

## УНАПРЕЂЕЊЕ ПРОИЗВОДНИХ СИСТЕМА ПРИМЕНОМ LEAN АЛАТА OPTIMIZATION OF PRODUCTION SYSTEMS BY APPLICATION OF LEAN TOOLS

Јована Марковић, Сања Бојић, Факултет техничких наука, Нови Сад

### Област – МАШИНСТВО

**Кратак садржај** – У раду су дате теоријске основне LEAN методологије и представљени су неки од основних LEAN алата заједно са њиховом применом у производњи. Посебан акценат је стављен на примену појединих LEAN алата, визуелно управљање, Poka Yoke, Heijunka, у конкретним примерима производних система.

**Кључне речи:** Оптимизација, производни системи, LEAN, LEAN алати, Poka Yoke, Heijunka, визуелно управљање

**Abstract** – The Master Theses presents the theoretical foundations of the LEAN methodology and some of the basic LEAN tools together with their application of production. A special emphasis is placed on the application of certain LEAN tools, visual control, Poka Yoke, Heijunka, in concrete examples of production systems.

**Keywords:** Optimization, production systems, LEAN, LEAN tools, Poka Yoke, Heijunka, visual control

### 1. УВОД

У данашње време када сведочимо развоју технологија и расту производње огледа се и значај логистичких система где се захтева ефикасност. Сваки појединачни сегмент логистичког ланца је од веома велике важности, па тако унапређење применом LEAN методологије заузима значајно место у ланцу. Битан је цео аспект одржавања и планирања поготово када су већи системи у оптицају.

Акцент у сваком производном процесу свакако треба ставити на непрекидност токова материјала како би систем имао што мање губитке, уз максималну добит, чему се тежи кроз целу LEAN методологију. Потребно је обезбедити флексибилност производње, према потребама купаца. Оно што је потребно елиминисати или свести на минимум јесте сваки облик застоја, било на материјалу, у производњи или од стране радне снаге.

До застоја у производњи, самим тим до престанка непрекидног тока, долази услед великог броја залиха, што сваки систем тежи да избегне. Залихе за произвођача представљају заробљена обртна средства и сматра се губитком. Повећање залиха, како би се уравнотежио производни систем, никад није решење,

### НАПОМЕНА:

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

јер се опет јављају проблеми у току због нагомилавања материјала. Осцилација потражње не сме да буде велика, то је предуслов за непрекидан ток материјала и минималне залихе.

### 2. LEAN МЕТОДОЛОГИЈА

LEAN је филозофија која користи алате и технике за креирање и промену културе у циљу спровођења добре праксе побољшања процеса која омогућава смањење расипања, побољшање токова, више се фокусира на потребе купаца и подржава поглед на процес. LEAN имплементација би требало идеално да укључи програм континуираног побољшања који је више разноврсан и обухвата промену организације током дужег временског периода.

Према LEAN филозофији суштина целог концепта јесте додавање вредности производу елиминацијом губитака. Како би уопште примена LEAN-а била могућа, потребно је првенствено утврдити све губитке. Губици заправо представљају све кораке који не додају вредност производу.

Како би се губици лакше учили у систему и лакше елиминисали, груписани су у осам категорија:



Слика 1. LEAN губици [1]

- **Грешке.** Односи се на грешке на производима, сваки квар се сматра грешком и свака поновна дорада одређеног производа.
- **Прекомерна производња.** Односи се на проблем стварања велике количине производа унапред, а да се не зна да ли ће тај производ уопште бити тражен у тој мери. Такође, додатни трошак представља обезбеђивање складишта за све те производе.
- **Чекање.** Односи се на ситуације када информације, запослени, опрема или материјали нису спремни. Сви производи који се у процесу монтаже не обрађују налазе се на чекању.
- **Неискоришћен људски потенцијал.** Одређене послове најбоље обављају запослени који тај

посао раде сваког дана, па обзиром на то треба слушати запослене јер ће они најпре уочити поједине неисправности и пропусте у целом систему.

- **Транспорт.** Представља премештање материјала са једне локације на другу. На самом производу транспорт не врши никакву промену, па самим тим не додаје вредност производу. Поред тога, постоји додатни ризик да се роба оштети, изгуби или закасни са испоруком.
- **Превелик ниво залиха.** Односи се на производе који нису продати купцима. Залихе су увек губитак јер заровљавају обртна средства предузећа. Превелик ниво залиха увек крије и додатне губитке.
- **Непотребна кретања.** Представља неоптимално или непотребно кретање запослених и машина између радних станица или објеката у производним процесима у којима се обављају све операције.
- **Прекомерна обрада.** Односи се на стварање производа прекомерног квалитета услед непознавања захтева и потреба купаца током времена.

Како би LEAN био имплементиран у производни систем, постоји низ LEAN алата који то омогућавају на најлакши могући начин у зависности од стања производног система. Неки од основних LEAN алата су представљени на Слици 2.



Слика 2. Основни LEAN алати [1]

У овом раду акценат је стављен на три LEAN алата, па обзиром на то у наставку ће они бити представљени, како би се лакше разумела њихова примена кроз практичне примере у наставку рада.

**Poka Yoke** је алат који утиче на спречавање појаве грешке. Циљ овог алата јесте отклањање ненамерних грешака које настају у производном процесу, најчешће од стране људи. Систем функционише тако што прати где им се јављају грешке и предузимају се одређене активности да се те грешке спрече. Превенција како не би дошло до настанка грешке је кључна у сваком производном систему и подразумева да се отклоне сва неразумевања и двоструки избори у процесима.

**Heijunka** је алат који се користи како би се нивелисале наруџбине купаца тамо где постоји велика осцилација приликом наручивања, на тај начин се постиже стабилност производног система. Овај алат се користи за нивелисање према обиму помоћу фиксних понављајућих распореда производње, али и за нивелисање према типу и миксу производа.

**Визуелни менаџмент** представља у континуирани процес стварања радног места на којем је елиминисан дефицит информација, тј. процес стварања окружења где су ствари очигледне од првог тренутка када су се нашли у датом подручју. Овај алат служи за доношење одлуке на микро нивоу. Такође, поједностављује сликовито и знаковно помаже запосленима да уштеде време и да на лак начин приме одређену количину информација како би им рад био продуктивнији.

### 3. КОНКРЕТНА ПРИМЕНА ОДРЕЂЕНИХ LEAN АЛАТА

Анализирана су два производна система где је представљена конкретна примена изабраних LEAN алата.

У првом случају представљена је једна компанија где је приказан систем за комисионирање где никако не сме да дође до грешке приликом узимања производа. Када су велике серије производа у питању, као што је овде случај, где постоје мали делови попут завртњева и сл. велика је шанса да ће доћи до грешке. У овом случају је јако тешко испратити ниво залиха и усагласити стање уколико то није дефинисано посебним системом. Производ за који се врши комисионирање јесте електо орман са пропратном додатном опремом. Умањење процента грешака се може постићи на више начина. Конкретно овде су сви производи и полупроизводи сортирани у одговарајуће кутије како би се њима лакше манипулисало. На свакој кутији постоји индикаторска лампица и количина колико комада производа радник треба да узме из одређене кутије. Индикаторска лампица светли у две боје. Црвена боја значи да је радник већ узео одређени производ из кутије и да нема потребе да се враћа на ту кутију. Зелена лампица засветли изнад одређене кутије када је тај производ на реду за паковање. Када радник узме дефинисан број производа из одређене кутије индикатор опет мења боју у црвену. Такође, како радник случајно не би узео неки производ из кутије, а да није приметио визуелни ефекат, постоји и физичка препрека за узимање производа из кутије у виду врата која се спуштају када се узме одређени број комада и када индикаторска лампица поново буде црвена. На Слици 3. је приказан унапређен систем овог производног система који је изабран као пример за имплементацију Poka Yoke алата.



Слика 3. Унапређен систем применом Poka Yoke алата [4]

У другом случају је приказан производни систем који се бави производњом стандардних путничких и спортских возила. Поставља се питање како на прави начин ускладити и нивелисати ниво производње према типу и миксу у овом систему. Уз помоћ Хејјунка кутије и Канбан картица предложено је унапређење постојећег система.

Систем рада је подељен на рад у радним хелијама где ради одређена група радника на више радних станица. Како би им комуникација била олакшана и како би се умањиле грешке и постигли бољи и ефикаснији циљеви у систему потребно је унапредити га и подићи на виши ниво. На првој радној станици код сваке радне хелије постоји држач за Канбан картице са потребним подацима који служе за контролу производње у тој одређеној радној хелији. Сваки држач је напуњен наранџастим и плавим Канбан картицама – наранџасте су за стандардна путничка возила, док је плава картица намењена за спортска возила.

Ове картице сигнализирају радним хелијама које возило је потребно да се прави и по којој поруци је та наредба издата. Супервизор или оператер повлачи Канбан картице које представљају захтеве купаца из Хејјунка кутије и ставља их у држаче картица одређене радне хелије, како би се приступило процесу производње. Код сваке радне хелије постоји вођа тима који има задатак да повуче возила из супермаркета производа из претходне радне хелије све док повлачење Канбана не испуни тражени капацитет. Ова процедура се понавља кроз процес производње. Оператер на првој радној позицији у свакој радној хелији повлачи Канбан картицу из Хејјунка кутије, како би почело да се производи возило које је назначено у Канбан картици. Оператерима је једино дозвољено да производе возила назначена од стране Канбан картица. Канбан картица се прослеђује кроз производњу са возилом и даље кроз радну хелију све док се возило не повуче из супермаркета од стране друге радне хелије. Вођа тренутне радне хелије затим ставља Канбан картицу назад у Хејјунка кутију, осим у случају последње хелије која ставља Канбан картицу у део преузимања производа. Променом система увођењем Хејјунка кутије и Канбан картица, залихе и производње фабрике, може се унапредити време реализације (Lead Time) производа. Праћећи Хејјунка кутију и Канбан систем постиже се то да се оствари Just-In-Time производња према захтевима купаца.



Слика 4. Имплементација Хејјунка кутије и Канбан картица [4]

Како би се прича заокружила, имплементација визуелног менаџмента је представљена кроз претходна два примера, јер је у оба производна система примењен визуелни менаџмент. Потенцијалних места за унапређење производних система има разних. У сваком случају је могуће додатно унапредити процес и додати ознаке на поду, визуелне ознаке о начину употребе машине ради безбедности итд. Конкретно, када су у питању претходна два случаја визуелни менаџмент видимо у виду светала различитих боја и у виду ознака и места за производ. Углавном су заступљене препознатљиве боје које владају у сваком систему – црвена и зелена.

Када се оне уоче јасно је и недвосмислено шта оне значе. У првом примеру где је рађено комисионирање за производе електро ормана уочава се визуелни менаџмент на местима где имамо индикаторске лампице које светле у две боје. Црвена боја је светлела када је производ већ узет са стања из одређене кутије у одређеној количини.

На тај начин радник јасно визуелно види да је тај производ већ узео јер му црвена боја указује на *стоп, забрану, заустављање*. Визуелна потврда му одмах до знања стави о чему је реч, без да он додатно троши време уколико би били присутни неки други системи потврде. У другом примеру где је представљен систем производње возила такође је заступљен визуелни менаџмент.

На местима где се производ у једној радној хелији ставља на место за прослеђивање возила у другу радну хелију, заједно са Канбан картицом. Та места су означена зеленом и црвеном бојом, што су опет боје које су јасно одређене и недвосмислене. Када их радник види тачно може да уочи да ли је нешто проблем или није. У црвени квадрат се стављају производи са грешком и јасно је описана процедура како се са таквим производом поступа. У зелени квадрат се ставља исправан производ који се прослеђује даље кроз производну линију, када га једна радна хелија заврши.

На Слици 5. а) приказан је случај имплементације визуелног менаџмента у виду индикаторских лампица, док је док је на слици 5б) приказана примена визуелног менаџмента у виду означених места у облику квадратних поља различите боје – за производе са грешком и исправне производе који иду даље у процес производње.



Слика 5. а) Имплементација визуелног менаџмента у производним системима



Слика 5. б) наставак

#### 4. ЗАКЉУЧАК

У данашње време се све више озбиљних компанија и производних система који производе производе или пружају услуге, опредељује управо за примену LEAN концепта и филозофије. Како се тежи унапређењу битно је кренути од начина размишљања и много дубље ући у суштину проблема целокупног система. Дакле, LEAN није само алат којим се постижу жељени резултати, већ је то животна филозофија и примењива је у многим сферама.

LEAN концепт није ни мало једноставан и треба му се посветити са пуном пажњом. Дешава се да компаније не увиде значај примене ове методологије, управо јер не разумеју срж и могућности концепта. Понекад је потребно прво променити начин размишљања, па онда приступити примерни LEAN-а.

Фокус је увек на унапређењу система, уз што мање губитке како би се остварила максимална добит. Како би се остварило управо то што је претходно наведено и како би се постигла оптималност било ког система потребно је да се остваре основе које су темељ за успешност пословања компаније. Основне ствари којима се тежи јесте да се производња одвија по принципу Just-In-Time и да буде остварен непрекидан ток материјала.

Имплементацијом изабрана три алата у конкретним примерима постигнуто је очигледно унапређење у систему у виду уштеде времена и смањења настанка одређених грешака.

Поред претходно наведених унапређења, комуникација у оба система је побољшана и омогућен је бољи ток информација и материјала.

#### 5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Др Бојић С.: Презентација: LEAN алати, ФТН, Нови Сад, 2020.
- [2] Бекер И., Лазаревић М., Морача С., Радловачки В., Рикаловић А., Тешић З., Шевић Д.: LEAN систем, ФТН Издаваштво, Нови Сад, 2017.
- [3] Вомак Ц., Џонс Д.: Филозофија LEAN концепта, ФТН Издаваштво, Нови Сад, 2012.
- [4] <https://www.youtube.com>, датум приступа 19.10.2021.

#### Кратка биографија:



**Јована Марковић** рођена у Сомбору 1997. год. Дипломски рад на Факултету техничких наука из области Дизајне – „Основне смернице за пројектовање регалних дизајна“ одбранила је 2020. године.  
контакт: [markoviicjovana@gmail.com](mailto:markoviicjovana@gmail.com)



**Сања Бојић** рођена је у Карловцу 1981. Докторирала је на Факултету техничких наука 2013. год, а од 2019. је у звању ванредни професор. Област интересовања су логистика, складишта и симулације.