођен губитака.

ИНФОРМАЦИЈЕ	Информације	Служи за бележење свих релевантних информација.
	Производња	Представља визуелни сигнал који покреће производњу.
	Производња у серијама	Означава производњу у серијама.
	База података	Означава место где су ускладиштени подаци о току вредности.

Слика 3.12 Символи за означавање информација [3]

Имплементација побољшања кроз мапирање тока вредности подразумева познавање и употребу осталих инструмената Lean-а (5С, стандардне процедуре, СМЕД, Kanban, Kaizen, итд.)

	Радник	Означава радника који се задужен за одређену активност.
	Више радника	Овај симбол се користи да прикаже колико је радника ангажовано на некој активности.
	Телефон	Симбол који означава да се одређене информације прикупљају путем телефона.
	Електронске информације	Ток информација који иде аутоматизованим информационом системом.
	Kanban сигнал	Овај симбол представља сигналне залихе.
	Поновна обрада	Овај симбол указује да је потребна поновна обрада.
	Сегмент временске линије	Указује на време у току којих се додаје или не додаје вредност.
	Крај временске линије	Означава крај временске линије и ту се уписује укупно време.
	Pull систем	Ознака указује на то да је потребно преузети материјал из складишта.
	Возило за транспорт	Икона која указује на екстерни транспорт и уз њу се могу поставити подаци и о фреквенцији транспорта.
	Залихе	Означава материјал или производе који чекају да буду процерисани. Служи за означавање складишта, материјала и готових производа.
	Супермаркет	Ова ознака се користи у Pull систему производње и указује на залихе које су доступне следећем процесу, односно крајњем купцу.
	Кретање информација	Означава кретање информација од процеса до процеса.

Слика 3.13 Символи за означавање материјала [3]

Готово је немогуће направити скок са тренутног стања на идеално, зато је неопходно да тим одреди будуће стање мапе која би представљала путоказ до крајњег циља. Та мапа онда постаје основа за планове активности. Пожељно је прво радити на стандардизацији и побољшању процеса за унапређење времена циклуса производње, смањењу губитака или било ком другом проблему који је истакнут мапирањем тока вредности [2,3,13].

Са слике се једноставно може прочитати колике су количине потребне на месечном нивоу, које моделе је потребно производити и како га паковати на палете. Следећи корак је визуално представљање производних процеса.

Цртежом се представљају процеси у којима постоји ток материјала. Приликом мапирања производних процеса потребно је још једном израчунати време циклуса, технолошки циклус, време на машини које заиста додаје вредност производу (када се одузму припремно завршна времена и чекање) и величину серије.

Потребно је и записати број радника по машини, израчунати припремно време и израчунати шкарт. Затим је потребно означити места у производном процесу где је флексибилност производње најмања, тј. где долази до чекања материјала на даљу обраду. Затим нацртати тачан распоред активности и тачке гомилања између њих.

Следећи корак је мапирање тока информација. Ток информација се црта тако да би се што лакше описао проток информација при наручивању и планирању наруџбина. На основу тока информација се повезују процеси који имају правило "гурања" процеса радног материјала а не систем повлачења. Lean управо покушава да елиминише таква кретања материјала, а самим тим и фундаментални губитак прекомерне производње. Кад се изврши мапирање добија се карта која указује на проблеме и тренутно стање производње. Јасно се уочавају везе између производних процеса и гомилања материјала. Уочавају се проблеми са временом производње серије и временом циклуса производње једног производа. Потребно је умањити ову разлику и испројектовати систем повлачења где год је то могуће.

Сви проблеми и неопходна унапређења назначавају се у будућој Value Stream мапи. Такође потребно је смањити губитке на свим машинама које раде брже него што је потребно. Могуће је увести још неки производ у производњу и понудити купцу. Са свим овим информацијама може се сада скицирати комплетна будућа Value Stream мапа.

3.13 Пет С

5С је Lean алат који се користи за организацију радног места. То подразумева да свако радно место мора бити ефикасно како би се омогућио лакши рад радника. 5С елиминише оно што је непотребно у подручју рада, осигуравајући да оно што је потребно буде на дохват руке, када и где је то потребно. Дефиниција: 5С представља 5 дисциплина (чија имена почињу на слово „С“) које се спроводе у циљу одржавања радног места [3].

5С је најпрепознатљива техника Lean концепта, јер овај алат је најлакше применити а и резултати се могу одмах видети. Такође преко овог алата се најлакше запосленим лицима објашњава читава Lean филозофија елиминације губитака у предузећу.

Пошто Lean филозофија потиче из јапанског језика, тако да 5С представљају пет јапанских речи на слово С (слика 3.14). То је [2, 3]:

1. Seiri (Sort) – сортирање – Сортирати и распоредити ствари, тако да се ствари који се често користе буду на дохват руке, а оне ствари које се не користе често постављају даље.
2. Seiton (Stabilize) – систематизовати – Ствари који су битне се постављају тако да буду лако приступачне. Циљ организовања је да се минимизира број покрета који радник мора да изврши.
3. Seiso (Shine) – спремити – Редовно чишћење ствари доводи до минзирања проблема, који настају везани за нечистоћу.
4. Seiketsu (Standardize) – стандардизовати – Потребно је претходна 3С стандардизовати и исписати процедуре, а онда после неког времена изабрати најбоље начине из праксе за сортирање, организовање и чишћење и придржавати их се.
5. Shitsuke (Substain) – самодисциплина - Последње слово С представља одржавање културе међу радницима. Одржавање едукације доводи до елиминисање лоших и увођење добрих навика.

Приликом спровођења 5С-а потребно је сликати стање пре увођења и после увођења 5С. Резултати на фотографијама су лако видљиви, тако да сви који уводе

алат 5С врло лако препознају предност ове технике. Али након увођења, потребно је водити свакодневно рачуна о месту на коме је имплементиран 5С.



Слика 3.14 Кораџи код 5С алата [13]

Бенефити примене 5С методе:

- олакшава се проналажење, коришћење и одлагање алата и материјала,
- смањује се време потребно да се пронађе потребни предмет,
- смањују се залихе и трошкови,
- радно окружење постаје ергономски прилагођено,
- повећава се безбедност радног окружења,
- лакше откривање грешака, како на производима тако и на машинама, алатима и сировинама,
- простор постаје привлачнији, улива сигурност и повећава задовољство запослених али и партнера у случају посете,
- побољшава се ефикасност и смањује вероватноћа јављања незгода и неправилности у раду,
- подстицање запослених да стално унапређују тренутно стање,
- повећана посвећеност примени Kaizen-а од стране свих запослених.

3.14 Poka Yoke

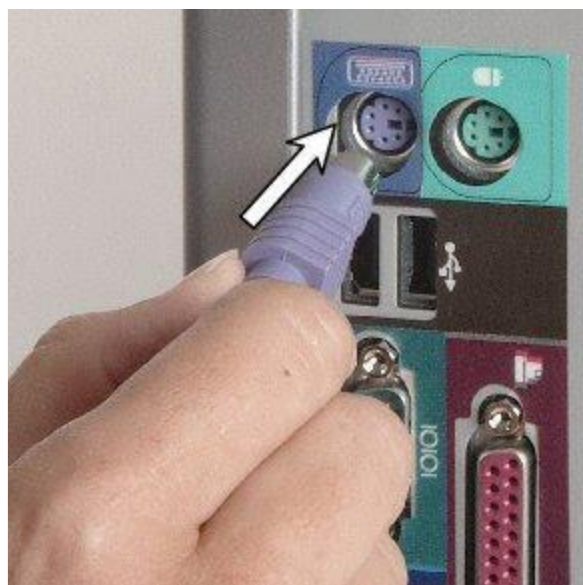
Poka Yoke је још једна метода за онемогућавање грешака у производњи. Poka у преводу значи грешка, а Yoke значи спречавање. Ове две речи би у слободном преводу значиле заштиту од грешака. Poka Yoke су уређаји који не дозвољавају да дође до грешке радника. Радници не воле досадне једноставне понављајуће послове али се они морају урадити. Тада се користе Poka Yoke уређаји како не би дозволили да се управо на таквим процесима догоди грешка. Ако би узели пример да је на одређеном радном месту потребно завити 10 завртњева на неки производ, онда би Poka Yoke била посуда са 10 запакованих завртњева. Уколико остане неки завртањ у посуди значи да производ није правилно урађен. Ово је најједноставнији пример Poka Yoke методе [2,3].

У случају Poka Yoke уређаја задовољни су и менаџмент предузећа и радници. Менаџмент јер се смањује варијација у производњи и могућност производње лошег производа, радници јер су растерећени обавезе да проверавају производе а новонастало време могу искористити за рад на другим активностима или одмору.

Потребно је спровести неколико корака у процесу развијања једног Poka Yoke уређаја [3,4]:

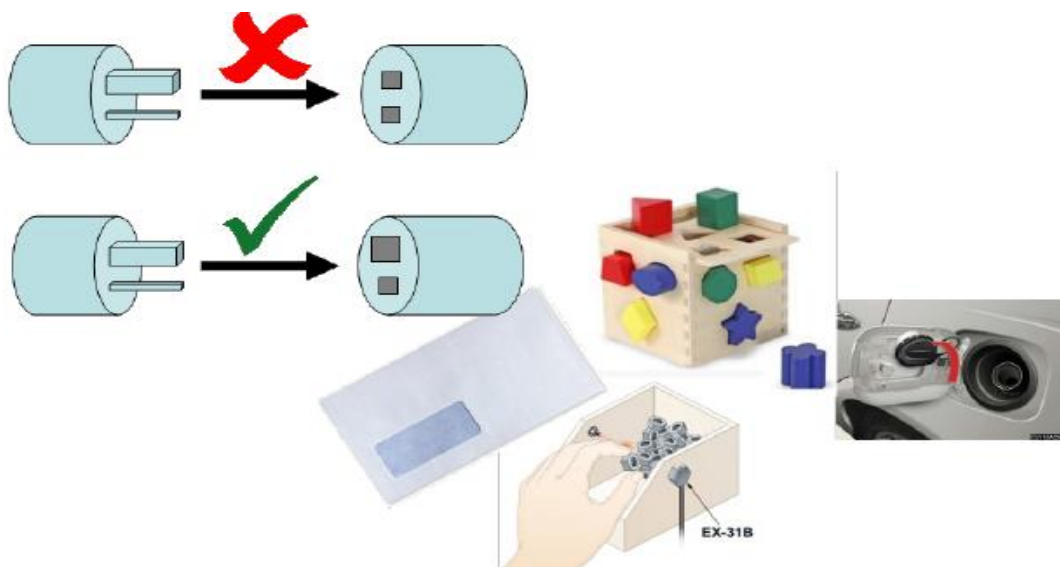
- Описати грешку на производу, односно потенцијалну грешку и израчунати колико се често грешка појављује.
- Одредити машину која генерише грешке на производу и машину где се те грешке могу открити. Најчешће то није иста машина.
- Изоловати машине и утврдити разлог у корену зашто долази до грешке у процесу обраде. Проблеми могу бити неадекватни алати, непрецизни мерачи, недостатак информација итд.
- Када се утврди корен проблема, потребно је конструисати Poka Yoke уређај. Не постоји систем како направити уређај али се треба придржавати правила, тј. конструкције што једноставнијег уређаја. Једноставни уређаји ређе долазе у стање отказа и једноставнији су за контролисање. Радници се охрабрују да што активније учествују у пројектовању Poka Yoke уређаја, јер ти уређаји у многоне олакшавају рад раднику и смањују стрес, те смањују могућност грешке радника.

Једноставни пример је OS 2 порт за тастатуру на матичној плочи рачунара. Немогуће је прикључити тастатуру погрешно јер прикључак одговара само на једној позицији. Најчешће су и порт и прикључак на тастатури љубичасте боје, слика 3.15, тако да и тај фактор умањује могућност погрешног прикључивања. Ово је једним делом стандардизација, једним делом Рока Јоке принцип а Leap стреми у оба правца. Такође на слици 3.16 је дати су примери Рока Јоке.



Слика 3.15 Пример Рока Јоке [3]

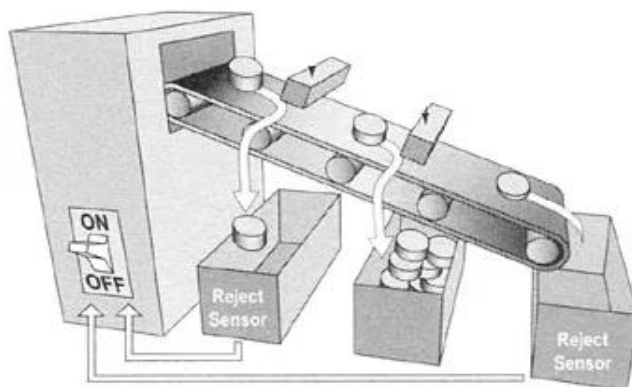
Такође постоје и многи други примери на којима се може објанити Рока Јоке. Практично је немогуће доћи до грешке и радницима је олакшан посао.



Слика 3.16 Примери Рока Јоке [17]

Код неких система ипак није могуће у потпуности спречити грешку. Због тога се траже решења која ће помоћи у уочавању грешке а потом о грешци обавестити радника који обавља посао. То су најчешће системи који анализирају облик производа, боју, димензије или неке друге физичке особине. У ту сврху најчешће се користе сензори. Према начину мерења и функцији, сензори имплементирани у РокаЈоке систему могу се поделити у две групе: контролни сензори и сензори упозорења. Контролни сензори употребљавају се за заустављање производних машина или делова производног погона како би се уклониле неправилности у раду због којих настају грешке у производњи. Овим се спречава настајање серије производа са грешком. Сензори за упозоравање представљају алтернативу претходној групи. Укључују се пре него грешка настане и светлосним или звучним сигналом обавештавају радника да је дошло до одређеног одступања у производњи. Настављање рада под оваквим условима је могуће, те је због тога неопходно да радник обраћа пажњу на упозорења која добија од система. Неопходно је узети у обзир да радник може да не приметити сигнал због неких спољних фактора. Из тог разлога контролни сензори се сматрају ефикаснијим, те их треба примењивати где год је то могуће [17].

Контактном методом Рока Јоке мере се одступања величине и облика делова који се производе. Због тога се производи прилагођавају овим сензорима, како би се у процесу контроле могле уочити грешке на деловима (слика 3.17). Ови сензори су најчешће светлосни, граничници или прекидачи који се укључују када одређена димензија производа одступа од дефинисане вредности [18].



Слика 3.17 Пример Рока Јоке контактне методе [18]

4. ПРИМЕРИ ПРАКТИЧНЕ ПРИМЕНЕ

4.1 Kaizen у Тојота компанији

Тојота је један од пионира Kaizen-а и сматра се да је ова компаније одиграла главну улогу у формулисању Kaizen филозофије. Успех који Тојота наставља да остварује је управо због примене Kaizen-а. Оваква пословна филозофија је заслужна како за развој компаније, тако и за лични развој запослених. Еиџи Тојода (Eiji Toyoda) бивши председник Тојоте креирао је интерни слоган – „У Тојоти, Kaizen је у ваздуху“, наглашавајући значај „меког“ менаџмента у овој компанији где су радници мотивисани да свакодневно унапређују своја знања али и да предлажу своје иновације.

Менаџмент Тојоте добио је више од 75 000 предлога за унапређење од 7 000 запослених радника само у једној години. Примењено је 99% ових предлога, што представља одличан резултат који свакако не би био постигнут без доследне примене Kaizen-а. Може се само замислити колико новца је Тојота уштедела применом ових унапређења.

Успех Kaizen пословне филозофије се шири брзином светлости. Kaizen се примењује у многим западноевропским и америчким компанијама, а такође и у земљама југоисточне Европе постаје све популарнији. Најпознатије компаније, које примењују ову филозофију поред Тојоте су: Ford, Simens, Mercedes и други [12].

4.2 Примена Lean концепта у Србији

Током 2013. године у сарадњи Агенције за страна улагања и промоцију извоза и Јапанске агенције за међународну сарадњу, спроводи се програм унапређења производње у српским компанијама у циљу повећања конкурентности српских привредника на иностраном тржишту кроз трансфер знања и најбољих пракси из Јапана.

Консултант кога је Влада Јапана послала да својим искуством и знањем допринесе развоју српске привреде је помогао менаџменту 14 српских компанија да се упозна и примени Kaizen систем. Компаније које су биле укључене у овај програм су из различитих области а то су: металске, електроиндустријске, транспортне али и компаније које се баве производима у областима визуелне комуникације. У њима се након тога повећала ефикасност производње, смањио број радника на производној линији, побољшао систем документације и контроле радника. У оквиру пројекта промењени су начини рада али се и значајно променила и свест запослених. Са обзиром на то да не захтева велика финансијка улагања, заинтересованост предузећа из Србије

за оваквим начином управљања предузећем се повећала. Имплементација Kaizen у српским предузећима донела би бржи развој и напредак српске привреде и друштва.

За промоцију и упознавање са Kaizen филозофијом у Србији је заслужан ЈТИ из Сенте, који помаже српским компанијама да се упознају са овом филозофијом, организујући посете у којима се могу видети практични примери примене. У фабрици ЈТИ се често организују дани отворених врата у којима менаџмент ЈТИ-а пружа прилику запосленима из других компанија да се лично увере у начин на који Kaizen функционише. Циљ свега тога је да се привуку мала и средња предузећа и да им се покаже како уз примену овог алата могу да напредују и развијају се [11, 13].

Као што је на почетку написано, Lean производња је настала у Јапану у фабрици Тојота. Lean није настао, зато што је Тојота имала успешне године пословања, већ из потребе да се трошкови смање, а предузећу поврати рентабилност.

Нереално је очекивати да предузећа у Србији постану Lean предузећа у јакo кратком року. Исто тако је чињеница да су предузећа у Србији најчешће гломазна, изразито неефикасна и ниске пословне културе. Приватизацијом и приливом страног капитала предузеће ће морати да постану конкуретнија и ефикаснија.

Увођењем неким метода из Lean концепта, готово долази до видног напретка у ефикасности предузећа. 5С је погодна техника за увођење у сва предузећа у Србији. Не само што даје очигледне и брзе резултате, него се и показало да је фантастичан мотиватор радника. Увођењем тоталног продуктивног одржавања, трошкови одржавања ће се смањинити и самим тим предузећа ће имати прилику да постану конкуретнија и ефикаснија.

Долазак Фијата у Крагујевац био је добар сигнал за производна предузећа у Србији. Ауто-индустрија покреће неколико индустрија и потребно је много коопераната како би се склопио финални продукт.

Стратегија Србије је развој малих и средњих предузећа, како би се ниво запослености смањео. У малим и средњим предузећима која тек настају, много је лакше одмах применити методе и технике Lean-а. На крају битно је нагласити да увођењем Lean алата, многа предузећа не би имала проблема око увођења ISO стандарда, него би ISO стандарди били логичан наредни корак у циљу сертификавања квалитета свих процеса у предузећу и самог предузећа [13].

4.3 Примена Lean концепта у предузећу „Adient“

Предузеће „Adient“ је дошло на наше просторе са доласком Фијата. Почели су са радом 2012. године, Lean концепт су примењивали полако корак по корак од почетка свог пословања. Користе доста алата из Lean концепта.

У овом предузећу највише се користе следећи алати:

- Just in time,
- 5C,
- Kaizen,
- 5W + 1H,
- 5 Why,
- Ишикава дијаграм.

Главни купац је Фијат и ради производња по принципу Just in time, не праве се залихе већ се прави само онолико колико је купац поручио. Функционише тако што преко JTDS система стижу поруџбине из Фијата, које прима главни PLC (Shop floor control system) и те поруџбине стижу до радних станица са бар код бројем поруџбине. Ради се у такту који се креће од 110 до 120 секунди од зависности од темпа производње.

Визуелни менаџмент је техника која обезбеђује да сви радници у компанији путем информација презентованих у визуелној форми могу да разумеју стање процеса. Њиме се креира окружење у коме су ствари очигледне од самог момента уласка. Визуелна информација треба да буде релевантна, корисна и правовремена а визуелни менаџмент је присутан свуда у производњи, складишту, канцеларијама [19].

Kaizen је доста заступљен, функционише тако што свако од запослених може попунити формулар за Kaizen предлог и убацити у кутију за сугесетије. У плану је да се уведе у електронски Kaizen, тј. апликација коју ће имати сви запослени и електронским путем предавати Kaizen предлоге.

Један од примене примера Kaizen-а је стаклена кутија и држач за формулара (слика 4.1). Сваки радник има могућност да у формулару напише своју идеју за иновације и да убаци у кутију, која се прегледа једном недељно. На тај начин радници постају укључени у управљање предузећем и постају лојалнији.

Поред тога особа која ради на машини и која је познаје има у виду њене недостатке и може дати квалитетне предлоге за побољшање процеса производње [19].



Слика 4.1 *Кутија за предлоге* [13]

Kaizen функционише тако што предлоге сакупља сектор за континуално унапређење који се састоји од менаџера и координатора наведеног сектора (CI). Затим постоји Kaizen board који одлучује који ће се Kaizen предлог прихватити, он се састоји од менаџера производње и координатор и менаџера сектора за континуално унапређење и по потреби се прикључују координатори осталих сектора у зависности Kaizen предлог на који се сектор односи.

Промене у радном окружењу доводе до промене у ставу запослених што заједно утиче на промене и побољшава културу запослених. Запослени се развијају, успоставља се тимски рад помоћу којег се побољшава атмосфера у компанији и повећава се мотивација запослених. Добрим организовањем радног окружења смањује се непотребан рад, повећава се безбедност запослених, продуктивност расте, а све то доводи до снижавања трошкова [19].

Такође се примењује Total Quality Control Menagement, у оквиру кога се у контроли квалитета посвећује пажња током целог процеса. Из сектора квалитета задужени су људи на одређеном временском интервалу у току смене неколико пута да контролишу производе.

Темељ Kaizen-а чини поступак 5С, којим се организује рад на радним станицама и унапређује ефикасност на микро нивоу. Уредност и прецизност нису осмишљени само због визуелног утиска, већ је циљ да се на тражење потребне ствари не троши

више од 30 секунди и да се предупредe евентуалне повреде радника. 5С који подразумева организацију, уредност, чистоћу, стандардизацију и дисциплину је метод који се најлакше може имплементирати, а која доноси значајна побољшања.

5С је алат који представља веома важан део Lean концепта. Он обухвата низ активности које су осмишљене у циљу боље организације радног окружења. 5С елиминише све што је непотребно у подручју рада, остављајући са собом само оно што је потребно да буде на дохват руке. То пре свега утиче на смањење простора потребног за одвијање радних активности, повећање ефикасности рада, смањење залиха и унапређења безбедности.

5С помаже да ситуације у којима имамо губитке уочимо што пре. Омогућава нам много ефективнији одговор и решавање проблема у новонасталим ситуацијама. Примењивост није ограничена само на поједине делове фабрике. 5С систем мора бити уведен свуда (погон, канцеларије, магацин, пратећа постројења и околина фабрике) [19].

5С је јапанска техника изградње чистог и организованог радног окружења. Дефинише систематски приступ побољшању радног окружења. 5С је састоји од 5 фаза а то су сортирање, организовање, чишћење, стандардизација и одрживост. Сваки од тих корака садржи низ активности које ће довести до уређења радног окружења.

Један од најбитнијих делова процеса који се ради у првој фази је црвени таг, процес у којем се идентификују ствари које нам нису потребне. Ствари које нам нису потребне се премештају на одређену локацију у магацину.

Врло је битно направити разлику између ствари које су нам потребне и оних које нам могу бити потребне. Све ствари које нам нису потребне на дневном или недељном нивоу морају бити склоњене.

У другој фази врло је битно организовати зону тако да све ствари могу лако пронаћи и узети што је најбитније после их исто тако лако вратити на своје место. Ово се постиже тако што ћемо систематски слагати сортиране ставке у радном окружењу, методолошки уредити неопходне предмете тако да буду у видном пољу и лаки за употребу и означити предмете тако да се лако могу лоцирати и одложити.

Трећа фаза обухвата следеће кораке:

- Рibaње и гланцање радног подручја брисањем пода, машина и одржавањем свих предмета на радном месту чистим;

- Чишћење зоне уз тражење одступања, неправилности потенцијалних будућих кварова;
- Имплементација редовног одржавања тако да прљавштина или маст одмах могу бити очигледни.

Такође је веома битно доследно спроводити чишћење на радном подручју. На слици 4.2 и 4.3 можемо видети радионицу пре и после увођења 5С алата.

Ово се постиже:

- Издвајањем предмета за чишћење и додељивањем задатка појединцима;
- Гаранцијом доступности алата за чишћење на месту употребе;
- Одређивањем посебног временског периода за чишћење.



Слика 4.2 Радионица одржавања пре увођења алата 5С [19]



Слика 4.3 Радионица одржавања после увођења алата 5С [19]

Бенефити ове фазе су ти да добијамо здравије окружење и за наше људе и за наше машине, као и да приликом чишћења добијамо прилику за додатну инспекцију зона и машина.

У четвртој фази наглашава се важност праћења (ревизије) и имплементацију чистоће на свим радним подручјима а то укључује следеће активности:

- Стандардизацију процедуре чишћења радног места;
- Развијање система и процедура одржавања и праћења прва три С;
- Имплементацију најбољих пракси на радном месту;
- Кретање кроз сва радна подручја и имплементацију процеса 5С.

Такође је веома битно систематизовати примењени процес како би предности истог биле присутне дуже времена. Неке од главних предности су:

- Помаже у одржавању примењеног процеса стварањем навике о редовном одржавању адекватних процедура чишћења;
- Гарантује личну посвећеност високим стандардима чистоће.

У Adient фабрици редовно спроводи се 5С и сви су укључени у њих. Пошто се тежи дигитализацији у што је више процеса могуће, за спровођење 5С аудита користи се и апликацију [19].

5С је лако мерљив. Нека од питања која морамо поставити приликом 5С-а јесу:

- Да ли су визуелни знаци једноставни, лаки за читање и разумевање?
- Да ли су сви знаци упозорења, излази у случају опасности и процедуреза хитне случајеве јасно видљиви?
- Да ли запослени знају како лако да дођу до алата, делова или информација?
- Како запослени знају уколико дође до неке нестандартне ситуације?

5С представља системски и организован приступ достизања Lean организације. Када се правилно имплементира, 5С ствара визуелну организацију која омогућава брзо одређивање статуса радног места. Такође нам омогућава да вреднујемо рад запослених, који ће редовно на радном месту спроводити све мере како би оно изгледало што организованије и безбедније [20].

5. ЗАКЉУЧАК

Овим радом обухваћени су алати квалитета Lean концепта. Њиховом имплементацијом у предузећима повећава се ефикасност и продуктивност пословања а то сигурно доприноси и њиховој конкурентности на међународном тржишту.

Lean методом је могуће уз мало улагања и променом свести радника увести промене како би се смањили губици у свим процесима предузећа. Инвестирањем у имплементацији Lean алата могу се знатно смањити губици. У овом раду анализирају се поједини Lean алати. Сваки од наведених алата се користи у одређеној ситуацији, што значи да се сви алати не користе у истом процесу или у исто време. Свака организација користи алате који су јој најпогоднији али је неопходно истаћи да сваки од алата Lean концепта захтева апсолутну посвећеност запослених у предузећу, како би се постигла потпуна корист од имплементације. Савремени услови пословања поставили су нову пословну парадигму: купац је центар а циљ савременог предузећа је удовољавање његовим захтевима на што квалитетнији начин, штедећи максимално своје ресурсе. Идентификовањем и елиминисањем непотребних активности у пословном процесу, те усмеравањем пажње искључиво на оно што ствара вредност са становишта купца, Lean концепт пословања омогућава да се постигне максималан квалитет производних процеса. Наиме, свака активност или процес који троши било које ресурсе, повећава цену или продужава време потребно за производњу, без увећања вредности за крајњег корисника је циљ за елиминисање. Као што се види, за разлику од традиционалне масовне производње, Lean се фокусира на оно што је вредност за купца, а не оно што снабдевач производа или услуге сматра вредношћу. Смањивањем или потпуним елиминисањем залиха кроз увођење ЈИТ концепта, као и повећавањем квалитета рада свих функција унутар тока путем уградње Јидока-е, стварају се добри темељи за изградњу савременог флексибилног предузећа. На крају самог рада дат је практичан пример примене Lean концепта. Наведена је примена у компанији Adient као и у Тојоти. На крају рада важно је напоменути да сва предузећа (производна и услужна) и све институције могу драстично смањити губитке примењујући алате квалитета Lean концепта. Пре увођења неких од алата квалитета, потребно је извршити анализу свих процеса у предузећу и указати на њихове недостатке.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Драгичевић Д.: Метода за пројектовање и оптимизацију система за монтажу заснованих на Lean концепту, Докторска дисертација, Факултет техничких наука Нови Сад, 2017.
- [2] Јеремић Б., Тодоровић П., Мачужић И., Ђапан М., Милошевић М., Раденковић М., Вучковић Ђ.: Основи Lean производње – Lean production, Факултет инжењерских наука Крагујевац, 2013.
- [3] Мачужић И., Ђапан М.: Lean концепт у управљању производњом, Факултет инжењерских наука Крагујевац, 2016.
- [4] Радојевић С., Пејатовић П.: Развој производа у Lean концепту, Факултет инжењерских наука Крагујевац, 2014.
- [5] Доступно на: <http://doisrpska.nub.rs/index.php/zrefis/article/download/307T>, посећено 16.09.2019.
- [6] Wilson L.: How to Implement Lean Manufacturing, The McGraw-Hill Companies New York City, 2010.
- [7] Доступно на: <http://leanmanufacturingtools.org/just-in-time-jit>, посећено 17.06.2019
- [8] Стоиљковић В.: Lean трансформација Србије, Талија издаваштво, 2017.
- [9] Имај М.: Kaizen, кључ јапанског пословног успеха, Моно и Мањана, Београд, 2008.
- [10] F. W. Taylor, “The principles of scientific management,” in *Management*, vol. 6, p. 45,64.
- [11] Доступно на http://projec.tempus.ac.rs/attachments/project_resource/1059/2887 Lean, посећено 18.09.2019.
- [12] Доступно на: <http://www.kapitalmagazin.rs/kaizen>, посећено 26.09.2019
- [13] Доступно на: <http://project-management-srbija.com/lean>, посећено 26.09.2019
- [14] Милосављевић П.: Одржавање техничких система по концепту TPM и Six Sigma, Библиотека Дисертатио, Задужбина Андрејевић, Београд, 2007.
- [15] George M.: Lean Six Sigma, McGraw-Hill, 2003.
- [16] Rother M. and Shook J.: “Learning to See” Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda, *Lean Enterp. Inst. Brookline*, p. 102, 2003
- [17] Creeling C. M., Hamblenton L., McCarthy B.: Six Sigma for Marketing Procesess, Prentice Hall, New York 2006.
- [18] James P. Womack, Daniel T. Jones: LeanThinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation, Simon & Schuster, 1996.

- [19] Примена Kaizen i 5C алата у компанији „Adient“, интерни материјал/документи из компаније „Adient“
- [20] Доступно на <http://cimlss.rs/5s/>, посећено 28.10.2019.