

НИВЕЛИСАЊЕ ПРОЦЕСА МАШИНСКЕ ОБРАДЕ ПРИМЕНОМ HEIJUNKE**LEVELING THE MACHINING PROCESS BY USING HEIJUNKA**Мирјана Дабић, Сања Бојић, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Област – МАШИНСТВО**

Кратак садржај – У раду су дате теоријске основе LEAN методологије и представљени су неки од основних LEAN алата. Посебан акценат је стављен на примену LEAN алата - Heijunka, у конкретном примеру за нивелисање процеса машинске обраде.

Кључне речи: Оптимизација, Lean филозофија, lean алати, Heijunka, логистика, интралогистика

Abstract – The paper presents the theoretical foundations of the LEAN methodology and some of the basic LEAN tools. A special emphasis is placed on the application of certain LEAN tool - Heijunka, in concrete example of leveling the machining process.

Keywords: Optimization, Lean, Lean tools, Heijunka, Logistics, Intralogistics

1. УВОД

У претходних неколико година многе производне организације су препознале да је један од основних стратешких елемената којим се може остварити предност у односу на конкуренцију заправо супериорност њихових услуга. У окружењу се може пронаћи велики број инструмената који су доступни, али упознавање са њима и њихово имплементирање није најлакши процес. Lean модел размишљања овде проналази своју улогу.

Такође, у протеклих 20 година, реална цена робе широке потрошње опада широм света, а с друге стране квалитет производа се повећава, а број дефеката се смањује. Организације које не успеју да уреде своје процесе и активности тако да се њима остварују одређене уштеде и елиминишу активности које не додају вредност, неће опстати на тржишту.

Порекло lean размишљања лежи у приступу lean производње типизираним Toyota производним системом (TPS) као свеобухватном стратегијом за елиминацију отпада из операција.

Елиминисање отпада постиже се на различите начине, али оно од чега би се почело јесте мапирање тока вредности операција које испоручују производе у кратком временском периоду.

НАПОМЕНА:

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

Циљ овог рада јесте да се прикаже могућност примене lean алата у систему, односно процесу машинске обраде.

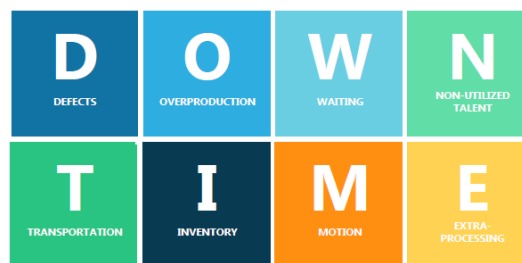
2. LEAN МЕТОДОЛОГИЈА

Примењено на пословне организације, lean означава организацију која је максимално ефектна у ономе што ради, трошећи минимум потребних ресурса, а пружајући најбољи могући квалитет производа или услуга. Lean не значи само постизање оваквог стања, већ и посвећеност низу принципа и практичних вежби које ово жељено стање континуирано одржавају. Организација која је lean успешно побеђује своју конкуренцију, бржа је, окретнија, мање троши, више постиже.

Lean је термин који описује одрживи приступ пословању (организацији) који користи мање ресурса, инвестиција, трошкова, а пружа више квалитета, профита и задовољства купаца. Lean је метода пословања базирана на задовољењу купаца испоруком квалитетних производа и услуга који су баш оно што купац жели, кад их жели, у жељеној количини, по правој цени, користећи минимум материјала, опреме, простора, рада и времена.

Главни принцип lean-а је дугорочно, обновљиво пословање, где се стално изграђују и унапређују односи са партнерима, купцима и клијентима (stakeholders) укључујући ту и запослене.

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



Слика 1. Губици представљени преко акронима

- **Грешке (Defects)** Односи се на грешке на производима, сваки квар и свака поновна дорада одређеног производа се сматра грешком.
- **Прекомерна производња (Overproduction)** Односи се на производњу нечега пре него што то тржиште захтева, те се сматра за најгори тип

губитака према lean-у јер је главни узрок настанка свих осталих губитака.

- **Чекање (Waiting)** Односи се на ситуације када информације, запослени, опрема или материјали нису спремни.
- **Неискоришћен људски потенцијал (Non utilized talent)** Односи се са на неискориштење пуног потенцијала запосленог. Чињеница је да запослени на свом радном месту најбоље знају који су проблеми, а фирме једноставно не пружају могућност запосленима да учествују у решавању тих истих проблема.
- **Транспорт (Transport)** Односи се на премештање материјала са једне локације на другу. На самом производу транспорт не врши никакву промену, па самим тим не додаје вредност производу. Поред тога, транспорт често доводи до тога да операције морају чекати.
- **Превелик ниво залиха (Inventory)** Односи се на готове производе, полу-производе и сирови материјал који нису продати купцима. Залихе су увек губитак јер заровљавају обртна средства предузећа.
- **Непотребна кретања (Motion)** Односи се на непотребно кретање запослених и машина између радних станица или објеката у производним процесима у којима се обављају све операције.
- **Прекомерна обрада (Extra processing)** Односи се на стварање производа прекомерног квалитета који купац не захтева. Прекомерном обрадом сматрају се и активности поправке производа који није према захтевима купца.

3. АЛАТИ LEAN МЕТОДОЛОГИЈЕ

Најчешће праксе које се односе на lean производњу везују се за: отклањање уских грла, програм континуираних побољшања, смањење времена, правовремену производњу, унапређење одржавања, превентивно одржавање, мерење способности, Kanban, програме управљања квалитетом, реинжењеринг, програме за побољшање безбедности, итд.

5S представља основу lean производње и темељ за дисциплинован приступ приликом одржавања радног места чистим и организованим и безбедним за рад. 5S је јако користан lean алат којим можемо побољшати ефикасност не само производног погона, већ и свакодневног живота.

5S долази од јапанских ријечи Seiri (сортирати), Seiton (спремити), Seiso (средити), Seiketsu (стандардизвати) и Shitsuke (стално одржавати). Овај поступак описује како организовати радни простор ефикасно и ефективно, идентификујући и слажући кориштене предмете, одржавање предмета и простора и одржавање новог поретка. Имплементацијом 5S остварује се повећање сигурности, квалитета, продуктивности и поузданости машина.



Слика 2. Циклус 5S побољшања

Стандардизација подразумева креирање процедура и радних инструкција на основу којих оператери знају начин и време трајања операција на сваком радном месту у производном процесу. Стандардизацијом се смањују трошкови, повећава продуктивност, стабилизује време испоруке, елиминишу губици и поједностављују процеси.

Визуелни менаџмент представља 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. Најбољи пример примене визуелног менаџмента су управо саобраћајни знаци, јер подразумева кориштење боја и сигнала уместо текста, тако да се информација преноси брже и јасније.

Овај алат служи за доношење одлуке на микро нивоу. На пример, визуелни менаџмент сликовито и знаковно помаже запосленима да уштеде време и да на лак начин приме одређену количину информација како би им рад био продуктивнији. Визуелни менаџмент користи одређена средства којима врши своју функцију, а неки од најчешћих средстава су андон светла, табле са циљевима за праћење учинка, табле за дељење идеја и за комуникацију тима, и kaizen извештаји и награде.

SMED се користи за повећање флексибилности машине, повећање капацитета машине и смањења трошкова финалног производа.

Врло је популаран начин приказивања кориштења алата и његових могућности кроз пример формуле 1. Најбржа измена гума у пит стопу реализована је у временском трајању од 1,92 секунде, слика 3.

Успоредбе ради, према доступним подацима, током 1950-их за измену гума било је потребно и више од 60 секунди.



Слика 3. Промена гуме формуле 1 за 1,92s

Push – pull принцип

Код push система производ се може изградити и када постоји мала или никаква потражња. Ови процеси могу створити велике залихе и трошкове. Ако следећи корак у процесу није спреман, могу се створити велики проблеми.

Pull систем, за разлику од претходног, значи реаговање на потражњу купца, односно разумевање захтева купца за производом, услугом. На основу тога, креира се процес који треба да одговори на тај захтев. Lean треба да обезбеди да кроз ток вредности теку само они производи и услуге које жели купац.

Непрекидни ток производње је други основни принцип „баш на време“ производње. Непрекидни ток производње се заснива на концепту елиминације заустављања и поновног кретања повезаних са производњом те ради усклађено са вучењем производње у сврху смањења међуфазних времена и залиха.

Идеално гледано, непрекидни ток производње (једнопредметни ток) се постиже производњом једног комада за другим. Једнопредметни ток је супротан серијској производњи. Уместо да се обрађује више истих производа, који након обраде чекају следећу операцију у процесу, сваки се производ појединачно производи без прекидања тока.

Heijunka је јапански назив алата LEAN методологије који у преводу значи нивелисање, уједначавање. Предност примене алата у производњи је редуковање губитака уз задовољавање потреба тржишта за производима.

Користи се за нивелисање количина код више врста производа како би се спречило претерано гомилање залиха редукујући капиталне трошкове, рад људи и водеће време производње дуж целог ланца додавања вредности. Heijunka као и остали алати, први пут је коришћена у Тојоти у склопу Toyota Production Systema. Кад је једном имплементиран, алат омогућује предвидивост нивелисањем захтева, флексибилност скраћивањем времена измене и

стабилност нивелисањем и врсте производа током дужег периода.

Да би се практично могло остварити уједначавање производње, користи се алат који се назива Heijunka кутија. Heijunka кутија је алат у облику поштанских сандучића (обично причаћених на зид) који служи за заказивање планираних процеса у производњи. Сваки ред кутија представља компоненту у процесу док свака колона представља временски период (нпр. неколико сати, дана, седмица, итд.) који представља најкраће време да се достави једна јединица производа. Обојене

Канбан картице се постављају у Heijunka кутије, а свака Канбан картица представља потребу за једном јединицом производа што пружа визуелни преглед предстојећих потреба производње.

Нивелисање производње не може да се врши ако нису примењени други алати као што су 5S, визуелни менаџмент, стандардизовани процеси, SMED, непрекидни ток итд.

4. НИВЕЛИСАЊЕ ПРОЦЕСА МАШИНСКЕ ОБРАДЕ ПРИМЕНОМ HEIJUNKE

У раду је посматрана конкретна примена heijunka у систему машинске обраде у процесу ремонта турбина.

Ради се о компанији која постоји више десетина година и препозната је на тржишту по квалитету ремонта различитих врста турбина (турбине из путничких и теретних возила, као и из грађевинских машина).

Ова компанија већ има имплементиране lean алате 5S, визуелни менаџмент, стандардизацију рада, с тим да су у току увођење непрекидног тога и pull принципа.

Све то представља подлогу за највећи изазов - увођење heijunka.

4.1 Преглед тренутног стања процеса машинске обраде

Процес машинске обраде обухвата 9 процеса, а то су: демонтажа, прање, пескарење, глодачка дорада, стругарска дорада, контрола, централни склоп, монтажа и калибрација.

С обзиром да компанија ремонтује различите врсте турбина у циљу оптимизације извршено је њихово груписање у 16 категорија, при чему је извршено нормирање трајања процеса за сваку од наведе категорије. Скоро сви типови турбина пролазе кроз скоро све процесе.

Компанија ради 6 радних дана, по једну смену од 8 сати у току које постоји једна пауза од 30 мин. Потребно је формирати план за просечна времена. Такт за машинску обраду је 50 турбина дневно, односно 9 минута по турбини.

Да би се дошло до података потребних за нивелисање, за почетак је потребно израчунати укупно потребан број радника, као и потребан број радника за сваки

процес како би се могао испоштовати непрекидни ток, pull принцип и такт од 9 минута по турбини.

Анализом се дошло до закључка да би се дефинисани такт могао испоштовати са 16 радника.

4.2. Преглед изнивелисаног стања процеса машинске обраде

Време/Процеси	1	2	3	4	5	6	7	8	9
7:00:00	Долазак на радно место. Провера машина и алата. Припрема за рад.								
7:09:00	K8	K10	K7	K13	K2	K5	K9	K10	K8
7:18:00	K9	K8	K10	K7	K13	K2	K5	K9	K5
7:27:00	K1	K9	K8	K10	K7	K13	K2	K5	K9
7:36:00	K1	K9	K8	K10	K7	K13	K2	K5	K9
7:45:00	K11	K1	K9	K8	K10	K7	K13	K2	K5
7:54:00	K11	K1	K1	K9	K8	K10	K7	K13	K2
8:03:00	K5	K10	K1	K1	K9	K8	K10	K7	K5
8:12:00	K8	K5	K10	K7	K1	K9	K8	K10	K8
8:21:00	K10	K8	K5	K10	K1	K9	K8	K10	K8
8:30:00	K9	K10	K8	K5	K10	K1	K9	K8	K9
8:39:00	K2	K9	K10	K8	K5	K10	K1	K9	K2
8:48:00	K10	K2	K9	K10	K8	K5	K10	K1	K9
8:57:00	K1	K10	K2	K9	K10	K8	K5	K10	K1
9:06:00	K8	K1	K10	K2	K9	K10	K8	K5	K8
9:15:00	K10	K8	K1	K10	K2	K9	K10	K8	K10
9:24:00	K9	K10	K8	K1	K10	K2	K9	K10	K9
9:33:00	K9	K1	K10	K8	K1	K10	K2	K9	K9
9:42:00	K1	K9	K1	K10	K8	K1	K10	K2	K9
9:51:00	K5	K1	K9	K1	K10	K8	K1	K10	K5
10:00:00	K8	K5	K1	K9	K1	K10	K8	K1	K8
10:09:00	K11	K8	K1	K9	K1	K10	K8	K1	K11
10:18:00	K1	K11	K8	K5	K1	K10	K8	K1	K11
10:27:00	K8	K1	K11	K8	K5	K1	K10	K8	K11
10:36:00	K9	K8	K1	K11	K8	K5	K1	K10	K9
10:45:00	K10	K9	K8	K1	K11	K8	K5	K1	K10
10:54:00	K8	K10	K9	K8	K1	K11	K8	K5	K8
11:03:00	K2	K8	K10	K8	K1	K11	K8	K5	K2
11:12:00	K10	K2	K8	K10	K9	K1	K11	K8	K10
11:21:00	K1	K10	K2	K8	K10	K9	K1	K11	K1
11:30:00	K1	K1	K10	K2	K8	K10	K9	K1	18min P
11:39:00	K9	K1	K10	K2	K8	K10	K9	K1	K9
11:48:00	K8	K9	K1	K1	K10	K2	K8	K10	K8
11:57:00	K12	K8	K9	K1	K1	K10	K2	K8	K12
12:06:00	K5	K12	K8	K9	K1	K1	K10	K2	K5
12:15:00	K11	K5	K12	K8	K9	K1	K1	K10	K11
12:24:00	K13	K11	K5	K12	K8	K9	K1	K1	K13
12:33:00	K7	K13	K11	K5	K12	K8	K9	K1	K7
12:42:00	K8	K7	K13	K11	K5	K12	K8	K9	K8
12:51:00	K9	K8	K7	K13	K11	K5	K12	K8	K9
13:00:00	K1	K9	K8	K7	K13	K11	K5	K12	K1
13:09:00	K10	K1	K9	K8	K7	K13	K11	K5	K10
13:18:00	K1	K10	K1	K9	K8	K7	K13	K11	K1
13:27:00	K10	K1	K10	K1	K9	K8	K7	K13	12min P
13:36:00	K8	K10	K1	K10	K1	K9	K8	K7	K8
13:45:00	K10	K8	K10	K1	K10	K1	K9	K8	K10
13:54:00	K9	K10	K8	K10	K1	K10	K1	K9	K9
14:03:00	K5	K9	K10	K8	K10	K1	K10	K1	K5
14:12:00	K2	K5	K9	K10	K8	K10	K1	K10	K2
14:21:00	K13	K2	K5	K9	K10	K8	K10	K1	K13
14:30:00	K7	K13	K2	K5	K9	K10	K8	K10	K7
14:39:00	K11	K7	K13	K2	K5	K9	K10	K8	K11
14:48:00	Чеквање радног места. Провера машина и алата. Припрема радног места за наредни дан.								
14:57:00									
15:00:00									

Слика 4. Преглед изнивелисаног стања процеса машинске обраде

5. 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.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Др Бојић С.: Презентација: LEAN алати, ФТН, Нови Сад, 2020.
- [2] Бекер И., Лазаревић М., Морача С., Радловачки В., Рикаловић А., Тешкић З., Шевић Д.: LEAN систем, ФТН Издаваштво, Нови Сад, 2017.
- [3] Вомак Џ., Џонс Д.: Филозофија LEAN концепта, ФТН Издаваштво, Нови Сад, 2012.
- [4] Шинго С., „A revolution in manufacturing: The SMED system“. Productivity Press, Станфорд, 1985.
- [5] Шинго С., „A Study of the Toyota Production System“, Productivity Press, 2008.

Кратка биографија:



Мирјана Дабич рођена је у Добоју 1997. год. Дипломски рад на Факултету техничких наука из области Грађевинске и комуналне машине - „Преглед машина за ископ земљишта са непрекидним радом и подлоге за избор основних параметара“ одбранила је 2021. године.
контакт: dabic.mirjana7@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.