

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Индустијски инжењеринг

Предмет: Управљање индустријским процесима

Број индекса: 352/2016

Кристина П. Милановић
Имплементација TWI концепта у
компанији Wacker Neuson
Мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Ванредни проф. др Иван Мачужић - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

Задатак мастер рада представља анализу свих корака „Тренинга у индустрији“, са посебним фокусом на унапређење методе рада. У оквиру производње делова за багере у фабрици Wacker Neuson, потребно је анализирати упоредно мерење „човек-машина“ на ЦНЦ машини. Након анализа потребно је испратити кораке методе унапређења рада и идентификовати губитке који се јављају у току процеса. Губитке је потребно анализирати и оформити KAIZEN тим који би унапредио процес рада.

Препоручена литература:

[1] Building a Global Learning Organization: Using TWI to Succeed with Strategic Workforce Expansion in the LEGO Group

[2] Иван Мачужић, Марко Ђапан, Управљање индустријским процесима, монографија, Крагујевац, 2016.

[3] Mark Warren, Job Instruction Sessions Outline, 2014.

Крагујевац, март 2018.

Ментор:

Др Иван Мачужић, ванредни професор

Изјава о самосталној изради рада

Изјављујем да сам овај завршни рад урадила самостално, служећи се стеченим знањем и искуством, као и наведеном литературом.

Кристина Милановић 352/2016

Садржај

Резиме	6
1. Увод	7
2. Појам тренинга у индустрији	8
2.1 Програм за вештине подучавања-Job Instruction	11
2.2 Програм за вештине вођења-Job Relations	13
2.3 Програм за вештине унапређења-Job Methods.....	15
3. Упознавање са производом и производним процесом	18
3.1 Процес план.....	22
4. Израда радног упутства.....	23
5. Фазе израде КАИЗЕНА	25
5.1 Праћење тока активности- Plan фаза.....	25
5.1.1 Праћење тока активности за модел E10	25
5.1.1.1 Праћење VA, NVA, NNVA активности приликом машинске обраде модела E10	26
5.1.1.2 Човек-машина упоредно мерење током машинске обраде модела E10.....	28
5.1.1.3 Преглед NVA активности приликом машинске обраде модела E10	33
5.2.1 Праћење тока активности за модел E16	35
5.2.1.1 Праћење VA, NVA, NNVA активности приликом машинске обраде модела E10	35
5.2.1.2 Човек-машина упоредно мерење током машинске обраде модела E16.....	38
5.2.1.3 Преглед NVA активности приликом машинске обраде модела E16	45
5.2 Фазе израде Каизена - Фаза Уради.....	46
5.3 Фазе израде Каизена - Провера пробне серије - Check фаза	50
5.4 Фазе израде Каизена - Стандардизација новог производног процеса - Act faza.....	53
6. Фаза израде Каизена 2	54
6.1 Фаза израде Каизена 2-DO фаза	54
6.2 Фазе израде Каизена - Израда пробне серије чаура на крајњу меру- Check фаза.....	55
6.3 Фазе израде Каизена - Провере пробне серије – Check фаза.....	57
6.4 Фазе израде Каизена - Стандардизација процеса са коришћењем чаура на крајњу меру - Act фаза	62
7. Закључак	66
Литература.....	67
Прилог	68

Резиме

Rezime: У оквиру овог рада описане су основе тренинга у индустрији (TWI) са фокусом на Job Methods. Рад има структуру PDCA циклуса. У План фази рада праћен је ток производног процеса. Извршена су човек-машина мерења, праћење тока операција и израда радних упутстава за машинску обраду два производа. Током праћења процеса увидело се које операције могу да се унапреде и које су неплаћене активности које могу бити уклоњене. Након извршених мерења, следила је фаза Уради, где се приступило писању А3 Каизена. Један Каизен се односи на измену алата и резних плочица на ЦНЦ машини а други се односи на једну операцију током машинске обраде која је скраћена, а све у циљу смањења lead time. У фази Провере су израђене пробне серије елемената које су праћене са аспекта квалитета, трајања операције, изводљивости и новчане добити. На завршетку циклуса, у фази Делуј, усвојени процеси су стандардизовани, што је резултирало израду нових радних упутстава и усвајање новог процеса машинске обраде.

Кључне речи: Тренинг у индустрији, Вештине унапређења рада (енгл. Job Methods), Каизен, PDCA.

Abstract: In this paper was analyzed base of Training within Industry (TWI), focused on Job Methods. This paper has PDCA cycle structure. The manufacturing process was analyzed in the step Plan. There were made man-machine measures, monitoring of manufacturing process and work instructions were made for machining of two elements. During analyze of process, it was noticed that some operations could be improved and some of unpaid activities could be eliminated. After finishing measurements, writing of improvements through A3 Kaizen was begun in the step Do. One of Kaizens refers to changing of tools and cutting plates on CNC machine and the other one refers to reducing one machining operation in order to reduce lead time. In step Check were manufactured test series which were analyzed from the aspect of quality, duration, feasibility and benefit. At the end of PDCA cycle, in step Act, improved processes were standardized, which resulted changing of work instructions and standardization of new machining process.

Keywords: Training within Industry, Job Methods, Kaizen, PDCA

1. Увод

Тренинг у индустрији представља једну од најефикаснијих метода обуке у производњи. У оквиру овог рада посматраће се сва три модула ове методе - Job Instruction (енгл. вештине подучавања), Job Relations (енгл. вештине вођења) и Job Methods (енгл. вештине унапређења), са посебним фокусом на Job Methods. Комплетан рад је спроведен у компанији Wacker Neuson. Циљ овог рада је да се кроз праћење корака Job Methods-а упозна са процесом производње производа два на ЦНЦ машини, да се испрате и измере трајања машинских операција, да се изврши подела активности на плаћене, неплаћене и нужно неплаћене и да се кроз анализу изврши унапређење које би резултирало унапређењем процеса.

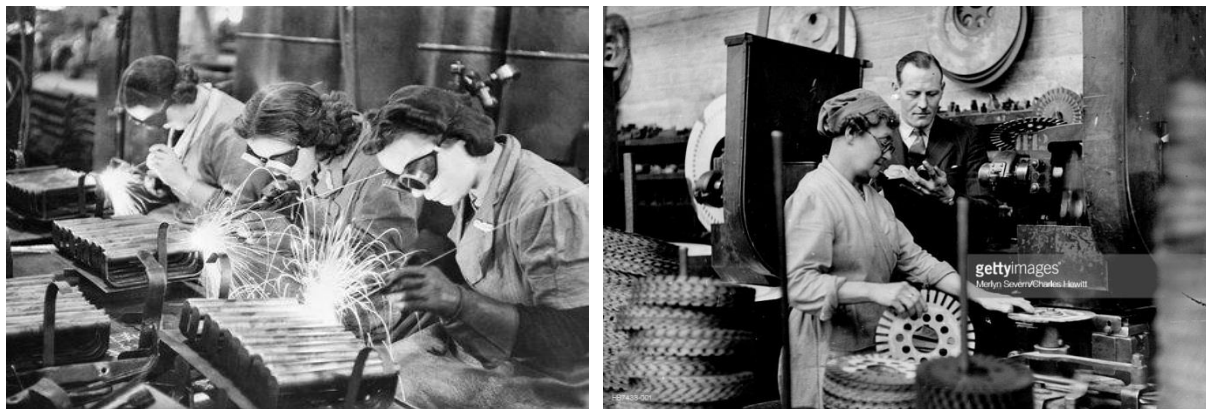
У оквиру рада анализирана су два елемента након чега се закључило да постоји могућност да би процес могао бити унапређен. Каизен представља најбитнији елемент овог модула, па самим тим је приступљено писању истих. Један Каизен се односи на унапређење и измену машинских алата, док се други односи на унапређење процеса заваривања. Кроз кораке PDCA циклуса приступљено је изради Каизена. Након што су идентификовани проблеми, исти су образложени у оквиру чега је пронађен конкретан узрок или листа узрока проблема који мора бити уклоњен. Након анализе представљена су предложена решења са дефинисаним одговорностима и акцијама које су испраћене у складу са задужењима. По завршетку унапређења, испраћени су резултати да би се утврдило да ли је унапређење успешно завршено. Унапређење је успешно завршено ако задовољава услове из аспекта квалитета, изводљивости, трошкова итд. Извршена је стандардизација нових процеса након што је закључено да је унапређење извршено и да се резултати виде у процесу производње. Након стандардизације процес је испраћен у потпуности да би се закључило да се исти проблеми не појављују поново у производњи.

2. Појам тренинга у индустрији

Тренинг у индустрији (даље коришћено у раду као TWI енгл. Training Within Industry), као термин и метода води порекло из Првог светског рата, када је Charles R. Allen развио свој метод обуке у четири тачке. Оне представљају припрему, презентацију, примену и тестирање и настале су са циљем да се обуче радници бродоградилишта. Метод је објавио у својој књизи „Инструктор, човек и посао; водич за инструкторе индустријских и стручних предмета“ (1919.).[7]

Током припрема за придруживање Другом светском рату, САД су успоставиле тренинг у индустрији методу као део комисије за раднике који су у рату, у лето 1940. године. Метода је покренута зато што су САД морале у кратком временском периоду да повећају индустријску производњу. Иначе, биле су главни снабдевач опреме савезничких снага као што су Велика Британија, Француска, па чак и Совјетски Савез. Проблем се налазио у томе што је мушка радна снага била у рату. Примена ове методе планирана је само за кратак временски период. [7]

Због затечене ситуације, жене су биле принуђене да се баве радом у индустрији (Слика 1,2). Проблем се видео у томе што оне нису имале претходна радна искуства у индустријском раду као што су заваривање, глодање, бушење итд.[7]



Слика 1, 2 *Žene u industriji tokom Drugog svetskog rata* [7]

Коришћене су разне кампање како би се жене укључиле у рад са мотивацијом да не постоји ограничење у раду према полној основи одн. да жене могу да обављају мушке послове (Слика 3,4).



Slika 3, 4 Реклама за придруживање жена у производњи [7]

Према томе Тренинг у индустрији је развио четири главна модула заснована на Allenu:

- Метод рада ЈИ (енгл. Job Instructions)-Модул који подучава супервизоре и искусне раднике како да обуче нове раднике-.
- Метод управљања ЈР (енгл. Job Relations)-Односи са запосленима: Модул који подучава супервизоре о томе како да сарађују са радницима, како да решавају могуће конфликти користећи чињенице, са циљем да се нађе најбоље решење за све укључене.
- Метод унапређења ЈМ (енгл. Job Methods)-Методе рада: Модул који подучава како радници могу унапредити свој рад.
- Програм развоја (енгл. Program Development): Представља свеобухватне кораке о откривању, анализи и побољшању проблема у производњи. [5]

У оквиру TWI-а постоји још неколико модула, углавном развијених након Другог светског рата од стране наследних институција TWI-а. То су Организација радног синдиката (енгл. Union Job Relations), Безбедност на раду (енгл. Job Safety), Решавање проблема (енгл. Problem Solving), Вођење расправе (енгл. Discussion Leading) и Вођење економије (енгл. Job Economic Training). Од свих наведених, Безбедност на раду је најуспешнији. [7]

У сваком случају, четири главна модула су била кључна у остваривању успеха са преко 1,7 милиона обучених радника. У томе периоду TWI је био кључно средство у јачању индустријске производње.

Након завршетка рата, већина мушкараца се вратила у индустрију, а жене су се вратиле својим претходним обавезама. Америчка влада је искључила TWI 28. септембра 1945. године. Самим тим, снага ове методе је постала знатно слабија. Од 16,551 запослених који су обучавали раднике, само неколико стотина се zaloжило за то да се одржи овај програм. TWI конференција се одржала 1952. године. Значајни људи су основали TWI фондацију и TWI Inc, али без подршке владе нису имали превелики утицај у САД. Међутим, њихов утицај се ширио у иностранству, посебно у Јапану. TWI и је значајно утицао на Тојоту (енгл. Toyota). Када је Тојота основала NUMMI са GM-ом у САД, стари приручници ове методе су се користили као материјал за обуку радника.[7]

Данас, TWI је познат у индустрији, али често се менаџмент одлучује за једноставније и модерније програме. Међутим, то је веома добар концепт, који је свео своје методе на неколико кључних тачака за сваки од модула, које су се штампале на картицама величине карте за игру. Самим тим метода није компликована, већ једноставна. Фокус је на подучавању и вођењу радника, као и како побољшати рад. Самим тим није фокусиран на ширу слику управљања.[7]

Метод сматра да би сваки супервизор требало да има пет важних вештина, које се често називају пет потреба супервизора. Оне се унапређују у пракси, али теоријска обука може да пружи добро предзнање и добар почетак. Ових пет вештина су обично почетне тачке за сваки од модула:

- Познавање рада;
- Познавање правила: распореди, договори и најважније-сигурносна правила;
- Вештине у побољшању метода: за ефикасније коришћење машина, радне снаге и материјала, са циљем да се смање губици, тачније отпад;
- Вештине у подучавању: за што бољу обуку радника и њихову ефикасност;
- Вештине у вођењу: да се побољша способност супервизора да организује раднике, као и однос са запосленима, како би се максимално искористио њихов потенцијал.[7]

За сваку од три вештине које се обично тренирају, TWI је развио стандардни програм:

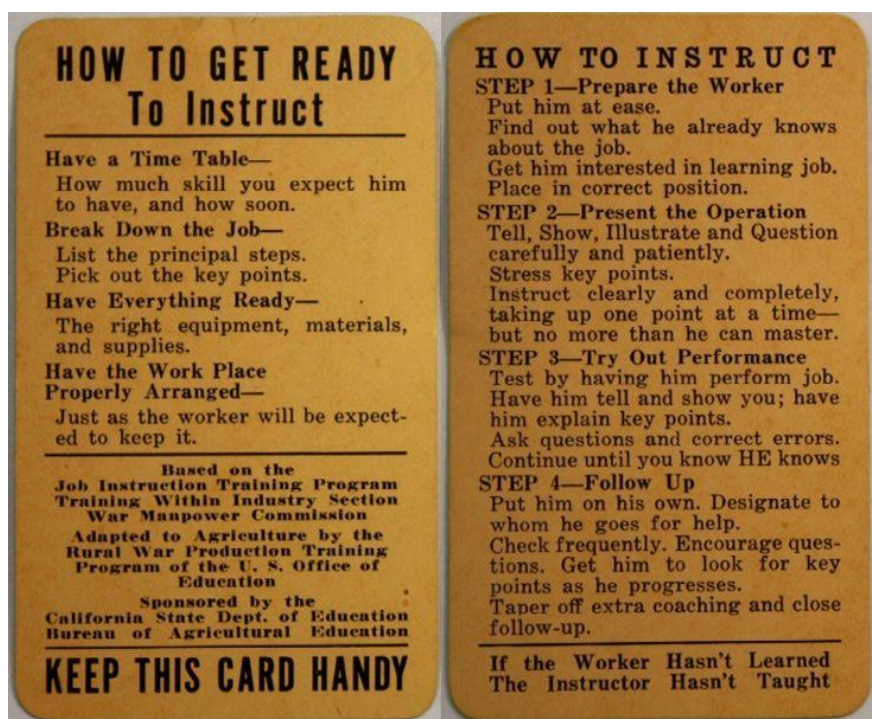
- Job Instruction- за вештине подучавања;
- Job Relations- за вештине вођења;
- Job Methods- за вештине у побољшању.[5]

2.1 Програм за вештине подучавања-Job Instruction

Најуспешнији модул TWI-а јесте метод рада. Модул има јасан циљ, како обучити раднике за рад. Овај метод је у суштини јако једноставан, а самим тим ефикасан и примењив.

Када се приступи планирању радне инструкције, требало би посебно обратити пажњу и одабрати ефикасног тренера, пронаћи одговарајућу локацију, као и време обуке и јасно одредити које информације морају бити пренете радницима. Тренер овог програма би требало да буде упознат са свим аспектима посла и требало би да буде поуздан радник. Такође, добар тренер има стрпљења, жељу и способност да предаје потребне вештине. Да би се побољшало учење, потребно је обезбедити обуку у реалном окружењу, са коришћењем правог алата и опреме. Ако се врши обучавање више група, потребно је да обука буде једнака за све раднике. Потребно је и издвојити и одређени део времена да тренер презентује информације и да радници демонстрирају посао и постављају питања. Овом методом се омогућава да се радницима пренесу нове информације, технике и процеси. [2]

Начин како се приступа обуци радника, као и шта је све потребно обезбедити, штампало се на картицама величине карте за игру (Слика 5).



Слика 5 Изглед штампане картице за метод рада [2]

Да би се извршио тренинг, требало би обезбедити:

- Распоред: потребно је на почетку одредити до ког датума се очекује да радник савлада одређене вештине;
- Поделити посао: потребно је навести важне кораке, изабрати кључне тачке, са безбедношћу на првом месту;
- Да све буде спремно: припремити праву опрему, материјал и напајање;
- Радити на радном месту како је прописано.[2]

Након завршетка припремне фазе, требало би се приступити обуци радника:

- Припрема: обезбедити позитивну атмосферу за учење, проверити предзнање радника и требало би представити важност безбедности на раду;
- Презентација: показати процес раднику, забележити и демонстрирати сваки корак у процесу и пронаћи кључне тачке. Често је пожељно поновити презентацију два пута, да би радник лакше упамтио, као и да би му се омогућило да поставља питања. Приликом прве презентације требало би само објаснити главне кораке, а приликом понављања објаснити и кључне тачке у оквиру главних корака;
- Испробати перформансе: после презентације требало би обезбедити раднику да може да понови процес сам. Радник такође понавља процес више пута. Потребно је понављати процес све док тренер није сигуран да је радник савладао упутства;
- Праћење: у последњем кораку проверава се напредак радника. Прати се његов рад да би се исправиле грешке ако постоје. Охрабрити га да има слободу да пита све што му није јасно након завршетка тренинга. [1]

Предности ове методе су, на првом месту, безбедност радника. Правилним подучавањем и тестирањем омогућава се новом запосленом да правилно користи машине и опрему. Тренинг смањује могућност настанка акцидента јер је радно место сигурније када сви запослени знају како се правилно користи опрема, како се врши чишћење и како се тестира. Метод рада повећава продуктивност. Сваким даном са квалитетним тренингом, запослени је спреман за самостални рад. Самим тим, тренинг је и новчано исплатив. Иако се издвајају новчана средства за тренинг, запослени ће бити у могућности да завршавају задатке брже и ефикасније јер тренинг обезбеђује потребно знање. Такође, фирма мора имати и своје стандарде као и стандарде за безбедан рад. [1]

Метод рада има и своје недостатке. Метода је употребљива готово у сваком виду подучавања, али је најефикаснија када тренер подучава једног радника. Није посебно прилагођена обукама у већим групама јер тренер мора да посвети време сваком појединцу да би се савладао поступак. Ипак, уз све недостатке, овај метод је веома користан и употребљив. [2]

2.2 Програм за вештине вођења-Job Relations

Односи са запосленима један је од модула TWI-а. Овај метод је развијен на Харварду користећи студије случаја и за то време је био револуционаран са идејом да се лидерство може научити. Осмишљен је за супервизоре прве и друге линије.

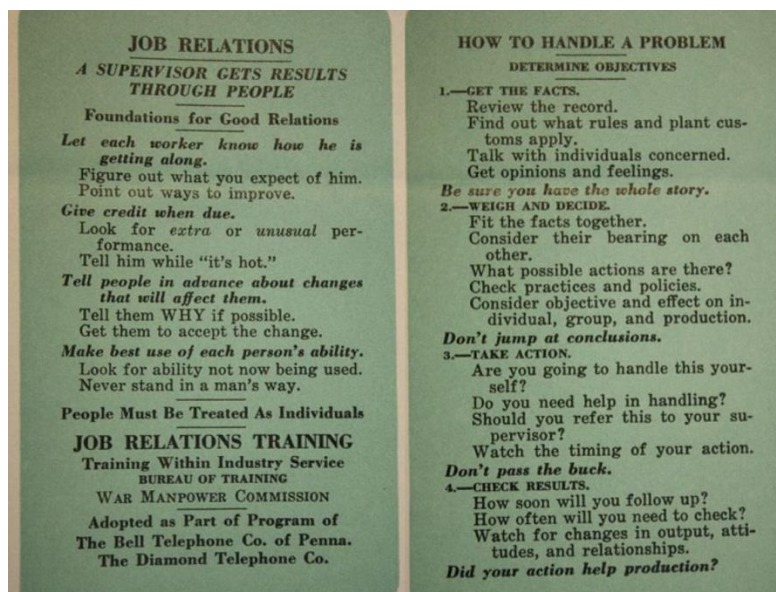
Свако достигнуће фирме је директан резултат рада људи који воде посао. Лидери имају тежак задатак јер њихове вештине, ставови и понашања, као и њихова способност да се развију делотворнији односи, од највећег су значаја за успех било које организације. На жалост, у пракси, лидери се често представљају свакодневним техничким аспектима њиховог рада, али већина лидера не добија никакве смернице о томе како решити свакодневне проблеме који се јављају. Већина лидера гради своје вештине на грешкама и постепено уче како да развију своја средства за решавање ситуација. Као резултат овог рада, лидери избегавају тешке ситуације или се не баве међуљудским односима на ефикасан начин. Многи и пропуштају позицију лидера јер се плаше, или не знају како да се баве „људским проблемима“. [3]

Супервизор добија резултате кроз комуникацију и сарадњу са запосленима. Метод односа са запосленима се фокусира на два питања:

1. Како успоставити добре односе са запосленима (проактивно);
2. Како решавати могуће конфликте (реактивно). [3]

Приликом настанка проблема, представљени су кораци како би проблем могао да се реши (Слика 6):

- Сагледати чињенице: разговарати са запосленима, узети у обзир туђа мишљења, требало би да се буде сигуран да су све чињенице представљене;
- Измерити и одлучити: уклопити све чињенице, одредити њихов међусобни утицај, које акције је могуће предузети. Не би требало одмах доносити закључке у овој фази;
- Преузети акцију: требало би поставити питања као што су да ли је потребна помоћ, да ли радник може сам да реши проблем;
- Проверити резултате: колико често је потребно проверити; [3]

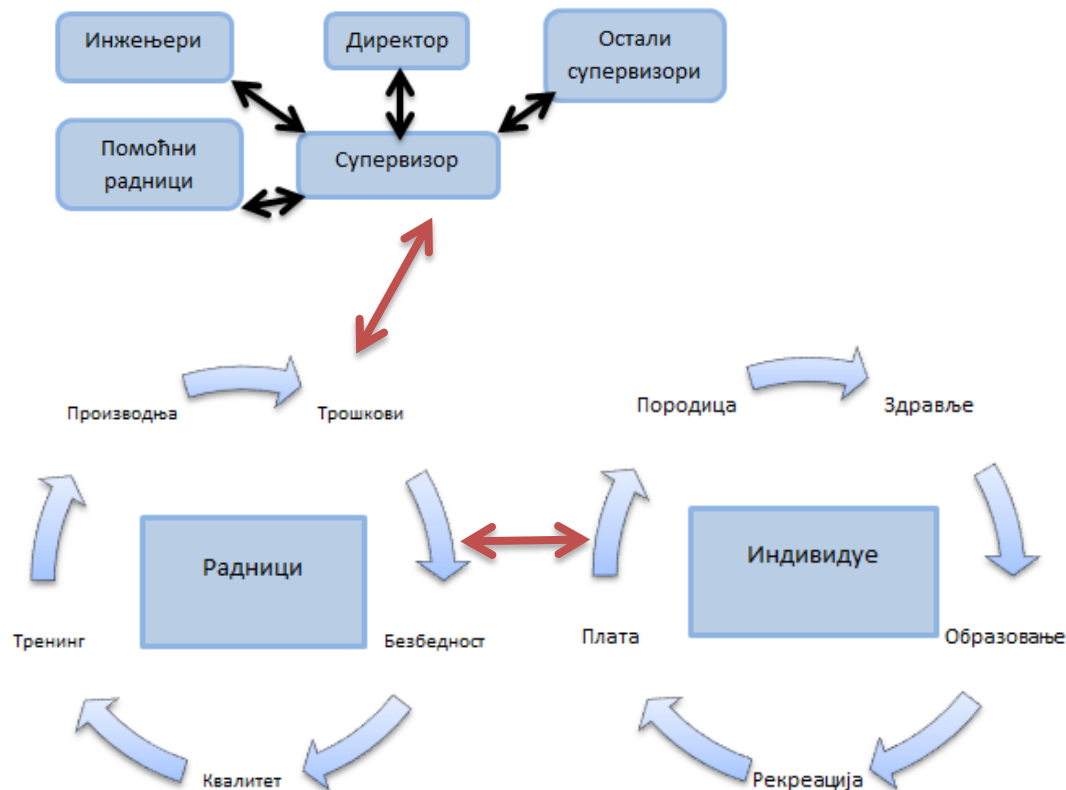


Slika 6 Izgled штампане картице за метод односа са запосленима [3]

Постоје основна правила радних односа:

- Да сваки запослени зна које су његове дужности: јасно представити раднику шта се од њега очекује и показати начине за побољшање;
- Рећи запосленом унапред које промене га очекују: објаснити ЗАШТО, ако је могуће. Представити му промену на тај начин да је усвоји;
- Најбоље искористити способност сваке особе: сагледати способности које се не истичу и подстакнути креативност запослених. [3]

Супервизор, поред свега, потребно је да сагледа и радника и са његовог приватног аспекта. Радници се посматрају кроз производњу, безбедност, тренинг у производњи, квалитет итд. а са друге стране то су индивидуе које треба познавати и са аспекта њиховог здравља, породичног статуса, плате, образовања односно требало би познавати радника како би се олакшала комуникација и да би супервизор могао лакше да задаје задатке и да избегне могуће конфликте (Слика 7).[3]



Слика 7 Приказ улоге супервизора као главног посредника између руководиоца и запослених [3]

2.3 Програм за вештине унапређења-Job Methods

Метод унапређења рада у оквиру TWI-а, омогућује производњу већег броја производа, истог или бољег квалитета, у што краћем временском периоду и са мање ресурса. Помаже организацијама да најбоље искористе расположиве ресурсе за производњу великих количина квалитетних производа у краћем року. Оно што је мање очигледно јесте да развијају организацију за учење, тако што развијају код запослених критичко размишљање.[11]

Програм радних метода подучава раднике и њихове супервизоре како побољшати процесе рада. То што је јединствено у оквиру овог програма јесте намера да нису само инжењери на радном месту једини који одређују шта треба да се уради и како се процеси рада могу променити. Метод рада је сличан Каизену, с обзиром да се фокусирају на то да омогућавају радницима да изврше промене на послу, да смање отпад, повећају вредност производу као и ефикасност рада. Ако радник примети нешто што се може променити у

раду, како би се учинио посао ефикаснијим и смањили се губици, радник би требало то да уради. Радници праве различите мале промене, такође они комуницирају и са другим радницима који врше промене. Као резултат, ефикасне идеје се шире и усвајају на радном месту. Самим тим утицај ових многобројних малих промена има огроман утицај на компанију у целини.[4]

Суштина програма унапређења рада лежи у четири корака који се спроводе због побољшања ефикасности:

1. Поделити процес на делове: требало би навести сваки корак и све детаље посла који се посматра. Обавезно је укључити све активности руковања материјалом, машином и радом који се обавља ручно.
2. Постављати питања у вези сваког детаља: требало би прегледати листу корака и детаља о послу и поставити питање за сваки од њих. Овоме служи метода „пет зашто“ (5W+1H). Питања која се најчешће постављају су:
 - Зашто је то неопходно?
 - Која је сврха?
 - Где је најбоље место?
 - Када је најбоље време?
 - Који радник је најквалификованији за то?
 - Који је најбољи начин?
 - Како спровести то?

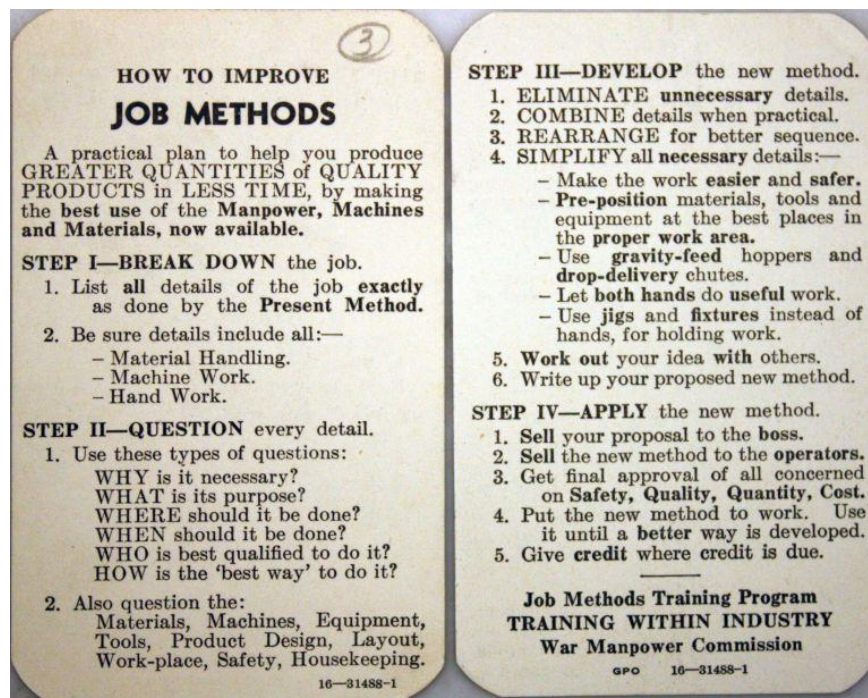
Поред тога, потребно је испитати и друге детаље везане за задатак посла попут:

- Материјали
 - Машине
 - Опрема
 - Алати
 - Дизајн производа
 - Распоред радног места
 - Процес рада
 - Сигурносни проблеми...
3. Развити нови метод за обављање посла: предложити нови метод, урадити тако да:
 - Да се елиминишу непотребни кораци и детаљи;
 - Комбиновати детаље и кораке када је то могуће;
 - Поједноставити све детаље;
 - Проучити и прегледати своје идеје са другим радницима;
 - Написати нов предлог.

4. Применити нов начин рада: започети процес одобравања и имплементације промена:

- Одредити супервизоре, надзорнике...
- Добити одобрење на основу питања која се односе на сигурност, квалитет, количину и цену;
- Имплементирати промене;
- Уверити се да људи заслужни за предлагање програма добију одређену награду.

Важно је стално пратити процес, посматрати, мерити и пратити тако да би се потврдило да ли је промена заиста неко побољшање. Требало би користити P-D-C-A циклус. Сви кораци су такође штампани на картицама (Слика 8). [4]



Слика 8 Изглед штампане картице за Job Methods [4]

Три кључне предности методе унапређења рада су:

- Добијају се информације од радника о томе како учинити радне процесе и задатке ефикаснијим. Ово је корисно јер радници обично познају посао боље од било кога и често имају најбоље идеје о томе како то унапредити;
- Добија се уредан начин за прегледање, процену и потенцијално спровођење већих промена;
- Буди се мотивација радника, која је ефективнија од неке екстерне мотивације.[11]

3. Упознавање са производом и производним процесом

У овом раду ће бити анализирани процеси машинске обраде два производа, Hubarm E10-01 и E16-01. Hubarm је део багера који је познатији као „Стрела“. Доњи крај стреле је зглобно везан за окретну платформу, а горњи крај се помоћу котураче држи у нагнутом положају. Модели се разликују по димензијама, распореду отвора и величини одливака. На Слици 9 приказан је модел багера са посебном пажњом на део чији се производни процес прати.



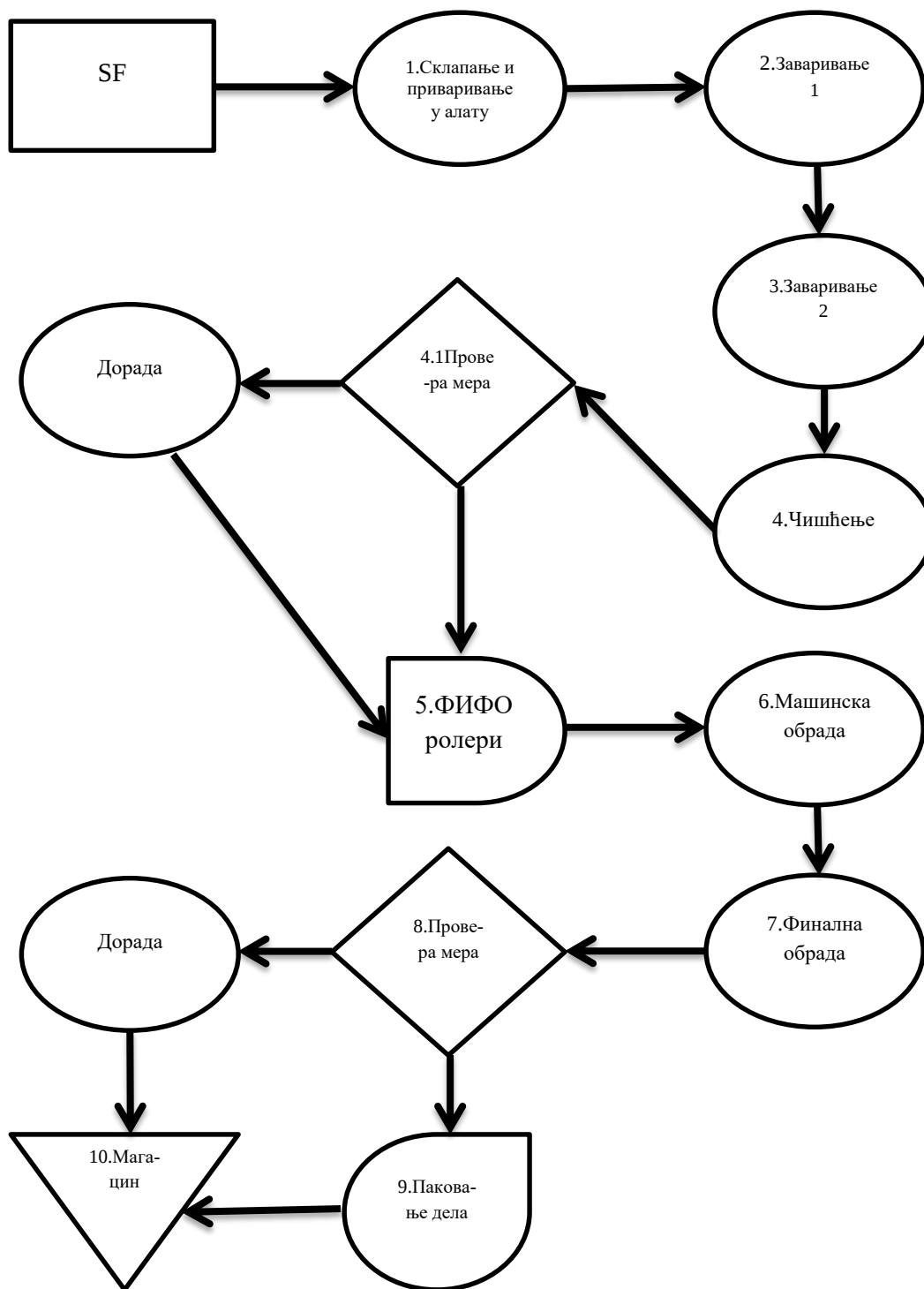
Слика 9. Багер EW 65 фирме Wacker Neuson са означеним делом који се прати у производњи [8]

Hubarm је производ који настаје заваривањем позицијама исечених на ласеру, одливака, чаура и плочица. Делови комада су израђени од челика негарантованог хемијског састава. Након припреме позиција и доношења на производну линију, склапање се врши следећим редоследом (Слика 10):

1. Склапање почиње приваривањем полупроизвода у алату. За овај производ користе се полупроизводи који се секу ласером а затим савијају, након чега се довозе на производну линију. Такви полупроизводи се постављају у алат, склапају се, приварују и постављају у манипулатор. Након тога се постављају плочице и чауре.

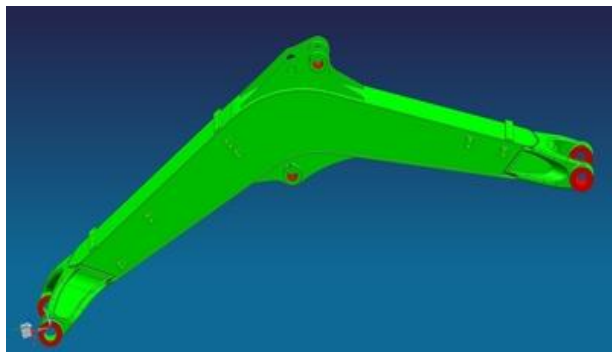
2. Након овог радног елемента, комад прати фифо линију и врши се транспорт до следећег бокса. Ту следи заваривање плочица и чаура. Затим, ради се упуна одливака и постављање два шава по дужини.
3. Комад се транспортује низ фифо линију до следећег бокса где почиње следећи радни елемент и наставак заваривања. Ту се заварују два шава по дужини као и заваривање чаура.
4. Производ прати даље фифо линију до операције чишћења. Током следеће операције се врши обарање ивица, обрада тангенти, чишћење троске и провера мера дела. Ако комад не задовољава задате мере, враћа се на дораду, а ако задовољава шаље се даље на машинску обраду.
5. Након чишћења, комад се транспортује на фифо ролере, а манипулатор који прати фифо линију враћа се на почетну операцију.
6. У оквиру машинске обраде, најпре је потребно да радник стегне комад у алату. Приликом постављања, проверава се симетрија комада и комад се позиционира у алату на радном столу. Затим се помоћу крана алат транспортује до машине, где оператер почиње да налази нуле отвора. У зависности од пречника отвора мењају се и сонде помоћу којих се налазе нуле. Код модела E16 пре налажења нула, потребно је извршити позиционирање висине котурастим глодалом због неадекватног алата. Оператер записује координате и покреће програм. Машина врши измену алата одн. узима котурасто глодало и почиње машинска обрада. Код модела E10 ради се машинска обрада три површине на већем и мањем одливку-унутрашње површине одливака као и доња спољна површина. Код модела E16 поред ових површина, обрађују се и површине између лаша. Након обраде котурастим глодалом следи обрада чеоним глодалом, које врши обраду горњих спољних површина одливака. Следеће операције су груба и фина обрада отвора. Након грубе обраде се врши провера мера помоћу субитора, након чега следи фина обрада отвора која доводи меру отвора на задату меру. Поступак се понавља за све отворе са изменом алата. Након машинске обраде, потребно је очистити комад емулзијом и компримованим ваздухом. Алат се помоћу крана транспортује на радни сто, врши се провера мера помичним кљунастим мерилом и транспортује се нов комад у машину.
7. Готов комад се скида из алата и помоћу крана се транспортује до бокса финалне обраде. Ту се врши обрада отвора чеоном брусилицом и обрада површина ротационом брусилицом.

8. Врши се провера мера свих отвора толерисаним клиновима. А након обраде површина ротационом брусилицом, врши се провера мера контролницима и помичним кљунастим мерилом.
9. Уколико мере нису у толеранцији, комад се враћа на дораду уколико је то могуће, а ако су мере задовољавајуће, комад се пакује на сабирно средство.
10. Следи транспорт до хале готових производа.

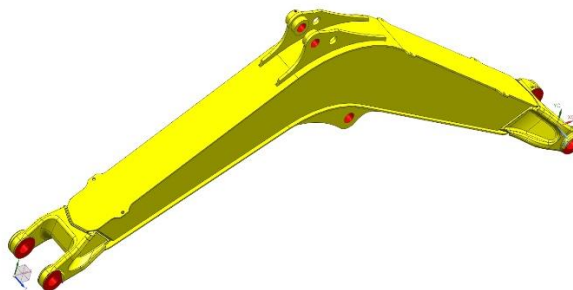


Слика 10 План производње од доласка позиција на линију до паковања готових производа у магацин

На сликама 11 и 12 представљени су 3Д модели готових комада.



Слика 11. Модел Hubarm E10



Слика 12. Модел Hubarm E16

3.1 Процес план

Процес план је представљен помоћу симбола. Операције које се врше представљене су зеленом бојом и повезане су стрелицама због боље прегледности. Процес план је представљен у Прилогу 1.

Машинска обрада се врши на CNC машини Norte чије обраде укључују обраду глодањем унутрашњих и доње спољне површине одливака котурастим глодалом и горње спољне површине одливака чеоним глодалом и бушење отвора на одливцима и лашама (обрада бургијом).

У Табели 2. представљени су и сви радни режими за сваку операцију, бројеви обртаја и посмаки.

Табела 2. Режији рада машине за машинску обраду модела E10 и E16

	Активност	Број обртаја	Посмак
1.	Обрада котурастим глодалом	S=160 o/min	F=100
2.	Обрада чеоним глодалом	S=700 o/min	F=700
3.	Обрада бургијом $\varnothing 49,5$	S=950 o/min	F=80
4.	Обрада бургијом $\varnothing 50$	S=2000 o/min	F=120
5.	Обрада бургијом $\varnothing 39,5$	S=800 o/min	F=160
6.	Обрада бургијом $\varnothing 40$	S=1500 o/min	F=120
7.	Обрада бургијом $\varnothing 44,5$	S=950 o/min	F=90
8.	Обрада бургијом $\varnothing 45$	S=1500 o/min	F=250

4.Израда радног упутства

Радно упутство је неизоставан део TWI-а. Оно пружа раднику све неопходне информације у вези процеса. Радно упутство се штампа у А3 формату. На самом врху радног упутства су представљене основне информације као што су назив фирме, назив производа, САП број, као и колико износи време једног циклуса. Такође, постоје информације ко је креирао документ, ко је прегледао документ, као и ко је оператер. Испод свих општих информација прелази се на елементе операције. Најпре пише назив операције, а затим је операција подељена у одређени број радних елемената. Радни елемент представља подкорак операције. У оквиру сваког радног елемента представљено је и време које је потребно да се радни елемент изврши. Испод назива радног елемента и времена неопходног за ту операцију, следи конкретно радно упутство. Сваки радни елемент је подељен на активности које су фотографисане где се јасно може видети шта радник ради. Потребно је сваку фотографију означити бројем и стрелицама да би се јасно представило коју операцију је потребно извршити. Изнад фотографија се налази кратак текстуални опис који прати слику где се укратко, али прецизно дају све неопходне информације везане за операцију тако да уз текст и слику раднику буде потпуно јасно како се обавља операција. На самом крају документа представљени су и симболи заштитне опреме које морају да се користе током операције.

При изради радног упутства, представљају се само главни процеси обраде који се увек понављају и представљају главне кораке у операцији као што су транспорт, налажење нула, обрада глодањем, бушење отвора итд., док се у радном упутству не представљају мењање плочица, дораде, мењање програма и остале нужне неплаћене активности. Приликом рачунања времена једног циклуса, потребно је сабрати сва времена активности које доносе вредност производу као и свих нужно неплаћених активности. У време једног циклуса не улазе времена неплаћених активности као што су чекања, дораде, све додатне активности које купац није спреман да плати.

У овом раду су представљена два радна упутства за оба модела Hubarm. Операција која се посматра је машинска обрада. Операција је подељена на следеће радне елементе:

3. Ре1-Транспорт алата у машину и налажење нула за све отворе;
4. Ре2-Обрада котурастим и чеоним глодалом;
5. Ре3-Груба-фина обрада отвора $\varnothing 50$;
6. Ре4-Груба-фина обрада отвора $\varnothing 40$;
7. Ре5-Груба-фина обрада отвора $\varnothing 45$;
8. Ре6-Чишћење комада и транспорт комада из машине.

Време једног циклуса за модел Е10 износи 75 минута и 44 секунде, а за модел Е16 износи 107 минута и 92 секунде.

У Прилогу 2 и 3 се налазе два оригинална радна упутства која се стандардно користе у фирми за оба производа.

5. Фазе израде КАИЗЕНА

5.1 Праћење тока активности- Plan фаза

Да би се упознао ток операције, потребно је испратити процес у целини. Штоперицом се мери време свих подоперација које се представља у табели. На овај начин се уједно и израђују радна упутства јер се на основу тих измерених времена закључује које су активности плаћене, које су нужне неплаћене а које су неплаћене.

У току процеса јављају се три врсте активности:

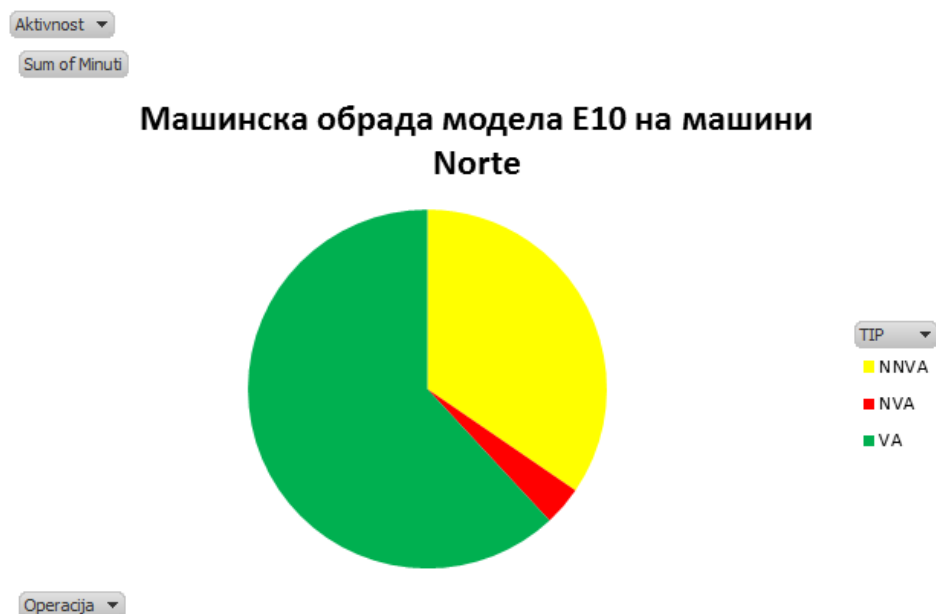
- Активности које додају вредност производу (даље у раду ће се користити скраћеница VA- енгл. Value Adding Activities) одн. то су све активности које је купац спреман да плати и које дају вредност производу;
- Нужне неплаћене активности (даље у раду ће се користити скраћеница NNVA- енгл. Necessary Non-Value Adding Activities) одн. то су све активности које не доносе вредност производу али које су нужне приликом тог процеса;
- Неплаћене активности (даље у раду ће се користити скраћеница NVA- енгл. Non-Value Adding Activities) одн. то су све активности које купац није спреман да плати, активности које представљају губитак.[10]

5.1.1 Праћење тока активности за модел E10

Када се измери време свих корака у операцији, приступа се сређивању података: дато је време у минутима, одређује се ком радном елементу припада активност, као и тип активности. Активности које додају вредност производу и неке нужне активности се укључују у време циклуса и формира се радно упутство. На другој страни све неплаћене активности као што су чекања, дораде, промене програма, представљају могућност да сепроцес унапреди, како би се у будућности избегла могућност појаве неплаћених активности. У оквиру LEAN концепта производње, циљ је да се производња одвија уз минимум губитака и самим тим је потребно избацити све неплаћене активности у току производње, а повећати све активности које је купац спреман да плати.

5.1.1.1 Праћење VA, NVA, NNVA активности приликом машинске обраде модела E10

Након праћења машинске обраде модела E10, све подоперације су подељене у радне елементе. Приступило се и одређивању типа активности. На Дијаграму 1 су представљене активности машинске обраде модела E10. У Табели 3 представљени су све операције и подоперације као и њихова времена.



Дијаграм 1. Приказ плаћених, нужно неплаћених и неплаћених активности у току једног циклуса обраде

Табела 3. Активности машинске обраде на машини Norte производа HA E10-01

	Активности	Секунде	Минути	ТИП	САП број	Радни елемент
1.	Транспорт радног стола у машину помоћу крана	175	2,92	NNVA	1000385960	pe1
2.	Налажење нула за све отворе	534	8,90	NNVA	1000385960	pe1
3.	Уношење координата у програм	100	1,67	NNVA	1000385960	pe1
4.	Мењање плочице на котурастом глодалу	353	5,88	NNVA	1000385960	pe1
5.	Обрада котурастим глодалом	1347	22,45	VA	1000385960	pe2
6.	Провера мера	45	0,75	NNVA	1000385960	pe2
7.	Мењање програма због погрешних мера	180,8	3,01	NVA	1000385960	pe2

Табела 3. (наставак) Активности машинске обраде на машини Norte производа НА Е10-01

	Активности	Секунде	Минути	ТИП	САП број	Радни елемент
8.	Обрада глодалом-наставак	828	13,80	VA	1000385960	pe2
9.	Обрада чеоним глодалом	322	5,37	VA	1000385960	pe2
10.	Груба обрада отвора ø50	96	1,60	VA	1000385960	pe3
11.	Фина обрада отвора ø50	20	0,33	VA	1000385960	pe3
12.	Провера мера помоћу субитора ø50	20	0,33	NNVA	1000385960	pe3
13.	Ротирање резне ивице плочице	41	0,68	NNVA	1000385960	pe3
14.	Фина обрада отвора ø50	78	1,30	VA	1000385960	pe3
15.	Провера бургије	33	0,55	NNVA	1000385960	pe4
16.	Груба обрада два отвора ø40	102	1,70	VA	1000385960	pe4
17.	Чишћење компримованим ваздухом	50	0,83	NNVA	1000385960	pe4
18.	Провера мера помоћу субитора ø40	22	0,37	NNVA	1000385960	pe4
19.	Фина обрада првог отвора ø40	26	0,43	VA	1000385960	pe4
20.	Провера	7	0,12	NNVA	1000385960	pe4
21.	Фина обрада првог отвора ø40	119	1,98	VA	1000385960	pe4
22.	Провера мера помоћу субитора другог отвора ø40	9	0,15	NNVA	1000385960	pe4
23.	Фина обрада другог отвора ø40	71	1,18	VA	1000385960	pe4
24.	Груба обрада отвора ø45	104	1,73	VA	1000385960	pe5
25.	Фина обрада отвора ø45	15	0,25	VA	1000385960	pe5
26.	Провера мера отвора ø45 помоћу субитора	14	0,23	NNVA	1000385960	pe5
27.	Фина обрада отвора ø45	24	0,40	VA	1000385960	pe5
28.	Скидање струготине	10	0,17	NNVA	1000385960	pe5
29.	Фина обрада отвора ø45	21	0,35	VA	1000385960	pe5
30.	Враћање машине у почетни положај	26	0,43	NNVA	1000385960	pe6
31.	Чишћење комада емулзијом	116	1,93	NNVA	1000385960	pe6

Табела 3. (наставак) Активности машинске обраде на машини Norte производа НА Е10-01

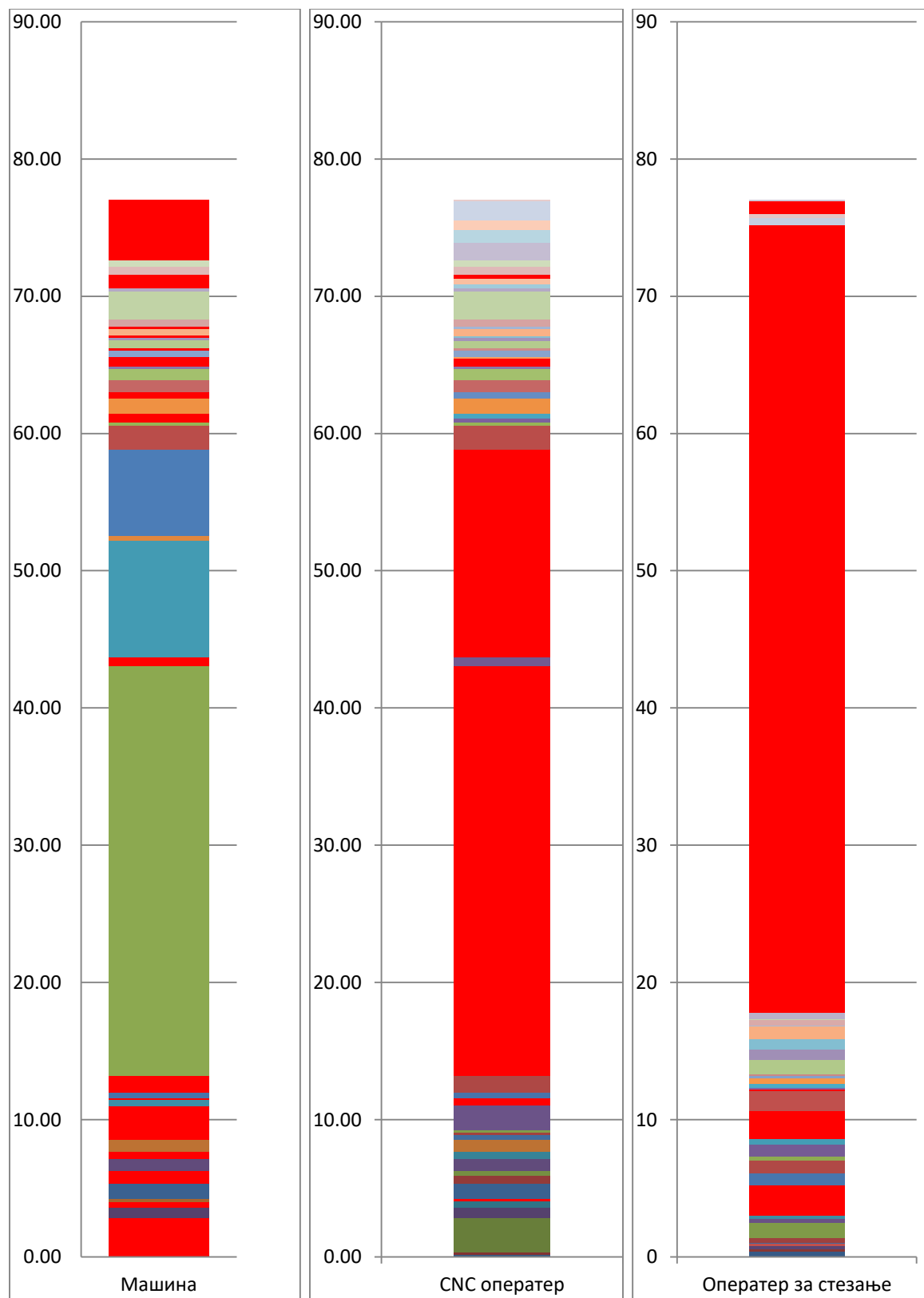
	Активности	Секунде	Минути	ТИП	САП број	Радни елемент
32.	Чишћење комада компримованим ваздухом	56	0,93	NNVA	1000385960	реб
33.	Транспорт из машине	160	2,67	NNVA	1000385960	реб

На основу добијених података у табели, види се да највише има плаћених активности. На основу овог мерења, неплаћену активност представља промена програма због погрешних мера. На овај начин су добијене информације о неплаћеним активностима, али потребно је извршити још детаљније мерење да би се видело време чекања машине, јер свако чекање машине представља неплаћену активност.

5.1.1.2 Човек-машина упоредно мерење током машинске обраде модела Е10

У оквиру мерења се спроводи мерење „Човек-машина“ (енгл. Man-machine) где се упоредо представљају активности радника и активности машине. Мерење времена почиње истовремено и записује се сваки корак и свако чекање. На овај начин се добија јаснија слика губитака јер се дијаграмски упоредо представљају добијене вредности. Свако чекање машине представља губитак, као и свака активност коју радник не би требало да обавља. Црвеном бојом су представљене све NVA активности и на тај начин се поставља визуелно бољи увид у проблем.

У оквиру мерења модела Е10, пратио се рад машине, ЦНЦ оператера и оператера задуженог за стезање комада. Такође, све активности су подељене у радне елементе и одређен је тип сваке активности. На Дијаграму 2 су представљене активности машине и радника, док су у Табели 4 представљене активности машине, Табели 5 активности ЦНЦ оператера а у Табели 6 активности оператера задуженог за стезање комада.



Дијаграм 2. Човек-машина упоредно мерење за комад E10-01

Табела 4. Активности машине у току једног циклуса

	Активности машина	Минути	Тип
1.	Чека	0,18	NVA
2.	Чека	0,15	NVA
3.	Чека	2,50	NVA
4.	Налажење 0 за први отвор	0,75	NNVA
5.	Чека	0,45	NVA
6.	Мења положај до друге 0	0,18	NNVA
7.	Налажење 0 за други отвор	1,15	NNVA
8.	Чека	0,55	NVA
9.	Чека	0,40	NVA
10.	Налажење 0 за трећи отвор	0,82	NNVA
11.	Чека	0,53	NVA
12.	Налажење 0 за четврти отвор	0,88	NNVA
13.	Чека	0,32	NVA
14.	Чека	0,20	NVA
15.	Чека	0,17	NVA
16.	Чека	1,78	NVA
17.	Машина узима глодало	0,45	NNVA
18.	Чека	0,12	NVA
19.	Доводи глодало	0,42	NNVA
20.	Чека	1,22	NVA
21.	Обрада катурастим глодалом	29,82	VA
22.	Чека	0,67	NVA
23.	Обрада катурастим глодалом	8,50	VA
24.	Оставља глодало	0,35	NNVA
25.	Обрада чеоним глодалом	6,27	VA
26.	Груба обрада отвора $\varnothing 50$	1,75	VA
27.	Фина обрада отвора $\varnothing 50$	0,25	VA
28.	Чека	0,28	NVA
29.	Чека	0,35	NVA
30.	Фина обрада отвора $\varnothing 50$	1,10	VA
31.	Чека	0,47	NVA
32.	Груба обрада првог отвора $\varnothing 40$	0,88	VA
33.	Груба обрада другог отвора $\varnothing 40$	0,78	VA
34.	Фина обрада првог отвора $\varnothing 40$	0,20	VA
35.	Чека	0,58	NVA
36.	Чека	0,13	NVA
37.	Фина обрада првог отвора $\varnothing 40$	0,43	VA
38.	Чека	0,17	NVA
39.	Фина обрада првог отвора $\varnothing 40$	0,57	VA
40.	Фина обрада другог отвора $\varnothing 40$	0,22	VA
41.	Чека	0,15	NVA
42.	Фина обрада другог отвора $\varnothing 40$	0,48	VA
43.	Чека	0,13	NVA

Табела 4. (наставак) Активности машине у току једног циклуса

	Активности машина	Минути	Тип
44.	Фина обрада другог отвора $\varnothing 40$	0,58	VA
45.	Груба обрада отвора $\varnothing 45$	2,03	VA
46.	Фина обрада отвора $\varnothing 45$	0,25	VA
47.	Чека	0,28	NVA
48.	Чека	0,42	NVA
49.	Чека	0,27	NVA
50.	Фина обрада отвора $\varnothing 45$	0,58	VA
51.	Враћа машину у 0	0,48	NNVA
52.	Чека	1,25	NVA
53.	Чека	0,92	NVA
54.	Чека	0,75	NVA
55.	Чека	1,35	NVA
56.	Чека	0,12	NVA

Табела 5. Активности ЦНЦ оператера у току једног циклуса

	Активности оператера	Минути	Тип
1.	Транспорт крана	0,18	NNVA
2.	Поставља куке	0,15	NNVA
3.	Транспорт радног стола у машину	2,50	NNVA
4.	Позиционирање 0 првог отвора	0,75	NNVA
5.	Записивање координата	0,45	NNVA
6.	Чека	0,18	NVA
7.	Позиционирање 0 другог отвора	1,15	NNVA
8.	Записивање координата	0,55	NNVA
9.	Промена сонде	0,40	NNVA
10.	Позиционирање 0 трећег отвора	0,82	NNVA
11.	Записивање координата	0,53	NNVA
12.	Позиционирање 0 четвртог отвора	0,88	NNVA
13.	Записивање координата	0,32	NNVA
14.	Пушта програм	0,20	NNVA
15.	Скида сонду за 0	0,17	NNVA
16.	Уношење координата и покретање програма	1,78	NNVA
17.	Чека	0,45	NVA
18.	Помаже другом раднику	0,12	NVA
19.	Доводи котурасто глодало	0,42	NNVA
20.	Промена резне плочице на глодалу	1,22	NNVA
21.	Чека	29,82	NVA
22.	Провера резних плочица	0,67	NNVA
23.	Чека	8,50	NVA
24.	Чека	0,35	NVA
25.	Чека	6,27	NVA
26.	Визуелна контрола	1,75	NNVA

Табела 5. (наставак) Активности ЦНЦ оператора у току једног циклуса

	Активности оператора	Минути	Тип
27.	Припрема субитор за мерење	0,25	NNVA
28.	Провера мера помоћу субитора	0,28	NNVA
29.	Провера резних плочица	0,35	NNVA
30.	Визуелна контрола	1,10	NNVA
31.	Проверава алат	0,47	NNVA
32.	Визуелна контрола	0,88	NNVA
33.	Визуелна контрола	0,78	NNVA
34.	Припрема субитор за мерење	0,20	NNVA
35.	Додатно стезање комада	0,58	NVA
36.	Провера мера помоћу субитора	0,13	NNVA
37.	Визуелна контрола	0,43	NNVA
38.	Скида струготину	0,17	NNVA
39.	Визуелна контрола	0,57	NNVA
40.	Припрема субитор за мерење	0,22	NNVA
41.	Провера мера помоћу субитора	0,15	NNVA
42.	Визуелна контрола	0,48	NNVA
43.	Скида струготину	0,13	NNVA
44.	Визуелна контрола	0,58	NNVA
45.	Визуелна контрола	2,03	NNVA
46.	Припрема субитор за мерење	0,25	NNVA
47.	Провера мера помоћу субитора	0,28	NNVA
48.	Провера резних плочица	0,42	NNVA
49.	Чека	0,27	NVA
50.	Визуелна контрола	0,58	NNVA
51.	Скида сонду за 0	0,48	NNVA
52.	Чишћење комада емулзијом	1,25	NNVA
53.	Чишћење комада компримованим ваздухом	0,92	NNVA
54.	Намешта кран	0,75	NNVA
55.	Транспорт радног стола из машине	1,35	NNVA
56.	Скида ланце	0,12	NNVA

Табела 6. Активности оператора задуженог за стезање комада у току једног циклуса

	Активности помоћника за стезање	Минути	Тип
1.	Оставља кран и иде до другог комада	0,4	NNVA
2.	Узима кључ и одвија	0,17	NNVA
3.	Промена положаја	0,03	NNVA
4.	Одвија	0,18	NNVA
5.	Намешта чепиће	0,03	NVA
6.	Одвија	0,13	NNVA
7.	Мења положај	0,12	NNVA
8.	Одвија са друге стране	0,32	NNVA
9.	Узима кран	1,08	NNVA

Табела 6. (наставак) Активности оператора задуженог за стезање комада у току једног циклуса

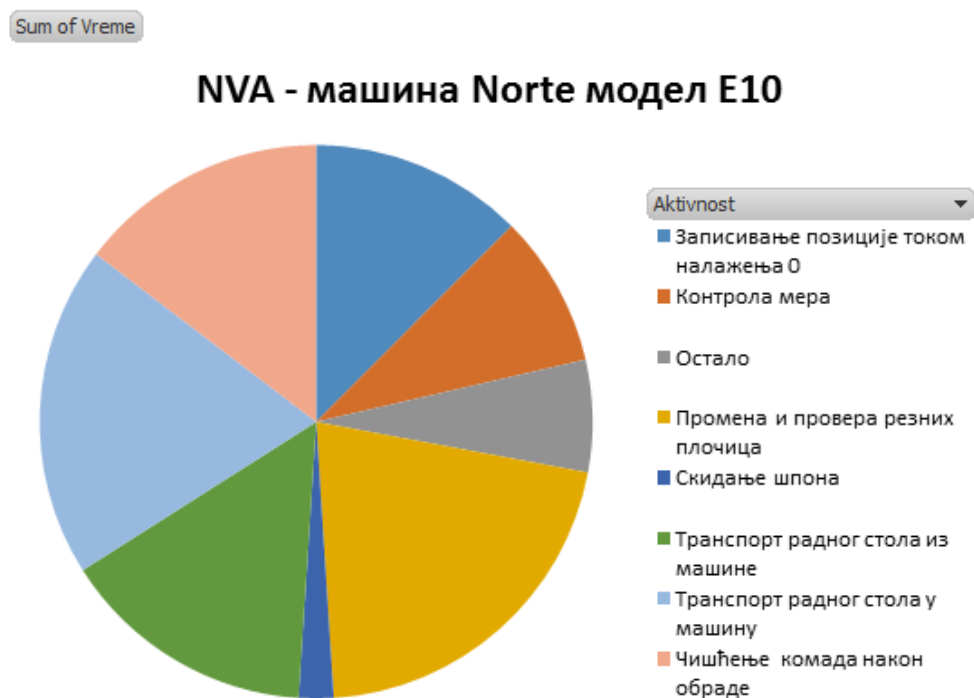
	Активности помоћника за стезање	Минути	Тип
10.	Качи кран	0,33	NNVA
11.	Скида кран	0,23	NNVA
12.	Чека кран-узима колега	2,2	NVA
13.	Качи кран	0,88	NNVA
14.	Транспорт комада на палету	0,9	NNVA
15.	Скида кран	0,33	NNVA
16.	Иде краном до новог комада	0,88	NNVA
17.	Качи кран	0,4	NNVA
18.	Није добро закачио кран	0,6	NVA
19.	Качи кран поново	1,42	NVA
20.	Транспорт комада на радни сто	1,45	NNVA
21.	Поставља чепиће	0,15	NVA
22.	Мења положај	0,1	NNVA
23.	Скида кран	0,28	NNVA
24.	Одлаже кран	0,43	NNVA
25.	Позиционира комад	0,17	NNVA
26.	Мења положај	0,08	NNVA
27.	Подешава по висини	1,07	NNVA
28.	Стеже комад	0,77	NNVA
29.	Подешава на средини и одвија	0,72	NNVA
30.	Поставља стегу на средини и на задњој страни	0,97	NNVA
31.	Промена положаја	0,03	NNVA
32.	Стеже комад и на предњој страни	0,42	NNVA
33.	Мења положај	0,08	NNVA
34.	Стеже комад на задњој бочној страни	0,42	NNVA
35.	Стеже додатно комад	1,2	NVA
36.	Чека следећу операцију	56,16	NVA
37.	Узима кран	0,58	NNVA
38.	Намешта ланце	0,3	NNVA
39.	Чека	0,87	NVA
40.	Скида ланце	0,12	NNVA

5.1.1.3 Преглед NVA активности приликом машинске обраде модела E10

Пошто је циљ унапређења рад машине, на овај начин је добијен увид свих чекања машине. На Дијаграму 3 су представљене све активности које су неплаћене. Све неплаћене активности су у оквиру овог мерења подељене у осам група: записивање координата нула, провера мера, промена и провера резних плочица, скидање струготине, транспорт алата у машину и из машине, чишћење комада након обраде и остало као што су чекања док се

радник консултује или помаже другом раднику и представљене су у Табели 7 са временима трајања активности.

Измерено време чекања машине за овај модел износи 18 минута и 23 секунде.



Дијаграм 3. Однос неплаћених активности у току једног циклуса за модел E10

Табела 7. Неплаћене активности приликом машинске обраде модела E10

	NVA активности	Време (мин)
1.	Промена и провера резних плочица	3,12
2.	Транспорт алата у машину	2,87
3.	Остало	2,57
4.	Транспорт аата из машине	2,22
5.	Чишћење комада	2,17
6.	Записивање координата нула	1,85
7.	Провера мера	1,4
8.	Скидање струготине	0,3

5.2.1 Праћење тока активности за модел E16

5.2.1.1 Праћење VA, NVA, NNVA активности приликом машинске обраде модела E10

Извршено је мерење и за модел E16. На Дијаграму 4 представљен је однос свих активности. Мерење је спроведено на исти начин и за модел E10. Све операције и подоперације представљене су у Табели 8.



Дијаграм 4. Приказ плаћених, нужно неплаћених и неплаћених активности у току једног циклуса обраде

Табела 8. Активности машинске обраде на машини Norte производа HA E16-01

	Активност	Минути	Тип	САП број	Операција	Радни елемент
1.	Транспорт радног стола у машину помоћу крана	3,37	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe1
2.	Позиционирање помоћу глодала	9,55	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe1
3.	Налажење 0 за све отворе	12,87	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe1
4.	Замена резне плочице на глодалу	2,88	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe1

Табела 8. (наставак) Активности машинске обраде на машини Norte производа HA E16-01

	Активност	Минути	Тип	САП број	Операција	Радни елемент
5.	Обрада котурастим глодалом	46,07	VA	10003681 55	Машинска обрада	pe2
6.	Оставља глодало	0,63	NNVA	10003681 55	Машинска обрада	pe2
7.	Чека	0,45	NVA	10003681 55	Машинска обрада	pe2
8.	Обрада чеоним глодалом	0,63	VA	10003681 55	Машинска обрада	pe2
9.	Замена резне плочице на чеоном глодалу	5,67	NNVA	10003681 55	Машинска обрада	pe2
10.	Обрада чеоним глодалом	5,45	VA	10003681 55	Машинска обрада	pe2
11.	Чека	0,22	NVA	10003681 55	Машинска обрада	pe2
12.	Груба обрада отвора $\varnothing 50$	1,75	VA	10003681 55	Машинска обрада	pe3
13.	Фина обрада отвора $\varnothing 50$	0,33	VA	10003681 55	Машинска обрада	pe3
14.	Чека	0,20	NVA	10003681 55	Машинска обрада	pe3
15.	Фина обрада отвора $\varnothing 50$	0,27	VA	10003681 55	Машинска обрада	pe3
16.	Провера мера помоћу субитора	0,22	NNVA	10003681 55	Машинска обрада	pe3
17.	Чека	0,25	NVA	10003681 55	Машинска обрада	pe3
18.	Фина обрада отвора $\varnothing 50$	0,57	VA	10003681 55	Машинска обрада	pe3
19.	Чишћење комада емулзијом	0,75	NNVA	10003681 55	Машинска обрада	pe3
20.	Фина обрада отвора $\varnothing 50$	0,62	VA	10003681 55	Машинска обрада	pe3
21.	Груба обрада отвора $\varnothing 40$	1,32	VA	10003681 55	Машинска обрада	pe4
22.	Фина обрада отвора $\varnothing 40$	0,30	VA	10003681 55	Машинска обрада	pe4
23.	Провера мера помоћу субитора	0,22	NNVA	10003681 55	Машинска обрада	pe4
24.	Провера резне плочице	0,67	NNVA	10003681 55	Машинска обрада	pe4
25.	Притеже сто	0,38	NVA	10003681 55	Машинска обрада	pe4

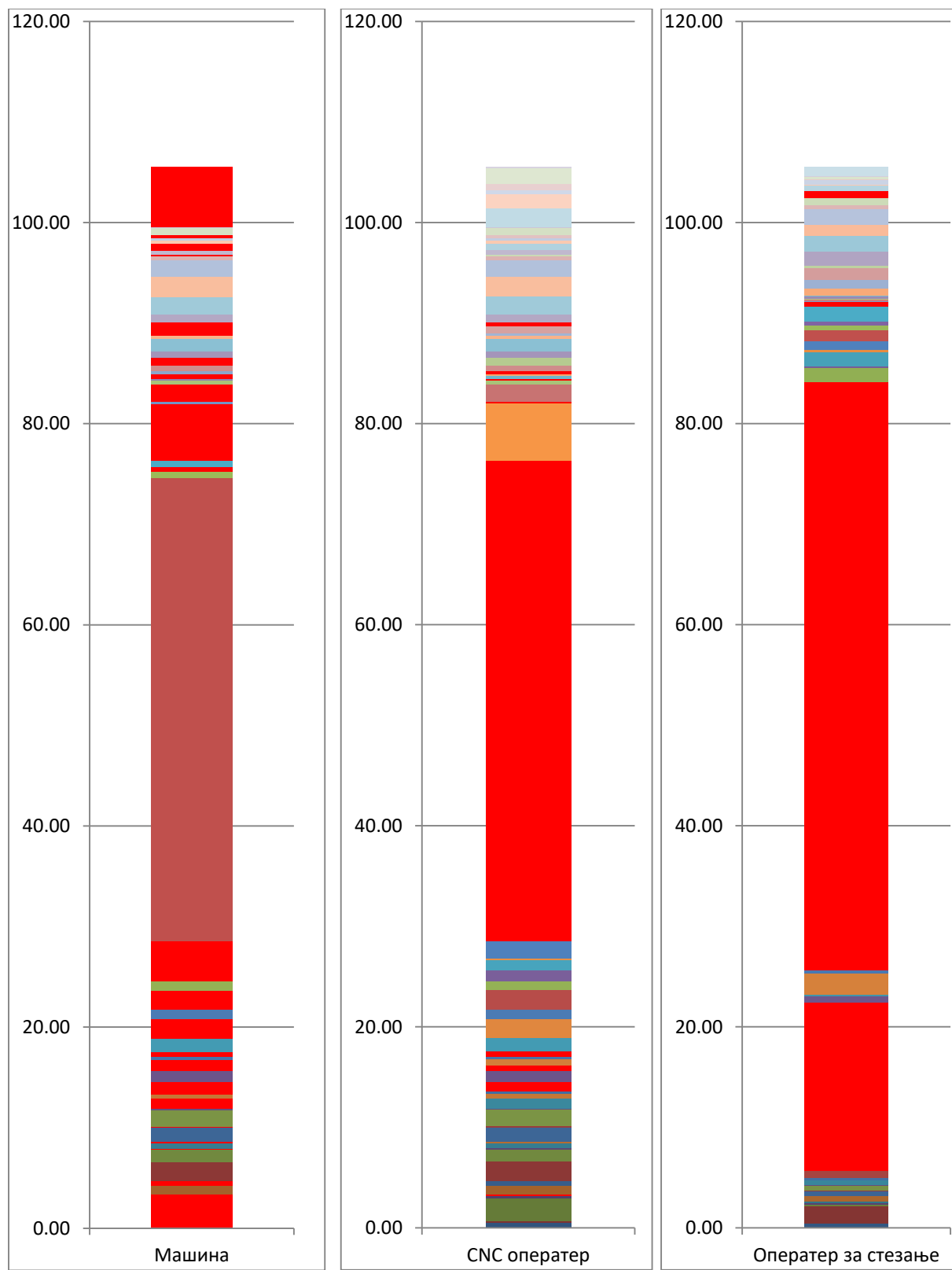
Табела 8. (наставак) Активности машинске обраде на машини Norte производа НА Е16-01

	Активност	Минути	Тип	САП број	Операција	Радни елемент
26.	Фина обрада отвора $\varnothing 40$	0,87	VA	10003681 55	Машинска обрада	pe4
27.	Обрада бургијом првог отвора $\varnothing 45$	1,73	VA	10003681 55	Машинска обрада	pe5
28.	Груба обрада првог отвора $\varnothing 45$	1,98	VA	10003681 55	Машинска обрада	pe5
29.	Груба обрада другог отвора $\varnothing 45$	1,68	VA	10003681 55	Машинска обрада	pe5
30.	Фина обрада првог отвора $\varnothing 45$	0,35	VA	10003681 55	Машинска обрада	pe5
31.	Провера мера помоћу субитора	0,17	NNVA	10003681 55	Машинска обрада	pe5
32.	Фина обрада првог отвора $\varnothing 45$	0,42	VA	10003681 55	Машинска обрада	pe5
33.	Чишћење струготине	0,65	NNVA	10003681 55	Машинска обрада	pe5
34.	Фина обрада првог отвора $\varnothing 45$	0,33	VA	10003681 55	Машинска обрада	pe5
35.	Фина обрада другог отвора $\varnothing 45$	0,22	VA	10003681 55	Машинска обрада	pe5
36.	Провера мера помоћу субитора	0,33	NNVA	10003681 55	Машинска обрада	pe5
37.	Фина обрада другог отвора $\varnothing 45$	0,72	VA	10003681 55	Машинска обрада	pe5
38.	Враћање машине у 0	0,08	NNVA	10003681 55	Машинска обрада	pe6
39.	Чишћење комада емулзијом	1,87	NNVA	10003681 55	Машинска обрада	pe6
40.	Чишћење комада компримованим ваздухом	1,38	NNVA	10003681 55	Машинска обрада	pe6
41.	Транспорт радног стола из машине помоћу крана	2,72	NNVA	10003681 55	Машинска обрада	pe6

Добијени подаци показују да су неплаћене активности у оквиру ове операције додатно притезање комада у алату, као и све врсте чекања док се радник консултује.

5.2.1.2 Човек-машина упоредно мерење током машинске обраде модела E16

Извршено је мерење „Човек-машина“ као и за модел E10. Овај модел има неке додатне операције па је и време обраде дужи а и јављају се неке операције које су неплаћене или су нужне а могу се унапредити. Све активности су представљене на Дијаграму 4. Такође, црвеном бојом су означене све неплаћене активности.



Дијаграм 4. Човек-машина упоредно мерење за комад E16-01

Табела 9. Активности машине у току једног циклуса

	Активности машине	Минути	ТИП
1.	Чека	0,57	NVA
2.	Чека	0,08	NVA
3.	Чека	2,32	NVA
4.	Чека	0,23	NVA
5.	Чека	0,17	NVA
6.	Узима катурасто глодало	0,85	NNVA
7.	Чека	0,45	NVA
8.	Позиционирање глодалом	1,93	NNVA
9.	Позиционирање глодалом	1,25	NNVA
10.	Празан ход	0,10	NVA
11.	Позиционирање глодалом	0,47	NNVA
12.	Празан ход	0,15	NVA
13.	Позиционирање глодалом	1,42	NNVA
14.	Празан ход	0,13	NVA
15.	Позиционирање глодалом	1,63	NNVA
16.	Празан ход	0,15	NVA
17.	Чека	1,02	NVA
18.	Оставља глодало	0,43	NNVA
19.	Чека	0,25	NVA
20.	Чека	0,30	NVA
21.	Чека	0,65	NVA
22.	Налажење 0 за први отвор	1,10	NNVA
23.	Чека	0,48	NVA
24.	Чека	0,62	NVA
25.	Мења алат	0,30	NNVA
26.	Чека	0,18	NVA
27.	Чека	0,07	NVA
28.	Чека	0,25	NVA
29.	Налажење 0 за други отвор	1,32	NNVA
30.	Чека	1,93	NVA
31.	Налажење 0 за трећи отвор	0,95	NNVA
32.	Чека	1,90	NVA
33.	Налажење 0 за четврти отвор	0,92	NNVA
34.	Чека	1,08	NVA
35.	Чека	1,05	NVA
36.	Чека	0,10	NVA
37.	Чека	1,73	NVA
38.	Обрада катурастим глодалом	46,07	VA
39.	Замена алата	0,63	NNVA
40.	Чека	0,45	NVA
41.	Обрада чеоним глодалом	0,63	VA
42.	Чека	5,67	NVA
43.	Обрада чеоним глодалом	0,22	VA

Табела 9. (наставак) Активности машине у току једног циклуса

	Активности машине	Минути	ТИП
44.	Чека	1,75	NVA
45.	Груба обрада отвора $\varnothing 50$	0,33	VA
46.	Фина обрада отвора $\varnothing 50$	0,20	VA
47.	Чека	0,27	NVA
48.	Чека	0,22	NVA
49.	Фина обрада отвора $\varnothing 50$	0,25	VA
50.	Фина обрада отвора $\varnothing 50$	0,57	VA
51.	Чека	0,75	NVA
52.	Груба обрада отвора $\varnothing 40$	0,62	VA
53.	Фина обрада отвора $\varnothing 40$	1,32	VA
54.	Фина обрада отвора $\varnothing 40$	0,30	VA
55.	Чека	0,22	NVA
56.	Чека	0,67	NVA
57.	Чека	0,38	NVA
58.	Фина обрада отвора $\varnothing 40$	0,87	VA
59.	Обрада бургијом првог отвора $\varnothing 45$	1,73	VA
60.	Груба обрада првог отвора $\varnothing 45$	1,98	VA
61.	Груба обрада другог отвора $\varnothing 45$	1,68	VA
62.	Фина обрада првог отвора $\varnothing 45$	0,35	VA
63.	Чека	0,17	NVA
64.	Фина обрада првог отвора $\varnothing 45$	0,42	VA
65.	Чека	0,65	NVA
66.	Фина обрада првог отвора $\varnothing 45$	0,33	VA
67.	Фина обрада другог отвора $\varnothing 45$	0,22	VA
68.	Чека	0,33	NVA
69.	Фина обрада другог отвора $\varnothing 45$	0,72	VA
70.	Враћа машину у почетни положај	0,08	NNVA
71.	Чека	1,87	NVA
72.	Чека	1,38	NVA
73.	Чека	0,47	NVA
74.	Чека	0,55	NVA
75.	Чека	1,58	NVA
76.	Чека	0,12	NVA

Табела 10. Активности ЦНЦ оператера у току једног циклуса

	Активности оператера	Минути	Тип
1.	Доводи кран	0,57	NNVA
2.	Проверава положај	0,08	NNVA
3.	Транспорт радног стола у машину	2,32	NNVA
4.	Одлаже кран	0,23	NNVA
5.	Фиксира комад	0,17	NNVA
6.	Припрема чек листу	0,85	NNVA

Табела 10. (наставак) Активности ЦНЦ оператора у току једног циклуса

	Активности оператора	Минути	Тип
7.	Уноси програм	0,45	NNVA
8.	Ручно позиционирање глодалом	1,93	NNVA
9.	Ручно позиционирање глодалом	1,25	NNVA
10.	Записује податке	0,10	NNVA
11.	Ручно позиционирање глодалом	0,47	NNVA
12.	Записује податке	0,15	NNVA
13.	Ручно позиционирање глодалом	1,42	NNVA
14.	Записује податке	0,13	NNVA
15.	Ручно позиционирање глодалом	1,63	NNVA
16.	Записује податке	0,15	NNVA
17.	Покреће програм	1,02	NNVA
18.	Узима сонду за налажење 0	0,43	NNVA
19.	Поставља сонду за налажење 0	0,25	NNVA
20.	Узима прибор за стезање	0,30	NVA
21.	Стеже сто	0,65	NVA
22.	Ручно позиционирање нуле	1,10	NNVA
23.	Консултује се са колегом	0,48	NVA
24.	Записује податке	0,62	NNVA
25.	Доводи алат	0,30	NNVA
26.	Мења алат	0,18	NNVA
27.	Чека	0,07	NVA
28.	Гледа позицију	0,25	NNVA
29.	Ручно позиционирање 0	1,32	NNVA
30.	Записује податке	1,93	NNVA
31.	Ручно позиционирање 0	0,95	NNVA
32.	Записује податке	1,90	NNVA
33.	Ручно позиционирање 0	0,92	NNVA
34.	Покреће програм	1,08	NNVA
35.	Замена плочице на котурастом глодалу	1,05	NNVA
36.	Одлаже алат	0,10	NNVA
37.	Уноси податке	1,73	NNVA
38.	Чека	46,07	NVA
39.	Чека	0,63	NVA
40.	Чека	0,45	NVA
41.	Чека	0,63	NVA
42.	Мења плочицу на чеоном глодалу	5,67	NNVA
43.	Чека	0,22	NVA
44.	Визуелна контрола	1,75	NNVA
45.	Визуелна контрола	0,33	NNVA
46.	Чека	0,20	NVA
47.	Припрема субитор за контролу	0,27	NNVA
48.	Провера мера помоћу субитора	0,22	NNVA
49.	Чека	0,25	NVA

Табела 10. (наставак) Активности ЦНЦ оператора у току једног циклуса

	Активности оператора	Минути	Тип
50.	Визуелна контрола	0,57	NNVA
51.	Чисти комад емулзијом и затеже сто	0,75	NVA
52.	Визуелна контрола	0,62	NNVA
53.	Визуелна контрола	1,32	NNVA
54.	Припрема субитор за контролу	0,30	NNVA
55.	Провера мера помоћу субитора	0,22	NNVA
56.	Замена плочице	0,67	NNVA
57.	Притеже сто	0,38	NVA
58.	Визуелна контрола	0,87	NNVA
59.	Визуелна контрола	1,73	NNVA
60.	Визуелна контрола	1,98	NNVA
61.	Визуелна контрола	1,68	NNVA
62.	Припрема субитор за контролу	0,35	NNVA
63.	Провера мера помоћу субитора	0,17	NNVA
64.	Визуелна контрола	0,42	NNVA
65.	Чишћење струготине	0,65	NNVA
66.	Визуелна контрола	0,33	NNVA
67.	Припрема субитор за контролу	0,22	NNVA
68.	Провера мера помоћу субитора	0,33	NNVA
69.	Чишћење комада емулзијом	0,72	NNVA
70.	Враћа машину у 0	0,08	NNVA
71.	Чишћење комада емулзијом	1,87	NNVA
72.	Чишћење комада компримованим ваздухом	1,38	NNVA
73.	Доводи кран	0,47	NNVA
74.	Поставља куке	0,55	NNVA
75.	Транспорт радног стола из машине	1,58	NNVA
76.	Скида куке	0,12	NNVA

Табела 11. Активности оператора задуженог за стезање комада у току једног циклуса

	Активности помоћника за стезање	Минути	Тип
1.	Качи кран	0,47	NNVA
2.	Транспорт комада на радни сто	1,68	NNVA
3.	Скида кран	0,18	NNVA
4.	Одлаже кран	0,17	NNVA
5.	Чисти zero point	0,17	NNVA
6.	Тражи програм	0,50	NNVA
7.	Попушта комад из алата	0,50	NNVA
8.	Мења положај	0,05	NNVA
9.	Попушта комад из алата	0,48	NNVA
10.	Оставља кључ	0,05	NNVA
11.	Узима кран	0,17	NNVA
12.	Качи кран	0,75	NNVA

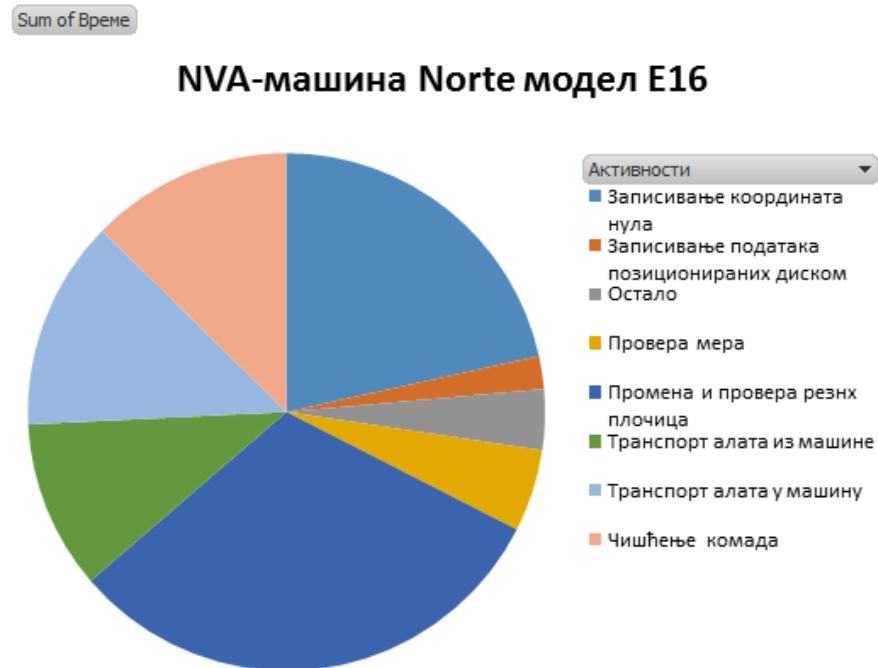
Табела 11.(наставак) Активности оператера задуженог за стезање комада у току једног циклуса

	Активности помоћника за стезање	Минути	Тип
13.	Чека палету	16,68	NVA
14.	Иде по летве	0,65	NNVA
15.	Иде до комада	0,18	NNVA
16.	Транспорт до палете	2,08	NNVA
17.	Скида кран	0,35	NNVA
18.	Чека следећу операцију	58,43	NVA
19.	Испира комад	1,48	NNVA
20.	Узима прево за компримовани ваздух	0,10	NNVA
21.	Чисти компримованим ваздухом	1,48	NNVA
22.	Доводи кран	0,18	NNVA
23.	Качи кран	0,92	NNVA
24.	Транспорт комада на радни сто	1,03	NNVA
25.	Скида кран	0,47	NNVA
26.	Одлаже кран	0,40	NNVA
27.	Попушта комад из алата	1,53	NNVA
28.	Консултује се са колегом	0,38	NVA
29.	Мења положај	0,08	NNVA
30.	Попушта комад из алата	0,20	NNVA
31.	Мења положај	0,08	NNVA
32.	Попушта комад из алата	0,22	NNVA
33.	Оставља кључ	0,07	NNVA
34.	Узима кран	0,75	NNVA
35.	Качи кран	0,82	NNVA
36.	Транспорт до палете	1,17	NNVA
37.	Иде по летве	0,23	NNVA
38.	Наставља транспорт до палете	1,43	NNVA
39.	Иде краном по комад	1,53	NNVA
40.	Качи кран	1,10	NNVA
41.	Транспорт комада са палете на радни сто	1,55	NNVA
42.	Скида кран	0,38	NNVA
43.	Одлаже кран	0,75	NNVA
44.	Намешта штапиће и рукавице	0,67	NVA
45.	Стеже комад у алату	0,52	NNVA
46.	Узима кључ	0,08	NNVA
47.	Стеже комад кључем	0,23	NNVA
48.	Мења положај	0,05	NNVA
49.	Стеже комад кључем	0,92	NNVA

5.2.1.3 Преглед NVA активности приликом машинске обраде модела E16

Током мерења, издвојиле су се неплаћене активности. У склопу машинске обраде овог модела примењује се операција позиционирања висине помоћу глодала. Док оператер записује измерене координате машина има празан ход, одн. диск ради али нема никакву функцију. На Дијаграму 5 је приказан однос свих неплаћених активности. У Табели 12 представљене су активности и дужине трајања истих.

Измерено време чекања машине за овај модел износи 28 минута.



Дијаграм 5. Однос неплаћених активности у току једног циклуса за модел E16

Табела 12. Неплаћене активности приликом машинске обраде модела E16

	Неплаћене активности	Време (мин)
1.	Промена и проверка резних плочица	8,02
2.	Записивање координата нула	5,53
3.	Транспорт алата у машину	3,37
4.	Чишћење комада	3,25
5.	Транспорт алата из машине	2,72
6.	Провера мера	1,32
7.	Остало	0,97
8.	Записивање координата висина	0,53

5.2 Фазе израде Каизена - Фаза Уради

У оквиру неплаћених активности, активност која је на првом месту и која одузима највише времена и која се најчешће понавља јесте провера и промена резних плочица. Да би се дошло до јасног проблема, приступа се праћењу хабања резних плочица на недељном нивоу. У прилогу 4 представљен је први Каизен.

Потенцијални узроци због којих се јавља хабање су:

- 1) Врста Емулзије,
- 2) Вибрације машине,
- 3) Оштећеност алата,
- 4) Необученост оператера,
- 5) Неадекватан одабир резних плочица.

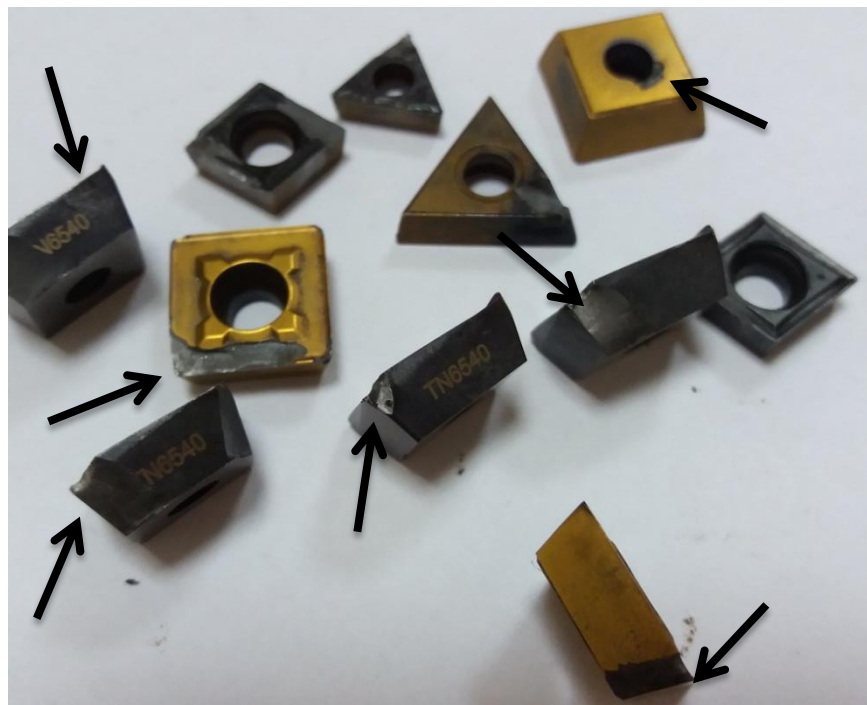
Узроци који би могли да се елиминишу јесу врста емулзије, самим тим јер се користи нова емулзија која одговара овом типу обраде. Дешавају се вибрације машине али оне нису тренутно главни узрок хабања плочица. Оператери су обучени за рад и машина ради са смањеним режимима, тако да они нису у могућности да раде са већим режимима. Главни узроци ових хабања јесу оштећеност алата-котурастог глодала, и неадекватан одабир резних плочица.

Котурасто глодало који се користи јесте глодало пречника 315mm и дужине стабла L=570mm (Слика 13). Алат је са уградним плочицама, па самим тим не постоји могућност да се користе плочице неког другог произвођача или неки други тип плочице. На алат се поставља укупно 16 плочица, 8 златних горњих и 8 црних доњих. Плочице користе све четири резне ивице.



Слика 13. Котурасто глодало пречника 315 са стаблом дужине L=570mm и уградним плочицама

Приликом праћења учесталости хабања плочица дошло се до закључка да су оштећења настала услед вибрација (Слика 14).



Слика 14 Приказ исхабаних плочица за обраду глодањем

Даље се приступило анализи два потенцијална узрока, врсти плочица и конструкцији котурастог глодала. Укупни трошкови за резне плочице на годишњем нивоу само за машину Norte износе 90% од укупног трошка за плочице које се користе и на другим машинама.

Пошто је диск уградни и нема касете за измену плочица, не постоји могућност да се испроба издржљивост другог типа плочица. Куповина диска би представљала одређену инвестицију која опет не би могла да осигура потпуно решење проблема.

Да би се извршило унапређење, приступа се отварању А3 Каизена. Прва фаза Каизена је ПЛАНИРАЊЕ и у овој фази се представља проблем, који су потенцијални узроци проблема, опис планираног решења, калкулација, годишњи губици, неопходне противмере које се анализирају детаљно у УРАДИ фази.

Приступа се представљању проблема у фази ПЛАНИРАЈ:

- Шта је проблем?
Проблем представља хабање плочица током машинске обраде диском пречника 315.
- Када је проблем идентификован? Да ли се понавља?
Проблем је идентификован приликом праћења процеса и дефинисања радног упутства. Проблем се понавља.
- Који тренд има проблем? Која је учесталост проблема?
Тренд је растући, учесталост је дневна.
- Колико је проблем велики?
Плочице се мењају комплетно на сваке четири смене.
- Прорачун годишњих губитака:

Број горњих плочица·цена горњих плочица+број доњих плочица·цена доњих плочица= годишњи губици

Представљају се неопходне противмере пре решења проблема. Потребно је у УРАДИ фази документовати решења, са датумима почетка и очекиваног завршетка, као и са одговорним лицима.

- Потребно је укратко описати процес који се спроводи. Описати процес: редослед операције, ток материјала итд.
Приликом обраде котурастим глодалом комада Е10, машина прво узима алат, након чега следи обрада првог мањег одливка. Када се обради одливак алат се помера до другог већег одливка након чега следи обрада. Када се заврши обрада алат се враћа у постоље. За обраду модела Е16, између обрада одливака, обрађују се и чауре. Плочице се проверавају по потреби, често се прекине операција како би се проверило стање плочица. Приликом ове обраде оператери не користе емулзију.

- Дефинисати циљ и жељено стање:
Повећати капацитет машине NORTE за један комад по смени и смањити lead time до 26. недеље.

У овом кораку морају бити задовољени СМДЗВ-критеријуми.

С-циљ ј специфичан тек када је именован најважнији појединачан проблем.

М-циљ је мерљив тек када су дефинисани показатељи који се користе у кораку провере.

Д-циљ је достижан ако је вероватноћа да се постигне реална.

З-циљ је значајан ако је позитиван прорачун исплативости.

В-циљ је временски ако постоје дефинисани рокови за завршетак активности.

До потенцијалних узрока дошло се методом 5 Зашто:

-Зашто долази до честе измене плочица? Зато што се плочице брзо хабају.

-Зашто се плочице брзо хабају? Зато што долази до оштећења приликом обраде.

-Зашто? Зато што се јављају вибрације између диска и плочица.

-Зашто? Зато што је глодало оштећено.

- Листа потенцијалних узрока:
Машинска обрада без коришћења емулзије,
Неадекватан избор плочица,
Оштећен алат-глодало,
Одступања од саосности стезачке главе машине и врата глодала.
- Шта је узрок проблема на основу података?
Узрок представља оштећење глодала.
- Опис планираног решења:
Искористити глодало које је у магацину намењено за машину Zaer, са измењивим касетама и сребрним плочицама, на машини Norte за обраду модела E10 и E16.

Одлучено је да се испроба диск који је истог пречника али дужине стабла $L=440\text{mm}$ (Слика15.). Диск је са измењивим касетама и плочице које се користе имају две резне ивице. Горње и доње плочице су исте, од истог произвођача, само са левом и десном нападном страном.



Слика 15. Диск са измењивим касетама и сребрним плочицама

5.3 Фазе израде Каизена - Провера пробне серије - Check фаза

Због саме конструкције глодала, глодало се може искористити за комплетну обраду мањег одливка, као и за обраду чаура између лаша. Што се тиче већег одливка, новим глодалом се обрађују површине унутар одливака, док се доња спољна површина обрађује старим глодалом. Старо глодало се користи и за позиционирање висине.

На нов алат се поставља десет горњих и десет доњих плочица. Плочице су од другачијег материјала од претходних плочица. Горње и доње плочице су исте осим нападне резне ивице (Слика 16).



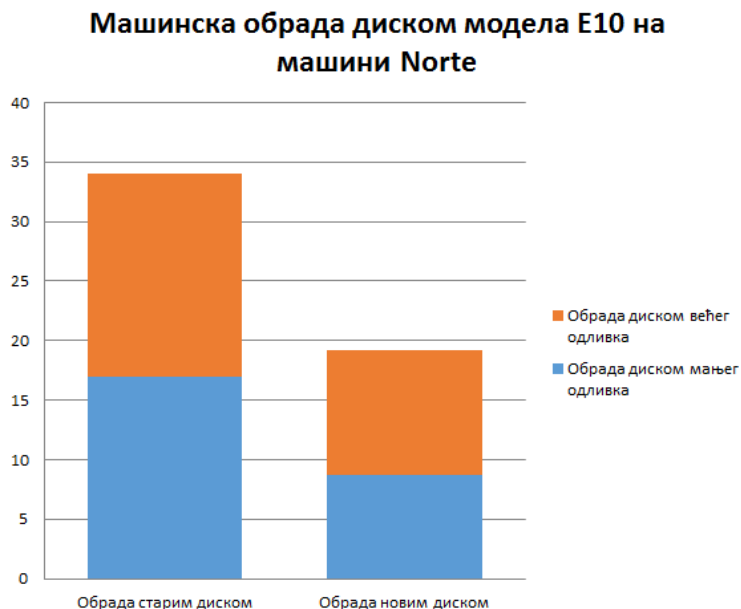
Слика 16 Сребрне плочице које се користе на новом глодалу

Извршена је провера времена обраде новим алатом за моделе E10 и E16. За модел E10 се врши обрада новим глодалом мањег одливка, затим новим глодалом се обрађују унутрашње површине већег одливка, након чега се одлаже алат и врши се измена алата. За обраду доње спољне површине одливка користи се стари глодало. У Табели 13 је представљено време операција, измене алата и кретање диска између операција обраде.

Табела 13. Процес обраде котурастим глодалом за модел E10

	Операција	Секунде	Минути
1.	Узима ново глодало	15	0,25
2.	Иде алатом до мањег одливка	33	0,55
3.	Обрада глодалом мањег одливка	524	8,73
4.	Иде алат до другог одливка	20	0,33
5.	Обрада глодалом другог одливка	403	6,72
6.	Оставља алат	12	0,20
7.	Иде до старог глодала	51	0,85
8.	Иде глодалом до одливка	38	0,63
9.	Обрада доње површине одливка старим глодалом	375	3,75
10.	Оставља алат	39	0,65

На основу поновног мерења утврђено је да је време обраде котурастим глодалом, са свим изменама, скраћено за 13,33 минута.



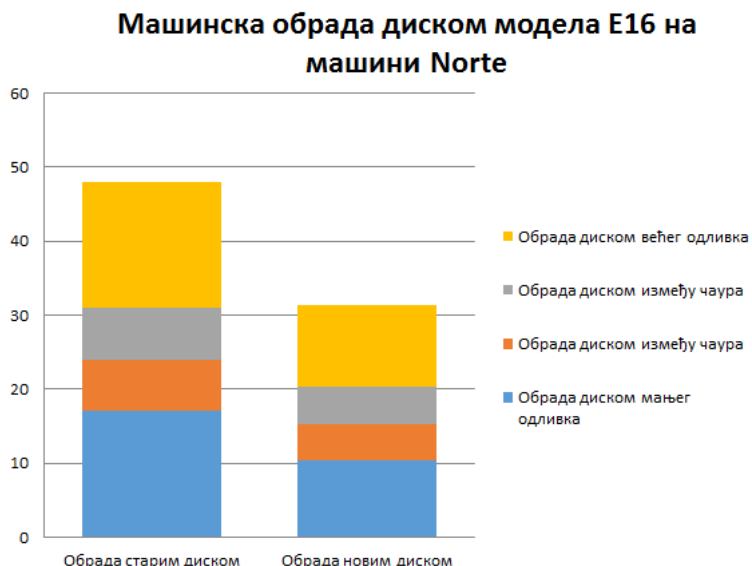
Дијаграм 6 Упоредни приказ трајања машинске операције котурастим глодалом за модел E10

За обраду модела E16 се врши обрада мањег одливка новим глодалом, затим следи обрада новим глодалом између чаура. Обрађују се унутрашње површине већег одливка. Затим се врши измена аата и спољашња доња површина се обрађује старим алатом. У Табели 14 је представљено време операција, измене алата и кретања глодала.

Табела 14. Процес обраде котурастим глодалом за модел E16

	Операција	Секунде	Минути
1.	Узима алат	17	0,28
2.	Обрада глодалом првог одливка	619	10,32
3.	Иде алат до прве лаше	13	0,22
4.	Обрада површина унутрашњих лаша	300	5,00
5.	Иде алат до спољних лаша	10	0,17
6.	Обрада површина унутрашњих лаша	304	5,07
7.	Иде алат до већег одливка	23	0,38
8.	Обрада глодалом већег одливка	392	6,53
9.	Одлаже нови алат	21	0,20
10.	Иде по стари алат	40	0,83
11.	Иде алатом до већег одливка	45	0,63
12.	Обрада глодалом већег одливка	264	4,40
13.	Враћа глодало у постоље	34	0,57

Приликом машинске обраде на моделу E16, просечно трајање операције износи 50 минута. Операција новим глодалом траје приближно 33 минута. На Дијаграму 7 су представљена времена машинске обраде одливака и чаура.



Дијаграм 7 Упоредни приказ трајања машинске операције котурастим глодалом за модел E16

Потражња Хубарма E10 и E16 на годишњем нивоу износи 2176 за модел E10 и 1460 за модел E16. Бенефит ће се израчунати на тај начин што ће се цена радног сата поножити са уштедама у времену по коадима, и помножити са бројем тражених коада:

Бенефит= цена радног сата•време скраћења операције•број коада

5.4 Фазе израде Каизена - Стандардизација новог производног процеса - Act faza

Након што је установљено краће време машинске обраде, дуже трајање резних плочица и бенефит, усвојен је процес који је спроведен у тест фази. На основу праћења операција извршено је нормирање времена и скраћење процеса машинске обраде модела E10 за приближно 13 минута и за E16 18 минута. Урађена су нова радна упутства са којима су упознати сви оператери како би се избегла могућност појаве грешака и неплаћених активности.

6.Фаза израде Каизена 2

6.1 Фаза израде Каизена 2-DO фаза

Помоћу дијаграма из ПЛАН фазе може се јасно видети време сваке операције. Осим неплаћених активности за које се тежи да се не јављају у току производње, на овај начин се може сагледати и ситуација плаћених и нужних неплаћених активности. Временски најдужа операција јесте обрада диском одливака за модел Е-10 и обрада одливака и лаша за Е16. Кроз разговор са запосленима долази се до закључка да би операција обраде лаша могла бити избачена из процеса због балансирања трајања подоперација током операције машинске обраде. Самим тим и операција налажење висина помоћу диска за оба пара лаша би се избацила из процеса. Време обраде лаша износи приближно 17 минута (Слика 17), а налажење висина помоћу диска приближно 3 минута (Слика 18).



Слика 17 Позиционирање помоћу глодала



Слика 18 Обрада глодањем између лаша

Да би се извршило унапређење, приступа се отварању А3 Каизена који се налази у прилогу 5.

Представљање проблема у фази ПЛАНИРАЈ:

- Шта је проблем?
Проблем представља операција за коју је потребан најдужи временски период да се изврши, прецизније, фокус је на обради унутар лаша.
- Када је проблем идентификован? Да ли се понавља?
Проблем је идентификован од почетка серијске производње производа Е16-01, понавља се константно.
- Који тренд има проблем? Која је учесталост проблема?
Свакодневно, поруџбине се повећавају.
- Колико је проблем велики?
Време обраде од 22 минута по комаду.

- Прорачун годишњих губитака:

$(\text{цена радног сата машине}/60) \cdot \text{време обраде} \cdot \text{број комада на годишњем нивоу} =$

Представљају се неопходне противмере пре решења проблема. Потребно је у УРАДИ фази документовати решења, са датумима почетка и очекиваног завршетка, као и са одговорним лицима.

- Потребно је укратко описати процес који се спроводи. Описати процес: редослед операције, ток материјала итд.

На лини 3 се уграђују чауре на пред меру. По завршетку заваривања оператер на машини одређује висине помоћу диска, затим налази нуле након чега следи обрада диском одливака и чаура.

- Дефинисати циљ и жељено стање:
Смањити време циклуса (енгл. lead time) и повећати капацитет машине Norte.
- Шта је узрок проблема на основу података?
Кривљење комада услед процеса заваривања.
- Опис планираног решења:

Планира се да се изради пробна серија чаура на крајњу меру за 10 пробних комада. Прати се проценат девијације у тест фази.

6.2 Фазе израде Каизена - Израда пробне серије чаура на крајњу меру- Check фаза

У току производње комада, растојање између чаура је износило $45 \pm 1 \text{ mm}$, након чега се растојање доводило на крајњу меру од $55 \pm 1 \text{ mm}$. Машинска обрада се врши на спољном (Слика 18) и унутрашњем (Слика 19.) пару лаша.



Слика 18. Растојање између спољних лаша пре машинске обраде



Слика 18. Растојање између унутрашњих лаша пре машинске обраде

У пробној серији израђене су чауре на крајњу меру. Прилоком заваривања долази до природних деформација услед процеса, због чега површине између лаша морају бити обрађене глодалом. Приликом заваривања ове серије производа, спречава се деформисање услед заваривања помоћу одстојника који се склањају након што се шав вара охлади. Одстојници се постављају између унутрашњег (Слика 19) и спољног (Слика 20) пара лаша.



Слика 19. Одстојник између унутрашњег пара чаура



Слика 20. Одстојник између горњег пара чаура

Након заваривања чаура, производ стандардно прати фифо линију где стиже на фифо ролере и спреман је за машинску обраду. Крајња мера би требало да износи $55 \pm 1 \text{ mm}$. Провера растојања између чаура пробне серије врши се помоћу помичног кљунастог мерила између горњег пара чаура (слика 21) и доњег пара чаура (Слика 22). Провером се закључује да су мере у толеранцији одн. да нема одступања од крајње задате мере. Провера се врши пре машинске обраде.



Слика 21, 22 Провера мера између спољних и унутрашњих чаура након склањања одстојника

Након провере, комад се транспортује на алат након чега следе транспорт у машину и машинска обрада.

6.3 Фазе израде Каизена - Провере пробне серије – Check фаза

Због пробне серије извршено је ново мерење, да би се утврдила уштеда у времену током машинске обраде котурастим глодалом. На Дијаграму 8 се може видети промена у односу активности, неплаћене активности су знатно смањене. У Табели 15 су представљене све подоперације као и њихов тип и трајање.



Дијаграм 8 Однос активности машинске обраде пробне серије комада

Табела 15. Процес машинске обраде пробне серије комада са чаурама на крајњу меру

	Активности	Минути	Тип	САП бр	Операција	Радни елемент
1.	Транспорт алата у машину	2,23	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe1
2.	Проверава zero поинт	0,20	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe1
3.	Скида ланце	0,22	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe1
4.	Одлаже кран	0,18	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe1
5.	Уноси програм	0,72	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe1
6.	Машина узима глодало	0,67	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe1
7.	Проверава комад да ли је стегнут	0,40	NVA	1000368155	Машинска обрада	pe1
8.	Покреће програм	0,33	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe1
9.	Налази висину првог одливка глодалом	1,30	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe2
10.	Записује	0,17	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe2
11.	Проверава висину-консултације	0,35	NVA	1000368155	Машинска обрада	pe2
12.	Иде алат до другог одливка	0,40	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe2
13.	Налази висину другог одливка глодалом	0,88	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe2
14.	Записује	0,30	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe2
15.	Проверава помоћу помичног мерила растојање између лаша	0,50	NVA	1000368155	Машинска обрада	pe2
16.	Чека	0,38	NVA	1000368155	Машинска обрада	pe2
17.	Оставља глодало	0,25	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe2
18.	Чита податке	0,45	NVA	1000368155	Машинска обрада	pe2
19.	Проверава помоћу помичног мерила растојање између лаша	0,27	NVA	1000368155	Машинска обрада	pe2

Табела 15. (наставак) Процес машинске обраде пробне серије комада са чаурама на крајњу меру

	Активности	Минути	Тип	САП бр	Операција	Радни елемент
20.	Чита податке	0,53	NVA	1000368155	Машинска обрада	pe2
21.	Стеже комад у алату	1,17	NVA	1000368155	Машинска обрада	pe2
22.	Чита податке	0,43	NVA	1000368155	Машинска обрада	pe2
23.	Уноси координате	0,22	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe2
24.	Одлаже глодало у постоље	0,33	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe2
25.	Закључава	0,33	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe2
26.	Поставља сонду за 0	0,72	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe3
27.	Проверава комад да ли је стегнут	0,20	NVA	1000368155	Машинска обрада	pe3
28.	Проверава помоћу помичног мерила растојање између лаша	0,27	NVA	1000368155	Машинска обрада	pe3
29.	Помера сонду до првог одливка	0,23	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe3
30.	Налажење 0 за први отвор	1,28	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe3
31.	Уноси координате	0,58	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe3
32.	Иде до другог одливка	0,23	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe3
33.	Налажење 0 за други отвор	1,20	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe3
34.	Уноси координате	1	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe3
35.	Налажење 0 на првој лаши	0,98	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe3
36.	Уноси координате	0,38	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe3
37.	Иде до друге лаше	0,05	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe3
38.	Налази 0 на другој лаши	0,95	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe3
39.	Уноси координате	0,38	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe3

Табела 15. (наставак) Процес машинске обраде пробне серије комада са чаурама на крајњу меру

	Активности	Минути	Тип	САП бр	Операција	Радни елемент
40.	Скида сонду	0,22	NNVA	1000368155	Машинска обрада	ре3
41.	Покреће програм	1,57	NNVA	1000368155	Машинска обрада	ре3
42.	Узима котурасто глодало	1,02	NNVA	1000368155	Машинска обрада	ре4
43.	Обрада одливака котурастим глодалом	33,87	VA	1000368155	Машинска обрада	ре4
44.	Оставља алат	0,25	NNVA	1000368155	Машинска обрада	ре4
45.	Промена алата	0,30	NNVA	1000368155	Машинска обрада	ре4
46.	Обрада чеоним глодалом	6,00	VA	1000368155	Машинска обрада	ре4
47.	Груба обрада отвора $\varnothing 50$	2,20	VA	1000368155	Машинска обрада	ре5
48.	Фина обрада отвора $\varnothing 50$	0,32	VA	1000368155	Машинска обрада	ре5
49.	Провера мера отвора помоћу субитора	0,30	NNVA	1000368155	Машинска обрада	ре5
50.	Чека	0,13	NVA	1000368155	Машинска обрада	ре5
51.	Фина обрада отвора $\varnothing 50$	1,03	VA	1000368155	Машинска обрада	ре5
52.	Промена алата	0,33	NNVA	1000368155	Машинска обрада	ре5
53.	Стеже комад у алату	0,63	NVA	1000368155	Машинска обрада	ре5
54.	Чека	0,23	NVA	1000368155	Машинска обрада	ре5
55.	Груба обрада отвора $\varnothing 40$	1,03	VA	1000368155	Машинска обрада	ре6
56.	Промена алата	0,33	NNVA	1000368155	Машинска обрада	ре6
57.	Чисти шпон	0,17	NNVA	1000368155	Машинска обрада	ре6
58.	Склања помоћни алат	0,47	NNVA	1000368155	Машинска обрада	ре6
59.	Окретање резне плочице	1,00	NNVA	1000368155	Машинска обрада	ре6

Табела 15. (наставак) Процес машинске обраде пробне серије комада са чаурама на крајњу меру

	Активности	Минути	Тип	САП бр	Операција	Радни елемент
60.	Фина обрада отвора $\varnothing 40$	0,25	VA	1000368155	Машинска обрада	pe6
61.	Провера мера отвора помоћу субитора	0,17	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe6
62.	Провера плочице	0,67	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe6
63.	Фина обрада отвора $\varnothing 40$	1,40	VA	1000368155	Машинска обрада	pe6
64.	Помера се до другог отвора	0,17	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe7
65.	Обрада отвора $\varnothing 45$ бургијом са плочицама	1,58	VA	1000368155	Машинска обрада	pe7
66.	Груба обрада првог отвора $\varnothing 45$	1,75	VA	1000368155	Машинска обрада	pe7
67.	Иде до другог отвора	0,17	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe7
68.	Груба обрада другог отвора $\varnothing 45$	1,63	VA	1000368155	Машинска обрада	pe7
69.	Враћа се бургија до првог отвора	0,17	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe7
70.	Провера плочице	0,20	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe7
71.	Фина обрада првог отвора $\varnothing 45$	0,22	VA	1000368155	Машинска обрада	pe7
72.	Провера мера отвора помоћу субитора	0,38	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe7
73.	Фина обрада првог отвора $\varnothing 45$	0,65	VA	1000368155	Машинска обрада	pe7
74.	Помера се до другог отвора	0,18	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe7
75.	Фина обрада другог отвора $\varnothing 45$	0,10	VA	1000368155	Машинска обрада	pe7
76.	Провера мера отвора помоћу субитора	0,33	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe7
77.	Фина обрада другог отвора $\varnothing 45$	0,42	VA	1000368155	Машинска обрада	pe7
78.	Чишћење струготине	0,28	NNVA	1000368155	Машинска обрада	pe7
79.	Фина обрада другог отвора $\varnothing 45$	0,15	VA	1000368155	Машинска обрада	pe7

Табела 15. (наставак) Процес машинске обраде пробне серије комада са чаурама на крајњу меру

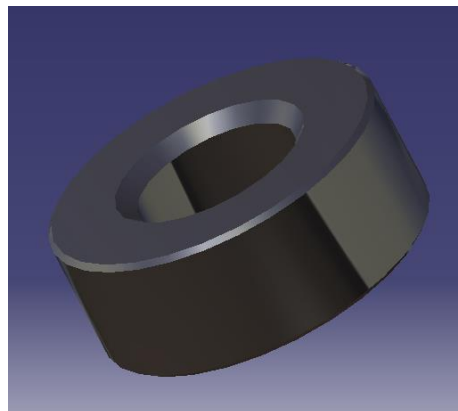
	Активности	Минути	Тип	САП бр	Операција	Радни елемент
80.	Поставља сонду за 0	0,18	NNVA	1000368155	Машинска обрада	ре8
81.	Враћа машину у 0	0,15	NNVA	1000368155	Машинска обрада	ре8
82.	Чишћење комада емулзијом	1,23	NNVA	1000368155	Машинска обрада	ре8
83.	Чишћење комада компримованим ваздухом	1,33	NNVA	1000368155	Машинска обрада	ре8
84.	Чека кран	0,42	NVA	1000368155	Машинска обрада	ре8
85.	Иде по ланце и кран	0,73	NNVA	1000368155	Машинска обрада	ре8
8.	Транспорт крана до алата	0,53	NNVA	1000368155	Машинска обрада	ре8
86.	Качи ланце	0,30	NNVA	1000368155	Машинска обрада	ре8
87.	Транспорт алата из машине	1,67	NNVA	1000368155	Машинска обрада	ре8
88.	Скида ланце	0,43	NNVA	1000368155	Машинска обрада	ре8
89.	Одлаже кран	0,22	NNVA	1000368155	Машинска обрада	ре8

6.4 Фазе израде Каизена - Стандардизација процеса са коришћењем чаура на крајњу меру - Акт фаза

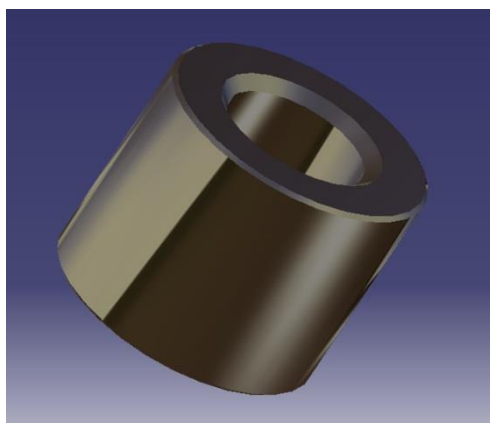
Након поновног праћења процеса, утврђено је да је остварена уштеда у времену од 16 минута по комаду. Пошто су мере у границама толерисаних, одлучено је да се овај процес обраде усвоји и стандардизује. Најпре су промењени технички цртежи чаура, који су послати да се ураде на задату меру. Урађени су и 3Д модели помоћних алата који би се користили приликом заваривања. Навојно вретено (Слика 23) и навртка (Слика 24) су од алатног челика, а граничник (Слика 25) од хрома. Целокупан склоп заједно са спољним и унутрашњим чаурама задовољава задате димензије (Слика 26).



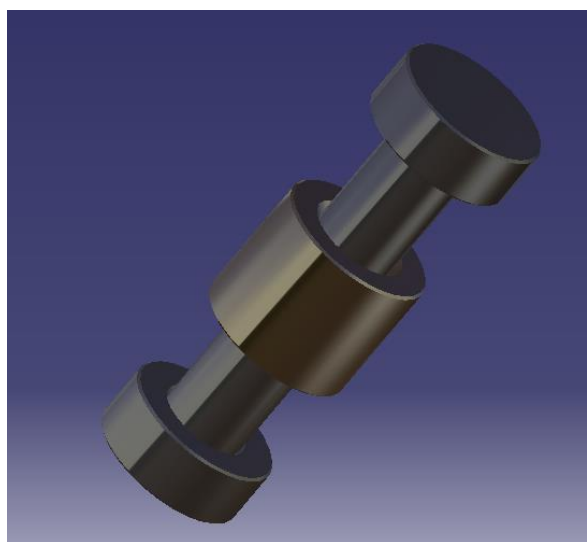
*Слика 23 3D модел навојног
вретена моделиран у програму CATIA*



*Слика 24 3D модел навртке моделиран
у програму CATIA*



*Слика 25 3D модел навртке моделиран
у програму CATIA*

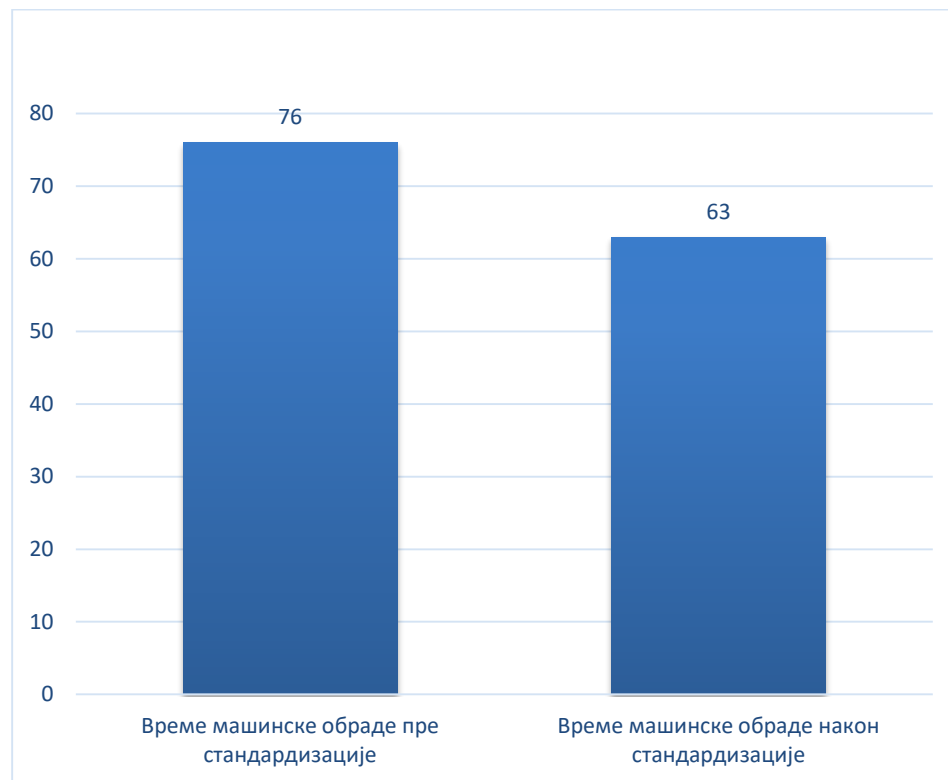


Слика 26 3D модел склопа одстојника



Слика 27 Израђен алат за производњу

Променом котурастог глодала и израдом чаура на крајњу меру, знатно се смањило време процеса производње комада. За модел E10 време машинске обраде пре и после свих измена и стандардизација приказано је на Дијаграму 9. Време трајања операције за овај модел износи 13 минута.



Дијаграм 9 Време трајања машинске обраде пре и после стандардизације за модел E10

Што се тиче модела E16, поред измене алата, јавља се уштеда у времену и за обраду површина између лаша. Време машинске обраде за овај модел након стандардизације је скраћено за 40 минута. Однос трајања машинске обраде пре и после стандардизације приказан је на Дијаграму 10. У прилогу 6 и 7 оредстављена су нова стандардизована радна упутства.



Дијаграм 10 Време трајања машинске обраде пре и после стандардизације за модел E16

7. Закључак

Тренинг у индустрији из аспекта модула који су се посматрали у овом раду, показао се као веома делотворна метода која показује значајне резултате. Коришћењем три модула Тренинга у индустрији, обезбеђује се: обука радника на најједноставнији и најефикаснији начин; како унапредити међуљудске односе на радном месту; како унапредити лидерске вештине; како на најефикаснији начин препознати проблем, анализирати га и пронаћи најефикасније решење да се проблем више не појави итд.

Праћењем процеса и поделом на подоперације, као и праћење застоја јасно се увидео проблем који је успешном анализом решен. Користећи алат 5 Зашто, дошло се до јасног узрока проблема. Успешно је уочен проблем у коришћењу неадекватног алата, као и погрешан избор резних плочица. Након предузетих контра мера и поделе задужења одређеним одељењима, акције су остварене у задатом року. Изменом типа алата, као и резних плочица, унапређен је процес обраде. Скраћено је време машинске обраде, редукована измена алата, убрзан процес рада машине и побољшан је квалитет производа. Након одређеног временског периода извршена је анализа да би се утврдило да ли унапређен процес даје исте резултате. Утврђено је да су радници усвојили процес и да није било никаквих проблема што се тиче машинске обраде. Процес је усвојен, Каизен је затворен и израђена су нова радна упутства као знак стандардизације.

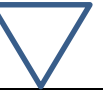
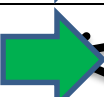
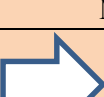
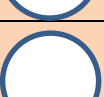
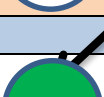
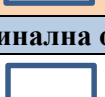
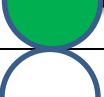
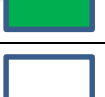
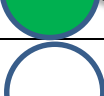
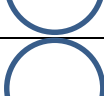
Такође, кроз разговор са запосленима и супервизорима и кроз заједничку сарадњу, успешно је скраћено време машинске обраде модела Е16. Анализом дошло се до решења да се унапреди процес машинске обраде тако што би се уз помоћ дистанцера који се постављају у току заваривања, избегла могућност деформисања делова и самим тим је избачена машинска обрада. На исти начин се приступило и овом Каизену као и на претходом. Израдом чаура на крајњу меру смањено је време машинске обраде што је резултирало још већим бенефитом. Након провере уследила је стандардизација процеса и обука запослених. Сва унапређења су управо настала детаљним праћењем корака методе унапређења у току извршења операција и производног процеса. Циљ је свакако остварен проналаском главног узрока проблема тако да се проблем више не понови. Имплементација Тренинга у индустрији је настављена и након завршетка овог мастер рада.

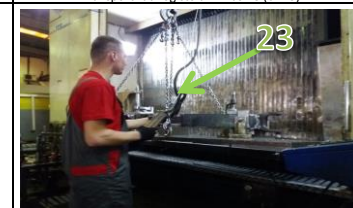
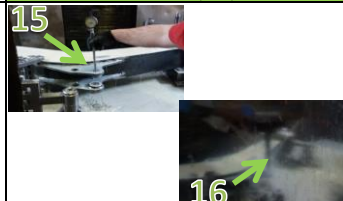
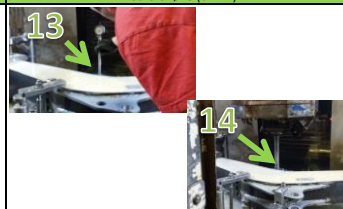
Литература

1. <http://articles.extension.org/pages/70638/job-instruction-training>
2. <https://www.allaboutlean.com/twi-job-instructions/>
3. <https://www.allaboutlean.com/twi-job-relations/>
4. <https://www.allaboutlean.com/twi-job-methods/>
5. <https://www.convergencetraining.com/blog/lean-manufacturing-and-training-training-within-industry>
6. <https://www.shmula.com/job-methods-training/23005/>
7. <https://www.allaboutlean.com/training-within-industry/>
8. <http://www.wackerneuson.us/en/home/>
9. Building a Global Learning Organization: Using TWI to Succeed with Strategic Workforce Expansion in the LEGO Group
10. Иван Мачужић, Марко Ђапан, Управљање индустријским процесима, монографија, Крагујевац, 2016.
11. Mark Warren, Job Instruction Sessions Outline, 2014.

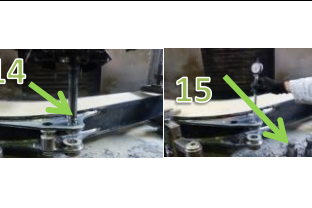
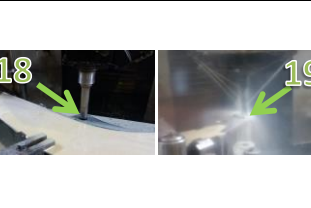
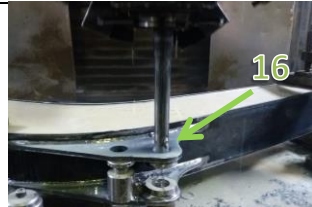
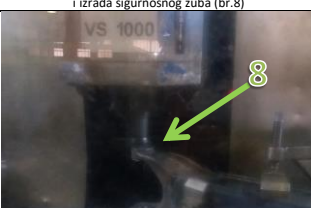
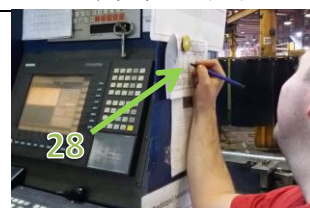
Прилог

1. Процес план
2. Стандардно радно упутство за E10
3. Стандардно радно упутство за E16
4. Каизен који се односи на измену алата
5. Каизен који се односи на редукцију машинске обраде
6. Ново стандардно радно упутство за E10
7. Ново стандардно радно упутство за E16

	Операције	Активности						
1.	Приваривање у алату	Обрада	Транспорт	Провера мера	Чекање	Складиштење	Ручна манипулација	Машинска обрада
1.1	Склапање страница							
1.2	Приваривање страница							
1.3	Постављање плочица и чаура							
1.4	Транспорт							
2.	Заваривање 1							
2.1	Заваривање чаура и плочица							
2.2	Упуна одливака							
2.3	Два шава по дужини							
2.4	Транспорт							
3.	Заваривање 2							
3.1	Заваривање два дужна шава							
3.2	Заваривање лаша							
3.3	Транспорт							
4.	Чишћење							
4.1	Обарање ивица							
4.2	Чишћење од троске							
4.3	Обрада тангенти							
4.4	Провера мера дела							
4.5	Скидање комада							
4.6	Транспорт на фифо ролере							
4.7	Фифо ролери							
5.	Машинска обрада							
5.1	Обрада комада у машини Норте							
5.2	Транспорт							
6.	Финална обрада							
6.1	Обрада отвора чеоном брусилицом							
6.2	Провера толерисаним клиновима							
6.3	Обрада површина брусилицом							
6.4	Провера мера нонијусом							
6.5	Паковање дела							
6.6	Транспорт до хале готових производа							



operacija: Mašinska obrada

Transport i nalaženje nula re1:37:52	Obrada diskom i fresko glavom re2:50:92	Obrada otvora većeg odlivka re3:3:62	Obrada otvora spoljnih laša re4:7:43	Obrada unutrašnjih laša i manjeg odlivka re5:2:81	Čišćenje i transport re6:5:62
Transport radnog stola u mašinu pomoću kрана (br.1)	Obrada diskom ø315, L unutrašnjih i donje spoljašnje površine manjeg odlivka(br.4)	Obrada otvora na većem odlivku burgijom ø49.5 (br.9)	Razbušivanje spoljnih laša burgijom ø39.5 (br.13)	Obrada burgijom sa pločicama ø42 otvora unutrašnjih laša (br.17)	Vraćanje u 0 (br.23)
					
Nalaženje nula za sve otvore na odlivcima i lašama(br.2)	Obrada ø315, L diskom unutrašnjih površina većeg odlivka (br.5)	Proba obrade otvora burgijom ø50 (br.10) i prover a mera otvora pomoću subitora (br.11)	Proba obrade otvora burgijom ø40 (br.14) i pover a mera otvora pomoću subitora (br.15)	Obrada burgijom ø44.5 otvora unutrašnjih laša (br.18) i otvora na manjem odlivku (br.19)	Čišćenje komada emulzijom (br.24) i komprimovanim vazduhom (br.25)
					
Unošenje koordinata u program (br.3)	Vrši se izmena alata i diskom L se obrađuje donja spoljašnja površina većeg odlivka(br.6)	Fina obrada otvora burgijom ø50 (br.12)	Fina obrada otvora burgijom ø40 (br.16)	Proba obrade otvora burgijom ø45 (br.20) i prover a mera otvora pomoću subitora(br.21)	Transport radnog stola iz mašine pomoću kрана (br.26)
					
	Obrada fresko glavom gornje spoljašnje površine manjeg odlivka i izrada sigurnosnog zuba (br.7)			Fina obrada otvora burgijom ø45 (br.22)	Provera mera pomičnim kljunastim merilom (br.27)
					
	Obrada fresko glavom gornje spoljašnje površine većeg odlivka i izrada sigurnosnog zuba (br.8)				Popunjavanje ček liste (br.28)
				U nastavku procesa sledi proba obrade otvora burgijom ø45 na manjem odlivku, nakon čega sledi prover a pomoću subitora. Nakon toga se nastavlja fina obrada otvora burgijom ø45.	

	Naslov: Izmjena alata i reznih pločica	Br Kaizena:
Fabrika odeljenje: PSK	☐ bezbednost	☐ okruženje
Mašina Radno mesto: NORTE	☐ energija	☒ organizacija radnog mesta
Kreirao: Kristina Milanović	☐ kvalitet	☐ održavanje
Kaizen Lider: Kristina Milanović	☐ logistika	☐ ...

PLANIRAJ	ŠTA je problem? Opisati detaljno uključujući sve ostale probleme koji nastaju usled ovakvog stanja(SAP broj proizvoda/materijala, proces, itd). Napisati definiciju problema.			
	Problem predstavlja habanje pločica, gornjih, proizvođača Kennametal, i donjih, proizvođača WIDIA, prilikom mašinske obrade glodalom Ø315, i vreme njihove izmene koje uzrokuje čekanje mašine od 2 minuta za rotaciju pločica i 8 minuta za izmenu starih. Pločice se rotiraju u svakoj smeni.			
	Vreme: KADA je problem identifikovan i kada je nastao? Da li se ponavlja? (predstaviti činjenice i podatke) Problem je identifikovan prilikom praćenja procesa, izrade radnog uputstva i izrade diplomskog rada. Problem se ponavlja.			
	Lokacija: GDE se problem javlja? GDE se problem NE javlja? Problem se javlja na mašini NORTE.			
	KOJI trend ima problem? KOJA je učestalost problema (na dan/nedeljno/mesečno/godišnje)? Rastući, svakodnevno			
	KOLIKO je problem veliki? Prikupiti podatke i prikazati ih (vreme, dodatni procesi, broj defekata, broj reklamacija,...)		Godišnji gubici (€): *XXX	
	Pločice se menjaju kompletno na svake 4 smene u trajanju od 8 minuta a rotacija reznih ivica se vrši u svakoj smeni i traje 2 minuta. Na godišnjem nivou se troši 984 gornjih i 450 donjih pločica i vreme na godišnjem nivou za izmenu iznosi 73h.		*podatak dostupan u firmi Wacker Neuson	
	Neophodne protivmere pre rešenja problema? (ako je da, dokumentovati u URADI fazi, uključujući datum početka i datum završetka)		DA NE	
	Opisati proces (redosled operacija, tok materijala, itd). Pozvati se na radno uputstvo ukoliko je dostupno.	Definisati cilj i željeno stanje: ☐ S specifični ☐ M merljivi ☐ D dostižni ☐ Z značajni ☐ V vremenski	ORGANIZACIJA	PLANIRANO
	Proces je opisan u radnom uputstvu za Hubarm E10 i E16.	Povećati kapacitet mašine Norte za 1 komad po smeni i smanjiti lead time do CW26.	Start URADI faze	10.05.2018.
Završetak KAIZENA			CW 26	
KALKULACIJA			PLANIRANO	
Benefit [godišnji]			*XXX	
- Troškovi [jednokratni]			*XXX	
= Ušteda			*XXX	
Da li postoje standardna dokumenta? (Radno uputstvo, proces plan, ček lista kvaliteta,...)		lista potencijalnih uzroka: (možete koristiti alate sa druge strane papira)		
☒ DA, Standard je dovoljan Rešenje: Osigurati da se standardi poštuju ☐ DA, Standard NIJE dovoljan Rešenje: poboljšati standard ☐ NE postoji definisani standard. Rešenje: definisati standard		Oštećenje glodala Neadekvatan izbor reznih pločica Vibracije mašine usled kvara		
Šta je UZROK problema na osnovu podataka? (možete koristiti alate sa druge strane papira) Uzrok problema je oštećenje glodala.				
Opis planiranog rešenja: Izvršiti probu glodala sa mašine Zaer na mašini Norte. Glava glodala je prečnika Ø315 i dužine L440mm, sa izmenjivim kasetama i sa Walter silver pločicama. Na glodalu se koriste pločice istog proizvođača i tipa samo sa različitim napadnim ivicama.				

Sponzor:		
Tim: Kristina Milanović, Dušan Todorović, Saša Stevanović, Linija 3, operateri sa NORTE-a		

URADI	Aktivnosti i korektivne akcije		Ko?	Do kada?	Status	
	1	Praćenje učestalosti izmene pločica	Milanović	CW19	●	
	2	Zahtev za nabavku novog alata	Stevanović, Todorović	CW21	●	
	3	Provera da li je alat upotrebljiv na mašini NORTE	Varjačić, Todorović	CW21	●	
	4	Izmene u programu zbog korišćenja novog alata	Varjačić, Todorović	CW23	●	
	5	Praćenje toka operacija i novo merenje vremena	Milanović, operateri	CW24	●	
	6					
	7					
	8					
	9					
	10					
PROVERI	OSTVARENO	Upotrebom novog alata sa novim pločicama ubrzan je proces obrade glodanjem za 13.52 minuta za model E10 i za 17 minuta za model E16.				
	10.05.2018.	2176 kom*13.52 min+1460 kom*17 min=*XXX Praćenjem izmene pločica na novom alatu se menjaju kompletno u proseku jednom nedeljno.				
		Rotacija traje 2 min a izmena 8 minuta. Ako se izmena nastavi i u narednih godinu dana na isti način vreme potrebno za izmenu iznosiće 20h po godini.				
	OSTVARENO					
		*podatak dostupan u firmi Wacker Neuson				
STANDARDIZUJ		Da li je cilj ostvaren? Koristiti kalkulaciju isplativosti. Da li su ispraćene aktivnosti po planu?	DA	NE	DELIMIČNO	
		Potpis direktnog lidera	Poka Yoke Najbolja praksa	DA [hard]	DA [soft]	NE
		Koje aktivnosti su preduzete da bi se sprečilo pojavljivanje istog problema na drugim proizvodima/procesima/linijama? Da li rešenje može da se iskoristi i na druga mesta? Šta je urađeno da rešenje bude održivo na duži period (Trening, LUDS, Radno uputstvo, itd.)?				
		Izvršena je izmena programa na NORTE-u nakon čega su izrađena radna uputstva mašinske obrade za modele E10 i E16.				
		Šta bi trebalo da se uradi unapred da bi se slični problem izbegao? Ko bi to trebalo da uradi? Pratiti povremeno habanje pločica i kvalitet alata.				

Da li je rešavanje ovog problema deo mog standardnog posla?				Nakon potpisa svih odgovornih osoba, skenirati i postaviti u korporativnu bazu!
DA	NE	DA	NE	
Potpis Kaizen Lidera:		Potpis šefa odeljenja:		Potpis LEAN tima:

SMDZV-kriterijumi	
S	Cilj je specifičan tek kada smo imenovali najvažniji pojedinačan problem.
M	Cilj je merljiv tek kada smo definisali pokazatelj(e) koji se koriste u koraku provere.
D	Cilj je dostižan ako je verovatnoća da se postigne realna.
Z	Cilj je značajan ako je pozitivan proračun isplativosti.
V	Cilj je vremenski ako postoje definisani rokovi za završetak aktivnosti.

V Cilj je **vremenski** ako postoje definisani rokovi za završetak aktivnosti.

Ishikawa-Diagram (6M)

The diagram illustrates the 6M categories of the Ishikawa (fishbone) diagram, which are used to identify causes for a problem. The categories are arranged around a central horizontal line, with arrows pointing towards the problem box on the right. The categories are: measure, machine, man, material, method, and environment. The problem box is labeled 'problem'.

```
graph LR; measure[measure] --- main_line; machine[machine] --- main_line; man[man] --- main_line; material[material] --- main_line; method[method] --- main_line; environment[environment] --- main_line; main_line --> problem[problem];
```

5 Zašto - metod	
Zašto ?	Zato što se pločice brzo habaju.
Zašto ?	Zato što dolazi do oštećenja prilikom obrade.
Zašto ?	Zato što dolazi do vibracija između alata i pločica.
Zašto ?	Zato što je alat oštećen.
Zašto ?	
Uzrok	

Slobodno koristiti poledinu papira za skice, proračune, ilustraciju problema, itd.

[illegible]

	Naslov:	Br Kaizena:
Fabrika odeljenje: PSK	☐ bezbednost	☐ okruženje
Mašina Radno mesto: NORTE	☐ energija	☒ organizacija radnog mesta
Kreirao: Dušan Todorović	☐ kvalitet	☐ održavanje
Kaizen Lider: Dušan Todorović	☐ logistika	☐ ...

PLANIRAJ

ŠTA je problem? Opisati detaljno uključujući sve ostale probleme koji nastaju usled ovakvog stanja(SAP broj proizvoda/materijala, proces, itd).
Napisati definiciju problema.

Problem predstavlja potreba za obradom glodanjem unutar lašana Hubarmu E16-01.

Vreme: KADA je problem identifikovan i kada je nastao? Da li se ponavlja? (predstaviti činjenice i podatke)
Problem je identifikovan ulaskom proizvoda E16 u serijsku proizvodnju.

Lokacija: GDE se problem javlja? GDE se problem NE javlja?
Problem se javlja na mašini NORTE.

KOJI trend ima problem? KOJA je učestalost problema (na dan/nedeljno/mesečno/godišnje)?
Rastući, svakodnevno

KOLIKO je problem veliki? Prikupiti podatke i prikazati ih (vreme, dodatni procesi, broj defekata, broj reklamacija,...)	Godišnji gubici (€): *XXX
Mašinska obrada unutar laša u trajanju od 14 minuta.	*podatak dostupan u firmi Wacker Neuson

Neophodne protivmere pre rešenja problema? (ako je da, dokumentovati u URADI fazi, uključujući datum početka i datum završetka)	DA
	NE

Opisati proces (redosled operacija, tok materijala, itd). Pozvati se na radno uputstvo ukoliko je dostupno.	Definisati cilj i željeno stanje: ☐ S specifični ☐ M merljivi ☐ D dostižni ☐ Z značajni ☐ V vremenski Povećati kapacitet mašine NORTE za 1 komad dnevno do CW30.	ORGANIZACIJA PLANIRANO Start URADI faze 11.05.2018. Završetak KAIZENA CW 30 KALKULACIJA PLANIRANO Benefit [godišnji] - Troškovi [jednokratni] = Ušteda
---	---	---

Da li postoje standardna dokumenta? (Radno uputstvo, proces plan, ček lista kvaliteta,...)	lista potencijalnih uzroka: (možete koristiti alate sa druge strane papira) Krivljenje komada usled procesa zavarivanja.
☒ DA, Standard je dovoljan Rešenje: Osigurati da se standardi poštuju ☐ DA, Standard <u>NIJE</u> dovoljan Rešenje: poboljšati standard ☐ NE postoji definisani standard. Rešenje: definisati standard	
Šta je UZROK problema na osnovu podataka? (možete koristiti alate sa druge strane papira) Krivljenje komada usled procesa zavarivanja.	
Opis planiranog rešenja: Izrada pomoćnog alata za prečavanje deformacija pri zavarivanju.	

Sponzor:		
Tim: Dušan Todorović, Kristina Milanović, Linija 3, operateri sa NORTE-a		

URADI

Aktivnosti i korektivne akcije	Ko?	Do kada?	Status
1 Zahtev ka SF-u za čaure na meru za probnu seriju	Todorović	CW19	
2 Izrada crteža i čaura po crtežu	Milanović, Živanović	CW20	
3 Izrada delova i ugradnja čaura, praćenje deformacija nastalih zavarivanjem	Todorović, L3	CW20-21	
4 Obrada test delova na mašini Norte	Varjačić, Todorović	CW21	
5 Izrada pomoćnog alata za održavanje mere na lašama bez obrade	Vasović, Todorović, Milanović	CW22	
6 Promena tehničke dokumentacije i standardizacija	Todorović, Milanović, Inž.	CW23	
7 Korekcija programa na mašini NORTE, izbacivanje obrade glodanjem između laša	Varjačić, Todorović, Milanović	CW24	
8			
9			
10			

PROVERI

OSTVARENO				
OSTVARENO				
	Da li je cilj ostvaren? Koristiti kalkulaciju isplativosti. Da li su ispraćene aktivnosti po planu?	DA	NE	DELIMIČNO
	Potpis direktnog lidera	Poka Yoke	DA [hard]	DA [soft]
		Najbolja praksa	DA	NE

STANDARDIZIJU

Koje aktivnosti su preduzete da bi se sprečilo pojavljivanje istog problema na drugim proizvodima/procesima/linijama? Da li rešenje može da se iskoristi i na druga mesta? Šta je urađeno da rešenje bude održivo na duži period (Trening, LUDS, Radno uputstvo, itd.)?				
Šta bi trebalo da se uradi unapred da bi se slični problem izbegao? Ko bi to trebalo da uradi?				

Da li je rešavanje ovog problema deo mog standardnog posla?				Nakon potpisa svih odgovornih osoba, skenirati i postaviti u korporativnu bazu!	
DA	NE	DA	NE		
Potpis Kaizen Lidera:		Potpis šefa odeljenja:		Potpis LEAN tima:	

SMDZV-kriterijumi	
S	Cilj je specifičan tek kada smo imenovali najvažniji pojedinačan problem.
M	Cilj je merljiv tek kada smo definisali pokazatelj(e) koji se koriste u koraku provere.
D	Cilj je dostižan ako je verovatnoća da se postigne realna.
Z	Cilj je značajan ako je pozitivan proračun isplativosti.
V	Cilj je vremenski ako postoje definisani rokovi za završetak aktivnosti.

V Cilj je **vremenski** ako postoje definisani rokovi za završetak aktivnosti.

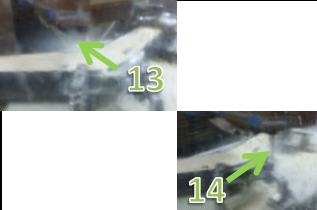
The diagram is an Ishikawa (fishbone) diagram, also known as a 6M diagram, used for root cause analysis. It features a central horizontal arrow pointing to the right, which terminates in a rectangular box labeled "problem". Six diagonal lines branch off from this central arrow, each leading to a rectangular box. The boxes are arranged in two rows: "measure" and "environment" on the left; "machine", "material", and "method" in the middle; and "man" on the right. The boxes for "measure" and "environment" are light gray, while the others are yellow. Each of the six diagonal lines has three short horizontal tick marks perpendicular to it, indicating points of measurement or observation.

5 Zašto - metod	
Zašto ?	Zbog deformacija prilikom zavarivanja.
Zašto ?	Zbog prirode procesa-unošenja toplote.
Zašto ?	
Zašto ?	
Zašto ?	
Uzrok	

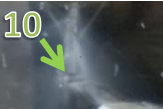
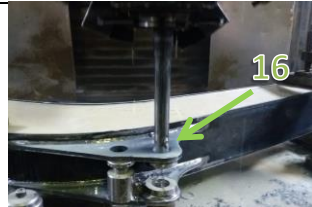
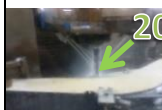
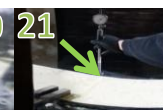
Slobodno koristiti poledinu papira za skice, proračune, ilustraciju problema, itd.

[illegible]

operacija: Mašinska obrada

Transport i nalaženje nula re1:12:22	Obrada diskom i fresko glavom re2:26:98	Obrada otvora većeg odlivka re3:03:63	Obrada otvora laša re4:08:38	Obrada otvora manjeg odlivka re5:05:77	Čišćenje i transport re6:06:35
Transport radnog stola u mašinu pomoću kрана (br.1)	Obrada diskom ø315, L unutrašnjih površina manjeg odlivka i donje spoljašnje površine manjeg odlivka (br.4)	Obrada otvora burgijom ø49,5 na većem odlivku (br.9)	Razbušivanje unutrašnjih (br.13) i spoljnih laša (br.14) na predmeru burgijom ø39,5	Obrada otvora burgijom ø44,5 na manjem odlivku (br.18)	Izmena alata, postavljanje sonde za nalaženje 0 (br.22)
					
Nalaženje nula za sve otvore na odlivcima i lašama (br.2)	Obrada diskom ø315, L unutrašnjih površina većeg odlivka (br.5)	Proba obrade otvora burgijom ø50 (br.10) i provera mera pomoću subitora (br.11)	Proba obrade unutrašnjih laša burgijom ø40 (br.15) i provera mera pomoću subitora (br.16)	Proba obrade otvora burgijom ø45 (br.19) i provera mera otvora pomoću subitora (br.20)	Čišćenje komada emulzijom (br.23) i komprimovanim vazduhom (br.24)
					
Unošenje koordinata u program (br.3)	Vrši se izmena alata i dužim diskom se obrađuje donja spoljašnja površina većeg odlivka (br.6)	Fina obrada otvora burgijom ø50 (br.12)	Fina obrada otvora unutrašnjih laša burgijom ø40 (br.17)	Fina obrada otvora burgijom ø45 (br.21)	Transport radnog stola iz mašine pomoću kрана (br.25)
					
	Obrada fresko glavom gornje spoljašnje površine manjeg odlivka i izrada sigurnosnog zuba (br.7)				Provera dimenzija većeg i manjeg odlivka pomičnim kljunastim merilom (br.26)
					
	Obrada fresko glavom gornje spoljašnje površine većeg odlivka i izrada sigurnosnog zuba (br.8)		U nastavku procesa sledi proba obrade otvora spoljnih laša burgijom ø40 i provera mera pomoću subitora. Nakon provere sledi fina obrada otvora burgijom ø40.		Popunjavanje ček liste (br.27)
					

operacija: Mašinska obrada

Transport i nalaženje nula re1:13:67	Obrada diskom i fresko glavom re2:31:10	Obrada otvora većeg odlivka re3:3:72	Obrada otvora spoljnih laša re4:5:58	Obrada unutrašnjih laša i manjeg odlivka re5:9:00	Čišćenje i transport re6:5:02
Transport radnog stola u mašinu pomoću kрана (br.1)	Obrada diskom ø315, L unutrašnjih i donje spoljašnje površine manjeg odlivka(br.4)	Obrada otvora na većem odlivku burgijom ø49.5 (br.9)	Razbušivanje spoljnih laša burgijom ø39.5 (br.13)	Obrada burgijom sa pločicama ø42 otvora unutrašnjih laša (br.17)	Vraćanje u 0 (br.23)
					
Nalaženje nula za sve otvore na odlivcima i lašama(br.2)	Obrada ø315, L diskom unutrašnjih površina većeg odlivka (br.5)	Proba obrade otvora burgijom ø50 (br.10) i provera mera otvora pomoću subitora (br.11)	Proba obrade otvora burgijom ø40 (br.14) i povera mera otvora pomoću subitora (br.15)	Obrada burgijom ø44.5 otvora unutrašnjih laša (br.18) i otvora na manjem odlivku (br.19)	Čišćenje komada emulzijom (br.24) i komprimovanim vazduhom (br.25)
		 	 	 	 
Unošenje koordinata u program (br.3)	Vrši se izmena alata i diskom L se obrađuje donja spoljašnja površina većeg odlivka(br.6)	Fina obrada otvora burgijom ø50 (br.12)	Fina obrada otvora burgijom ø40 (br.16)	Proba obrade otvora burgijom ø45 (br.20) i proveru mera otvora pomoću subitora(br.21)	Transport radnog stola iz mašine pomoću kрана (br.26)
				 	
	Obrada fresko glavom gornje spoljašnje površine manjeg odlivka i izrada sigurnosnog zuba (br.7)			Fina obrada otvora burgijom ø45 (br.22)	Provera mera pomičnim kljunastim merilom (br.27)
					
	Obrada fresko glavom gornje spoljašnje površine većeg odlivka i izrada sigurnosnog zuba (br.8)				Popunjavanje ček liste (br.28)
				U nastavku procesa sledi proba obrade otvora burgijom ø45 na manjem odlivku, nakon čega sledi proveru pomoću subitora. Nakon toga se nastavlja fina obrada otvora burgijom ø45.	