

Факултет инжењерских наука
Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Индустријски инжењеринг

Предмет: Менаџмент мрежама снабдевања

Број индекса: 401/2014

Мирко Ј. Поледица

Унапређење производних процеса применом метода *Lean* концепта

Мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Данијела Тадић, проф. – ментор

2. _____

Датум одбране: _____

3. _____

Оцена: _____

У оквиру мастер рада кандидат треба да:

У оквиру овог мастер рада кандидат треба да разуме и објасни Lean концепт. Неопходно је да прикаже неке методе које се широко примењују у пракси и чија примена може да доведе до повећања ефективности производних процеса. Првенствено, од кандидата се захтева да прикаже примену дискутованих метода и анализира ефектне њихове примене на подацима који су добијени у производној компанији која функционише у реалном и променљивом окружењу.

[1] Jeffrey Liker (2003) The Toyota Way 14 Management Principles From The Worlds Greatest Manufacturer McGraw Hill

[2] Бранислав Јеремић, Петар Тодоровић, Иван Мачужић, Марко Ђапан, Марко Милошевић, Милан Раденковић, Ђорђе Вучковић (2013) Основи lean производње: Факултет инжењерских наука у Крагујевцу

[3] Документација компаније Wacker Neuson

Крагујевац , јун 2017.

Ментор:

Др Данијела Тадић, дипл. инж.

Резиме:

Резиме: Данас, неопходан услов да компанија буде успешна и конкурентна на светском тржишту је да производи производе високог квалитета, са што нижом ценом у што краћем временском року. Овај услов пре свега може да се задовољи ако је пословање менаџмента компаније засновано на примени *Lean* концепта. У оквиру овог концепта предложене су многе методе које се широко користе у компанијама које егзистирају у развијеним земљама и применом којих се постижу постављени циљеви пословања. Неке од метода су дефинисане и користиле су се још крајем деветнаестог и почетком двадесетог века, неке су настале као резултат теоријских разматрања, као и одговарајућих менаџерских напора и професионалне праксе. У новије време, бројне методе су развијене кје су усмерене на смањење трошкова, побољшање квалитета производа и процеса. Неке метода за унапређење квалитета производних процеса које су развијене унутар *Lean* концепта су приказане у овом раду. Посебна пажња је усмерена на анализу добијених резултата побољшања производних процеса која су добијена као резултата примене изабраних метода.

Кључне речи: Lean концепт, мапирање процеса, кајзен, стандардизација рада

Abstract: Today a necessary condition for the company to be successful and competitive in the world market is to produce high quality products with as a low price as possible in a shorter period of time. This requirement can be satisfied first of all if the companies management is based on the Lean concept. Within the framework of this concept, many methods have been proposed that are widely used in companies that exist in developed countries and whose goals are met. Some of the methods are defined and used at the end of the nineteenth and early twentieth centuries, some were created as a result of theoretical considerations, as well as the corresponding managerial efforts and professional practice. More recently, numerous methods have been developed where they are aimed at reducing costs, improving product quality and process. Some methods for improving the quality of production processes developed within the Lean concept are shown in this paper. Special attention has been paid to the analysis of the obtained results of the improvement of the production processes obtained as a result of the application of the selected methods.

Key words: Lean concept, mapping the process, kaizen, standard work

Садржај

1. Увод	6
2.0 Основна разматрања о Lean концепту	8
2.1 Дијаграм „TPS кућа“	9
2.2 Основни принципи Lean концепта	10
3.0 Неке Lean методе.....	14
3.1 Мапирање тока вредности.....	14
3.1.1 Мапа тренутног стања	18
3.1.2 Мапа будућег стања	19
3.1.3 Имплементација мапе тока вредности	20
3.2 Инкрементално побољшање процеса.....	23
3.2.1 Методе и технике Кајзена	26
3.2.2 Имплементација Кајзена	27
3.3 Стандардизовани рад.....	27
3.3.0 Кораци увођења стандардизованог рада у производни процес	29
3.3.1 Први корак: Оснивање тима за унапређење процеса.....	29
3.3.2 Други корак: Одређивање времена такта	29
3.3.3 Трећи корак: Одређивање времена циклуса рада	29
3.3.4 Четврти корак: Одређивање радног елемента.....	31
3.3.5 Пети корак: Дефинисање нивоа потребног рада за унапређење процеса.....	33
3.3.6 Шести корак: Припрема стандардног дијаграма процеса рада	33
3.3.7 Седми корак: Припрема стандардног радног листа.....	35
3.3.8 Осми корак: Континуално унапређење стандардних операција	36
4.0 Студија случаја унапређења процеса производње у компанији Wacker Neuson у Крагујевцу	37
4.1 Састанак.....	38
4.2 Утврђивање тренутног стања.....	38
4.3 Идеја за унапређење	40
4.4 Израда мапе тренутног стања	41
4.5 Израда мапе будућег стања.....	42

4.6 Измена процеса заваривање један и заваривање два.....	43
4.7 Балансирање линије	44
4.8 Представљање кајзена 2767	45
5. Закључак	50
6. Литература	52
7. Захвалница	54

1. Увод

Развој Јапанске индустрије је отпочет по завршетку другог светског рата, а кулминирао током шездесетих и седамдесетих година прошлог века. Пре тога Јапан је био неразвијена аграрна земља која је током другог светског рата претрпела велика разарања, а завршетком рата и окупацију од стране САД (Сједињених Америчких Држава). У таквим околностима, без сировина и природних богатстава, Јапан је изабрао једину могућу стратегију, концентрисање на производњу са минималним ангажовањем енергије, материјала и рада за производњу производа. Постоји извесна сличност између Јапана након другог светског рата и Србије данас. Културна и социјална позадина је различита у свим земљама. Јапанска култура, њихови обичаји, филозофија, религија, уређеност јапанске породице, одражавају се на уређеност државе. Са друге стране недостатак система, реда и континуитета велики су проблеми српске привреде. Предлози радника су на пуно нижим нивоима, у неким случајевима и непожељни због изражене сујете у пословним круговима а самим тим недовољно стимулисани од стране менаџмента.

Toyota (Toyota Motor Corporation) је основана 28. августа 1937 године, а данас представља мултинационалну компанију која поседује фабрике за производњу широм света. Од дана свог оснивања, *Toyota* је заснована на моделу квалитета, лојалности запослених и константном учењу. Кроз улагање у нове технологије и материјале, што доприноси очување животне средине, мисија компаније је да производњом што бољих аутомобила обезбеди просперитет друштва и омогући стабилну основу за дугорочно пословање. Да би једна компанија у данашњици била успешна и конкурентна на светском тржишту, неопходно је да производи производе високог квалитета, са што нижом ценом у што краћем временском року. Препознавањем својих примарних циљева *Toyota* је данас постала синоним за квалитет у свету. Што је и показала својом доминантношћу на светском тржишту аутомобила. Рађању новог система производње је претходио боравак Тојотиних менаџера у Фордовим фабрикама 1949. године у САД. Након чега је настао Тојотин производни систем (*TPS* – скраћеница од Енглеске речи *Toyota Production System*).

Lean је Америчка реч којом се описује *TPS* и у преводу значи витко, мршаво. *Lean* као термин су дефинисала два професора са *M.I.T (Massachusetts Institute of Technology)* Џејмс Вомак и Данијел Џонс у књизи *Машина која је променила свет (Machine that Change the World, James Womack, Daniel Jones)* [1]. *Lean* концепт је Тојотин Производни Систем (*TPS*) који је настао педесетих година прошлог века и наставио да се развија до данас. *Lean* производња представља скуп техника и метода које имају циљ да у највећој могућој мери умање губитке који се јављају током процеса производње и свих процеса у предузећу. Најуспешније компаније су оне које се најбрже прилагођавају променама усавршавајућу своје производе или услуге кроз константно унашпређење знања и вештина запослених. У људској је природи да напредује и да се развија, а то произилази из самоконтроле и самодисциплине.

Предузеће данас треба да буде флексибилно са производним програмом, технологијом, тржиштима и изворима снабдевања, способно да идентификује тенденције у развоју науке и технике. *Lean* концепт је усмерен на повећање ефикасности пословања, културолошка разлика не представља сметњу, због тога је *Lean* прихваћен у другим земљама. Више од једне деценије, Србија се суочава са великим буџетским проблемима, животни стандард грађана опада, а незапосленост расте. С обзиром да не захтева велика финансијска улагања, повећава се заинтересованост предузећа из Србије за оваквим начином управљања. Имплементација *Lean* концепта српским компанијама, допринела би бржи напредак и развој српске привреде и друштва.

У наставку овог мастер рада биће објашњен *Lean* концепт (У оквиру поглавља 2) као и принципи који показују јасну и дефинисану структура пословне филозофије која се примењује у Тојоти. У оквиру поглавља 3 биће наведени алати, методе и технике коришћене на практичним примерима поглавља 4.

2.0 Основна разматрања о Lean концепту

Разумевање разматраног концепта је засновано на разумевању нове филозофије пословања која је развијена у јапанској аутомобилској компанији *Toyota* која је надаље објашњена.

Термин *Lean* може да се дефинише као стратегијска оријентација предузећа усмерена на повећање ефикасности пословања, дугорочно стварање вредности за купце и креирање и одржање конкурентске предности савремених предузећа. Дефинише се као концепт, усмерен на смањивање трошкова кроз унапређење пословних процеса и запослених” [3].

Како би унапредили производњу у својој компанији, Тојотини менаџери су посетили Фордове фабрике 1949. године. У почетку су били одушевљени начином производње, брзином функционисања система производње, технолошким развојем, итд. Менаџмент компаније *Toyota* је је сматрао да треба да покрене компанију и учини је конкурентном на тржишту. У компанијама тога времена била је заступљена масовна производња која подразумева производњу велике количине идентичних производа. Примена овог типа производње доводи до значајних смањена трошкова производње. Са друге стране, масовна производња захтева виши степен аутоматизације производње и самим тим је врло нефлексибилна. Један од начина повећања конкурентности компаније је према мишљењу стратегијских менаџера је примена приступа који је означен производа према захтевима купца [3]. Анализом сопствене производње у Тојоти су закључили да се на неким радним местима, само 10% укупног радног времена утроши на израду производа, а преосталих 90% на припрему али и на чекање да се предмет обраде донесе до одређеног места обраде. Затим, уочено је постојање великог броја неисправних делова аутомобила, које треба отклонити пре него што се уграде у готов производ. Проблем су биле и високе залихе недовршених производа услед повећаног броја различитих модела аутомобила и већ поменуто предуго трајање промена алата. Посебан аспект анализе биле су грешке на производима [3].

Постављене су тезе које су покренуле ткз. *Тојотин Производни Систем (TPS)*. Комбинујући иновативне производне технике са елементима масовне производње јапански произвођачи аутомобила су временом успели да потисну америчке и да преузму доминацију на тржишту. Значајан допринос том процесу дало је истраживање и прихватање дугогодишњег америчког искуства са масовном производњом, али и имплементација њихове високо развијене технологије [3].

Lean је амерички термин који описује *TPS*” [2]. Окосница *Lean* производње и *Lean* предузећа су динамични и високо мотивисани тимови радника. Неопходност успостављања оптималних односа у целом ланцу вредности, представљали су други важан аспект анализе [1].

Може да се каже да су основна два стуба овог концепта: “константно унапређење“ и “Поштовање према запосленима“. Константно унапређење, често називано и Кајзен,

дефинише основни *Toyota* приступ пословању. Од велике важности су праве вредности константног унапређења која су заснована на атмосфери константног учења и окружења које ефективно прихвата промене. Овакво окружење може се створити на месту где постоји поштовање према запосленима. Тржиште на којем је менаџмент разматране фирме могао да продаје своје производе након рата је било мало. Такође на истој монтажној линији различити типови возила су морали да буду произведени како би се задовољиле потребе купаца. Према томе, кључ њихових операција је био у флексибилности [1].

Осим тога, побољшање процеса производње у циљу постизања веће конкурентности је било могуће остварити применом различитих метода за унапређење квалитета. Ове технике и многе друге су потпомогле ширење револуције *Lean* производње. Комуникација је била јака унутар релативно мале компаније, тако да је „најбоља пракса“ развијена унутар Тојоте проширена на друге *Toyota* компаније и на крају на добављаче. Стога је *Taichi Ohno* ученик *Fujio Cho-a* развио једноставан приказ – кућу [1].

Иако делује једноставно у теорији, *TPS* је врло тешко постићи у пракси. Потребно је ангажовање свих запослених и апсолутна посвећеност целог предузећа ка заједничком циљу – смањивању губитака, константном унапређењу и тежњи ка успеху на тржишту.

2.1 Дијаграм „*TPS* кућа“

Дијаграм „*TPS* кућа“ (слика 1) је постала један од најпрепознатљивијих симбола у модерној производњи. Зашто кућа? Јер је кућа структурни систем. Кућа је јака само ако су кров, стубови, и основа јаки. Слаба веза слаби цео систем. Постоје различите верзије куће, али основни принципи остају исти. Почиње са циљем најбољег квалитета, најнижих трошкова, и најкраћег водећег времена – кров [1].



Слика 1. „*TPS* кућа“ [1]

Када се примењује *TPS* почиње се са испитивањем производног процеса из перспективе купца. Прво питање у *TPS* је увек “Шта купац жели од овог процеса?” Одговор на ово питање дефинише вредност производа? Сваки пословни процес је хијерархијски структуриран и може да се реализује кроз одређен број корака. Кроз очи купца, може се посматрати они кораци реализације пословног процеса у којима се ствара вредност као и кораци у којима се не ствара вредност.

Два спољна стуба *TPS* су означена као *Just-in-time* вероватно најзаступљенија и најпознатија карактеристика *TPS* и *jidoka*, што у суштини значи спречавање да неусаглашен¹ део прође до следећег радног места. И у основи система, ту су различити темељни елементи, који укључују потребу за стандардизацијом, стабилан и стандардизован процес, визуелни менаџмент² и филозофија познатија као „*Toyota* начин“. Такође *heijunka*, што значи изравнавање производног распореда у количини и у разноврсности производа. Поравнан распоред или *heijunka* је неопходна да би систем задржао стабилност и допустио само сигурносне залихе [1].

Запослени су у центру куће јер се само кроз константно унапређење може постићи потребна стабилност процеса. *TPS* данас представља пуно више од скупа метода за решавање проблема. То је систем размишљања и филозофије која говори о одговорном понашању и враћању вредности према купцима, запосленима, имовини и друштву, па је за успешну имплементацију потребно разумети како запослени Тојоти размишљају. Може се закључити да се проблеми решавају на нивоу на ком и настају [1].

Тојотин континуиран успех при увођењу ових метода произилази из дубље пословне филозофије засноване на разумевању мотивације људи. Успех компаније је заснован на способности менаџера да развију лидерство, тимове, културу, да смисле стратегију, да створе односе са добављачима, и да одрже организацију засновану на учењу. Целина куће се у свом корену фокусира на подржавању и охрабривању запослених да константно унапређују процес на коме раде. Нажалост, велики број књига о *Lean* производњи ојачава неспоразум да је *TPS* скуп метода чија примена воде ка већој ефикасности процеса.

2.2 Основни принципи *Lean* концепта

“Интервју који је дао *Taichi Ohno* једном од аутора у књизи *The Toyota Way*: “Кључ Тојотиног пута и оно што је чини да стоји напред није било који индивидуални елемент... Већ оно што је важно, имати све елементе заједно у систему. Мора бити вежбано сваки дан на врло доследан начин - без напрезања“ [1].

¹ Грешке које се јављају на производу и утичу на његов квалитет [1].

² Један од алата који се користе како проблеми били видљиви (Енгл. Visual Management) [1].

Кључни принципи на којима је заснован *TPS* и менаџмент Тојоте су подељени у четири секције (слика 2) [1]:



Слика 2. 4П модел *Toyota* начина [1].

- **Дугорочна филозофија.** Фокус врха компаније јесу активности које купац плаћа. Овакав приступ води ка креирању организације која учи и која је спремна да се прилагоди променама, окружењу и да преживи као продуктивна организација. Без наведеног, ни једна инвестиција, а ни учење не би били могући.
- **Прави процес доноси праве резултате.** *Toyota* је компанија која је процесно орјентисана. Кроз искуство са процесом рада, научили су да је почетак операције идеалан са *one-piece flow*. *Flow* је кључ за постизање квалитета уз најмање трошкове, при чему се постиже велика безбедност и морал запослених. Овај процес, је уграђен у ДНК-а компаније и менаџери верују да ће прави процес водити до жељених резултата који они желе.
- **Исказивање значаја организације, развој својих запослених и партнера.** Тојотин пут укључује одређене методе које су развијене у циљу постизања континуалних унапређења и континуалног развоја. На пример, *one-piece flow* је захтеван процес и применом овог принципа сви проблеми су веома видљиви. Проблеми су такви да захтевају моментално и брзо решење или у супротном производња ће стати. На овај начин запослени могу брзо и добро да схвате проблеме и промтно реагују. Поглед из перспективе менаџмента *Toyote* јесте да "прави" људе а не аутомобиле.
- **Континуално решавање корена проблема води ка организационом учењу.** Највећи ниво развоја ове компаније јесте организационо учење. Идентификација узрока проблема и његова превенција је фокус Тојотиног

система континуалног учења. Анализа, размишљање и комуникација научених лекција представљају центар за унапређење као и за дисциплину ка стандардизацији најбоље практичне вежбе.“

Неке од техника су постојале још крајем деветнаестог и почетком двадесетог века, неке су настале као резултат теоријских разматрања, као и одговарајућих менаџерских напора и професионалне праксе. Резултат укупних напора кретао се у правцу јачања конкурентности и јесте заправо настанак и примена бројних техника и метода, усмерених на смањење трошкова, побољшање квалитета, односно управљање трошковима. Да би се објасниле методе и технике које је потребно имплементирати како би *Lean* предузеће могло ефикасно функционисати, потребно је субмилирати захтеве и принципе *Lean* филозофије. Принципи *Lean* концепта су [1]:

- **Препознавање губитака.** У првом кораку је препознавање онога што за купца представља вредност из његове перспективе. Било који процес, материјал или карактеристика производа који не доводи до стварања вредности из перспективе корисника представља трошак и треба да буде елиминисан.
- **Стандардизација процеса.** *Lean* концепт захтева изузетно детаљне и прецизне производне процедуре које у сваком тренутку производног процеса тачно дефинишу стање материјала, наставак операције, време и резултат активности коју је радник спровео на предмету рада. На овај начин број и тежина грешака радника је најмања могућа.
- **Непрекидан ток.** У *Lean* концепту је дефинисан циљ: имплементација непрекидног тока, ослобађајући производни процес уских грла, прекида и чекања.
- **Систем производње производа.** Циљ у оваквом систему јесте да произведе само оно што је потребно и када је потребно.
- **Константно унапређење.** Константно унапређење може да се дефинише као стремљење савршенству константним уклањањем губитака из производње. На овај начин сви запослени у предузећу су укључени у овај континуирани процес.
- **Тачно на време.** Не може се рећи да је само техника, јер подразумева читаву примену спектра поступака и метода. Строге контроле квалитета, ефективног планирања производног процеса, потреба за материјалом и мотивисања радника.
- **Јидока.** Овај термин означава поступак који треба да обезбеди квалитет на извору. Веома је ефикасна, будући да ослобађа радника послова континуиране контроле квалитета. Фазе кроз које се реализује су детектовање неправилности,

заустављање производње, отклањање грешака и испитивање узрока, ради спречавања поновног понављања исте.

Како би се читав *Lean* концепт могао имплементирати, постоји низ метода и техника које морају бити спроведене унутар организације. Два основна принципа, непрекидан ток и систем повлачења, морају бити у потпуности задовољени *Lean* предузећу. Ако се сви принципи ефикасно имплементирају и спроводе свакодневно такво предузеће ће имати [1]:

- Смањене залихе
- Смањено време циклуса производње
- Повећан квалитет производа
- Повећану ефикасност радника
- Повећана искоришћеност машина и простора.

3.0 Неке Lean методе

У стручној литератури могу се пронаћи најважније методе *Lean* концепта, применом којих производни процеси могу да буду побољшани. Методе *Lean* концепта се могу у већини случајева користити самостално, али ако се све методе употребљавају тако да допуњују и подржавају остале, тада ће ефекти примене *Lean* метода бити далеко значајнији. Када се користе на одговарајући начин могу се постићи значајна побољшања у елиминацији отпада, контролисању залиха, бољем квалитету производа, бољим финансијским и оперативним процедурама [6]. Надаље ће бити приказане неке основне методе које се применјују за побољшање процеса који егзистирају у различитим индустријским гранама.

3.1 Мапирање тока вредности

Идеја структурираног дијаграма тока материјала постојала је пре него што су је имплементирали инжењери и менаџери Тојоте. Пример ове врсте мапирања процеса и њиховог приказивања помоћу дијаграма којима се приказују ток материјала и информација садржани су у књизи Инсталирање метода ефикасности. Ова врста дијаграма је временом постала једна од метода која се користи у *TPS*. Типичан назив је гласио мапирање тока материјала и информација или мапирање процеса, а не мапирање тока вредности. У компанији Тојота овакав начин контроле тока материјала је био означен као анализа тока материјала и информација. У пракси ова метода се често користила под називом дијаграм тока материјала и информација [15].

До деведесетих година прошлог века, како су се *Lean* методе све више примењивале у компанијама које су функционисале како у Сједињеним државама (САД) тако и широм света, мапа тока вредности заузела је централно место у *Lean* методологији. Мапирање тока вредности је такође коришћено у *Sigma Six* методологији. Најважнија књига у којој су објашњени значај и поступак имплементације методе мапирања тока вредности и коју су користили практичари широм света за је *Learning to see*. Која може да се преведе као *Учи да би видео*. У овој књизи су такође објашњени термини мапирање токова вредност, мапирање вредности дизајна и дефинисани називи најчешће коришћених симбола у мапирању тока вредности [15].

Надаље је објашњена метода мапирање тока вредности.

Мапирање тока вредности је процес у којем се посматрају токови информација и материјала, приказују се на визуелни начин и затим се предвиђају будућа стања процеса који треба да имају значајно боље перформансе. Мапирање тока вредности пружа могућност свим носиоцима одлуке да сагледају јасно и брзо све губитке, непотребна кретања материјала и информација. Применом ове методе даје се визуелна презентација тока материјала и информација, она постаје неопходан алат за каснију визуелизацију побољшања процеса. Смањивањем или потпуном елиминацијом ових губитака, могуће је смањити време неопходно за израду производа. Мапирање се

односи на све активности у компанији које укључују дизајн, наруџбину, производњу и доставу производа или услуге купцу [5]. Сваки пут када постоји производ за купца, постоји и ток вредности. Када се научи препознавање токова вредности у индивидуалним процесима, време је да се изврши и оптимизација комплетних токова вредности од сировина до купца [7].

Као што је наведено на самом почетку, *Taichi Ohno* је велики део времена проводио у производним погонима. Један од разлога због које је проводио своје време у погонима је учење о активностима које доносе и које не доприносе вредности производа. Разлог овакве поделе, налази се у посматрању онога шта је купац спреман да плати из његове перспективе. Оно што дефинише вредност производа, налази се у очима купца. Купац је најважнији део сваке компаније јер једино продајом производа компанија остварује добит, тако да је апсолутно свака активност менаџера компаније усмерена у задовољавању жеља, идеја или потреба купаца. Сматра се да купац у сваком тренутку, може захтевати било какву промену у дизајну или начину израде производа па чак и транспорт жељеног производа [5]. Мапирање тока вредности је начин на који се сви токови, процеси, активности, кретање материјала или информација желе поставити на једно место на којем ће бити међусобно повезани, почевши од сировине, преко готовог производа па све до купца. Мапирања тока вредности подељено је на три основа дела [5]:

- Ток материјала, од дана пријема од добављача до испоруке купцу
- Трансформација сировина у готов производ
- Ток информација које подржавају и усмеравају оба тока материјала и трансформације сировина у готов производ

Главни циљ јесте снимити тренутно стање, затим идентификовати све облике губитака смањити или елиминисати губитке. То је графички алат који показује ток производног процеса. Посматрањем мапе, можемо увидети места на којима се јављају највећи застоји, односно губици. Губици (Слика 3) су подељени у седам категорија [4]:

- Прекомерна производња
- Чекање
- Непотребно кретање
- Непотребни транспорт
- Грешке које доводе до неусаглашености производа
- Залихе
- Поновна обрада производа



Слика 3. Седм Губитака [4]

1. Прекомерна производња

Прекомерна производња представља губитак који се јавља услед производње већег броја производа него што је потреба корисника. Кроз прекомерну производњу повећава се ниво залиха, јавља се чекање, проблеми у транспорту, немогућност усклађивања понуде са потражњом. Алати који се користе за елиминисање/смањење ове врсте губитка:

- Канбан који се користи да би се сигнализирао почетак и крај производње,
- Визуелни менаџмент је алат за ограничавање прекомерне производње. Применом овог алата могу се означити подручја која се попуњавају производима, а самим тим јасно поставити граница која сигнализира оператерима да стану са производњом,
- СМЕД представља алат за брзу модификацију производних линија, тј. замену алата на машинама

2. Чекање

Чекање описује ситуације када се јавља стање мировања које проузрокују материјали, машине или информације. Постоје многи примери чекања. Најочигледнији је у случају кад оператери нису у стању да раде свој посао јер чекају испоруку материјала или чекају контролу да потврде извршени посао. Губитке у чекању можемо умањити/елиминисати применом више различитих метода као што су:

- Уређење производне линије и Такт времена.
- Комад по комад. Овај концепт представља технику која обезбеђује ток производа у коме сваки оператер ради само на једној јединици производа и рад је инициран потребама наредног оператера.
- Добро дефинисани стандардизовани документи и визуелни менаџмент такође представљају веома битне методе које циљају губитке у чекању.

3. Непотребно кретање

Прекомерно (непотребно) кретање представља губитак зато што троши време и ресурсе без производне вредности. Овај губитак јесте онај који настаје услед лоших кретања људи унутар и ван својих непосредних радних простора, а како би пронашли алате или материјале. Алати који се користе за елиминисање/смањење ове врсте губитка:

- Визуелни менаџмент
- Комад по комад

4. Непотребни транспорт

Непотребно кретање материјала, залиха и ресурса уопште, представља значајан губитак, који најчешће настаје у пословним процесима услед лоше планираних путања кретања, било са аспекта растојања или количина у покрету. Губитке у непотребном транспорту можемо умањити/елиминисати применом:

- Кајзен
- Стандардизован рад
- Визуелни менаџмент
- Мапирање тока вредности

5. Грешке које доводе до неусаглашености производа

Грешке у процесу настају услед производње компоненти које не одговарају стандардима или услед пружања услуга на начин који није у складу са прописаним поступком. Производи који се не могу користити или продати због оштећења или недостатака немају вредност за купце. Основни алати и технике за превазилажење ових грешака су:

- Обука свих запослених у препознавању губитака
- Стандардизовани рад

6. Залихе

Висок ниво залиха само прикрива проблеме које организација није у стању да реши. Снижавањем нивоа залиха, ти проблеми се сами откривају и организацији пружају могућност да их идентификују, а то је први корак у њиховој елиминацији. Алати који се користе за елиминисање/смањење ове врсте губитка:

- Тачно на време
- Канбан
- Мапирање тока вредности
- Нивелисана производња
- Комад по комад
- Стандардизован рад

7. Поновна обрада производа

Према овом концепту, производи са грешком морају се поновно обрадити, што резултира додатним губицима. Време и капацитети утрошени на поновљену обраду не могу се никако надокнадити. Кроз следеће алате постоји велика могућност да се смање грешке на многим местима

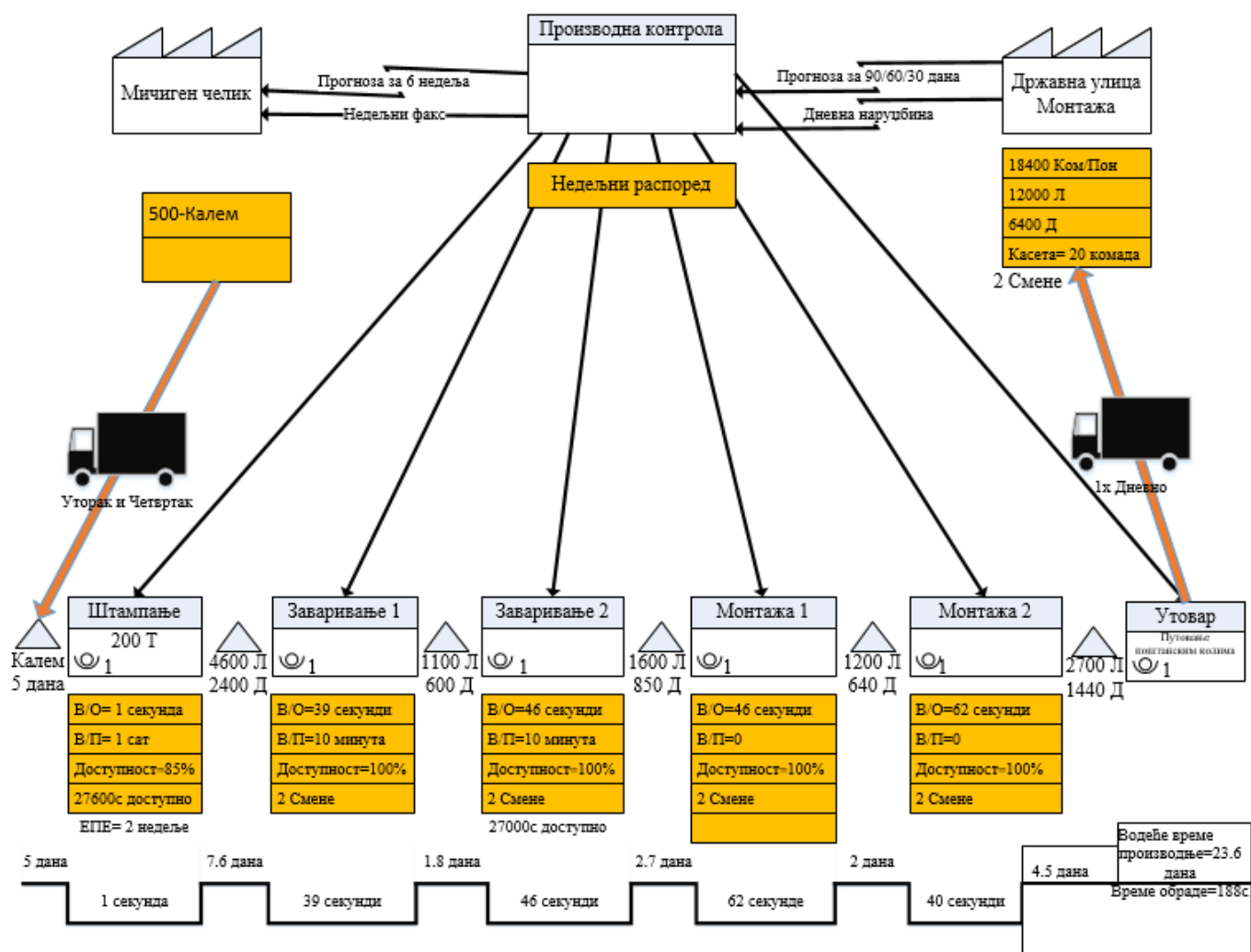
- Стандардизован рад
- Кајзен

Постоје две врсте мапи [4]:

- Прва мапа је мапа тренутног стања која описује процесе какви јесу
- Друга мапа је мапа будућег стања која описује идеално стање засновано на коришћењу *Lean* метода и техника у предузећу

3.1.1 Мапа тренутног стања

Након одређивање групе производа, потребно је графички представити тренутно стање (слика 4). Оно представља приказ онога шта се тренутно дешава од сировине до транспорта. Приликом прикупљања података за тренутно стање, потребно је кретати се идентичним путевима којима се крећу материјал и информације дуж целог производног процеса. Време трајања сваке операције се током разматраног временског периода више пута мери (најчешће штрипом). Као време трајања операције се сматра средња вредност измерених времена трајања разматране операције као што је дефинисано у [5].



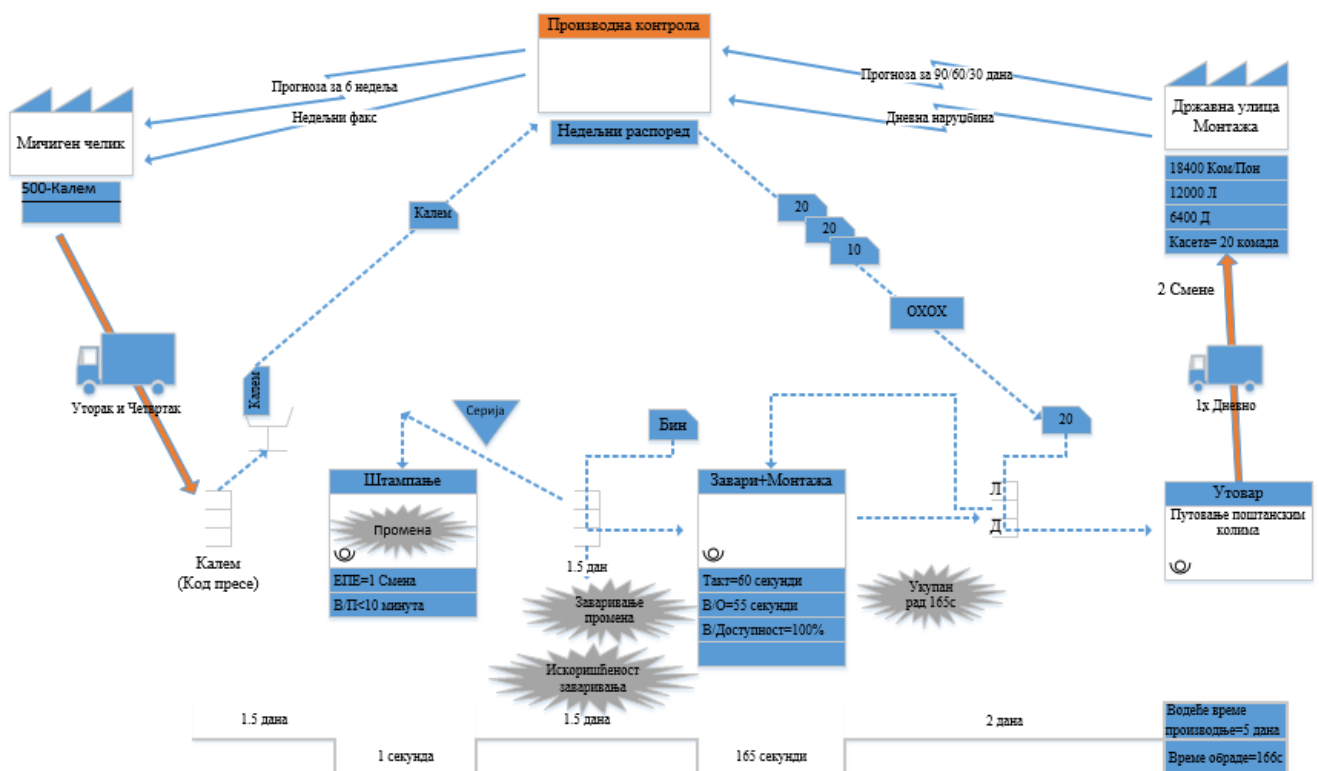
Слика 4. Мапа тренутног стања [4]

Мапирање се врши како би се лакше сагледао целокупан производни систем а не само једна операција. Када се мапирање изврши може се јасно сагледати ток предмета рада кроз производни процес, а затим и уочити недостаци и потенцијални проблеми. Постоји неколико разлога зашто је техника мапирања тока вредности од есенцијалног значаја за унапређење функционисања комплетног предузећа [4]:

- Омогућује да се виде не само губици, већ и узроци губитака током целог процеса. Повезује ток информација током материјала
- Представља основу *Lean* имплементације. Мапе тока вредности се могу упоредити са грађевинским плановима. Као што су планови основа за градњу кућа тако су и мапе будућег стања основе за унапређење процеса у предузећу
- Мапирање тока вредности је метода која детаљно описује како процес треба да се одвија како би се обезбедио непрекидан ток. Показује шта тачно треба поправити како би се ефикасност система повећала

3.1.2 Мапа будућег стања

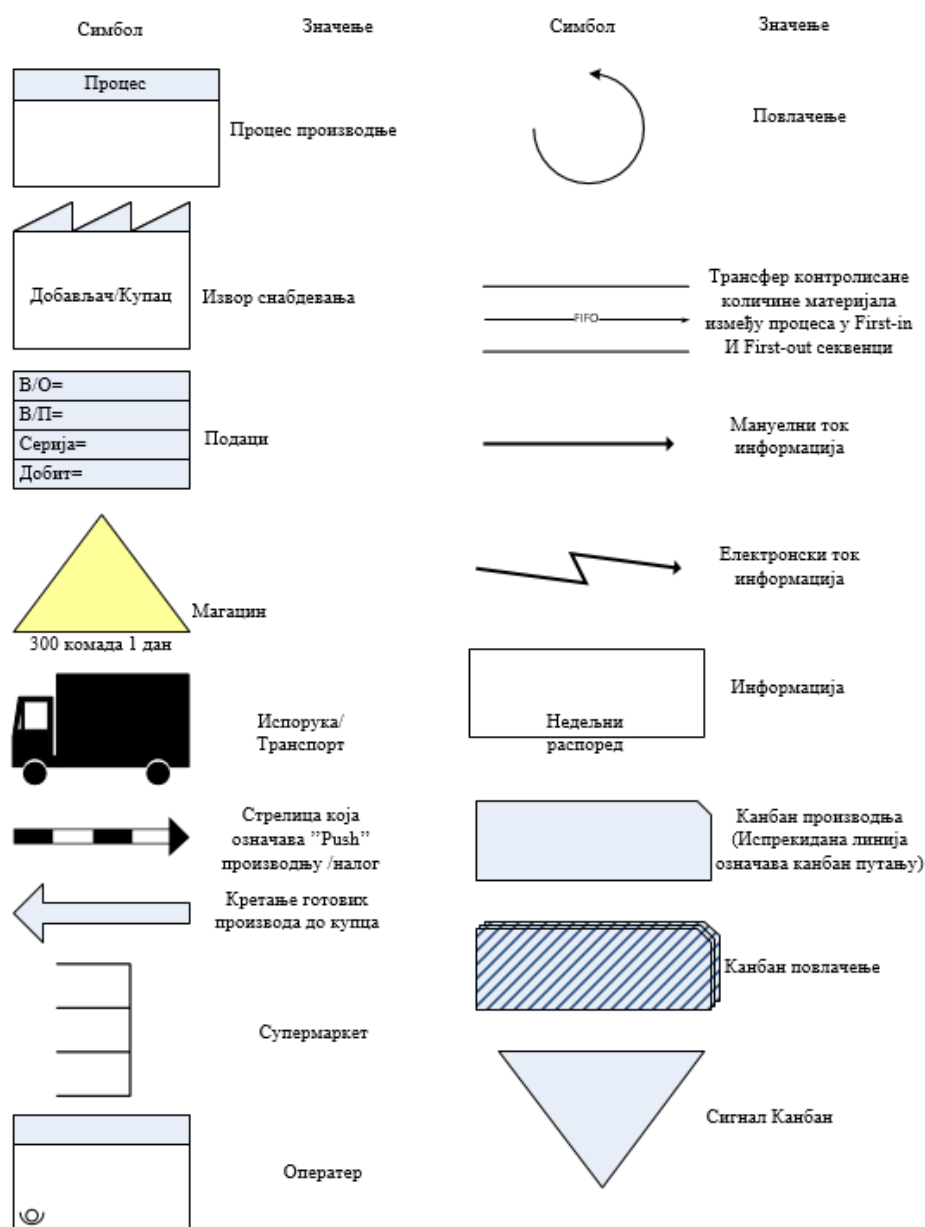
Када тим комплетира мапу тренутног стања и сви се сложе да је тачна, кључно питање је „Шта је потребно урадити у којој секвенци да би се креирало боље стање у будућности“? Графичким представљањем, а затим и остваривањем будућег стања (слика 5), унутар сваког великог постројења, могуће је постићи значајан напредак у перформанси читавог тока вредности у кратком року [7]. Сваки корак у процесу се укључује у графички приказ који представља визуелни приказ токова материјала и информација.



Слика 5. Мапа будућег стања [4]

3.1.3 Имплементација мапе тока вредности

Суштина мапирања јесте решавање проблема који настају и егзистирају на оперативном нивоу менаџмента, а који се јављају на различитим местима у пословним процесима. Приликом самог почетка мапирања тока вредности, врло је битно фокусирати се на једну групу производа. То су углавном производи који имају исти или слични технолошки поступак производње и коначан облик различит у зависности од техничке природе [7]. У ауто индустрији, фамилија производа може бити платформа аутомобила, произведена у фабрици монтаже. У авио индустрији, може бити комплетна конструкција летелице. Прикупљени подаци који се користе за мапу садрже одређене симболе. Они се користе да представе токове кретања информација, операција, материјала, временске интервале (Слика 6) [4].



Слика 6. Симболи [4]

Приликом мапирања процеса потребно је поставити одређена питања, која ће олакшати сам процес мапирања, и то:

- Који су захтеви купца?
- Која производна линија ће бити мапирана?
- Колико различитих делова је потребно изградити?

Након давања одговора на горе наведена питања води се рачуна да се увек прво полази од информација од купаца, како би се произвели производи по њиховим захтевима. На основу прикупљених информација од купаца, врши се набавка материјала од добављача.

Пре него што се пређе на израду графичке презентације тока вредности неопходно је утврдити да ли су прикупљене (и да ли су тачне) све информације о целокупном току вредности и производном процесу. Најчешће, графички приказ тренутног стања процеса указује на велике количине материјала између процеса и дуг производни циклус. У мапи будућег тока вредности треба да се инсистира на смањењу незавршене производње и смањења циклуса производње. Најчешће је потребно између два и три месеца да се имплементирају елементи из мапе будућег стања. Сувише је тога потребно урадити тако да би имплементација није могућа одједном [4].

Потребно је мапу поделити на неколико делова. Када се мапа подели на делове (повратне спреге), потребно је одредити, за сваки део, шта је неопходно да се уради како би процес текао онако како је предвиђено мапом будућег стања. Када су одређени делови процеса, потребно је направити годишњи план имплементације. Годишњи план треба да покаже [4]:

- Шта се ради и када се ради, тачно корак по корак?
- Циљеве чија успешност може лако квантитативно да се испита.
- Тачне етапе и одговорна лица која су задужена за надгледање процеса

Имплементацију треба започети од процеса које радници најбоље разумеју. Најчешће унапређења мапе тока вредности иду редоследом [4]:

- Развити непрекидни ток заснован на такту.
- Развити систем повлачења за контролу производње.
- Развити производни микс (*Heijunka*) и примењивати принцип континуалног побољшања.

Да би се будуће стање што боље испројектовало потребно је придржавати се и имплементирати [4]:

- **Време такта** – циљ је произвести онолико производа колико купац тражи, ништа више и ништа мање од тога. Рачуна се као количник укупног радног времена (смена/дан) са потребом купца и то време представља време такта.

- **Континуирани ток** - представља производњу једног производа, али тако да када се заврши једна операција на производу, он истовремено прелази на другу без чекања. Пројектовати континуирани ток где год је то могуће.
- **Изједначавање производног микса** - подразумева производњу различитих производа током радног времена у малим серијама. Најчешће се постиже променама предмета обраде код процеса. Проблем код изједначавања производног микса је честа промена алата на машинама али у *Lean* концепту су дефинисане метода применом којих је могуће смањити губитак времена промене и подешавање алата. Много је лакше производи производе у већим серијама како би избегла губитак времена услед промене алата и реорганизације производње, али велике серије изазивају озбиљне проблеме за непрекидни ток производње. Груписање истих производа и производња само једног производа у многоструке отежава брзину одговора на захтеве купца, јер купац мора дуго да чека на производ који жели да купи.
- **Хејунка** (изједначавање производног микса и обима) – када се одреди производни микс потребно је и одредити и константу величину која ће бити додавана процесу. Најчешће је то величина која одговара транспортном паковању. Ако би се покушало једноставно објаснити овакав поступак, узео се за пример да је транспортно паковање 20 комада а дневни такт 30 секунди. То значи да је потребно сваких 10 минута постати информацију процесу да произведе једно транспортно паковање. Овакав начин се назива и инкременталним поступком (*корак по корак*).
- **Сваки део сваки дан** - потребно је повећати могућност производње свих производа сваког дана. Смањивање времена потребног за замену алата и смањењем серија омогућује се производни микс. Циљ је да се време за промену алата сведе на мање од 10 минута и развијена је метода (*eng. Single Minute Exchange of a Die – SMED*), која користи аутоматизоване уређаје и сензоре за олакшавање замене и калибрације алата.

Када се заврши имплементација тока вредности и система повлачења у производни процес, прелази се на константно унапређење свих процеса применом поступка инкременталног побољшања који је познат под називом Кајзен алата. Добијањем више информација из система, добија се и прецизнија слика стања а самим тим је лакше увидети губитке у процесу. Може се рећи да је мапирање тока вредности и имплементација само први корак ка константном унапређењу процеса и откривању суштине *Lean* предузећа.

3.2 Инкрементално побољшање процеса

Кајзен у преводу значи континуално побољшање и састоји се од две јапанске речи „*Kai*” што значи континуалан и „*Zen*“ што значи побољшање [4]. Први пут након Другог светског рата менаџери у *Toyota* компанији су применили кругове квалитета у производим процесима. На то су делимично утицали професори са америчких универзитета који су проучавали бизнис и менаџмена квалитетом. Термин Кајзен постао је познат широм света кроз дела Масакија Имаиа [16].

Кајзен представља постепено и континуирано унапређење организације рада, квалитета производа и услуга, процеса, корпоративне културе, људских ресурса, односа са купцима и добављачима [10]. То је пројекат где крајњи резултат лежи у анализи и побољшању процеса [9]. Овакав приступ, пружа могућност у откривању грешака и преузимања корективних мера у решавању проблема. При томе ствара организацију која учи и развија своје лидере, а не криви појединце за своје грешке. Организација која учи нове начине учења, подиже сопствени ниво свести, учењем како развити нове вештине, знање и могућности [1].

Да би таква организација успела да се развија, неопходно је време, које ће помоћи запосленима да се прилагоде на промене у окружењу. Према речима Чарлса Дарвина: „Не опстају најјачи припадници једне врсте, нити најинтелигентнији, него они који се најбоље прилагођавају променама“. Према резултатима које постиже у ауто-индустрији, може се слободно рећи да је *Toyota* најбоља организација која учи. Методе и технике које се примењују, нису једини разлог успешног функционисања организације. Организација која учи кроз сопствене грешке, одређивањем корена узрока проблема, пружањем ефективних против мера, оснаживањем људи у имплементирању тих против мера, ширењем новог знања и подизањем свести [1].

Једна од највећих предности Кајзена, лежи у чињеници да је његова примена могућа у сваком процесу и на сваком радном месту. Са друге стране, један од највећих недостатка ове методе јесте постизање Кајзен културе. Постизање културе, може се сагледати се кроз мерење перформанси процеса, постепеним увођењем унапређења, где се појединац не истиче, а као најважнији сегмент истичу се радници, који не само да својим деловањем доносе новац организацији, већ имају најбољи визуелни преглед где се и колико често јављају проблеми који утичу на ефикасност [9]. Кајзен обухвата скуп различитих метода и поступака које се користе за континуирано и константно смањивање трошкова током одвијања процеса производње, као одговор на питање може ли се још боље или могу ли се трошкови производње још смањити, где и како? У основи Кајзена се налази квалитет и тежња ка континуираним унапређењима [6]. Кајзен је заснован **на пет основних *Gemba* принципа**. Кад год нешто не функционише, кад год се појави нека врста неусаглашености прво треба отићи у гембу. Други принцип може да се дефинише као провера *gembutsu*. Ако и даље не може да се открије разлог шта није у реду, поставити питање зашто и то не једном, већ пет пута. Често први одговор није и основни узрок. Трећи принцип се односи на предузимање привремених контрамера на лицу места. Као четврти принцип наводи се отклањање

узрока проблема. Последњи, пети принцип је да након што се пронађе узрок треба направити стандард како се то не би поновило [10].

Кајзен у основи садржи неколико **различитих догађаја**, који се разликују по учесницима, месту и дужини трајања [8]:

- **Кајзен догађај** – представља планиран и структуриран догађај који омогућује групи сарадника да унапреде одређене аспекте пословања. Пре актуелног догађаја, одабрано је место које је припремљено, а изабрани су лидер, тимови и проблем којим ће се бавити. Проблем је означен, циљ унапређења, активности и мере су изабране, одређени су датум и време. Основни циљ Кајзен догађаја циља на брзо откривање корена проблема као и фокусирање на брзо налажење и имплементирање решења.
- **Кајзен блиц** - представља планирани Кајзен догађај који се реализује у периоду од три до пет дана. Резултати овог Кајзен догађаја треба да доведу до повећања вредности и елиминисању активности које не дају вредност купцу у разматраном пословном процесу, пот-процесу или активности.
- **Кајзен супер блиц** - представља Кајзен догађај чијом се применом интензивно и брзо обавља унапређење након што је проблем детектован у процесу, делу опреме, производу и који је ограничен у трајању (у часовима).
- **Гемба Кајзен** - је Јапанска реч која представља „право место“ користи се у контексту побољшања пословног процеса и односи на активности које дају вредност на месту где се обавља производња.
- **Кајзен систем** - представља радикално унапређење процеса, како би се елиминисали губици који не дају вредност производу.

Суштина Кајзена јесте да обезбеди бар један ако не и више од следеће постављених циљева [4]:

- Посао постаје лакши
- Значајно умањење тешког рада
- Једноставније спровођење радних активности на послу
- Радне активности су безбедније по раднике
- Продуктивност је на вишем нивоу
- Унапређење нивоа квалитета производа или услуге
- Уштеда у новцу и времену



Слика 7. *PDCA* циклус [12]

Методологија примене Кајзена реализује се кроз *PDCA*. Шта је *PDCA*? Планирај, уради, провери и стандардизује (или *PDCA*) је један од кључних елемената у *Lean* производњи или за било какву врсту унапређења. [12]. Надаље је објашњен сваки корак овог циклуса.

Планирај

Први корак у *PDCA* циклусу је план. Као што само име каже, планира се шта ће се урадити. У зависности од пројекта, ово може бити највећи део напора у *PDCA*. Може се реализовати кроз велики број подкоракa у плану. Подкораци приликом креирања плана обухватају [12]:

- Дефинисање обима: Који се проблем посматра?
- Дефинисање циља: Шта се жели постићи? Који су циљеви?
- Анализа стања: Разумевање тренутне ситуације, разговор са запосленима, обилазак производног погона (*Genchi Genbutsu*) и прикупљање података
- Развој решења: Који приступ може помоћи у решавању проблема?
- Избор најбољег решења: Од различитих идеја, бира се оно које највише обећава уштеду новца

Уради

Други корак је реализација подкоракa дефинисаних у плану. Врло је вероватно да ће се појавити проблеми током реализације о којима се није размишљало [12]. Предузимају се мали кораци. Овај корак представља покушај, односно тестирање промене [10].

Провери

У трећем кораку постављају се питања: „Да ли имплементација одабраног решења заправо функционише? Да ли су остварени циљеви“ [12]? Испитивање резултата теста. Уколико је промена позитивно утицала и унапредила процес пословања, она се примењује на пословање. Ако промена није довела до жељених резултата, покушава се поново са неком другом променом [10].

Стандардизуј

Четврти и последњи корак увођење промене у стандардне радне процедуре. Примена промене на целокупно пословање [10].

3.2.1 Методе и технике Кајзена

Кајзен стратегија остварује се применом одређених метода и техника. Применом ових метода остварује се циљ унапређења свих процеса у компанији и амбијент за рад запослених, елиминисање све непотребне ствари и могућност појаве грешке се значајно смањује. Оно што је карактеристично за ове методе је да позитивно утичу и знатно олакшавају рад, а не захтевају велика финансијка улагања. Компанија која жели да опстане мора да ради на стратегији освајања нових и задржавања постојећих купаца. Кајзен је стратегија, усмерена ка потрошачима, односно, Кајзен је кишобран концепт (слика 8), који обухвата највећи део јединствено јапанских решења, која се данас врло брзо уводе у многе светске економије [10].



Слика 8. Кишобран концепт

3.2.2 Имплементација Кајзена

Увођење Кајзена зависи највише од корпоративне културе компаније. Неопходно је обавити одговарајуће припреме а то не захтева велика финансијска улагања. Први корак је спремност промене начина размишљања. Он се врши путем едукације и тренинга.

Треба обезбедити подршку стратегијских менаџера, а након њих и осталих запослених. Увођење и усмеравање треба да се одвија у смеру одозго-надоле, док предлози треба да долазе одоздо-нагоре, предлози побољшања обично долазе од људи који су најближи проблему. Имплементација Кајзена подразумева поштовање следећих корака [10]:

1. Одбацити старе конвенционалне идеје.
2. Размишљати на начин како урадити нешто, а не на начин зашто то не може бити урађено.
3. Не чинити изузетке и не тржити одговоре и оправдања. Почети од постављања питања о актуелним навикама, пракси и обичајима.
4. Не тражити, односно не захтевати савршенство.
5. Ако направиш грешку, не прикривај је већ је одмах покушај исправити и уколико је потребно треба тражити помоћ колега.
6. Не трошити новац на Кајзен, већ треба размишљати.
7. Мудрост се појављује на површини у тешким ситуацијама.
8. Тражити узрок свих проблема постављањем питања „зашто“ пет пута.
9. Тражити мишљење од десет различитих људи радије него само од једног.
10. Кајзен идеје су бесконачне.

Кајзен није једнократна појава, која се имплементира и доводи одједном до врхунских резултата. То је суптилан, непрекидни процес, који подразумева мале и непрестане промене. Када сви запослени од стратегијског менаџера до радника долаза на посао размишљајући како да повећају ефикасност, шта могу да учине да отклоне активности које не дају вредност и како да побољшају пословање, може се рећи да је Кајзеном стратегија у потпуности уведена у компанију.

3.3 Стандардизовани рад

Почетком двадесетог века, компанија Форд Мотор била је једна компанија у којој је била заступљена масовна производња. Овај тип производње је било могуће увести после увођења покретних трака (најједноставнији облик аутоматизације производње). Увођење покретних трака је између осталог омогућио да се рад радника стандардизује. Тојотин приступ стандардизованом раду, делимично је обликован од стране Хенрија Форда. Још утицајније од Хенрија Форда, била је методологија и филозофија америчке војне обуке у оквиру индустрије услуга (*Training within Industry - TWI*). У Тојоти детаљно посматрање и учење кроз рад су били под великим утицајем *TWI* програма и постали су окосница филозофије Тојотине стандардизације [1].

Термин стандардизовани рад представља комбинацију људи, процеса, материјала и технологије која заједно омогућује завршетак процеса рада. Одлична је полазна основа за за Кајзен или континуарно унапређење, документовањем најбоље праксе. Без стандардизације, не може се постићи ефикасан Кајзен и не може се постићи развој *Lean* менаџмент структуре која подржава континуарно побољшање. Као што је стандард рада побољшан, нови стандард рада постаје основа за даља побољшања. Унапређење стандардизованог рада је бесконачан процес [5].

Једна од најефикаснијих метода за производњу производа (или пружање услуге) остварује се уз баланс тока за жељени темпо производње. Развијање стандардизованог рада је једна од најтежих *Lean* дисциплина. Међутим ако се ефикасно развије, омогућује сваком да обавља посао без великих варијација у раду. Циљ стандардизације рада јесте да се смањи варијабилност у процесу, кроз документовање и обучавање радника (оператера) да се на најбољи начин изврши процес, уз постизање резултата у квалитету, безбедности, испоруци и трошковима [5].

Таиџи Оно отац *TPS* је једном изјавио: „Без стандардизованог рада, нема Кајзена“. Како се може кретати из тренутног стања у будуће жељено стање ако је тренутно стање покретна мета? Документовање стандардизованог рада је најбољи тренинг за обављање задатка у процесу и омогућује да га сви примењују, а то је предуслов за унапређење. Увођење стандардизованог рада омогућује да се спремно изврши индентификација губитака, развијање решења проблема и омогућује запосленима да прате најбољи начин да се обаве задаци у процесу [5]. Постоји много разлога који су бенефити стандардизованог рада, ово су неки од њих [13]:

- Осигурава да се сав рад обавља на тренутно најбољи начин
- Поједностављује и убрзава обуку
- Унапређује квалитет и повећава задовољство купца
- Смањује грешке и губитак времена
- Резултате представља предвидим и мерљивим
- Помаже финансијке тимове око трошкова и презицих цена
- Омогућава организацији да брзо напредује
- Ставља фокус на процес, не на особу
- Прави унапређење лакше и брже
- Поједностављује решавање проблема
- Подстиче ангажовање запослених и њихову одговорност
- Олакшава менаџерима и лидерима да се фокусирају на стратешке циљеве
- Смањује стрес у радном окружењу
- Охрабрује флексибилност и креативност

Имати стандардизовани рад на свом месту значи стварање документоване основе помоћу које се лакше визуелно види потенцијални проблем који се јавља у процесу. Ревизијом стандарда потврђује се да ли се стандард прати и да ли је то најбољи тренинг у том тренутку. Када је операциона листа стандардизованог рада на свом месту, он постаје основа за будућа побољшања. Када се размишља о проблемима који се јављају у процесу, извор проблема се своди на три услова [14]:

- Недостатак стандарда
- Стандард није праћен
- Стандард захтева побољшање

Процес за развијање стандардизованог рада укључује осам корака [5]:

- Оснивање тима за унапређење процеса
- Одређивање времена такта
- Одређивање времена циклуса операције
- Одређивање радног елемента
- Одређивање стандардне количине рада за напредак процеса
- Припрема стандардног дијаграма процеса рада
- Припрема стандардног радног листа
- Континуирано унапређење стандардних операција

3.3.0 Кораци увођења стандардизованог рада у производни процес

Стандардизовани рад је могуће реализовати кроз одређен број корака који су детаљно приказани у овој Секцији.

3.3.1 Први корак: Оснивање тима за унапређење процеса

У појединим компанијама је заступљен приступ одозго-надоле приликом развоја стандардних операција: самостално надгледање и одређивање радних задатака који ће бити реализовани од стране радника и када. Са друге стране, постоје компаније које верују да приликом развоја стандардних операција, у првом реду треба укључити искључиво раднике који имају проницљив увид у то како се рад обавља. Најбољи приступ је тимски приступ. Укључивање свих запослених који имају утицај на процес рада у развој стандардне операција за процес [5].

3.3.2 Други корак: Одређивање времена такта

Време такта је укупно доступно радно време по дану (или смени), подељено према потражњи купца захтевано по дану (или смени). Време такта омогућује балансирање брзине учинка производње да одговара темпу захтевима потражње од стране купца. Математичка формула за одређивање времена такта [5]:

$$\text{Време такта} = \frac{\text{доступно дневно време производње}}{\text{потребна дневна количина}}$$

3.3.3 Трећи корак: Одређивање времена циклуса рада

Време рада је време потребно да се заврше задаци неопходни у процесу рада. Важна чињеница за процес рада је да време рада може или не мора бити једнако времену такта. Табела капацитета процеса (слика 9) је користан алат са прикупљање информација о радном елементу операције који чине процес рада и време неопходно да

се обави операција. На крају крајева табела процеса рада може помоћи у одређивању капацитета машине и оператера. Кораци за креирање табеле капацитета процеса обухватају [5]:

1. Унети име линије/ћелије.
2. Снимање укупног радног времена по смени.
3. Унети број смена.
4. Запис максималног излаза производа по смени.
5. Унети број радног елемента сваког корака обраде извршеног на мањем делу или производу.
6. Снимање дескрипције операције, који је процес извршен на делу или производу.
7. Унети број (уколико је применљив) машине која врши процес.
8. Снимање времена кретања, приближно време између краја једног процеса и почетка следећег процеса.
9. Унети физичко време, односно време у којем оператер мора да изврши физички рад на машини док механички рад машине није активиран. Физичко време обухвата време потребно за истовар обрађеног дела из машине; постављање новог недовршеног дела за машинску обраду и поново покретање машине.
10. Снимање механичког времена, време потребно за машину да изврши операцију механички од тренутка када је активиран тастер за почетак машинске обраде до тренутка када је производ спреман за транспорт.
11. Израчунавање укупног времена додавањем физичко и механичког времена.
12. Унети број комада по промени, укупан број делова или производа коју машина типично производи пре него што се њени алати мењају због појаве хабања.
13. Снимање времена промене алата: укупно време потребно за физичку измену алата/главе. Ово је време које захтева промену алата због појаве хабања током производње.
14. Израчунати време по комаду: време за промену алата подељено са временом промене по комаду
15. Унети производни капацитет по смени (такође познат као укупни капацитет). Ово је укупан број јединица који се може произвести током слободних сати по смени или по дану.
16. Снимити време такта процеса рада користећи математичку формулу раније приказану у овом поглављу

17. Израчунавање укупног капацитета процеса додавањем времена да се процес заврши и времена по комаду

Табела капацитета процеса											
Табела капацитета процеса							Датум: 02/10		Страна 1/1		
Део број:	Линија/Телпја Име	Укупан рад Време/Смена	Број смена	Максималан излаз по смени	Припремно: А. Томас						
					Менаџер	Супервизор			Тим		
P45TC	Шкољка Мфг	480 минута	1	27,000	Р. Џонс	С. Смит			Шкољка тим		
Корак	Опис операције	Број машине	Време ходања	Време обраде			Време промене алата				Капацитет производње по смени
				Мануелно	Аутоматско	Укупно време	Комади по	Време промен	Време по	Време Такта	
10	Резање шипке	8125-Б	5м		1с	1с	1	5м	5м		27,900
20	Шкољка машине	8130-Ц	5м		5с	5с	10	60м	6м		36,000
30	Навој шкољке	8199-А	5м		2с	2с	1	10м	10м		13,500
	Навој шкољке	8198-Ц	5м		2с	2с	1	10м	10м		13,500
40	Жица за заваривање	8170-А	5м		1с	1с	1	5м	5м		27,900

Слика 9. Табела капацитета процеса [5]

3.3.4 Четврти корак: Одређивање радног елемента

Радна елемент пружа запосленима тачан редослед активности за извршење њихових задатака. Комбиновани графикон (слика 10) за стандардне операције, пружа тиму за унапређење процеса могућност за проучавање радних елемената за све процесе рада. Време чекања није укључено у табелу капацитета јер радник у стању мировања и време немају утицаја на аутоматизоване активности или капацитет процеса. Са друге стране, време чекања је урачунато у стандарде операције и видљиво је на графикону. Потребно је индентификовати време мировања током којег би радник могао да обавља другу врсту задатака као што је екстерно подешавање, руковање материјалом или инспекција квалитета производа. Циљ је елиминација чекања које се јавља у процесу. Кораци за формирање комбинованог дијаграма стандардизованих операција су [5]:

1. Први корак укључује основне информације:

- Датум праћења радног процеса
- Број страна (Уколико је графикон већи од једне стране)
- Опис опреме
- Име одговорне особе која прикупља податке
- Број/Име производа или дела који се производи
- Назив процеса или активности која се прати
- Број или име машине
- Број или име радне ћелије

- Укупни капацитет процеса
 - Време такта процеса и захтевани излаз за одређени период (по дану/смени)
2. Разлика између времена такта и времена операције у радном процесу
 3. Навести врсту јединице у којој се мери радна активност.
 4. Црвеном линијом означити време такта
 5. Секвенцијални број сваког оперативног корака укључује: Мануелне операције; Аутоматске операције; Време кретања од једне до друге локације; Време проведено на чекању
 6. Навести краћи опис за сваки корак који се дешава током операције
 7. Навести време за завршетак сваког корака у одговарајућој колони
 8. Хоризонтална линија представља следеће смернице на графикону:
 - Дужина линије треба да буде једнака трајању корака
 - Тип линије треба да одговара типу активности
 - Сваки тип линије представити другом бојом што ће олакшати читање на графикону
 - Свака линија која се нацрта започиње у тачки на вертикалној временској линији која одговара стварном почетку активности. Требало би да се заврши у стварном времену када се активност завршава.



Слика 10. Комбиновани графикон [5]

3.3.5 Пети корак: Дефинисање нивоа потребног рада за унапређење процеса

Ниво рада потребан за унапређење процеса представља минималан ниво рада који мора бити реализован различитих процеса. Без ове количине завршеног рада, немогуће је синхронизовати радне задатке. Приликом одређивања нивоа потребног рада за унапређење процеса, треба размотрити следеће тачке [5]:

1. Покушати садржати што мању количину рада
2. Уверити се да је изабрана количина рада погодна за покривање времена потребног за време заштите од потенцијалних грешака и осигурање квалитета производа
3. Уверити се да количина рада омогућава свим запосленима да лако и безбедно рукују деловима и материјалима између радних операција

3.3.6 Шести корак: Припрема стандардног дијаграма процеса рада

Дијаграм радног тока (слика 11) приказује тренутни изглед, кретање материјала и радника током радних процеса. Овакав дијаграм помаже у планирању будућих побољшања. Информације у дијаграму радног процеса допуњују информације у табели капацитета процеса и стандардном комбинацијском графикону. Када се комбинују, подаци у ове три табеле служе као добра основа за развој стандардног радног листа.

Кораци за комплетирање дијаграма радног тока су [5]:

1. На врху дијаграма назначити следеће:
 - Почетне и крајње тачке које се мапирају
 - Датум када се активност мапира. Име одговорне особе која попуњава дијаграм
 - Име/број дела или производа који се производи
2. Скицирање радног места за радни процес, приказујући све објекте који су директно укључени у процес
3. Навести редослед радних секвенци набрајањем објеката по редоследу који се користи током активности
4. Повезивање и уписивање бројева објеката помоћу стрелица, почевши од броја 1
Коришћењем стрелица означити правац радног тока
5. Испрекиданом стрелицом повезати објекат са највећим објектом на објекат број 1. Ова стрелица означава повратак на почетак производног циклуса
6. Поставите дијамантски симбол (◆) у сваком објекту који захтева проверу квалитета

7. Поставите знак за укрштање (†) у сваком објекту где су потребне мере предострожности или провере. Посебно обратите пажњу на објекте који укључују ротирајуће делове, сечива или тачке
8. Поставите звездицу (*) на сваку локацију где је нормално да се акумулира утврђена мера залиха. У односу на звездицу, означите величину залиха - мерено бројем, тежином, количином и тако даље
9. Такође унесите укупну величину залиха у кутију "Број урађених комада".
10. Унесите време такта за операцију у пољу "*Takt Time*". Израчунати време такта користећи математичку формулу приказану у кораку 2 развијене процедуре.
11. Унети време потребно за завршетак једног циклуса активности у оквиру "Време операције".



Слика 11. Дијаграм радног тока [5]

3.3.7 Седми корак: Припрема стандардног радног листа

За стандардне радне листе (слика 12) постоје бројни и различити формати. Изглед стандардне радне листе треба да садржи следеће компоненте [5]:

1. Назив процеса
2. Назив дела или производа
3. Време такта
4. Време операције
5. Датум одобрења
6. Ниво ревизије

Одељак радног елемента треба да садржи следеће [5]:

1. Број елемента
2. Опис задатка
3. Физичко време
4. Механичко време
5. Време ходања
6. Захтеве инвентара
7. Кључне тачке
8. Мере безбедности
9. Сродне процедуре посла

Стандардни операциони лист					
Заглавље:				Дијаграм тока	
Радна секвенца					
Информације прикупљене из табле капацитета процеса и комбинованог графика стандардизованих операција:					
#	Опис	Време	Залихе		Безбедност/Друго
Подножје:					

Слика 12. Стандардна операциона листа [5]

3.3.8 Осми корак: Континуално унапређење стандардних операција

Након комплетирања стандардне радне листе, неопходно је извршити обуку запослених на које је утицала промена у радном процесу. Кроз стална побољшања стандардних операција, организација може систематски избацити отпад и смањити трошкове. Периодичним прегледом стандардних радних листи може се обезбедити да се запослени прецизно придржавају прописаних стандарда [5].

Иако стандардизовани рад доприноси одржању постојећих *Lean* постигнућа и истовремено представља основу за постизање даљих унапређења, она представља прецизно дефинисања начина и поступака обављања операција, тј. њихово стандардизовање са циљем да се исте активности обављају сваки пут на исти начин. Стандардизацијом начина рада ствара се платформа за утврђивање узрока варијација у процесима као извора непотребног трошења, чиме се креира основа за планирање начина њиховог елиминисања [3].

4.0 Студија случаја унапређења процеса производње у компанији Wacker Neuson у Крагујевцу

Wacker Neuson SE (слика 13) је водећа компанија у свету у области производње грађевинских машина и уређаја. Тренутно имају 3.200 запослених у преко 30 предузећа заступају преко 180 продајних и сервисних центара широм света. *Wacker Neuson* Крагујевац д.о.о део је интернационалне групе *Wacker Neuson SE*, са централом у Минхену (Немачка) која се бави производњом грађевинских машина као и целокупне машинске опреме која је потребна у грађевинској индустрији. *Wacker Neuson* Крагујевац д.о.о се бави производњом кључних компоненти (заварених конструкција) за грађевинске машине.



Слика 13. Wacker Neuson SE

Идеја за стварање нових или побољшање постојећих процеса може настати из унутрашњих и спољашњих извора. Предлози који потичу из унутрашњих извора потичу од руководиоца, инжењера, техничког особља које ради у разматраном производном систему. Спољашњи предлози потичу од наручиоца, понуда других произвођача или истраживачких организација, предлога других предузећа, итд.

Пример се односи на унапређење процеса на линији четрнаест, за производ под називом *Hubrahmen*. Линија која у последње 3 године садржи исти систем рада који није мењан из разлога што количине које се производе задовољавају захтев купца, од осам до девет производа у једној смени се производи током пет дана у недељи. Разлог за унапређење процеса лежи у чињеници да у наредној 2016 години купац има повећан ниво потражње.

Кроз овај пример, објаснићемо утицаје *Lean* алата на организацију кроз унапређење процеса. Како, колико и шта се заправо постиже коришћењем различитих алата у оквиру проблема којим се бави организација, утиче на сами циљ који је постављен. Алати који се користе у овим примерима, приказују праву снагу која чини да *Toyota* буде оно што јесте у свету индустрије, а то је водећа организација не само у производњи производа, већ и у развоју људи који раде унутар ње уз напомену да се *Lean* у компанији *Wacker Neuson* Крагујевац д.о.о спроводи од априла 2015 године.

4.1 Састанак

Након завршетка колективног одмора половином августа 2015 године, из седишта корпорације Линц (Аустрија) послат је мејл о повећаној потражњи производа *Hubrahmen* за следећу годину. Линија четрнаест на којој се израђује производ *Hubrahmen* садржи девет производа који се разликују по мерама отвора, дужини, дебљини полупроизвода који се користе приликом израде. Лајн лидер линије четрнаест је Ђорђе Стаменковић поред кога је још седам радника који учествују у изради производа и уз то производ се у одређеном делу израде транспортује на део операције где се обавља машинирање отвора код машине Зајер.

Тема разговора на редовном састанку производње који се обавља свако јутро у 08:15 била је повећана потражња производа *Hubrahmen* за 2016 годину. Утврђено је да се у наредних тридесет дана на линији четрнаест *Lean* тим прикупи податке који садрже; времена радног циклуса, слике радног циклуса, израда радних инструкција А3 и А4 формата које морају да стоје у радном делу сваке операције на видљивом месту и у електронском облику заједничком фолдеру коме ће приступ имати искључиво лајн лидер и *Lean* тим. Менаџер *Lean* тима Иван Стојиљковић и његов асистент Мирко Поледица у сарадњи са лајн лидером линије четрнаест Ђорђем Стаменковић, утврдили су систем праћења операција на линији у наредном периоду како би се подаци прикупили и проследили менаџменту на анализу.

4.2 Утврђивање тренутног стања

Крајем септембра одржан је састанак у коме су присуствовали *Lean* тим, лајн лидер линије четрнаест и менаџер производње. Током обраде свих прикупљених података идентификовано је *уско грло* на линији, операција заваривање 1 где је време потребно за заваривање одређеног дела производа потребно 56 минута (слика 14). Установљено је да се на појединим местима, операције не обављају према радним инструкцијама које су дефинисане од стране радника са линије и лајн лидера. Поред наведених проблема, утврђени су проблеми квалитета појединих позиција полупроизвода због проблема са савијањем на преси који се користе приликом склапања производа као и подешавање јачине струје приликом заваривања. Радна инструкција А3 (слика 15) и А4 формата су израђена и окачена у радном делу сваке операције, укључујући и операцију машинирање. Сви прикупљени подаци су електронски спаковани у заједничку датотеку Л14.

Слика 14. Времена операција за линију четрнаест

Слика 15. Радна инструкција након утврђивања тренутног стања

4.3 Идеја за унапређење

Почетком октобра одржана су два састанка. Први од два састанка одржао је *Lean* тим где су се разматрале могућности о потенцијалним унапређењима на линији четрнаест. Са друге стране, одржан је састанак на линији четрнаест где се детаљно и отворено разговарало о проблемима са којима се суочавају радници. Стандардизовани рад је у великој мери помогао стабилизовање процеса на линији, пружио могућност да скривени проблеми испливају на површину и самим тим пружио визуелни приказ тренутног стања на линији. Предлагане су различите идеје, од измене процеса заваривања, обучавања радника, па све до израде конструкције новог алата у коме би се обављало заваривање. Поучени претходним искуством приликом примене једног од *Lean* алата, *Lean* тим предлаже Кајзен (слика 16) за унапређење процеса производње за линију четрнаест.

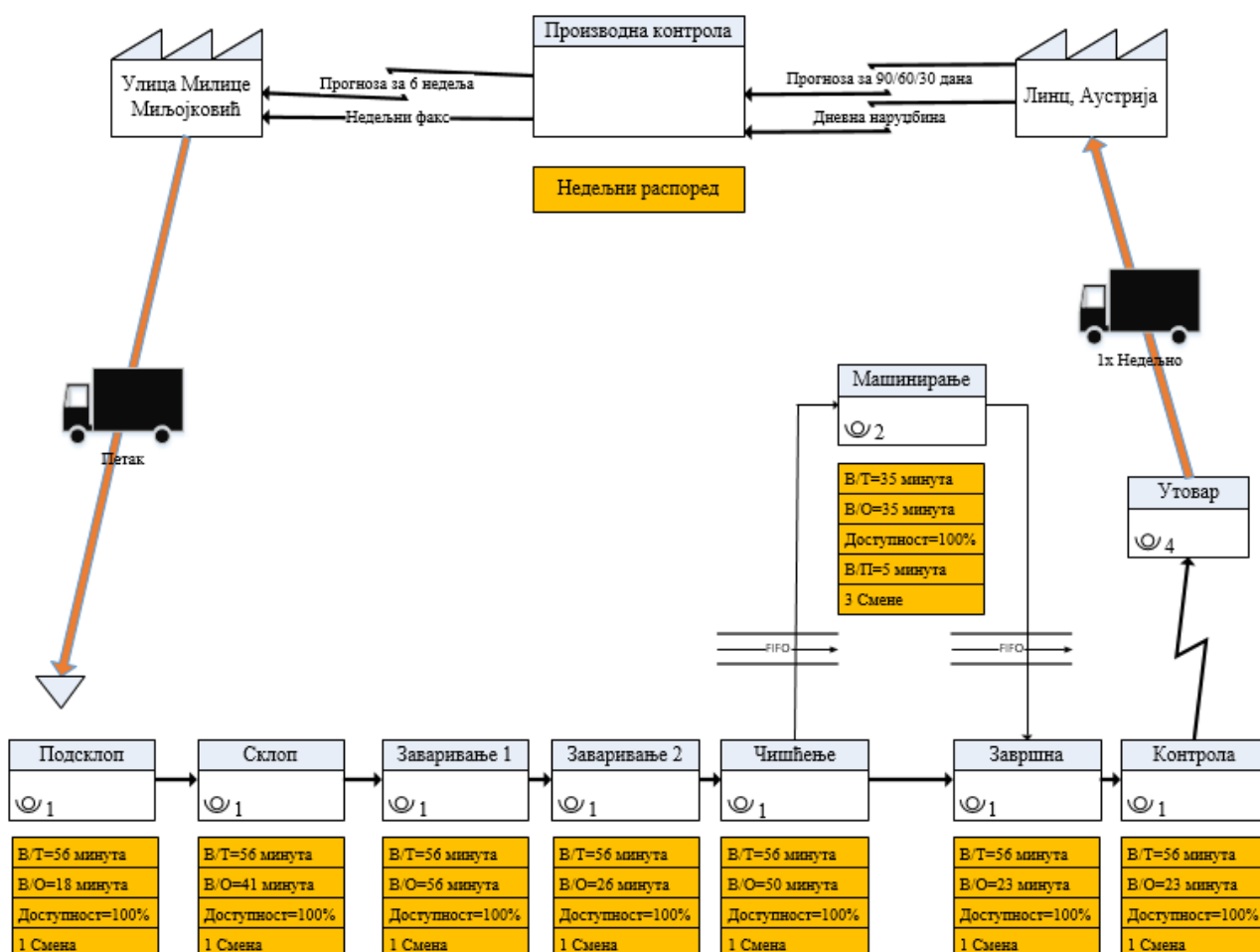
Кајзен		Кајзен број: 2767	Тим:		Циљ	Тренутно																																														
Фабрика Одељење: ВНК/ПСК	☐ Безбедност ЗНР	☐ Животна средина	1. Ђорђе Стаменковић	Старт-датум																																																
Зона/Радна станица: Зона А/Линија 14	☐ Енергија	☐ Организација радног места	2. Иван Стојановић	Крај-датум																																																
Креирао: Мирко Попелица	☐ Квалитет	☐ Одржавање	3. Александар Ђукић	(+) Корист																																																
Кајзен-Лидер: Мирко Попелица	☐ Логистика	☐ Процес	4. Ратислав Стојић	(-) Трошак (једнократни)																																																
			5. Иван Стојковић	(*) Уштеда																																																
ШТА је проблем? (Која производна серија/компонента, комад, позиција/процес је погођен овим проблемом?) Проблем је недостатак капацитета на линији 14/производ Хубразмен/процес заваривања. ГДЕ се проблем јавља/је детектован? КО је детектовао проблем? Проблем се јавља на линији/Детектовао га је Менаџер производње КАДА се јавља /од КАДА проблем постоји? Проблем се јавља од тренутка када су наручене количине за 2016 годину повећане КОЈИ тренд има проблем? КОЈА је фреквенција тог проблема (дневно/недељно/месечно/годишње)? Тренд - растући, фреквенција - дневно ШТА је резултујући губитак? КОЛИКО велики је резултујући губитак? [РСДЕУР] Резултујући губитак у овом тренутку је мањак од 5000е на недељном нивоу, 20000е на месечном нивоу. КОЈЕ особе/одељење су потребне/да би се проблем решио? Менаџер производње, линиј лидер, радници са линије четрнаест и лин тим Систем/процес /будући-садашњи процес (скица/опис): Циљ: (Smart) Успостављање времена такта=45 минута Нула рекламација Поштовање процедуре радних инструкција Квалитет Безбедност на раду Листа могућих узрока: Недостатак радних инструкција Непоштовање процедуре радних инструкција Неоубаченост радника Мањак капацитета за израду више производа Баланс линије Узрок проблема: Процес заваривања Опис планираног решења и тренутне акције: Примена лин алата уз одређене измене процеса и балансирање линије на основу измерених времена након промене у процесу			Активности и корективне мере <table border="1"> <thead> <tr> <th>Активности и корективне мере</th> <th>Одговорна особа</th> <th>Датум</th> <th>Статус</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Израда тренутног стања мале тока вредности</td> <td>Мирко Попелица/Иван Стојковић</td> <td>10.10.2015</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2. Израда будућег стања мале тока вредности</td> <td>Мирко Попелица/Иван Стојковић</td> <td>10.10.2015</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3. Измена процеса заваривања 1 и заваривања 2</td> <td>Мирко Попелица/Иван Стојковић</td> <td>20.10.2015</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4. Измена радних инструкција</td> <td>Мирко Попелица</td> <td>30.10.2015</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5. Балансирање линије</td> <td>Мирко Попелица/Ђорђе Стаменковић</td> <td>15.11.2015</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>8</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>9</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> Опис примењеног решења: Да ли је циљ остварен (укључујући трошак/корист/калкулацију)? Потпис лидера подручја на коме се јавља проблем: Шта је потребно урадити да би решење било одрживо и да би се проширило на друга подручја? (Обука, SOP, OPL...)		Активности и корективне мере	Одговорна особа	Датум	Статус	1. Израда тренутног стања мале тока вредности	Мирко Попелица/Иван Стојковић	10.10.2015		2. Израда будућег стања мале тока вредности	Мирко Попелица/Иван Стојковић	10.10.2015		3. Измена процеса заваривања 1 и заваривања 2	Мирко Попелица/Иван Стојковић	20.10.2015		4. Измена радних инструкција	Мирко Попелица	30.10.2015		5. Балансирање линије	Мирко Попелица/Ђорђе Стаменковић	15.11.2015		6				7				8				9				Потпис одговорних особа. Сkenирати и поставити у Кајзен базу података након завршетка Кајзена! <table border="1"> <thead> <tr> <th>Потпис Кајзен лидера:</th> <th>Потпис руководиоца одељења:</th> <th>Потпис Лин (LEAN) тима:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Мирко Попелица</td> <td>Ђорђе Стаменковић</td> <td>Иван Стојковић</td> </tr> </tbody> </table>		Потпис Кајзен лидера:	Потпис руководиоца одељења:	Потпис Лин (LEAN) тима:	Мирко Попелица	Ђорђе Стаменковић	Иван Стојковић
			Активности и корективне мере	Одговорна особа	Датум	Статус																																														
			1. Израда тренутног стања мале тока вредности	Мирко Попелица/Иван Стојковић	10.10.2015																																															
			2. Израда будућег стања мале тока вредности	Мирко Попелица/Иван Стојковић	10.10.2015																																															
			3. Измена процеса заваривања 1 и заваривања 2	Мирко Попелица/Иван Стојковић	20.10.2015																																															
			4. Измена радних инструкција	Мирко Попелица	30.10.2015																																															
			5. Балансирање линије	Мирко Попелица/Ђорђе Стаменковић	15.11.2015																																															
			6																																																	
			7																																																	
			8																																																	
9																																																				
Потпис Кајзен лидера:	Потпис руководиоца одељења:	Потпис Лин (LEAN) тима:																																																		
Мирко Попелица	Ђорђе Стаменковић	Иван Стојковић																																																		
Провера (CHECK) Да ли је циљ остварен (укључујући трошак/корист/калкулацију)? Потпис лидера подручја на коме се јавља проблем: Шта је потребно урадити да би решење било одрживо и да би се проширило на друга подручја? (Обука, SOP, OPL...)		Потпис одговорних особа. Сkenирати и поставити у Кајзен базу података након завршетка Кајзена! <table border="1"> <thead> <tr> <th>Потпис Кајзен лидера:</th> <th>Потпис руководиоца одељења:</th> <th>Потпис Лин (LEAN) тима:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Мирко Попелица</td> <td>Ђорђе Стаменковић</td> <td>Иван Стојковић</td> </tr> </tbody> </table>		Потпис Кајзен лидера:	Потпис руководиоца одељења:	Потпис Лин (LEAN) тима:	Мирко Попелица	Ђорђе Стаменковић	Иван Стојковић																																											
Потпис Кајзен лидера:	Потпис руководиоца одељења:	Потпис Лин (LEAN) тима:																																																		
Мирко Попелица	Ђорђе Стаменковић	Иван Стојковић																																																		
Стандардизација (A3) Шта је потребно урадити да би решење било одрживо и да би се проширило на друга подручја? (Обука, SOP, OPL...)		Потпис одговорних особа. Сkenирати и поставити у Кајзен базу података након завршетка Кајзена! <table border="1"> <thead> <tr> <th>Потпис Кајзен лидера:</th> <th>Потпис руководиоца одељења:</th> <th>Потпис Лин (LEAN) тима:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Мирко Попелица</td> <td>Ђорђе Стаменковић</td> <td>Иван Стојковић</td> </tr> </tbody> </table>		Потпис Кајзен лидера:	Потпис руководиоца одељења:	Потпис Лин (LEAN) тима:	Мирко Попелица	Ђорђе Стаменковић	Иван Стојковић																																											
Потпис Кајзен лидера:	Потпис руководиоца одељења:	Потпис Лин (LEAN) тима:																																																		
Мирко Попелица	Ђорђе Стаменковић	Иван Стојковић																																																		

Слика 16. Кајзен

Кајзен 2767 се налази у фази „Уради“. Детектован је проблем на линији четрнаест од стране менаџера производње који помно прати продуктивност и ефикасност линије. Постављени су циљеви у том правцу ће се кретати будући кораци применом одређених *Lean* алата. Један од потенцијалних узорака проблема који се јављају на линији јесте процес заваривања а као главни проблем означен је баланс линије.

4.4 Израда мапе тренутног стања

Након што је откривен узрок проблема, дефинисани су кораци који су неопходни у даљем унапређењу линије четрнаест. Приликом израде мапе тренутног стања, скициран је велики цртеж на хамеру који приказује цео ток производње од момента када стиже захтев за повећану количину производа, преко операција које су неопходне па све до утовара и транспорта готових производа (слика 17).

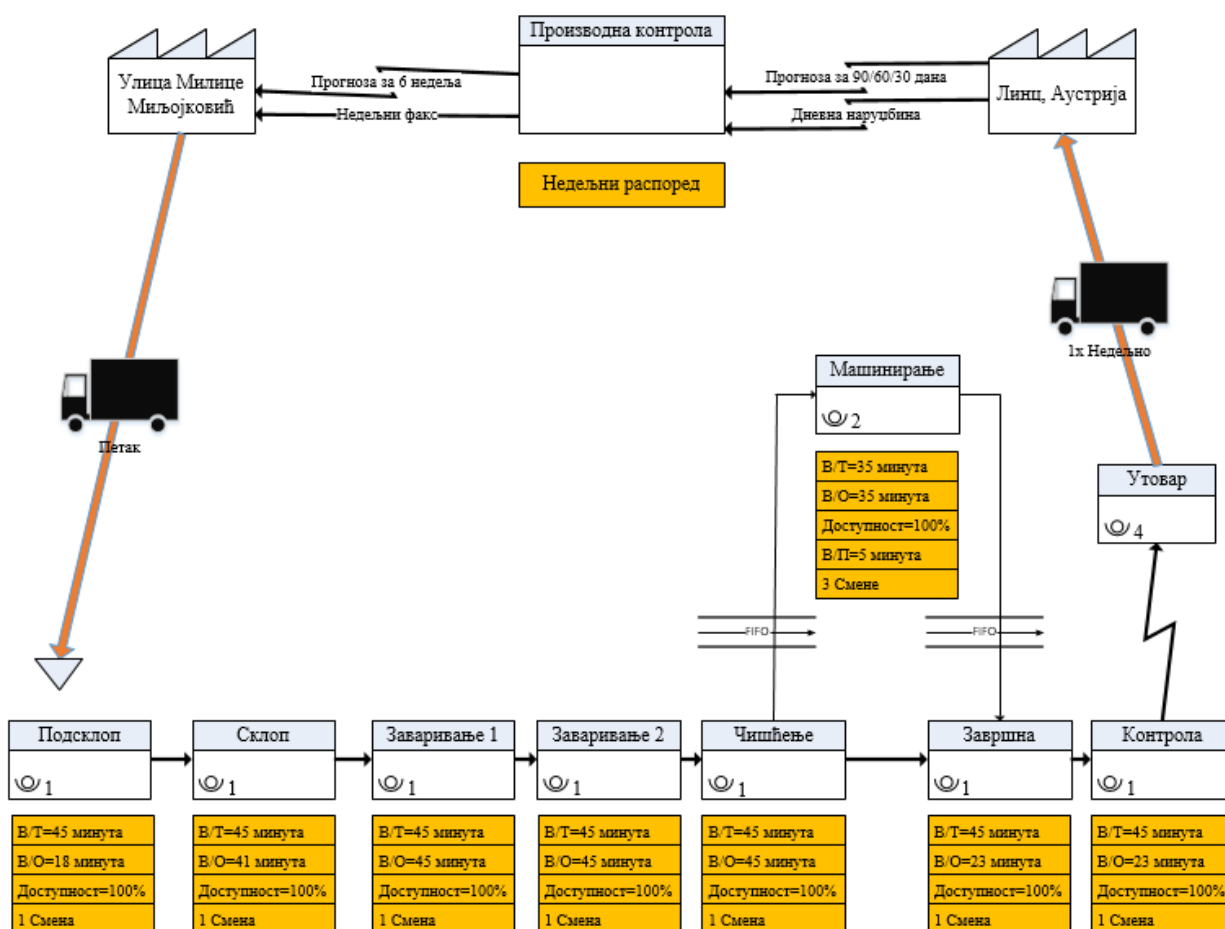


Слика 17. Мапа тренутног стања

У моменту када је послат захтев, линија је производила 8 производа по смени, време такта износи 56 минута, подсклоп је најбржа операција која се обавља и износи 18 минута, са друге стране заваривање 1 је најспорија операција односно операција која ради у такту. Од осталих операција, чишћење и склапање раде брже од потребе такта а уз њих операције завршна и контрола која по својој брзини су ближе времену операције подсклопа. Између операције чишћење и завршна обрада производ одлази на машинирање, па се затим враћа на линију. Након операције контрола, производ се транспортује и одлази у халу готових производа (пета хала).

4.5 Израда мапе будућег стања

Изработом мапе тренутног стања уочљивија је шира слика која приказује комплетан ток процеса, од момента поручивања до тренутка транспорта производа. Попут стандардизације рада, израда мапе се показала као одличан *Lean* алат за визуелизацију. Мапа заправо представља надоградњу стандардизације која визуелно приказује целокупно стање процеса у једном систему. У изради тренутног као и будућег стања (слика 18), задужење је припало *Lean* тиму. Пре израде мапе тренутног стања, одржан је тренинг са свим лајн лидерима и менаџерима производње, где су представљени неки од *Lean* алата као увод у подизање свести на нивоу комплетне производње. Конкретно за линију четрнаест, алати попут кајзена, стандардизованог рада и мапирања тока вредности.

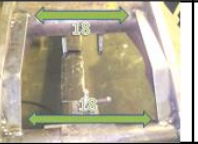
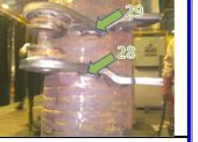
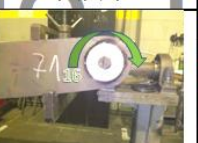
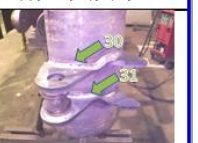
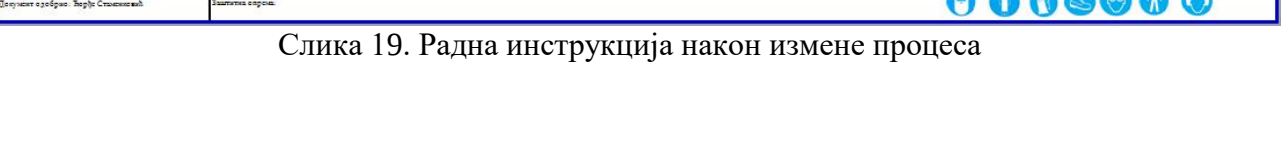


Слика 18. Мапа будућег стања

На основу искуства које има, менаџер и главни одговорни у *Lean* тиму Иван Стојиљковић, предлаже примену тока једног комада (*one piece flow*), како би сви проблеми испливали на површину. Узимајући у обзир да поједине операције су дупло мање од времена такта, фокус је пребачен на операције заваривање 1, заваривање 2 због великог времена чекања између операција и операција чишћења која је дупло дужа од последње две операције.

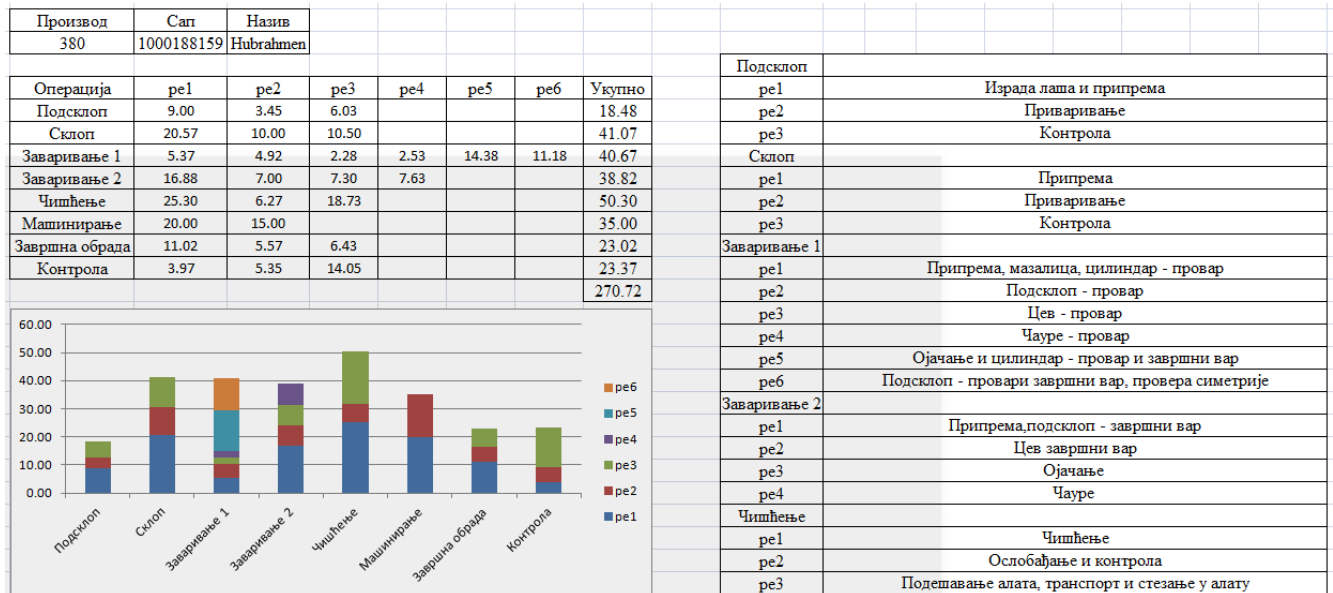
4.6 Измена процеса заваривање један и заваривање два

У току израде радних инструкција на линији четрнаест, прикупљени су подаци који приказују бољу слику и преглед линије. Мирко Поледица је био задужен за израду радних инструкција и прикупљање података, а самим тим и главни одговорни за измену, поред запослених са линије. У сарадњи са заваривачем линије четрнаест Иваном Стојановићем задуженим за операцију заваривање 1 и Лазаром Милојевићем за операцију заваривање 2, пронађено је конструктивно решење. Радна инструкција се састоји од радних елемената, сваки радни елемент има кључне кораке који су неопходни да би се одређени део операције извршио, а у оквиру сваког радног елемента се налази текст који објашњава поступак који се може видети на слици (слика 19). Сабирањем времена сваког радног елемента добија се укупно време потребно за израду производа. Прерасподелом одређених корака радних елемената између заваривања 1 и 2, измењен је процес а самим тим и време потребно за заваривање производа.

Назив производа (линије)					
См број: 1000188129					
Број производа					
Датум: 10.12.2018					
Од датум: 10.12.2018					
До датум:					
Име и презиме: Иван Стојановић					
Потпис:					
Примена: Делатница 1					
Провера, навлака и циклажа (прекар)	Поклопа (прекар)	Цик (прекар)	Чатре (прекар)	Општа и циклажа (прекар и заваривачи)	Поклопа (прекар и заваривачи) и провера конструкције
РЕ1 01-02	РЕ1 04-05	РЕ3 02-07	РЕ4 03-03	РЕ5 14-03	РЕ6 16-03
Провера и постављање навлака са ципом из друге производне линије (бр 11)	Поклопање прекарних поклопа (бр 6) - кар 04	Поклопање прекарних цип (бр 10) - кар 04	Поклопање прекарних чатре са једне стране (бр 14) - кар 04	Општа на једну страну и провера навлака (бр 13)	Провера поклопа са спољашње стране (бр 26) и заваривачи (бр 27)
					
Провера циклажа са спољашње стране (бр 2) и заваривачи (бр 3)	Општа на другу страну и поклопање прекарних поклопа (бр 7) - кар 04	Општа на другу страну и поклопање прекарних цип (бр 11) - кар 04	Поклопање прекарних чатре са друге стране (бр 15) - кар 04	Заваривачи врх и цип (бр 06)	Провера поклопа са спољашње стране (бр 26) и заваривачи (бр 27)
					
Промена положаја и провера циклажа са спољашње стране (бр 4) и заваривачи (бр 5)	Општа на другу страну и поклопање прекарних поклопа (бр 8) - кар 04	Општа на другу страну и поклопање прекарних цип (бр 12) - кар 04	Општа на другу страну и провера чатре са друге стране (бр 16) - кар 04	Општа на другу страну, заваривачи врх и цип (бр 20)	Заваривачи врх поклопа са спољашње стране (бр 30) и заваривачи (бр 31) - кар 04
					
Заваривачи врх и цип (бр 21) и циклажа (бр 22) - кар 04					
					
Заваривачи врх и цип (бр 23) и цип (бр 24) - кар 04					
					
Провера конструкције поклопа (бр 24) и цип (бр 31) са обе стране - довољно одступања 6 мм. Транспортирање (бр 32) - кар 04					
					
Документ одобрио: Мирко Стојановић					
Заваривачи:					

Слика 19. Радна инструкција након измене процеса

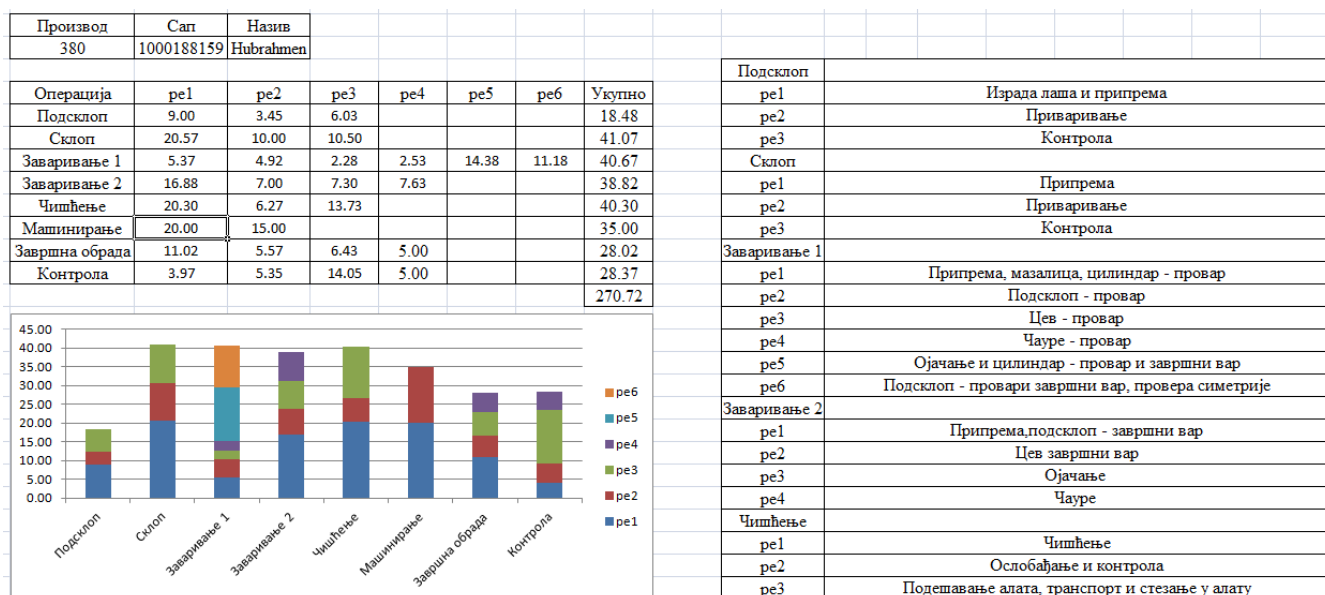
Изменом процеса, измењене су и радне инструкција формата А3 и А4. Првобитна времена која су измерена за операције заваривање 1 и 2 су се променила, табела времена сада приказује уједначење између ове две операције док са друге стране уско грло производње постаје операције чишћење са својих педесет минута што и даље није довољно да линија четрнаест произведе десет производа у смени, у овом тренутку 9 производа је максимум (слика 20).



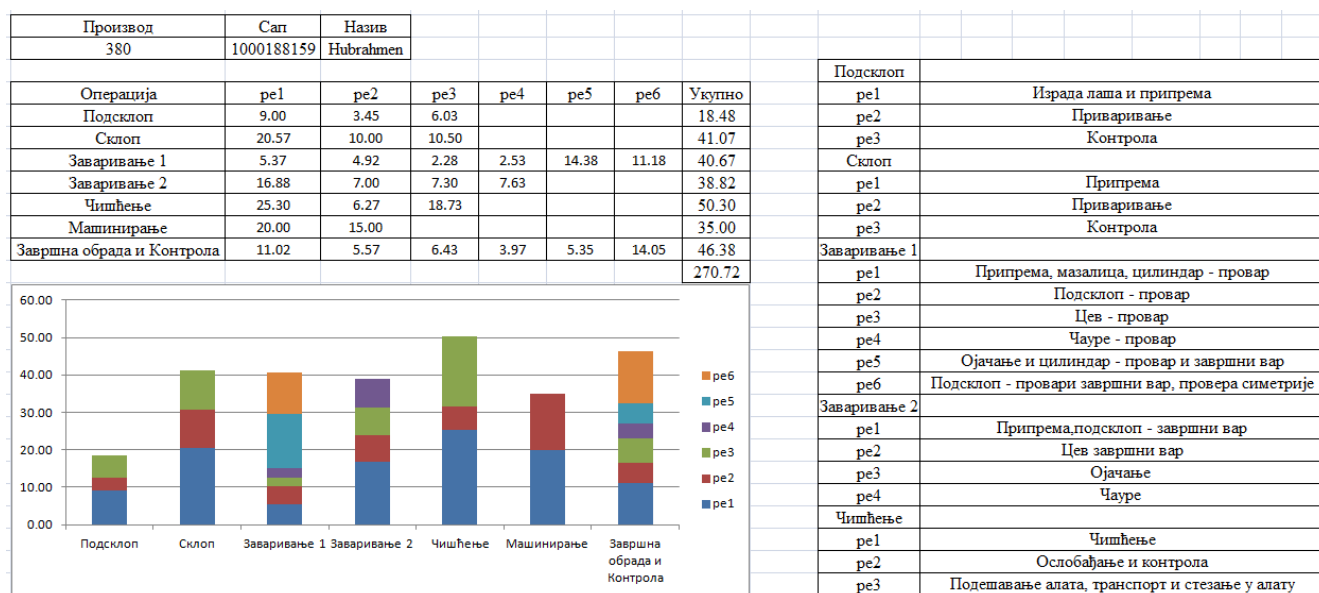
Слика 20. Стање након измене процеса заваривања један и два

4.7 Балансирање линије

Табела времена указује је укупно време потребно за израду производа три минута мање у односу на стање које је било у току првог мерења. Разлика између заваривања један и два на почетку је износила тридесет минута, у овом тренутку свега два минута износи разлика након расподеле заваривања између два процеса. Код операције чишћење, постоје одређени кораци у сва три радна елемента где постоји могућност придруживања једног од колега са операција завршна обрада и контрола који нису оптерећени и ограничени временом. Додавањем одређених корака колегама из двеју поменутих операција, ствара се могућност баланса операције чишћење са временом такта. Једини изузетак је операција подсклоп, која према времену најмање оптерећење трпи, у том случају, радник са те операције би ускакао на све операције са линије осим заваривања у случају да постоји проблем у изради производа (слика 21). У случају да један од радника одсуствује са посла због болести или приватних разлога, систем би остао исти, са тим што би последње две операције, обављао један запослени са линије са једним минутом више од предвиђеног такта а онда запослени са операције подсклоп се пребацује у зависности од момента на неку од две операције да убрза процес и тада би имао више оптерећење него што је уобичајено са преузимањем одређених задатака (слика 22).



Слика 21. Стање након балансирања линије четрнаест



Слика 22. Стање након балансирања линије четрнаест са шест радника

4.8 Представљање кајзена 2767

Сваког понедељка у 13 часова одржава се Кајзен догађај (*kaizen event*), ту се представљају нови, дискутује се о већ започетим до које фазе се стигло, шта је неопходно да се они приведу крају, размењују се идеје и пружа могућност започињања неких нових. У току 2015 године до новембра месеца започето је нешто мало више од педесет кајзена, један од њих је под бројем 2767. Линија четрнаест последња два месеца ради унапређење процесе уз подршку *Lean* тима и менаџмента. Он се налази у заједничкој бази свих компанија у оквиру корпорације уз приступ свима у било ком тренутку (слика 23).

Кајзен

Фабрика/Одељење: ВНК/ПСК

Зона Радна станица: Зона А/Линија 14

Креирао: Мирко Попелица

Кајзен-Лидер: Мирко Попелица

Кајзен број: 2767

Безбедност ЗНР

Енергија

Квалитет

Логистика

Животна средина

Организација радног места

Образовање

Процес

Тим:

Ђорђе Стамениковић

Иван Стојановић

Александар Ђукић

Ратислав Симић

Иван Стојановић

Старт-датум

Крај-датум

(+) Корист

(-) Трошак (једнократно)

(=) Уштеда

01.09.2015

15.11.2015

20000€

0€

20000€

Циљ

Тренутно

ШТА је проблем? (Која производна серија/компонента, комад, позиција/процес је погођен овим проблемом?)
Проблем је недостатак капацитета на линији 14/производ Хубралмен/процес заваривања.

ГДЕ се проблем јавља? је детектован? КО је детектовао проблем? Проблем се јавља на линији/Детектовао га је Менаџер производње

КАДА се јавља /од КАДА проблем постоји? Проблем се јавља оп тренутка када су наручене количине за 2016 годину повећане

КОЛИ тренд има проблем? КОЈА је фреквенција тог проблема (дневно/недељно/месечно/годишње)? Тренд - растући, фреквенција - дневно

ШТА је резултујући губитак? КОЛИКО велики је резултујући губитак? [РСДЕУР] Резултујући губитак у овом тренутку је мањак од 5000€ на недељном нивоу, 20000€ на месечном нивоу.

КОЈЕ особе/одељење су потребне/да би се проблем решио? Менаџер производње, лајн лидер, радници са линије четрнаест и линиј тим

Систем/процес: будући-садашњи процес (скица/опис):

Циљ: (Smart)
Успостављање времена такта=45 минута
Нула рекламација
Поштовање процедуре радних инструкција
Квалитет
Безбедност на раду

Листа могућих узрока:
Недостатак радних инструкција
Непоштовање процедуре радних инструкција
Неуобученост радника
Мањак капацитета за израду више производа
Баланс линије

Узрок проблема: Процес заваривања

Опис планираног решења и тренутне акције: Примена лини алата уз одређене измене процеса и балансирање линије на основу измерених времена након промене у процесу

Активности и корективне мере

1. Израда тренутног стања мапе тока вредности

2. Израда будућег стања мапе тока вредности

3. Измена процеса заваривања 1 и заваривања 2

4. Измена радних инструкција

5. Балансирање линије

6

7

8

9

Опис примењеног решења: Израдом мапе тока вредности, дефинисан је план унапређења кроз измене у процесу заваривања један и два, да би се кроз балансирање времена на линији устало у овом тренутку најбољи могући процес израде производа

Да ли је циљ остварен (укључујући трошак/корист/калкулацију)?

ДА

Потпис лидера подручја на коме се јавља проблем:

Шта је потребно урадити да би решење било одрживо и да би се проширило на друга подручја? (Обука, SOP, OPL...) Неопходно је проверавати на недељном нивоу да ли се операције обављају према радним инструкцијама, измерити времена сваке операције појединачно. Обука радника са линије за различите операције и на тај начин оставити могућност комбиновања у случају недостатка људства. Исти принцип применити на друге линије у производњи.

Потпис одговорних особа. Скенирати и поставити у Кајзен базу података након завршетка Кајзена!

Потпис Кајзен лидера:

Мирко Попелица

Потпис руководиоца одељења:

Ђорђе Стамениковић

Потпис Лин (LEAN) тима:

Иван Стојановић

Уштеда (DO)

Провера (CHECK)

Стандардизација (DO)

Пока Јоке (Poka Yoke)

Не

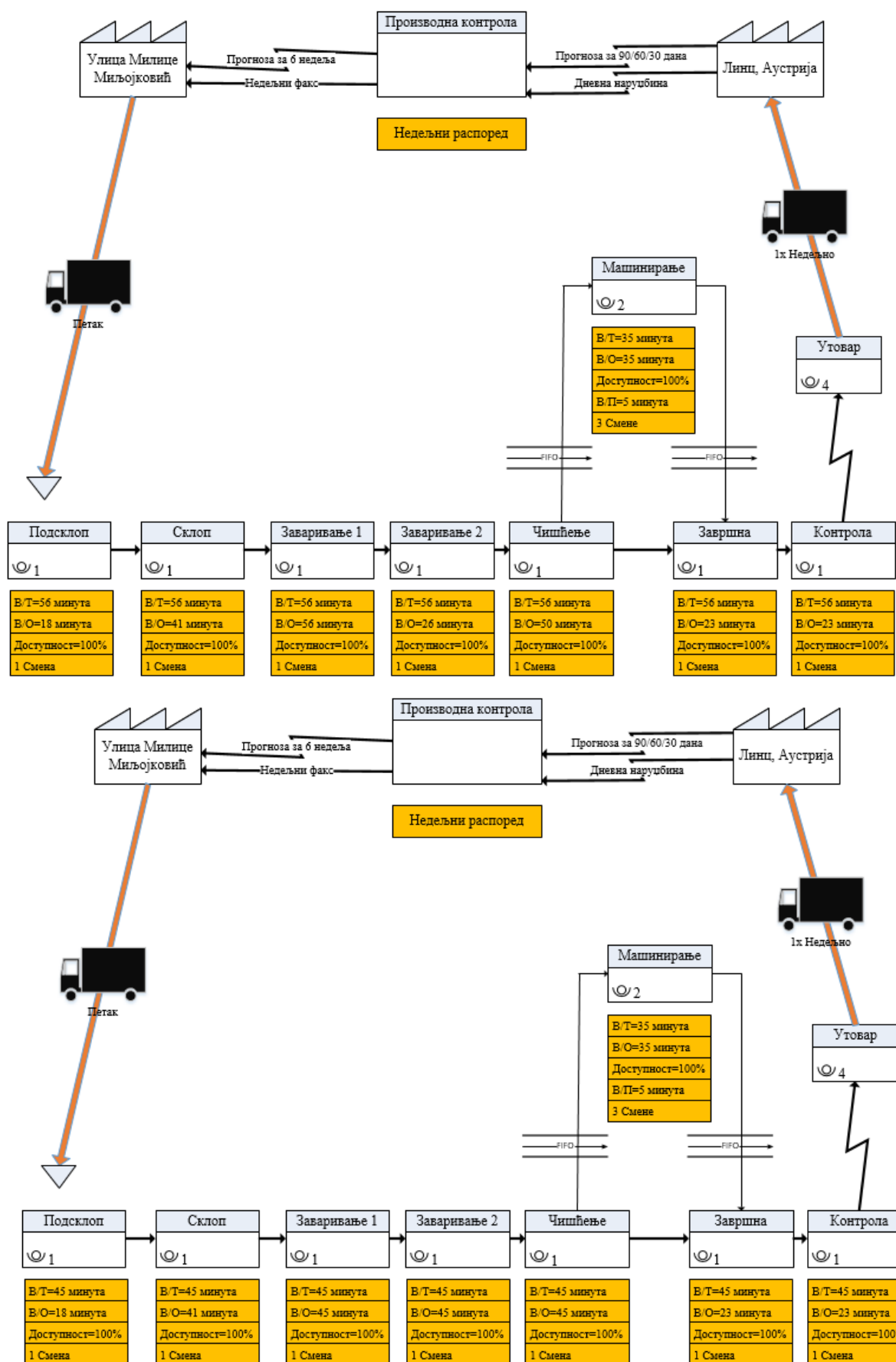
Да, благо

Да, често (0 отказа)

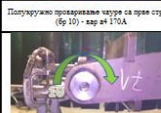
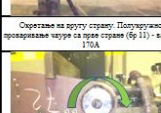
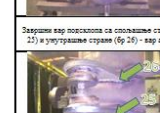
Слика 23. Кајзен 2767

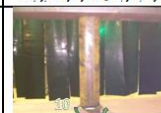
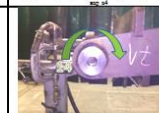
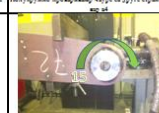
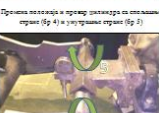
Одржавање састанака, тимски рад, међусобно поштовање, обуке запослених уз добро руковођење, подизање свести о квалитету, безбедности на раду, флексибилности у раду сјединили су више разлукитих елемената повезаних у једну целину и на тај начин приказали пут који треба пратити. Неке од најзначајнијих чињеница Кајзена 2767 је искуство у имплементацији неких од *Lean* алата, приступ запослених према проблему, однос менаџмента према запосленима са линије четрнаест. Када се узме у обзир чињеница да није уложен новац у унапређење процеса, слободно се може рећи да правилна употреба *Lean* алата и метода уз константно учење може пружити велику финансијку добит за предузеће у виду новчане уштеде што је и један од циљева сваког предузећа.

У додатку Кајзена налазе се мапе тока вредности, тренутног и будућег стања (слика 24), радне инструкције пре и после измене процеса (слика 25), као и табела времена пре и након балансирања линије (слика 26). Мапирање тока вредности, Кајзен и Стандардизовани рад. Ово су неки од *Lean* алата који су коришћени у студији случаја унапређења процеса. Може се рећи да иако различити, сва три алата помажу једни друге и доприносе унапређењу процеса рада. Треба уз то додати допринос запослених са линије четрнаест и лајн лидер чији су напори уродили плодом и пружили пример другим линијама могућност унапређења процеса рада без обзира на чињенице да проблеми који су постојали на први поглед нису деловали једноставно. Овим примером може се закључити примена неких од *Lean* алата и самог концепта.

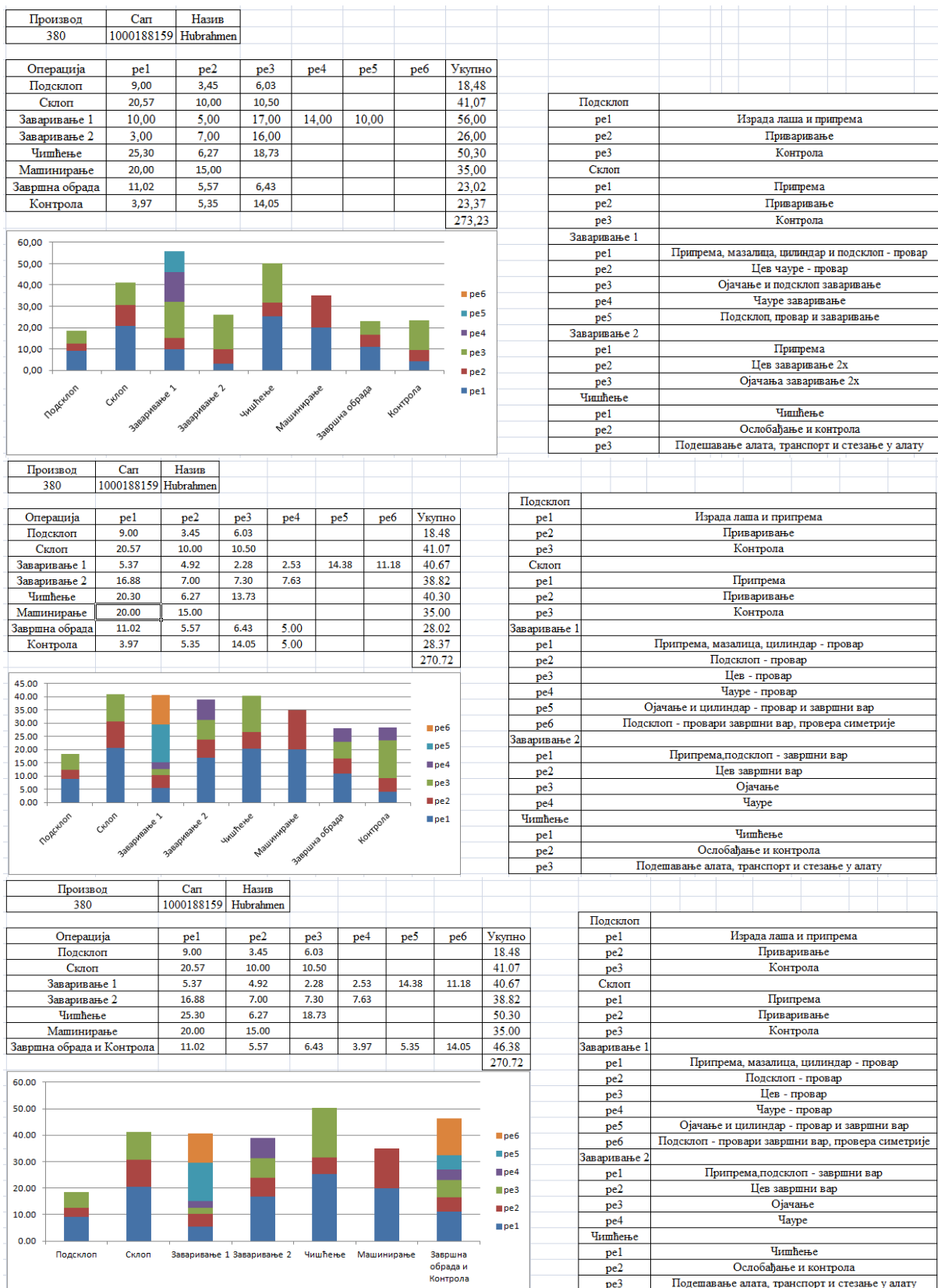


Слика 24. Додатак Кајзена – мапе тока вредности тренутног и будућег стања

		Назив производа (линије)	САП број: 1000188159	Документ број:	Актуелна верзија: 1.0
		Линија 14	Број цртежа:	Претходна верзија:	Датум:
			Норма по сату: 8 кома	Од датума:	Име и презиме: Иван Стојановић
			Време једног циклуса: 56 минута	До датума:	Потпис:
Опције: Заваривање 1					
Припрема, назапања, цикливар и поклоп - провар	Циљ чачуре - провар	Ојачање и поклоп заваривање	Чачуре заваривање	Поклоп, провар и заваривање	
РЕ1: 10 минута	РЕ2: 5 минута	РЕ3: 17 минута	РЕ4: 14 минута	РЕ5: 10 минута	
Припрема и постављање назапања са заштитом од пуцања приликом заваривања (бр 1)	Полуручно проваривање поклопа (бр 5) - вар а4 170А	Окретање на леву страну и проваривање ојачања (бр 12) - вар а4	Прав заваривање вар (а4) наура - полуручно. Окретање на страну, прав заваривање вар (а4) са друге стране - полуручно.	Провар поклопа са спољашње стране (бр 19) и унутрашње стране (бр 20) 200А	
					
Провар шипора са спољашње стране (бр 2) и унутрашње стране (бр 3)	Окретање на другу страну и полуручно проваривање поклопа (бр 9) - вар а4 170А	Заврши вар ојачања (бр 13) - вар а4 200А	Други заваривање вар (а4) наура - полуручно. Окретање на страну, други заваривање вар (а4) са друге стране - полуручно.	Провар поклопа са спољашње стране (бр 21) и унутрашње стране (бр 22) 200А	
					
Припрема поклопа и провар шипора са спољашње стране (бр 4) и унутрашње стране (бр 5)	Полуручно проваривање чачуре са прав стране (бр 10) - вар а4 170А	Потпалање разних привидних делова на заваривање полуручно (бр 14)		Заврши вар поклопа са спољашње стране (бр 23) и унутрашње стране (бр 24) - вар а4 240А	
					
Полуручно заваривање проваривања поклопа са обе стране (бр 6) - вар а4 170А	Окретање на другу страну. Полуручно проваривање чачуре са прав стране (бр 11) - вар а4 170А	Полуручно проваривање поклопа са обе стране (бр 15) - вар а4 200А		Заврши вар поклопа са спољашње стране (бр 25) и унутрашње стране (бр 26) - вар а4 240А	
					
Окретање на другу страну и полуручно проваривање поклопа (бр 7) - вар а4 170А		Окретање на другу страну. Полуручно проваривање поклопа са обе стране (бр 16) - вар а4 200А		Провера симетрије поклопа (бр 34) и шипора (бр 35) са обе стране - дозвољено одступање 6 мм. Транспарент у следећој боји	
					
Документ одобрио: Ђорђе Стојановић		Заштита опреме:			

		Назив производа (линије)	САП број: 1000188159	Документ број:	Актуелна верзија: 1.0
		Линија 14	Број цртежа:	Претходна верзија:	Датум:
			Норма по сату: 10 кома	Од датума:	Име и презиме: Иван Стојановић
			Време једног циклуса: 40-60	До датума:	Потпис:
Опције: Заваривање 1					
Припрема, назапања и цикливар (провар)	Поклоп (провар)	Циљ (провар)	Чачуре (провар)	Ојачање и поклоп (провар и заваривање вар)	Поклоп (провар и заваривање вар) и провар поклопа
РЕ1: 85-90	РЕ2: 84-85	РЕ3: 85-87	РЕ4: 80-85	РЕ5: 84-85	РЕ6: 81-85
Припрема и постављање назапања са заштитом од пуцања приликом заваривања (бр 1)	Полуручно проваривање поклопа (бр 6) - вар а4	Полуручно проваривање ојачања (бр 10) - вар а4	Полуручно проваривање чачуре са леве стране (бр 14) - вар а4	Окретање на леву страну и проваривање ојачања (бр 18)	Провар поклопа са спољашње стране (бр 24) и унутрашње стране (бр 25)
					
Провар шипора са спољашње стране (бр 2) и унутрашње стране (бр 3)	Окретање на другу страну и полуручно проваривање поклопа (бр 9) - вар а4	Окретање на другу страну и полуручно проваривање ојачања (бр 11) - вар а4	Полуручно проваривање чачуре са друге стране (бр 15) - вар а4	Заврши вар ојачања - вар а4	Провар поклопа са спољашње стране (бр 26) и унутрашње стране (бр 27)
					
Припрема поклопа и провар шипора са спољашње стране (бр 4) и унутрашње стране (бр 5)	Окретање на другу страну и полуручно проваривање поклопа (бр 13) - вар а4	Окретање на другу страну и полуручно проваривање ојачања (бр 17) - вар а4	Окретање на другу страну и проваривање чачуре са друге стране (бр 19) - вар а4	Окретање на страну, заваривање вар а4 ојачања (бр 20) Окретање на другу страну, заваривање вар а4 ојачања (бр 21) и ојачања унутра (бр 22) - вар а4	Заврши вар поклопа са спољашње стране (бр 28) и унутрашње стране (бр 29) - вар а4
					
	Проваривање поклопа са друге стране (бр 7) - вар а4	Полуручно проваривање ојачања са друге стране (бр 13) - вар а4	Полуручно проваривање чачуре са прав стране (бр 17) - вар а4	Заврши вар а4 и ојачања (бр 23) Окретање на другу страну и заваривање вар а4 поклопа (бр 24) - вар а4	Заврши вар поклопа са спољашње стране (бр 32) и унутрашње стране (бр 33) - вар а4
					
				Заврши вар а4 и ојачања (бр 25)	Провера симетрије поклопа (бр 34) и шипора (бр 35) са обе стране - дозвољено одступање 6 мм. Транспарент у следећој боји
					
Документ одобрио: Ђорђе Стојановић		Заштита опреме:			

Слика 25. Додатак Кајзена – радне инструкције пре и после измене процеса рада



Слика 26. Додатак Кајзена – табела времена пре, после балансирања линије четрнаест и након балансирања линије четрнаест са шест радника

5. Закључак

Пословање компанија у условима глобализације да би биле успешне и конкуренте морају да се прилагоде захтевима купаца и тржишта повећањем перформанси. Стога намеће се потреба за увођење *Lean* филозофије пословања у циљу задовољавања потреба купаца кроз континуално унапређење производа и услуге. Према томе се на глобалном тржишту од компаније тражи да своје пословање као и пласман производа усклади са стандардима имплементацијом *Lean* алата. Имплементацијом се сматрају сви алати као што су алати за квалитет, безбедност здравља на раду, заштита животне средине сједине у једну целину и тиме би сви процеси и документа били међусобно повезани.

У зависности од саме организације *Lean* филозофију пословања могу имплементирати запослени у компанији уз помоћ консултанских услуга. Данас су купци постали повлашћени јер производња и број произвођача превазилазе потребе купаца. Важност овог начина пословања односи се на предности које се могу постићи за побољшање пословне праксе у малим и средњим предузећима у Србији. Предузећима у Србији недостаје систем који обезбеђује да купац благовремено добије квалитетан производ, оптимизацију производње и ресурса који су ограничени или лимитирани, док стандардне процедуре нису довољно имплементиране у предузећима, а постоји разлика између захтева посла и вештина запослених.

Флексибилност није карактеристика којом се постиже конкурентност на тржишту, већ неопходно средство за опстанак. Живимо у времену све бржих и непредвидивих промена које се дешавају свакодневно. Пословно окружење се мења а стари начини вођења предузећа више не функционишу. Резултат тога је развој нових концепата међу којима је и *Lean*. *Lean* концепт обухвата промену пословног, организационог и управљачког модела предузећа. Осим унапређења пословних процеса, *Lean* концепт обухвата континуирано унапређење знања и вештина запослених. Кроз елиминисање вредности које не дају вредност, креира вредност за купце, остваривањем натпросечних перформанси и постизањем трајне конкурентске предности над осталим предузећима.

Препоруке за побољшање пословања у складу са принципима *Lean* укључују увођење система праћења и контроле како би се осигурала благовремена испорука и задовољство купаца, увођење алата као што су 5С, мапирање тока вредности, управљање залихама и Кајзен као филозофија континуалног побољшања. У Србији, полако али готово сигурно расте утицај *Lean* филозофије пословања у индустријским предузећима. Због све учесталијих криза у погледу ресурса производња ће почети да се реализује на месту продаје и оближње регионе. Да би предузећа у индустрији Србије била конкурентна, оне морају да своје пословање прилагоде кроз *Lean* производњу. Може се рећи да је највећи значај присутности *Lean* концепта повезаност његових различитих елемената.

Имплементација захтева време и напор. С обзиром на чињеницу да је стање у Србији пуно другачије и да је однос према запосленима далеко од тога да се сматрају највећом вредношћу предузећа неопходно је и на томе подручју деловати како би имплементација била успешна. Уз смањење рокова, скраћивање рокова испоруке, корисници добијају бољу производ и услугу, постају лојални предузећу. Запослени развијају нове вештине кроз учење и тада се постиже највећи учинак. Сва предузећа (и производна и услужна) могу смањити губитке применом метода и техника, постају ефикаснија и продуктивнија што би сигурно допринело њихових конкурентности не само на домаћем већ и на међународном тржишту.

6. Литература

[1] Jeffrey Liker (2003) The Toyota Way 14 Management Principles From The Worlds Greatest Manufacturer McGraw Hill

[2] Banduka N. Veža I. Bilić B. (December 2016) An integrated lean approach to Process Failure Mode and Effect Analysis (PFMEA): A case study from automotive industry. From: http://apem-journal.org/Archives/2016/Abstract-APEM11-4_355-365.html

[3] Мирјана Тодоровић (2011) Обрачун трошкова по активностима базиран на времену – инструмент интегрисаног управљања lean пословним процесима. Преузето са: <http://nardus.mpn.gov.rs/bitstream/handle/123456789/3549/Disertacija.pdf?sequence=1>

[4] Бранислав Јеремић, Петар Тодоровић, Иван Мачужић, Марко Ђапан, Марко Милошевић, Милан Раденковић, Ђорђе Вучковић (2013) Основи lean производње: Факултет инжењерских наука у Крагујевцу

[5] Richard L. MacInnes (2002) The Lean Enterprise Memory Jogger.

[6] Fawaz Abdullah (2003) Lean Manufacturing Tools and Techniques in the process industry with focus on steel. University of Pittsburg.

[7] Dan Jones, Jim Womack (2002) Seeing the Whole – mapping the extended value stream

[8] Terence T. Burton, Steven M. Boeder (2003) The Lean extended Enterprise moving beyond the four walls.

[9] George Alukal, Anthony Manos (2006) Lean Kaizen a simplified approach to process improvement

Преузето са интернета:

[10] https://www.google.rs/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj2-c6gnbTWAhVKb1AKHVodBQIQFgglMAA&url=https%3A%2F%2Fsingipedia.singidunum.ac.rs%2Fpreuzmi%2F41280-kaizen-kao-poslovna-filozofija-uspesnih-lidera%2F1359&usg=AFQjCNEpFbMdljuEjNXbyXRZXS_ff-1uwQ

[11] <http://www.allaboutlean.com/pdca-history/>

[12] <http://www.allaboutlean.com/pdca/>

[13] <https://blog.kainexus.com/improvement-disciplines/lean/standard-work/14-benefits-of-standard-work>

[14] <https://www.scribd.com/document/87966438/Implementing-Lean-in-Aerospace-Challenging-Assumptions-and-Understanding-the-Challenges>

[15] <http://www.allaboutlean.com/when-vsm/>

[16] <http://www.kanbanchi.com/what-is-kaizen>

[17] <https://marekonlean.files.wordpress.com/2010/09/intro-to-twi-and-stw.pdf>

7. Захвалница

Овај мастер рад је настао као индивидуална жеља појединца, снажне жеље, малих амбиција које су временом расле развојем његове личности и кроз догађаје који су обележили период образовања на Факултету инжењерских наука у Крагујевцу. У развоју сваке индивидуалне личности, битан и велики допринос пружа породица. Здрава породица је основ сваког здравог друштва. Мало је срећних породица а још мање људи који се тиме могу дичити.

Образовање је један степен у животу младе особе који носи са собом исту одговорност попут других степеника у животу. Бити професор није лако, као што није лако бити студент али је некако лепо. Академски и Мастер радови су настали у слободном избору тема захваљујући ментору проф. Др. Данијела Тадић чију захвалност дугујем прихватањем менторства у оба студијска програма.

Студирање није студирање без пријатеља и колега. Студентске организације, мобилности, пројекти, машинијаде, журке, групни одласци на сајмове, кафане, кафићи, утакмице, путовања. Ђеловић, Белоица, Бандука, Милојевић, Радовић, Матовић, Ђурић, Живковић, Вуловић,... Бројне анегдоте које везују људе за пријатељство, лепа сећања дана који ће остати у младости а чувати се у старости.

Ту су и они чија младост јесте и није била тако давно, без чије помоћи не би било ни знања ни искуства. Александар Ракић, Иван Стојиљковић, Марко Милошевић, Томислав Петровић, Бојан Нешић, Драган Новаковић. Колектив предузећа *Wacker Neuson* Крагујевац д.о.о, специјална захвалност линији четрнаест у саставу: Лајн лидер Ђорђе Стаменковић, Ненад Стајков, Александар Ђукићин, Ненад Марковић, Иван Стојановић, Лазар Милојевић, Зоран Миленковић и Дарко Десивојевић за помоћ приликом израде мастер рада као и свих других чији се глас слабо чује а много вреди међу којима су заваривачи, брусачи, хефтачи, цнц оператери делењем знања и савета у периоду од фебруара 2015 до јануара 2017 године.

На крају, сви они који су били када је то било потребно, од обданишта па све до данас, међу којима и по нека позната личност. Инспиратори, мотиватори, идоли неки су међу живима, неки у пензији, а неки и нису више ту. Мало је један лист да наброји имена људи и догађаје који су обележили једну младост, једно одрастање. Није крај, наставиће се...

Хвала вам!!!