

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Индустијски инжењеринг

Предмет: Организација рада

Број индекса: 67/2016

Нина М. Влајић

Унапређење рада на радном месту применом *SMED* методе

завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Редовни проф. др Данијела Тадић - ментор

2. _____

3. _____

Датум
одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру завршног рада кандидат треба да: анализира методе унапређења рада на радном месту у производним предузећима; посебна пажња треба да буде усмерена на примену SMED методе, као и на ограничења која потичу из окружења; кандидат треба да анализира могућности проширења ове методе (то је интеграција ове методе са неким дефинисаним Lean методама) које треба да доведу до ефикасније и ефективније примене SMED методе; предложена хибридна метода треба да буде анализирана на једном типу радног места у индустријском предузећу.

Препоручена литература:

- [1] Mačuzić, I., Đapan, M. (2016). *Lean koncept u upravljanju proizvodnjom*, Kragujevac, Fakultet inženjerskih nauka.
- [2] Ulutas, B., (2011). An application of SMED Methodology. *International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial , Mechatronic and Manufacturing Engineerings*, Vol 9, pp. 194-198.

Крагујевац, 2019.

Ментор:
др Данијела Тадић, редовни проф.

Садржај

1. УВОД	3
2. НОВИ КОНЦЕПТИ ЗА УПРАВЉАЊЕ ПРОИЗВОДЊОМ	5
2.1 Производња тачно на време	5
2.2 Lean производња	8
3. <i>SMED</i> МЕТОДА	12
3.1 Имплементација <i>SMED</i> методе	14
3.2 Ограничења из окружења	17
3.3 <i>SMED</i> метода у интеграцији са другим методама	19
4. ПРИМЕНА <i>SMED</i> МЕТОДЕ У РЕАЛНОМ ПРОИЗВОДНОМ СИСТЕМУ	23
5. ЗАКЉУЧАК.....	30
ЛИТЕРАТУРА.....	31

Резиме

Развој тржишта пратили су сложенији захтеви купаца. Како би се производња усмерила ка потребама купаца потребно је наћи решење за смањење времена израде производа. Неопходно је стварање баланса између тражње производа и производног капацитета предузећа, како не би дошло до прекомерених залиха. Данас, флексибилна и брза производња представља тренд који прати мала количина залиха. Да би се оставарило побољшање процеса производње уводи се једна од основних *Lean* метода, а то је *SMED*. Измена алата у што краћем временском периоду јесте суштина *SMED* методе. Процес измене алата се снима, затим долази до идентификовања интерних и екстерних активности, а након тога тежи се претварању интерних активности у екстерне. На овај начин повећава се флексибилност, продуктивност, а време потребно за производњу се смањује.

Кључне речи: *SMED, производни процес, побољшање*

Abstract

Market development was followed by more complex and extensive requirements of customers. In order to concentrate production to customers needs it is necessary to find a solution to reduce the processing time of the product. The balance between the demand for the product and production capacity of the company must be created, in order to avoid large quantity of supplies. Today, flexible and fast production is the trend that follows the small quantity of supplies. In order to continue improving the manufacturing process, one of the basic *Lean* method, the *SMED*, is imported into the production. The essence of *SMED* method is to change the specific tool as quickly as possible. Process of changing tool is recorded, then it comes to identifying the internal and external activities, and after that it tends to the conversion of internal activities into the external. In this way flexibility and productivity are increasing, and the time required for production is reduced.

Keywords: *SMED, manufacturing process, improvement*

1. УВОД

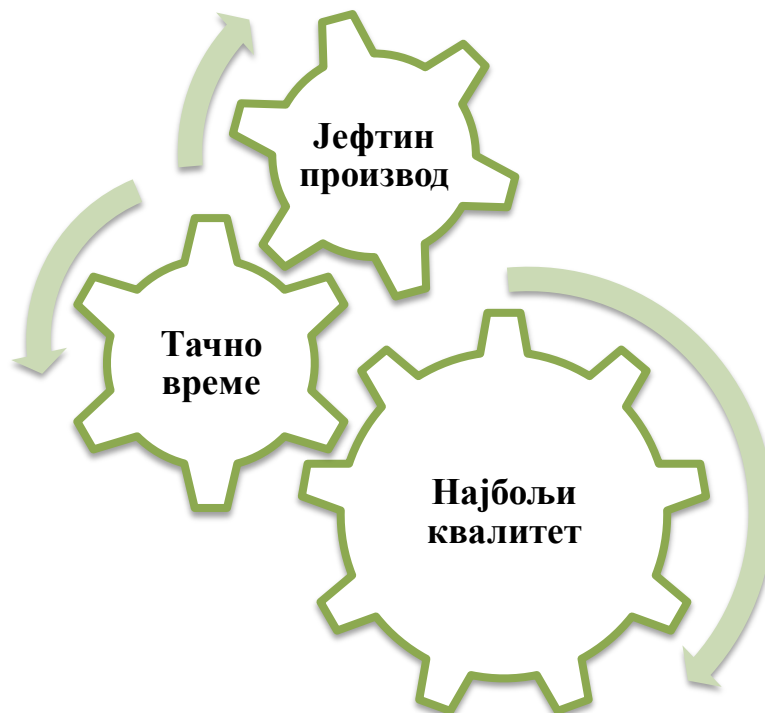
Потреба за производњом која се може лако прилагодити јесу услови пословања који су постали неуравнотежени, непредвидиви и изузетно конкурентни. Флексибилну производњу прати нови менаџмент концепт који је орјентисан искључиво на купца и његове захтеве.

Флексибилност има два основна гледишта:

- време које је потребно за промену и
- обим и врста промене.

Односно, нови систем може да одговори на потребе сваког купца у најкраћем могућем времену, а да то не доведе до нагомилавања залиха или прекида производње. Нови систем јесте *Lean* производња која је привржена *JIT* концепту. Наиме, *Lean* производња представља кључ за успех, првенствено због своје флексибилности, а затим и због иновативности, брзине и мањих трошкова. Она омогућава да квалитет производних процеса достигне највећи ниво, захваљујући могућностима да успостави континуални процес за идентификовање и елиминисање свих непотребних активности и орјентише се искључиво на активности које стварају вредност за купца [1].

На слици 1 налазе се основне идеје система који у фокусу има купца.



Слика 1. Циљеви система чији је фокус на купцу [1]

Главни ресурс у оквиру пословања којег сви имају подједнако, али је неповратан јесте време. Циљ завршног рада је проналазак решења за смањење трошења корисног времена применом *SMED* методе. Захваљујући њој долази се до савремених решења која се тичу брже измене алата. Примена *SMED* методе пружа ефикасно и брзо прилагођавање процеса производње са једног на други производ.

Завршни рад је представљен у оквиру 5 поглавља. Нови концепти за управљање производњом у које спадају *Just in time* и *Lean* производња дата су у другом поглављу. Треће поглавље орјентисано је на *SMED* методу, њену имплементацију, ограничења која потичу из окружења, као и на побољшање *SMED* методе у интеграцији са другим *Lean* методама. Примена *SMED* методе у предузећу Полар д.о.о. описана је у четвртом поглављу, док пето поглавље садржи закључак завршног рада.

2. НОВИ КОНЦЕПТИ ЗА УПРАВЉАЊЕ ПРОИЗВОДЊОМ

У овом поглављу приказани су нови концепти за управљање производњом.

2.1 Производња тачно на време

Производња тачно на време (*енг. Just In Time- JIT*) и одговарајући принципи управљања производњом први пут се јављују у Тојотином производном систему и један је од стубова овог система. Оријентисан је ка производњи која се одвија тачно на време, како би се задовољили захтеви купца. Циљ *JIT* производње је да се производи производним линијама испоруче у потребним количинама у захтеваним временским периодима. Односно, сваком процесу треба обезбедити праве елементе у потребним количинама и у тачно дефинисаном времену [1].

JIT концепт представља индустријску револуцију која омогућава запосленима у компанијама да одбаце старе навике, устаљене идеје и пробуде свест. За увођење овог концепта потребно је да сви запослени буду укључени. Ангажовање запослених представља главни услов за правилну и потпуну имплементацију.

Ова врста производње некада добија и назив „производња без залиха“. Један од принципа *JIT* производње је да се производи само они производи и у оним количинама за које постоје захтеви са тржишта.

JIT производњу карактерише [2]:

- производња у малим серијама,
- производња према наруџбини,
- производња са нула дефеката,
- бржа израда,
- производња без залиха,
- укључивање свих запослених,
- повећана продуктивност,
- повећан квалитет производа,
- поверење купца,
- производња усмерена ка тржишту,
- сигурност тока производње,
- сигурност испоруке,
- ниски трошкови,
- искоришћени капацитети и
- добар однос са добављачима.

На слици 2 налазе се елементи *ЈИТ* производње [1].

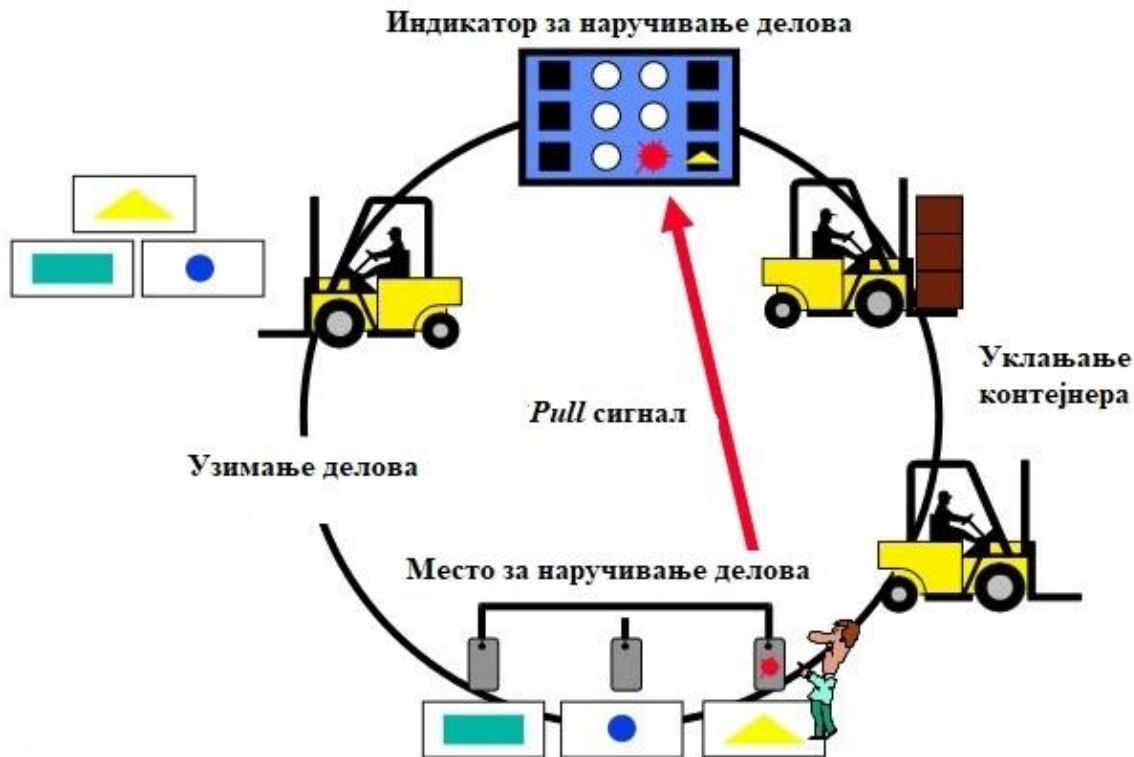


Слика 2. Елементи *ЈИТ* производње [1]

Надаље су укратко дато објашњење сваког елемента *ЈИТ* производње.

- Ток производње – производ се креће кроз процес према унапред одређеном времену.
- Стандардизоване операције – операције су развијене тако да се ефикасним комбиновањем опреме, производа и људи производи квалитетан производ на бржи, сигурнији и економичнији начин.
- Управљање процесима – радник може да испрати производ од почетка до краја производње.
- Смањен број радника – тежња да се захтеви корисника испуне са што мањим бројем радника.
- Измена – временски период потребан за измену алата треба смањити.
- Равнотежа - представља основу *ЈИТ* производње, усклађује се производња са потражњом.
- Обезбеђивање квалитета – односи се на све факторе који могу утицати на процес (запослени, опрема, производ, процес).
- *Kanban*- представља методу применом које се управља кретањем производа кроз производни систем. На овај начин може да се обезбеди производња полупроизвода, односно производа на време [1]. Применом ове методе могуће је значајно смањити

многе губитке, а неки губици се могу елиминисати. Са друге стране, може да се каже да *Kanban* представља један вид комуникације у процесу производње. Применом *Kanban* могу да се добију информације о потребној производњи и о кретању разматраног производа. Картице са одговарајућим информацијама и инструкцијама се каче за контејнере. Пре уградње дела ова картица се одваја од њега и шаље се даље у ланац снабдевања, при чему се захтева други део. Делови се наручују или производе само у случају ако важи *Kanban* картица за њих [3]. Помоћу *Kanban*-а радници добијају информације који делови треба да се произведу и у којој количини, полазећи од ниже радне станице до више (слика 3) [4].



Слика 3. *Kanban* метода [4]

Ако се производе само захтевани производи и ако се у предузећу предузме апсолутна контрола залиха, у том случају постојаће мала количина залиха или их неће бити уопште. Такође, у оваквој врсти производње смањује се број дефеката и побољшава се квалитет производа, јер се потенцира на провери квалитета након сваке извршене операције [1].

2.2 Lean производња

Захваљујући тачно дефинисаним током производње, применом *Lean* производње значајно се смањује појава неочекиваних ситуација које су карактеристичне за конвенционалну производњу. Прво се идентификују активности у којима се не стварају вредности у производњи, развоју, ланцу за управљање набавком и комуникацији са корисницима прво се идентификују, а затим се предузимају мере које доводе до њиховог елиминисања. *Lean* производња представља скуп метода и техника чији је основни циљ смањење губитка који се јавља у току процеса производње, као и за време осталих процеса у предузећу. Међутим, суштина овог концепта није искључиво примена метода и алата, већ обухвата и промену свести код запослених.

Како би *Lean* производња постигла максималну ефективност неопходно је да се цела компанија усклади са филозофијом континуираног унапређења и елиминисања непотребних трошкова. У овом случају, потребно је упознати све запослене, од топ менаџмента до радника у погону, са главним вредностима поменуте производње. Значај имплементације огледа се у томе што омогућава компанији да успешно одговори на захтеве купаца који се односе на време испоруке, ниже цене, квалитет производа и друге вредности [1].

На слици 4 налазе се два главна предуслова за примену *Lean* концепта.



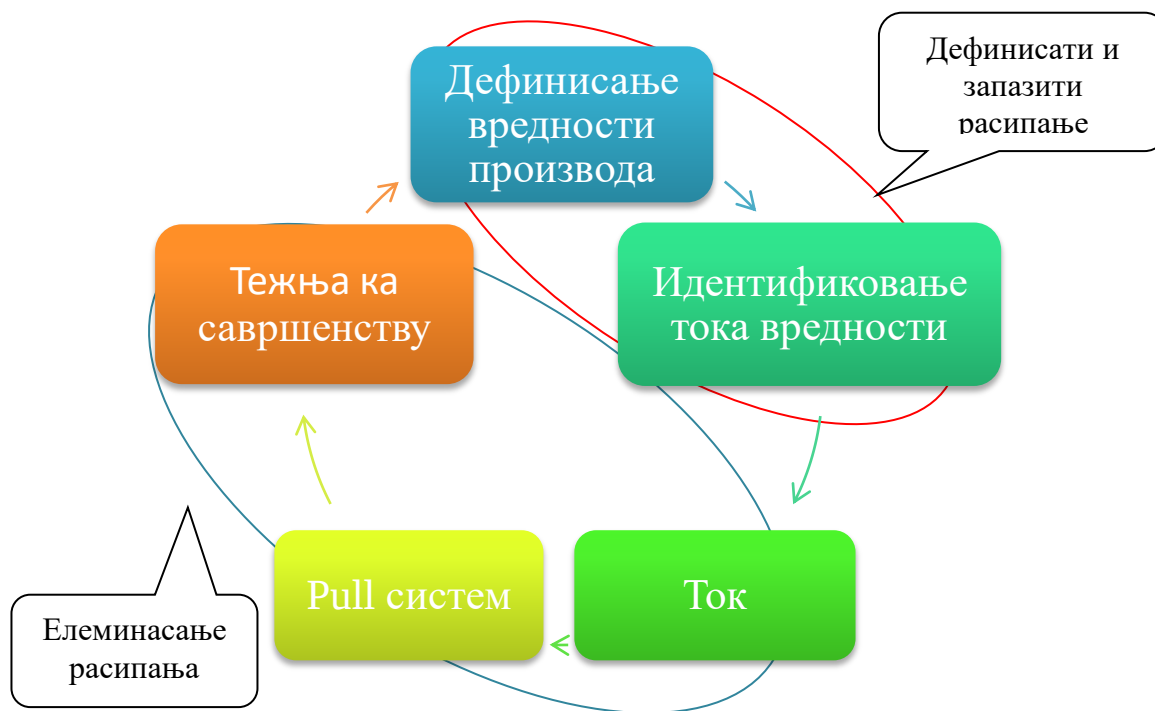
Слика 4. Главни услови *Lean* концепта [5]

Континуално унапређење – потребно је тежити ка константним унапређењем пословања. Чине га три дела: изазов, *Kaizen* и *Genchi Genbatsu*.

Поштовање према запосленима – стварање пријатне радне атмосфере. Садржи два нивоа: поштовање и тимски рад [5].

У производним системима *Lean* концепт се заснива на пројектовању производних процеса рада који су изузетно функционални, флексибилни и одрживи у времену и простору. На основу потреба корисника ствара се производни систем у којем се прати континуално унапређење свих процеса рада. Запослени константно унапређују своје знање и вештине и на основу тога постају способни да примене одговарајуће методе како би се остварио циљ производног система. Такође, овај концепт пружа запосленима могућност да дођу до ефикаснијих и ефективнијих решења која су од користи за организацији. На овај начин се ствара осећај задовољства код запослених и међу корисницима. Идентификују се праве вредности и организује се редослед активности којима треба да се константно управља и да њихово извођење буде ефикасно и економично.

На слици 5 представљено је пет основних принципа *Lean* производње.



Слика 5. Принципи *Lean* производње [6]

Ови принципи су надаље укратко објашњени.

- 1) Дефинисање вредности производа – препознавање вредности коју купац жели;
- 2) Идентификовање тока вредности за одређену врсту производа – елиминишу се сви елементи из тока вредности које не дају вредност;
- 3) Креирање вредности тока производа – процесе треба стандардизовати тако да се услуга пружа непрекидно;
- 4) Повлачење кроз целу производњу – производња треба да зависи искључиво од захтева купаца. Циљ је производња искључиво оног што је тражено када је то потребно;
- 5) Тежња ка савршенству – константа елиминација губитка представља континуални процес који укључује све запослене у компанији.

С обзиром на то да *Lean* представља савремени начин управљања пословањем, заснива се на неколико битних аксиома [6]:

- Купац и његови захтеви се стављају у први план, он је суштински разлог опстанка компаније.
- Континуално уклањање отпада.
- Фокус је на интелектуалном капиталу, не на материјалном.
- Решавање проблема треба бити једноставније и брже.
- Потребно је да пословни процеси теку без тешкоћа и у континуитету, јер свака пауза (застој) доноси нежељени губитак профита и времена.
- Квалитет производа се прати кроз читав процес производње.

Значајност увођења *Lean* система у предузеће се огледа у томе да се са мање времена, залиха и људског напора остваре очекивања купаца и висок квалитет производа који је настао на економичан и ефикасан начин [6].

У табели 1 приказане су основне разлике између традиционалне и *Lean* производње.

Табела 1. Разлике између традиционалне и *Lean* производње [1]

Традиционална производња	Елементи	Lean производња
Победити конкуренцију	Циљ предузећа	Освојити купце
Резултат	Приоритет	Процес
Менаџери предузећа	Иницијатори производње	Корисници
Постоје залихе	Залихе	Нема залиха
Велике серије	Величина серије трансфера	Мале серије
Решити проблем	Пословна култура	Спречити проблем
Трошкови пословања	Третман запослених	Услов конкурентности
Тражење кривца	Третман проблема	Откривање узрока проблема

На основу датих разлика у претходној табели, уочава се да традиционална производња представља масовну производњу која се данас сматра застарелом. Узрок тога је што код овог типа производње није успостављена директна веза између учесталости производње и потражње. Насупрот традиционалној производњи, *Lean* представља савремени вид производње коју карактерише производња различитих производа у мањим серијама. Предузеће које примењује овај тип производње брже и лакше се адаптира променама на тржишту, чиме испуњавају потребе и очекивања корисника [1].

Lean филозофија представља Тојотин производни систем. На слици 6 је приказана кућа Тојотиног производног система која приказује везу између *Lean* алата у производном процесу.



Слика 6. Тојотина производна кућа [7]

Темељ куће чине:

- *Heijunka* – уједначени систем производње који тежи да успостави уравнотежен и равномеран ток рада;
- *Стандардизовани рад* – прецизно и детаљно се одређују процедуре и производни процеси;
- *Kaizen* – филозофија континуалног унапређења.

Стубове куће представљају:

- *Just in time* – стратегија управљања производњом која се примењује како би се у процесу смањиле залихе, њихови пратећи трошкови и ради побољшања повратка инвестиције. Овај концепт карактерише правовремено распоређивање и састоји се из времена такта, континуалног тока и система повлачења;
- *Jidoka* – односи се на физичке промене окружења и представља процес контроле квалитета.
- *5S, SMED, VSM, TPM, KANBAN*.

На крову куће налазе се главни циљеви којима се задовољавају захтеви купаца. То су висок квалитет, најниже цене и најкраће време испоруке [1].

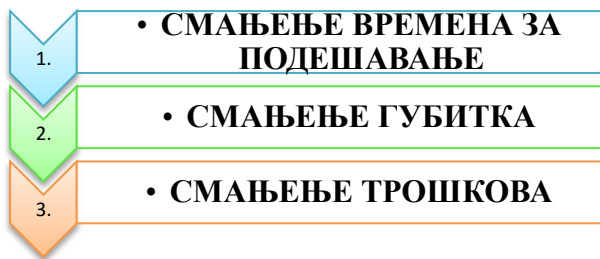
Једна од важних метода која има широку употребну вредност је SMED метода која је детаљно разматрана у наредној Секцији.

3. SMED МЕТОДА

Јапански инжењер, Shigeo Shingo, развио је SMED методу. Применом ове методе значајно су смањени трошкови и повећана је ефикасност у предузећима. Назив „SMED“ представља акроним за енглески израз „*Single Minute Exchange of Die*“ који се преводи као замена алата за један минут. Међутим, „један минут“ описује време које је потребно за измену у једноцифреном броју минута. Циљ методе је да се смањи време измене и подешавања одговарајућих алата на машини у периоду који је краћи од 10мин. Оператери су обучени тако да изведу измену на једноставнији начин за што краће време.

У данашњем времену, систем монтаже подразумева производњу различитих врста производа. С обзиром на разлике које се јављају између производа, неопходно је ускладити систем монтаже у односу на њих. На овај начин тражене измене биће задовољене. Значајан фактор јесте временски период у коме се прелази са производње једног производа на следећи и треба га смањити до најмање границе. Ове системе је теже применити у предузећима у којима је заступљена масовна производња, јер је њихова флексибилност ниска. Повећање времена испоруке, прекомерене залихе, оштећење производа, настанак неусаглашеног производа, неке су од негативних последица ове врсте производње. Снимањем два или више оператера како врше измену на машини, уочава се да свако од њих ради посао на другачији начин. Узрок овога је недостатак стандардних процедура.

На слици 7 приказани су циљеви SMED методе. Циљ је да се пронађе један најповољнији начин за измену алата који ће смањити трошкове и уштедети време које је потребно за измену [8].



Слика 7. Циљ SMED методе [8]

Примена SMED метода омогућава [9]:

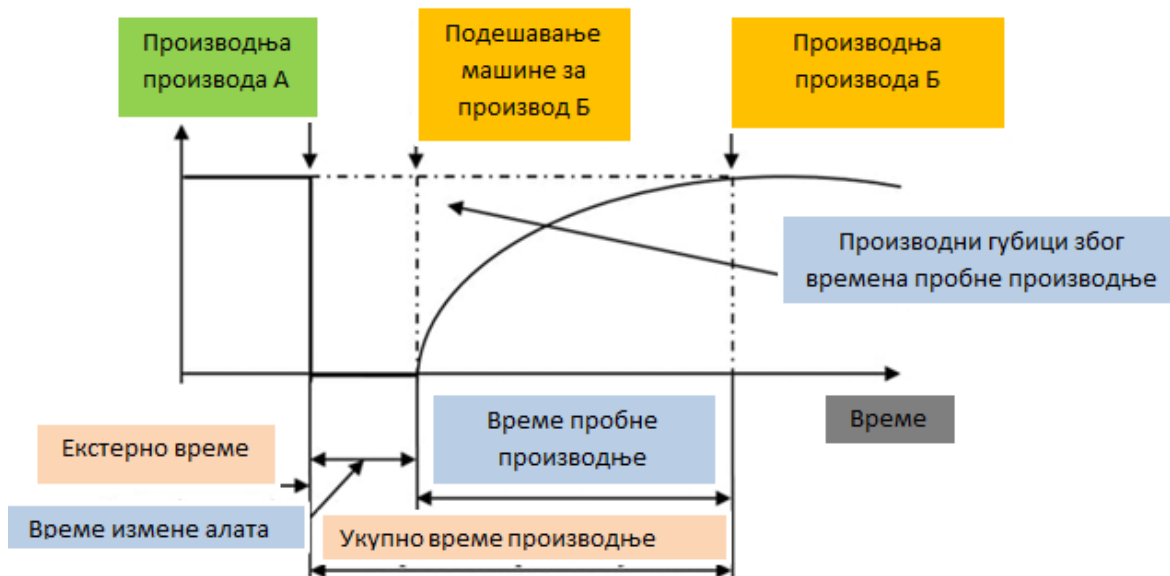
- Повећање флексибилности чиме се ствара могућност за производњу производа у малим серијама;
- Смањење залиха;
- Производња је јефтинија и продуктивнија, јер скраћује време чекања у току измене алата;
- Краће време испоруке;
- Број задатака за замену се смањује, као и број алата;
- Побољшава ефикасност;

- Побољшава безбедност код запослених;
- Побољшава квалитет производа.

У процесу се разликују две врсте активности [8] :

- Интерне активности – врше се када машина није у функцији (пр. измена алата на преси, измена оштрице ножа);
- Екстерне активности – реализују се током времена рада машина (нпр. провера и чишћење прибора и алата, прикупљање алата).

На слици 8 приказан је временски период који је потребан за производњу различитих врста производа.



Слика 8. Временски период поступка измене алта [10]

Након што се произведе производ једне врсте (производ А) прелази се на производњу производа друге врсте (производ Б). Време које је прошло између ова два процеса производње представља време које је потребно за прелазак са монтаже једног, на монтажу следећег производа и то је укупно време преласка. У току овог времена, у обзир се узима време које је потребно за замену алата, при чему долази до појаве производних губитака [10].

Време потребно за замену алата обухвата [9]:

- склањање старог алата,
- постављање новог алата и
- подешавање новог алата, које подразумева пробну производњу.

Због губитака који се јављају у временском периоду док се врши измена алата и док се извшава пробна производња тежи се ка проналаску решења за смањење овог времен[10].

3.1 Имплементација *SMED* методе

У предузећу је потребно идентификовати процес у којима долази до губитка корисног времена, пре увођења *SMED* методе. На основу прикупљених података долази се до сазнања да ли је продуктивност опала [11].

Од велике важности је мерење укупне ефективности опреме (ОЕЕ). Укупна ефективност опреме се рачуна на основу три параметра [1]:

- расположивост опреме (Or),
- искоришћење перформанси опреме (Ip) и
- степен квалитета производа (Kp).

ОЕЕ представља производ ова три параметра:

$$ОЕЕ = Or \times Ip \times Kp$$

Уколико се бар 20% узрока губитка односи на опрему, у предузећу се примењује *SMED* метода.

Како би менаџмент предузеће постигло најбољи резултат треба побољшати производњу на најбољи начин. Најчешће за анализу измене алата се употребљава видео запис са тајмером који прати промене од почетка до краја и може се понављати изнова. Снимљен видео треба бити документован како би се процес анализирао. Неопходно је дефинисати задатке који су везани за измену, као и потребно време за њихову реализацију. Могућност за побољшање производње расте уколико има више забележених података. Задаци могу бити зависни и независни једни од других. Код задатака који су у међусобној интеракцији требало би, уколико је то могуће, смањити зависност. Захваљујући видео запису долази се до сазнања шта омета спровођење задатака. Сав алат и прибор који се користи мора бити познат и документован у оквиру задатака. Запослени који спроводе или прате измену морају имати информације о квалитету производа како би на основу њих знали да ли је измена извршена исправно, односно да ли је квалитет финалног производа задовољавајућ.

Имплементација *SMED* методе се спроводи кроз 6 корака [11]:

1) Идентификовање места примене:

Потребно је укључити све запослене у примену ове методе и створити тим који ће размотрити све одлуке које се односе на измену и посматрање опреме. Врши се избор опреме, а затим се дефинише време за побољшање времена израде.

2) Идентификовање и праћење активности:

Треба израчунати време које протекне док се прелази са производње једне врсте производа на другу. За ово време тим идентификује све неопходне активности које се реализују на машини, као и оне активности које врши човек. Поред снимања процеса измене, требало би неко од запослених да посматра процес, јер се на тај начин запажају ствари које нису видљиве на снимку.

3) Одвајање екстерних и интерних активности:

Активности које су идентификоване треба поделити на интерне и екстерне, односно на активности које се врше док машина није у раду и док је машина у раду. Након тога прави се табела активности у којој ће бити уписано време које је потребно да се активност обави и формирају се групе.

У табели 2 представљен је пример груписања задатака и њихово време трајања.

Табела 2. Интерне и екстерне активности [8]

Врста активности	Групе задатака	Укупно време трајања
Интерне	Б, В, Г, Д, Ђ, Е, Ж, З, И, Ј	141 мин 8 секунди
Екстерне	А, К, Л, Љ	14мин 51 секунд

4) Интеграција екстерних активности:

Све екстерне активности је неопходно груписати на тај начин да се одвијају док машина ради.

Примери екстерних активности су:

- доношење алата и прибора,
- враћање алата и пробора,
- контрола алата и прибора и
- чишћење алата и прибора.

Након интеграције екстерних активности, добијају се подаци са екстерним активностима пре измене алата и подаци о екстерним и интерним активностима после измене алата.

5) Прелазак интерних у екстерне активности:

Врши се детаљна анализа процеса у коме се прелази на производњу следећег производа, при чему се запажају интерне активности које могу да пређу у екстерне и начин на који може да се изврши превођење. Прави се табела са овим активностима и на основу ње се бирају прво активности које могу најједноставније да пређу у екстерне.

Претварање интерних у екстерне активности укључује:

- унапред припремљене делове,
- употребу стега,
- модуларизација опреме и
- модификацију.

У овом кораку врши се мерење трошкова и добити при преласку.

У табели 3 додељени су задаци оператерима. Неке од активности су предложене да се обављају заједно, неке паралелно, а неке одвојено.

Табела 3. Додела задатака оператерима [8]

Оператер	Активност	Задатак	Начин извођења	Стандардно време (s)
O1, O2	Екстерна	А	Заједно	164
O1, O2	Интерна	Б	Заједно	94
O1, O2	Интерна	В	Паралелно	392
O1, O2	Интерна	Г	Заједно	640
O1, O2	Интерна	Д	Паралелно	1540
O1, O2	Интерна	Ђ	Заједно	991
O1, O2	Интерна	Е	Заједно	1108
O1, O2	Интерна	Ж	Паралелно	1547
O1, O2	Интерна	З	Заједно	1035
O1, O2	Интерна	И	Паралелно	537
O1, O2	Интерна	Ј	Заједно	624
O1	Екстерна	К	Одвојено	368
O2	Екстерна	Л	Одвојено	120
O2	Екстерна	Љ	Одвојено	239

б) Смањење времена трајања активности:

Након што је тим прошао све претходне кораке долази се до последњег корака. У овом кораку прате се све активности. Како би се време за њихову реализацију смањило, треба их поједноставити. Циљ је смањити време које је потребно за извршење интерних активности.

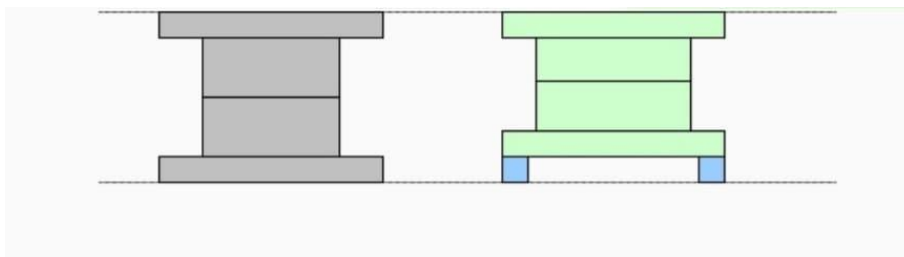
У овом случају долази до елиминасања и оптимизације значајних елеманата [11]:

- Подешавање – увести фиксне механизме за поравнање и центрирање, користити стандардизоване пинове;
- Навртке и вијци – употребити механизме који се могу брзо раставити и који не захтевају коришћење алата за причвршћивање;
- Кретање – кретање потребно за спровођење активности треба свести на минимум, а радно место организовати тако да сви елементи буду лако доступни;
- Чекање – приликом анализе запазити све активности које се могу одвијати паралелно, при чему се елиминише чекање;
- Стандардизација – одговарајуће елементе треба стандардизовати тако да се употреби што мањи број алата при њиховој измени.

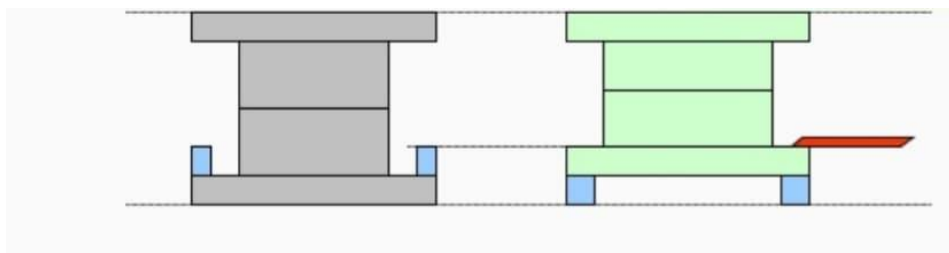
На сликама 9, 10 и 11 приказана су два алата различите висине и њихова позиција пре и после стандардизације.



Слика 9. Пре стандардизације [12]



Слика 10. Постављање подлоге за стандардизацију висине алата [12]



Слика 11. Постављање дела за стандардизацију висине уградње [12]

Стандардизација алата у великом значају смањује време измене. Како би решење било економично, потребно је вршити стандардизацију на основним деловима [12].

3.2 Ограничења из окружења

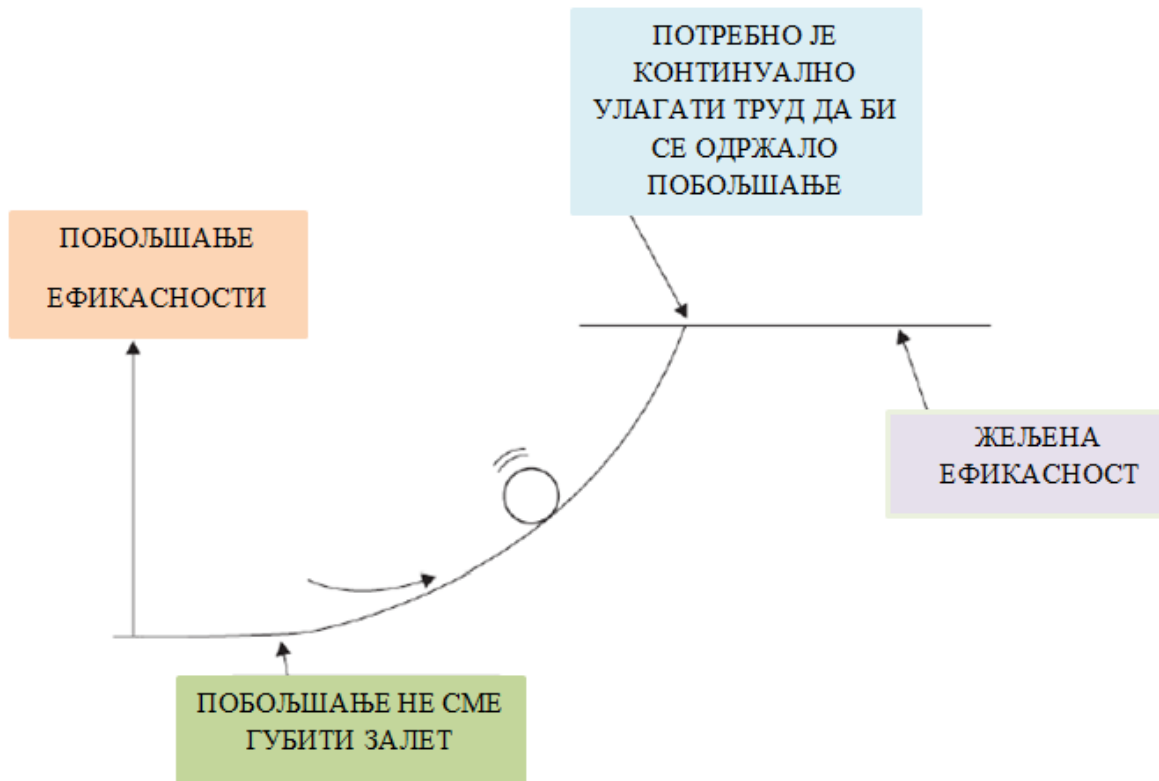
Уколико се донесе одлука да се у предузеће уведе *SMED* метода, потребно је пре тога сагледати одређене проблеме. Начин на који запослени дају допринос при иницијативи за увођење методе је од велике важности.

Како сваки радник поседује неку вештину која се може искористити при примени ове методе, потребно је ускладити те вештине са потребама иницијативе. Ако њихове вештине треба да се побољшају неопходно је организовати одговарајућу обуку. Међутим, уколико предавачи своје знање само усмено преносе доћи ће до неспоразума међу учесницима, јер се мора узети у обзир да свако од њих спорије или брже разуме дату ситуацију. Како би се избегао неспоразум потребно је да им предавачи представе презентацију која ће се односити на начин на који треба радити одређену ствар и због чега. Треба да им обезбеде каталоге на којима се налазе примери и коришћене технике за побољшање како би учесници имали јаснију слику.

Да би се поступак измене алата побољшао потребно је да сви запослени уложе велики труд. Када се постигне планирано побољшање до проблема може доћи уколико се оно

даље не одржава на прави начин. Стварање свести о битности одржавања побољшаног стања код запослених је јако битно, јер у супротном стање ће се погоршати.

На слици 12 представљен је труд запослених у виду лопте која иде узбрдо и уколико у неком тренутку дође до прекида труда лопта ће се вратити назад, као и постигнути резултати приликом измене алта.



Слика 12. Значај труда запослених [13]

Иако мерење ефикасности побољшања некада може наићи на потешкоће, оно је неопходно за даљи успех. Један од проблема који се може јавити при мерењу је везан за непрецизност приликом анализирања података. Овај проблем се односи и на бележења нетачних података и на њихову неадекватну проверу. Тешко је одреди када је крај измене алата. Зато свако предузеће треба имати организован једноставни систем помоћу којег ће одредити крај. Такође, измена алата се мора радити без притиска, у супротном радник који врши измену ће под тим притиском тежити да достигне најбољи резултат, али у том случају он може угрожити сигурност, као и квалитет производа. Још један од проблема је занемаривање сигурности, како би се алат што пре заменио [13].

3.3 *SMED* метода у интеграцији са другим методама

У раду [14] је представљена студија случаја за компанију чија је делатност производња механичке опреме. Менаџер производње издаје производне налоге. Кључне области процеса производње су: пријем материјала, операције сечења, бушења и савијања, заваривање, монтажа, паковање и складиштење финалног производа. Компанија је започела производњу новог производа, међутим резултати нису били задовољавајући.

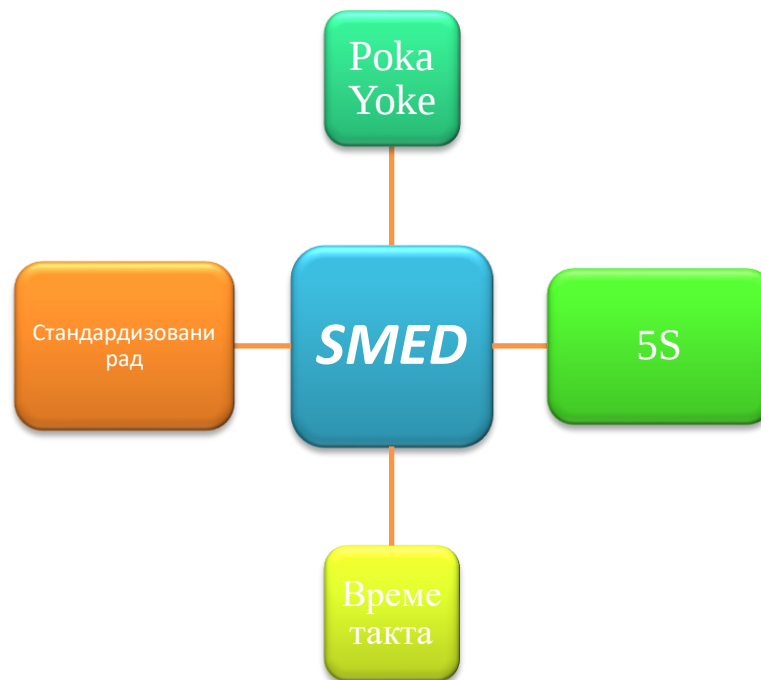
Главни узорци лоших резултата у компанији су:

- прекомерене залихе,
- застој опреме и
- велика растојања између производње два производа.

Lean концепт представља скуп алата чија примена ће омогућити повећање ефикасности процеса производње а истовремено трошкови имплементације нису велики.

Како би се уочени губици смањили, највишем руководству компаније је јасно приказана последица забележене ситуације коју прате велики трошкови, као и битност реорганизације компаније, која између осталог подразумева примену *SMED* методе. У циљу повећања ефикасности пословања, уобичајно је да се истовремено примењују многе методе *Lean* концепта. На овај начин ефективност примене *SMED* значајно се побољшава.

На слици 13 представљена је *SMED* метода у интеграцији са дефинисаним *Lean* методама.



Слика 13. *SMED* у интеграцији са другим методама [14]

SMED метода укључује процедуре и процесе које треба прецизно и детаљно одредити, а то је омогућено једино ако постоји *стандардизовани рад*. Радник може направити грешку при процесу измене алата и донети погрешан закључак како одређена операција треба да се обави, уколико процедуре нису јасно дефинисане. Поред детаљних и јасних процедура, оне треба да буду и једноставне како би их радник схватио. У том случају, процедуре које им се представљају у циљу објашњења на који начин треба на радном месту вршити рад, морају садржати поред текста и примере, слике и шеме. Да би радници извршавали слично посао треба да поштују редослед операција који им је представљен, при чему морају да поштују покрете који су стандардизовани. На овај начин се смањује појава шкарта у процесу. Такође, потребно је поштовати и стандардно време [15]

Будући да је у *Lean* филозофији пажња усмерена на захтеве корисника, неопходно је прво сазнати који производ има највећу потражњу од стране корисника, као и проценити тражње производа у току месеца [6]. Уз прикупљене податке аутори [14] су дошли до сазнања да месечна тражња износи 34 производа. Узимајући у обзир, поред месечне тражње, да месец има 22 радна дана добија се дневна просечна потражња купца:

Дневна тражња:

$$\frac{34 \text{ производ/месећ}}{22 \text{ радна дана/месећ}} = 1,55 \frac{\text{производ}}{\text{дан}}$$

Дакле, дневна просечна тражња је 1,55 производа на дан. Како би се добиле информације колико је потребно времена да се задовоље захтеви купаца израчунава се *време такта*. *Време такта* представља временски интервал који се израчунава као количник времена за производњу и количине производа која је захтевана од стране купаца, односно синхронизује производњу у складу са захтевима купаца. У овом случају доступно време производње је 8ч. Из тога следи да је:

Време такта :

$$\frac{8\text{ч}}{1,55 \text{ производ/дан}} = 5,16\text{ч}$$

Како би ток информација и производње текао у односу на захтеве корисника од велике важности је да се *време такта* разуме и дефинише. На овај начин производ се производи у количини у којој је неопходан [14].

Poka Yoke представља методу за избегавање ненамерних људских грешака. То су грешке које могу директно утицати на квалитет производа и зато их не треба занемарити. Најбољи начин за избегавање грешке јесте превенција. *Poka Yoke* метода не дозвољава да делови који имају дефекат оду даље у производњу. Карактеристично за ову методу јесте уређај који спречава појаву грешке код радника. Пример јесте кутија са 5 спакованих завртња. Ако треба на одређеном производу обезбедити 5 завртња, а у кутији остане неки од њих, то указује на неадекватно одрађен посао. На овај начин смањује се могућност производње производа незадовољавајућег квалитета, док се радницима омогућава олакшање и слободно време које могу да усмере на рад следећег посла.

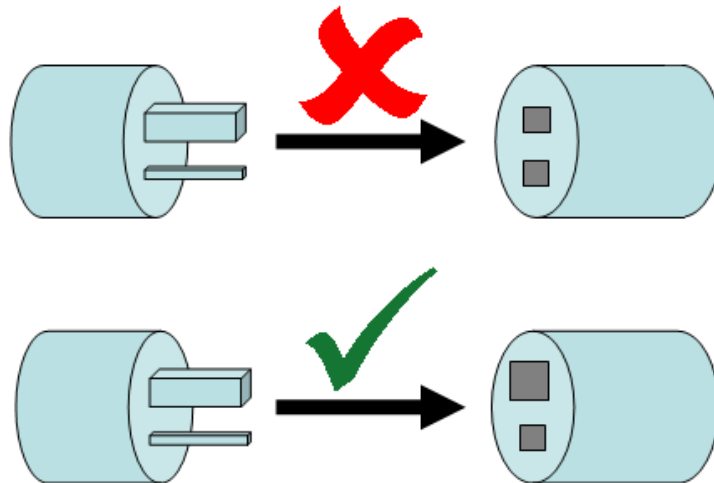
Poka Yoke се реализује кроз шест корака:

- дефинисати потенцијалну грешку,
- идентификовати узрок грешке,

- смислити начин за спречавање грешке,
- смислити начин за идентификовање грешке,
- избор решења и
- имплементација решења.

Poka Yoke уређаји се деле у две групе: контролни и упозоравајући уређај. Контролни уређај спречава одређену операцију да се изведе до краја уколико неки услов није задовољен на прави начин и доводи до прекида операције ако дође до грешке. Упозоравајући уређај при појави грешке пружа сигнал за упозорење које је у виду звука или светлости.

На слици 14 приказан је један контролни уређај у случају када операција испуњава све услове за изођење и када не испуњава, ради се о контактної методи.



Слика 14. *Poka Yoke* уређај [15]

Ова метода је од значаја за имплементацију *SMED* методе, јер захваљујући *Poka Yoke* уређајима обезбеђује се измена алата у кратком року, без додатних активности, при чему се грешка уочава одмах и може се на време реаговати [15].

Организација радног простора може да буде значајно боља ако се примењује 5S метода. Основни циљ је да рад запослених буде олакшан и убрзан захваљујући добро организованом радном месту. Имплементација 5S методе омогућава менаџерима да открију када нешто није у реду, уколико нешто није тамо где би требало да буде, као и застој производње.

5S елементи [16]:

1. Сортирање – одвојити оно што је битно, задржати га на радном месту, односно разврстати материјале и алате;
2. Систематизовање – организовати радни простор тако да важни предмети имају своје одговарајуће место;
3. Спремање – очистити радни простор и алате;
4. Стандардизовање – прва три корака потребно је стандардизовати;
5. Самодисциплина – обезбедити редовно одржавање система, односно спровођење претходних правила.

Организација радног места је једна од најважнијих проблема оперативног менаџмента. 5S садржи скуп правила који могу лако да се примене и чији резултати су видљиви одмах. Ова метода се користи пре саме класификације интерних и екстерних активности. Потребно је разврстати алате, материјале, приборе и опрему према важности. Суштина је одвајање битног од небитног, при чему на радном месту остаје искључиво оно што је од важности. Затим, како би се смањили покрети радника и како би смањило његово кретање, радни простор треба опремити тако да му је све у близини. Како би дошло до примене *SMED* методе радно место мора бити чисто, као и опрема.

5S метода доприноси тако што [16]:

- смањује време рада,
- смањује кретање радника,
- смањује потрагу за одређеним алатима,
- смањује време измене алата и
- омогућава чист радни простор.

На слици 15 приказано је организованост алата пре и након увођења 5S методе.



Слика 15. Радно место пре и после имплементације 5S методе [16]

Захваљујући поменутих методама *SMED* метода се лакше имплементира и постижу се изузетни резултати. Повезаност ових метода је од суштинског значаја за увођење *Lean* производње у предузеће [14].

4. ПРИМЕНА *SMED* МЕТОДЕ У РЕАЛНОМ ПРОИЗВОДНОМ СИСТЕМУ

У овој Секцији приказана је примена и ефекти који се постижу услед примене *SMED* методе у предузећу које послује у централној Србији. У предузећу Полар д.о.о. из Крагујевца, производе се клима уређаја. Како би се смањили временски губици који се јављају при измени алата, донета је одлука да се уведе *SMED* метода. До имплементације ове методе дошло је на машинама које имају главну улогу у производњи. Једна од тих машина је CNC машина за савијање лима, односно преса.

Како би се постигли одговарајући резултати услед примене ове методе, треба снимити тренутно стање, затим документовати добијене податке како би се њиховом анализом дошло до најбољег решења. Први корак јесте одлазак на одговарајуће место. У овом случају на радном месту се налази CNC машина за савијање лима, сто, ормар са алатима и полица на којима се налазе уређаји који се користе за одређене операције. Разговара се са оператером и постављају му се питања на основу методе 5Why.

У табели 4 представљена су питања и одговори оператера.

Табела 4. Питања и одговори оператера

Питања	Одговори
Зашто се уочене активности раде на Вашем радном месту?	Тако је планирано.
Шта још може да се уради на Вашем радном месту?	Могу да се произведу и други, нови производи.
Где се тачно спроводе активности неопходне за добијање траженог производа?	На CNC машина за савијање лима, односно преси.
Зашто се баш на поменутој машини спроводе активности неопходне за добијање траженог производа?	Зато што је поменута машина адекватна на основу својих карактеристика за добијање траженог производа.
Када машина почиње са радом?	Машина почиње са радом након добијања производног налога.
Зашто баш тада?	Креће са радом тада јер не постоји могућност да се почне са производњом без производног налога.
Ко је задужен за рад машине?	Оператер 1.
Зашто је баш та особа задужена за рад машине?	Зато што оператер 1 има стечено знање за рад на машини и обучен је за њу.
Ко још може да управља машином?	Оператери који обављају посао на истој врсти машине.
Како се обавља посао?	На основу одговарајућих и прописаних стандарда.
Зашто према стандардима и да ли се може радити на другачији начин?	Они су препознати као адекватни и испуњавају захтеве који су везани за квалитет и сигурност. Због тога може само на овај начин да ради машина.

На основу овог упитника дошло је до упознавања са радом оператера и његовим радим местом.

Измена алата на CNC машини за савијање лима обухвата:

- скидање тренутног алата,
- скидање призме,
- стављање одговарајућег алата,
- стављање одговарајуће призме и
- провера производа.

При снимању стања на радном месту бележени су подаци. У табели 5 налази се пример налога за измену.

Табела 5. Налог за измену алата

Опрема: CNC машина за савијање лима	Датум: 18.8.2019.
Записао/ла: Нина Влајић	Особље: Оператер 1
Почетак процеса: 11:15ч	Крај процеса: 12:02ч
CNC машина за савијање лима Потребно време: 47мин	

Након снимања тренутног стања врши се анализа. Како би се дошло до најбољег закључка анализирано стање се представља запосленима у предузећу и заједно га коментаришу.

С обзиром на то да се операције извршавају једна за другом, при чему долази до чекања које има негативне последице за целокупну производњу, потребно је проблем решити тако што ће се одговарајуће операције одвијати паралелно. Снимањем тренутног стања запажено је да оператер последњи готов производ одвози, а затим спрема нов налог. Након тога почиње се са процесом замене алта. Прво се са машине скида тренутни алат, а то се врши уз помоћ имбус кључа путем ког се отпуштају вијци. Алат који је скинут премешта се на место на ком треба да се налази, а затим се узима нови одговарајући алат који треба поставити. Поступак скидања и постављања нове призме је исти као и код измене алата. Призма је смештена испод алта и омогућава добијање одговарајућег угла (облика) савијања.

Проблеми који су запажени су:

- проблем код скидања алата и призме,
- непотребна удаљеност алата од оператера.

При скидању алата оператер потроши доста времена, јер делови који држе призму и алат имају по два вијка, а како би дошло до скидања он треба да уклони све вијке за причвршћивање. Још један од проблема се јавља као последица неорганизованости места за алате. Алати се не налазе у близини оператера што му додатно одузима време, јер мора непотребно да иде по алат. Такође, на времену се губи јер орман у коме се налазе алати није лепо организован.

Производња дела и његова провера започиње када оператер упише програм у машини. Међутим, и уписивањем програма долази се до губитка у времену. Проблем се јавља из разлога што машина не поседује меморију која јој је неопходна за програме. Како би дошло до потребног савијања, у том случају, оператер мора избрисати стари програм и унети нов. После анализе и идентификовања проблема предлажу се могућности за побољшање и смањење времена.

У односу на откривене проблеме решења су следећа:

• Тренутно се за процес измене алата користи стандардна стега која садржи вијке. Како би се овај процес знатно убрзао и побољшао требало би увести нове типове стега, као што је стега са држачем, хидраулична и пнеуматска стега. Исто важи и за призму.

• Губитак времена због уписивања програма може се побољшати тако што ће се заменити управљачка јединица са већом меморијом. Оператер тако неће морати више да брише стари програм и да уписује изнова нов, већ би само укључио програм и започео би се процес савијања.

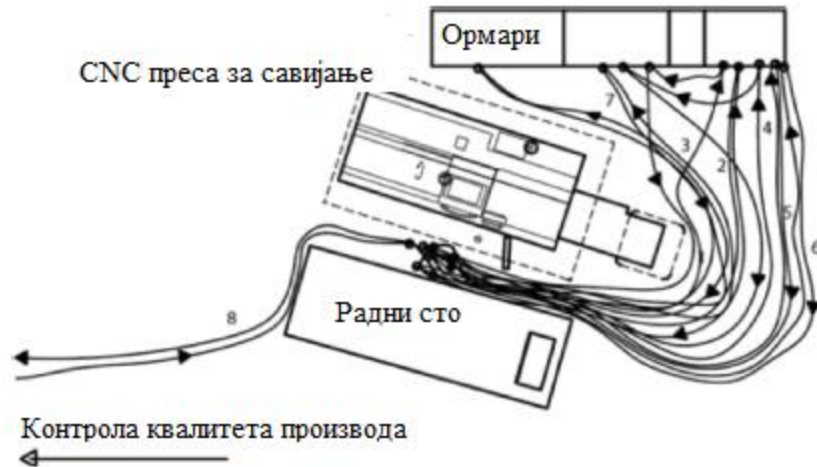
• Следећи проблем указује на непотребно кретање оператера. Потребно је обезбедити колика на које ће оператер моћи пре самог процеса да постави потребне алате и на тај начин их приближи машини. Такође, алати у орману морају имати дефинисан распоред како се не би губило време при потрази траженог алата. Циљ јесте да се смање непотребна кретања оператера и на тај начин да се уштеди потребно време.

У табели 6 налазе се подаци који представљају тренутно стање, као и предложена решења за побољшање, укључујући и време.

Табела 6. Лист за уписивање података током процеса измене алата

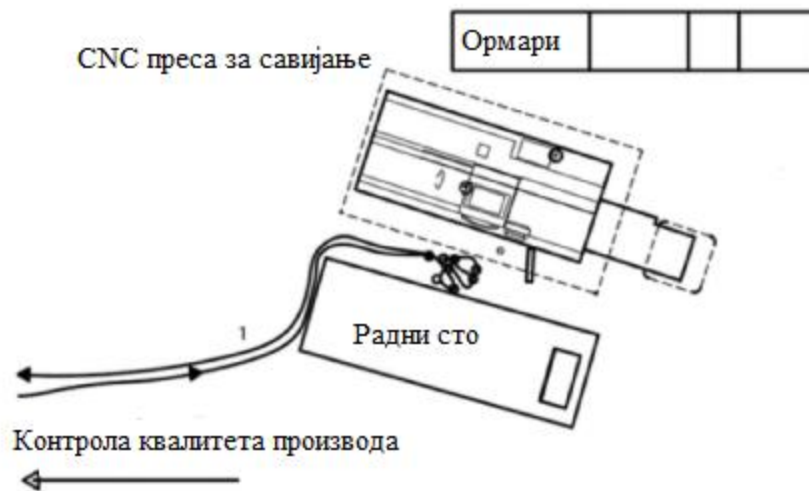
Документ: Измена алата на CNC машини за савијање лима Време: 47 минута				
ЗАДАТАК	ПОТРЕБНО ВРЕМЕ	ИЗВРШИЛАЦ	АКТИВНОСТ	ПРЕДЛОГ ЗА ПОБОЉШАЊЕ
Одношење готових комада	3мин	Оператер 1	Интерна	Оператер треба да буде ослобођен овог дела
Одвијање вијака	2мин	Оператер 1	Интерна	Стега са држачем
Скидање старог алата	2мин	Оператер 1	Интерна	Покретна колица
Одлазак по нов алата	4мин	Оператер 1	Интерна	Покретна колица
Стављање новог алата	1мин	Оператер 1	Интерна	Стега са држачем
Завртање вијака	2мин	Оператер 1	Интерна	Хидраулична стега за призму
Одвијање вијака	2мин	Оператер 1	Интерна	Хидраулична стега за призму
Скидање старе призме	2мин	Оператер 1	Интерна	Покретна колица
Одлазак по нову призму	4мин	Оператер 1	Интерна	Покретна колица
Стављање нове призме	1мин	Оператер 1	Интерна	Хидраулична стега за призму
Завртање вијака	2мин	Оператер 1	Интерна	Хидраулична стега за призму
Коначно завртање алата	1мин	Оператер 1	Интерна	Стега са држачем
Коначно завртање призме	1мин	Оператер 1	Интерна	Хидраулична стега за призму
Уписивање програма	20мин	Оператер 1	Интерна	Нова управљачка јединица

Шпагети дијаграм је употребљен како би се визуелно приказао ефекат *SMED* методе. На слици 16 приказано је кретање оператора пре увођења *SMED* методе. Покрети оператора мерени су педометром, који представља уређај чија је функција бројање корака. Педометар је указивао на то да је оператор прошао 110м.



Слика 16. Кретање оператора пре увођења *SMED* методе

Слика 17 приказује кретање оператора после увођења *SMED* методе. Кретање се захваљујући колицима, добрим организовањем радног стола и припремљених алата из ормара, свело на одлазак до дела где се врши контрола квалитета.



Слика 17. Кретање оператора после увођења *SMED* методе

Са листе на којој се бележи реализација налога узимају се подаци. Један од података указује на то да се у оквиру једне смене изврше 4 измене алата. Машина у протеклих 5 месеци ради у две смене, јер је предузеће одлучило да повећа производњу. За даљу анализу прати се функционисање машине у периоду од 3 месеца која су у оквиру времена повећања производње.

- Како се 4 измене алата изврше у свакој смени, а машина ради у две смене, следи да измена алата на дневном нивоу износи:

$$4 \times 2 = 8 \text{ (1)}$$

- Узимајући у обзир да у току недеље има 5 радних дана, следи да измена алата на недељном нивоу износи:

$$5 \times 8 = 40 \text{ (2)}$$

- На месечном нивоу број измена алата износи:

$$4 \times 40 = 160 \text{ (3)}$$

- За период од 3 месеца број измена алата износи:

$$3 \times 160 = 480 \text{ (4)}$$

Из табеле 6 се узима податак да је тренутно време процеса измене 47мин. До податка колико временски машина није у раду долази се множењем тренутног времена потребног за измену са израчунатим бројем измене алата, односно:

$$47 \times 480 = 22560 \text{ мин (5)}$$

$$22560 \text{ мин} = 376 \text{ ч}$$

За изабрану машину прописано је да њен рад у оквиру од сат времена кошта 2900РСД, из чега следа да тренутно финансијско стање износи:

$$376 \text{ ч} \times 2900 \text{ РСД} = 1090400 \text{ РСД (6)}$$

Време се може уштедети већ објашњеним предлозима за побољшање (стављање алата и призме, унос програма). Из тог разлога, претпоставком, тренутно време измене алата које износи 47мин може се побољшати на 27мин.

Са побољшањем времена од 27мин машина није у раду:

$$27 \times 480 = 12960 \text{ мин (7)}$$

$$12960 \text{ мин} = 216 \text{ ч}$$

У економском смислу износи:

$$216 \text{ РСД} \times 2900 \text{ РСД} = 626400 \text{ РСД (8)}$$

На основу добијених резултата долази се до сазнања да постоји значајна разлика између тренутног и побољшаног времена. Како би се створила јаснија слика, визуелно се представља разлика између поменутих стања на основу графика и израчунава се уштеда у временском и финансијском смислу.

На графику 1 је приказано тренутно стање губитка времена и побољшано стање.

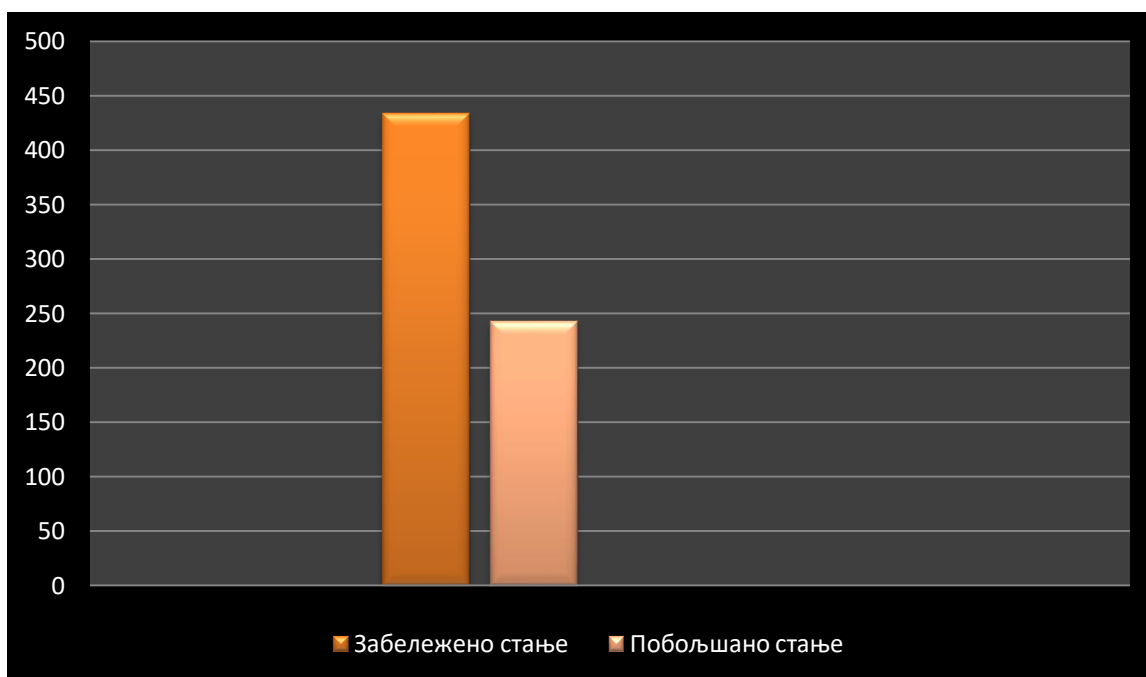


График 1. Однос тренутног и побољшаног стања

Уштеда у временском оквиру је :

$$434\text{ч} - 243\text{ч} = 191\text{ч} (9)$$

Уштеда у финансијском смислу је:

$$1\,258\,600\text{РСД} - 704\,700\text{РСД} = 553\,900\text{РСД} (10)$$

Закључује се да је уштеда велика и у временском смислу и у финансијском, уколико се идентификоване интерне активности спроведу у екстерне или се знатно смањи њихово време трајања помоћу предложених побољшања.

5. ЗАКЉУЧАК

Менаџмент савремених предузећа теже да испуне очекивања купца, због тога што су данашњи услови пословања оријентисани искључиво на купца. Тежња је усмерена ка квалитетном одговору на захтев корисника, уз максималну уштеду ресурса. Захваљујући развијеној свести о потреби за идентификовањем, а затим и елиминисањем активности које не дају вредност и фокусу који је усмерен на све оно што даје вредност за купца, омогућава се савременим предузећима да одговоре квалитетно на захтеве купца и испуне његова очекивања.

Добра основа за предузећа чија ће главна особина бити флексибилност, јесте увођење *ЛИТ* концепта. Применом овог концепта залихе ће се смањити или ће бити елиминисане у потпуности. Пословне процесе треба унапређивати константно како би се елиминисали сви непотребни губици и постигли најбољи резултати. Како би дошло до позитивних промена у предузећу потребно га је континуално побољшавати, укључујући све запослене, а то осигурава успешну примену *Lean* производње. Запослени у предузећима треба да осећају потребу да напредују. Оваква организациона култура доноси висок квалитет услуга или производа, а самим тим и поверење купца и омогућава даљу сарадњу. Реализацијом свих поступака, на најбољи могући начин, у производном процесу, обезбеђује се квалитетно подешавање производње.

Време представља кључан фактор при унапређењу производње. Из тог разлога неопходно је смањити максимално његов губитак. Како би се производеле различите врсте производа у што краћем временском периоду, са што мање трошкова, пажња се усмерава на време које је потребно за измену алата. *SMED* метода је најпогоднија за смањење времена измене алата и накнадног подешавања алата касније.

Циљ овог рада јесте приказ примена *SMED* методе на радном месту у производном предузећу. Пример из праксе који је дат у раду описује *SMED* методу и њен ефекат при измени алата на *CNC* машини. Из приложеног, уз адекватну примену *SMED* методе и детаљне анализе дошло је до предложених решења за смањење губитка времена и предлога за побољшање измене алата и призме, као што је употреба савремених стега, обезбеђивање управљачке јединице са већом меморијом и смањење кретања оператера при измени алата. На основу анализе и добијених резултата која су израчуната на основу временског, а самим тим и финансијског губитка, који представљају последицу насталу због проблема и непотребних кретања при измени алата, долази се до закључка да у предузећу Полар д.о.о. треба применити *SMED* методу.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Mačuzić, I., Đapan, M. (2016). *Lean koncept u upravljanju proizvodnjom*, Kragujevac, Fakultet inženjerskih nauka.
- [2] Hou, B., Hing, K., C., & Xiaojun, W., (2013). An account for implementing Just in time. *International Journal of Engineering and Technology innovation*, Vol.3, pp. 156-157.
- [3] Rahman, N., A., A., Sharif, S., M., & Esa, M., M. (2013). *Lean manufacturing case study with Kanban System implementation*. International Conference on Economics and Bussines Research, Vol.7, pp. 174-180.
- [4] Kanban pull sistem, https://www.slideshare.net/dgrossu/kanban-pull-system-presentation?fbclid=IwAR0aFMy2sr7Dv0Hd51cx2OhVTQDvtM86Jb0psXcn_B2XejAV--snblJmj-Q , приступљено 27.8.2019.
- [5] Karim, A., & Arif-Uz-Zaman, K., (2013). A methodology for effective implementation of lean strategies and its performance evaluation in manufacturing organizations. *Business Process Management Journal*, Vol. 19, pp. 169-196.
- [6] Thangarajoo, Y., & Smith, A., (2015). Lean Thinking:An Overview. *Journal of Industrial Engineering and Management*, Vol.4, pp.159.
- [7] The Lean Enterprise Institute Cambridge,MA: *LEAN LEXICON a graphical glossary for Lean Thinkers*, 4th Edition, USA, 2008.
- [8] Ulutas, B., (2011). An application of SMED Methodology. *International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial , Mechatronic and Manufacturing Engineerings*, Vol 9, pp. 194-198.
- [9] Eric, C., Braganca, S., Sous, R., & Alves, A., (2013).Benefits from a SMED Application in a Puching machine. *International Journal of Mechanical, Industrial Science and Engineering*, Vol. 7, pp. 1-6.
- [10] Šingo, Š., (1995). *Nova japanska proizvodna filozofija*, Novi Sad, Prometej.
- [11] Moreira, C., A., & Garcez, P., (2013). Implementation of the Single Minute Exchange of Die Methodology. *International Journal of Management*, Vol, 39, pp. 66-70.
- [12] World Class Manufacturing, <https://world-class-manufacturing.com/smed/ppt.html> , приступљено 17. 8. 2019.
- [13] McIntosh, R. I., Culley, S. J., Mileham, A. R., & Owen, G., W., (2001). *Improving Changeover Performance- A strategy for becoming a lean and responsive manufacture*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- [14] J. Oliveira, J.C.S, & A. Fernandes, (2017). *Continuous improvement through Lean Tools: An application in a mechanical company*. Manufacturing Engineering Society International Conference, Vigo, Spain.
- [15] Puvanaswari, A., P., N., Jamibollah, N.,&Norazlin, N., (2014).Integration of poka yoke into process failure mode and effect analysis: A case study. *American Journal of Applied Sciences*, vol. 11, pp. 1332–1342.
- [16] Kumar, V., & Bajaj, A., (2015).The Implementation of Single Minute Exchange of Die with 5’S in Machining Process for reduction of Set up Time. *International Journal on Recent Technologies in Mechanical and Electrical Engineering*, Vol.2, pp.32-39.