

ПРИМЕНА LEAN МЕТОДОЛОГИЈЕ У ОДРЖАВАЊУ ПРОИЗВОДНИХ СИСТЕМА APPLICATION OF LEAN METHODOLOGY IN MAINTENANCE OF PRODUCTION SYSTEM

Јелисавета Ковачић, Сања Бојић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област – МАШИНСТВО

Кратак садржај – У раду је описано одржавање производних система, и обрађена концепција превентивног и корективног одржавања. Представљене су теоријске основе Lean методологије, и неких од алата који се користе у производним системима. У фокусу рада је начин функционисања производне линије ротора, као и алата који се примењују на споменутој линији, 5С, Kanban и TPM.

Кључне речи: LEAN филозофија, LEAN алати – 5С, Канбан, ТПМ, одржавање техничких система

Abstract – The paper describes the maintenance of production systems, and discusses the concept of preventive and corrective maintenance. The theoretical foundations of LEAN methodology, and some of the tools used in production systems are presented. The focus of the work is the way the rotor production line functions, as well as the tools used on the line, 5С, Kanban and TPM.

Keywords: LEAN philosophy, LEAN tools – 5S, Kanban, TPM, maintenance of technical systems.

1. УВОД

Тржиште се данас јако брзо мења. Нестабилни, непредвидиви и висококонкуретни услови пословања изискују свакодневно праћење тржишта и захтева. Праћење трошкова је постао императив, а савремено пословно тржиште све више даје на значају друштву.

Другим речима, нова пословна филозофија би гласила “купац у фокусу”. Примена LEAN методологије у производним системима омогућила је континуални процес и регулисање трошкова, кроз индентификацију и елиминисање непотребних активности. Како би се задовољили захтеви тржишта, неопходно је обезбедити висок степен оперативности производних система, што је могуће уз примену Lean методологије и TPM алата.

1.1 Одржавање производних система

Одржавање се може описати као функција која пружа смернице за спровођење активности одржавања, поред остваривања техничке и менаџерске контроле одржавања система.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била др Сања Бојић, ванр. проф.

Постоје два прилаза методологији одржавања, односно одржавање према поузданости (ОПП) и тотално продуктивно одржавање (ТПО). Одржавање према поузданости (ОПП) је методологија која је заснована на познавању карактеристика поузданости, на основу које се врши прогноза будућих стања, заправо предвиђа се појава отказа.

Примарни задатак овог типа одржавања јесте да обезбеди поузданост и безбедност објеката који се одржавају, у случају појаве квара или отказа да врати систем на претходни ниво безбедности и поузданости и остваривање свих задатака уз што мање трошкова. Тотално продуктивно одржавање (ТПО) је методологија која се заснива на процени тренутног стања система који се одржава. Основни задатак и циљ ове методологије јесте смањење застоја због изненадних отказа на машинама и потројењима.

1.1.1 Концепција одржавања

Постоје две основне концепције одржавања, а то су превентивно и корективно одржавање. Превентивно одржавање се може описати као сервисирање од стране појединаца и група који су укључени у систем одржавања техничког система. Главни циљеви превентивног одржавања су продужити животни век машине, смањити појаву критичних кварова опреме, омогућити боље планирање и предвиђање активности и смањити губитке у производњи. Превентивно одржавање се може састојати од седам елемената, односно, контроле, сервисирања, калибрације, тестирања, инсталације, подешавања и регулације.

У погледу врсте превентивног одржавања имамо, основно одржавање, превентивну замену и одржавање према стању. Корективно (интервентно) одржавање дефинисано је као спровођење корективних мера услед квара или откривених недостатака у току превентивног одржавања, све док се технички систем не доведе поново у оптимално стање.

Корективно одржавање врши се тек након што настане застој. Активно време поправке са састоји од шест компоненти, а то су: време припреме, време локације грешке, време које је потребно да се достави резервни део, време корекције грешке, време подешавања и калибрације и време провере.

Још једна битна ствар поред тачно одређеног активног времена поправке јесте и смањење времена самог одржавања. Ово је јако битно како и због саме производње, тако и због трошкова који настају приликом овог одржавања

1.2 Lean методологија

1.2.1 Развој аутомобилске индустрије

Аутомобилска индустрија данас представља најјачу индустријску грану. Круцијалну промену у свету аутомобилске индустрије изазвало је увођење покретне траке. Идеју да покретну траку имплементира у аутомобилску индустрију први је имао Хенри Форд (енг. Henry Ford), амерички предузетник и оснивач Форд Мотор Компаније (енг. Ford Motor Company). Идеологија компаније Форд се огледа у малом броју квалификованих радника, и великом броју неквалификованих радника. Иако је систем уиграо, и зна се тачна расподела посла постоје два проблема. Први је нефлексибилна производња, а други је неправилно одрађена монтажа.

1.2.2 Историја Toyota Production System-a (Lean концепта)

Почеци развоја Тојете се везују за Сакичи Тојоду, који се често назива и “оцем јапанске индустрије”. Сакичи Тојода 1907. године оснива компанију под називом Toyota Loom Company. Од 1926. године па све до данас, ова компанија је препознатљива под називом Toyota Industries Corporation. Кичиро Тојода, син Сакичи Тојоде заслужан је за активност која се и данас спроводи у фабрикама, познатију по називом “Genchi genbutsu”, што значи иди на лице места и посматрај догађај својим очима. Поред Сакичи Тојоде и Кичиро Тојоде, за развој Тојотине фабрике заслужни су Еиџи Тојода, менаџер фабрике и Таичи Оно, шеф производње.

Табела 1: Студија различитости приступа организације у фабрика

Генерал Моторс, Фрамингем, САД (класична масовна производња)	Тојота, Такаока, Јапан (Lean концепт- TPS)
Велики број радника у линији производње. Непродуктивна производња.	Јасно дефинисан задатак сваког радника.
Нагомилавање залиха, и уоћавање грешке тек пред процес монтаже.	Нема нагомилавања залиха. Врши се директан утовар и транспорт након завршеног производа.
За свако радно место постоји одређена количина залиха, која може бити довољна и за неколико недеља.	Не постоји могућност постаљања залиха између радних операција, јер се операције нижу једна за другом.
Искључиво су менаџи овлашћени да зауставе процес производње у случају да дође до грешке.	Сваки радник на радном месту сме да заустави производњу када детектује грешку.
Постојање улазних магацина, и складиштења опреме за неколико недеља.	Потпуно непостојање улазних магацина. Материјале стижу у тачно одређено време.
Конструкциони, производни и радници управљања веома мало проводе времена у фабрики.	Честа присутност радника и инжењера у фабрики.
Недовољно мотивисање радника, самим тим и смањења жеља радника да привређују.	Велико мотивисање радника, самим тим радници су орни за рад, истрајни, знатижељни и радни.

1.2.3 Основни губици према Lean филозофији

Тојотин систем издваја осам Lean губитака:

1. Прекомерна производња (енг. Overproduction) предстаља основну разлику између масовне и Lean производње.
2. Чекање (енг. Waiting) представља празан ход машине или оператера услед уских грла у процесу, лошег такта или застоја;
3. Транспорт (енг. Transport) смањење непотребног кретања материјала које не додаје вредност производу, нпр. транспорт између радних јединица;

4. Неодговарајућа обрада (енг. Extra processing) узрокована је непотребним повећањем квалитета, које купац није захтевао и које не може да плати.
5. Превелик ниво залиха (енг. Inventory) представља најсакривенији и највидљивији губитак у целом систему.
6. Непотребно кретање (енг. Motion) је губитак који се често сматра небитним, а итекако може да утиче на цео систем.
7. Шкарт (енг. Defects) је јако заступљен у масовној производњи. Одлагање детектовања шкарта може само произвести појаву нових прекривених губитака.
8. Неискоришћен људски потенцијал (енг. Non-utilized talent) је губитак који настаје услед неукључивања радника у систем, као и неусвајањем њихових идеја и вештина.

1.2.4 Основни принципи Lean филозофије

Основни Lean принципи омогућавају компанијама да правилно искористе своје ресурсе, и смање време између почетка креирања производа па све до завршетка. Постоји пет основних Lean принципа:

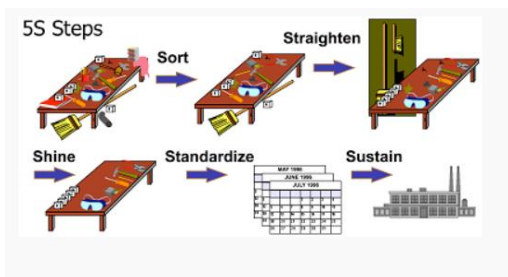
1. Дефинисање вредности (енг. Specify Value) овај принцип дефинише купаца.
2. Успостављање тока настајања вредности (енг. Map the Value Stream) Циљ успостављања тока вредности је да се током целог процеса уклоне сви елементи који не доприносе вредности у датом току.
3. Успостављање непрекидног тока (енг. Improve the Flow) има за циљ да процес тече непрекидно.
4. Успостављање pull система (енг. Implement Pull) доприноси да се током целог процеса испоштује такт који диктира производња.
5. Унапређење (енг. Pursue Perfection) у циљу достизања савршенства. Све вредности које не доприносе вредности, морају бити уклоњене.

1.3 Основни алати Lean филозофије

Да би Lean филозофија могла да се имплементира унутар једног предузећа, потребно је увести и спровести одговарајуће методе, односно алате. Правилан редослед коришћења алата омогућава засигурно успешну, ефикасну и сигурну производњу.

5С алат који припада Lean филозофији, и чини камен темељац споменуте филозофије, базира се на одржавању хигијене радног места, тако да ни једне секунде не омета производни процес. Први корак је сортирати ствари, односно одвојити све потребне ствари у радном окружењу од непотребних. Спремити је корак који наступа након сортирања. Подразумева да су ствари које су током процеса сортирања издвојене буду обележене и на свом месту.

Средити ствари је корак у коме сви запослени учествују, односно односи се на проверу након завршетка коришћења машине. Стандардизовање претходна три процеса постиже се уз помоћ израде радних контролних упутстава. Стално одржавати, односно подићи свест код радника да су претходна четири корака јако битна за успешно одржавање.



Слика 1: Кораци током примене 5С алата

Kanban представља систем картица за управљање производњом, у складу са pull производњом. Pull производња функционише по принципу тако што наредно радно место сигнализира претходном шта му је потребно, и на тај начин „повлачи“ шта му је потребно од делова са претходног радног места. Исправном применом Kanban система могуће је унапредити ток материјала, спречити прекомерну производњу, максимално умањити неискоришћеност материјала, повећати флексибилност производње, као и олакшати производњу путем визуелних сигнала. Постоје четири типа канбана:

1. Процесни Kanban (енг. In-process Kanban) се користи као визуелни сигнал који диктира темпо кретања делова у процесима са непрекидним током.
2. Kanban повлачења (енг. Withdrawal Kanban) представља систем потражње производа од претходног процеса на основу наредног.
3. Производни Kanban (енг. Production Kanban) служи да искомунукација наручивање и допуну складишта.
4. Додављачки Kanban (енг. Supplier Kanban) ово су Kanban картице које су намењене за материјале које је потребно направити.

2. ТОТАЛНО ПРОДУКТИВНО ОДРЖАВАЊЕ (Total Productive Maintenance -TPM)

Сврха коришћења овог алата јесте да допринесе елиминацији губитака који се јављају услед неоперативности опреме, и самим тим да омогући бољу, успешнију и сигурнију организацију производње. Могућност потпуног искоришћења опреме и поузданог функционисања система се остварује кроз главне циљеве TPM-а, а то су: изградња свеобухватног система превентивног одржавања, остваривање ефективног и ефикасног коришћења опреме, развија и имплементира активности превентивног одржавања, прати и омогућава одржавање опреме током животног века опреме, пружа помоћ и подршку запосленима, мотивише запослене и формира тимове који су задужени за континуално унапређење. Како би предочени циљеви TPM-а били спроводљиви, дефинисани су основни градивни елементи или стубови TPM-а. Осам највећих стубова TPM-а:

1. 5С,
2. аутономно одржавање,
3. Kaizen,
4. планирање интервенције одржавања,
5. обука,
6. администрација TPM-а,
7. здравље и безбедност на раду и заштита околине.

3. ПРИМЕНА TPM-а У ПРОИЗВОДНОМ СИСТЕМУ

3.1 Увод у коришћење TPM-а у производном систему

Основна полазна тачка при креирању и успостављању TPM-а на линији намеће се наравно, прецизно дефинисање броја оператера, подешавача линије (енг. Setter), вођа линије (енг. Line leader), сменовођа (енг. Shift leader) и техничара одржавања (енг. Maintenance technician). Након дефинисања укупног броја радника који ће вршити активности TPM-а, потребно је дефинисати време трајања TPM активности, као и прецизно дефинисати, ко, када и на који начин ће обављати радње.

3.2 Опис рада производне линије

Погон о коме ће бити речи, део је фабрике која се бави израдом ротора и статора. Дужином линије која је намењена за склапање ротора постоји асемблован аутоматизован транспортни систем, који опслужује све станице у оквиру линије.

Линија почиње станицом распакивања ламинације ротора, потом се у ламинацију утискује осовина ротора. После утискивања осовине у ламинацију, приступа се обради осовине, после чега долази до пресовања комутатора ротора, да би се затим ротор одлагао у станицу за електроиндуктивну изолацију. Када је завршен процес изолације, приступа се намотавању жице на ламинацију.

Након намотавања, жица се заварује за комутатор, следи брушење комутатора, монтирање лежајева на осовину и урезивање пужног навоја на осовину. На крају ових станица имамо готов полупроизвод, у смислу да је ротор, као такав, у потпуности асемблован, па наредне станице све до визелне инспекције, која иначе представља последњу станицу.



Слика 2: Ротор

3.3 Креирање TPM-а за производну линију

Почетна тачка при креирању TPM-а, пре пуштања у рад производне линије, јесте препорука произвођача машина. Наведене препоруке користе се као основа, и углавном се примењују у форми аутономног одржавања. С друге стране, пракса је показала да се на основу препорука може само градити основни принцип начина одржавања. Веома битан фактор јесте искуствено одржавање тј. примена искуства инжењера одржавања, као и процесних инжењера, у циљу откривања и превенције проблема.

3.4 Аутономно одржавање линије

Највећи акценат у аутономном одржавању на линији ротора, јесте примена Kanban и 5С система. Применом ова два алата, адекватном обуком радника, стандардизацијом активности, увођењем RFID читача који служе за потврду добро одрађене замене (енг. Changeover-a), постигнут је приметан скок у проценту ефикасности, као и пад у проценту губитака, у погледу организације. Обављене активности оператери и сетери конфирмишу потписом на табли која је увек јасно истакнута поред машине.

3.5 Превентивно одржавање линије

Под превентивним одржавањем на линији ротора у поменутом погону, подразумева се одржавање у оквиру ТРМ-а, које се одвија на недељном нивоу, а чије се активности извршавају од стране техничара одржавања. Превентивно одржавање се одвија у оквиру планског застоја. На линији ротора, трајање ТРМ-а је 180 минута. У оквиру наведених 180 минута, радници производње такође раде активности аутономног одржавања које су дефинисане као недељне, док техничари имају списак стандардних активности које добијају у облику налога текуће недеље у којој се одвија ТРМ.

4. ЗАКЉУЧАК

У фокусу Lean-a је купац, то значи да је купац тај који диктира темпо. Водећи се овом филозофијом, сви алати настају у складу са њом. Сврха алата је максимално поједноставити процесе, смањити њихово време, производити квалитетно и увек размишљати како је процес могуће побољшати. Применом Lean алата, 5С, Kanban-a и ТРМ-а, на производној линији омогућен је поузданији и дефинитивно сигурнији процес рада. Споменута два алата омогућавају позитиван исход ТРМ-а. Свакодневна фокусираност на процес, примећивање најситнијих детаља, детектовање и анализирање свих појава које доводе до застоја, усресређеност на квалитет производа и тежња ка нула броју застоја јесу само једни од критеријума којим ТРМ тежи.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Јованчић П.: Одржавање рударских машина. Београд: Рударско – геолошки факултет; 2014.
- [2] Јованчић П.: Техничка дијагностика. Београд: Рударско – геолошки факултет; 2016.
- [3] Ликер Џ., Мајер Д.: The Toyota way Fieldbook. Mc Graw-Hill, 2005.
- [4] Вомак Џ., Џонс Д.: Филозофија Lean концепта. Нови Сад: Факултет техничких наука, 2012.
- [5] Ликер Џ.: The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. Mc Graw-Hill, 2003.
- [6] Монден Ј.: Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time. Productivity Press; 4 edition, 2011.
- [7] Накајима С.: Introduction to TPM: Total Productive Maintenance. Productivity Press, 1998.

Кратка биографија:



Јелисавета Ковачић рођена у Пожаревцу 1995. године. Мастер рад на Факултету техничких наука у Новом Саду, из области Логистика – Примена Lean методологије у одржавању производних система одбранила је 2021. године.



Сања Бојић рођена је у Карловцу 1981. године. Докторирала је на Факултету техничких наука у Новом Саду 2013. године, а од 2019. године изабрана је у звање ванредног професора. Области истраживања су логистика, складишни системи и симулације токова материјала.