

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Производно машинство

Предмет: Одржавање техничких система

Број индекса: 379/2013

Богдан С. Радојевић

WCM – Аутономно одржавање

Мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Иван Мачужић - ментор
2. _____
3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог мастер рада кандидат треба да

У оквиру овог мастер рада кандидат треба да детаљно објасни и опише један од основних и носећих пилара у концепту WCM-а – Аутономно одржавање. Аутономно одржавање је методологија која има за циљ да повећа квалитет, доступност постојеће опреме и уређење радног места. Фокусира се на стварању темеља WCM-а, успостављању одговарајућег чишћења, подмазивања и инспекције опреме. Кандидат треба да обрати пажњу на прву фазу која се састоји од три корака.

Планирање и спровођење активности унапређења аутономног одржавања приказати на реалном систему. Детаљно описати методологију неопходних активности у прва три корака унапређења. Дефинисати све губитке који се могу идентификовати у систему пре и приликом спровођења аутономног одржавања. На конкретним примерима приказати ефикасност аутономног одржавања и зашто је овакав прилаз неопходан у сложеним пословно-производним системима. Приказати значајније методе и алате неопходне за унапређење пословно-производног система и истаћи значај и корист оваквог приступа, у смислу достизања свеобухватног циља – нула отказа, нула застоја, нула шкарта, нула повреда, и нула залиха.

Препоручена литература:

[1] Seiichi Nakajima, "Introduction to TPM: Total Productive Maintenance"

[2] Б. Јеремић, П. Тодоровић, И. Мачужић, М. Ђапан, М. Милошевић, М. Раденковић, Ђ. Вучковић, Основи "Lean" производње, Факултет инжењерских наука у Крагујевцу, 2013.

Крагујевац, 2015.

Ментор:

Др Иван Мачужић

Садржај:

1. Увод.....	1
1.1 Производни систем	1
2. Производња светске класе	3
3. Историја.....	7
4. Материјал и метод.....	9
4.1 Материјал.....	9
4.2 Метод	12
4.2.1 Корак 0 – Припрема	13
4.2.2 Корак 1 – Почетно чишћење	16
4.2.3 Корак 2 – Мера против извора контаминације	20
4.2.4 Корак 3 – Успостављање стандарда чишћења, инспекције и подмазивања	20
4.2.5 Корак 4 – Општи инспекцијски прегледи	22
5. Резултати и дискусија.....	25
6. Закључак и будући рад.....	41
6.1 Закључак.....	41
6.2 Будући рад.....	42
7. Литература.....	43
8. Листа скраћеница.....	44

1. Увод

Глобализацијом производње сви производи се могу наћи на домаћем и међународном тржишту. Многи модели и производи биће изабрани од стране купаца. Поред тога, многи корисници путем интернета могу да купују производе из иностранства и тако могу наћи разне алтернативне производе. Дакле, компаније се такмиче са својим конкурентима на нивоу домаћег, па чак и на глобалном тржишту.

Производња тако постаје приоритет за компаније, пружајући велики и дуготрајни допринос за побољшање задовољства купаца. Производња игра одлучујућу улогу за врхунске перформансе предузећа у такмичарским приоритетима са другим компанијама. Те перформансе су: квалитет, цена, брзина доставе, флексибилност и иновација.

1.1 Производни систем

Од давнина се користило доста система за смањење трошкова, повећање брзине и флексибилности, отклањања свих губитака на машинама и повећање укупне ефикасности у производним системима. Ови системи су се временом мењали, а најутицајнији су били: Фордов производни систем (енг. *Ford Product System* - FPS), Тачно на време (енг. *Just in Time* - JIT), Тојота производни систем (енг. *Toyota Production System* - TPS), Производња светске класе (енг. *World Class Manufacturing* - WCM) и др. Данас, многе фабрике користе најмање један систем од поменутих.

Према временској скали тих система, који почиње 1910 године, Хенри Форд (*Henry Ford*) и његова десна рука Чарлс Е. Соренсен (*Charles E. Sorensen*), направили су прву свеобухватну производну стратегију. Они су све елементе производње, систем људи, машина, алата и производа ставили у непрекидни систем за производњу аутомобила Модела Т.

Са овим новим системом, Хенри Форд, је био веома успешан. Он је постао један од најбогатијих људи на свету и ставио је свет на точкове. Ни сам Форд није био свестан свог успеха и шта је успео да уради за кратко време. Али временом се свет мењао, а Форд није хтео да прихвати те промене и на крају је његов систем почео да се руши током времена. [7]

На пример, за такву производњу, радници су морали да жртвују своје достојанство и самопоштовање. 1920. године оснива се и синдикат и долази до сукоба између Фордовог система и синдиката. Самим тим и годишње промене модела, више боја и остале опције, нису се уклапале у Фордовим фабрикама.

Генерал моторс (енг. *General Motors*), Алфред П. Слоан (*Alfred P. Sloan*) је имао прагматичнији приступ. Он је развио производне и пословне стратегије за управљање веома великих предузећа које су се бавиле различитом производњом. Средином 1930. године, Генерал моторс је заобишао Фордову доминацију на аутомобилском тржишту. Ипак, многи елементи Фордовог система производње су актуелна и у данашњој производњи. Данас све Фордове фабрике користе Форд производни систем са ТРМ (енг. *Total Productive Maintenance*).

После Другог светског рата, Eiji Toyoda и Taiichi Ohno у компанији Тојота (енг. *Toyota Motor Company*) у Јапану, направили су Тојота производни систем -TPS. Пре него што су основали овакав систем рада, они су посетили Фордове фабрике неколико пута. Из истраживања за време посете у Фордовим фабрикама, научили су флексибилне

производне системе. По повратку, они су их брзо развили и применили у Тојотиним фабрикама. [1]

Са овим системом рада у Јапану следи успон у економији и самим тим и друге компаније и индустрије почињу да раде по овом систему. Производња широм света сада покушава да прихвати овај иновативни систем, али су открили да то иде споро. Компаније које прве савладавају овај систем су из Јапана. Међутим, многе компаније са запада сада разумеју овај Тојотин систем рада.

Настојање да се објасни неопходна транзиција из масовне производње до револуционарног производа се назива Тојотин производни систем, TPS. Глобална ауто индустрија је фокусирана на TPS током времена. Адаптација која се неминовно шири изван ауто индустрије, промениће све што је у свакој индустрији избор купца.

TPS је такође дефинисан као *Lean* производња, јер користи мање свега у поређењу са масовном производњом, пола људи у фабрикама, пола производног простора, пола инвестиција у алату и др.

Тојота производни систем је технологија свеобухватног управљања производњом. Основна идеја овог система је да одржи континуирани ток производа у фабрикама, како би се флексибилно прилагодили захтеву промена. Реализација таквог тока производње се зове тачно на време (JIT) производња, што значи да се производе само неопходне јединице у потребној количини у потребном тренутку. Као резултат тога, вишак инвентара и вишак радне снаге ће бити природно смањен, чиме се постижу циљеви повећања продуктивности и смањење трошкова.

Основни принцип JIT производње је рационалност. Реализацијом овог концепта, непотребних залиха, полупроизвода и готових производа биће елиминисани. Међутим, иако је смањење трошкова најважнији циљ, морају да се остваре друге радње како би се постигао примарни циљ.

TPS укључује неке важне случајеве. Први је контрола количине, што омогућава да се систем прилагоди дневним и месечним потребама у погледу количине и разноврсности материјала. Други је у обезбеђивању квалитета материјала, што подразумева да сваки процес буде снабдевен квалитетним материјалом.

Од почетка 1990. године, производња светске класе, је фокусирана на све запослене, стандарде и методе, отпад и губитке. WCM је главна тема овог рада, детаљније информације о основним принципима као и о аутономном одржавању и њени примери су дати у наредним поглављима. [1], [7]

2. Производња светске класе

Производња светске класе – *World Class Manufacturing WCM*, гради систем са четири главна стуба, то су организација на радном месту, квалитет, одржавање и логистика. Поред тога, главни стубови су подржани и са стубовима управљања, методом и алатима. Модел производње светске класе дат је на слици 1. Данас многе фабрике аутомобила користе овај модел.



Слика 1.: Модел производње светске класе, [6]

Укупно индустријско инжењерство (енг. *Total Industrial Engineering* - TIE), означава подизање перформанси запослених. Елиминишу се неприродне операције, нецењени процеси, и сам циљ TIE је нула отпада. Запослени су главна тачка фокуса WCM-а. Са тренинзима, расте вештина свих запослених и они ће почети да сагледавају проблеме. Они решавају све проблеме брзо и непрекидно. Други велики корак WCM-а је попис губитка и отпада. На крају тог пописа, решење ће се одмах наћи. Али гледајући губитак и отпад, запослени морају бити опрезни, они морају пажљиво гледати своје радно место. Уколико се утврди позитиван резултат на крају помоћу *Kaizen*-а (WCM алат), стандарди, методе, OPL (енг. *one point lessons*), визуелне картице, операционе листе су припремљене. Ови алати ће помоћи да оператерима буде све јасно. У случају да се догоди исти проблем, запослени ће помоћу ових алата, брзо разумети проблем. [9]

Потпуна контрола квалитета (енг. *Total Quality Control* - TQC) - елиминише све проблеме на свим нивоима. Циљ TQC-а је нула дефеката.

Производно одржавање, TPM - они су главни у индустрији, њихов циљ је нула отказа за континуирану производњу.

Тачно на време - битан алат фабрике, њихов циљ је кратко време транспорта и смањење нагомилавања залиха. [3]

Сви алати дају новац. Постоји корист између *kaizen*-а и резултата. Ово обезбеђује методологија Распооређивање трошкова (енг. *Cost Deployment Method*).

Другим речима WCM обухвата све ствари. Тако да континуирану корист добијају практична решења и систематски приступ.

Ниво сваког предузећа је сертифициован од стране експерата и постиже се кроз континуирана побољшања перформанси и сталног ангажовања на свим нивоима друштва. На слици 2 су приказани минимални захтеви за добијање одређене медаље.



Слика 2.: WCM минимални захтеви за одређену медаљу, [6]

WCM је распоређен у свим секторима и у сталној је посвећености управе и заснива се на сталном доприносу свих оних који раде у компанији. Поред тога, WCM је начин рада, а не пројекат, и ојачава и развија се уз учешће свих запослених. То захтева развијање неких метода, алата, стандарда и њихову строгу примену. Производња светске класе има резултат у успостављању једног видљивог, транспарентног система и такав је ефикасан, јер има за циљ "бити једноставан".

Интегрисани модел је да оптимизује све процесе производње, логистике и промовише континуирано побољшање основних фактора као што су квалитет, продуктивност, сигурност, испорука и сл. Примена система је подржана од стране система за ревизију и то је структурирано према циљевима, постизање које се мери на основу одговарајућих кључних индикатора (енг. *Key Performance Indicators*, KPI).

Принципи производње светске класе:

1. Безбедност је темељ,
2. Лидери који имају страст за стандарде,
3. У фабрици чује се глас купаца,
4. WCM не прихвата губитке било које врсте (циљ је увек нула несрећа, недостатка квалитета, отказа),
5. Ригорозна примена WCM гарантује рад без губитка,
6. У WCM фабрикама све абнормалности су одмах видљиве (прашина, загађење, прљавштина...)
7. WCM се одвија на радном месту, а не у канцеларији,
8. WCM је најефикасније вежбање са тимовима у фабрикама,

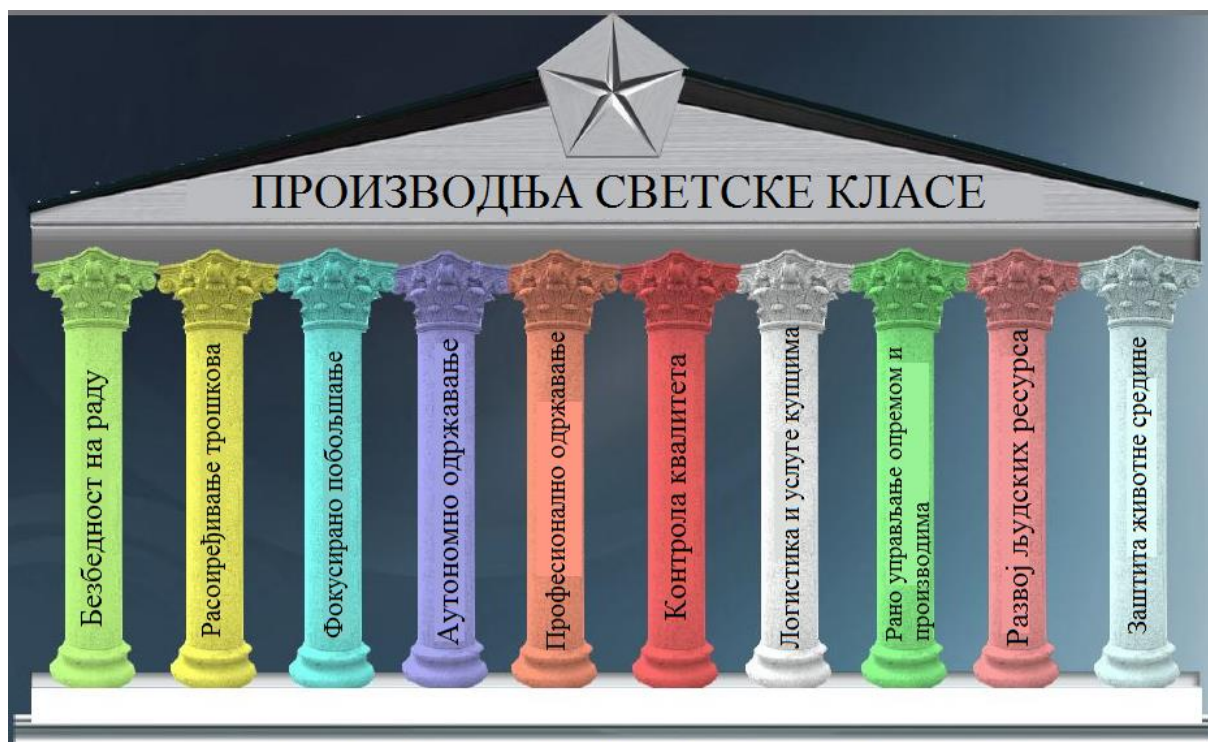
9. Снага WCM-а потиче искључиво од укључивања свих запослених,
10. Компаније стварају енергију кроз успех.

Сврха WCM-а су врхунске перформансе производног система у складу са плановима и логистичких дефинисаних циљева квалитета кроз:

1. Унапређење процеса,
2. Побољшање квалитета процеса,
3. Контрола и постепена смањења трошкова производа,
4. Флексибилност у испуњавању захтева тржишта и клијената,
5. Укључивање и мотивација људи који раде на индустријским процесима.

WCM користи десет стубова за постизање циљева (слика 3):

1. Безбедност на раду – *Safety (S)*,
2. Распоређивање трошкова – *Cost deployment (CD)*,
3. Фокусирано побољшање – *Focused improvement (FI)*,
4. Аутономно одржавање – *Autonomous maintenance (AM)*,
5. Професионално одржавање – *Professional maintenance (PM)*,
6. Контрола квалитета – *Quality control (QC)*,
7. Логистика и услуге купцима – *Logistics (L)*,
8. Рано управљање опремом и производима – *Early equipment management (EEM)*,
9. Развој људских ресурса – *People development (PD)*,
10. Заштита животне средине – *Environment (E)*. [6]



Слика 3.: Стубови производње светске класе

Свим овим стубовима управљају различити тимови и они раде само на овим алатима у фабрици. На пример, тимови за одржавање раде на професионалном одржавању (PM), али они исто тако подржавају и аутономно одржавање (AM). И све групе се придржавају правила о безбедности. Индивидуални развој је у вези са свим члановима групе.

Аутономно одржавање (АМ) је кључни концепт у *Lean* производњи и у WCM-у. Аутономно одржавање је методологија која има за циљ да повећа квалитет, доступност постојеће опреме и уређење радног места. Такође, помоћу АМ активности повећава се ефективност. Аутономно одржавање је систем који игра главну улогу непосредно после почетка. Најважнија су прва три корака АМ-а који су на почетку активности.

Аутономно одржавање има за циљ нула отказа и нула дефеката на машинама. Пре него што се почне, треба идентификовати отказе. Првенствено су у питању откази опреме. Дефекти квалитета су, такође, узроци проблема са опремом, посебно у аутоматизацији фабрике. Треба напоменути да сву опрему дизајнира, инсталира, управља и одржава човек и може се закључити да је он најбитнији за аутономно одржавање.

Прва фаза програма АМ састоји се од три корака. Она је фокусирана на стварању темеља, успостављању одговарајућих корака у чишћењу, подмазивању и инспекцији опреме. АМ активности у првој фази су различите корективне активности за обнову делова и опреме. [2]

Успостављање основних услова опреме, концентришући све напоре на чишћењу и подмазивању, оснивају се основни услови. Резултат је адекватан систем који може бити организован да одржи у оперативним условима. Из перспективе опреме, има за циљ да поврати истрошене делове и спречи принудно пропадање.

Када се разуме значење аутономног надзора, активности које су поменуте никада не могу бити постигнуте, осим ако нису укључени сви запослени. Током ова три корака, у првој фази програма, сви запослени уче о брзом Каизен-у (енг. *Quick kaizen*). *Quick kaizen* је PDCA методологија (енг. *Plan* - планирај, *Do* - уради, *Control* - провери, *Act* - стандардизуј), веома користан за брза побољшања, доприноси развоју идеја и предлога, користи се када је проблем скоро потпуно дефинисан и подаци у вези тог проблема су доступни. На слици 4 је дат изглед формулара за спровођење *quick kaizen-a*. [4]

QUICK KAIZEN / PDCA (Sporadični problemi)				Grupa / Linija:		Broj linije	
Fabrika: FAS Proiz. celina: npr. Montaža				Radno mesto:		Radno mesto	
Tema:				List broj:		prazno	
Upisati naziv problema koji se rešava						Mesto troška	
Kategorija:	☐ S (Bezbednost) ☐ QC (Kontrola kvaliteta) ☐ EEM (Rano rukovođenje opremom)	☒ VO (Organizacija radnog mesta) ☐ L&CS (logistika servisa kupaca) ☐ AM (Autonomno održavanje)	☐ PM (Profesionalno održavanje) ☐ PQ (Razvoj kadrova) ☐ EPM (Rano rukovođenje proizvodnjom)	☐ EID (Edukacija) ☐ S (Sukladnost)	S (Sukladnost) S (Sukladnost)		
PLAN				DO			
Opis problema koji se rešava				OPIS PREDLOŽENOG REŠENJA			
SHICA PROBLEMA							
ACT				CHECK			
UNIFICIRANJE REŠENJA U PROIZVODNJI ILI NA MAŠINI				KONTROLA PREDLOŽENOG REŠENJA			
Autor poboljšanja: _____ Datum: _____ Izvršio: _____ Datum realizacije: _____				Troškovi (I): _____ Ušteda (I): _____ Rezultat (I): _____ Ušteda / troškovi: _____ Verifikovao: _____			

Слика 4.: Quick kaizen

Друга фаза састоји се од два корака, главне активности се врше у свим категоријама по категорији инспекције и успостављање редовног одржавања система. Ова фаза се фокусира на постизању драматичног смањења отказа и мањих застоја, уз обуку оператера кроз понављање и праксу. Активности програмиране у другој фази су различите корективне акције које се користе за инспекцију.

Трећа фаза АМ се састоји из два корака. Оператери континуирано реализују и одржавају у оптималним условима.

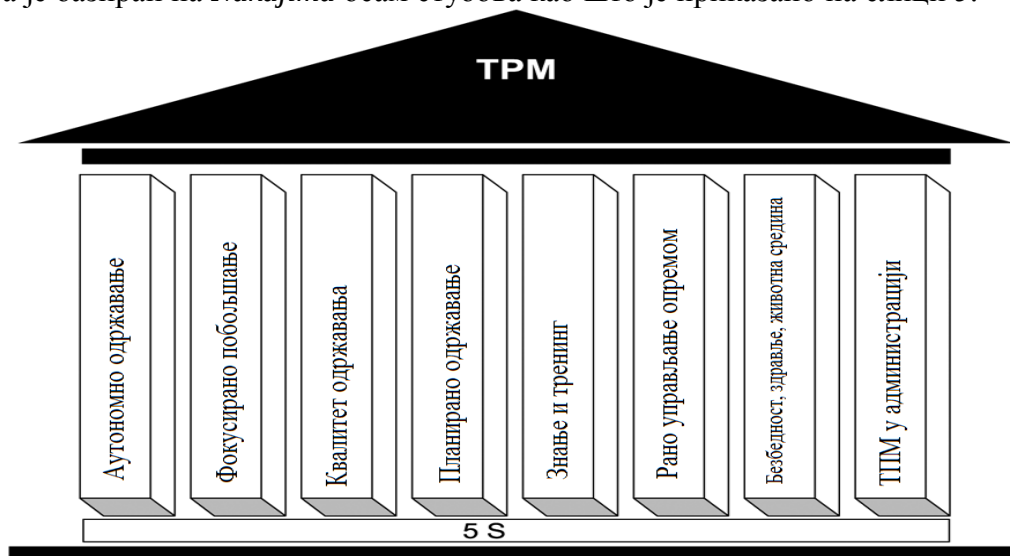
3. Историја

Да би се повећала ефикасност опреме током њеног читавог живота, укупно производно одржавање је заснована пре свега на производни концепт одржавања. Увезен је из Сједињених Америчких Држава и започет је 1971. године. Промовисан је од стране Јапана, Института за одржавање (eng. *Japanese Institute of Plant Maintenance - JIPM*). TPM је темељ Производње светске класе – WCM. Након тога, развијао се у малом броју фабрика без постизања великог успеха. Тих дана, јапански произвођачи су суочени са озбиљним економским изазовима. Они су се уозбиљили у потрази за ефикасним мерама да опстану на тржишту.

У међувремену, мала група је корак по корак започела активности у *Chuo Spring Company* у касним седамдесетим годинама. 1981. године прототип програма седам корака да спроведе рутински систем одржавања неког оператера је развијен у *Tokai Rubber Industries*. Од тада број фабрика које имплементирају TPM систем расте из годину у годину, јер је систем заиста остваривао побољшане услове за рад са постојећим знањем и вештинама и самим тим се повећавао број запослених.

Јапански произвођачи били су суочени са другим озбиљнијим потешкоћама као што су изненадна и честа промена нафтних деривата и девизног курса. Многи од њих наћи ће излаз из проблема кроз аутоматизацију и значајном напредку у микроелектроници и рачунарским технологијама. Они су успели да сачувају позицију у светском тржишту. Под оваквим околностима, TPM, од касних осамдесетих, је брзо препознат од стране већег броја компанија као веома ефикасна методологија, не само у одржавању, већ и у индустријском инжењерингу и дизајну производа. [14]

Главне активности TPM и WCM су органозоване као стубови. Општи модел стубова је базиран на *Nakajima* осам стубова као што је приказано на слици 5.



Слика 5.: TPM стубови

Након седамдесетих година многи алати и стубови су додати. Временом TPM је трансформисан у WCM. Након ове трансформације, створени су нови стубови.

				JIT/Kanban	JIT/Kanban
				TPM	TPM
				Мобилна производња	Мобилна производња
				gQc	gQc
				TUM	TUM
			JIT/Kanban	Планирање производње	Планирање производње
			TPM	CIM	CIM
			Мобилна производња	Оснаживање	Оснаживање
			gQc	Kaizen	Kaizen
			TUM	Систем за управљање	Систем за управљање
			Планирање производње	Тренинг	Тренинг
			CIM	Укупан проток материјала	Укупан проток материјала
			Оснаживање	Менаџмент дизајна	Менаџмент дизајна
			Kaizen	Стратегија производње	Стратегија производње
		JIT/Kanban	Систем за управљање	Обављање мера	Обављање мера
		TPM	Тренинг	Benchmarking	Benchmarking
		Мобилна производња	Укупан проток материјала	Структура и култура	Структура и култура
		gQc	Менаџмент дизајна	Иновациона стратегија	Иновациона стратегија
		TUM	Стратегија производње	Корпоративна стратегија	Корпоративна стратегија
		Планирање производње	Обављање мера	Групна технологија	Групна технологија
		CIM	Benchmarking	Смањење величина серије	Смањење величина серије
	JIT/Kanban	Оснаживање	Структура и култура	Смањење подешавања	Смањење подешавања
	TPM	Kaizen	Иновациона стратегија	Финансијске мере	Финансијске мере
	Мобилна производња	Систем за управљање	Корпоративна стратегија	Симулативни инжењеринг	Симулативни инжењеринг
	gQc	Тренинг	Групна технологија	Пословни процеси	Пословни процеси
	TUM	Укупан проток материјала	Смањење величина	Квалитет продавца	Квалитет продавца
	Планирање производње	Планирање производње	Смањење подешавања	Добављач	Добављач
		Оснаживање	Стратегија производње		
		Kaizen	Обављање мера		
Година	1980	1986	1989	1991	1996
TPM					WCM

Табела 1.: Развој од TPM до WCM [12]

1971. године, *Nippon Danse* је први применио TPM методологију у компанији. То је био почетак TPM-а и AM-а у свету. *Toyota, Nissan, Mazda* су за кратко време почели да користе AM, временом почело је да се користи и у осталим индустријама за машинске делове, пластику, микроелектронику, а у последње време почела је да се користи и у хемијској индустрији, медицини итд.

Данас, TPM и WCM се користе у многим јапанским, амерчким и европским фабрикама. Користе се три фазе, у седам корака. Прва фаза програма AM користи кораке 1, 2 и 3. Фокусира се на стварању темеља WCM-а, успостављању одговарајућег чишћења, подмазивања и инспекције опреме. Друга фаза програма AM састоји се од корака 4 и 5. Фокусира се на главне активности у успостављању редовног одржавања система. Исто тако, фокусира се на што мањи застој у раду. Последња, трећа фаза AM-а састоји се од корака 6 и 7. На основу анализа ризика, усваја се одговарајуће проактивне мере како би се спречила појава одређеног проблема (слика 6).



Слика 6.: Унапређење сегмената кроз седам корака [6]

Један од стубова је и аутономно одржавање. Он има два циља. Из људске перспективе, да подстиче развој оператера, а из перспективе опреме, да се успостави нормалан погон где се у сваком тренутку отказ може детектовати.

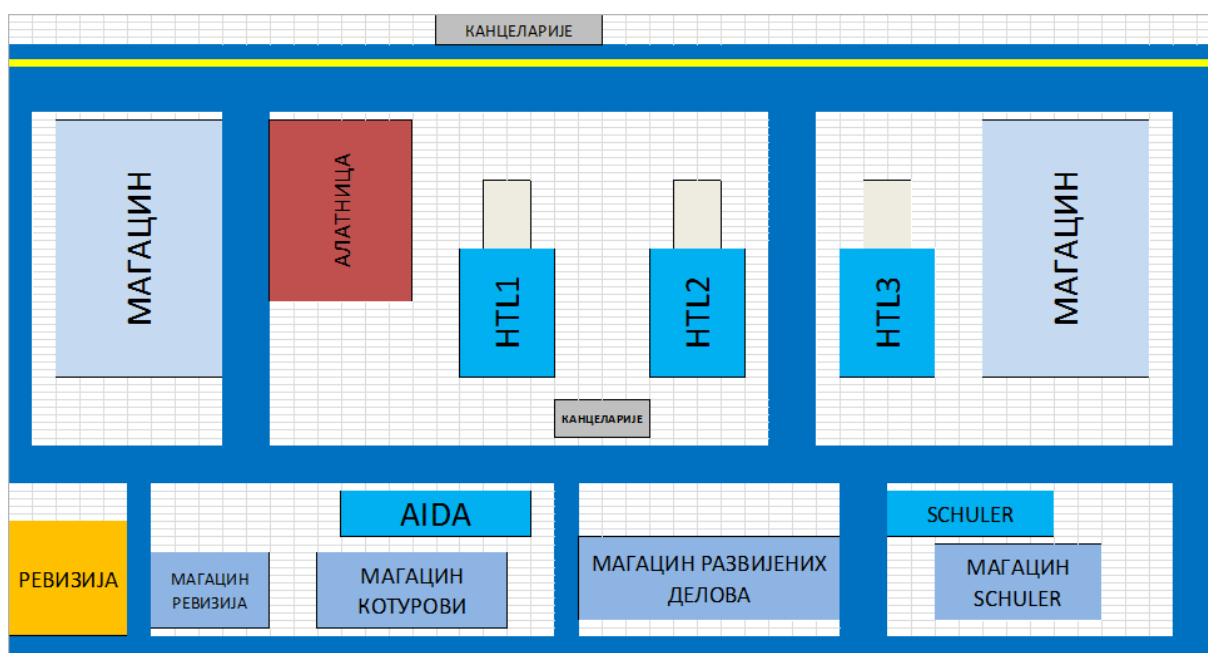
Аутономно одржавање је процес који оператори прихватају као одговорност за одржавање њихове опреме. АМ је уско повезано и фокусирано на побољшању опреме и подршка за обнову и одржавање за основне услове опреме. Кроз аутономне активности у које су укључени оператори у дневној инспекцији и чишћењу опреме, откриће средства за постизање континуираног побољшања.

Аутономно одржавање подразумева учешће сваког оператора, свако одржава своју опрему и спроводи активности да остане у исправном стању. АМ је најосновнији од осам стубова ТРМ-а. Ако су недовољне аутономне активности, очекивани резултати неће бити реализовани, чак иако су остали стубови ТРМ-а у реду. [2]

4. Материјал и метод

4.1. Материјал

У овом раду, аутономно одржавање које је један од стубова WCM-а користи се у пресерају. У погону, 24 радника је са белом крагном и 192 са плавом, погон је смештен на затвореном простору, површине 15.000 м² и ради се у две смене. Постоје три линије преса и две линије за исправљање и сечење лима. Све линије и *layout* пресераја приказани су на слици 7. (FCA Srbija, 2015)



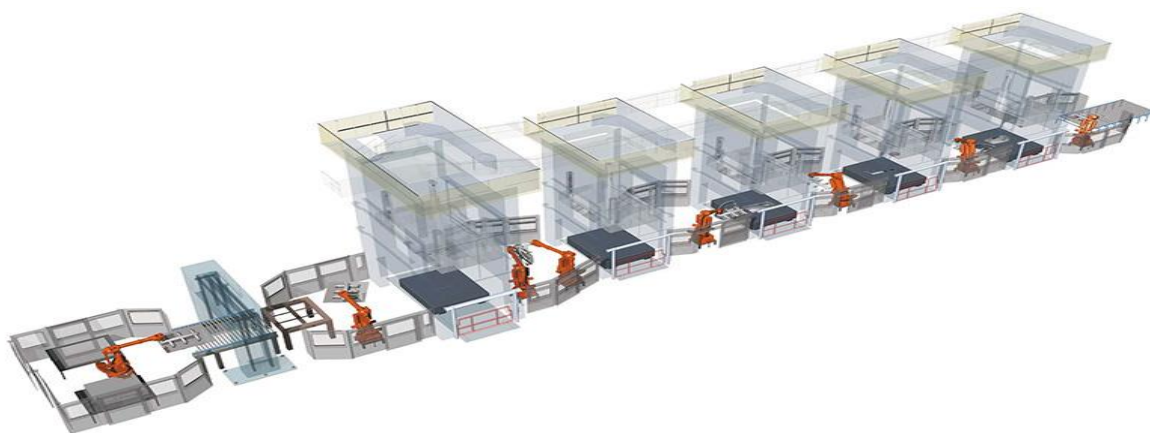
Слика 7.: Layout пресераја

Губитке у пресерају прати систем, који се свакодневно индетификује и сви губици се индетификују као трошак овим системом. Тако се проналазе области у којима су потребна хитна побољшања. Стручни тим одржавања ће се побринути о свим случајевима губитака. Они ће се побринути за све губитке који се односе на отказе. Сви губици су анализирани и прати их тим из анализе трошкова, ове анализе се раде сваког месеца.

У овом раду, за објашњење АМ-а, изабрана је пилот линија преса HTL1. Анализа распоређивања трошкова указује на то да HTL1 има доста губитака и отказа. Због тога се овај рад примењује на овој линији.

Ова линија ради у две смене. У једној смени ради шест радника са плавом крагном и један радник са белом. Радник са белом крагном је машински инжењер и он је руководећи на овој линији. Оператер припрема пресу и линију за наредну производњу. Други оператер припрема роботе за наредну производњу. Оператер мора да контролише произведене делове.

На слици 8 је приказана линија НТЛ1 у којој има 5 преса, 8 робота, 2 дестекера и 10 покретних столова.



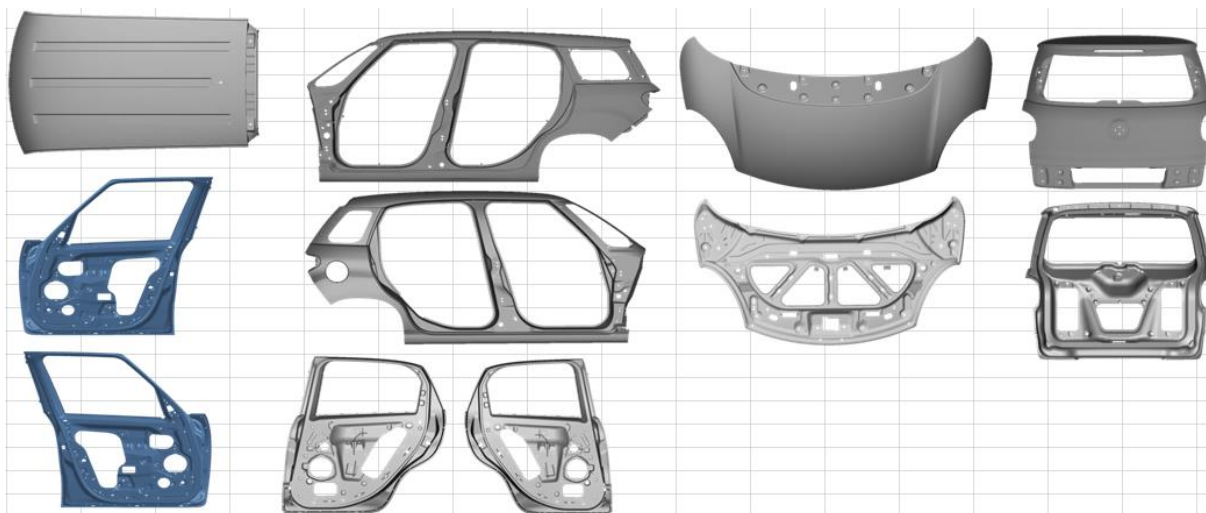
Слика 8.: Приказ линије НТЛ1

Преса која је приказана на слици је јапанске компаније Комацу (енг. *Komatsu*, слика 9). У аутомобилској индустрији, на неким системима, прва преса мора бити већа од осталих, зато што првим ударцем долази до дубоког извлачења. Велики делови се морају производити коришћењем великог притиска, па због тога прва преса у низу има највећи капацитет. Остале пресе се користе за сечење, савијање, пробијање итд. На овој линији се користе покретни столови за промену алата, за шта је потребно неколико минута.



Слика 9.: Комацу линија

Максимални капацитет ове линије је 18 удараца у минути. На овој преси се производе неколико аутомобилских делова дебљине од 0.3мм до 2мм (слика 10).



Слика 10.: Делови који се производе на овој преси

Такође, на овој линији су постављени и роботи. Сви роботи су произведени у италијанској фирми *COMAU* (слика 11). Сваки робот се састоји од антропоморфне структуре са шест степена покретљивости. Руке робота су фиксиране на бази и има редуктор који омогућава окретање око вертикалне осе ротације. Исечени делови од лима се стављају на палету, а палета на дестекер. Дестекер улази у пресу и рука робота узима лим и ставља на покретни сто где се центрира. Затим други робот узима део и ставља у алат. Алат удара у део од лима и након тога рука робота узима тај део и пребацује у следећи алат. Овакав вид премештања делова се врши све док делови не прођу све алате и не добију коначни облик. Последњи робот узима оформљени део из алата и пребацује на покретни сто, одакле га радници складиште у посебне металне сандуке.



Слика 11.: COMAU роботска рука

4.2. Метод

Ефикасност линије је под контролом генералне ефикасности опреме (енг. *Overall Equipment Effectiveness* - OEE). OEE је веома важан фактор за производњу. Распоживост, перформансе и квалитет су главни фактори који утичу на OEE. Креира се коришћењем података уписаних од стране вођа тима.

Производња постаје водећа предност за компанију, пружајући велики, дуготрајан допринос за побољшање задовољства купаца. Производња игра одлучујућу улогу за врхунске перформансе као што су: квалитет, цена, брзина доставе, флексибилност и иновације. OEE има три врсте губитака, а то су: застој опреме, перформансе опреме и дефекат губитка.

Губици застоја опреме (енг. *Equipment Downtime Losses*) укључују отказ опреме, губитак промене, подешавање и губитак времена подешавања, губици покретања и гашења и други застоји.

Изненадни и неочекивани откази опреме су очигледни узроци губитака, јер на опреми отказ значи да машина ништа не производи. На пример, постоје делови опреме код којих може доћи до застоја дужег од десет минута због отказа.

Све пресе имају одређено време стопирања при коме се врши промена алата. Застој између радњи, често укључује доста времена проведено при замени алата, подешавању за нову производњу и то све ради доброг квалитета производа. Ови губици се називају *Set-up* подешавања.

Поред ових губитака, *start-up* губитак се јавља за период припреме линије. Губици се јављају када производња није одмах стабилна, тако да први произведени делови не испуњавају спецификацију и стандарде. Овакви губици се често узимају као неминовност, у неким случајевима они могу бити изненађујуће велики.

Други главни губитак OEE је губитак због особина опреме (енг. *Equipment Performance Loss*). Овакав вид губитка је подељен у две групе мањих застоја, као губитак празног хода и губитак брзине.

Када преса ради, при сталном заустављању и покретању, она ће изгубити на брзини. За празан ход и застоје, у овом случају нису узроци техничке грешке, већ проблеми као што су прекид рада сензора, пуцања вентоза и др. Иако оператер може лако решити ове проблеме, чести застоји значајно смањују ефикасност опреме.

Под мањим застојима, подразумева се застој због отказа или грешке при аутоматском руковању, прераде или монтаже делова или радних комада. Враћање на нормалне услове захтева реаговање оператера да ресетује и/или поново активира опрему.

Смањена брзина рада, односи се на разлику између стварне радне брзине и максималне брзине пресе. Значајне губитке од смањења брзине рада се често занемарује или потцењује.

Завршни и главни губитак OEE је дефект. То се дешава када производ не испуњава услове спецификације квалитета, чак и ако они могу бити прерађени. Циљ је нула недостатака у производњи.

Израчунавање OEE је приказан на слици 12.



Слика 12.: Израчунавање OEE [5]

Први циљ овог рада је да се постигне 85% OEE, да се постигне нула застоја и отказа које су изазвани недостатком аутономног одржавања. Поред тога, други циљ овог рада је да се постигне 90% побољшања чишћења, инспекције и подмазивања која је утврђена у првом кораку аутономног одржавања. Овај рад је примењен на HTL1 линији, на *Komatsu* преси. [5]

4.2.1. Корак 0 – Припрема

У кораку 0, безбедност је најважнија у АМ активностима. Развија се разумевање како преса ради. Сви ризици који утичу на безбедност морају да се елиминишу АМ активностима. Лекција у једној тачки – OPL, је алат за едукацију оператера. Њихове вештине се одређују у кораку 0 и према њиховим способностима развија се план обуке.

Ризици морају бити смањени пре почетка следећег корака. Сви ризици безбедности су утврђени током припреме корак по корак на пилот линији. Оператери су помоћу OPL-а прошли кроз обуку заштите и сигурности на раду.

OPL (слика 13) користи се за једноставан, али ефикасан инструмент обуке. OPL се припрема са једноставним текстом који се лако разуме, скицом, цртежом или фотографијом. OPL се користи за три сврхе. Прво, основно знање оператера побољшано је уз техничке информације. Оператери су научили како да се спроводе одређене активности и како постројење ради. Затим, као друга сврха, неке специфичне ситуације како би се избегле грешке, недостаци или незгоде. Скице и фотографије описују проблем и јасно указују на кораке које треба предузети да би се спречило поновно појављивање. И као треће, OPL се користи за општа побољшања. [4]

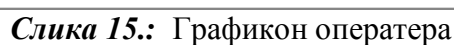
		OPL		
PROIZVODNA JEDINICA: PRESERAJ	UTE: 2	LINIJA: HTL1	OP: 30	PROJEKAT: AM
TEMA: Obeležavanje zona pritiska na manometru				
Критично радно место: Op30				
Osnovna znanja	Poboljšanja	Otklanjanje nedostataka	Poznavanje standarda	Ostalo
SPISAK RADNIKA		LEKCIJA - PROGRAM OBUKE		
1/ Milenković Ivan		Kada je kazaljka na manometru u zelenoj zoni, pritisak odgovara radnom pritisku. Kada je kazaljka na manometru u crvenoj zoni, onda je pritisak van radnog pritiska. ● OK pritisak ● NOK pritisak 		
2/ Dimitrijević Boris				
3/ Milosavljević Predrag				
4/ Jović Nebojša				
5/ Petrović Dragoljub				
6/ Vukojević Marko				
7/				
8/				
9/				
10/				
11/				
12/				
13/				
14/				
15/				
16/				
Datum izrade:		Potpis instruktora:		
Potpis učesnika	1/	5/	9/	13/
	2/	6/	10/	14/
	3/	7/	11/	15/
	4/	8/	12/	16/

Слика 13.: Пример OPL-а

У овом кораку, генерисана је листа питања (слика 14). Сви чланови тима са линије могу поставити питање на листи о спецификацијама линије и АМ систему. Одговоре на питања, у виду OPL-а, дају беле крагне. Листа питања је најкориснија за

[illegible]

Временом, помоћу техничких информација, оператер поправља своје знање и вештину и тај напредак оператера се прати у матрици. Статус вештине оператера може да се види у овој матрици. Ова матрица, може се пратити и помоћу графикана (енг. *Operator Skill Radar Chart Graph*, слика 15). [3]



{ 15 }

затим када колеге одговоре, да их разумеју. Као резултат тога, они су полако развили већу способност да открију више суштинских проблема.

На крају корака 0, прави се АМ табла (слика 16). Она је припремљена за успешне активности тима. Сва АМ документација, кораци, кључни индикатори, перформансе, OPL се могу наћи на овој табли. Коришћењем АМ табле, чланови тима имају осећај достигнућа и њихов напредак.



Слика 16.: АМ табла

4.2.2. Корак 1 – Почетно чишћење

Ово је кључни корак за који се чишћење и инспекција спроводе у пракси. То није ствар да опрема изгледа чиста на површини, већ се односи и на процес чишћења као што су цурење, слабо причвршћени делови, као и оштећени делови.

Циљ овог корака је да се оператери ухвате у коштац са опремом, где се уклањају прашина, уље, чађ и самим тим је ово најбољи начин откривања проблема. Пошто је иницијално чишћење укључено у овај корак у коме се опрема темељно чисти како би биле видљиве абнормалности и то се назива „Провера кроз чишћење". Обављањем овог корака, оператери, не само да добијају чисту опрему, већ и увиђају шта није у реду са њом. Такође су са једним искуством више, што ће им значити у практичном раду.

Оператери су почели да користе ознаке за аномалију, отровних извора и тешко приступачним областима. Почели су да користе *quick kaizen* и самим тим да решавају проблеме. На састанцима се разматрају аномалије и губици на линији. У овом кораку се одрађује чишћење, инспекција и подмазивање.

Пре свега, сви оператери су научили значење и значај чишћења. Чишћење опреме управо значи оно што и пише: уклањање свих страних тела као што су прљавштина, прашина, уље, муљ, чишћење алата, матрица, робота и друге опреме која се користи у производњи. Темељно чишћење сваког дела је најбољи начин откривања недостатака. У случају да се делови не очисте лепо, долази до отказа, дефеката квалитета, губитка брзине.

На HTL1 линији, када почиње korak 1, date су основне инструкције за обављање овог корака. Оператори су обучени да правилно разумеју захтеве безбедности у

припреми корака. Они су научени како је конструисана њихова опрема и како она ради. Исто тако, како да обављају задатке провере, подмазивања и затезања у кораку 1.

План чишћења је створио мапе чишћења и користећи неку врсту шеме рангирања, одлучује се шта следеће треба очистити. План је покривен 5S активностима. 5S је назив метода за побољшање радног места и развијен је у Јапану. 5S су почетна слова јапанских речи које најбоље описују основни концепт ове методе.

SEIRI:	Разврстај
SEITON:	Постави на своје место
SEISO:	Помети и очисти
SEIKETZU:	Дисциплина
SHITZUKE:	Одржавај уредним



Слика 17.: 5S

Улога 5S-а је генерално понашање чувањем радног места чистим и сређеним, правити минимална, али континуална побољшања услова рада.

5S прилаз је: методичан - дефинише принципе и правила која се примењују; трајан – при сталном одржавању, гарантују се добри резултати. [2], [4]



Слика 18.: 5S

Када се отказ индетификује, оператери користе АМ картице (слика 19). Сваки неисправни део опреме, као што су неадекватно или погрешно састављени делови, неисправне компоненте, делови који су отказали се уписује на картицу. Релативне информације се истовремено пишу и у табелу (слика 20). Након тога оператер одлучује да ли да проблем реши сам или мора да зове професионално одржавање.

FABRIKA		BROJ: 35	
KONSTATOVANJE ANOMALIJE		PREZIME I ME: SLAVA RNUŠ	
ODRŽAVANJE		DATUM: 07.12.2009.	
LINIJU L-48	PRIORITET		
MAŠINA ROTOT	☐ A ☒ B ☐ C		
KOMPONENTA A FIKSNI DELOVI (nosilca konstrukcija) B ROTIRAJUĆI DELOVI (rotori i sl.) C LEŽAJ D VALJAK E MOTOR / REDUKTOR F TRANSMISIJA (kavljevi, lanc i sl.) G CILINDRI / VENTILI / ELEKTROVENTILI H STEŽNE GRUPE (vrt, vrpce, vrpce, vrtci i sl.) I INSTRUMENTI / SENZORI (manometri, senzori i sl.) L ZAPITVAČI (vazduh, ulje) M KABLOVI / KANALINE / ELEKTROPOLJASEVI N MEĐUKANALNA ZAŠTITA / INSPEKCIJA VRATA O OSTALO		ANOMALIJA: 1 CURENJA ULJA / MASTI 2 CURENJA VAZDUHA 3 DEO POLOMLJEN ILI NEDOSTAJE 4 POHABAN DEO 5 OTEŽAN PRISTUP 6 OTEŽAN PREGLED / OČIŠĆENJE 7 OTEŽANO PODMAZIVANJE 8 BESKORISNA KOMPONENTA 9 BLOKIRANJE / ZARIBAVANJE 10 NEEGOGOVARAJUĆI PRITISAK 11 NEEGOGOVARAJUĆA TEMPERATURA 12 ZAZORI ILI GEOMETRIJA 13 VIBRACIJE 14 BUKA 15 NEDOSTATAK MATERIJALA ILI TEČNOSTI 16 OSTALO	

FABRIKA		BROJ: 11	
KONSTATOVANJE ANOMALIJE		PREZIME I ME: SLAVA RNUŠ	
RADNIK		DATUM: 02.12.2009.	
LINIJU L-48	PRIORITET		
MAŠINA BUKTAR	☒ A ☐ B ☐ C		
KOMPONENTA A FIKSNI DELOVI (nosilca konstrukcija) B ROTIRAJUĆI DELOVI (rotori i sl.) C LEŽAJ D VALJAK E MOTOR / REDUKTOR F TRANSMISIJA (kavljevi, lanc i sl.) G CILINDRI / VENTILI / ELEKTROVENTILI H STEŽNE GRUPE (vrt, vrpce, vrpce, vrtci i sl.) I INSTRUMENTI / SENZORI (manometri, senzori i sl.) L ZAPITVAČI (vazduh, ulje) M KABLOVI / KANALINE / ELEKTROPOLJASEVI N MEĐUKANALNA ZAŠTITA / INSPEKCIJA VRATA O OSTALO		ANOMALIJA: 1 CURENJA ULJA / MASTI 2 CURENJA VAZDUHA 3 DEO POLOMLJEN ILI NEDOSTAJE 4 POHABAN DEO 5 OTEŽAN PRISTUP 6 OTEŽAN PREGLED / OČIŠĆENJE 7 OTEŽANO PODMAZIVANJE 8 BESKORISNA KOMPONENTA 9 BLOKIRANJE / ZARIBAVANJE 10 NEEGOGOVARAJUĆI PRITISAK 11 NEEGOGOVARAJUĆA TEMPERATURA 12 ZAZORI ILI GEOMETRIJA 13 VIBRACIJE 14 BUKA 15 NEDOSTATAK MATERIJALA ILI TEČNOSTI 16 OSTALO	

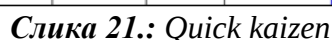
Слика 19.: АМ картице [4]

Картице различитих боја означавају ко ће решити проблем. Картица црвене боје, проблем решава професионално одржавање, а плава картица значи да проблем може да реши оператер. Картице попуњава лице које је уочило проблем и састоји из два примерка. Први се ставља у одређени простор на АМ табли, а други остаје на машини у непосредној близини дефекта док се проблем не реши. Након извршења и поправке, оператери на листама уписују датум завршетка процеса.

[illegible]

Слика 20.: АМ и РМ листа

QUICK KAIZEN / PDCA (Sporadični problemi)				Grupa / Linija: _____ Radno mesto: _____ List broj: _____		Broj linije: _____ Radno mesto: _____ Priznato: _____ Mesto troška: _____	
Faza: FAS Proiz. celina npr. Montaža		Tema: Upisati naziv problema koji se rešava _____					
Kategorija: Upisati skraćenicu npr. WO ☐ Sphrednost ☐ OC (Kontrola kvaliteta) ☐ EEM (Rano rukovođenje opremom)		☒ VO (Organizacija radnog mesta) ☐ UCS (logistički servis tipa)					
		☐ AM (Autonomno održavanje) ☐ PQD (Kvaliteti kodova) ☐ EPM (Rano rukovođenje proizvodnjom)					
		☐ PM (Profesionalno održavanje) ☐ Sphrednost Sadržati oblast npr. WO					
PLAN		DO					
Opis problema koji se rešava		OPIS PREDLOŽENOG REŠENJA					
		SNICA PROBLEMA					
ACT		CHECK					
UNIFICIRANJE REŠENJA U PROIZVODNJI ILI NA MAŠINI		KONTROLA PREDLOŽENOG REŠENJA					
Autor poboljšanja: _____		Datum: _____		Izvršio: _____		Datum realizacije: _____	
		Troškovi (€): _____		Ušteda (€): _____		Rezultat (€): _____	
		Ušteda / troškovi: _____		Verifikovao: _____			



{ 19 }

индентификују. Потребан је да се сви чланови тима тиме баве, тако да опрема остане чиста.

4.2.3. Корак 2 – Мера против извора контаминације

Циљеви корака 2 су елиминација извора нечистоћа и контаминације које су дефинисане у кораку 1 и оне ће бити елиминисане помоћу *quick kaizen*-а. Према овим циљевима, оператери су фокусирани на изворе загађења и тешко приступачних површина.

Извор контаминације се односи на одређено подручје опреме која генерише стране материје, као што су прашина и прљавштина изазване отказом неког дела опреме, цурење уља за подмазивање итд. Међу овим изворима, као на пример, цурење из оштећених делова као што су гумено црево или резервоар, је лако отклонити једноставном заменом или поправком делова током фазе 1.

Откривени извори загађења се уписују у АМ листу. У раној фази програма АМ-а, листа извора контаминације је најкориснија да оператер разуме шта значи инспекција и чишћење у кораку 2. У овом кораку су, такође, фокусирани на тешко доступна места. Тешко доступна места се односи на одређена подручја опреме, где оператери имају проблем са било којом врстом задатка, као што су чишћење, подмазивање, инспекција и друге рутинске операције.

На HTL1 линији извор загађења и тешко приступачним местима су индентификовани у кораку 1 и та места су означена. Коришћењем PDCA, *quick* и *standard kaizen*, уложени су напори да се реше ови проблеми. На мапи извора контаминације, показују се прва два корака. Сачињена је од тачака контаминације или цурења тешко приступачних места, како би се обратила пажња на њих. Прави циљ корака 2 је развој образовања оператера да сами решавају проблем. [8]

4.2.4. Корак 3 – Успостављање стандарда чишћења, инспекције и подмазивања

Корак 3 је важан корак у коме оператери користе искуство које су стекли у корацима 1 и 2. Да разјасне шта су идеални услови за њихову опрему и осмисле стандарде који су неопходни да се ови услови одрже. У овом раду су формулисани стандарди за чишћење, подмазивање и инспекцију. Визуелни алати се такође користе у кораку 3.

Све обавезе са детаљима и дужностима су написане на стандарду. Детаљи у вези опреме су јасно дати са сликама. Оператери су помоћу тренинга и OPL-а упознати са стандардима. На стандарду је такође дато и трајање. Поставља се и распоред, где оператери могу видети које активности су тог дана у плану. Након завршетка операције из стандарда, оператер обележава на календару да је исту урадио. [3]

АМ стандарди су направљени и они се користе за све пресе, роботе и другу опрему. Пример једног стандарда може се видети на слици 22.

AM STANDARD					AM 01	
X	Čišćenje	Frekvencija*	Vreme(min)	Status mašine	PREDVIĐENA LIČNA ZAŠTITNA SREDSTVA	
X	Pregled	N	24	Zaustavljena	U radu	
X	Podmazivanje			X		
	Kvalitet					
*D=DNEVNO; N=NEDELJNO; P=NA 15 DANA; M=MESEČNO						
PREDVIĐENA SREDSTVA	AM/PM KARTICE					

GDE	OPIS AKTIVNOSTI	OPL	SREDSTVA
1	NA PANELU DESTEKERA ZAUSTAVITI PROIZVODNJU		
2	PROVERITI ISPRAVNOST I OČISTITI VOĐICE STOLOVA DESTEKERA		
3	PROVERITI KONUSE ZA CENTRIRANJE PALETA		
4	PREKONTROLISATI SENZORE ZA PALETE		
5	PROVERITI POLOŽAJ LEVOG I DESNOG NOSAČA PALETE (CENTRIRANJE)		
6	PROVERITI STANJE U KOJEM SE NALAZE PROLAZI ZA VILJUŠKE VILJUŠKARA NA STOLU		
7	PROVERITI I POTVRDITI U KAKVOM SU STANJU MIKRO-PREKIDAČI. DA LI IMA NEKA OŠTEĆENJA, DA LI SVI RADE. NA 2 MESTA (NOSAČ LEVOG I DESNOG CRANE SEVERA)		
8	OTIĆI DO OPERATIVNOG PANELA DESTEKERA I RESETOVATI BARIJERU		

AM STANDARD					AM 01	
X	Čišćenje	Frekvencija*	Vreme(min)	Status mašine	PREDVIĐENA LIČNA ZAŠTITNA SREDSTVA	
X	Pregled	N	24	Zaustavljena	U radu	
X	Podmazivanje			X		
	Kvalitet					
*D=DNEVNO; N=NEDELJNO; P=NA 15 DANA; M=MESEČNO						
PREDVIĐENA SREDSTVA	AM/PM KARTICE					

NAJKAĆI PUT KOJIM SE TREBA KRETATI KAKO BI SE PRILIKOM OVOG CIKLUSA PREGLEDA ISPOŠTOVALO PROJEKTOVANO VREME.

NAPOMENA: KAKO PRI NORMALNOJ PROIZVODNJI, JEDAN OD NOSAČA PALETA UGLAVNOM OSTAJE UNUTAR DESTEKERA I NIJE PRISTUPAČAN ZA PREGLED, PREGLED OVOG NOSAČA URADITI PRI PRVOJ ZAMENI PALETA KOJA SE JAVLJA. (VREME PREDVIĐENO ZA OVAJ CIKLUS PODRAZUMEVA PREGLED I ČIŠĆENJE LEVE I DESNE STRANE NOSAČA PALETA I NJIHOVIH VOĐICA, T.J. UKUPNO 24 min. ZA OBAVLJANJE CIKLUSA).

GDE	OPIS AKTIVNOSTI	OPL	SREDSTVA
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

Слика 22.: Пример АМ стандарда

На опреми пресе су исцртани занкови за АМ стандарде чијим праћењем могу да се одраде одређене радње. На поду су исцртане линије различитих боја као помоћ при проналажењу одређеног стандарда. Све тачке, стрелице и линије служе да би се оператери лакше снашли током тих активности.

Визуелни систем за управљање је основа и користи се доста у кораку 3. Визуелни систем се користи на два начина, као визуелни индикатори и визуелне контроле.

Нека једноставна подмазивања су пребачена са РМ-а на АМ. РМ специјалисти су држали обуку за АМ тимове. За ову обуку се користе OPL-ови. Исто тако, ове обавезе су писане на АМ контролним листовима. Такође, на линији је постављен распоред подмазивања делова.

На крају фазе 3 су прегледани сви стандарди. Циљ је побољшање времена које је утврђено у раду при чишћењу у кораку 1 за чишћење, подмазивање и инспекцију. Исто тако се користи метод и ECRS (енг. *Eliminate, Combine, Replace, Simplify*), Е – елиминисати, С – комбиновати, R – заменити, S – поједноставити. Ову методологију примењује група професионалног одржавања и тимови аутономног одржавања. [11]

4.2.5. Корак 4 – Општи инспекцијски прегледи

У кораку 4 много новца је потребно и због тога неке фабрике раде само прва три корака. Дакле, корист и однос трошкова мора бити процењен на почетку корака. Ако је тај однос већи од један, следећи кораци се могу применити. Са кораком 4 и сви наредни кораци показују различите карактеристичне особине према производњи.

Опрема на линији и неке контролне тачке су фокусиране у кораку 4. Када се опрема провери, веома је важно да се обрати пажња на мање абнормалности које би могле довести до отказа, проблема квалитета и других хроничних губитака. Они се индетификују и елиминишу се. Да би се то могло урадити, оператери морају да користе процес корака 4. Њега користе како би измерио пропадање и предвидети када може доћи до отказа и оштећења квалитета. Корак 4 има два аспекта и то су опрема и људски аспект.

Први задатак корака 4 у генералној инспекцији је да успостави одговарајуће категорије (подмазивање, пнеуматика, хидраулика, електроника итд.). Следећи је да се користи релеј наставни метод, да уче о структури и функцији опреме и по којим критеријумима се користе за процену колико се погоршала. [13]

Сазнавши о категорији, оператери користе своје знање да провере опрему и побољшају је. Истовремено, они уводе визуелне контроле и побољшања тешко доступних подручја, како би за проверу било лакше и ефикасније. Затим своје закључке уписују у стандард за ту категорију која ће им омогућити да опрему задрже у исправном стању уз помоћ једноставне дневне рутине одржавања. Овај процес се понавља за све категорије.

Циљ обуке опште инспекције је да се развију оператери који су у стању да ефикасно провере своју опрему, препознају када су се делови погоршали и да обављају једноставне задатке одржавања. Кроз обуку и практично искуство, генерална инспекција поставља темељ за развој оператера који су детаљно упознати са својом опремом. Њихове вештине самоуправљања погресивно се побољшавају.

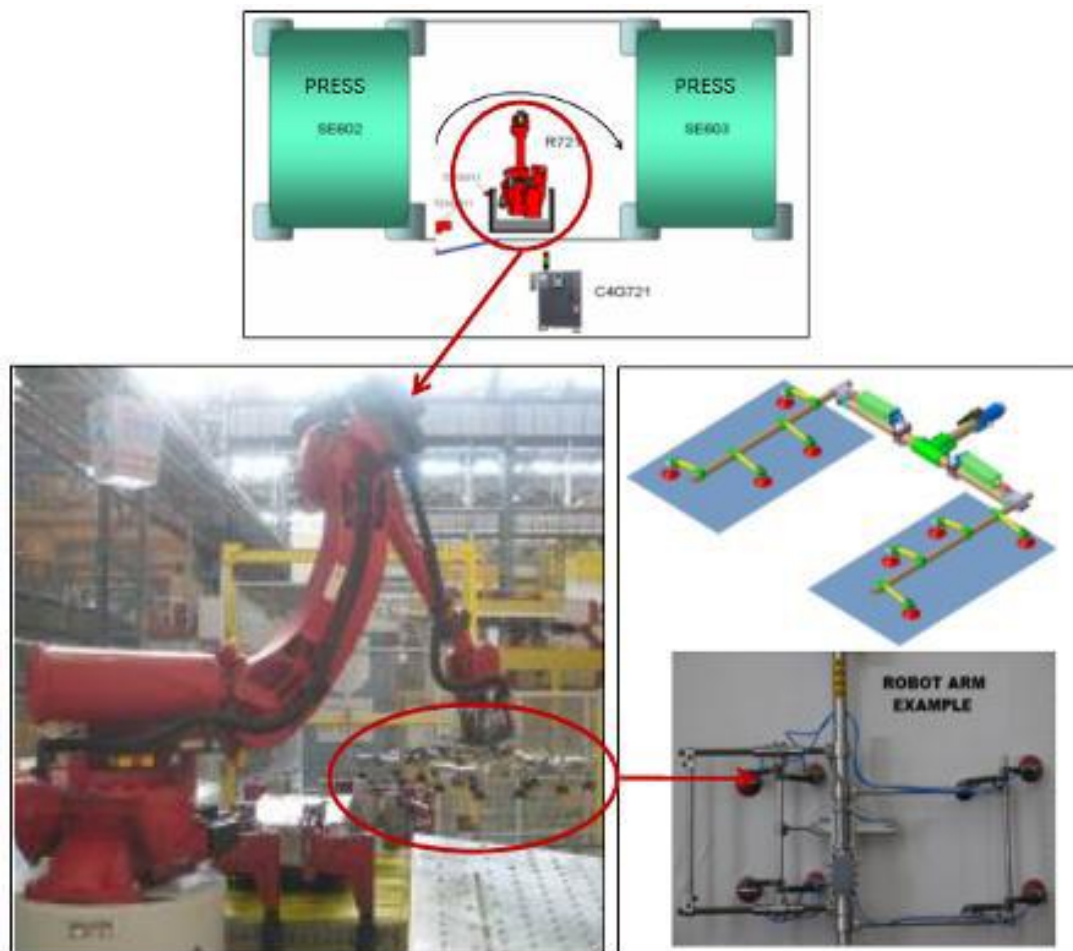
Ако оператери разумеју и познају своју опрему, они могу да науче све о својим заједничким елементима и да разумеју основне компоненте елемената. У кораку 4 оператери добијају основну обуку у областима као што су машински елементи, завртњи и навртке, системи подмазивања, пнеуматике, хидраулике, електронике, погонских

системи. Применом тог знања, приликом инспекције опреме, они постају способни чак и за веће недостатке.

У овом раду, процењени трошкови на HTL1 линији су већи од 1. То значи, да је корак 4 почео на овој линији. У овом обрачуна, фокусирани су били губици на овој линији. Мањи застоји изазивају губитке квалитета и они су изабрани за побољшање.

У обрачуна су, у једној години, разматрани сви теоријски и практични тренинзи, опрема, документација, табеле и др.

Након процене трошкова, роботска рука је имала мање застоје. Губитак времена изаивани мањим застојима су спречени у кораку 4. Роботска рука је на крају линије и она се користи да би се делови вакуумом преносили са једног места на друго (слика 23).

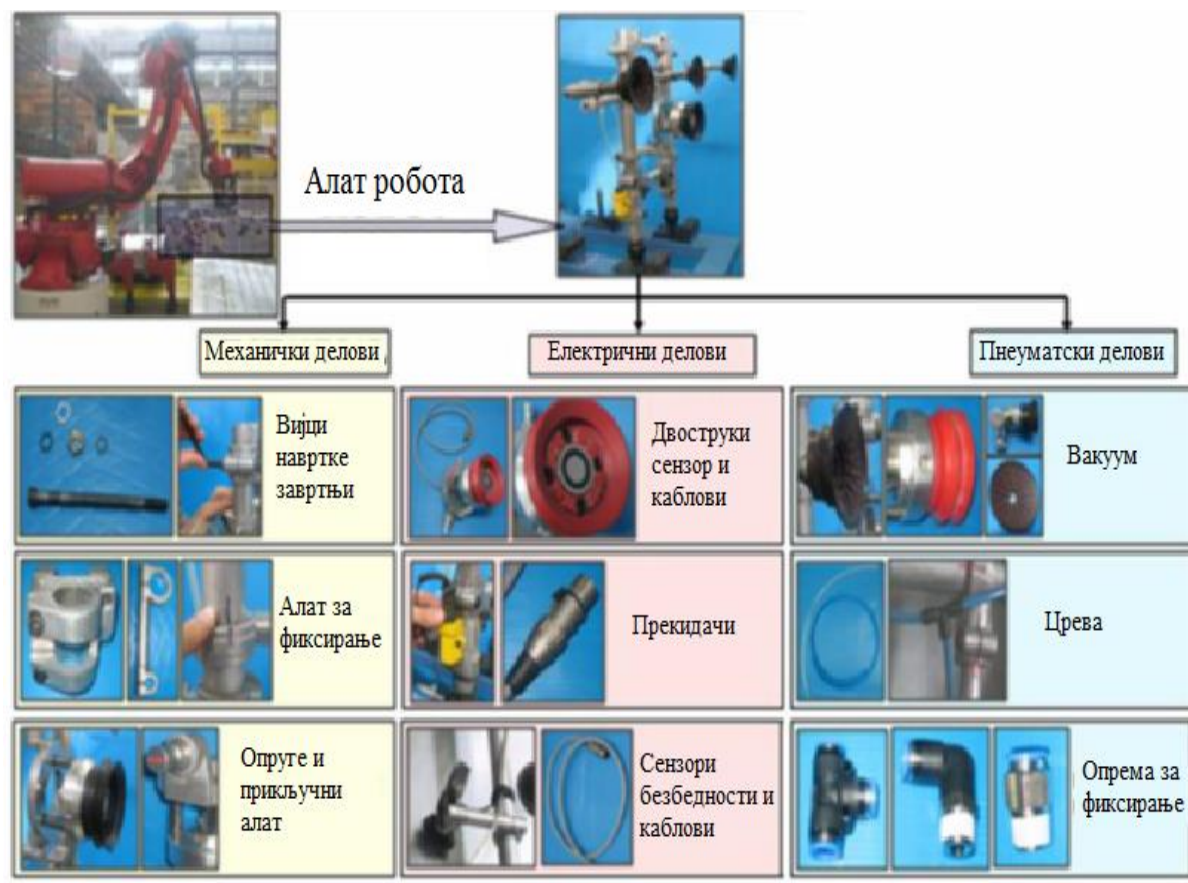


Слика 23.: Роботска рука, проблеми са вакуумом

Кључне тачке овог процеса су да оператери науче све о роботској руци, њеној функцији и механизацији. Самим тим, то знање је проширено и на цео тим. Оператер ће, искуством стеченим овом обуком, да открије проблем и да га реши.

Програм обуке је припремљен са групом из професионалног одржавања. То је зависило од два случаја. Оператери су научили правилно покретање своје опреме и постављање услова, да разликују промене итд. Свако је могао да разуме машину по стандардним процедурама одржавања. Они су припремили резиме пресе и принцип рада. Ово се мора знати, како би преса остала у исправним условима.

За боље учење система, роботска рука је подељена у подсистеме, као механички, пнеуматски и електронски део (слика 24). Сви подсистеми су објашњени да оператери лако разумеју.



Слика 24.: Подсистеми роботске руке

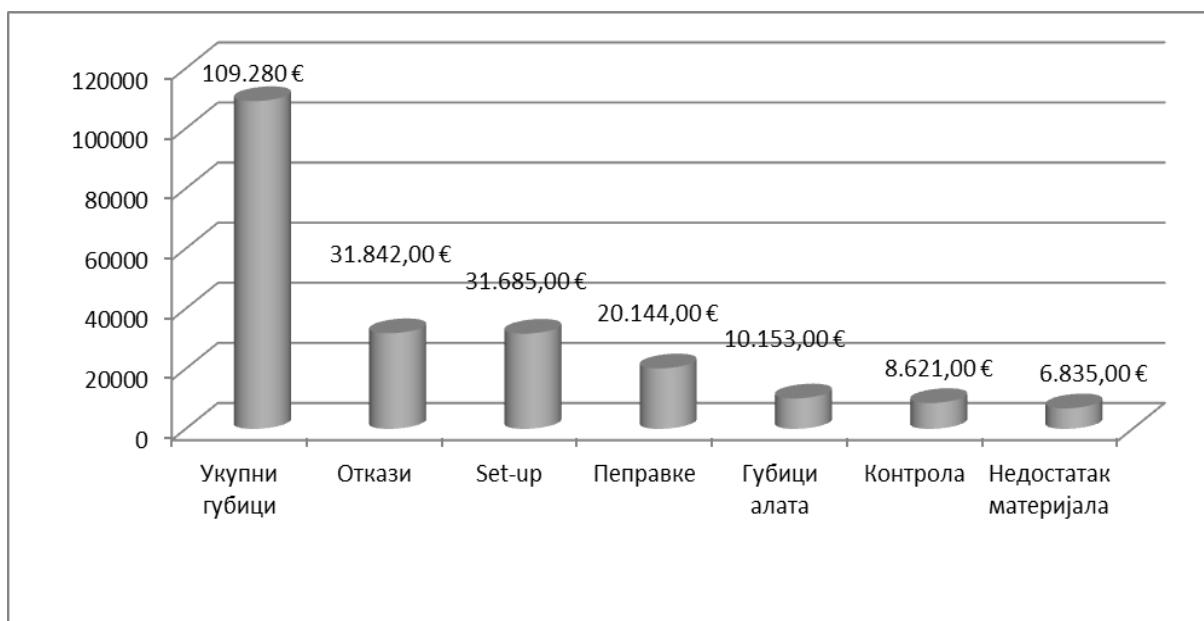
Пунктовима су предвиђени механички, електронски и пнеуматски подсистеми. Механички подсистем, са контролним листовима, је преглед постојеће евиденције одржавање који указује на грешаке, отказе, мање застоје и друге проблеме како би се детаљно идентификовале све провере неопходне за оператере.

Такође, многа побољшања су урадили и нови стандарди. Резултати контролних листи су повећали број стандарда.

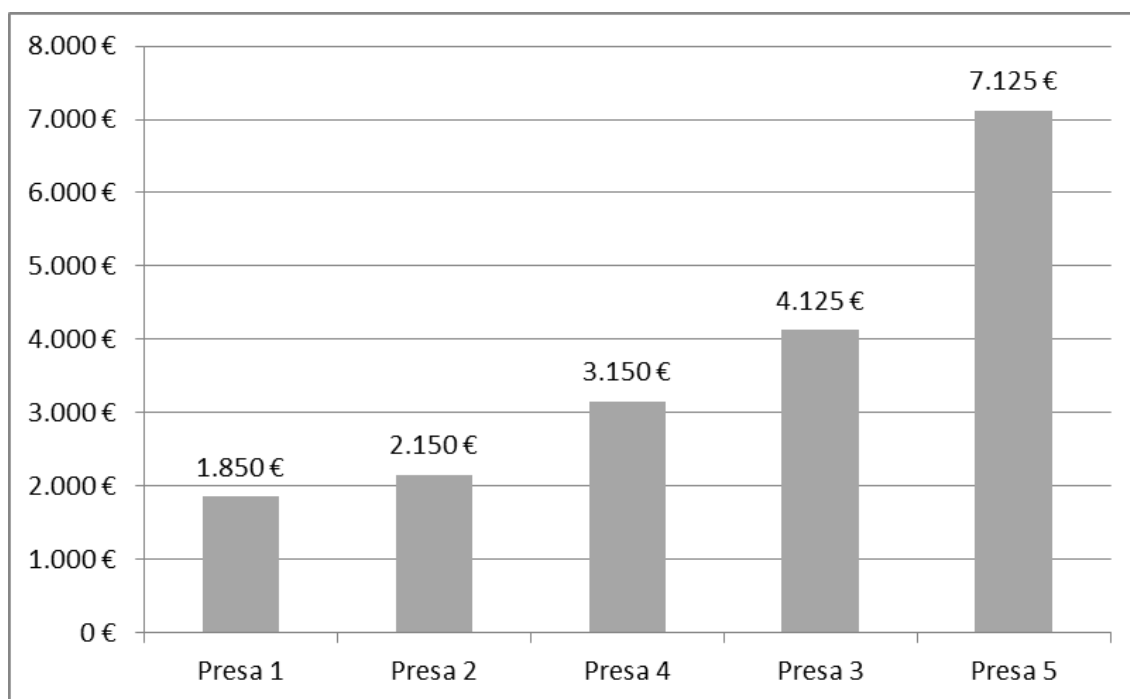
5. Резултати и дискусија

Као што је дато у поглављу 4, гледајући два критеријума, изабрана је HTL1 линија. Један од њих је класификација ABC линија, а други је анализа трошкова. Табела је припремљена уз помоћ професионалног одржавања. Ефекат производње, квалитет делова који се производе, трошкови и сигурност су важни критеријуми за класификацију. Прикупљу се поени и ако су поени између 80 и 100 онда се ова класификација зове AA. [2]

Поред тога, анализа трошкова дата је на слици 25, на дијаграму су приказани сви губици. На слици 26 су приказани откази разврстани по пресамa. Ови губици били су недостатак AM и PM одржавања и због тога је ова линија изабрана као пилот линија.



Слика 25.: Анализа трошкова



Слика 26.: Откази разврстани по пресамa

ОЕЕ се користи као главни и кључни показатељ перформанси у фабрикама. Уводи доступност, квалитет и перформансе. Циљ је да се на доследан начин измери ефикасност АМ-а и друге иницијативе пружајући општи оквир за мерење ефикасности производње. [5]

Као што је и напоменуто, пресерај ради у 2 смене по 8 сати дневно, то значи да је дневно 16 радних сати.

Једна смена ради 8 сати $\Rightarrow 8 \text{ сати} \times 60 \text{ минута} = 480 \text{ минута}$

Они иду на две кратке паузе од по 10 минута $\Rightarrow 2 \times 10 \text{ минута} = 20 \text{ минута}$

Пауза за оброк је 30 минута

38 минута отказ, 22 минута мањи застоји, 21 минут *set-up*, 13 минута подешавање линије. Време застоја можемо израчунати на следећи начин:

Време застоја = 38 минута отказа + 22 минута мањих застоја + 21 минут *set-up*-а + 13 минута подешавање линије = 94 минута

У почетку, ОЕЕ је рађен помоћу следећег односа:

ОЕЕ = доступност * перформансе * квалитет

Где је:

Доступност се израчунава као:

Доступност = радно време / планирано време производње

Планирано време производње = радно време смене – пауза = 480 минута – 50 минута = 430 минута

Радно време = планирано време производње – време застоја = 430 минута – 94 минута = 336 минута

На почетку АМ-а за HTL1 линији, пронађени су следећи резултати:

Доступност = 336 минута / 430 минута = 0,7813 (78,13%)

Перформансе узима у обзир губитак брзине, а израчунава се:

Перформансе = идеално време циклуса / (радно време / укупан број делова)

Идеално време циклуса је минимално време циклуса процеса и може се очекивати да се постигне у оптималним условима.

Перформансе се могу израчунати као:

Перформансе = (Укупан број делова / радно време) / идеална производња

Резултати пронађени на HTL1 линији на почетку АМ-а:

Перформансе = (3487 комада / 336 минута) / 12 комада/минут = 0,8648 (86,48%)

Квалитет узима у обзир губитак квалитета, израчунава се као:

Квалитет = добар део / укупно делова

Добар део = укупно делова – шкарт делови = 3487 – 238 = 3249 комада

Резултат квалитета за HTL1 линију:

Квалитет = 3249 / 3487 = 0,9317 (93,17%)

На крају, за HTL1 линију је израчунат ОЕЕ:

ОЕЕ = доступност * перформансе * квалитет

ОЕЕ = 0,7813 * 0,8648 * 0,9317

ОЕЕ = 0,6295 (62,95%)

У пракси, светска производња углавном прихвата ОЕЕ 85%. Детаљи ОЕЕ светске класе дати су на слици 27.

ОЕЕ фактори	%
Доступност	90,0%
Перформансе	95,0%
Квалитет	99,9%
ОЕЕ	85,0%

Слика 27.: Детаљи ОЕЕ светске класе [2]

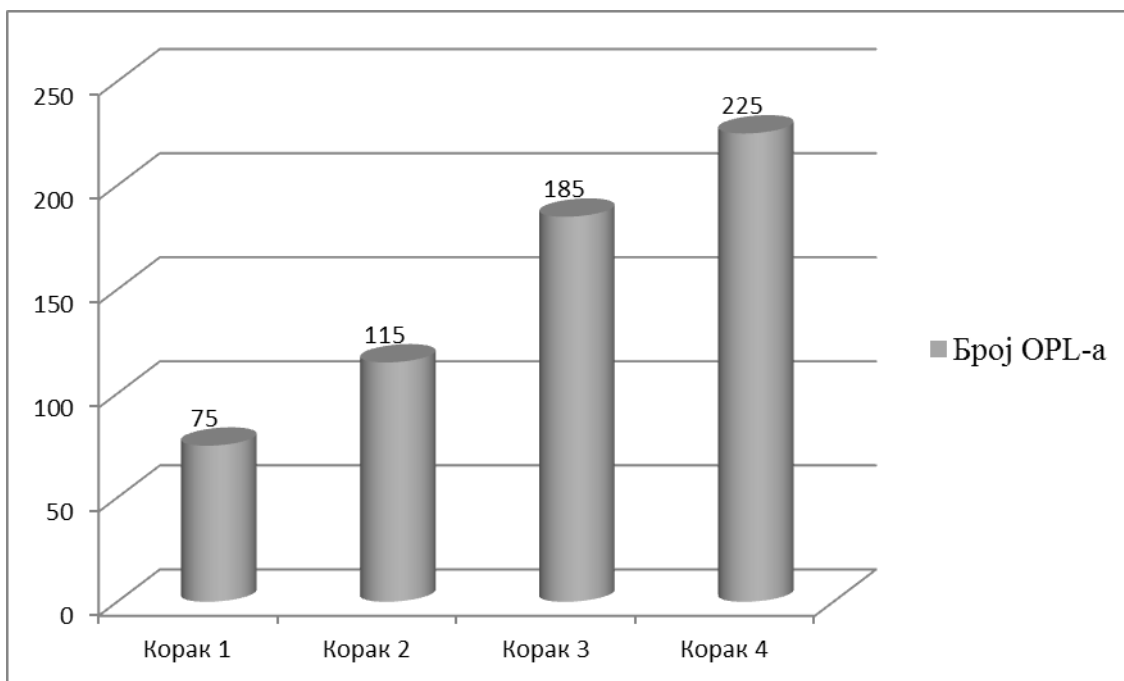
Припрема и прва четири корака су били описани у овом раду и акценат је стављен на елиминисању и основним условима одржавања помоћу аутономног одржавања.

Сви ризици који утичу на безбедност су прикупљени и обрађени. Ризици су смањени од стране оператора и помоћу *standard kaizen*-а. Пре почетка АМ корака, 48 ризичних тачки је утврђено и урађено. Пример процене ризика је дат у додатку 1. Пример који је дат односи се на избацивање шкарта из пресе. Улазак у пресу нема велики ризик, који може да доведе до повреда. Такође сам ризик не може бити смањен. У другом кораку је избацивање шкарта из алата где је помоћу *standard kaizen*-а смањен степен могућности повреда. Пошто, при избацивању шкарта, оператори раде са лимом оштрих ивица, ручно избацивање је доводило до повреда због неупотребе адекватне заштитне опреме. *Standard kaizen* предвиђа заштитну опрему коју су оператори дужни да носе и самим тим је смањен ризик повреда.

Након припремних корака, оператори су елиминисали абнормалност опреме, покренули против мере извора контаминације тешко доступним подручјима, развили стандарде чишћења, инспекције и подмазивања у прва три корака. Тада се примењује корак 4 за смањење губитка квалитета помоћу контроле опреме и неких побољшања.

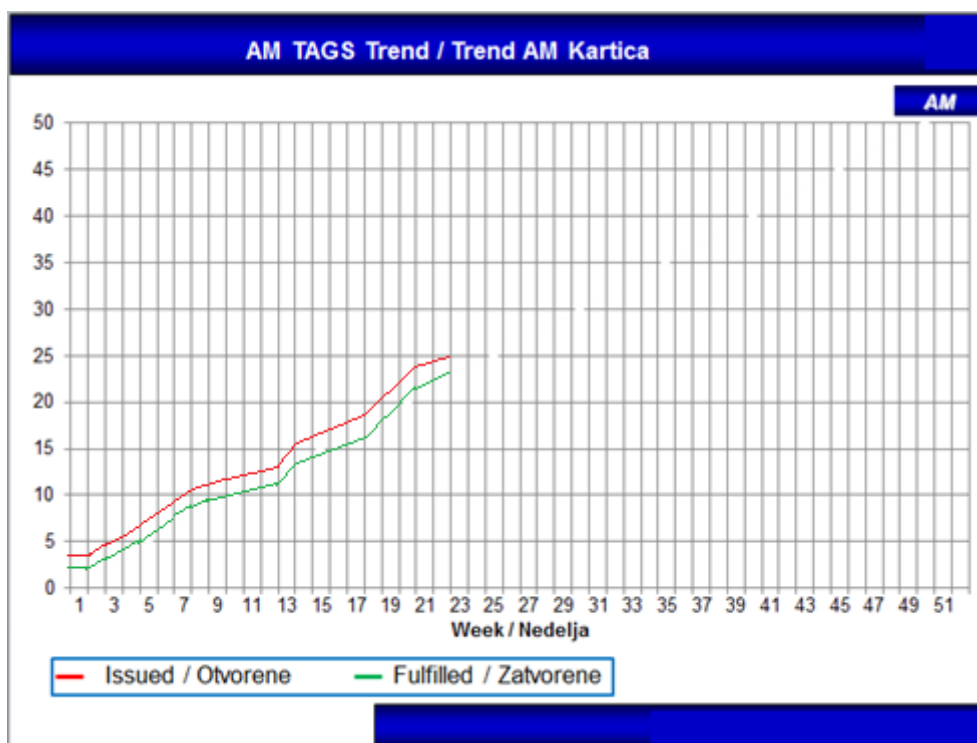
Корак 1 је почетни корак чишћења АМ-а. Почетно чишћење опреме је срце аутономног одржавања. Када оператори очисте опрему, они је прегледају због абнормалности које би могле да узрокују веће проблеме у будућности.

Сви оператори признају да чишћење у аутономном одржавању значи дубинско чишћење и инспекцију сваког дела машине. Ова инспекција ће, наравно, смањити абнормалност и проблеме. Ако оператори могу сами решити проблем, они ће то учинити. У случају да је проблем компликованији, оператори ће позвати одржавање. OPL су коришћени као главна средства образовања оператора. Оператерима је до корака 5 дато 225 OPL-а, на слици 28 је приказан дијаграм OPL-а по корацима.



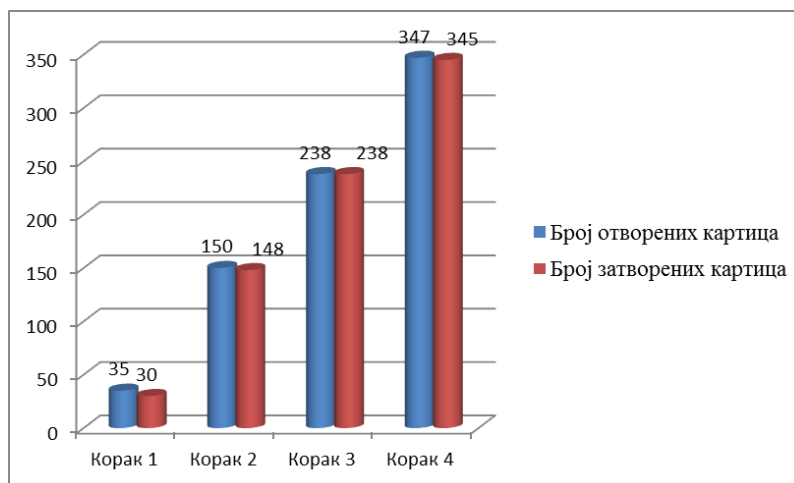
Слика 28.: Број OPL-а по корацима

Од корака 1 до краја корака 4, оператери имају више од 300 ознака у овом периоду. АМ ознаке неуспеха оператора, уклоњени су од стране РМ и АМ. Много потенцијалних проблема откривено је у свакој категорији и много великих дефеката. Отварање и затварање АМ картица пратиле су се на листовима трендова АМ картица (слика 29). Овај графикон испуњава вођа тима.



Слика 29.: Трендови АМ картица

Број отворених и затворених картица користи се у сваком кораку и његов графикон је приказан на слици 30.

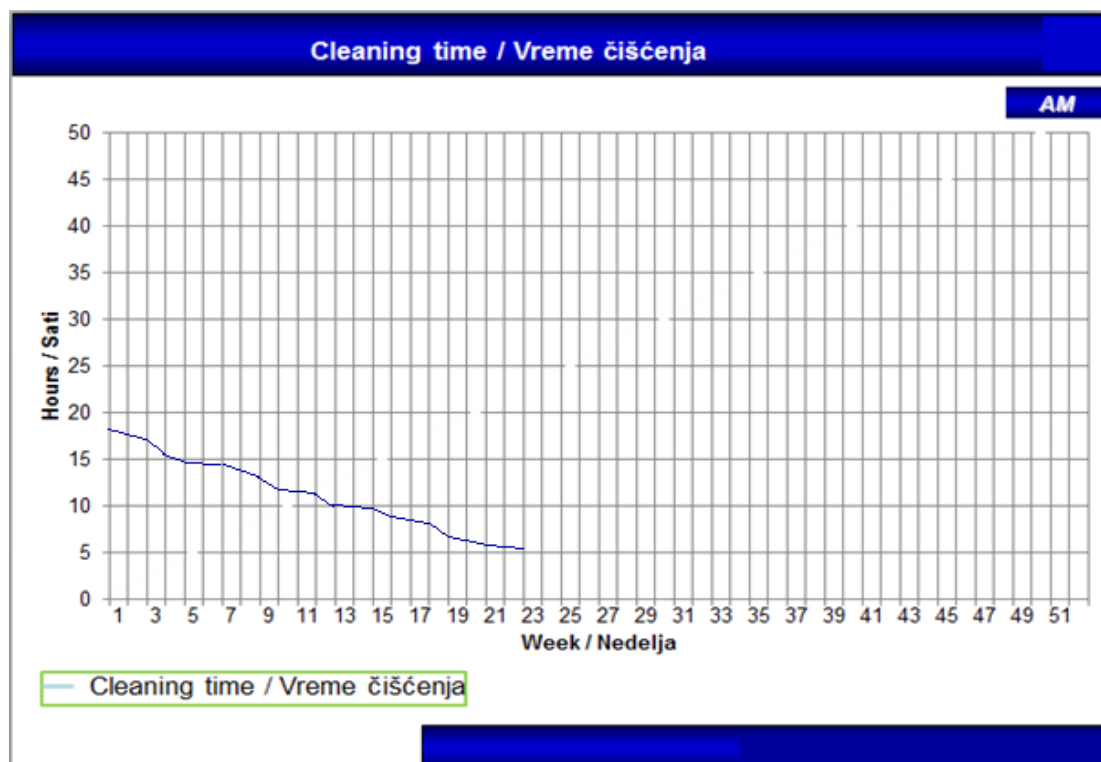


Слика 30.: Број отворених и затворених картица по корацима

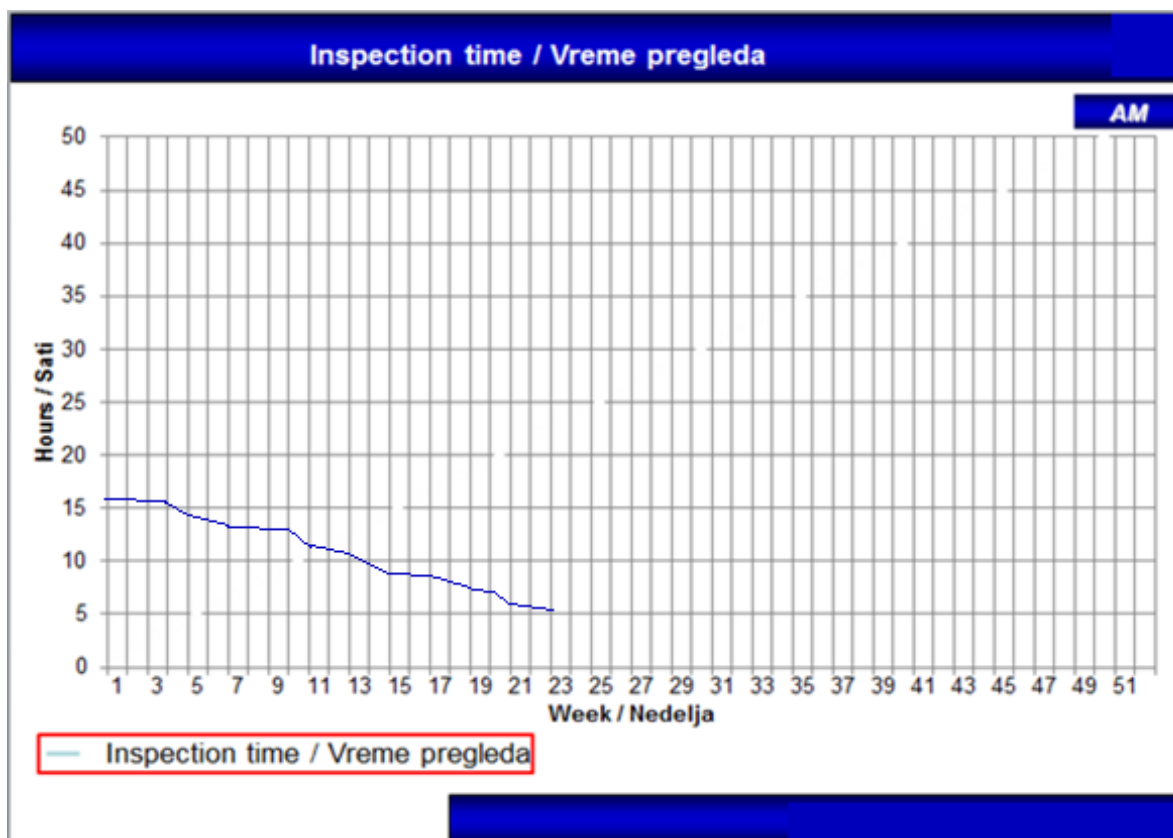
Као што се види на слици, број отворених, односно затворених картица је растао у другом и четвртном кораку. У кораку 2 је много извора загађења и тешко приступачних области које су описане и елиминисане. Поред тога, у кораку 4, оператери су научили више конкретних детаља о преси. Дакле, они су користили аутономне ознаке одржавања најчешће у кораку 4.

Током инспекције, оператери не гледају само статичке проблеме који су видљиви чак и када преса није у покрету, већ и динамичке који се јављају у току рада. На пример, прљавштина, цурење, рђа, огреботине, вибрације, необични звукови, абнормална топлота, необични мириси итд.

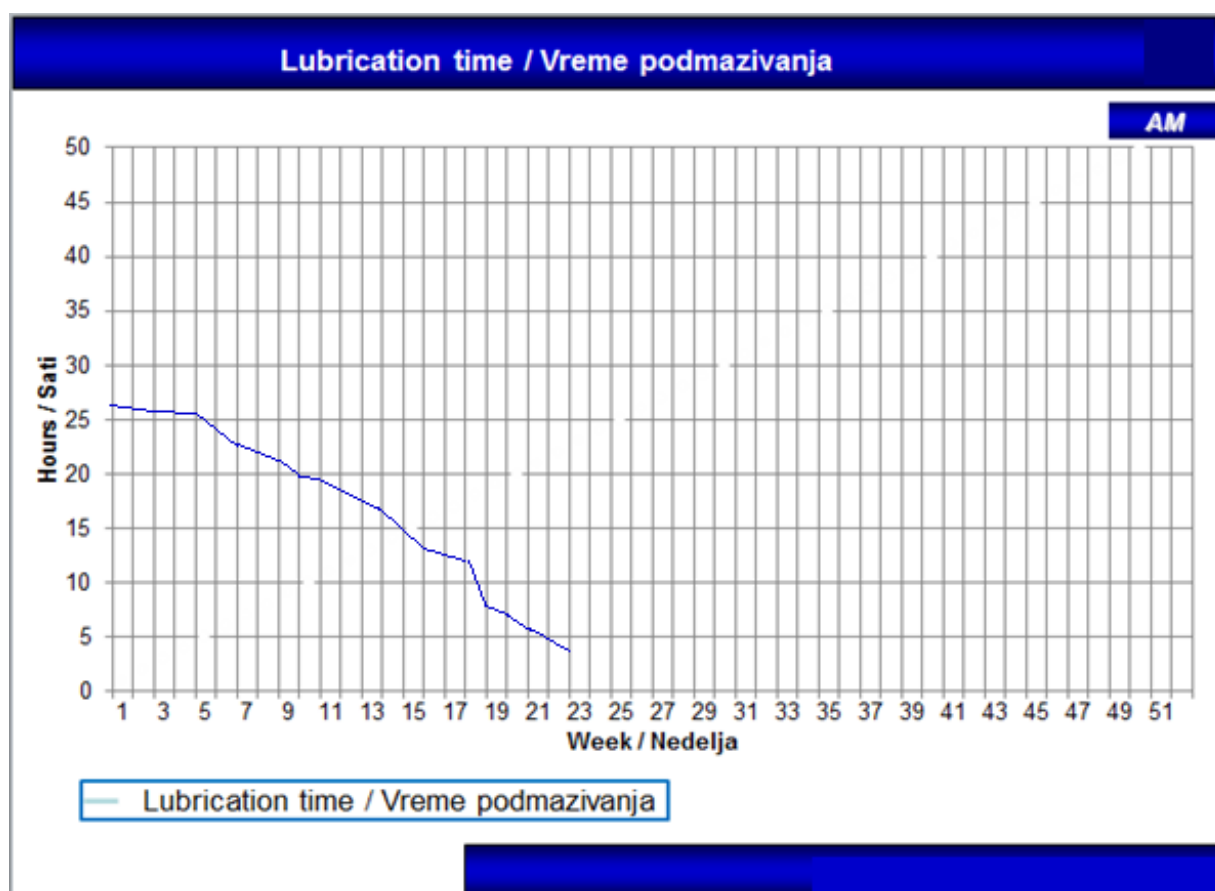
Почетно време чишћења је одмах мерено. Трајање првог чишћења, прегледа и подмазивања су одређени. У наредним корацима, оператери ће радити на томе да се смањи ово време. Листе времена чишћења, прегледа и подмазивања су приказане на сликама 31, 32 и 33. Ове листе стоје на АМ табли. Листове испуњава вођа тима.



Слика 31.: Време чишћења



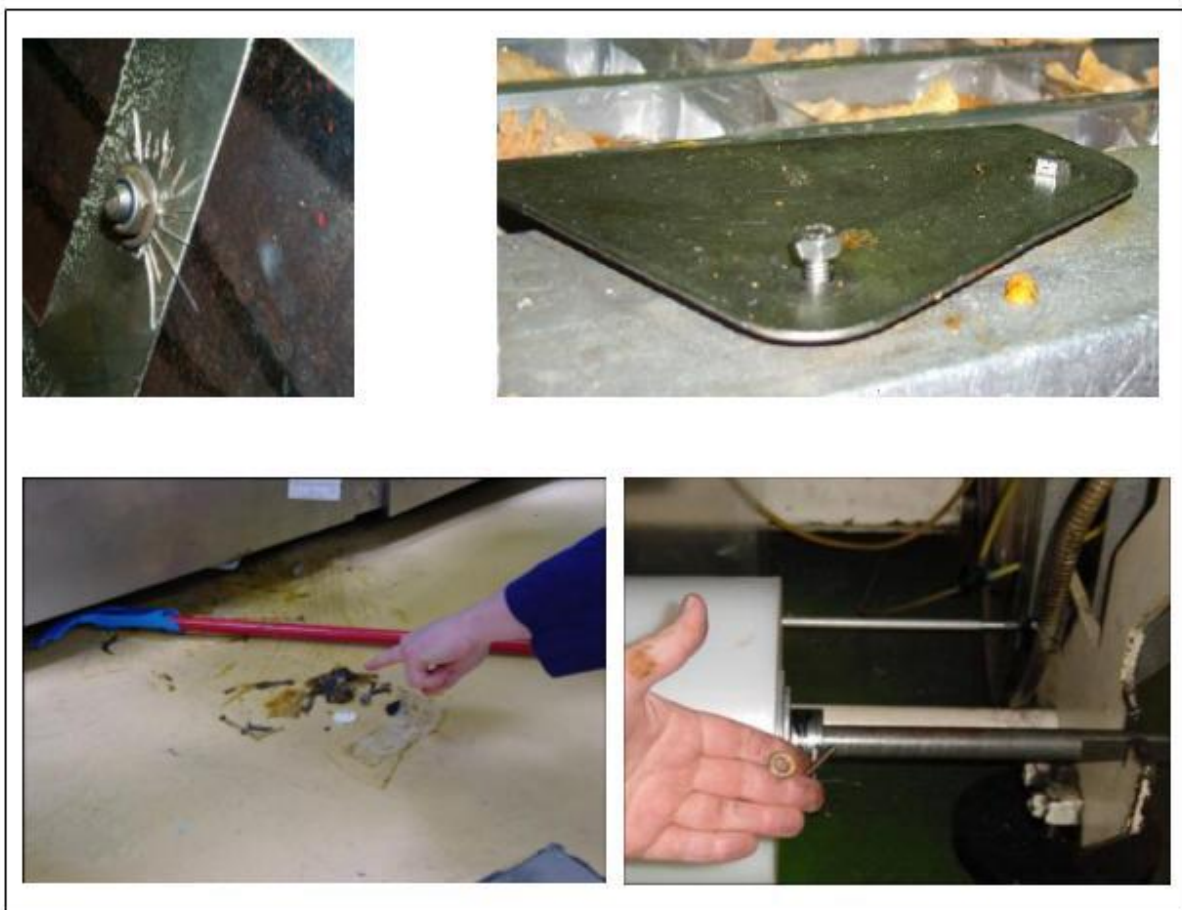
Слика 32.: Време прегледа



Слика 33.: Време подмазивања

Приликом инспекције и чишћења коришћена су четири чула, укључујући гледање, слушање, мирисање и додир. То је био практичан процес који би требао да достигне сваку област пресе, користећо чеклисту да покрије различите делове и системе. Оператер који је открио проблем опреме и ставио таг, он је могао да уклони проблем и скине ознаку. Понекад је корисно имати дијагностички тим који укључује менаџере, одржавање и инжењере, како би се утврдило шта да се ради са проблемом.

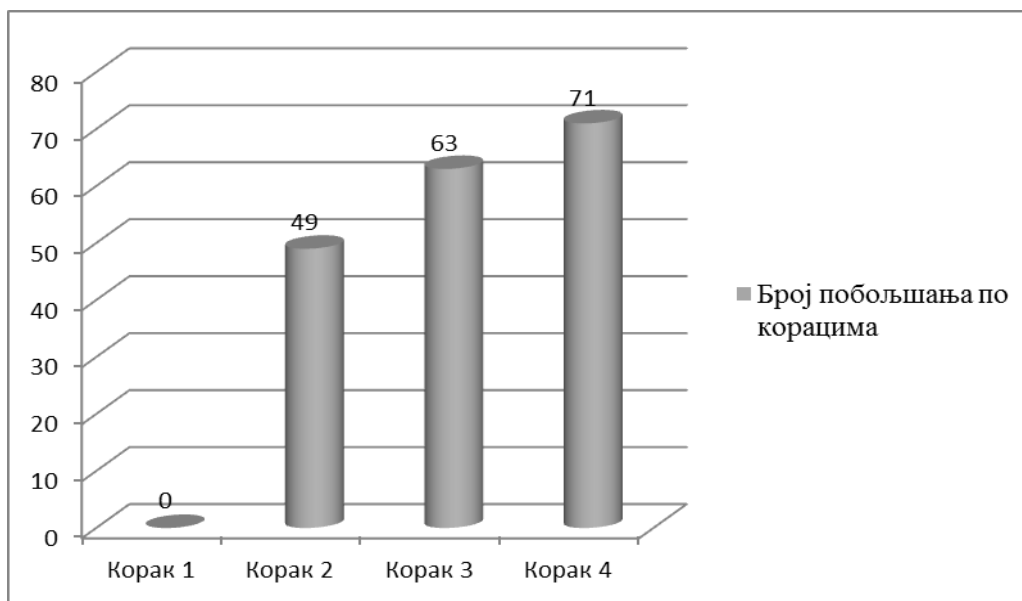
Са друге стране, овакав заједнички приступ је помогао оператерима да развију вештину, фокусирајући пажњу на проблеме нудећи смернице и решења. Пример проблема услед абнормалних услова приказан је на слици 34.



Слика 34.: Проблеми услед абнормалних услова

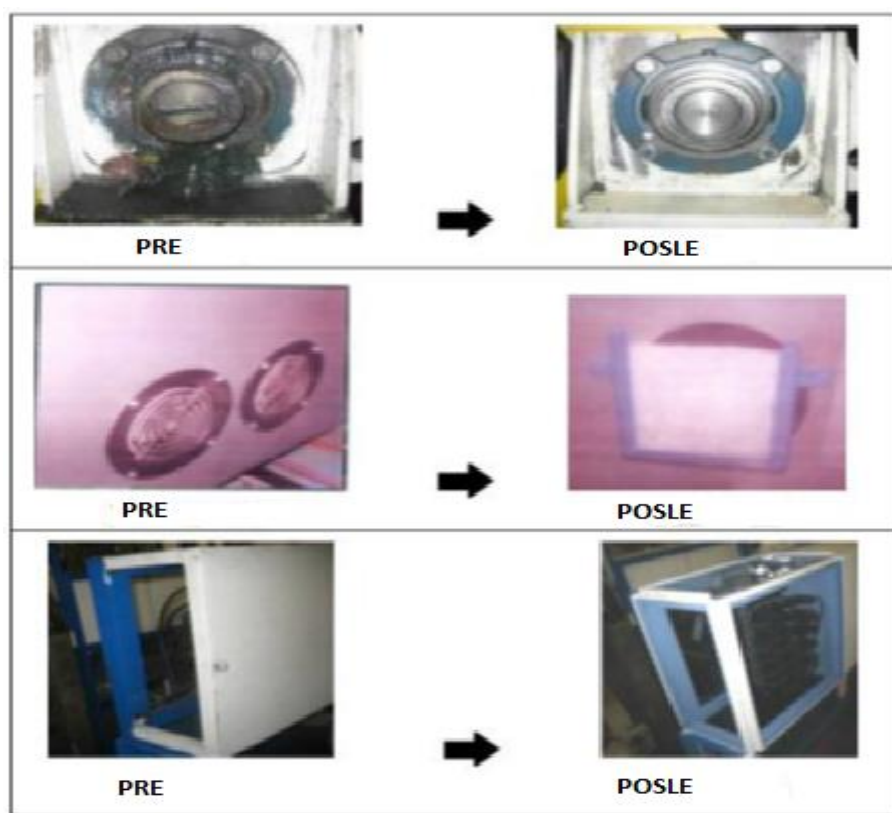
Кључна сврха АМ-а кораку 2 је спречавање убрзаног погоршања. Оператери су научили сва погоршања која су се односила на хабање, које је на крају изазвала опрема и производне недостатке помоћу OPL-ова. Нека апогоршања су природна, чак и када је опрема исправна. Убрзано погоршање је погоршање које се догоди пре природног. Резултат неуспеха је обично да оператери, на пример, не држе делове чисте и подмазане. Као важан концепт одржавања, узето је одржавање радног простора, разбацани остаци, као што су метални делови лима из матрица, уље из пресе итд.

Локализација отпада је много ефикаснији приступ за контролу разбацаних остатака. То се ради тако што се што мање радника доводи што је ближе могуће извору контаминације. Локализација отпада је кључна стратегија у кораку 2, који је фокусиран на уклањању извора проблема и отклањању неприступачним подручјима. У кораку 2 је било 49 извора нечистоћа и тешко доступних места. На слици 35 дат је дијаграм свих побољшања.



Слика 35.: Број побољшања по корацима

Прљавштина и гараж не продиру у критичне делове функционалне опреме. Погоршање због извора контаминације се више не дешава због побољшања корака 2. И самим тим је смањен број отказа. Бржим путем то је чишћење, подмазивање и инспекција. Уље и други услови пресе се сада могу проверити. Неки пример извора загађења и тешко доступних подручја HTL1 линије су приказани на слици 36.



Слика 36.: Пример загађења и тешко доступних подручја

У кораку 3, у складу са анализом отказана HTL1 линији, смањено подмазивање је изазвало око 60% отказа. Неки једноставни задаци подмазивања су пребачени од

професионалног одржавања на АМ. На овим местима су пронађена загађења: робот, преса, покретни сто, дестекер, опрема. Према броју, укупно је било 35 подмазивања које је одрадило аутономно одржавање. Обуку за подмазивање и његову дужност је од РМ-а узело аутономно одржавање. Пример једног OPL-а подмазивања приказан је на слици 37. Током обуке прегледа и подмазивања, оператер је научио о управљају подмазивања и како додати праву количину у право време.

		OPL		
PROIZVODNA JEDINICA: PRESERAJ	UTE: 2	LINIJA: HTL1	OP:	PROJEKAT: AM
TEMA: Podmazivanje pokretnog stola				
Kritično radno mesto: desteker				
Osnovna znanja	Poboljšanja	Otklanjanje nedostataka	Poznavanje standarda	Ostalo
SPISAK RADNIKA		LEKCIJA - PROGRAM OBUKE		
1/ Milenković Ivan		Uzeti bocu sa uljem. Na tačno određenom mestu podmazati, kao što je prikazano na slikama.   		
2/ Dimitrijević Boris				
3/ Milosavljević Predrag				
4/ Jović Nebojša				
5/ Petrović Dragoljub				
6/ Vukojević Marko				
7/				
8/				
9/				
10/				
11/				
12/				
13/				
14/				
15/				
16/				
Datum izrade:		Potpis instruktora:		
Potpis učesnika	1/	5/	9/	13/
	2/	6/	10/	14/
	3/	7/	11/	15/
	4/	8/	12/	16/

Слика 37.: OPL подмазивања

Лубриканти смањују отпор трења које настаје када се физички објекти крећу и у контакту су један са другим. Подмазивање смањује хабање и елиминише топлоту изазвану трењем. Такође се користи да спречи рђу узроковану влагом. И због тога се користе различити типови мазива за различите сврхе. На слици 38 је приказана једна станица за подмазивање.



Слика 38.: Станица за подмазивање

Визуелни менаџмент је помагао да се избегну грешке у подмазивање. На контејнерима са мазивом коришћене су различите боје како не би дошло до мешања мазива и како би се користило право мазиво за одређено подмазивање.

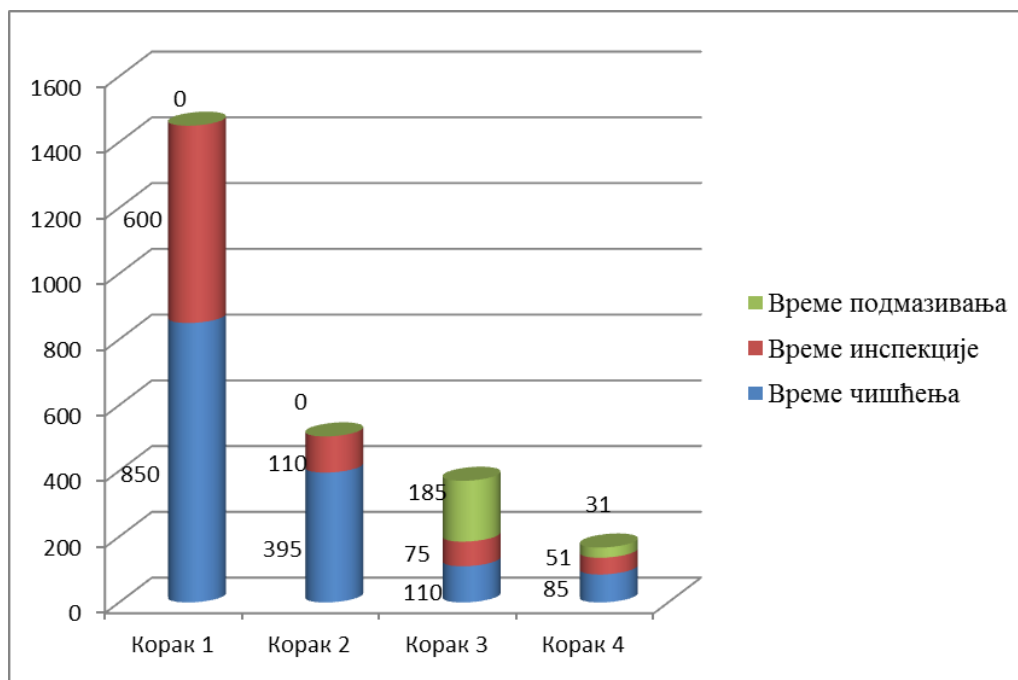
Додавање лубриканата у правом моменту је пресудно. Распоред подмазивања треба успоставити у складу са опремом. Исто тако, веома је важно користити праву количину мазива. Премало мазива може да смањи дејство подмазивања, смањењем филма уља и изазвати хабање. Коришћењем на прави начин додавање лубриканата, значи да је примењен у правом тренутку. Наведени алати и улаз коришћења су са чистим мазивом и ниво је проверен у складу са врстом система за подмазивање.

Након утврђивања стандарда подмазивања, аутономни стандарди одржавања били су спремни. Стандарди су направљени за сву опрему. Они су укључивали чишћење, инспекцију и подмазивање за девет робота, пет преса, десет поктерних столова, два дестекера и осталу опрему са линије.

Са прва три корака оператери су открила нека правила у свом раду, као што су: „Чишћење је инспекција“ (Чишћење не би требало да буде чишћење због себе, већ, чишћење са значењем, односно чишћење ради проналажења проблема); „Инспекција је детекција“ (Пажљив преглед опреме, а чишћење ће открити све врсте нежељених

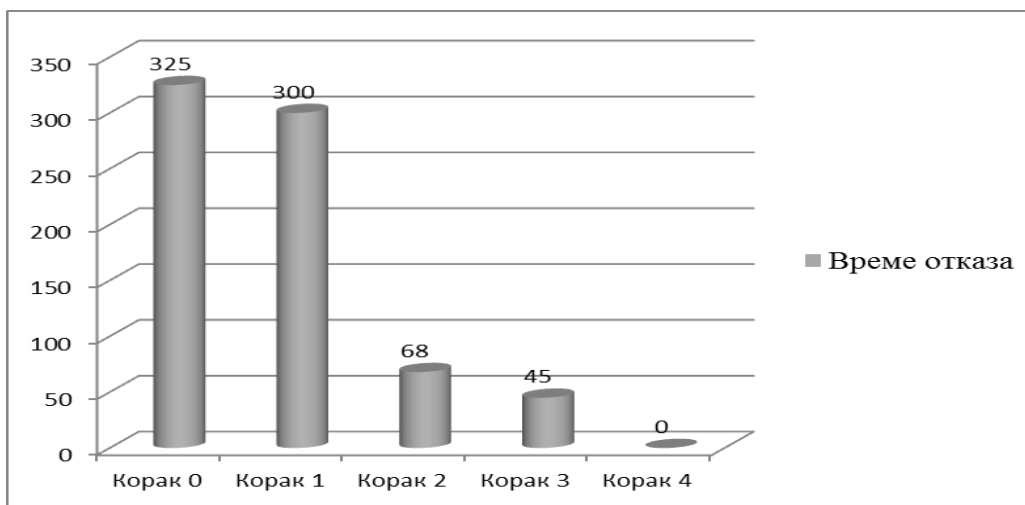
ефеката); „Откривање је корекција” (Откривање проблема даје мотивацију за исправљањем и даљим побољшањима). (Dr Hajime Yamashina, 2014.)

Трајање свих стандарда за чишћење, инспекцију и подмазивање се пратило на АМ табли. Ово је спроведено за проналажење и елиминисање извора загађења. Применом стандарда, корак по корак, смањено је време за чишћење, инспекцију и подмазивање. Применом ECRS методологије, изазвало је смањење времена чишћења, инспекције и подмазивања, од 1450 минута месечно до 167 минута на крају корака 4. Као резултат ове операције, 90%, 91,5% и 83% побољшања добијено за чишћење, инспекцију и подмазивање (слика 39).

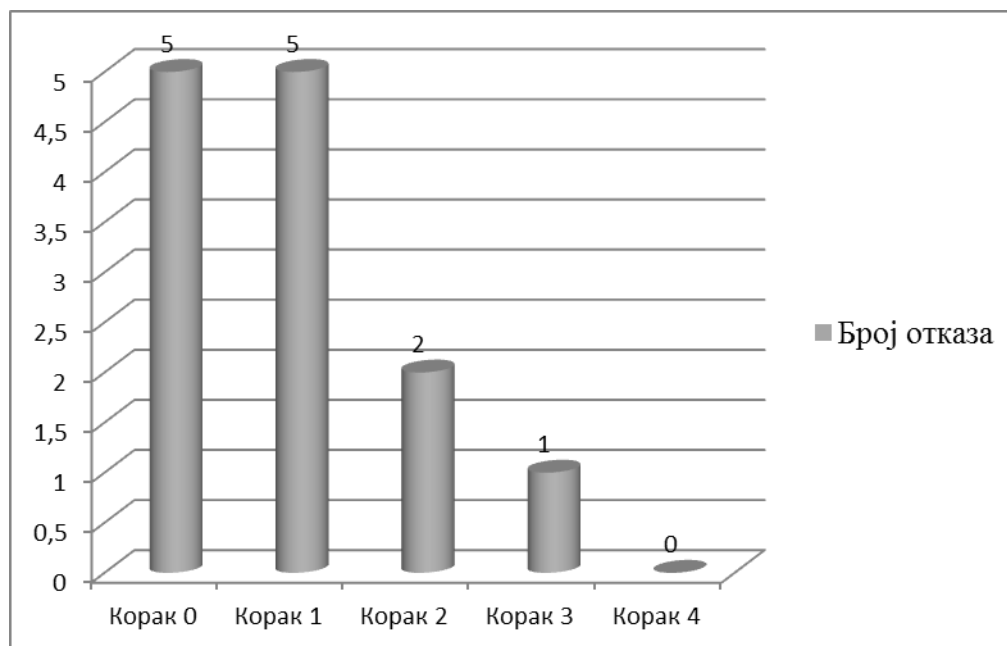


Слика 39.: Смањење чишћења, инспекције и подмазивања по корацима

Откази су такође посматрани на АМ табли. Откази су знатно смањени, са 350 минута на 45 минута на крају корака 3 са применом стандарда и *kaizen*-а. Смањење времена отказа је приказано у дијаграму на слици 40. На слици 41 је приказан број отказа по корацима.



Слика 40.: Време отказа по корацима



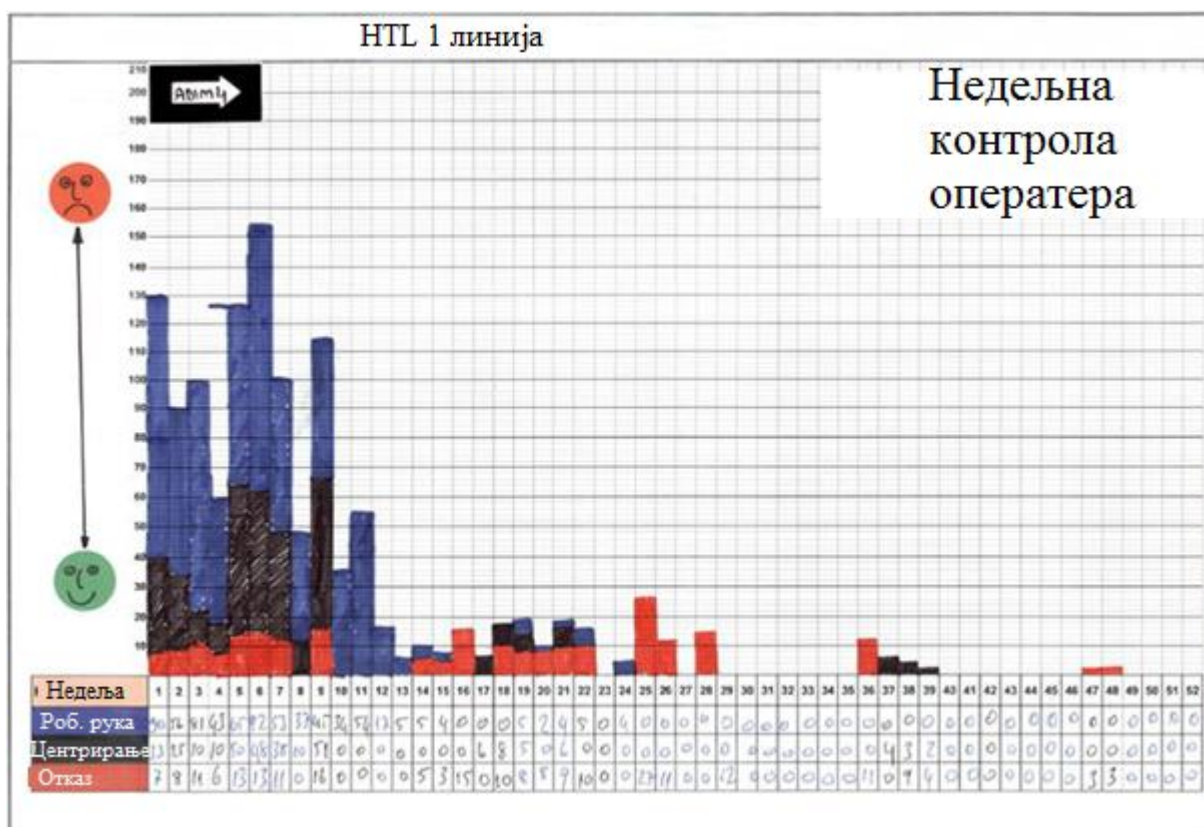
Слика 41.: Број отказа по корацима

Због отказа на опреми, било је много поправки. Да се спречи губитак квалитета, линија се заустављала и опрема поправљала. Због тога, напори су фокусирани на елиминацији свих врста мањих застоја у кораку 4.

Професионално одржавање је анализирано губитке и мета је била роботска рука. 130 минута месечно (839 € / месечно = 9196 €) је пронађено као губитак код роботске руке. Пре корака 4, израчунавају се трошкови. Уколико је израчунати однос већи од један, онда се може применити корак 4. Дакле, 9196 € годишње је бенефит. Такође, процењено је и да би трошкови били 2149 € годишње.

Однос *Benefit / Cost* је израчунат као $9196 \text{ €} / 2149 \text{ €} = 4,3$. Ови губици су били нападнути од стране аутономног одржавања у кораку 4. Одрађене су стандардне процедуре одржавања о опреми и њиховим контролним тачкама. Оператери су кроз тренинге упознати са овим процедурама. Затим, опрема је подељена у подсистеме као што су механички, електронски и пнеуматски. И, чек листе су одрађене за сву опрему.

Када су пронађени абнормални услови на линији, оператери су припремили *kaizen*-е за побољшања у корак 4. Оператери су урадили укупно 18 побољшања. Такође, на АМ табли на графикону су праћени мањи застоји и губици роботске руке (слика 42). Вође тима су га недељно попуњавале. На крају корака 4, роботска рука је имала 0 застоја. [11]



Слика 42.: Праћење застоја роботске руке

Остварени трошкови су 2960 €. Затим, реализовани benefit/cost однос је израчунат као $9196 \text{ €} / 2960 \text{ €} = 3,11$. Ова вредност је задовољавајућа за примену корака 4. Нето добитак корака 4 је израчунат као:

Добитак корака 4 =benefit-cost=9196€/годишње – 2960 € / годишње = 6506 € / годишње.

У кораку 4, оператери су открили нека правила о свом раду, као што су: „Исправка је савршенство" (Чинећи побољшања, доноси добре резултате); „Савршенство је задовољство" (Добри резултати дају осећај достигнућа); „Задовољство је даља акција" (Осећај задовољства чини да људи желе да постигну још више).

OEE је израчунат након свих корка. Такође, на крају корака 4 је анализирана једна смена. Коришћењем ових података израчунати су доступност, перформансе и квалитет. [5]

У пресерају се ради у две смене по 8 сати дневно. $8 \text{ сати} * 2 \text{ смене} = 16 \text{ сати}$ / дневно. Односно, за једну смену $8 \text{ сати} * 60 \text{ минута} = 480 \text{ минута}$.

Коришћене су две кратке паузе од по 10 минута => $2 * 10 \text{ минута} = 20 \text{ минута}$ и једна пауза за оброк од 30 минута.

Стање на почетку се разликује у односу на почетни ОЕЕ, 0 минута отказа, 14 минута мањих застоја, 10 минута *set-up* и 4 минута подешавање линије. Из овога је израчунато време застоја.

Време застоје = откази + мањи застоји + *set-up* + подешавање линије = 0 + 19 + 16 + 9 = 44 минута.

У минути се произведе 12 комада делова. За једну смену се произведе 4387 дела док се 108 делова одбацују као шкарт.

$$\text{Доступност} = \text{радно време} / \text{планирано време производње}$$
$$\text{Планирано време производње} = \text{радно време смене} - \text{пауза} = 480 \text{ минута} - 50 \text{ минута} = 430 \text{ минута}$$

Радно време = планирано време производње – време застоја = 430 минута – 44 минута = 386 минута

Урађени резултати на крају корака 4 за HTL1 линију:

Доступност = 386 минута / 430 минута = 0,8976 (89,76%).

Перформансе = (укупна број комада / радно време) / идеално време циклуса

Идеално време циклуса је минимално време циклуса процеса и може се очекивати да се постигне у оптималним условима.

Перформансе се могу израчунати као:

Перформансе = (Укупан број делова / радно време) / идеална производња

Резултати пронађени на HTL1 линији на почетку AM-а:

Перформансе = (4387 комада / 386 минута) / 12 комада/минут = 0,9471 (94,71%)

Квалитет = добар део / укупно делова

Добар део = укупно делова – шкарт делови = 4387 – 108 = 4279 комада

Резултат квалитета за HTL1 линију:

Квалитет = 3672 / 3780 = 0,9753 (97,53%)

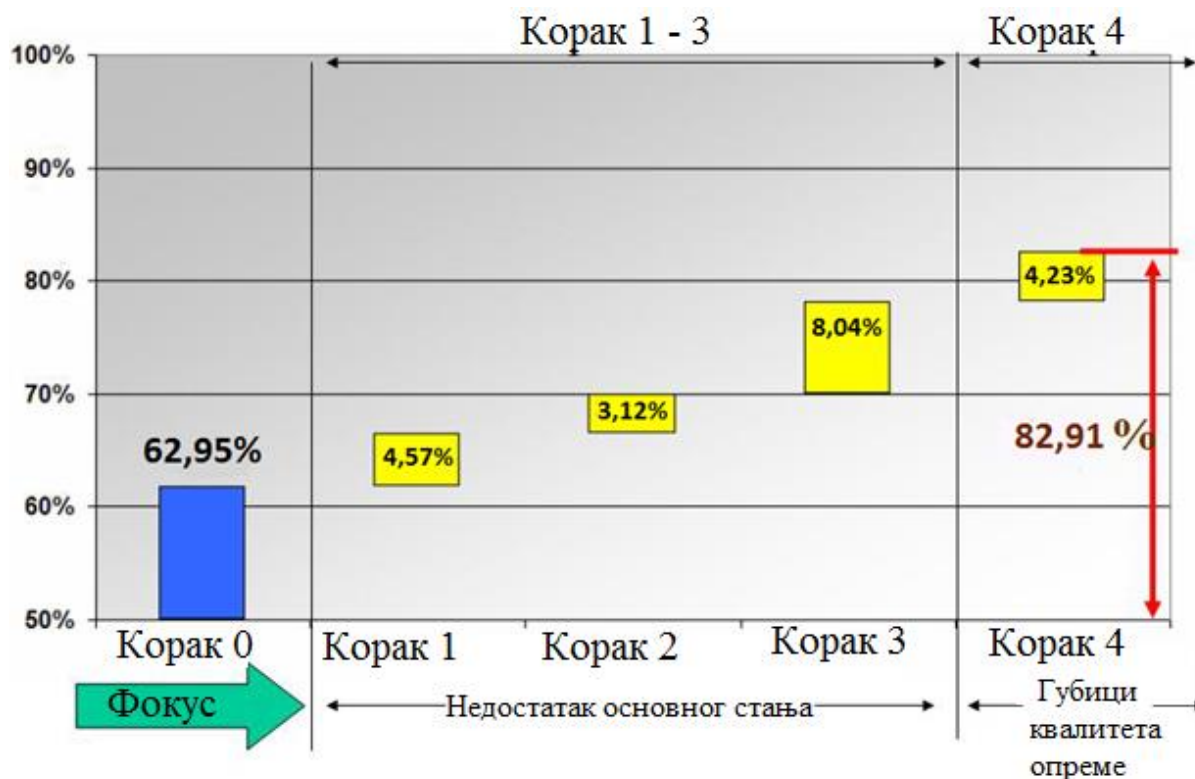
На крају, за HTL1 линију је израчунат ОЕЕ:

ОЕЕ = доступност * перформансе * квалитет

ОЕЕ = 0,8976 * 0,9471 * 0,9753

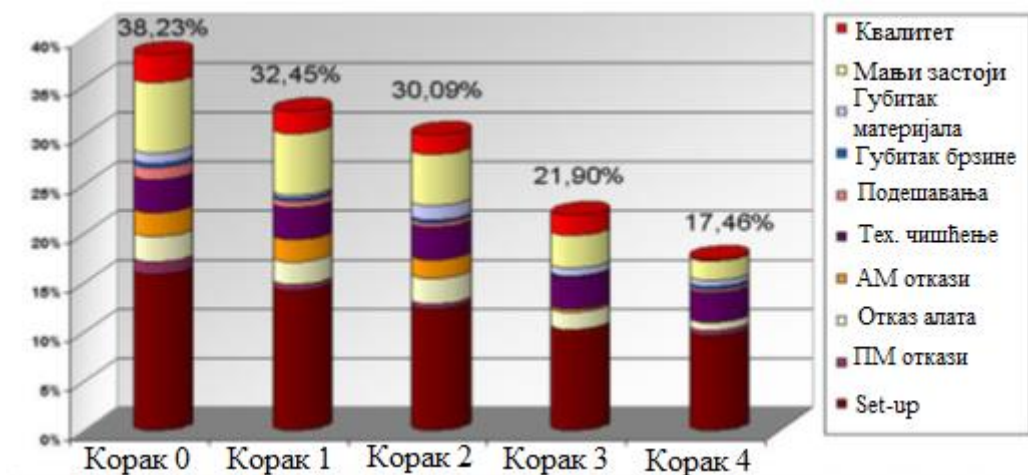
ОЕЕ = 0,8291 (82,91%)

На AM табли се прати тренд ОЕЕ од корака 1 до корака 4. Повећање ОЕЕ може да се види на слици 43.



Слика 43.: Тренд ОЕЕ по корацима

Посебни губици, који су изазвани недостатком примене АМ-а, њихова вредност на крају корака 2 се спустила на 0. Поред тога, много мањих застоја побољшање *kaizen*-а су припремили оператери. Мањи застоји губитка су побољшани и убрзани у кораку 3. И на крају, губици квалитета опреме које су формиране од стране поправки и остаци делова у ОЕЕ су побољшани са кораком 4. Укупно побољшање ОЕЕ губитака по корацима је приказан на слици 44.



Слика 44.: Укупно побољшање ОЕЕ губитака по корацима

Оператери су своје вештине повећавали корак по корак. У почетку, њих је занимала само производња, али након само прва два корака, оператери су променили мишљење и могли су да се старају о својој опреми и да спрече пропадање. Лабави завртњи и вибрације мотора су откривени од стране оператора. Ова врста учења је почела у корацима 1 и 2. Пажљивим посматрањем опреме, оператер је научио како да на једноставан начин спречи проблем и његово понављање.

Структура опреме, функцију разумевања и тренинге, оператери су добили у кораку 3. Они могу извући једноставне структуре OPL-а и *kaizen*-а. Такође, путеви снабдевања подмазивања које имају, показало им је како се користи лубрикант у потребним количинама. Поред свега овог, дијаграми су им помогли како да што јасније разумеју и шта треба да уреди, на дневном нивоу, да спрече абнормалности. Исто тако им је помогло да спроведу детаљан преглед опреме.

Уз општу обуку инспекције у кораку 4, оператер је научио како размишљати логички о томе како поправити оштећења и добити могућност да се бави узроцима проблема квалитета. Након корака 4, оператери могу пратити трендове у контроли опреме, као и кораке у свакодневном чишћењу и инспекцији за узроке који могу бити у вези са дефектом.

Одељења производње су почели да се фокусирају на спречавању погоршења и преузима одговорност за следеће:

- 1) Погоршани делови могу бити побољшани од стране оператора – основни услови опреме су успостављени стандардима за чишћење, инспекцију и подмазивање.

Правилна побољшања опреме могу бити у току рада.

Откази, мањи застоји и дефекти квалитета, могу да се евидентирају од стране оператора.

Опрема може бити поправљена или може бити побољшана од стране оператора уз сарадњу са оржавањем.

- 2) Погоршања су прегледана од стране ресорних оператера помоћу пет чула и дијагнозе машине – Рутинска и периодична инспекција су одређене стандардима. Оператери су учествовали у стандардима у свим корацима. Њихове вештине инспекције су се повећавале корак по корак.
- 3) Оператери су научили да спрече погоршања – Мање поправке могу решити оператери. Отказе и недостатак квалитета брзо и прецизно могу пријавити одељењу за одржавање.
Оператери су почели да помажу одржавању у поправљању опреме.

6. Закључак и будући рад

6.1. Закључак

Због нових захтева на високе продуктивности и побољшање све укупних ефикасности опреме, многе индустрије су показале велико интересовање за *Lean* производни систем. Посебно, стуб аутономно одржавање се користи на свим *Lean* производним системима, са различитим именима на различите опреме и оператере. Побољшање опреме и повећање вештине оператора се узимају као циљ у овом систему.

Побољшање ОЕЕ, смањење чишћења, инспекције и подмазивања, елиминација извора загађења и тешко приступачним областима, смањење отказа и мањих застоја, побољшање квалитета и повећање способности оператора се узимају као индикатори перформанси аутономног одржавања. За постизање ових циљева, АМ се примењује у свих седам корака.

Као и већина одговарајућих система за аутомобилску индустрију, WCM је изабран да се примењује. Аутономно одржавање, које је један од стубова WCM-а, је примењен у једној производној линији корак по корак. Следећи закључци су изведени после процеса прва четири корака који се спроводе у том послу.

1) АМ је примењен на пилот линији, обрађујући посебну пажњу на анализу трошкова и класификације линије. HTL1 линија је изабрана као пилот линија, због највећих губитака добијених анализом трошкова. Квалификација ABC линија, HTL1 линија је ред калсе AA.

2) Пре почетка АМ корака, укупно 37 ризика сигурности је одрађено на припремним корацима. Они су елиминисани од стране оператора и инжењера помоћу *kaizen*-а.

3) OPL је коришћен као главни инструмент образовања и тренинга за оператере. Од корака 1 до корака 4, укупно је урађено преко 120 OPL-а који су помогли оператерима у тренинзима.

4) Од корака 1 до корака 4 коришћени су аутономне ознаке неуспеха. АМ ознаке су уклоњене од стране АМ-а и РМ-а. Много потенцијалних проблема откривених у свакој категорији, откривено је и много дефеката, али и елиминисано.

5) Остали извори загађења и тешко доступних подручја су побољшани на крају корака 4. Локализација отпада

6) У кораку 3, у складу са анализом отказа на линији, лоше подмазивање изазвало је око 60% отказа. Неки једноставни задаци подмазивања су пребачени из РМ на АМ. Оператери су се бавили подмазивањем, зато што је једноставан посао. Обуку подмазивања су добили оператери од професионалног одржавања.

7) Аутономни стандарди одржавања су створени за све линије. Они укључују активности чишћења, инспекције и подмазивања.

8) Сви стандарди за чишћење, инспекцију и подмазивање се прати на АМ табли. Њихово време је знатно смањено после елиминације извора контаминације и дефинисање тешко приступачних места. У кораку 4, време чишћења, инспекције и подмазивања је смањено са 1450 минута месечно на 167 минута уз помоћ ECRS. За време чишћења 90% је побољшање времена, време побољшања инспекције је 91,5%, а подмазивања 83%.

9) АМ откази су посматрани на АМ табли. Применом стандарда и *kaizen*-а, смањено је време отказа од 300 минута на 0 до краја корака 4.

10) Са прва три корака, оператери су научили нека основна правила о свом раду: „Чишћење је инспекција“; „Инспекција је детекција“; „Откривање је корекција“.

11) На почетку корака 4, сви губици на линију су анализирани са професионалним одржавањем. Роботска рука је узета као циљ елиминације застоја од стране АМ-а. Месечни губици су били 130 минута, односно 839 € месечно = 9196 € годишње.

12) Оператери су сами припремали *kaizen*. На крају корака 4, роботска рука је имала 0 застоја.

13) За реализацију израчунава се *benefit/cost*. Морало се израчунати стварни трошкови и они су износили 2690 €. Реализовани *benefit/cost* однос је израчунат као $9196 \text{ €} / 2690 \text{ €} = 3,42$. Ова вредност је била задовољавајућа да се примени корак 4. Добитак корака 4 = $\text{benefit} - \text{cost} = 9196 \text{ €} / \text{годишње} - 2690 \text{ €} / \text{годишње} = 6506 \text{ €} / \text{годишње}$.

14) У кораку 4, оператери су открили нека правила о свом раду: „корекција је савршенство“; „Савршенство је задовољство“; „Задовољство је даља акција“.

15) На крају је израчунат ОЕЕ свих корака.

16) Производња се повећава корак по корак. У почетку, оператере је занимала само производња. После унапређења вештина, оператери су почели да се фокусирају на спречавању погоршања.

6.2. Будући рад

За будући рад, радиће се корак 5, 6 и 7. Поред овог аутономног система, АМ ће се проширити и на остале линије у пресерају.

У кораку 5 ће бити фокус на губитак квалитета који су се довели до процеса. Рад и подешавања ће бити испитани. Оперативна поузданост развојем процеса-компоненти ће бити побољшана. Кроз корак 5, узео се у рад укупна стабилност и процес сигурности. Модификоваће се опрема, ради лакшег рада.

Оператерима ће бити омогућено да раде на процесима и бавити се абнормалностима правилно. Биће обучени да разумеју однос између параметара пресе и карактеристике лима. На крају корака 5, они ће знати исправно поставити подешавања. За ове циљеве, приручнике за опште процесе и решавање проблема, биће припремљен уз помоћ аутономног одржавања.

У кораку 6 постићиће се одржавање квалитета. Поред тога, биће креирана процедура успостављања безбедности и стандарда за поуздан АМ. На линије ће бити примењена нека побољшања. Оператери ће се фокусирати на посао.

Откриће се однос између опреме и квалитета. Биће успостављен систем квалитета. Корак по корак ће бити стандардизовано одржавање и контрола транспортне опреме, резервних делова, алата, готових производа, опреме за чишћење итд.

Сви оператери ће разумети однос између опреме, процеса и квалитета. Поштоваће се значај одржавања квалитета. Биће припремљен приручник за одржавање да систематизује однос између опреме, процеса и квалитета. Тренинзима у кораку 6, оператери ће бити упознати са анализом и побољшањем технике.

Све активности ће бити еволуиране у кораку 7. Побољшања у складу ће бити стандардизована са политиком и циљевима пресераја. Трошкови ће бити смањени, опрема ће бити додатно побољшана и водиће се тачне евиденције одржавања (на пример, просечно време између отказа) и самим тим ће подаци бити анализирани.

Подаци са линије ће бити анализирани на различите начине да би се побољшала опрема и подизање процеса поузданости, безбедности, одржавања и квалитета. Побољшање опреме ће бити приоритет.

7. Литература

- [1] Seiichi Nakajima, "Introduction to TPM: Total Productive Maintenance"
- [2] Б. Јерemiћ, П. Тодоровић, И. Мачужић, М. Ђапан, М. Милошевић, М. Раденковић, Ђ. Вучковић, Основи "Lean" производње, Факултет инжењерских наука у Крагујевцу, 2013.
- [3] Dr Hajime Yamashina, AM prezentacija
- [4] WCM – AM prezentacija, FCA Srbija
- [5] AM trening, FCA Srbija
- [6] OEE trening, FCA Srbija
- [7] Увод у WCM, презентација са Moodla, Факултет инжењерских наука Крагујевац
- [8] Увод у Lean, презентација са Moodla, Факултет инжењерских наука Крагујевац
- [9] <http://wsshe.org/Presentation/Conference-Presentation-Farinas-Maintenance-2011.pdf>
- [10] <http://www.cqm.rs/2011/FQ2011/pdf/38/51.pdf>
- [11] <http://www.wseas.us/elibrary/conferences/2012/CambridgeUSA/MATHCC/MATHCC-59.pdf>
- [12] <https://www.elseinc.com/lean-information-section/>
- [13] <http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/43383.pdf>
- [14] <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/142419.pdf>
- [15] http://www.business-improvement.eu/tpm/TPM_eng.php

8. Листа скраћеница

5S	Seiri-Seiton-Seiso-Seiketsu-Shitzuke Sort Set in Order - Shine –Standardize - Sustain
AM	Autonomous Maintenance
CD	Cost Deployment
CIL	Cleaning, Inspection and Lubrication
ECRS	Eliminate, Combine, Replace, Simplify
FI	Focused Improvement
FPS	Ford Product System
JIPM	Japanese Institute of Plant Maintenance
JIT	Just In Time
KPI	Key Performance Indicators
OEE	Overall Equipment Effectiveness
OPL	One Point Lesson
PDCA	Plan-Do-Check-Act
PM	Professional Maintenance
TIE	Total Industrial Engineering
TPS	Toyota Production System
TPM	Total Productive Maintenance
TQC	Total Quality Control
WCM	World Class Manufacturing

RISK ASSESSMENT / PROCENA RIZIKA



LEGENDA PROCENJENOG NIVOA RIZIKA	
1	Nizak rizik
2	Umeren rizik
3	Visok rizik
4	Veoma visok rizik
N/A	Opasnost ili štetnost nije prisutna

RADNO MESTO						ERGONOMIJA	SAOBRAČAJ	RADNA SREDINA											OPREMA				HEMIJA			VANREDNE SITUACIJE	OSTALO												
Pristup radnom mestu	Stepenice/rukohvati/platforme/barijere	Stanje površine poda (klizavost/neravnine)	Ostre površine	Visina radnog prostora	Površine za skladištenje materijala/otpada			Ručno rukovanje materijalima - guranje/povlačenje/podizanje	Savijanje/uvijanje tela pri radu	Saobracajnice (neravnine, prepreke)	Transportna sredstva	Vertikalna i horizontalna signalizacija(saobracajnice, pesacke	Sistemi distribucije	Oprema pod pritiskom	Elektro instalacija i oprema	Ventilacija	Osvetljenje		Temperatura	Vlaznost	Buka	Vibracije - opste/lokalne	Opticko zracenje	Elektromagnetno polje	Lasersko zracenje		Jonizujuce zracenje	Bioloski agensi	Sredstva za podizanje	Aktivnosti sa rucnim alatima	Masine	Deklaracija o usaglasenosti - CE znak usaglasenosti	Upustvo za upotrebu	Videoterminali	Rad sa hemikalijama	Opasan otpad	Prasina/isparenja	Procedure za hemikalije	Opasnost od pozara I drugih vanrednih situacija

Naziv radnog mesta	Domen	Operacija br.	Opis zadatka	
Operator na liniji		1	Ulazak u presu	PRE
				POSLE
Operator na liniji		2	Izbacivanje škart otpresaka iz prese	PRE
				POSLE
Operator na liniji		3	Hodanje do kontejnera za škart	PRE
				POSLE
Operator na liniji		4	Ubacivanje otpresaka dela u škart kontejnere	PRE
				POSLE

[illegible]