

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Индустијски инжењеринг

Предмет: Инжењеринг одржавања

Број индекса: 146/2009

Маријана Г. Здравковић

Тотално продуктивно одржавање

Завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. Др Иван Мачужић- ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране:_____

Оцена:_____

Задатак студента у оквиру овог рада јесте да сагледа и опише процес одржавања, са посебним акцентом на примену и значај концепта тотално продуктивног одржавања (енгл. Total Productive Maintenance - TPM) за унапређење саме стратегије одржавања.

Препоручена литература:

[1] Seiichi Nakajima; Introduction to TPM; Tokyo; 1984

[2] Иван Бекер, Слободан Морача, Милован Лазаревић, Драгољуб Шевић, Здравко Тешић, Александар Рикаловић, Владан Радловачки; LEAN sistem; Нови Сад 2014

[3]Професор др Живослав Адамовић, Мр Горан Несторовић, Мр Милета Радојевић, Мр Љубивоје Пауновић ; Менаџмент индустријског одржавања ; Универзитет у Новом Саду Технички факултет "Михајло Пупин" Зрењанин, 2008.година

Ментор:

Проф. др. Иван Мачужић

РЕЗИМЕ

У овом раду ће бити објашњене теоријске основе одржавања, која се баве свим проблемима техничких система.

Посебан акценат ће бити дат на утицај и развој тотално продуктивног одржавања, који представља четврту, најразвијенију фазу у пројекту унапређења стратегије одржавања.

Затим ће бити објашњени његови концепти и пилари.

Такође у раду ће бити и поменути проблеми који настају одабиром стратегије одржавања, као и укупна ефективност опреме.

Пошто се сам концепт ТРМ-а базира на сталном побољшању и унапређењу перформанси, ефективности и ефикасности одређених активности одржавања, који се врши преко параметара који је дефинисан као укупна ефективност опреме.

Кључне речи: одржавање, тотално продуктивно одржавање, ефективност опреме.

ABSTRACT

In this paper will explain the theoretical basis of maintenance, dealing with all the problems of technical systems.

Special emphasis will be given to the impact of the development of a totally productive maintenance, which is the fourth, the most advanced stage of the project to improve maintenance strategies.

It will then be explained his concepts and pilar.

Also in the work will be noted the problems caused by choosing maintenance strategies as well as overall equipment effectiveness.

Since the concept of TPM is based on continuous improvement and enhancement of the performance, effectiveness and efficiency of certain maintenance activities that are performed via the parameter which is defined as the overall effectiveness of the equipment.

Keywords: maintenance, total productive maintenance, efficiency equipment.

САДРЖАЈ

РЕЗИМЕ	3
ABSTRACT	3
1.0 УВОД	6
1.1 Развој концепције одржавања	6
2.0 ОСНОВИ ТЕОРИЈЕ ОРГАНИЗАЦИЈЕ ОДРЖАВАЊА.....	8
2.1 Пројектовање система одржавања	8
2.2 Основи организације одржавања	9
3.0 МЕТОДОЛОГИЈЕ ОДРЖАВАЊА	10
3.1 Циљеви одржавања	10
4.0 ТЕХНОЛОГИЈА ОДРЖАВАЊА	12
5.0 ОСНОВНИ ЕЛЕМЕНТИ ОДРЖАВАЊА	14
5.1 Карактеристике техничких система	14
5.2 Животни век техничког система.....	14
5.3 Пројектована функција техничког система	15
5.4 Задржавање или обнављање пројектоване функције	15
5.5 Техничке, управљачке и административне активности	15
5.6 Трошкови у одржавању	15
6.0 КОНЦЕПЦИЈЕ ОДРЖАВАЊА	16
6.1 Корективно одржавање	17
6.2 Превентивно одржавање	17
6.2.1 Превентивно одржавање према стању	18
6.3 Комбиновано одржавање	18
6.4 Интегрална логистичка подршка	19
6.5 Теротехнологија	20
6.6 Одржавање усмерено на поузданост RCM	21
6.7 Концепт одржавања у CIM окружењу	21
6.8 Управљање одржавањем на светском нивоу	22
6.9 Предиктивно одржавање	23
6.10 Управљање одржавањем засновано на профиту RCM	23
6.11 Одржавање оријентисано ка пословним резултатима (енгл. Business Centered Maintenance – BCM)	24
6.12 Проактивно одржавање (енгл. Proactive Maintenance – PaM)	25
6.13 Одржавање са минимумом ресурса (енгл. Lean Maintenance – LM)	26
7.0 ТОТАЛНО ПРОДУКТИВНО ОДРЖАВАЊЕ (енгл. Total Productive Maintenance – TPM)	28
7.1 Циљеви TPM-а	29
7.2 Имплементација TPM-а	30
7.3 Стубови TPM-а	35
7.3.1 5S	36
7.3.2 Аутономно одржавање	40
7.3.3 Kaizen	42
7.3.3.1 Kaizen догађај	43
7.3.4 Планиране интервенције одржавања	45
7.3.5 Одржавање квалитета	45

7.3.6 Обука	45
7.3.7 Администрација ТРМ-а	46
7.3.8 Здравље и безбедност на раду и заштита околине	46
7.4 Оперативни механички узроци у ТРМ процесу	47
7.5 Мера успешности ТРМ програма – ОЕЕ	48
7.5.1 Тотална ефективност производне опреме	49
7.6 Користи од имплементације ТРМ-а	50
7.7 Проблеми имплементације ТРМ-а	51
8.0 ПРОБЛЕМИ КОД ОДАБИРА ОДРЖАВАЊА	52
8.1 Вишекритеријално одлучивање	53
9.0 ЗАКЉУЧАК	56
ЛИТЕРАТУРА.....	57

САДРЖАЈ СЛИКА

Слика 1.1 – Развој одржавања – историјат	8
Слика 6.0 – Подела концепција одржавања	16
Слика 7.2 – Графички приказ предузећа са ТРМ програмом	35
Слика 7.3 – Стубови ТРМ-а	36
Слика 7.3.1.1 – 5S	37
Слика 7.3.1.2 – Црвена ознака за сортирање	38

САДРЖАЈ ТАБЕЛА

Табела 6.4 Фазе програма функције логистичке подршке	20
Табела 7.1 ТРМ, продуктивно и превентивно одржавање	28
Табела 7.2 Дванаест основних корака имплементације ТРМ-а	32
Табела 7.3 Примери седам корака за аутономно одржавање	34

1.0 УВОД

У почетку индустријског развоја, пре отприлике 200 година, функција одржавања у смислу превентиве није постојала. Све интервенције, користећи данашњу терминологију биле су хитне, тј. изводиле су се када је отказ већ настао, а поправка је врло често била поверена самом раднику за машином. Читав тај период карактерише одсуство било каквог плана, односно стратегије одржавања са јасним циљевима.

У то време различите индустрије спроводе активности које не могу бити анализирани са становишта трошкова, укључујући ту и одржавање, које је посматрано са једног нимало продуктивног и креативног начина.

Визија одржавања променила се са појавом механизације и повећањем броја машина у употреби. О одржавању у модернијем смислу се почиње говорити након 1940.г. Сазрело је тада схватање да више није довољна само поправка када је отказ већ наступио, већ да га треба и предвиђати, рађа се превентивно одржавање.

У новије време развијају се савремени концепти одржавања техничких система, захваљујући њиховој све сложенијој конструкцији, међу које спада и тотално продуктивно одржавање (енгл. Total Productive Maintenance - TPM) .

Тотално продуктивно одржавање (TPM) се појавило у Јапану крајем 60-тих година прошлог века. Основа овог концепта је у томе да је сваки руковалац на опреми (која је углавном аутоматизована) одговоран за самостално, рутинско одржавање. Циљ концепта је да се откази и грешке, односно губици сведу на нулу. [6]

1.1 РАЗВОЈ КОНЦЕПЦИЈА ОДРЖАВАЊА

Од момента када је почео развој и изградња материјалних добара: кућа, бродова, пољопривредних оруђа и др., може се говорити о присутности потреба за одржавањем. Материјална добра, у периоду пре индустријске револуције, су била једноставне конструкције, често предимензионисана, са дуготрајним периодом хабања (трошења) што је омогућавало предвиђање појаве отказа. На почетку двадесетог века долази до развоја великих и сложених фабрика, које настају у циљу задовољења потреба масовне производње. Технологије су сложеније, а долази до промена социјалног и политичког окружења. Фабрике исказују повећане потребе за одржавањем. [7]

Од 1930-е, развој одржавања се може пратити кроз три генерације. [5]

Прва генерација одржавања покрива раздобље до II светског рата. У почетку у индустрији није било високе механизације, тако да прекид рада није узроковао велике проблеме. Опрема је била једноставна, поправке су биле једноставне, тако да није било потребе за саставно одржавање било ког дела строја, осим једноставног чишћења, сервисирања и рутинског подмазивања. [5]

Друга генерација одржавања

Ствари су се драстично промениле током II светског рата. Ратни притисак је с једне стране повећавао потражњу робе свих врста, док је с друге стране постојао мањак индустријске радне снаге, то је довело до развоја механизације. Производња расте и настаје идеја да се откази на опреми требају и морају спречити, што доводи до концепта превентивног одржавања, које се тада састојало од ремонта опреме који се треба обавити у задатим интервалима. Трошкови одржавања су почели нагло да расту, што доводи до раста контроле и планирања одржавања. Тада настаје приступ одржавања назван TPM (енгл. Total Productive Maintenance).

TPM је Јапански иновативни концепт (појединости о овом концепту биће наведене у наредним тачкама овог рада) . Превентивно одржавање је одржавање које се обавља према унапред утврђеним временским или радним критеријумима. Превентивно одржавање уз побољшање одржавања је довело до настанка производног одржавања. Циљ је био продуктивно одржавање како би се повећала ефикасност постројења и опреме. [5]

Трећа генерација одржавања

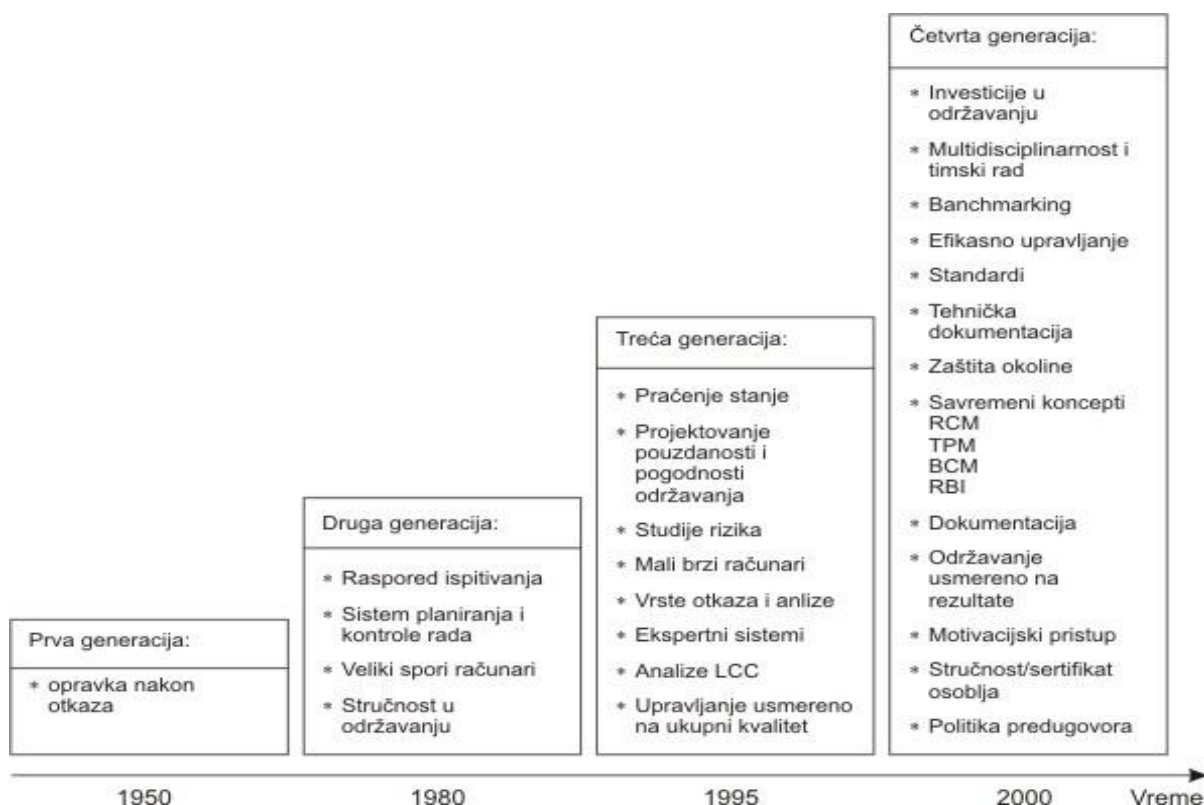
RCM (енгл. Reliability-Centered Maintenance) убрзано постаје камен темељац треће генерације.

Нова истраживања у подручју одржавања

Нова истраживања мењају основна уверења о годинама старости и застоју. То значи да је потребно све мање времена за поправаку машина и смањује се вероватноћа да дође до застоја. Долази до експлозивног раста у виду нових одржавања која се тичу концепта машина и технике. Стотине различитих врста одржавања се развило у последњих петнаест година и нове се појављују скоро сваки дан. [5]

Нови развој укључује [5] :

-  потпору укључивању алата, као што су рискантне студије, лоше промене и ефекти анализа и експертних састава,
-  ново одржавање технике, као што је праћење техничког стања,
-  пројектовање опреме с много већим нагласком на поузданост и одржавање,
-  значајан помак у организацијском мишљењу према деловању, тимски рад и флексибилност.



Слика 1.1 – Развој одржавања - историјат

2.0 ОСНОВИ ТЕОРИЈЕ ОРГАНИЗАЦИЈЕ ОДРЖАВАЊА

2.1 ПРОЈЕКТОВАЊЕ СИСТЕМА ОДРЖАВАЊА

Појам пројектовање система одржавања подразумева дефинисање система одржавања у свим битним елементима и детаљима, а посебно са становишта концепције, организације и технологије, укључујући и све елементе логистичке (капацитете, снабдевање, радна снага, финансијски потенцијали, информациони системи, систем управљања, и друго).

Иако због специфичности процеса одржавања и технологија које се у процесу одржавања користе, пројектовање система одржавања има одређене посебности, које траже посебне прилазе, ова проблематика у целини по много чему превазилази оквире теорије одржавања. [3]

2.2 ОСНОВИ ОРГАНИЗАЦИЈЕ ОДРЖАВАЊА

Организација одржавања захвата сложену проблематику, која дефинише односе између појединих нивоа, односно места на којима се спроводе поступци одржавања (радионица) и других учесника (субјеката) у процесу одржавања. Ако је систем одржавања сложенији и организација је сложенија.

Организација одржавања се дели на [13] :

Линијску структуру - два или више серијски везаних места одржавања. Користи се за сложене техничке системе, који се производе појединачно или у сасвим малим серијама, а користе у специфичним радним условима (енергетска постројења, процесна индустрија итд.) .

Најједноставнија организација система одржавања. Највиши ниво у линијској структури представља онај сегмент система одржавања у коме се обављају најсложенији поступци одржавања, где овај ниво има права да обавља и све поступке одржавања нижег степена – обрнуто не, односно нижи ниво у принципу не треба и не може да обавља послове вишег нивоа одржавања.

Хијерархијску структуру – сваки виши ниво опслужује један или више нижих нивоа. Користи се за техничке системе који се производе у већим серијама или групама (моторна возила, машине за грађевинску, пољопривредну и рударску механизацију). Ако постоји већи број техничких система који се одржава у јединственом систему одржавања, поред основног одржавања који се обавља на првом нивоу, постоји и одређен број виших нивоа одржавања, са својим надлежностима, опремом и радном снагом. Највиши ниво одржавања у овој структури често може бити и произвођач те опреме.

Комбиновани начин – комбинација претходних основних начина. Постоје могућности избора различитих варијанти, односно више стратегија и могућности система одржавања. Оптимизацијом долазимо до најбољег начина. Који је најбољи зависи од много чинилаца, који зависе од случаја до случаја (систем снабдевања резервним деловима и другим материјалима, расположива радна снага, комуникације).

Основни задатак организације одржања је да усклади капацитете расположивих ресурса [3] :

- кадрава,
- опреме (машина, алата, инсталација),
- залиха (материјала и резервних делова),
- информација, са оптерећењима (потребама) на пословима одржавања.

Циљ овог усклађивања је да се постигну утврђене перформансе погона [3] :

- продуктивност,
- квалитет производа,
- расположивост техничких система (сигурност функционисања),
- сигурност и безбедност, при минималним утрошцима и трошковима расположивих ресурса.

3.0 МЕТОДОЛОГИЈЕ ОДРЖАВАЊА

3.1 ЦИЉЕВИ ОДРЖАВАЊА

Одржавање је скуп активности (сервисирање, оправке, замена делова, преглед, подешавање, одржавање по стању, надзор, опслуживање, технолошка иновација, модификација и модернизација) којима се систем одржава у стању "рада" односно враћа из стања "отказа" у стање "рада", у одређеним условима, за што краће време и уз што ниже трошкове. [6]

Основни задаци одржавања почињу пројектовањем, конструисањем и израдом техничких система који треба да имају повољну карактеристику трошења, која треба да умањује и успорава процес хабања и трошења, повисује ниво експлоатационе поузданости (вероватноћу исправног рада) у раду и продужава животни циклус система. [3]

Технички системи за производњу се све више механизују и аутоматизују, што значи да морају да раде што поузданије. Због тога се нагло шири појам одржавања, при чему се данас може рећи да је одржавање процес који омогућава управљање техничким стањем и поузданошћу у току читавог животног циклуса система. Циљеви одржавања, између осталог, залазе и у сферу економије пословања, па се исказују у виду рационализације и начелно су мерљиви. [3]

Основни циљеви који треба да се постигну процесом одржавања су [14] :

1. Минимизирање трошкова због застоја у раду услед непланираних отказа на средствима за рад.
2. Спречавање, односно успоравање застаревања средства за рад, које настаје као последица лошег квалитета производа и шкарта.
3. Смањивање трошкова рада и материјала у производњи, који настаје услед повећаних отказа и застоја у процесу рада.
4. Пружање организоване помоћи свуда где је потребно одржавање и управљање средствима за рад.

Циљеви одржавања средстава за рад у процесу производње могу се посебно сагледати са два основна аспекта [14] :

Техничко – технолошки, који доприноси [14] :

- иновацијама и усавршавању средстава за рад,
- одржавању радне способности средстава на потребном нивоу и повећању поузданости средстава у процесу рада,
- остваривању дужег радног века средства за рад,
- постизању бољег квалитета производа,
- остваривању равномернијег и бржег одвијања текућег процеса у целини,
- остваривању и побољшању других техничко-технолошких својстава средства за рад и радног процеса.

Економски који доприноси [14] :

- рационалном коришћењу средстава за рад у производњи,
- повећању продуктивности рада у производњи,
- смањењу трошкова производње,
- повећању економичности трошења у самом процесу одржавања средстава за рад.

Циљеви одржавања у процесу производње упућују на широку област важности одржавања као процеса повезаног са производњом. Важност одржавања средстава за рад огледа се у следећем [14] :

- ✚ Важност одржавања са развојног аспекта (истраживања појаве великог броја застоја на средствима за рад, који расту и због великог раста броја система и аутоматизације производних процеса).
- ✚ Важност одржавања са технолошког становишта (брзо застареваше средства за рад услед брзог развоја техничког и технолошког процеса, затим застареваше услед трошења као технолошког процеса).
- ✚ Значај одржавања са економског гледишта (појава трошкова услед коришћења средстава за рад).
- ✚ Значај одржавања са социјалног аспекта (средства за рад у лошем и несигурном стању изазивају лоше стање, односе, па чак и незгоде како у самој радној организацији, тако и у њеном окружењу).
- ✚ Значај одржавања у погледу чувања расположивих ресурса у радној организацији.

Значај одржавања средстава за рад у компанијама је велики. Оно директно утиче на основне факторе производње и може врло повољно утицати (ако се добро спроведи) на постизање позитивних пословних резултата. Добро спроведено одржавање директно утиче на смањење трошкова производње и пословања. Застоји услед неисправности и нужног вршења ремонта, нарушавају технолошки процес производње, а исто тако утичу и на економику производње пропорционално са временом застоја и средствима уложеним за отклањање отказа. [14]

4.0 ТЕХНОЛОГИЈА ОДРЖАВАЊА

Технологија одржавања дефинише поступке одржавања и начин спровођења поступака одржавања. Технологијом одржавања одређује се на који начин поступак треба да се обави, са којим алатом, којим редоследом у ком времену. [3]

Технологија одржавања зависи од [13] :

- ✚ конструктивних особина (и других) техничких система,
- ✚ услова у којима се спроводи одржавање,
- ✚ економских фактора (инвестиције у капацитете за одржавање, услови пословања и положај на тржишту, продуктивност итд.),
- ✚ брзине обављања поступка одржавања, односно захтеване готовости итд.

Другим речима, технологија одржавања може да се реши на различите начине, са различитим степеном опремљености радионица и различитим нивоима логистичке подршке – све ово непосредно одређује и врсту и карактер поступка одржавања.

Поступци одржавања представљају активности и операције које треба спровести да би се систем из стања у отказу вратио у стање у раду, односно да би се спречила изненадна појава отказа.

Поступци одржавања се деле на [13] :

- ✚ Основно одржавање,
- ✚ Надзор,
- ✚ Преглед стања – без расклапања и са потпуним или делимичним расклапањем,
- ✚ Поправке и
- ✚ Иновације – побољшање техничког система.

Основно одржавање – елементарне радне операције које обично обавља руковалац техничког система, а понекад и стручно обучени радници (али и даље је у питању елементарна радна операција). У те операције спадају: прање, чишћење, подмазивање, замена пречистача, филтера, основна подешавања, притезања, доливања, допуне итд. Код основног одржавања, у принципу, систем је у стању рада, односно, не спроводи се у стање у отказу.

Надзор – контрола рада система док је у стању у раду. И ове поступке најчешће обавља руковалац техничког система, односно лице из специјализоване екипе која брине о раду система. Та контрола се спроводи помоћу инструмената и уређаја који су уграђени у систем тако да омогућавају сталан и неометан увид у њихово показивање (у командној кабини, на комадној табли, итд.). Могу се користити и посебни, преносиви уређаји који се постављају на карактеристично место само када се врши преглед стања система. Технички систем мора бити прилагођен оваквој врсти контроле (сензори, уграђени мерни инструменти, поред обучености радника).

Преглед стања – сложенији поступци одржавања. Чине материјалну основу и суштину концепције одржавања по стању, између осталог, и због дијагностичког карактера. Дијагностиковање техничког система може да се обави на два начина:

- ✚ без расклапања,
- ✚ са потпуним и делимичним расклапањем.

У принципу се сматра да је систем за време дијагностичких прегледа без расклапања у стању рада, док је дијагностички преглед са расклапањем, делимичним или потпуним, преводне систем у стање отказа. Могућа су и другачија решења, посебно ако се ради о детаљним прегледима на вишим нивоима одржавања, када су дијагностички прегледи без расклапања сложени и обимни.

Поправке – поступци који се користе за отклањање отказа и враћање система у стање рада. Поправке су само један вид одржавања и не треба их поистовећивати са одржавањем у генералном смислу (многи стављају знак једнакости између поправки и појма одржавања – погрешан приступ). Обављају их посебно квалификовани радници, најчешће у специјализованим радионицама, а понекад и на месту рада система који се одржава (са или без покретне радионице). Поправка се може вршити на различите начине, заменом отказног елемента, заменом целог подсистема или склопа, али и заваривањем, закивањем, итд.

Иновације – Специфична врста поступка одржавања. Подразумевају се различити поступци побољшања техничког система. Уочавањем слабих места процењује се како би систем требало изменити па да до отказа више не долази. У принципу, то се постиже применом бољих материјала, уградњом додатних (заштитних) елемената, изменама конструкције, ослонаца итд. Иновације су деликатне и начелно ризичне, пошто настојање за побољшањем могу понекад одвести и до супротних ефеката.

Из свега се може закључити да технологија одржавања за сваки посебан случај, односно за одређену врсту техничког система, може бити решена на већи број различитих начина. Свако решење више или мање утиче на квалитет система одржавања, на погодност одржавања, готовост и друге излазне карактеристике, а исто тако и на трошкове одржавања и укупне тошкове остварене ефективности.

[13]

5.0 ОСНОВНИ ЕЛЕМЕНТИ ОДРЖАВАЊА

Одржавање представља комбинацију техничких, административних и управљачких активности које се спроводе у току радног века једног техничког система у циљу задржавања или обнављања стања система у ком систем може обављати своју пројектовану функцију. [4]

Основни елементи одржавања су [4] :

- ✚ технички систем,
- ✚ радни (животни) век техничког система,
- ✚ пројектована функција техничког система,
- ✚ задржавање или обнављање пројектоване функције,
- ✚ техничке, административне и управљачке активности и
- ✚ трошкови одржавања.

5.1 КАРАКТЕРИСТИКЕ ТЕХНИЧКИХ СИСТЕМА

Технички систем подразумева машину или неко постројење, односно интегрисани скуп елемената међусобно повезаних, који представљају целину са јединственом радном функцијом. [12]

Технички систем је систем који је настао посредним или непосредним деловањем човека. Већина својстава техничких система има карактеристике природних система, у које спадају:

- ✚ целовитост,
- ✚ адаптивност,
- ✚ стабилност,
- ✚ затвореност (отвореност),
- ✚ повратна веза итд.

Уколико је више присутна целовитост и адаптивност то су технички системи савршенији, јер поседују неке битне карактеристике природних система. Техничким системима по својој природи припадају алати и прибор, као и савремене летелице, роботи, аутомобили, алатне машине, термоелектране итд. [12]

5.2 ЖИВОТНИ ВЕК ТЕХНИЧКОГ СИСТЕМА

Сваки технички систем има свој ограничен животни век у оквиру кога је његова експлоатација могућа. Много фактора утиче на дужину животно – експлоатационог века једног техничког система. Основни циљ савког корисника техничког система јесте да се животно – експлоатациони век техничког система још више продужи. [4]

5.3 ПРОЈЕКТОВАНА ФУНКЦИЈА ТЕХНИЧКОГ СИСТЕМА

Сваки технички систем има прецизно дефинисану пројектовану функцију. Пројектована функција техничког система одређена његовим основним функционалним (експлоатационим) карактеристикама (примери: аутомобил, мобилни телефон, струга, преса,...). Параметри којима су прецизније дефинисане поједине карактеристике техничког система у оквиру његове пројектоване функције, налазе се у одређеним границама. [4]

5.4 ЗАДРЖАВАЊЕ ИЛИ ОБНАВЉАЊЕ ПРОЈЕКТОВАНЕ ФУНКЦИЈЕ

У току експлоатације техничког система долази до погоршавања вредности појединих параметара којима су дефинисане карактеристике техничког система у оквиру пројектоване функције. Уколико вредности параметара изађу изван произвођачки дефинисаних граница, експлоатација таквог техничког система постаје отежана или чак потпуно немогућа. Да би се обезбедила експлоатација техничког система мора се обезбедити задржавање параметара пројектоване функције у дефинисаним границама, односно обнављање вредности оних чија је вредност погоршана. [4]

5.5 ТЕХНИЧКЕ, АДМИНИСТРАТИВНЕ И УПРАВЉАЧКЕ АКТИВНОСТИ

Активности у оквиру одржавања којима се постиже очување пројектоване функције техничког система могу бити [4] :

- ✚ Техничке – техника и технологија у одржавању,
- ✚ Административне – процедуре, документација, извештаји
- ✚ Управљачке – организација, планирање, анализе и одлучивање.

5.6 ТРОШКОВИ У ОДРЖАВАЊУ

Профитна оријентисаност у практично свим сегментима привреде (индустрија, транспорт, енергетика, услуге) намеће трошкове одржавања као кључан фактор који се дефинише на начин организовања и деловања функције одржавања. [4]

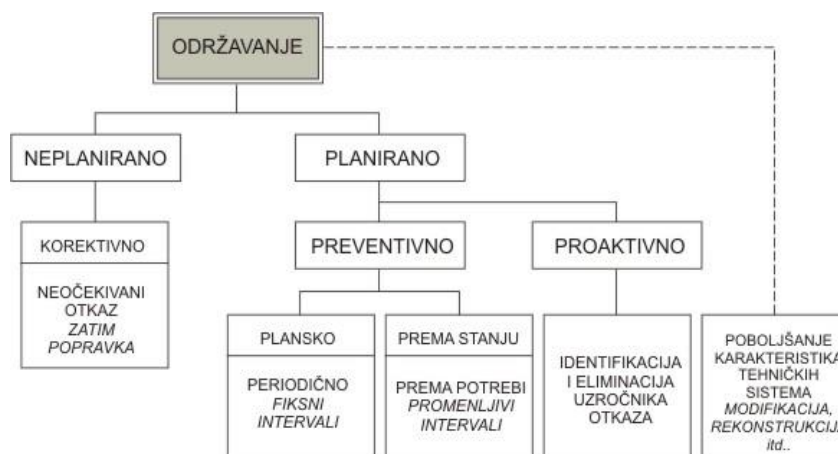
Трошкови животног циклуса укључују следеће поједначене трошкове [3] :

- ✚ трошкове набавке, који укључују и транспорт, допрему, осигурање и друге обавезе, итд.,
- ✚ трошкове рада који укључују радну снагу, тј. руководе, погонску енергију, помоћне објекте и инсталације нужне за рад, итд.,
- ✚ трошкове одржавања, који укључују радну снагу на одржавању, резервне делове, алате, уређаје и објекте за одржавање, итд., и
- ✚ трошкове администрације, који укључују управљање, информатику и слично.

6.0 КОНЦЕПЦИЈЕ ОДРЖАВАЊА

Три основне концепције одржавања средстава рада су [6] :

- корективно одржавање,
- превентивно одржавање (са специјалним обликом "одржавање по стању"),
- комбиновано одржавање.



Слика 6.0 - Подела концепција одржавања

Савремене концепције одржавања средстава за рад су [7] :

- Интегрална логистичка подршка (енгл. Integral Logistic Support – ILS),
- Теротехнологија (енгл. Terotechnology – TT),
- Тотално продуктивно одржавање (енгл. Total Productive Maintenance – TPM),
- Одржавање усмерено на поузданост (енгл. Reliability Centred Maintenance – RCM),
- Концепт одржавања у СИМ (енгл. Computer Integrated Manufacturing – CIM),
- Одржавање на светском нивоу (енгл. World Class Maintenance Management – WCMM),
- Управљање одржавањем засновано на профиту (енгл. Profit Centered Maintenance – PCM),
- Предиктивно одржавање (енгл. Predictive Maintenance – PdM),
- Одржавање оријентисано на пословне резултате (енгл. Business Centered Maintenance – BCM),
- Проактивно одржавање (енгл. Proactive Maintenance – PaM),
- Одржавање са минимумом неопходних ресурса (енгл. LM – Lean Maintenance).

6.1 КОРЕКТИВНО ОДРЖАВАЊЕ

Код методе корективног одржавања (на основу појаве отказа, односно стања "у отказу" врши се враћање саставног дела или система "у отказу" у стање "у раду") – саставни део система остаје у систему до момента отказа. [6]

Предности овог одржавања су [6] :

- Потпуно искоришћење "резерве употребљивости",
- Није потребно познавати законитост оштећења саставних делова.

Недостаци овог одржавања су [6] :

- Саставни делови или системи нагло испадају из рада, а термини отказа се не могу унапред предвидети,
- Сви откази се морају оперативно уклонити, па је велика вероватноћа да ће доћи до дужих застоја изазваних одржавањем,
- Немогућност планирања периодичности и цикличности активности одржавања и сл.

Генерално се може рећи да се корективно одржавање не препоручује за сложене и скупе техничке системе, односно у производним системима где откази доводе до дугих застоја, високих трошкова и угрожености процеса, људи и околине. [4]

6.2 ПРЕВЕНТИВНО ОДРЖАВАЊЕ

Превентивно одржавање чини низ захвата неопходних за спречавање појава стања "у отказу" односно одржавање параметара функције критеријума у границама дозвољених одступања у што дужем временском интервалу. Јер није познато када ће доћи до отказа, замена саставног дела система може бити извршена пре појаве отказа. Одређивање тренутка када извршити замену подразумева анализирање последица избора различитих временских тренутака. Сваки могући период замене је део политике превентивних интервенција, али се увек тежи оптимизацији било са аспекта минимума (стања "у отказу", трошкова,) или максимума (готовости, поузданости, добити,...) . [6]

Превентивне замене подразумевају два услова [6] :

- Да укупни трошкови замене морају бити већи након отказа него пре (ако висина трошкова представља критеријум управљања),
- Интензитет отказа система мора да расте у времену

Неки од модела превентивних замена су [6] :

- Модел замене када трошкови експлоатације расту са временом рада система
- Оптимални интервал између превентивних замена када је опрема подложна отказима(замена по константном датуму),
- Модел превентивне замене на основу достигнуте старости опреме,
- Модел превентивне замене на основу достигнуте старости опреме која отказује узимајући у обзир времена у отказу и времена потрошена за превентивну замену,
- Модел за оптимални интервал превентивне замене или превентивна замена након одређене старости, када опрема отказује: минимум укупних застоја (овим се моделом жели постићи најповољнији однос укупних застоја),

- Модел Вајта (омогућава процену броја отказа посматраног елемента у било ком тренутку времена),
- Модел Јоргенсона и др.

Основни недостатак превентивне замене је у томе што се јавља неискоришћени ресурс елемената и потребно је познавати законитости оштећења елемента. [6]

6.2.1 ПРЕВЕНТИВНО ОДРЖАВАЊЕ ПРЕМА СТАЊУ

Овакав начин одржавања је заснован на периодичном праћењу стања техничких система и регистовању проблема који доводе до појаве отказа. То омогућава да се благовремено припреме и обезбеде одговарајући резервни делови, особље и отклоне проблеми пре него што доведу до отказа са веома озбиљним последицама. Најчешће се код техничких система бирају најутицајнији параметри са аспекта квалитета обављања функције циља техничког система и преко њих врши мониторинг и дијагностика стања.

Код превентивно – планског одржавања, активности везане за замену или поправку елемента засноване су углавном на статичком праћењу средњег времена рада до појаве отказа. Код одржавања према стању активности се изводе у најповољнијем тренутку тј. када стање техничког система то захтева. [4]

Успешно спроведено превентивно одржавање према стању може да доведе до [4] :

- ❖ Смањења трошкова одржавања 50-80%,
- ❖ Смањења броја застоја 50-60%,
- ❖ Смањења количине резервних делова 20-30%,
- ❖ Смањења укупног времена застоја 50-80%,
- ❖ Смањења прековременог рада 20-50%,
- ❖ Повећања експлоатацијског века опреме 20-40%,
- ❖ Повећања продуктивности 20-30%,
- ❖ Повећања профита 25-60%, ...

6.3 КОМБИНОВАНО ОДРЖАВАЊЕ

Комбиновано одржавање представља комбинацију корективног и превентивног одржавања тако што се систем користи до појаве првог отказа, а затим се превентивно одржава по некој од наведених метода одржавања.

Може се закључити да се за избор оптималне стратегије одржавања, по неком критеријуму, мора познавати интензитет отказа техничког система, као и функција трошкова примењене стратегије одржавања, при чему се са становишта искоришћења резервних делова и могућности њиховог планирања, може усвојити следећи редослед:

- Одржавање по стању,
- Превентивно одржавање (планске замене),
- Корективно одржавање. [6]

6.4 ИНТЕГРАЛНА ЛОГИСТИЧКА ПОДРШКА

Интегрална логистичка подршка је управљачка функција која треба да обезбеди почетно планирање, постављање и управљање са циљем да се крајњем кориснику обезбеди средство за рад (систем) које ће бити технички и економски подржано (потпомогнуто и обезбеђено свим потребним ресурсима) у току одређеног животног циклуса. [7]

Трошкови система/производа у животном веку (експлоатацији) расту све више услед :

- Инфлације,
- Сложености производа,
- Промена производа и нових захтева,
- Одржавања, итд.

Многи од ових трошкова нису "видљиви" одмах. Најчешће су уочљиви трошкови набавке, то јест инвестиције у производ (опрема, фабрика,...), и најчешће се само ти трошкови узимају у разматрање док се остали трошкови занемарују.

Елементи логистичке подршке су [7] :

- Опрема за испитивање и подршку су сви алати и прибори, опрема за перманентно праћење стања производне опреме, опрема за мерење и калибрацију, радни столови за потребе одржавања и опрема која треба да обезбеди подршку планираном и непланираном одржавању.
- Резервни делови су сви делови који се могу заменити (елементи, подсклопови, склопови, модули итд.), оправити или подесити (у довољним залихама), са циљем да се обезбеди (подржи) планирано и непланирано одржавање основне опреме и опреме за испитивања и подршку,
- Кадрови и обука – персонал потребан за рад и одржавање основне и опреме за подршку у току животног века. Обука обухвата почетно стручно образовање и преобуку (дообуку) за потребе увођења нове опреме у производњу и опреме за подршку,
- Технички подаци – цртежи, упуства, приручници, инструкције за модификације, спецификације (требовања), прегледе/инспекције, подешавања и упуства корисника за постављање (инсталисање), провере, експлоатацију и одржавање опреме, који могу бити на папиру, микрофилму, CD-у или DVD-у.
- Постављање и изградња – објекти, зграде, складишта, депои и др. За обезбеђење (подршку): производње и испитивања система/опреме, одржавање основне и опреме за подршку у току животног циклуса, складиштење и чување података...
- Транспорт и руковање материјалом – опрема и процеси за обезбеђење (подршку) паковању, чувању, складиштењу, руковању и транспорту основне и остале опреме, персонала, техничких података, итд. и
- Планирање одржавања – обухвата различите елементе логистичке подршке.

Фазе програма функције логистичке подршке приказане су у табели 6.4. [7]

Концептуална фаза	Сценарио мисије, студија изводљивости, концепција рада и одржавања, фактори ефективности и подршке, захтеви (услови) околине и логистичко планирање
Претходна фаза развоја (валидација)	Систем анализа, оптимизација, синтеза и дефинисање. Алокација логистичких захтева и развој критеријума за подршку опреме. Прелиминарне анализе логистичке подршке.
Фаза детаљног пројектовања и развоја (потпуни развој)	Детаљно пројектовање опреме. Пројектовање веза и логистичке подршке, предвиђања, коришћења пројектне подршке, анализа логистичке подршке, логистичких прописа, пројектних извештаја, тестирање и оцена. Повратна веза и корективне активности.
Фаза производње/изградње	Производња, монтажа, тестирање, инспекција и развој оперативне (радне) опреме. Обезбеђење и оцена погодности и елемента логистичке подршке. Повратна веза и корективне акције.
Фаза коришћења (употребе)	Рад (функционисање) и одржавање опреме, извођење специјалних тестова. Оцена погодности и логистичке подршке. Повратна веза и корективне акције.
Фаза отписа и повлачења из употребе	Отпис опреме услед "замора" и високих трошкова експлоатације
Фаза рециклаже	Селекција и прерада елемената направљених од материјала које је могуће поново прерадити (првенствено папир, стакло и метали, а у новије време се развијају и технологије за рециклирање пластике) .

Табела 6.4: Фазе програма функције логистичке подршке

6.5 ТЕРОТЕХНОЛОГИЈА

Теротехнологија је према BS 3811 (енгл. British Standards), комбинација руководних финансијских, инжењерских и других активности, примењених на физичка добра ради постизања економичности трошкова њиховог радног века, односно животног циклуса, при чему се узима у обзир поузданост и могућност одржавања машина, погона, зграда, њихово инсталисање, пуштање у погон, одржавање, реконструкције и замена (отпис) . [7]

Основна предност теротехнолошког прилаза је што обухвата [7] :

- Конструисање,
- Набавку,
- Пројектовање,
- Експлоатацију,
- Финансије,
- Кадрове.

6.6 ОДРЖАВАЊЕ УСМЕРЕНО НА ПОУЗДАНОСТ RCM

Одржавање усмерено на поузданост, често познато као **RCM (енгл. Reliability Centered Maintenance)** је процес који осигурава да средства за рад задрже континуитет у ономе што њихови корисници од њих захтевају у складу са садашњим оперативним делатностима. Користи се за постизање побољшања у подручјима као што су стварање сигурносног и минималног нивоа одржавања, промене у поступцима рада и стратегије успостављања одржавања. [5]

Одржавање усмерено на поузданост је инжењерски оквир који омогућава дефинисање одржавања комплетног стројног парка. То се тиче одржавања као средства за одржавање функција које корисник може захтевати од стројева дефинисаном оперативном контексту. Као алат омогућава инжењерима праћење, процењивање, предвиђање и разумевање рада њихових стројева.

Иако постоји много варијација у примени RCM – а, већина поступака укључује неке или све од следећих корака [5] :

- Припреме за анализу
- Одабир опреме за анализу
- Одређивање функција и потенцијалних функционалних отказа
- Идентификовање и вредност учинка отказа
- Препознавање узорка отказа

6.7 КОНЦЕПТ ОДРЖАВАЊА У СИМ ОКРУЖЕЊУ

У развоју технолошких система актуелна је тзв. СИМ концепт, који се заснива на интеграцији пословних и инжењерских активности, на бази софтверске и хардверске подршке. Модул одржавања у СИМ окружењу се развија као модул рачунаром интегрисано управљање одржавањем (енгл. Computer Integrated Maintenance Management – СИММ). Основна карактеристика развоја технолошких система је потпуна интеграција, машинска вештачка интелигенција и експертни системи и софистицирана комуникација. [7]

Развој интелигентних СИМ система се заснива на [7] :

- Новим знањима и схватањима мисаоних процеса пројектаната и планера,
- Овладавању нових технологија као што су вештачка интелигенција, паралелно и дистрибуирано процесирање, мехатроника, неуронске мреже, мултимедијски системи и комуникације и
- Развоју и примени нових технологија (микро и нано технологије).

Сви језици и алати за изградњу експертних система за одржавање се могу класификовати у шест група [7] :

- Метод правила (енгл. IF-THEN),
- Метод фрејмова и семантичких мрежа,
- Процедурални метод програмирања експертног система,

- Метод програмирања експертног система засновано на логичким релацијама, оријентисан је ка циљу и
- Метод оријентисан ка приступу који користи моделе ("demons") за нове процедуре обраде, када се мењају подаци или се врши учитавање нових података.

Наведени експертни систем ће преко интелигентне дијагнозе генерисати интелигентно одржавање технолошких система.

6.8 УПРАВЉАЊЕ ОДРЖАВАЊЕМ НА СВЕТСКОМ НИВОУ

У последњих неколико година све више се говори о светској класи квалитета производа, производње и одржавања, одн. управљања одржавањем (енгл. World Class Maintenance Management).

Дефинише се као "конкурентска способност било где у свету, способност суочавања и побеђивања било ког конкурента, ценом производа, квалитетом и испоруком на време". [7]

То је могуће постићи [7] :

- Квалитетом – значи да одржавање опреме мора бити део програма унапређења система обезбеђења квалитета производа, јер само "квалитетно" одржавана опрема може, поред осталог, обезбедити висок квалитет производа (светске класе) .
- Ставовима – компанија мора бити наклоњена превентивном одржавању, планирању активности и мора водити рачуна о залихама. Циљ компаније мора да буде одржавање опреме у функционалном стању и производња високог квалитета.
- Аутоматизацијом технологија – значи способност компаније да искористи све предности савремених технологија у одржавању опреме да одржи трошкове одржавања на оптималном нивоу.

Светска класа одржавања подразумева управљање одржавањем опреме која даје светски квалитет производа, које има јасан став о превентивном одржавању и примењује предности савремених технологија у одржавању опреме у циљу минимизације времена отказа, застоја и трошкова одржавања. [7]

6.9 ПРЕДИКТИВНО ОДРЖАВАЊЕ

Идеја предиктивног одржавања је да се открије деградациони процес који води отказу и да се пронађе начин да се прати напредовање тог процеса, односно, напредовање „губљења“ радне способности дела. То је у суштини одржавање по стању. Упознавањем овог процеса и бројчане вредности физичке величине која служи као индикатор напредовања процеса (ово је најчешће температура, бука или вибрације), могуће је дефинисати тренутак (граничну вредност физичке величине) када се „проглашава“ да је наступио отказ.

На овај начин се максимално искоришћава животни век посматраног дела, елиминише се изненађење који отказ најчешће причињава, што има за последицу да је одржавање у потпуности припремљено за интервенцију замене дела.

Негативна страна овог одржавања је потреба поседовања скупе опреме за техничку дијагностику, као и кадрова који су обучени за употребу тих уређаја. Као и то што је некада потребно зауставити производни процес како би се извршило мерење. То за последицу има да је неопходно установити такве термине прегледа који ће гарантовати правовремено детектовање предотказног стања уз минималне трошкове. [7]

6.10 УПРАВЊАЊЕ ОДРЖАВАЊЕМ ЗАСНОВАНО НА ПРОФИТУ РСМ

Овде се од одржавања више не очекује да оствари свој задатак уз минимум трошкова, него да врати, максимално могућу количину, уложених средстава, па чак и више. Ова нова филозофија захтева потпуну посвећеност руководећег кадра овој идеји, као и нов начин размишљања свих запослених у одржавању и један прилично дуг временски период прилагођавању новом начину рада [7] :

- Усмеравање административних кадрова одржавања према новим циљевима одржавања,
- Инвестирање у одржавање са циљем елиминисања узрока настајања отказа или снижавање интензитета отказа и трошкова које откази узрокују и
- Додељивања овлашћења запосленима за приступ и коришћење потребних информација које се односе на поступке одржавања и обуку тих кадрова, како би максимално искористили те информације.

Две основне карактеристике управљања одржавањем заснованом на профиту предузећа су [7] :

- Користи Анализу основног узрока отказа (енгл. Root Cause Failure Analysis)
- Доминирају интервенције одржавања према стању, њих надовујују превентивне интервенције, а врло ретко се јављају откази и одговарајуће хитне интервенције.

Прелазак на РСМ (енгл. Profit Centered Maintenance) није тренутан, већ мора да траје неко време, и битно је да се не иде неким пречицама којима се може доћи до нечега што подсећа на РСМ.

Успешан програм рада РСМ-а пружа огромне користи предузећу и те предности се угледају у следећим елементима [7]:

- Остваривање већег прихода предузећа услед повећања обима производње,
- Елиминисање/смањење изгубљене производње,
- Смањење обима, интензитета и трошкова одржавања,
- Трошкове лоше спецификације, неисправног крајњег производа, замене крајњег производа у гарантном року и поправке које су резултат механичких проблема,
- Уштеда услед снижених трошкова рада насталих путем нижег утrophка електричне енергије као последица повишене ефикасности електромотора, елиминисање губитака услед цурења компримованог ваздуха, паре, топле воде итд.,
- Снижавање трошкова услед елиминисања потребе плаћања пенала и казни као последица неочекиваних отказа сопствених производа и
- Смањење броја и снижење трошкова везаних за проблеме који настају услед лоше спроведене интервенције одржавања.

6.11 ОДРЖАВАЊЕ ОРИЈЕНТИСАНО КА ПОСЛОВНИМ РЕЗУЛТАТИМА (енгл. Business Centered Maintenance – BCM)

Спровођењем овог поступка, спроведена је анализа технолошких система, кадрова и могућих отказа, односно, свих потребних елемената за дефинисање неопходних активности које је потребно спроводити у оквиру одржавања, како би се омогућило остваривање циљева целе организације, а производње посебно.

Након овог дела потребно је спровести дефинисање активности одржавања за сваки конкретан део (за који је претходна анализа показала да је потребно посветити му пажњу), што подразумева одређивање врсте интервенције (превентивна, интервенција одржавања по стању или накнада), неопходне кадрове, алате, делове, потребна времена, финансијска средства итд. [7]

6.12 ПРОАКТИВНО ОДРЖАВАЊЕ (енгл. Proactive Maintenance – PaM)

Концепт проактивног одржавања се релативно скоро појавио у индустрији и пракси. Први резултати су указали на потпуну оправданост код оваквог приступа. Проактивни приступ проблему одржавања техничких система базиран је на сталном праћењу и контроли основних узрочника отказа и активностима на њиховом елиминисању или значајном смањењу негативног дејства.

Проактивни концепт не прихвата отказ као нормално и могуће стање, већ се спроводи низ адекватних мера да до отказа уопште не дође. Једноставно речено тежи се да сваки технички систем „води здрав живот“ и да му се на тај начин максимално пружи век експлоатације. [4]

Основни елементи у проактивног приступа у одржавању су [4] :

- Мониторинг,
- Дијагностика,
- Прогностика

Мониторинг стања техничког система, представља све активности усмерене на прикупљање информација и података које одређују стање тог техничког система у времену. Утврђене промене стања, изнад дефинисаних граница, представљају индикаторе поремећаја у систему и симптоме могућег отказа па се тада, као логичан наставак мониторинга стања реализују активности у циљу дијагностике отказа.

Дијагностика отказа обухвата активности усмерене на анализу симптома и информација, прикупљених у процесу мониторинга стања, у циљу откривања локације, узрока, природе и карактеристика отказа или стања које потенцијално води ка отказу компоненте или система. Резултат дијагностичких процедура представљају сазнања која се користе у процесу доношења одлука о предузимању одговарајућих активности на одржавању.

Прогностика представља скуп активности усмерених ка процењивању преосталог времена до отказа за конкретан технички систем, односно ризика од присутности или појаве једног или више модалитета отказа у будућности.

6.13 ОДРЖАВАЊЕ СА МИНИМУМОМ РЕСУРСА (енгл. **Lean Maintenance – LM**)

Термин „Lean” се преводи као мршав, без масноће, жгољав, танак, економичан, сиромашан. Ово значи да се “Lean Maintenance” може превести као “танко одржавање”, “мршаво одржавање”,....

Основни циљ LM-а је готово потпуно елиминисање отказа (приближно 100% време у раду), уз снижавање трошкова одржавања за око 50%, а понекад је тај проценат и већи. Ово се постиже константним надзором производних погона и анализом извршених мерења и прикупљених података.

Једна од многобројних дефиниција LM-а коју је дао Ricky Smith из Life Cycle Engineering – а, је:

“LM представља проактивне активности одржавања, које обухватају активности које су планиране и терминирани у складу са TPM, користећи стратегије одржавања развијене на основама RCM, које спровводе тимови аутономног одржавања заједно са специјалистима различитих области одржавања, на основу самоиницијативно дефинисаних потреба и циљева, уз употребу 5S процеса, недељних „Kaizen” акција за унапређење, користећи CMMS (енгл. Computerized Management System – систем рачунаром подржаног управљања одржавањем) или EAM (енгл. Enterprise Asset Management – рачунаром подржан систем за управљање опремом током целог њеног животног века, на нивоу целог предузећа).

Ове активности су подржане дистрибуираним складиштем резервних делова који обезбеђују резервне делове у складу са Just – In – Time концептом, а који управљају резервним деловима уз помоћ тима инжењера који су експерти у области одржавања и поузданости и оспособљени за RCFA (енгл. Root Cause Failure Analysis – анализа основног узрока отказа), анализу отказних делова, анализу ефективности и ефективности поступка одржавања, анализу предиктивног одржавања и анализу и одрђивање тренда резултата добијених путем CBM (енгл. Condition Based Maintenance – одржавање по стању).“ [7]

LM сврстава све отказе у три групе:

- Оперативни откази
- Откази индуковани активностима одржавања
- Откази услед хроничних проблема у функционисању машина

Комплетна леан филозофија значајну пажњу посвећује трошковима / утрошцима / отказу, тако да је један од циљева LM – а и снижавање / елиминисање трошкова. [7]

Дефинисано је 7 трошкова које треба елиминисати [7] :

- Чекање
- Непотребан транспорт
- Прековремене залихе
- Понављајуће поправке / неисправности

- Непотребне активности / послови
- Непотребно кретање / тражење (делова, алата, документа) и
- Непотребна производња (непотрбних или застарелих делова, делова за непотребне залихе) .

Алати за остваривање ЛМ [7] :

- 5S (Sort – сортирати, ссредити, Simplify – поједноставити , Scrub – рибати, чистити, Standardize – стандардизовати , Sustain – подржати),
- Визуална контрола,
- Дизајн производних ћелија и токова материјала,
- Pull – system,
- Брзе промене,
- Елиминисање 7 смртоносних трошкова,
- Kaizen (континуално унапређење – изворно значење речи kaizen је“бесконачне транспортне траке“),
- Jidoka (квалитет од самог почетка, од „извора“),
- Just – in – time,
- TPM,
- Поступци у случају појаве грешке.

7.0 ТОТАЛНО ПРОДУКТИВНО ОДРЖАВАЊЕ (енгл. Total Productive Maintenance – TPM)

TPM своје корене налази у јапанској аутомобилској индустрији седамдесетих година прошлог века. Настао је у Nippon Denso-у, највећем снабдевачу аутомобилске компаније Toyota, као неопходни елемент новоразвијеног „Toyota Production System“-а који је оригинално направљен да инкорпорира „Total Quality Control“ (TQC), „Just in Time“ (JIT) и „Total Employee Involvement“ (TEI).

Тек 1988. године, са публикацијом на енглеском од стране Seiichi Nakajime, западни свет препознаје и почиње да разумева важност TPM-а. TPM методологија се заснива на процени тренутног стања система који се одржава, а не на знањима о његовом претходном раду и тако одређеним емпиријским карактеристикама и законима поузданости. [8]

Тотално продуктивно одржавање се најчешће дефинише као "одржавање које тотално укључује све чиниоце процеса", тј. TPM (енгл. Total Productive Maintenance) подразумева потпуну подршку радника и укључивање комплетног менаџмента. [4]

Основне карактеристике TPM-а су [7] :

- ✚ циљ TPM је максимизација искоришћења (учинка) опреме – средстава за рад,
- ✚ формира се укупан систем PM (Productive Maintenance – продуктивног одржавања) у току животног циклуса,
- ✚ покрива сва одељења (планирање опреме, експлоатацију опреме, одржавање итд),
- ✚ у TPM учествују сви запослени (од руководиоца до извшилаца у погону) и
- ✚ унапређење PM мотивисањем руководства (нпр. активности "кружока" – малих група).

У табели 7.1 је приказана предност TPM у односу на концепте продуктивног и превентивног одржавања. [7]

Карактеристике	TPM	Продуктивно одржавање	Превентивно одржавање
-праћење економичности (економска утакмица)	•	•	•
- тотални систем (MP-PM-MI)	•	•	
- аутономно одржавање које изводе руковоаци активности малих група-"кружоци"	•		

Табела 7.1- TPM, продуктивно и превентивно одржавање

7.1 ЦИЉЕВИ TPM - а

TPM има за циљ да максимално допринесе успешности организације и то кроз елиминисање губитака који се јављају у вези са коришћењем опреме. Како ти губици могу бити директни и лако видљиви, тако могу да буду и индиректни и веома тешки за идентификовање. [2]

Циљеви концепта TPM могу се груписати у 6 категорија (PQCDSM) и то [4] :

***P* (енгл. *Production*) – производња**

- Укупна ефективност фабрике треба да буде минимално 80%,
- Укупна ефективност производне опреме треба да буде минимално 90% и
- Обезбедити непрекидни рад производне опреме (чак и током пауза).

***Q* (енгл. *Quality*) – квалитет**

- Радити на такав начин да нема рекламација.

***C* (енгл. *Costs*) – трошкови**

- Смањити трошкове производње за 30%.

***D* (енгл. *Delivery*) – испорука**

- Постићи 100% успех у испоруци добара према захтеву купца.

***S* (енгл. *Safety*) – безбедност**

- Одржати радно окружење без акцидената.

***M* (енгл. *Motivation*) – мотивација**

Повећати број предлога за унапређење 3 пута. Развијати универзалне, свестране и флексибилне раднике.

Циљеви TPM-а који су усмерени ка елиминисању директних и индиректних губитака [2] :

- остваривање ефективног и ефикасног коришћења опреме,
- изградња свеобухватног сиситема превентивног одржавања,
- укључивање запослених из свих делова организације, који су заинтересовани за ефективно и ефикасно коришћење опреме,
- помоћ и подршку пружају сви запослени, са свих хијерархијских нивоа, од генералног директора до најнижег хијерархијског нивоа,
- развија и имплементира активности превентивног одржавања, које се заснивају на активностима малих аутономних група/тимова,
- успостављање одржавања опреме током целог животног века те опреме,
- сви запослени су мотивисани да се укључе у тај процес и да дају свој допринос и
- обухвата тимове за континуална унапређења.

Суштина свих ових циљева је да се успостави систем који ће омогућити да свака јединица опреме буде функционална током целог пројектованог животног века (па и дуже) и да током тог века пружа максимални учинак са максималним нивоом квалитета. [2]

TPM за циљ има и да максимализује учинак система (машина, постројења и људи) при минималним трошковима у току животног циклуса (LCC) елиминацијом тзв. "шест великих губитака" који смањују ефективност система [7] :

- *губици застоја / отказа*
 - изненадни откази (неочекивани лом)
 - постављање и подешавање опреме (замена алата)
- *губици ефективности (брзине рада)*
 - празни ходови и кратки застоји (рад сензора)
 - смањење стварне брзине рада (у односу на пројектовану)
- *грешке у процесу*
 - отклањање грешке у току радне операције и дорада
 - пад доходка због губитка насталих између почетне и стабилне производње

7.2 ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА TPM – а

У фази припреме одговарајуће окружење се ствара кроз успостављање плана за увођење TPM – а. Ова припремна фаза је аналогна фаза пројектовања производа, када су детаљи производа зацртани и израђени. То је тачка у којој производња почиње. Фаза имплементације се може упоредити са производном фазом за производ. Материјали се израђују, праве се делови, а након инспекције се склапају. Коначна инспекција завршава процес производње. Овај период се зове стабилизациона фаза [1]

Фаза иницијализације [9] :

1. Управа објављује одлуку о увођењу концепције TPM

Мора се донети чврста одлука руководиоца фирме и саопштена свим запосленима са ентузијазмом (одлука о имплементацији TPM-а) . Важна су три основна захтева за имплементацијом TPM:

-  промена става запослених,
-  повећање њихових способности и компетенција,
-  побољшање радног окружења.

2. Едукација и кампања за увођење TPM

Циљ кампање је да добро објасни TPM, подигне морал запослених и омекша отпоре променама. Ти отпори могу имати различите облике: неки радници више воле устаљене поделе рада, на пример оператор само ради на машини, а одржаваоци је поправљају. Са друге стране одржаваоци су често скептични у вези способности оператора да изведе рутинска превентивна одржавања.

3. Стварање организација које ће промовисати TPM

Формирају се комитети и пројектни тимови сваког нивоа у вертикалном менаџменту фирме и треба да се састоје од професионалаца. Такође се оформи централни штаб TPM-а у дотичној фирми.

4. Успостављање основне политике и циљева ТРМ-а

Централни промотивни штаб треба да успостави основне циљеве и политику по анализирању постојећих услова. Циљеви треба да су квантитативни и прецизни, специфицирајући мету и временски оквир.

5. Формулисање главног плана развоја ТРМ-а

Ово је следећа одговорност централног ТРМ промотивног штаба. Треба да укључи дневни распоред за промоцију почетка ТРМ-а, са периодом припреме пре имплементације, као и анализа затечених услова у компанији. Дакле, треба се фокусирати око 5 основних развојних активности, а то су:

- 1) Елиминисање 6 главних губитака
- 2) Развој програма одржавања
- 3) Развој распореда програма одржавања за одељење одржавања
- 4) Повећање способности радника на машини и одржавалаца
- 5) Развој програма за управљање опремом

6. Лансирање ТРМ-а

Ово је прва фаза имплементације, почетак борбе против 6 великих губитака. Током периода припреме (кораци 1-5), менаџери и професионално особље имају доминантну улогу. У фази имплементације сваки радник има важну улогу. Сваки од њих мора подржати ТРМ политику усвојену од својих руководиоца кроз све активности које елиминишу 6 великих губитака.

7. Повишење ефективности сваког дела опреме

Организовати у пројектне тимове инжењере и одржаваоце, надзорнике и чланове група. Тим се затим усресреди на опрему која хронично лоше ради. Нешто од те опреме се издвоји као пример и додели се по један тим свакој таквој опреми (машини).

8. Креирање припреме за аутономно одржавање

Аутономно одржавање од стране оператора је јединствена карактеристика ТРМ-а. Сваки оператор треба да је одговоран за своју машину.

Аутономно одржавање од стране оператора треба да садржи следећих 7 корака:

- 1) Иницијално чишћење
- 2) Контрамере на извору проблема
- 3) Стандарди чишћења и подмазивања
- 4) Генералне инспекције
- 5) Аутономна провера
- 6) Уредност и чистоћа
- 7) Потпуно аутономно одржавање

9. Креирање планске припреме за одржавање у одељењу за одржавање

Мора бити координисано са активностима аутономног одржавања. Такође треба успоставити јасну поделу одговорности. У оквиру овог корака разрадити периодично и предиктивно одржавање, као и управљање залихама, резервним деловима, алатима, цртежима и табелама.

КАТЕГОРИЈА	ЕТАПА	ГЛАВНЕ ТАЧКЕ
Фаза иницијализације	1. Управа објављује одлуку о увођењу концепције ТРМ	Намера се објављује на интерном ТРМ састанку. Публикује се у билтену компаније.
	2. Едукација и кампања за увођење ТРМ	Извршиоци: практична обука свих нивоа. Сви запослени: предавање уз слајдове / презентације.
	3. Стварање организација које ће промовисати ТРМ	Комитети, специјалне групе, секретеријат.
	4. Успостављање основне политике и циљева ТРМ	Показатељи и циљеви. Предвиђање ефективности.
	5. Формулисање главног плана развоја ТРМ	Од припрема за увођење до фазе потпуне примене.
Почетна фаза увођења	6. Лансирање ТРМ	Позивају се: потрошачи, компаније – филијале, кооперација.
Фаза припреме	7. Повишење ефективности сваког дела опреме	Избор модела опреме. Формирање пројектног тима.
	8. Креирање припреме за аутономно одржавање	"Step" метод. Примена и потврда методе.
	9. Креирање планске припреме за одржавање у одељењу за одржавање	Периодично одржавање и предиктивно одржавање. Стварање и примена система за терминирање одржавања, за обезбеђење резервних делова, алата итд.
	10. Обука за усавршавање оперативних знања и знања у вези са одржавањем	Колективна едукација руководиоца. Обучавање за преношење знања члановима.
	11. Припрема иницијалног управљања опремом	План превентивног одржавања. Иницијално одржавање LCC.
Фаза потпуне имплементације ТРМ	12. Савршена припрема и виши ниво ТРМ	Кандидовање за РМ награду. Тежња ка вишим циљевима.

Табела 7.2 : Дванаест основних корака имплементације ТРМ [1] .

10. Повишење ефективности сваког дела опреме

Организовати у пројектне тимове инжењере и одржаваоце, надзорнике и чланове група. Тим се затим усресреди на опрему која хронично лоше ради. Нешто од те опреме се издвоји као пример и додели се по један тим свакој таквој опреми (машини) .

11. Креирање припреме за аутономно одржавање

Аутономно одржавање од стране оператора је јединствена карактеристика ТРМ-а. Сваки оператор треба да је одговоран за своју машину.

Аутономно одржавање од стране оператора треба да садржи следећих 7 корака:

- 8) Иницијално чишћење
- 9) Контрамере на извору проблема
- 10) Стандарди чишћења и подмазивања
- 11) Генералне инспекције
- 12) Аутономна провера
- 13) Уредност и чистоћа
- 14) Потпуно аутономно одржавање

12. Креирање планске припреме за одржавање у одељењу за одржавање

Мора бити координисано са активностима аутономног одржавања. Такође треба успоставити јасну поделу одговорности. У оквиру овог корака разрадити периодично и предиктивно одржавање, као и управљање залихама, резервним деловима, алатима, цртежима и табелама.

13. Обука за усавршавање оперативних знања и знања у вези са одржавањем

Техничка обука и увежбавање за рад и одржавање се мора укрожити према појединачним потребама одређеног радног места.

14. Припрема иницијалног управљања опремом

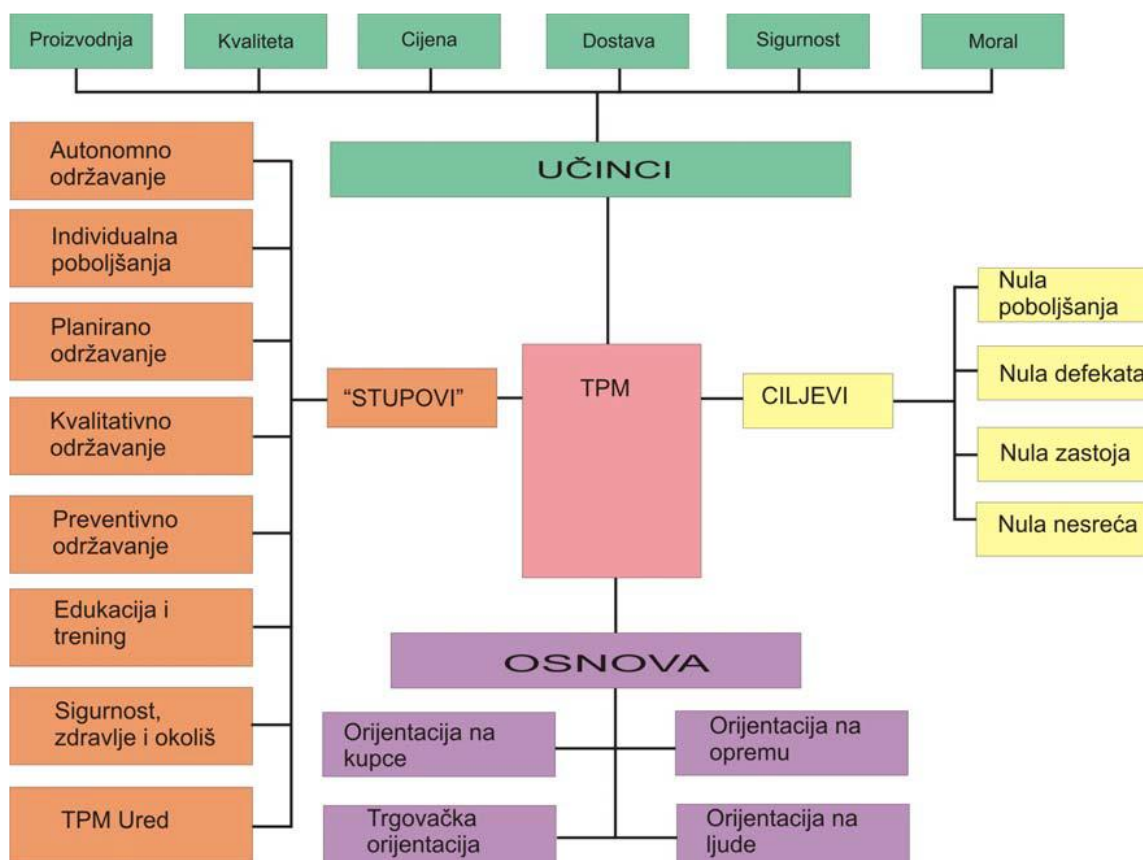
Рано управљање опремом се изводи углавном од производних инжењера и персонала одржавања као приступ превентивном одржавању и конструисању машина и опреме који имају малу или никакву потребу за одржавањем. Ови циљеви се постижу кроз различите фазе: приликом планирања инвестиција за опрему, при конструисању, извођењу инсталација и пуштању у рад, и сл. Откривање и отклањање грешака и отказа се дешава у тим фазама. Такође се спроводи анализа трошкова животног циклуса (LCC – life cycle cost) .

15. Савршена припрема и виши ниво ТРМ-а

Дакле, у овом кораку имплементације се примећује сталан, добар и стабилан ТРМ. Размишља се и постављају се виши циљеви за будућност. Сви раде константно да побољшају резултате ТРМ-а, а тиме и укупних резултата фирме. Види се из приложеног да је имплементација ТРМ-а процес који траје и не изводи се преко ноћи, као и то да је то посао који нема свој коначан крај, већ му је и циљ да успостави константну тежњу ка побољшањима. 1994 Seger изводи следеће закључке о ТРМ имплементацији:

КОРАК	НАЗИВ	САДРЖАЈ АКТИВНОСТИ
1	Иницијално чишћење	Комплетно чишћење прашине и прљавштине, концентришући се пре свега на опрему и подмазивање, подешавање делова машине, откривање и отклањање отказа опреме.
2	Контрамере на извору проблема	Спречити узрочнике прашине и прљавштине и њихово ширење, омогућити лакше чишћење и подмазивање тешко доступних места и смањити време потребно за чишћење и подмазивање.
3	Стандарди чишћења и подмазивања	Одређивање таквих стандарда који ће обезбедити чишћење, подмазивање и подешавање делова машина у кратком временском периоду (неопходно је назначити оквирно радно време, по дану или периодично).
4	Генералне инспекције	Практично вежбање у проверама, откривању и отклањању мањих грешака на опреми.
5	Аутономна провера	Прављење и примена листи (образаца) за аутономно проверавање.
6	Уредност и чистоћа	Стандардизовање различитих типова ставки при управљању радом и креирање комплетне систематизације управљања одржавањем: • Стандарди за чишћење, провере и подмазивање, • Стандарди за расподелу ресурса по радним местима, • Стандардизације података, • Стандардизација алата и прибора.
7	Потпуно аутономно одржавање	Развијање заједничке политике и циљева, побољшање поступака управљања: стално праћење MTBF (енгл. Mean Time Between Failure – средње време између два отказа), анализа и унапређење опреме.

Табела 7.3: Примери седам корака за аутономно одржавање [1]



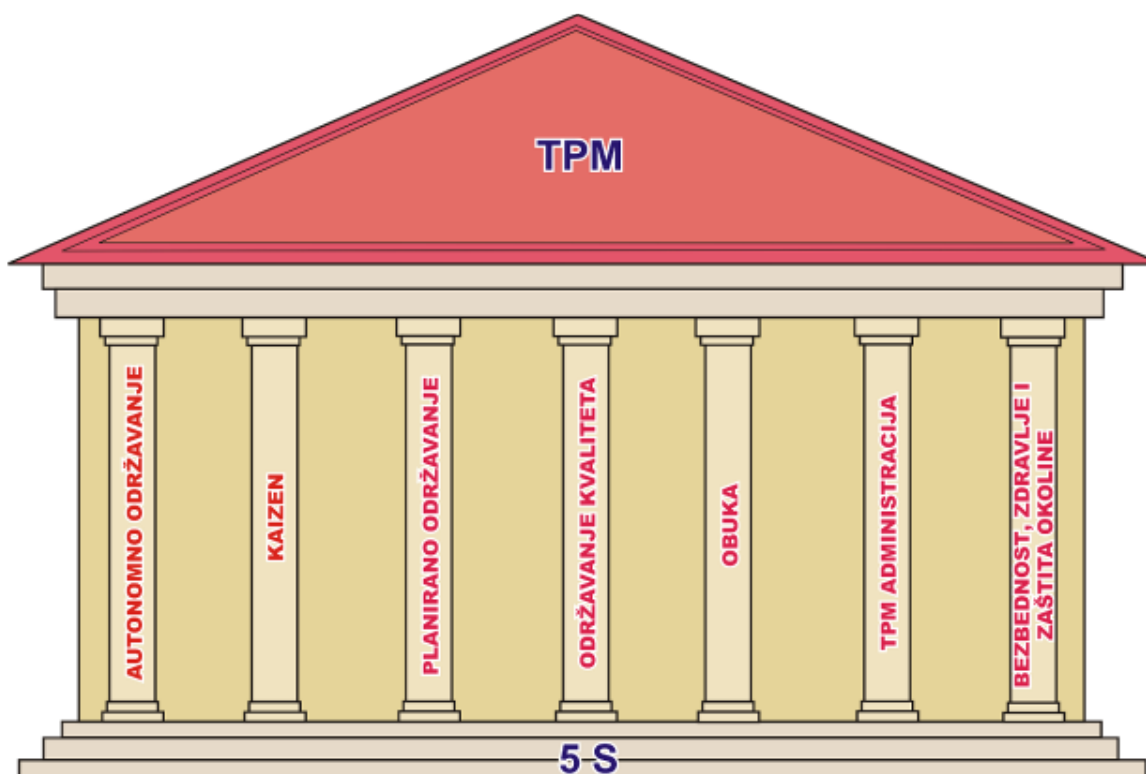
Слика 7.2 – Графички приказ предузећа са TPM програмом

7.3 СТУБОВИ TPM-а

Да би циљеви TPM-а били остварљиви, дефинисани су основни градивни елементи TPM-а, који се често називају стубови TPM-а или се чак користи и енглески термин за стуб – *pilar*.

Постоји осам носећих стубова и они су [2] :

1. 5S,
2. Аутономно одржавање,
3. Kaizen,
4. Планиране интервенције одржавања,
5. Одржавање квалитета,
6. Обука,
7. Администрација TPM-а и
8. Здравље и безбедност на раду и заштита околине.



Слика 7.3 - Стубови TPM-а. [4]

7.3.1 5S

Ова метода пружа могућност да се сагледа рад на једном радном месту на један сасвим нов начин, радно окружење чак и то да олакшава схватање радника о његовом месту у процесима рада, односно у организацији уопште.

Другим речима овом методом елиминишемо губитке који настају као последица "неконтролисаних" процеса као и успостављамо контролу просторног распоређивања опреме, материјала и залиха. [2]

5S је камен темељац "Lean" начина рада. Назив је добио од 5 јапанских речи [2] :

- **SEIRI** – сортирати (ослободити се свега што није потребно),
- **SEITON** – организовати, уредити (правилно разместити потребне ствари, ограничити залихе),
- **SEISON** – очистити (очистити све споља и изнутра),
- **SEIKETSU** - стандардизовати рад (дефинисати правила за одржавање прва 3S),
- **SHITSUKE** – одржавати (обезбедити одржавање правила).

5S омогућава стварање једног креативног окружења, како за решавање насталих проблема, тако и за унапређење постојећих процеса рада, јер се у уредном радном окружењу много лакше могу уочити неусаглашености.



Слика 7.3.1.1- 5S

SEIRI – СОРТИРАТИ

Сортирање је први корак у имплементацији 5S концепта рада у предузећу. Овај корак се односи на уклањање отпада или материјала који не додаје нову вредност из радног окружења. Уклањање отпада представља основу 5S концепта и уклањањем њега и даље његово сортирање подпомаже стварању радног амбијента у коме радник неће журити унаоколо ради постизања веће продуктивности.

Отпад се може описати као све оне активности и предмети везани за оне активности које не додају нову вредност, другим речима не доносе профит. Уклањањем отпада, предузеће се може фокусирати на активности које додају нову вредност. [2]

Приликом имплементације фазе "сортирање" запослени може сам себи поставити следећа питања [2] :

- Да ли ми је заиста потребан овај предмет за обављање посла на мом радном месту?
- Колико ми је заиста потребно ових предмета на радном месту?
- Поседујући овај предмет, у мом непосредном окружењу, да ли ћу боље и брже обављати мој посао?
- Када сам последњи пут користио овај предмет/опрему?
- Када ћу следећи пут користити овај предмет/опрему?

Почетак реализације би био обилазак целог предузећа са циљем проналажења почетне тачке за имплементацију фазе "сортирања" 5S концепта.

Најлакши начин идентификације непотребне опреме јесте употреба "црвене етикете". Црвена етикета је обичан папир црвене боје којим се означава опрема која је потенцијални вишак на радном месту. Означена опрема се одлаже у за то предвиђен простор радног окружења. Информације о коришћењу опреме се уписују на саму етикету. [2]



Слика 7.3.1.2 – Црвена ознака за сортирање

SEITON – ОРГАНИЗОВАТИ

Након сортирања, радно окружење је без непотребних предмета/опreme за реализацију послова посматраног радног места. Сада је потребно организовати предмете, који су остали у непосредном радном окружењу, на такав начин да обезбеде непрекидан и складан рад.

Seiton је фокусиран на елиминацију губитака (отпада) који настају од стране превише кретања (особља, материјала...), тражења потребног алата, прекомерног шкарта или предмета за дораду и сл. [2]

Главна идеја је да свака ствар има своје место. Употребљене увек треба одложити на своје место. Често се употребљавају и етикете и плочице за означавање ради прегледности и лакшег сналажења. [9]

SEISON – ОЧИСТИТИ

После имплементирања првог принципа 5S, да би смо га одржали у животу неопходно је да имамо чист радни простор. Уколико је све око радника чистије, на машинама нема масти, уља и прашине, можемо лакше уочити оштећења на опреми, као што су пукотине, преломи, олабављени спојеви, итд. Ова мања оштећења уколико остану занемарена, могу довести до отказа машине и губитка производње.

Редовно чишћење можемо сматрати и једним видом инспекције. Seison је важан део тоталног продуктивног одржавања и очигледно пружа безбедније радно место. [3]

SEIKETSU – СТАНДАРДИЗОВАТИ РАД

Једном када имплементирамо прва три принципа, требамо их поставити као стандард да бисмо задржали уредно и ефективно радно место. Без њега брзо бисмо се вратили старим навикама. Запосленима се мора дозволити да учествују у развоју оваквих стандарда. Прва три принципа 5S се често реализују датим редоследом. Seiketsu помаже да они буду једно природно, стандардно очекивање и понашање. [3]

Увођењем стандардизације постиже се следеће [2] :

- стандардизација представља најбољи, најлакши и најсигурнији (по радника) начин реализације посла,
- обезбеђује најбољи начин одржања know-how као и стручност,
- боље праћење и мерење перформанси радног места и посла уопште,
- указује на везу узрока и последица,
- омогућава стварање подлоге за реализацију процеса одржавања на најбољи начин,
- обезбеђује објективност као и транспарентност по питању потреба обуке радника ради постизања постављених циљева,
- омогућава стварање подлога за обуку запослених и
- омогућава стварање подлога за дијагностику опреме.

Најбољи начин имплементације ове фазе 5S концепта јесте реализацијом редовних провера, које се базирају на дефинисаним чек листама, које се односе на поједине делове 5S-а. Провера мора обухватити и проверу рада одржавања (службе једног лица...) како би се утврдила регуларност интервенције, односно њена ефикасност, крајњи резултат и време потребно за реализацију. [2]

SHITSUKE – ОДРЖАВАТИ

На крају имплементације 5S концепта долази се до корака који мора да обезбеди опстанак тешко уведена прва четири корака. Да би се они одржали у животу, неопходно је извршити едукацију људи и упутити их на важност стандарда одржавања. Сталним развојем добијају се ефекти као што су: мање неискоришћеног отпадног материјала, бољи квалитет производа и већи капацитет производње.

Принципи 5S филозофије су намењени свим радницима и бесмислено би било очекивати да ће је радници поштовати и примењивати уколико им руководиоци не покажу да је се и они придржавају. Изгледа лако. Али када се покуша са спровођењем ових принципа у свакој радној јединици, увиђају се тешкоће и опирања која ће се појавити у такозваном отпору променама, тежњи да се врате на статус quo или да поново раде "добрим старим начином".

После успешног подешавања принципа 5S у организацији, не сме се никад заборавити да се одржава и унапређује.

Етапе имплементирања принципа 5S [3] :

Први корак: *Обука руководићих органа.* Руководиоци, пословође и најбољи радници се први упознају са програмом и они се први обучавају. Учестанијим посећивањем производног одељења, уочиће се многи недостаци у организованости и стању радног простора, развучени истрошени делови, документација итд. Памти се стање и креће се са дефинисаним побољшањима.

Други корак: *Ефективан почетак "5S".* Руководиоци, пословође и најбољи радници ће уносити дух технике "5S" у своје тимове. Једном када су дата објашњења, прве идеје о побољшању које се стално допуњују од стране радника, техничара и другог особља, стварају могућност планирања акција. Прве активности углавном чине чишћење, сортирање, прављење ефикасног праћења инвентара, итд.

Трећи корак: Претварање принципа "5S" у свакодневну активност. Када принципе "5S" једном имплементујемо и читав систем разумемо, бићемо спремни да га активирамо, као свакодневну активност.

За дугорочан успех филозофије "5S" унутар предузећа најодговорније ће бити њено руководство. Оно треба да врши притисак и бодри раднике да не дозволе себи да се задовоље само постигнутим резултатима, већ да доприносе стварању још квалитетнијим радним условима који ће омогућити лакшу и квалитетнију производњу и пословање предузећа. Да би имали утицај на остале, морају им пружити пример у одлучности и поштовању принципа датог програма.

Укратко, 5S концепт који је праведно уведен представља један целовит приступ управљања предузећем на путу пословног успеха. Промене су присутне свакодневно и уколико предузеће жели да остане у игри, мора их пратити и прилагођавати се. 5S даје смисао, мотивише запослене и омогућује прекид са традиционалним начинима размишљања, када је у питању управљање процесима предузећа, јер по правилу традиционални начин рада је нефлексибилан. Мото концепта би био: *"Оно што смо данас, сутра ће бити оно што нас кочи"*. [2]

7.3.2 АУТОНОМНО ОДРЖАВАЊЕ

Аутономно одржавање тежи да успостави што већу укљученост оператера на машини у одржавање те машине ради достизања више ефективности и свеукупног унапређења рада на производној опреми. Циљ је да се кроз обуку и постепеним активностима (корак по корак) оператер на машини оспособи да сам управља свим рутинским пословима на машини. Кроз ову обуку оператер долази до одговора на основна питања: Зашто то радим, како то да радим и како да одржавам? [4]

Циљеви аутономног одржавања [9] :

- смањење потрошње уља за 50%,
- смањење производног процеса,
- повећање употребе самог аутономног одржавања.

Циљеви аутономног одржавања могу се остварити спровођењем седам корака [2] :

1. Иницијално чишћење,
2. Спречавање контаминације,
3. Стандарди за чишћење и подмазивање,
4. Укупна инспекција,
5. Стандарди за аутономно одржавање,
6. Обезбеђење квалитета у процесу и
7. Аутономни надзор.

Иницијално чишћење представља први корак ка аутономном одржавању и циљ је да се, најчешће запуштене машине, доведу у најбоље могуће стање. Ово је најчешће кампањска акција у којој учествују сви запослени, а од производног радника се очекује, да не дозволи да машина поново постане запуштена, односно да редовно одржава чистоћу машине.

Спречавање контаминације се спроводи са циљем да се максимално скрати време које је потребно производном раднику за спровођење активности чишћења. Уколико се идентификују извори контаминације и пронађу начини да се та контаминација заустави или барем значајно умањи, радник ће релативно брзо и једноставно спровести чишћење.

Стандарде за чишћење и подмазивање је неопходно дефинисати како би се установила рутина спровођења свих неопходних активности, без могућности да нека активност буде изостављена. Поред тога, напори који се улажу у дефинисање стандарда, обухватају и активности проналажења најлакшег и набржег начина спровођења активности чишћења и подмазивања, како би производном раднику остајало што више времена за његову основну активност – производњу.

Укупна инспекција се спроводи са циљем довођења укупног стања машине на ниво који је најбржи стању нове машине. Да би ово било учињено, неопходно је да производни радник добије одговарајућу обуку, али се не ретко спровode и ситне модификације / унапређења опреме, која касније омогућавају брже, лакше и успешније одржавање опреме у најбољем могућем стању.

Стандарди за аутономно одржавање, поред раније дефинисаних стандарда за чишћење и подмазивање, обухватају и стандарде који обезбеђују континуално висок квалитет производа, безбедност на раду, дефинисан сет неопходних алата и прибора на радном месту, дефинисан сет докумената неопходних за прикупљање података за даљу анализу квалитета рада и машине.

Обезбеђење квалитета у процесу се остварује путем омогућавања производном раднику да сагледа и разуме целокупни производни процес, све кључне параметре процеса, као и начин на који он утиче на те параметре. Ово даље пружа раднику могућност да дубље анализира производни процес, лакше препозна појаву ненормалног стања у процесу и лакше дефинише мере за елиминисање таквог стања у процесу.

Аутономни надзор подразумева да је производни радник у потпуности осамостален по питању бриге о машини, тако да може да унапређује систем аутономног одржавања у складу са принципима и циљевима организације. Такође, производни радник је у овој фази у стању да преузме потпуну бригу о машини по питању елиминисања губитка, унапређење рада, као и оптимизовања свог радног места (уређење токова материјала, смањење недовршене производње, организовање алата и прибора, прикупљање неопходних података...).

7.3.3 KAIZEN

Kaizen је, без сумње, данас у светској пословној пракси један од најзначајнијих концепата операционог и логистичког менаџмента. Дефинише се као пословна и управљачка филозофија која представља постепено и континуирано унапређење (continuous improvement) начина и организације рада, квалитета рада и услуга, процеса и корпоративне културе у целини.

То је начин размишљања, иначе кованица две јапанске речи – kaі, што значи промена, и zen што значи добро. У јапанској производној и пословној филозофији постојеће стање пословних процеса се увек оцењује као " никад није довољно добро", а сва остварена унапређења морају да воде ка већем степену задовољства купаца производа.

Он означава инкрементално непрекидно и свеобухватно унапређење пословних процеса - **непрекидно** у смислу да унапређење постојећег стања процеса нема завршетка, односно да ниједан радни дан не сме да протекне без доприноса напретку и развоју компаније, а **свеобухватно** у смислу да обухвата све пословне процесе и све нивое руковођења. [2]

Kaizen политика је [5] :

1. Концепт "нула" губитака у свим подручјима рада,
2. Инсистирање на смањењу трошкова у свим ресурсима,
3. Инсистирање за побољшање ефективности целокупне ореме,
4. Коришћење анализе продуктивног одржавања као алата за уклањање губитака и
5. Једноставно управљање.

Kaizen не циља на фундаментална унапређења процеса, јер је њих јако тешко постићи него на мала, али константна унапређења. Мала унапређења која се константно дешавају, када се гледају из дужег временског аспекта постижу велике уштеде и велика побољшања у свим процесима у предузећу.

Циљ Kaizen је унапређење целог предузећа и свих процеса у предузећу. За Kaizen су одговорни сви запослени у предузећу, од топ менаџмента до радника у производњи и одржавању. Од кључног је значаја да сви запослени у предузећу схвате филозофију Kaizen-а и континуираног унапређења и свакодневно раде на елиминисању губитка и унапређења свих процеса у предузећу. [2]

Kaizen не захтева велика улагања. Користи се за смањење губитака на радном месту, који утичу на учинковитост. Kaizen алати елиминишу губитке. Ове активности нису ограничене на подручја производње и могу се имплементирати и у подручја управе. [5]

7.3.3.1 KAIZEN ДОГАЂАЈ

Kaizen Event или Kaizen догађај је тимска активност којом се већ поменути техникама брзо остварују резултати у елиминисању расипања у тачно одређеној, фокусираној области рада (радионице или погона) .

Основне фазе имплементационог процеса подразумевају [2] :

1. Дефинисање планова и припремних радњи :

Kaizen догађај обично траје од једног дана до највише једне радне недеље, а у оквиру дефинисања планова и припремних радњи неопходно је извршити [2] :

- Избор области рада

Избор области (нпр. производних линија) у којима ће се стартовати са Kaizen догађајем. За почетак не треба се усмерити на неки сувише захтеван проблем, већ на онај код којег ће резултати у кратком року бити видљиви и мерљиви.

- Избор проблема,

Елиминација расипања се може сматрати једним општим фокусом Kaizen догађаја, при чему се расипањем сматра свака операција која додаје трошкове, али не и вредност производу. У том смислу треба знати како препознати расипања, па се стога препоручује да се крене од оних расипања која су лако препознатљива попут сувишних захвата и покрета.

- Избор и припрема руководиоца тима,

Вођа тима не би требало да буде, из одабране области рада, односно било би пожељно да има одређена искуства из одабране области, али и да тренутно није непосредно ангажован у њој. Такође неопходно је и да одабрани вођа има одређена искуства као члан тима за реализацију Kaizen догађаја и искуство пројект менаџера.

- Избор чланова тима,

Сматра се да у тиму треба да буде између 6 и 12 чланова да би неопходно подржавајуће понашање руководиоца тима било ефективно. Од свих чланова два члана су из одабране области рада, а најмање половина броја чланова тима треба да буду ткз. аутсајдери , тј. ван одабране области рада.

- Припрему области рада,

Припрема области рада по активностима и временским оквирима, што спада у део одговорности руководиоца тима. Ако је област рада неуређена, тим лидер може донети одлуку да се, пре фокусирања на сам догађај, радна места уреде применом поступка 5S. Током припреме обезбеђују се и сви елементи подршке (техничка опрема, материјална средства, алати, помоћни радници итд.)

- Планирање самог Kaizen догађаја.

Датум покретања самог догађаја најчешће утврђује менаџер или технички директор фабрике, али тек по завршетку припремних активности, вођа тима је у могућности да обави детаљно планирање предстојећих активности. Овакви планови се најчешће односе на период једне радне недеље, резултат су заједничког рада координатора и вође тима и у облику су агенде са данима и сатнициом планираних активности.

2. Имплементацију догађаја у ужем смислу:

Kaizen догађај започиње увидним састанком који води координатор или вођа лидер. Том приликом се чланови тимова упознају са својим задацима и одговорностима, улогама и начином рада у тиму. Истовремено, сви чланови се упознају и са тимским ресурсима којима ће имати приступ.

У такве ресурсе спадају:

- Карте токова и процеса,
- Фотографије области рада,
- Распореди (layouts) области и фабрике,
- Карте праћења такта производње,
- Листе ангажоване радне снаге,
- Спецификације текућих проблема,
- Правилници о сигурности на раду,
- Досадашњи пројекти на унапређењу процеса,
- Основна регулатива предузећа (статут, правилници итд)

У даљем наставку догађаја чланови тимова се додатно информишу у погледу оних Kaizen техника које су у фокусу догађаја. Када је снимање постојећег стања процеса завршено, приступа се одређивању приоритета у погледу унапређења процеса. Остварени ефекти се пореде у односу на првобитно, почетно стање помоћу одређених докумената (нпр. помоћу карте комбиновања стандардног рада).

3. Презентацију и праћење резултата:

Укључује упоредне приказе старог и новог распореда радних места, видео и фотографске записе и илустрације остварених унапређења, табеле стандардног рада и капацитета, анализе трошкова и користи, итд.

Kaizen догађај се формално завршава свечаном доделом сертификата и признања члановима тимова. Остварени резултати су корисни за све наредне догађаје и њихове координаторе и вође.

7.3.4 ПЛАНИРАНЕ ИНТЕРВЕНЦИЈЕ ОДРЖАВАЊА

Планиране интервенције одржавања су усмерене ка понављајућим проблемима и циљ тих интервенција је да се установи основни узрок проблема и да се пронађе интервенција која ће елиминисати тај узрок, тако да се проблем елиминише у потпуности. [2]

Планирано одржавање интегрише одређене сегменте до сада познатих приступа који се односи на [4] :

1. Корективно одржавање,
2. Превентивно одржавање,
3. Превенцију одржавања и
4. Погодност за одржавање.

Овим се подижу напори од реакција на проактивном одржавању и обучени одржаваоци увежбавају раднике (оператере) на машини, да буду способни за боље одржавање својих машина. [9]

Политика планираног одржавања је [9] :

- постизање и одржавање расположивости машина
- оптимизација трошкова одржавања
- смањење инвентара резервних делова
- побољшање поузданости и погодности одржавања машина

Циљеви су следећи [9] :

- Нула отказа
- Побољшање поузданости и погодности одржавања за 50%
- Смањење трошкова одржавања за 20%
- Осигурање расположивости резервних делова у свако време.

7.3.5 ОДРЖАВАЊЕ КВАЛИТЕТА

Одржавање квалитета је усмерено на смањење отказа, повећање квалитета стројева и задовољење крајњег корисника. Усредсређено је на уклањање непредвиђених саставних грешака као побољшање. Запослени стичу разумевање о деловима стројева који утичу на коначни квалитет производа и концентрисани су на њих. То је прилагођавање опреме захтевима производње, а темељи се на основном концепту одржавања опреме за постизање високог квалитета производа. Захтеви се проверавају и оцењују у одређеном времену, како би се добила стандардне вредности и спречиле грешке. Мерењем вредности могу се предвидети могуће грешке које настају у производњи. [5]

Циљеви су:

- смањење дефекта за 50%
- смањење трошкова квалитета за 50%

7.3.6 ОБУКА

Иако овај стуб ТРМ-а није стављен на почетак листе, он је вероватно један од најважнијих. Без њега је апсолутно немогуће очекивати било какав дугорочан напредак (основни принцип, а и претпоставка успостављања lean-а је дугорочно размишљање).

Обука у ТРМ-у мора бити усклађена са принципима lean-а и ТРМ-а, али и прилагођена условима који владају у организацији, узимајући у обзир и могућност кадрова за усвајање нових знања. [2]

Циљ је имати обучене запослене чији је морал висок и који желе да дођу на посао и обављају задатке ефикасно и независно. Запослене треба обучавати тако док не прођу све 4 фазе вештина или способности, које су [9] :

Фаза 1. – не знам о чему је реч

Фаза 2. – знам теоретски, али не знам да применим

Фаза 3. – знам, али не бих знао да пренесем знање

Фаза 4. – зна да уради, зна да научи колегу

Политика која се своди при овом кораку би била следећа [9] :

- фокус на више знања, способности и техника
- обезбеђење окружења које доприноси обуци на основу онога што је потребно да се зна
- перманентна обука
- обука да се отклони замор запослених и обезбеди више задовољства на послу

Циљеви обуке су [9] :

- Достизање и очување нула губитака услед мањка знања и способности.
- Постизање 100% партиципације свих запослених у интересима фабрике.

7.3.7 АДМИНИСТРАЦИЈА ТРМ-а

Администрација ТРМ-а треба започети са радом након активирања четири стуба ТРМ састава (аутономно одржавање, метода Kaizen, планирано одржавање, одржавање квалитета) . Администрација ТРМ-а треба подупрети побољшања продуктивности, ефикасности административних функција, препознавања и елиминисања губитака. То укључује анализу процеса и поступка према повећању аутоматизације рада.

Бави се проблематиком дванаест највећих губитака, то су: обрада губитака, трошкови (укључујући губитак у подручјима као што су набавка, маркетинг, продаја), губитак комуникације, празан ход, губитке на почетку процеса, губитак тачности, квар опреме, пад комуникацијског састава, време утрошено на проналазак потребних информација, недоступност тачних информација о залихама, притужбе купаца, трошкови набавке.

Предност администрације ТРМ-а је креирање кадра који доводи до побољшања у смислу боље комуникације међу запосленима, за бољи рад постројења треба укључити све раднике. [5]

7.3.8 ЗДРАВЉЕ И БЕЗБЕДНОСТ НА РАДУ И ЗАШТИТА ОКОЛИНЕ

Циљеви које треба остварити су:

1. Нула несрећа
2. Нула здравственог проблема
3. Нула пожара

Циљ је стварање сигурног радног места и околине која није опасна за рад деловањем процеса или процедура. Овај стуб ће играти улогу у сваком од друга два стуба на базној основи. За подручје сигурности мора се сложити одбор који се састоји од представника службеника, као и радника. Највећу важност у одређеној радној средини има сигурност радника. Да би се створила свест међу запосленима, потребна су разна средства као што су изложени натписи о сигурности, плакати и др. [5]

7.4 ОПЕРАТИВНИ МЕХАНИЧКИ УЗРОЦИ У ТРМ ПРОЦЕСУ

У производњи се користе стројеви који су састављени од механичких делова, па су учестали проблеми [5] :

- 1) Отказ строја
- 2) Инсталација, монтирање, замена одређених делова
- 3) Празан ход строја и краћи застоји
- 4) Смањење радне брзине
- 5) Неисправни производи
- 6) Смањена искоришћеност опреме

Отказ строја

Два су основна типа отказа строја [5] :

Повремени откази су изненадни и неочекивани. Најчешће услед таквог отказа неки део строја дуже време остаје изван функције. Откази ове врсте и настали губици због њих нису чести, али су очигледни, а најчешће су резултат дотрајалости механичких или електричних компоненти строја. Превентивни поступак којим би се избегли кварови ове врсте су редовни преглед и одржавање строја (што укључује измену делова).

Учестали откази имају за резултат краће време застоја строја, али су врло чести. Они настају због грешака на строју, алатима, материјалима или због начина рада. Разлози настанка ових отказа су: прикривени, има их више, не резултирају превеликим губљењем времена по догађају, али им је тешко одредити опсег. Радници такве отказе релативно брзо могу сами поправити. [5]

Инсталација, монтирање, замена одређених делова

На другом месту је као узрок губитка наведено време које је потребно за припрему строја за следећу операцију. То је време рада претходног посла до првог доброг следећег рада. Најучинковитији систем за решавање овог губитка је развијен у Јапану и назван SMED (енгл. Single Minute Exchange of Die).

SMED се бави тиме да се што више скрати време од тренутка када је строј стао па до његовог поновног покретања. Уколико увођење овог начина може скратити време припреме строја то ће такође резултирати већом продуктивношћу. [5]

Празан ход строја и краћи застоји

На резултате пословања утичу и празан ход строја, краћи застоји, смањење радне брзине. Оперативни степен брзине је однос или разлика између максималног капацитета строја и стварне оперативне брзине. Права производна брзина је однос стварно произведене количине у расположивом времену.

До застоја строја може доћи због мањих неправилности на самом строју, неисправности инсталације опреме или због неисправности материјала с којим се ради. Најједноставније решење ових проблема је увођење аутоматске технологије као што је: аутоматска измена плоча, аутоматско прање делова строја и компјутерска контрола. [5]

Смањење радне брзине

Велики је број различитих разлога за смањење брзине строја. Ту су укључени проблеми са улазним и излазним делом строја, механички проблеми, безуспешно праћење квалитета. У настојању повећања радне брзине строја, на видело могу изаћи "скривени" проблеми које треба решити, како би се дошло до жељеног резултата. [5]

Неисправни производи

Проценат исправних производа је број квалитетно прихватљивих испоручених производа, након одстрањивања неодговарајућих производа из укупне производње. Неисправни производи укључују трошак материјала и рада, те се због тога третирају и решавају одвојено од осталих губитака. [5]

Смањена искориштеност опреме

Повезује се често са губицима у облику неисправних почетних радова. Ти такозвани "startup" губици се често прикривају или се на њих не обраћа пажња, но у коначном израчуна учинковитости они односе пристојан проценат.

7.5 МЕРА УСПЕШНОСТИ ТРМ ПРОГРАМА – ОЕЕ

Дуго година експерти "ломе копља" на тему како мерити успешност одржавања. Небројено много предлога је било и сваки је имао озбиљне недостатке, што је довело до тога да није заживео у пракси. [2]

ТРМ иде у детаљнију разраду проблема и ставља тежиште на мерења радне учинковитости строја на темељу правих максималних производних могућности. Накајима је мерио губитке у производњи настале утицајима већ наведених 6 узрока, које сматра главним разлозима. Потребно је мерити све процесе, јер сваки од њих има утицај на следећи процес и могућност доприноса производњи максималне учинковитости. [5]

Појавом ТРМ-а, појавио се још један начин за мерење успешности одржавања – Укупна ефективност опреме (енгл. ОЕЕ – Overall Equipment Efficiency).

Додуше, овај показатељ не мери само успешност одржавања, већ успешност целокупне бриге о опреми и начин коришћења те опреме.

Овај показатељ се одређује на релативно једноставан начин, и можда је то разлог зашто је постао широко коришћен у успешним светским привредним организацијама. Обухвата три величине [2] :

- Расположивост опреме А (енгл. Availability),
- Искоришћења перформанси опреме U (енгл. Performance) и
- Степена квалитета производа К (енгл. Quality)

$$OEE = A \cdot U \cdot K \quad (1)$$

$$A = \text{време у раду} / \text{укупно време} \quad (2)$$

$$U = \text{циклусно време} \cdot \text{број производа} / \text{време у раду} \cdot \text{идеално циклусно време} / \text{циклусно време} \quad (3)$$

$$K = \text{број добрих производа} / \text{укупан број производа} \quad (4)$$

На основу наведених израза, очигледно је да се ова вредност одређује релативно једноставно, односно није потребна огромна количина података да би се дошло до вредности овог показатеља.

Све три величине које чине ОЕЕ, могу имати вредност између 0 и 1. Ово има за последицу да вредност ОЕЕ јако брзо опада са опадањем вредности било које величине. Даља последица је, да је јако тешко остварити вредност ОЕЕ преко 0,85, што се често узима као гранична вредност за јако успешне организације. И поред тога веома успешне организације успевају да остваре вредности ОЕЕ преко 0,99. [2]

7.5.1 Тотална ефективност производне опреме

Последњих година се, поред укупне ефективности производне опреме (ОЕЕ), као параметар за оцену успешности пословања једног предузећа уводи још један, општији показатељ под називом **тотална ефективност производне опреме** (енгл. Total Equipment Effectiveness – TEE).

При рачунању ТЕЕ, у разматрање се узима укупно календарски доступно време, не одузимају се нерадни дани, као ни државни и верски празници. Може се израчунати помоћу израза [4] :

$$TEE = \text{корисно време у раду} / \text{укупно календарски доступно време} \cdot 100 = E/A \cdot 100\% \quad (5)$$

Помоћу овог показатеља могуће је све ове одлуке бројчано исказати и преко овог параметра (ТЕЕ) пратити ефективност предузећа. Ово је и један од разлога зашто је мноштво светских фирми почело да прати баш овај показатељ и управља њиме.

Предност овог показатеља је у томе што се могу пратити унапређења и планови спроведени од стране менаџмента, односно управе предузећа. Врло лако се може уочити да ли је унапређење спроведено у пракси стварно побољшало производњу, односно унапредило ефективност или не. [4]

7.6 КОРИСТИ ОД ИМПЛЕМЕНТАЦИЈЕ TPM – а

TPM као и сваки други "алат", доноси корист само ако се правилно имплементира и доследно спроводи. На жалост "имитирање" успостављеног система неће донети никакву корист, чак се може и догодити да се оствари и "негативан напредак".

Стога је од кључне важности доследно усвојити савки од принципа и придржавати га се у свакој ситуацији. Ово најчешће подразумева потпуну промену културе организације, што може довести до ситуације да неки запослени не могу да се уклопе у нови начин рада. [2]

Ако се имплементација TPM – а спроведе у потпуности у складу са принципима, могуће је остварити резултате, као ови који су представљени у наредној листи [2] :

- Број отказа "пао" са 1000 на 20 месечно,
- Повећање степена искоришћења опреме за 50%,
- Рекламације купаца опале за 75%,
- Трошкови одржавања опали за 30%,
- Залихе резервних делова смањене на половину,
- Продуктивност порасла за 50%...

Наведени резултати су довољно примамљиви да свака организација донесе одлуку о почетку имплементације TPM – а, иако то захтева улагање озбиљних напора и велику стрпљивост. [2]

Кључни фактори успеха

Фактор који при имплементацији TPM – а игра најважнију улогу је истинска посвећеност менаџмента успешности компаније, те у вези с тиме и успешности имплементације самог TPM – а. [10]

Остали битни фактори су [10] :

- Тимски приступ током целог процеса развоја и имплементације,
- Ентузијазам и вештине "team building - а" које поседује водитељ пројекта,
- Јасно дефинисана методологија,
- Комуникација између одржавања и оперативе, поготово по питањима "како" опрема ради, те "како" је одржати радно ефикасном,
- Механизам који ће ојачати позитивно мишљење и резултате.

7.7 ПРОБЛЕМИ ИМПЛЕМЕНТАЦИЈЕ ТРМ - а

Много покушаја имплементације ТРМ – а резултира неуспехом. Разлога за неуспех има пуно попут, недостатака разумевања утицаја ТРМ –а, без подршке управе нема ни резултата, недовољно информисаних запослених о ТРМ – у, синдикални отпор настао због непознавања ТРМ – а и његових могућности и циљева, недостатак упорности и мотивације, лоше развијена стратегија, односно крив приступ имплементацији.

ТРМ је велика промена у предузећу па може имати утицаја на структуру предузећа, на поделе одговорности запослених, начин функционисања самог производног процеса, итд. [11]

Препреке при успешној имплементацији ТРМ – а [11]:

- Подцењивање задатка
- Недостатак опште сагласности у предузећу
- Подцењивање важности знања
- Комплексност квари учинак
- Недостижна и нејасна очекивања
- Страст
- Предузимљиви запослени
- Занемаривање основа

8.0 ПРОБЛЕМИ КОД ОДАБИРА ОДРЖАВАЊА

Након прегледа различитих приступа поставља се питање шта изабрати за одређено предузеће као најбољи облик одржавања. При доношењу одлуке треба знати прецизно одредити основни циљ одржавања.

Осим циља одржавања, јавља се проблем у одређивању најважнијих утицајних елемената за дефинисање стратегије. Потребно је дефинисати показатеље учинковитости, чија процена често ствара проблеме јер се може спровести на различите начине. [11]

Елементи који утичу на избор стратегије одржавања [11] :

1. Финансијска средства
2. Зконитост производно – технолошког процеса
3. Пласман производа и услуга на тржиште (различита динамика испоруке)
4. Рад у више смена (немогућност организовања радова одржавања јер постројење ради у три смене)
5. Локација фабрике (у већем индустријском центру или провинцији)
6. Врста и квалитет кадрова
7. Инсталирана опрема (прописи и препоруке произвођача).

Број критеријума код избора стратегије одржавања је јако велик, што представља проблем приликом рангирања критеријума по важности тј. додељивања тежина поједином утицајном елементу.

Осим великог броја критеријума при одабиру, постоји и велики број стратегија тј. алтернатива, самим тиме, менаџер који одабере могуће алтернативе, може направити грешку при одабиру.

Укупна стратегија одржавања се заснива на "знању о стању" техничког система. При томе се координација између краткорочног и дугорочног одржавања појављује као један од критеријума за избор стратегије, уз појаву сложених финансијских трансакција које се јављају код одржавања појединих технолошких целина. У овим саставима оптимални распоред одржавања повећава њихову поузданост, смањује погонске трошкове и доводи до уштеда у капиталним улагањима у нове погоне. Проблем одабира стратегија спада у вишекритеријални проблем, јер је приликом одабира стратегије у обзир треба узети пуно различитих критеријума. [11]

8.1 ВИШЕКРИТЕРИЈАЛНО ОДЛУЧИВАЊЕ

Представља доношење одлуке када је присутно више критеријума, који су често супростављени. У пословном свету, проблеми вишекритеријалног одлучивања могу бити јако комплексни. Проблем комплексности није само у томе што постоји пуно различитих критеријума, обзиром да неки критеријуми могу тежити једној алтернативи, како би се добило оптимално решење, све алтернативе морају имати заједничке критеријуме које ће довести до боље одлуке. [11]

Главни циљ метода вишекритеријалног одлучивања је подупрети доносиоца одлука када постоји велики избор алтернатива за проблем који је потребно решити. Решење проблема се може тумачити на различите начине. Може представљати одабир најбољег од разних понуђених алтернатива, где се најбоља може тумачити као најпожељнија алтернатива доносиоца одлука. [11]

Општа подела метода вишекритеријалног одлучивања не постоји, већ се оне обично деле према неким критеријумима. [11]

Према литератури то су [11] :

- **TOPSIS** - (енгл. Technique for Order of Preference by Similarity to ideal Solution)
- **DEA** - (енгл. Data Envelopment Analysis)
- **AHP** - (енгл. Analytic Hierarchy Process)
- **ANP** - (енгл. Analytic Network Process)
- **AIRM** - (енгл. Agregated Indices Randomization Method)
- **ELECTRE** – (енгл. Elimination Et Choix Traduisant ala REalite)
- **ER** – (енгл. Evidential Reasoning Approach)
- **OCRA** – (енгл. Operational Competitiveness Rating Analysis)
- **WPM** – (енгл. Weighted Product Model)
- **GRA** – (енгл. Grey Relational Analysis)
- **SMART** – (енгл. Simple Multi-Attribute Rating Technique)
- **PROMETHEE** – (енгл. Preference Ranking Organization METHods for Evalution)

Кораци при избору стратегије одржавања [11] :

1. *Формирање тима стручњака* – Сврха је установити и проучити тренутне проблеме и њихов утицај на пословање фабрике. У овом случају формира се пројектни тим, њега обично чине менаџери и инжењери.
2. *Дефинисати циљ и сврху* – Циљ је проценити и изабрати најприкладнији приступ/политику одржавања за машину која се проучава.
3. *Идентификација критеријума и подкритеријума за одабир стратегије одржавања* – У овом кораку идентификују се кључни критеријуми и подкритеријуми за одабир стратегије одржавања. Неки од могућих критеријума су:
 - Трошкови
 - Распоживост
 - Поузданост

- Укупна учинковитост опреме
 - Број несрећа
 - Број HSE приговора
 - Доступност резервних делова
 - Потребне инвестиције
 - Додатна вредност
 - Локација одржавања
 - Доступност делова
 - Тренинг запослених
 - Ниво едукације радника
 - Средње време између отказа
 - Периоди гаранције
 - Вештина запослених
 - Сигурност запослених
 - Број дана у погону
 - Ниво едукације радника
 - Подршка компаније
 - Прихватање радника
 - Углед
 - Квалитет
 - Профит
 - Искуство (у одржавању)
 - Број покренутих правних случајева
4. *Установити алтернативне приступе одржавању* – Неке стратегије одржавања можда нису прихватљиве за сваку компанију. Одабир алтернатива такође може бити решен искуством оних који одлучују о алтернативама, тј. искуством инжењера и стручњака.
 5. *Конструисати хијерархијски оквир за анализу* – Највиши ниво хијерархије представља дефинисани циљ, док други ниво хијерархије садржи главне критеријуме одржавања. Критеријуми се разлажу у разне подкритеријуме. Најнижи ниво хијерархије представља алтернативне приступе/политике одржавању.
 6. *Скупити емпиријске податке и информације* – Укључује формирање тима проценитеља. Стручњаци с искуством у одржавању и индустрији потребни су због процењивања тежина одабраних критеријума и подкритеријума.
 7. *Направити парну компарацију за сваки ниво критеријума и подкритеријума* – Парна компарација се спроводи између критеријума и подкритеријума на темељу скале коју предлаже Saaty. Сврха те скале је да установи колико пута је један елемент битнији од другог елемента поштујући критеријуме и својства у односу на оно што су компарирани.
 8. *Направити тест конзистентности* – Овај корак проучава да ли су два пара критеријума конзистентна или не. Иначе је однос конзистентности коришћен да би се проверило да ли се критеријум може користити у

одлучивању. Препоручује се да однос конзистентности буде испод 10%. У супротном, ако је однос конзистентности изнад 10%, требао би се истражити потенцијални узрок.

9. *Израчунати општу тежину сваког критеријума и подкритеријума* – Овај корак укључује калкулацију локалних и глобалних значаја. Док се локални значај односи на хијерархијски ниво, глобално значење узима у обзир највиши хијерархијски ниво.
10. *Синтеза резултата* – Да би се добили коначни резултати, све друге алтернативе помноже се с глобалним значењем задатог јединственог критеријума.
11. *Анализа осетљивости* – Анализа осетљивости се спроводи с циљем да се види у којој мери промене улазних података утичу на промене излазних резултата.
12. *Коначни поредак предложених алтернатива* – Узевши у обзир резултате десетог и једанаестог корака, може се установити коначно решење. Према томе, узевши у обзир зацртане циљеве модела, добије се најприхватљивија стратегија одржавања. [11]

9.0 ЗАКЉУЧАК

Живимо у времену у којем се све константно мења, а одржавање можда више него било која друга дисциплина. Појављују се нове технологије, нови технички системи, за које су неопходни савремени концепти одржавања. Променом концепта одржавања с традиционалног на савремено долази до побољшавања успешности унутар предузећа које је такву промену увело.

Савремене стратегије одржавања карактеришу одређивање дугорочних циљева, прилагођавање система стратегијским циљевима, успешнија интеграција основне делатности компаније и одржавања, релација тимског рада и учења. Постоји велики број стратегија одржавања, које једно предузеће може применити, али постоји проблем код одабира праве стратегије. У овом раду је описано целокупно тотално продуктивно одржавање, са свим његовим предностима и недостацима.

ТРМ се може применити у различите врсте компанија и у свако одељење дотичне компаније. Треба се уводити у фазама и систематично. Постоје чињенице које чине имплементацију ТРМ-а једноставнијом, на пример ентузијазам руководиоца на инвестирању у ТРМ, као и шири буџет фирме са снагом да покрене ТРМ активности итд.

Неке компаније ТРМ примењују да би преживеле, а друге да би биле светски лидери на тржишту. Компаније које уводе ТРМ обично користе базични ЈРМ концепт, али га прилагођавају својој компанији и својим циљевима.

Утисци у компанијама које су примениле ТРМ је да су чисте, ефикасне, без отпада и да раде у високом квалитету производе, са јако мало застоја и у доброј радној околини. ТРМ је врло добар алат у достизању сета циљева као што су рад без дефекта, без застоја и смањење трошкова.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Seiichi Nakajima; Introduction to TPM; Tokyo; 1984
- [2] Иван Бекер, Слободан Морача, Милован Лазаревић, Драгољуб Шевић, Здравко Тешић, Александар Рикаловић, Владан Радловачки; LEAN sistem; Нови Сад 2014
- [3] Професор др Живослав Адамовић, Мр Горан Несторовић, Мр Милета Радојевић, Мр Љубивоје Пауновић ; Менаџмент индустријског одржавања ; Универзитет у Новом Саду Технички факултет "Михајло Пупин" Зрењанин, 2008.година
- [4] Материјал са предавања, Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу, 2016
- [5] http://eprints.grf.unizg.hr/1183/1/DB01_%C5%A0kreblin_Branimir.pdf (приступ: 13.03.2016)
- [6] <http://www.fgstivat.me/predavanja3god/EKOLOGIJA%20I%20ODRZAVANJE%20JAHITI-Tema%201.pdf> (приступ: 13.03.2016)
- [7] <http://www.iim.ftn.uns.ac.rs/kel/attachments/category/10/Nastava%2001%20-%20Tendencije%20tekst.pdf> (приступ: 13.03.2016)
- [8] <http://www.odrzavanje.unze.ba/zbornici/2014/012-O14-049.pdf> (приступ: 13.03.2016)
- [9] <http://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/1451-1975/2004/1451-19750402062C.pdf> (приступ: 13.03.2016)
- [10] <http://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/0042-8469/2003/0042-84690306537S.pdf> (приступ 15.04.2016)
- [11] http://repozitorij.fsb.hr/4609/1/Maja%C4%8Da_2015_diplomski_rad.pdf (приступ 10.05.2016)
- [12] https://www.google.rs/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwajbWgpIfNAhUGPRQKHTQ6AiwQFggMAM&url=http%3A%2F%2Fpredmet.singidunum.ac.rs%2Fpluginfile.php%2F3949%2Fmod_folder%2Fcontent%2F0%2FI_Odrzavanje_Teh_postupci_PP.ppt%3Fforcedownload%3D1&usg=AFQjCN GhTLX-8jfcDHykccT5vOfQ6HM5PQ&bvm=bv.123325700,d.bGs (приступ 10.05.2016)
- [13] <http://www.rgf.bg.ac.rs/predmet/RO/VIII%20semestar/Odrzavanje%20rudarskih%20masina/Predavanja/5.Predavanje.pdf> (приступ 15.05.2016)
- [14] http://www.rgf.rs/predmet/RO/VII%20semestar/Eksploatacija%20i%20odrzavanje%20gasovodnih%20sistema/Predavanja/EiOGasS_4.pdf (приступ 15.05.2016)

