

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Производно машинство

Предмет: Одржавање техничких система

Број индекса: 328/2010

Милан М. Раденковић

Унапређење функције одржавања кроз увођење концепта *Lean/ TPM*

у компанији Rapp Hydema AS

Мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. др Иван Мачужић

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ

ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА У КРАГУЈЕВЦУ

Катедра за: ПРОИЗВОДНО МАШИНСТВО

Предмет: **Одржавање техничких система**

МАСТЕР РАД

са темом:

Унапређење функције одржавања кроз увођење концепта *Lean/ TPM*

у компанији Rapp Hydema AS

Кандидат: Раденковић Милан, број индекса 328/2010

Концепт тоталног продуктивног одржавања (*TPM*) представља познати и признати јапански модел за организацију функције одржавања у предузећима, који је послужио као основ за дефинисање најразвијенијих и најзахтевнијих концепта управљања производњом уопште (*„Lean“*, *WCM* и *Six Sigma*). Концепт *TPM* потенцира приступ базиран на континуираном побољшању и унапређењу ефективности производне опреме (као комбинације расположивости опреме, искоришћења њених перформанси и нивоа квалитета производа) кроз спровођење јасно одређених активности одржавања.

У оквиру овог рада кандидат треба да припреми и и прикаже краћи теоријски осврт на концепт *Lean* производње, укључујући и основне алате које *lean* производња користи, са нагласком на тотално продуктивно одржавање.

У другом, практичном делу рада потребно је да кандидат сагледа и идентификује примењене методе одржавања, активности, људске и материјалне потенцијале у оквиру једне фабрике из система *RAPP Group* и да дефинише могућности и конкретне предлоге за побољшања и унапређења функције одржавања у складу са препорукама концепта *Lean/TPM*.

Препоручена литература:

1. Seiichi Nakajima, Introduction to TPM, Productivity Press, Cambridge, 1988.
2. Richard Palmer, Maintenance Planning and scheduling handbook, McGraw-Hill, 2010.
3. James Womack and Daniel Jones, Lean thinking, Free Press, New York, 2003.

Предметни наставник:

Проф. др Иван Мачужић

Крагујевац, 2012. год.

Резиме

У овом раду представљене су идеје које би унапредиле функцију одржавања кроз увођење концепта *Lean/TPM* у компанију Rapp Hydema AS. Објашњен је концепт *lean* производње и сви алати које ова метода организације и одржавања компаније користи. На основу овог рада могуће је сазнати о свим карактеристикама алата који се користе и њиховим предностима, а нагласак је на тотално продуктивном одржавању које је представљено у потпуности.

Кључне речи: *Lean* производња, ТПО, Тотално Продуктивно Одржавање

Abstract

In this master thesis are presented ideas which will improve function of maintenance through implementing concept of *Lean/TPM* in company Rapp Hydema AS. It is defined concept of lean manufacturing and all tools which this method of organization and maintenance of companies use. Base on this master thesis it is possible to find out about all characteristics that this method use and its advantages, and accent is on Total Productive Maintenance which is completely described.

Keywords: Lean Manufacturing, TPM, Total Productive Maintenance

Садржај:

1. Уводно разматрање.....	3
2. Lean производња.....	4
2.1. Концепти <i>lean</i> производње.....	6
2.2. Технике и алати lean производње.....	9
2.2.1. <i>Just In Time</i> – У право време.....	9
2.2.2. <i>Jidoka</i>	10
2.2.3. <i>Andon</i>	11
2.2.4. <i>Visual Management</i> - Визуелно управљање.....	12
2.2.5. <i>Total Productive Maintenance</i>	15
2.2.6. <i>Single Minute Exchange of Dies</i>	16
2.2.7. <i>3P, Production Priperation Proces</i>	17
2.2.8. <i>Kanban</i>	18
2.2.9. <i>5S</i>	20
3. <i>Total productive maintenance</i> – Тотално продуктивно одржавање.....	24
3.1. Историја <i>TPM</i> -а.....	26
3.2. Стубови <i>TPM</i> -а.....	27
3.3. Искоришћеност опреме.....	31
3.4. Организација за <i>TPM</i> имплементацију и имплементација <i>TPM</i> -а.....	32
3.5. Критеријуми успешности за <i>TPM</i> имплементацију.....	45
4. Предлози идеја за имплементацију у компанији <i>RAPP HYDEMA</i>	47
4.1. Компанија <i>Rapp Marine Group</i>	47
4.2. <i>5S</i>	49
4.3. Визуелни менаџмент.....	53
4.4. <i>Kaizen</i>	54
4.5. Активности малих група у компанији.....	56
4.6. Предлог служби одржавања за праћење стања опреме.....	59
4.6.1. Вибродијагностика.....	60
4.6.2. Анализа уља за подмазивање.....	61
4.6.3. Инфрацрвена термографија.....	62
4.6.4. Бука.....	65
5. Закључак.....	66
6. Литература.....	67

1. Уводна разматрања

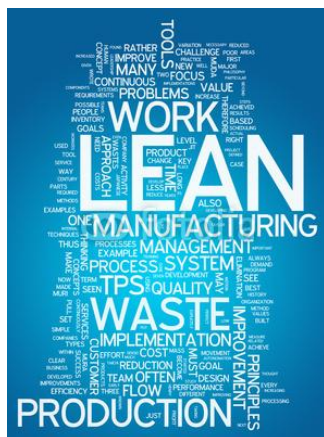
Жеља сваке компаније је да свој производ пласира на тржиште са ценом која у што већој мери превазилази трошкове производње. Постићи профит, односно разлику између продајне и производне цене производа, није ни мало лако и на то утиче велики број фактора, од избора материјала, људи, машина алата и тако даље. Данас опстанак једне компаније на тржишту зависи од њене могућности да се прилагоди брзим променама и унапређењу себе и својих производа. Стално се развијају начини и процеси који подстичу константна унапређења пре свега квалитета, али и цене и продуктивности. Сваким даном се све више и више тежи да напредак једне компаније и производа буде већи од напредка супарничке компаније. Уколико се унапређење не спроводи довољно брзо сам производ неће гарантовати профит, а самим тим и опстанак компаније на тржишту. Производне компаније морају да се фокусирају на смањење и елиминацију свих непотребних трошкова везаних за производ и време производње, како би остале конкурентне на тржишту. Тако се све више пажње посвећује производним линијама и њиховом ефикасном функционисању, јер оне представљају срце компаније, а унапређење производне линије представља унапређење компаније.

Током година развијају се разне производне технике које имају за циљ повећање свеукупне ефикасности опреме. Неке захтевеју дугогодишњи рад и садрже многобројне компоненте којих се компаније морају придржавати како би достигле жељени циљ. Једна од најважнијих ствари на које компанија мора да усмери своју пажњу је процес одржавања, како би ефективност свог предузећа подигли или барем задржали на истом нивоу. Иако већина компанија сматра да одржавање представља непотребно улагање, велики трошак, непотребно зло, одржавање је неопходно у циљу унапређења производног процеса. Без система одржавања настаје постепени хаос из ког нема излаза и тоне се све дубље и дубље. Нема унапређивања производног процеса, нема нових идеја, а самим тим нема ни опстанка компаније на светском тржишту. Овакве производне технике омогућавају да сам рад буде на задовољавајућем нивоу и да радници који га обављају буду задовољни.

У принципе које свака од производних техника треба да садржи су развијање и стабилизација животног века производног алата а самим тим и смањење броја дефеката. Те стандарде треба повећати у циљу оптимизовања могућности компаније и продужења времена између неопходних интервенција особља. Како би се све ово спровело у дело, није могуће укључити само раднике из одржавања већ све запослене, тако да основне активности одржавања треба пребацити на раднике у производњи, како би били у бољој интеракцији са машином за којом раде, а самим тим и са целокупним производним процесом. Наравно, не сме се изоставити ни константно унапређење система одржавања, како би одржавање успело да испрати сва унапређења перформанси самог процеса. Једна од најважнијих ствари је повећање поузданости технологије којом компанија располаже у циљу довођења опреме, технологије, под контролу. Наког повећања поузданости расположиве технологије потребно је смањити производне дефекте који значајно утичу на ефективност компаније. У овом раду биће описане неке од филозофија организовања и одржавања целокупних компанија.

2. Lean proizvodnja

Lean представља филозофију нула отпада. То је филозофија стотине малих унапређења сваког дана а не само једног огромног унапређења које ће довести до великих промена али само једном, после чега ће се годинама на то заборавити. Фокусира се како на огромне детаље, проблеме, тако и на оне ситне, на први поглед небитне, али које ипак утичу на производњу. Концепт је осмишљен тако да узима у обзир ширу слику компаније, тако да на пример уколико се унапреди једна мала ствар на производној линији, није битно само то унапређење него се гледа целокупна слика, колико је то унапређење допринело побољшању целокупне производње.



Слика 1. *Lean Manufacturing*

Циљ *lean* производње није да запослене учини ефикаснијим него што јесу. Анализом свих детаља и активности које се спроводе током процеса производње неког дела, *lean*-ом се елиминишу све непотребне активности, што омогућава запосленима да посвете већи део радног времена активностима које знатно утичу на производни процес. Резултат свега овога биће повећана производња, односно већи прој произведених производа, што повлачи да компанија добија више новца од купаца, клијената, са истим нивоом расположивих ресурса. Тако се овај начин унапређења компаније не може назвати унапређењем ефикасности запослених, већ повећањем ефикасности самог процеса производње, што резултује значајно повећање профита компаније.

Lean производња неће утицати на бржи рад запослених, чак напротив, како се елиминишу непотребне активности, у неким случајевима могу радити спорије. То проузрокује додавање многих потребних, корисних активности које у знатној мери утичу да се производ уради из првог пута, да се елиминише сав додатни трошак зарад квалитета производа, разне преправке, враћања производа услед гаранције. Када се све ово погледа у целини, трошак које ове активности изазивају уопште није мали, тако да се елиминацијом ових активности повећава профит компаније у будућности.



Слика 2.

Прихватањем *lean* производње смањује се инвентар, повећава продаја производа остварена по једном раднику, елиминишу проблеми и трошкови везани за лош квалитет производа, и повећава број задовољних купаца, односно клијената компаније, до невиђених висина. Ово омогућава снижење цене производа или просто само већи профит компанији уколико се задржи иста цена. Пошто је светско тржиште веома конкурентно а сами купци, клијенти, веома захтевни, потребно је привући купца, клијента, да изабере баш вашу компанију. Једини начин да се стекне већи обим продаје је да преузмете купца, клијента, од ваше конкуренције. Обезбеђивањем већег броја купаца, односно клијената, за компанију аутоматски значи и повећање профита. Велика гешка је, у циљу повећања профита отпустити један део запослених и на тај начин умањити трошкове производње. При сваком отпуштању запослених у компанији морал оних који су остали у компанији опада, ово утиче на перформансе а самим тим и компанија слаби. Профит који се остварује на овај начин је илузија, штеди се на трошковима производње и то је повећање профита у врло кратком периоду, али на дуге стазе представља чист губитак и није добра стратегија коју треба примењивати. Како би компанија постала велика и јака, да би остала конкурентна на светском тржишту, потребно је примењивати стратегију раста. Обезбеђивањем већег броја купаца, клијената за компанију, компанија постаје јача и на крају се повећава број запослених. Повећањем запослених у овом случају знатно се повећава и профит.



Слика 3.

Lean филозофија се не односи само на запослене у производњи, обухвата целокупну компанију. *Lean* обухвата све запослене јер сви запослени долазе на посао и врше одређене активности, тако да унапређењем тих активности унапређује се и компанија. Тако да се *lean* не односи само на производњу. Најважније питање код сваког посла у компанији, код сваке активности коју запослени спроводи је да ли је активност која се спроводи права, да ли доприноси да се производ отпреми клијенту на време, односно у најкраћем могућем року.

2.1. Концепти *lean* производње

Један од концепта помоћу кога можемо дефинисати *lean* је концепт вредности, *value*. Насупрот економском погледу на концепт вредности, у *lean*-у се вредност дефинише преко купца, клијента. Уколико је производ оцењен од стране купца, клијента негативно, више није битно колика је економска цена производа, тај производ неће бити конкурентан на светском тржишту и компанија ће губити новац на њему или барем неће остварити жељени профит. Такође, овај концепт можемо посматрати и из угла активности које повећавају вредност производа у односу на купца, клијента и активности које не повећавају. Активности које повећавају вредност производа су на пример активности трансформације или испоруке производа, које у очима купца, потрошача, чине да целокупан производ буде потпун. У односу на ове активности постоје и активности које се спровode али не утичу на повећање вредности производа у односу на купца, клијента. Ово се односи на активности које одузимају време (рошкове људских ресурса), на материјал и/или сам простор (хале компаније) које не утичу директно на производ и на његов изглед, гледано у односу на купца, клијента.

Други кључни концепт *lean*-а је да се гледа целокупна слика система приликом процењивања посла компаније, *the value stream*. Ово обухвата читав низ активности, почевши од потписивања уговора са купцем, клијентом, па до примања новца за производ који је испоручен. Овај приступ анализирања посла компаније омогућава другачији поглед на то где су могућности за унапређење и који су то начини да се компанија унапреди. Као што се активности не могу прецизно проценити и не могу се њима прецизно управљати, активности које су неопходне како се се произвео део, наруџбина и производња специјалног дела се не могу прецизно идентификовати, анализирати, не могу бити свеукупно оспораване или унапређене, све у свему не могу бити савршене. Гледајући целокупну слику, као што је већ напоменуто, све активности можемо поделити на активности које тренутно имају вредност посматрано од стране купца, активности које немају вредност од стране купца али су тренутно неопходне тако да још увек не могу бити елиминисане и на активности које не стварају вредност гледано од стране купца и према томе могу бити елиминисане моментално. Када се анализира целокупна слика система компаније прво се елиминишу активности које немају вредност за купца и које не утичу на сам производ и могуће их је одмах одстранити, помоћу осталих принципа *lean*-а унапређују се преостале активности тако да се повећава вредност производа посматрана од стране купца.

Након овога ту су концепти тока и користи, *flow and pull*. Концепт тока, *flow*, се у реалности односи на непрекидни редослед активности током процеса, без застоја и без ометања. Концепт повлачења, *pull*, односи се на то да се активности спровode баш у тренутку када и треба да буду спроведене, не пре тога. Концепт тока, *flow*, мења целокупан производни

процес који се спроводио пре него што је убачено размишљање о кључним корацима који су потребни да би посао био завршен константном брзином, без непотребних активности, без прекидања, без преправки. Овај концепт мења све, почевши од тога како раде запослени заједно, које алате користе, унапређује алате уколико је то потребно и тако даље. Међутим, имплементирање овог концепта није ни мало лако, није лако да све тече глатко и аутоматски. Највећи проблем овог корака је прикривена вредност, вредност производа посматрана од стране купца која се не види одмах у старту, што представља велики проблем врху компаније која имплементира овај концепт. Међутим, чим менаџери, врх компаније почне да увиђа добробити овог концепта, односно повећање вредности производа у доносу на купца, све иде много лакше. Овим концептом се активности потребне да се заврши одређени посао могу смањити чак за половину, односно значајно убрзати сам процес производње. Овај концепт се имплементира кроз три корака. Први корак је фокусирање на сам производ, на специфични дизајн, облик, наруџбину, и пратити га од почетка па до самог комплетирања производа, односно слања купцу. Наравно, пре овога је потребно да производ има дефинисану вредност и да целокупне активности пословања компаније буду анализирани. У другом кораку је потребно да се не придаје посебан значај традиционалном начину обављања посла, уколико није потребно не би требало организовати посао по различитим одељењима, избацити послове који нису потребни, требало би организовати посао тако да се прилагоди производу. У трећем кораку потребно је осмислити нове начине обављања посла и применити их, елиминисати непотребне алате и операције, све застоје у циљу уклањања негативних активности које се спроводе и омогућавања континуиране производње датог производа. У суштини, сва ова три корака потребно је спровести у исто време, јер је потребно оставити стари систем рада и осмислити и почети рад са новим системом који је ефикаснији. *Lean* приступ у основи ствара стварно посвећене тимове са свим потребним вештинама како би се на најефикаснији начин направио производ. Концепт користи, *pull*, у основи значи да производ, добро, услуга не треба бити направљена док то сам купац, клијент не затражи, а то је веома компликовано али изводљиво.



Слика 4. Шест највећих губитака у производњи

Кључни концепт *lean* филозофије је континуирана елиминација отпада, *elimination of waste*. Отпад се у овом случају посматра као лоше активности које не доприносе побољшању производа. Овим се стопирају лоше активности и ресурси се пребацују на оне потребне активности у циљу побољшања профитабилности. Ово не значи да запослени губе посао смањивањем активности, већ да се истом количином расположивих ресурса, спровођењем других активности, производи већа количина робе. Ово условљава повећање морала у компанији, пошто запослени не брину о свом послу, што даље условљава задовољног купца, који добија на време квалитетан производ, што на крају условљава ширење компаније, одрживост на тржишту и велику профитабилност. По *lean* филозофији постоји неколико категорија отпада и у њих спадају непотребни инвентар, вишак произведене робе, транспорт, активности које изазову рекламацију производа, застој, непотребно кретање, слика 4.

Ове активности немају никакву вредност и не доприносе побољшању производа са ставновиштва купца. То су активности које не носе никакву вредност гледано од стране купца. Као што само име и каже, непотребни инвентар је онај инвентар који није потребан. Уколико инвентар само стоји у компанији неко време а да нико на њему не ради он је непотребан. Транспорт представља померање ствари са једног места на друго и то је нешто што се дешава редовно у производним компанијама. Компаније губе доста новца финансирајући активности које се баве транспортом. То је зато што се сваки запослени плаћа али тај запослени не ради на самом производу који доноси новац компанији већ на транспорту што представља чист губитак. Рекламације за сваку компанију представљају засташујући трошак, јер изискују дораду производа, или чак у неким случајевима замену. Ове активности уопште не доносе новац чак напротив представљају велики трошак. Такође, непотребно кретање представља отпад и оно се односи на запослене и на зону у којој врше свој посао. Сва непотребна кретања, претерано ходање до дела, савијање, подизање делова, може да изазове разне повреде и трошкове везане за ергономска питања. Све ове категорије губитака повећавају цену производа и смањују профитабилност спроведених активности.

Како би се ови принципи, концепти *lean*-а спровели у дело, потребно је да имплементирање ових идеја крене од самог врха, од водећег менаџмента компаније и морају бити прихваћени од свих појединаца унутар компаније. Како организација, компанија, почиње тачно да карактерише вредност, *value*, производа, и како се идентификује целокупна слика активности приликом процењивања посла компаније, *value stream*, константно, и пусти да сам купац, клијент, види корисност произведеног дела, нешто чудно почиње да се дешава. То подстиче оне који су умешани у тај целокупни процес да бескрајно унапређују производњу, исправљају и допуњују активности које се спроводе, смањују цену производње до оне цене која је приступачна купцу. Одједном, савршенство, *perfection*, пети принцип, концепт, *lean* филозофије не изгледа тако далеко, тако чудна и неизводљива идеја, већ врло опипљив циљ који је могуће постићи. Најбољи подстицај достизању овог савршенства је транспарентност *lean*-а. Све је јасно и визуелно представљено сваком запосленом, тако да сваки запослени види спроведене активности и може предложити нова унапређења и наћи нове начине да се оствари права вредност производа. Постављање савршенства као крајње границе је веома корисно и помаже нам да постигнемо више него што би се постигло у другом случају.

2.2. Технике и алати *lean* производње

2.2.1. *Just In Time* – Тачно у право време

Lean садржи доста техника које имају за циљ смањење трошкова производње. Као што је већ напоменуто, метод за смањење трошкова је елиминација отпада. Овај систем елиминације отпада садржи два стуба, *pillar*-а. Први стуб, *pillar*, је *JIT (Just In Time)*, слика 5.



Слика 5. *Just In Time* производња

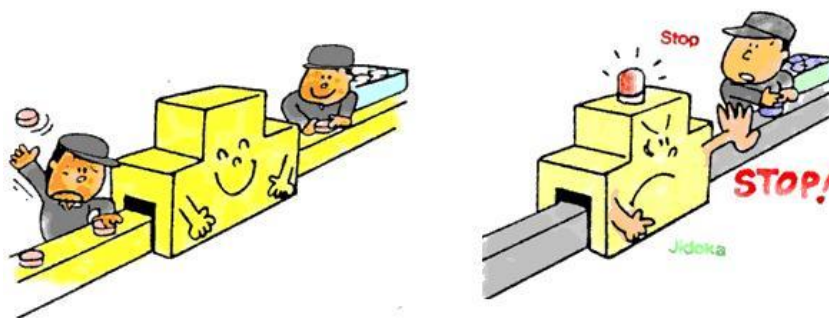
Ово је техника којом се допрема тачна количина у тачно одређено време и на тачно одређену локацију. *JIT* не представља само прост систем контроле инвентара. Компаније набављају материјал и производе онолико робе колико се тренутно тражи од стране купаца, клијената. Међутим, традиционално производне компаније складиште доста метаријала, који може да се подели у три класе, сирови материјал, материјал у раду и обрађени материјал. Овакав начин производње је био неопходан у циљу континуиране производње, у случају непредвиђених застоја, дефеката, компанија и даље има у складишту довољну количину производа која је потребна купцима. Складиште сировог материјала омогућује осигурање да производни процес неће бити у застоју уколико добављач закасни са испоруком. Материјал у раду се складишти уколико дође до застоја машина, услед дефеката или одржавања. Обрађени материјал, готови производи, се складиште уколико дође до непредвиђених захтева на тржишту. Овакав начин складиштења обезбеђује заштиту од непредвиђених ситуација али има и огромне трошкове. Уколико се обезбеде идеални услови, компанија која послује са *Just In Time* производним системом набавља само онолико материјала који испуњава дневне потребе. Чак шта више, на крају дана компанија неће имати материјал у раду, сав обрађени материјал, готова роба, одмах по завршетку, истог тренутка се шаље купцима, клијентима. Ова техника се контролише *lean* концептом користи, *pull*-ом. Од завршне линије монтаже шаље се информација претходној линији, операцији, колико ће делова, материјала, у следећих неколико часова бити потребно како би одређена количина делова била склопљена, која је потребна да испуни захтеве купаца. Исто као на завршној линији монтаже, тако и на предходним линијама

шаљу се информације о количини потребних делова, материјала све до самог добављача сировог материјала. У *Just In Time* производњи ништа се не производи уколико се не добије информација да је то потребно купцу. Предности *Just In Time* технологије, производње су:

- средства која су заробљена у складиштима могу се користити за нешто друго,
- складишта која су предходно коришћена за складиштење производа могу се употребити за производњу или за повећање продуктивности и ефикасности компаније на други начин,
- интеракција између компаније и купаца је знатно убрзана, и
- број дефеката је смањен, што резултује мање отпада и веће задовољење купаца, клијената.

2.2.2. *Jidoka*

Други стуб елиминације отпада у *lean*-у је *jidoka*, слика 6. *Jidoka* представља серију културних и техничких питања која се односе и на машине и на запослене. Технички, *jidoka* користи стратегије као што је *roka-yoke* и *andons*. Ово је концепт по коме лоши делови не могу да пређу на следећи корак у производњи и потребан је како би се купац заштитио и како би се смањили трошкови. Може се рећи да је то принцип заустављања рада уколико се грешка догоди, то је аутоматизација производње али са људским додиром. Сваки пут када се детектује неко абнормално стање, дефект, након заустављања врше се поправке насталих дефеката и све контра мере како не би дошло до појаве истог дефекта. Потребно је да се открије корен проблема и да се инсталирају контра мере у циљу спречавања поновног дефекта. Сврха *jidoka* - е је да раздвоји запосленог и опрему, тако да запослени може спроводити друге активности док машина ради. *Jidoka* техинка је у уској вези са *JIT* техником. *Just In Time* захтева производњу са нула дефеката, јер ти дефекти могу да покваре целокупни производни процес, односно ток активности.



Слика 6. *Jidoka* принцип рада

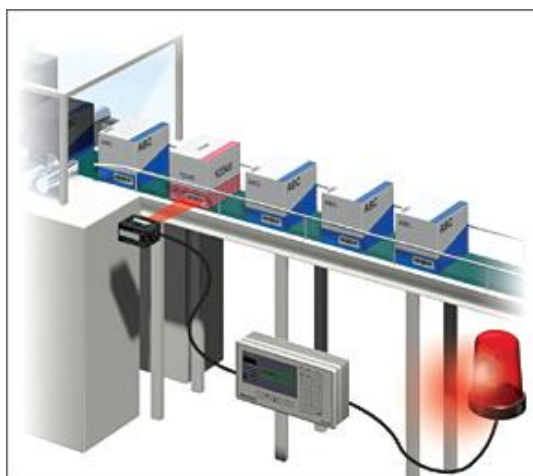
Стратегије *рока-уоке* и *andons* представљају основу *jidoka* технике. *Рока-уоке* се може имплементирати у било којој фази производног процеса где могу да се појаве грешке, дефекти. Постоје три типа *рока-уоке* технике за детектовање и превенцију грешака у систему за масовну производњу:

- контактна метода идентификује дефекте тестирајући облик, величину, боју и друге физичке карактеристике производа,
- метода фиксне вредности или константног броја упозорава оператора уколико одређен број покрета није обављен, и
- метода редоследа констатује да ли је испоштован производни процес, односно кораци производног процеса.

Оператер се обавештава уколико се јавио дефект или је *roka-yoke* уопште спречила да дође до грешке. Грешке су неизбежне у сваком процесу али имплементацијом и примењивањем *roka-yoke* технике грешке се могу установити у врло кратком року и спречити да постану већи дефекти. Елиминисањем дефеката на самом извору проблема, смањен је трошак услед грешака унутар компаније.

2.2.3. Andon

Andon је техника који се користи када је потребно да систем обавести управу, одржавање или друге запослене који контролишу квалитет или проблеме у самом процесу производње. Сва пажња је усмерена на главну контролну таблу која садржи сигнална светла која обавештавају запослене о стању система. Овај систем ради аутоматски али аларм може бити активиран и ручно од стране радника, уколико уочи грешку у процесу. Овај систем може да садржи и аудио аларме, текстуалне поруке или друге начине обавештавања уколико је дошло до ометања процеса производње, како би сам производни процес био заустављен и проблем био решен. Овај систем омогућава да запослени моментално заустави производњу и позове помоћ како би се проблем уклонио и како би штета која у том случају настаје на производу била што мања. Мануелно укључивање аларма је корисно у случају када запослени сам уочи произведени дефект, дефект алата или постојање неког безбедносног проблема. Поред самог визуелног обавештења да нешто није у реду на производној линији систем може да генерише и опис самог проблема. Модерни *andon* системи могу да садрже аудио, текстуална, чак и графичка обавештења проблема, а аудио поруке могу да садрже различите тонове за различите проблеме или чак и снимљене гласовне поруке, тако да запослени тачно знају где се јавила грешка.



Слика 7. Пример *andon* технике

2.2.4. *Visual Management*- Визуелно управљање

Поред ових техника које су у врло уској вези са стубовима *lean* филозофије *JIT* и *jidoka*, постоје и технике и алати преко којих се сврха *lean* филозофије и ових стубова лакше постиже. Такве технике су:

- *Visual Management*,
- *Kanban*,
- *TPM, Total Productive Manufacturing*,
- *5S*,
- *SMED, Single Minute Exchange of Die*, и
- *3P, Production Preparation Process*.

Visual Management или визуелно управљање представља једну од *lean* техника помоћу које је могуће да свако ко улази у компанију, радни простор, чак и они који нису упознати са самим процесом производње, лако разумеју и схвате шта је исправно а шта не. Један од најпростијих примера ове технике је сам знак за забрањено пушење који стоји поред словно исписане ознаке на неком језику. Оба упозорења означавају исту ствар, међутим у другом случају уколико не говорите језик којим је упозорење написано, нећете имати представу што то значи. Први случај са знаком забрањеног пушења свима је јасан и уопште нема проблема у разумевању упозорења, поруке. Сlike, дијаграми и визуелно представљање процеса представљају најлакше начине преношења порука, обавештења или упозорења свим запосленима. Ова техника је првобитно развијена у фабрикама и за фабрике, међутим, сада се користи свуда. *Visual Management* представља технику која помаже да се:

- обавесте запослени о коришћењу опреме за безбедност на раду као и опреме за побољшање ефективности рада,
- идентификују и разумеју приоритети компаније,
- прикажу перформансе компаније на дневном, месечном или годишњем нивоу у циљу упознавања запослених са пословањем компаније,
- покаже уколико се јаве неки проблеми или уколико се не јављају проблеми,
- покаже у оквиру којих стандарда посао треба да се обавља,
- смањи број састанака запослених на којима се дискутује о пословању компаније и тако даље.

Већина компанија има приказане инструкције, путоказе, слике производа или процеса, међутим, ова обавештења некад помажу али некад не, јер постану део позадине, изгубе важности и на крају их нико више и не примећује. Како би се овај проблем решимо, мора се имати прави и ефектини приступ визуелном управљању. Постоје многобројне технике које се повезане са визуелним управљањем и неке од њих су:

- технике радног места, слика 8:
 - знакови,
 - обележавање подова,
 - објашњавање процеса производње на зиду или на поду,
 - идентификација опреме или радних места, докумената и тако даље.

- технике визуелних информација, слика 9.
 - документација процеса,
 - приказ процедура просто објашњених на једној стани или примери процедура и најчешћи проблеми, и
 - приказ индивидуалних вештина и знања у тимовима како би се подстакао такмичарски дух.
- технике визуелних перформанси компаније
 - шеме квалитета,
 - шеме перформанси,
 - статус компаније.
- технике визуелних безбедносних мера, слика 10
 - безбедносна упозорења,
 - информације о мерама предострожности,.
- технике визуелне контроле производње, слика 11
 - визуелни индикатори процеса,
 - приказ максималног нивоа производње,
 - приказ производног статуса,
 - *kanban* визуелни знаци.



Слика 8. Пример визуелног менаџмента при обележавању подова



Слика 9. Организовање производње помоћу технике визуелног менаџмента



Слика 10. Приказ визуелних безбедносних мера

Техника визуелног управљања спада и у технике које спречавају појаву грешака. Најпростији пример је означавање посебног алата једном бојом или бројевима. У оваквим случајевима појава грешке је драстично смањена, неће доћи до мешања алата, слика 8. Означавањем полица бројем или бојом убрзава налажење дела и враћање истог на своје место. Ова техника се може користити и у процедурама које објашњавају правилно управљање опремом. Све кључне инструкције везане за управљање опремом се налазе на тој опреми, приказане у виду што већег броја слика, како би се приказали исправни и неисправни начини управљања.



Слика 11. Пример *Visual Management* технике

Предност визуелног управљања је у томе што повећава мотивацију и ангажованост запослених на тај начин што запослени стичу већи осећај контроле над оним што раде. Повећава се квалитет и продуктивност рада, одлуке се много брже доносе, комуникација између запослених је много боља, а све то проузрокује и мању појаву отпада у процесу производње.

2.2.5. *Total Productive Maintenance*



Слика 12. Тотално продуктивно одржавање

TPM, *Total Productive Maintenance* представља један моћан алат за планирање и постизање минималног времена опреме у застоју. Опрема и машине помоћу проактивног одржавања раде врло ефикасно и знатно смањују време проведено у застоју. Оператери машина имају веће одговорности везане за своје машине. Запослени у одржавању су ослобођени рутинског одржавања машина и могу се посветити ургентним, непредвиђеним поправкама и активностима проактивног одржавања. *TPM* омогућава да се сваки застој машине испланира и сузбија отказе опреме на минимум. Више информација о *TPM*-у налази се у даљем тексту овог рада

2.2.6. *Single Minute Exchange of Dies*



Слика 13. *Single Minute Exchange of Dies*

SMED или *Single Minute Exchange of Dies* превасходно има за циљ да стандардизује и упрости операције, што аутоматски повлачи и да је потребан мањи број високо обучених радника. Ова техника се користи и у *TPM Total Productive Manufacturing* и у константном унапређењу процеса све у циљу стварања *lean* окружења. Применом ове технике јављају се значајна унапређења која показују скраћење времена намештања од двадесет пет до осамдесет пет процената. Са скраћивањем времена намештања, односно монтирања, замене алата јавља се ширење производње јер је могуће правити сада већи број различитих облика производа. *SMED* обезбеђује брз и лак начин преласка производног процеса са тренутног на следећи. Фраза *single minute*, не значи да алат треба бити замењен у року од једног минута већ да све промене и штеловања треба завршити испод десет минута, то јест да време трајања замене буде једноцифрен број. Уско повезана са *SMED* је и *OTED* техника односно *One Touch Exchange of Dies*, која има за циљ да замена алата буде испод сто секунди. Замена алата може се поделити на унутрашње и спољашње операције замене, *internal and external setups*. Унутрашње операције замене, *internal setups*, могу се извршити само када је машина искључена. Спољашње операције замене, *external setups*, могу се извршавати и када машина ради. Три основна корака *SMED* технике обухватају следеће:

- одвајање унутрашњих и спољашњих операција замене, *internal and external setups*,
- претварање унутрашњих у спољашње операције замене *internal and external setups*, и
- рационализовати све аспекте операција замене.

Ова техника има за циљ да оптимизује коришћење опреме, да омогући обраду већег броја делова, смањи време производње, као и да смањи време када машина није у раду. За анализу тренутног стања процеса производње, односно операција које се тренутно спроводе при имплементацији *SMED* могуће је користити камере, које ће забележити сваку активност. Посматрањем видео записа активности се анализирају и прави се график, дијаграм времена активности машине. Веома је битно елиминисање времена које одлази на тражење потребног алата за операцију, тако да се прави листа материјала и опреме која се користи при замени. Након анализирања и одређивања унутрашњих и спољашњих операција, *internal and external setups*, унутрашње операције се претварају у спољашње и на крају стандардизују. На крају нема више непредвиђеног времена које изазива застој тако што се користи већ испланирана шема операција.

2.2.7. 3P, *Production Priperation Proces*



Слика 14. Пример 3P технике припреме производње

3P, Production Priperation Proces или процес припреме производње је техника која се фокусира на елиминисање отпада преко дизајна процеса и продукта, слика 14. Ова техника укључује групу разноврсних индивидуа, који у одређеном року помоћу креативног процеса, проналазе алтернативне начине да испуне захтеве купца користећи други дизајн процеса или продукта. 3P обично резултује производима који су мање комплексни, који су простији за производњу и који су лакши за коришћење и за одржавање. Ова техника нуди јединствен начин побољшања перформанси елиминисања отпада до нивоа који не би био достигнут континуалним унапређењима постојећег процеса. Са 3P техником тимови проводе по неколико дана, са фокусом на један процес, радећи на развијању многобројних решења за сваки корак процеса и процењујући свако решење у односу на стандардни производни процес и преферирану цену производа. Циљ је развити производни процес или дизајнирати производ тако да испуни све жеље и захтеве купаца али и да тај процес односно производ има најмање отпада. Стандардни кораци у 3P техници су:

- дефинисање продукта или циља и потреба дизајна процеса. Тим покушава да утврди захтеве купца који би требало да се испуне. Уколико је производ или прототип направљен, тим га растура до најситнијих детаља како би схватио све функције делова.
- илустровање дијаграмима тока процеса. Прави се дијаграм рибље кости или било који други дијаграм који илуструје ток процеса од сировог материјала до готовог процеса. Тим потом анализира сваку грану дијаграма и прави *brainstorm* за сваку кључну функцију како би описали промене на гранама дијаграма.
- проналажење и анализирање реалних примера. Тим тражи примере у реалном свету, природи за сваку функцију на грани дијаграма. Када се утврди јединствени природни процес који одговара функцији, чланови тима дискутују како да тај процес искористе за дати корак у производном процесу.
- скицирање и евалуација процеса. Формирају се подтимови и сваки подтим има задатак да нацрта другачији начин остваривања процеса. Свака скица се процењује и најбоље решење се прихвата али му се и додају све корисне идеје са скица које нису изабране.

- креирање и одабир прототипа процеса. Прототип се формира и анализира до најситнијих детаља како би чланови тима били сигурни да ће то решење испуњавати жељене захтеве.
- упознавање осталих запослених са новим дизајном. Када је концепт изабран представља се широј групи запослених у циљу добијања повратних информација о концепту.
- развијање имплементационог плана пројекта. Уколико се на крају одлучи да се пројекат изабере и да се спроведе у дело, тим ће изабрати вођу пројекта који ће одредити шта је све потребно и довести пројекат до завршетка.

Користи од *3P, Production Preparation Process*, технике су:

- ова техника има дубински удар на побољшање утицаја процеса на животну околину, јер *3P* тражи дизајн својих модела у природи, где углавном и нема отпада.
- углавном резултује оптимизованом опремом која смањује потребну количину материјала и енергије потребне за процес производње. Такође оптимизована опрема заузима мање простора тако да је позитивно повезана и са утицајем на природу, јер има мање загревања, одржавања, отпада, искоришћења земље и тако даље.
- фокусира се на смањивање комплексности самог процеса тако да проузрокује стварање мање корака у самом процесу, искоришћавање мање материјала односно смањење времена производње.
- решења ове технике се углавном мање комплексна тако да производ има мање делова и мање материјала, што повлачи драстично скраћење времена израде и цене производа.

2.2.8. Kanban



Слика 15. Kanban техника

Kanban на јапанском значи знаковна табла, слика 15. Појављује се још око 1940. године са Тојотиним производним системом. Ова техника је развијена у циљу контроле између процеса и као један од алата за имплементацију *JIT, Just In Time*, производње. Идеја је била да се направе визуелни индикатори који ће омогућити оператерима контролу процеса, имаће увид у количину произведених делова и знаће када процес треба да се заустави а када да се покрене и слично. *Kanban* такође помаже оператерима уколико се деси неки проблем шта да предузму и коме да се обрате. На основу овога оператери не силе производњу, производи се само потребна количина тако да нема вишка произведених делова који треба да се складиште и чекају купца. Пошто се већина одлука у *kanban*-у доноси на основу визуелних индикатора од стране оператера то омогућава и увид менаџерима и супервизорима у планове и сам производни процес. Планирање *kanban*-ом може се посматрати као алат за извршавање а не као алат за планирање. Он управља производњом из дана у дан. Међутим *kanban* не замењује у потпуности планирање. Информације везане за планирање се користе у *kanban*-у али он не

заменењује дневне активности планирања потребне за управљање производним процесом. Применом ове технике елиминише се потреба за супервизорима који константно прате планирани процес производње. *Kanban* тера запослене да посматрају производни процес другачије:

- смањује опрему која се користи за скоро 50 процената,
- унапређује ток процеса,
- срећава производњу вишка делова, а самим тим и отпада,
- смањује ризик од држања некоришћене опреме, и
- смањује укупно време производње.

Kanban такође подстиче да се производни процес константно унапређује што је неопходно како би једна компанија опстала на тржишту. Пошто ова технологија значајно смањује опрему на којој се изводи процес производње значајно утиче и на цену производа, јер је цена опреме веома скупа, а да се не помиње одржавање те опреме. Ово утиче да се слободан простор у фабрици може искористити на други начин који доноси новац компанији. Смањивање опреме и вишак простора донеће нов дизајн радног окружења а самим тим и нови ток производа у процесу. Постоје седам корака у имплементацији *kanban* технике и то су:

- скупљање података. Овај корак се спроводи како би се одлуке доносиле на основу чињеница а не претпоставки. Ови подаци омогућују прорачунавање величине *kanban*-а који испуњава захтеве купаца. Процес почиње прикупљањем информација о тренутном стању инвентара и опреме а завршава се анализирање прикупљених информација. Кључне информације које би требало да се прикупе су:
 - број произведених делова,
 - време у застоју,
 - ниво губитака.
- прорачунавање величине *kanban* технике. Прорачунавање се врши на основу прикупљених тренутних информација, не на основу планова и жеља за будућност. Иницијална прорачунавања узимају у обзир особине производа, продуктивност процеса и планиране застоје. Након тога се врши прорачун допунског интервала који садржи најмањи део производње који мора бити у раду да би се испунили захтеви купаца. По завршеном прорачуну допунског интервала прелази се на прорачунавање допунске опреме. Допунска опрема представља сав интервал који је потребан како би се спречио застој производње и испунили уговорени услови са купцем. Циљ је да производни погон има довољно опреме да се спречи пробијање уговореног рока са купцима. У овом прорачуну узимају се у обзир захтеви купаца, производно време али и производни простор. Коначни прорачун представља узимање у обзир свих података и димензионисање *kanban*-а.
- дизајнирати *kanban*. Након прорачуна и димензионисања *kanban*-а долази дизајнирање. Дизајн се креира на основу следећих корака:
 - избор сигналног, знаковног механизма за *kanban*,
 - развој правила за операција *kanban*-а и
 - креирање плана визуелног управљања за *kanban*.

Развијање знака који ће обавештавати производне оператере када да производе делове, врше замене алата и заустављају производњу. Једини захтев код овог корака је да сигнал буде свима разумљив и лак за одржавање уколико је то потребно. Сигнал, знак треба да обавести запослене о критичном нивоу (црвено), планираној производњи (жуто) и о нормалном нивоу (зелено). Правила која се осмисле покретаће целокупни

процес, тако да морају бити врло детаљна и да садрже довољно упута који би омогућили производним оператерима да контролишу производни процес. Правила морају бити и једноставна тако да свако мора да зна ко ће извршавати дати задатак, када је потребно потражити помоћ и шта ће запослени који помажу урадити. Када се све ово спроведе у дело потребно је одредити како ће се све ове информације представити, односно треба направити план визуелног управљања. Визуелно управљање ће свима визуелно објаснити како *kanban* ради.

- обучити све запослене. Потребно је представити иновацију свим запосленима. Није потребно да сви буду експерти за *kanban* али је потребно да га разумеју како би могли да одраде свој део посла.
- имплементирати *kanban*. Пре него што се започне са радом потребно је да сви знаци и контролне тачке буду на свом месту, да буду јасно дефинисана сва правила. Циљ свега овога је да се избегне конфузија.
- извршити проверу *kanban*. Провера се врши од стране особе или тима која је задужена за то. Потребно је да се провере планирани сигнали, рад система и да ли купац добија довољну количину произведене робе. Уколико се открије неки проблем потребно је спровести одмах корективне мере.
- унапредити *kanban*. Када се цео систем покрене могу се вршити преправке, унапређења у циљу још бољег пословања. Константно унапређење је кључ успеха.

2.2.9. 5S



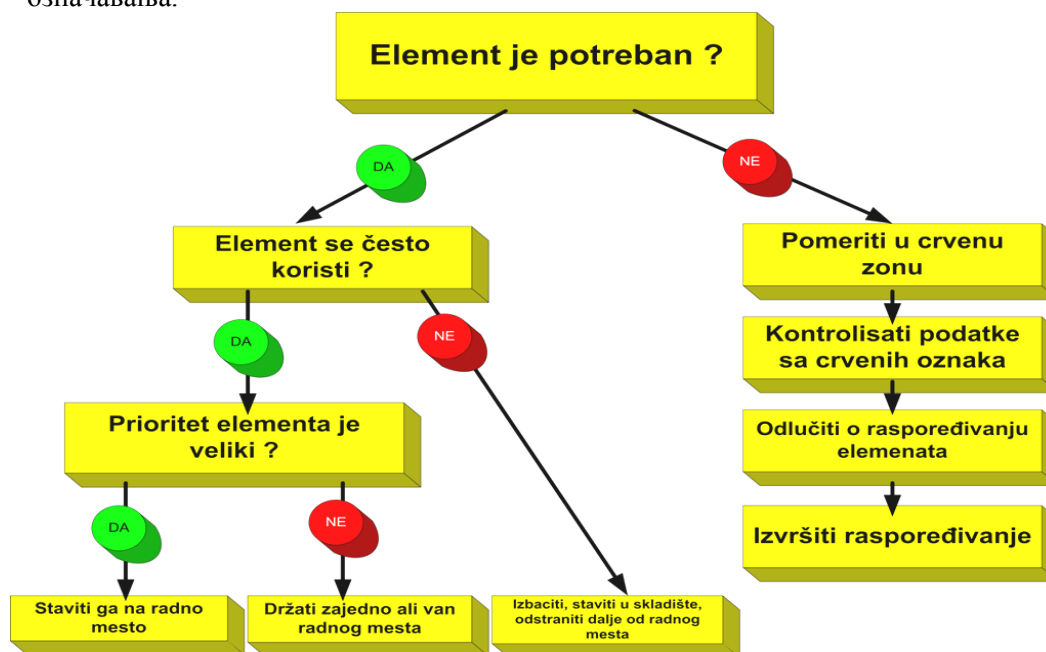
Слика 16. Основне активности 5S технике

5S потиче у основи од идеје да је основа доброг производног система у чистој и безбедној средини. Представља прост али ефективан систем који помаже компанији да упрости, одржи чистим и одржи продуктивним радну средину. Ова техника омогућава лакше уочавање проблема, подиже безбедносне стандарде, смањује отпад, подиже морал запослених, повећава продуктивност, квалитет, унапређује одржавање, смањује време производње и компанија оставља бољи утисак на купце, клијенте. Добро имплементирана 5S техника помаже развијању дисциплине запослених у свим активностима. 5S елиминише оно што је непотребно у подручју рада, осигуравајући да оно што је потребно буде на дохват руке, када и где је то потребно. Две најважније карактеристике које одликују уређено радно место су правилно елиминисање отпада и оптимизација протока истог. Циљеви 5S-а су само-сортирање, само-организовање и само-побољшање радног окружења. Ова техника садржи пет главних активности, слика 17:



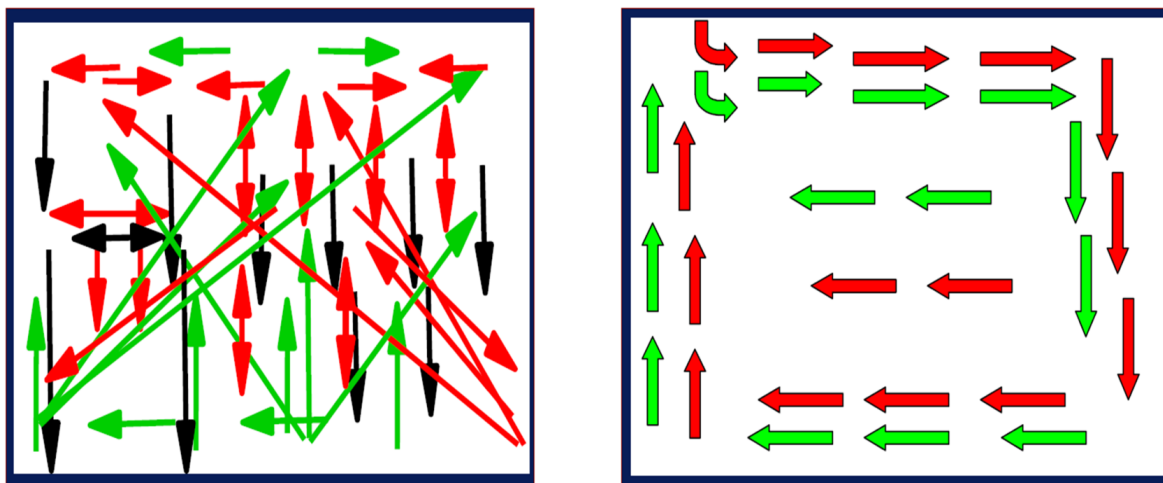
Слика 17. Пет главних активности 5S технике

- *seiri* – сортирање. Први корак 5S технике фокусира се на елиминисање непотребних ствари из радног простора и ствари које нису потребне за тренутне операције. Метода којом се врло ефективно идентификују непотребне ствари зове се метода црвених ознака или *red tagging*. Помоћу ове методе процењује се колико су потребне ствари у радном простору и на основу тога спроводе даље акције. Црвена ознака се ставља на све ствари које нису потребне за операције или се не налазе на правом месту. Након одређеног периода ствари се премештају у црвену зону одакле се касније уклањају, рециклирају и слично. Компаније применом сортирања стичу преко потребан простор и елиминишу непотребне ствари као што су поломљени алати, отпад и непотребни сирови материјал. На слици 18 приказан је процес одлучивања у процесу црвеног означавања.



Слика 18. Одлучивање у процесу црвеног означавања

- *seiton* – систематизација. Овај корак има за циљ стварање ефикасних и ефективних метода за складиштење у циљу складиштења ствари на тај начин да могу лако да се користе и означавања да могу лако да се пронађу и врате на место. Овај корак може да се имплементира тек када је спроведено сортирање и када су уклоњене све непотребне ствари из радног окружења. Дијаграм тока рада видимо на слици 19.



Слика 19. Дијаграм тока рада

- *seiso* – сијање. Тек када су све непотребне ствари уклоњене а потребне складиштене на своје место може се почети са темељним чишћењем радног места. Након темељног чишћења, слика 20, потребно је осмислити план редовног дневног, недељног, месечног чишћења како би одржали чистим радни простор. Рад у чистим срединама омогућава запосленима да на време увиде дефекте које се јављају на опреми, разна цурења, вибрације, пукотине и слично. Ови дефекти, промене на опреми могу довести до отказа уколико се не уклоне на време. Овај корак је могуће спровести са више техника тако да је примарно оформити тимове, разделити задужења и упутити запослене у технике пре почетка било каквих акција.



Слика 20. Темељно чишћење радног места

- *seiketsu* – стандардизација. Када су спроведена претходна три корака могуће је извршити стандардизацију. Стандардизација представља метод којим се прва три стуба 5S-а одржавају, ствара константан приступ помоћу кога се све активности извршавају. Други циљ стандардизације је сузбијање, односно спречавање појаве непотребних ствари, спречавање да се опрема и алати испрљају и тако даље.

- *shitsuke* – самодисциплина. Циљ овог корака је стварање средине у којој ће постати навика да се активности изводе правилно, што представља један од најтежих корака 5S-а. Свака промена је тешка а још теже је да та промена буде одржива јер се увек тежи да се окружење врати у угодно стање, односно општи хаос који је био пре увођења 5S система. Без овог стуба, корака 5S технике унапређења која су спроведена путем претходних четири корака трајаће врло кратко. Веома је битно наградити запослене након завршеног посла, слика 21.



Слика 21. Додељивање награда и признања по завршеном послу

Предности 5S технике су:

- чишћење и фарбање опреме може у знатној мери смањити појаву отпада. Запослени, када је радна средина чиста, могу на време да уоче разна цурења која проузрокују отказ или појаву дефеката. Такође, фарбање опреме светлим бојама помаже у осветљењу радног простора.
- Отклањање непотребне опреме и ствари из радног простора убрзава ток производње и спречава загађење животне средине јер је могуће у том случају да дође до просипања опасних материја.
- Редовним планским чишћењем отклања се и неприступачна струготина која може да угрози процес производње контаминирањем радне средине појављивањем дефеката на производном делу.
- Визуелно управљање помоћу 5S алата помаже запосленима у разумевању производног процеса.
- Након спровођења 5S алата потребно је мање простора за складиштење производа што резултује и уштедом енергије. Није потребно осветљавати и загравати велики простор складишта.

3. Total Productive Maintenance

Тотално продуктивно одржавање представља продуктивно одржавање које се спроводи преко активности које обављају мали тимови. Степен аутоматизације опреме у компанијама широм света повећава се из дана у дан и човек има све мање и мање утицаја на квалитет производа. У савременом свету квалитет производа али и цена, продуктивност, безбедност све зависи од опреме. Производна опрема из дана у дан постаје све савршенија, тако да данас постоје компаније у којима не постоје производни радници већ све те послове обављају роботи. Међутим, људски фактор не можемо у потпуности извацити јер је могуће аутоматизовати само производне операције, не и одржавање. Развијањем технологије развијала се и техника одржавања. *TPM* организује све запослене од највишег менаџмента па до запослених на производној линији, то је одржавање опреме целокупне компаније које може да подржи софистицирана производна постројења.



Слика 22. Тотално продуктивно одржавање

Конвенционално одржавање ради по принципу да оператери раде за машинама док их запослени у одржавању поправљају када откажу, а превентивно одржавање ради по сличном принципу, оператери раде на машинама а запослени у одржавању мењају уље с времена на време и поправљају машине када откажу. За разлику од оваквих схватања тотално продуктивно одржавање се води принципом да су сви запослени у компанији одговорни за успех компаније, сви запослени раде заједно користећи индивидуалне вештине и одржавају сву опрему у беспрекорном стању како би компанија постигла врхунски квалитет током целог производног дана. Сам концепт одржавања подразумева активности које се спровode на опреми како би одржали опрему у савршеном радном стању. Поента је да се поправке изврше уколико су потребне да би машина остала у раду, односно да се све активности изврше пре него што машина пређе у стање отказа. Велика је грешка посматрати одржавање као службу која поправља опрему након што опрема откаже, то нису активности одржавања то је репарација, поправка опреме и враћања из стања у отказу. *TPM* треба у компанији да развије свест о одржавању и то не само запосленима из службе одржавања већ преко целе компаније свим запосленима.

Неке компаније преферирају производни процес без одржавања. Користе опрему све време, три радне смене, докле год она издржи и онда прелази у стање отказа када наступа служба одржавања, репарације, и враћа машине у стање рада. На овај начин компаније немају уопште трошак одржавања и на први поглед овај начин изгледа много исплативији. Друге компаније улажу доста времена и новца у планско одржавање, које омогућава опреми да никада не откаже у току производног процеса. Овде имамо два случаја, који покушавају да смање трошкове производње на два начина. У првом случају када компанија поправља опрему тек након отказа, без претходног одржавања, трошак поправке машине након отказа је веома велики. Опрема стаје у пола производног процеса, испорука која је заказана се одлаже, купац је незадовољан због кашњења, запослени у одржавању процењују квар, наручују делове који су отказали и веома су скупи. У овом случају отказали су и делови који да је квар установљен на време не би отказали, тако да имамо и додатни тошак. Запослени у одржавању раде прековремено како би успели у што краћем временском интервалу да врте оперму у стање рада, што резултује такође повећане трошкове. Међутим најгоре од свега тога није трошак након отказа, који иначе није мали, већ и онај трошак који је ова опрема проузроковала и пре отказа. Оператери овакве опреме имају проблема да постигну прописане толеранције, услед тога повећава се време машине у застоју и штеловању опреме алата и тако даље. Тако да се јавља трошак смањене производње и оператера који добија новац за време проведено на тој опреми али не производи делове, то јест не доноси зараду. Услед повећаних проблема да се постигну толеранције повећава се и број производа који се враћају на дораду, број дефеката, па се због дораде лоше одрађених производа још више смањује продукција. Купци постају незадовољни повећаним бројем дефеката у испорукама и враћају неколико последњих наруџбина захтевајући повраћај новца. Након тога купци одлазе код супарничких компанија где набављају жељене производе дајући новац супарничким компанија, које од тог новца унапређују производни процес. Унапређивањем производног процеса задовољавају се жеље све већег броја купаца који доносе компанији све већи новац. Овакве компаније опстају на захтевном светском тржишту док компаније које не испуњавају све захтеве и рокове купаца имају проблема са опстанком.

Компанија која се одлучила за *TPM* производњу има запослене који сматрају да су сви они одговорни за квалитет производа, задовољење клијената и за будући успех и опстанак компаније на тржишту. Има развијено планирано одржавање на неколико нивоа и листе којима се врши провера и документовање свих активности и резулата. У оваквој компанији оператери су адекватно обучени како би вршили дневне, недељне и месечне активности одржавања. Дневне активности које сам оператер спроводи у дело су подмазивање, провера црева и каблова и слично, док у недељне спада провера кључних компонената од којих зависи квалитет производа и тако даље. Остале комплексније активности врши служба одржавања. Имплементирањем *TPM*-а компанија ствара базу информација о опреми, о историји свих отказа, активности, трошкова одржавања, преформанси критичних делова, што омогућава запосленима да узму у обзир све ове информације и делују на време како посматрана опрема не би отказала. Вођење историје одржавања пружа информације које омогућавају компанији да направи план и буџет за потребан рад и делове које треба да се замене у непосредној будућности, као и да делове које тренутно не може да замени услед производног процеса који је у току, а њихова замена је у плану, да помоћу службе набавке набави и складишти у магацин до завршетка тренутног процеса производње. Клијенти компаније која је имплементирала *TPM* су задовољни пруженим услугама и квалитетом добијених производа.

Укључивањем свих запослених производног процеса у *TPM* процес добија се велика уштеда новца путем активног учествовања људи који су најбоље упознати са опремом, оператерима машина. То су запослени које управљају опремом по цео дан и најбоље су упознати са потенцијалним проблемима машина. Оператери ће бити први који ће приметити и најмању промену у стању њихове опреме било да су то вибрације, промена звука или друге карактеристике машине. Уколико се занемари њихов утицај на стање опреме и производња се одвија по принципу, ја само радим, одржавање ће то поправити, чини се велики пропуст.

У срцу *lean* система је ток производног процеса, минималне варијације у производњи једном речију предвидљивост свих догађаја у производњи. Уколико се усвоји неометан ток производње не сме се толерисати непланирани застој опреме. Као што смо поменули, са непланирани застојем опреме може доћи дозастоја целокупног производног процеса што директно утиче на компанију.

Циљ *TPM* производње је нула отказа и нула дефеката. Када се елиминиши откази опреме и дефекти, рад опреме се побољшава, цена производње се смањује, количина опреме може да се оптимизује, а као резултат свега тога повећава се продуктивност рада. Међутим, имплементација *TPM*-а не може се десити преко ноћи и она има своје трошкове. У почетним стадијумима имплементације компанија мора да сноси трошкове репарације опреме у идеално стање и трошкове обуке запослених о тој опреми. Количина трошкова зависи од врсте опреме коју компанија поседује, њеног стања и квалитета службе одржавања. Иако су у неким случајевима, ови трошкови веома велики, како се продуктивност повећава, трошкови које је сносила компанија замењују се профитом. Други назив ове технике је поред тотално продуктивног одржавања и профитабилно продуктивно одржавање.

3.1. Историја *TPM*-а

Најстарији корени *TPM*-а потичу још од продуктивног одржавања, Продуктивне Маинтенанце, које је пореклом из САД и појављује се крајем 1940-их и почетком 1950-их година. Продуктивно одржавање је настало развијањем планираног превентивног одржавања у циљу побољшања одрживости производне опреме. Превентивно одржавање представља спровођење активности одржавања као што су провера, подешавање, замена делова опреме пре него што пређе у стање отказа по већ испланираном редоследу. Садашњи назив *TPM* се односи на амерички начин продуктивног одржавања који се имплементирао у јапанску индустријску средину. Двадесет јапанских компанија оформило је истраживачку групу 1953. и 1962. послали су људе у САД како би посматрали амерички систем продуктивног одржавања. Ове активности су касније довеле до стварања јапанског института фабричких инжењера (*Japanese Institute of Plant Engineers*) претечу *JIPM* који настаје 1969. године.

Термин *TPM* први пут се користио у компанији *Nipondenso* 1961. године, која је правила компоненте за аутомобилску индустрију. У овој компанији имплементирано је продуктивно одржавање али учешћем свих запослених (*Total Employee Participation*). Већ развијеном превентивном одржавању у овој компанији додали су аутономно одржавање помоћу оператера који раде на машинама. Ово је ослободило службу одржавања која почиње да посвећује више активности ка одрживости опреме. Све ово је водило ка превентивном одржавању које је са унапређењем одржавања оформи продуктивно одржавање. Циљ

продуктивног одржавања био је да оптимизује фабрику и да подигне ефективност опреме како би се постигла одговарајућа цена производа и оптимални животни век опреме. *Nippondenso* ће касније постати прва компанија која ће добити награду од *JIPM* за имплементацију *TPM*-а. Прве имплементације *TPM*-а спровеле су се у јапанској аутомобилској индустрији и њиховим произвођачима компонената, пре свега у Тојоти. За Тојотом *TPM* имплементирали су и *Nissan* и *Mazda*, барем у деловима њиховог производног процеса. Човек који је највише допринео развоју *TPM*-а и који се сматра оцем тотално продуктивног одржавања је *Seichi Nakajima*. Почетком 1970. године у Јапану се ствара таква економско стање да већина компанија почиње да имплементира *TPM* у циљу побољшања производне продуктивности. *Nakajima* је стандардизовао прве процесе имплементације методологије *TPM*-а.

TPM се проширио на западни свет тек 1980-те и 1990-те године, заједно са *TQM*-ом, *Total Quality Management*. Многе компаније тада схватају значај *TPM*-а и унапређују производни процеса овом методологијом. До 1990-те године *TPM* је препознат као методологија унапређења производног процеса од стране многих индустрија.

TPM представља континуални процес унапређења који тежи да оптимизује ефективност производње тако што се идентификују и елиминишу губици у ефективности опреме и производње путем активног тимског рада свих запослених компаније. Кључни елементи *TPM*-а су:

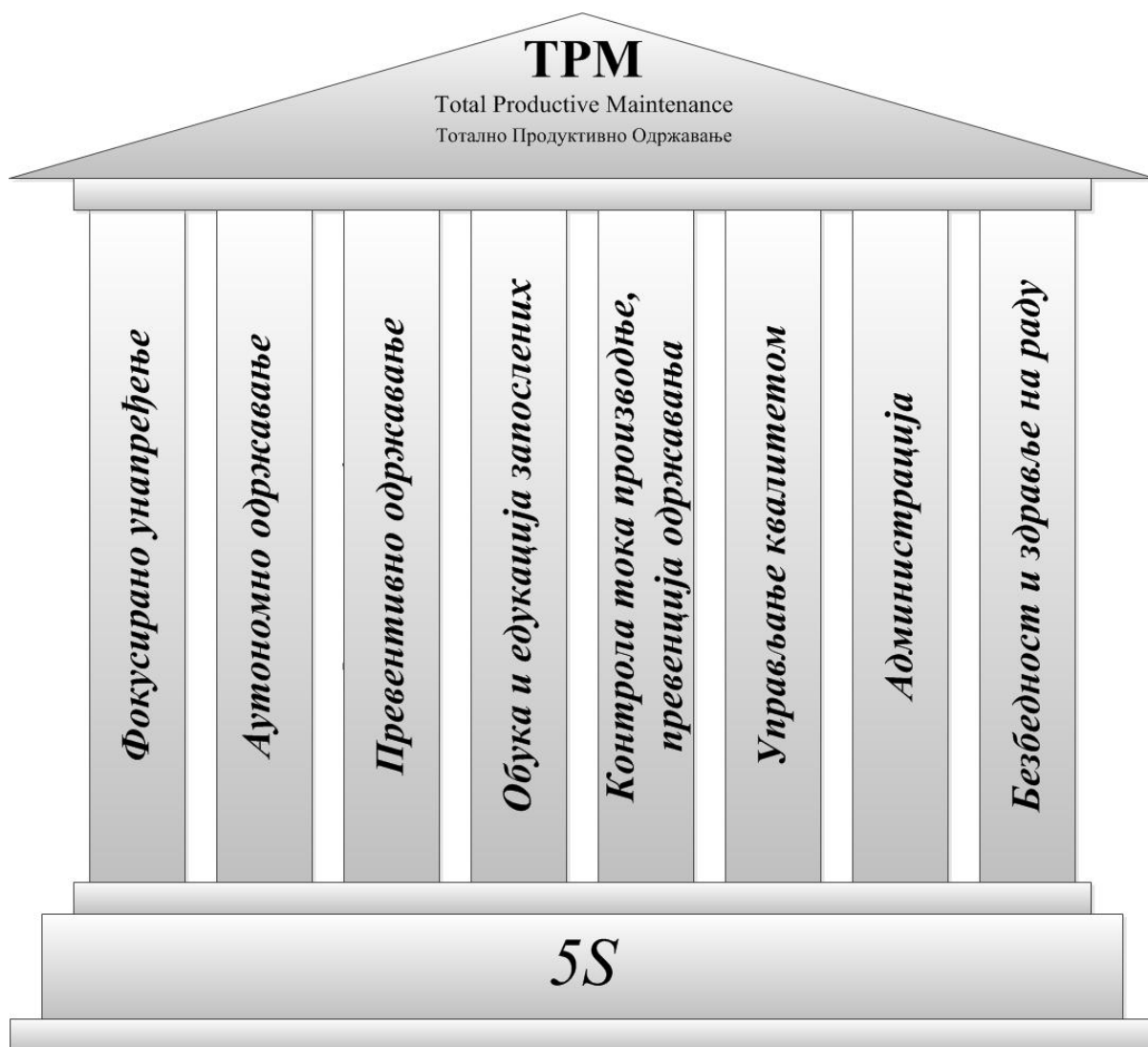
- процес континуалног унапређења,
- оптимизовање ефективности опреме (производње),
- унапређење засновано на активностима тимова, и
- учешће свих запослених у компанији.

Један од најзначајнијих елемената *TPM*-а је процес континуалног унапређења. За компаније које се боре да опстану на захтевном светском тржишту процес константног унапређења је веома битан, јер константним унапређењима остају испред супарничких компанија и проширују своје тржиште. Добра имплементација *TPM*-а је све ово омогућила.

3.2. Стубови *TPM*-а

TPM можемо поделити на осам стубова, *pillar*-а према *Nakajima*-и јапанском научнику, (1984,1988), који се сматра оснивачем данашњег *TPM*-а, слика 23, и то су:

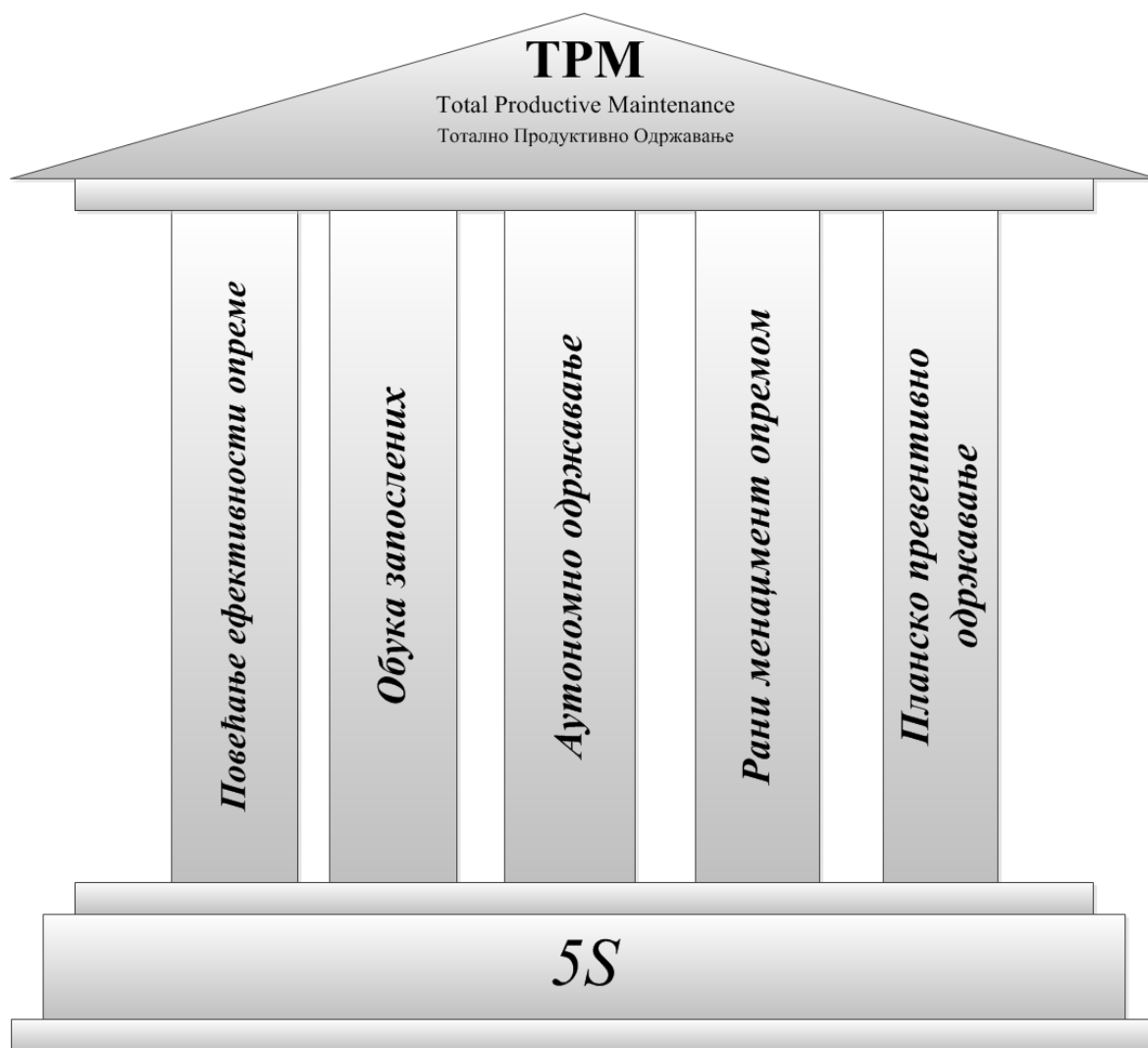
- 1) фокусирано унапређење,
- 2) аутономно одржавање,
- 3) превентивно одржавање,
- 4) обука и едукација запослених,
- 5) контрола тока производње, превенција одржавања,
- 6) *Quality management* – Управљање квалитетом,
- 7) *Administrative TPM*, и
- 8) безбедност и здравље на раду.



Слика 23. Стубови *TPM*-а Nakajima

Када се *TPM* вратио у западне земље Nakajima-ин модел је упрошћен елиминисањем одређених стубова. Према Yeomens-у и Millington-у 1997. године пет стубова *TPM*-а, слика 24, су:

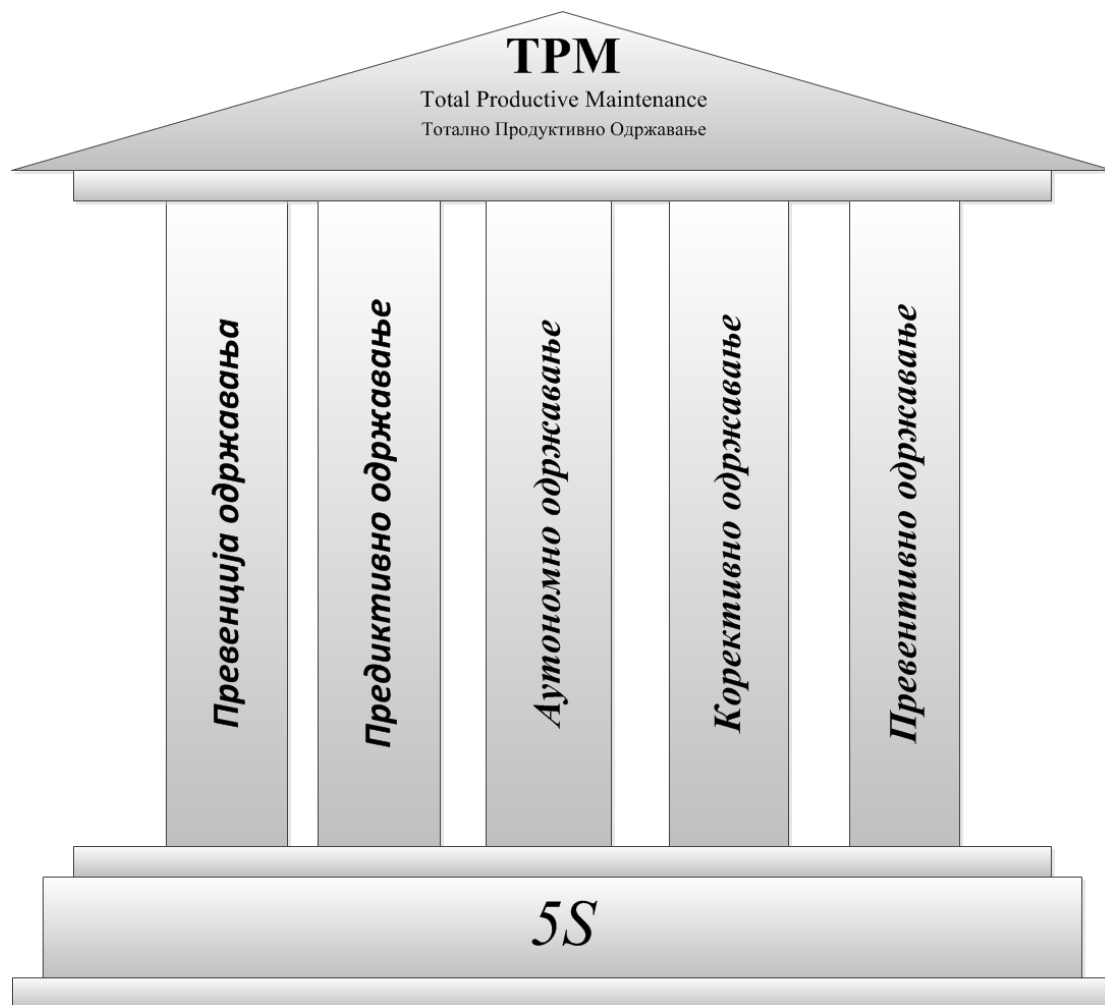
- 1) повећање ефективности опреме,
- 2) обука запослених,
- 3) аутономно одржавање,
- 4) рани менаџмент опремом, и
- 5) планско превентивно одржавање.



Слика 24. Стубови TPM-а Yeomens-Milington

Steinbahr и *Steinbahr* су 1993. године упрошћени *Nakajima*-ин модел представили без стуба који се односи на обуку и едукацију запослених, сматрајући да обука не треба да стоји као посебан стуб већ треба да се интегрише у све остале као важан елемент, слика 25. Према њима пет стуба TPM-а су:

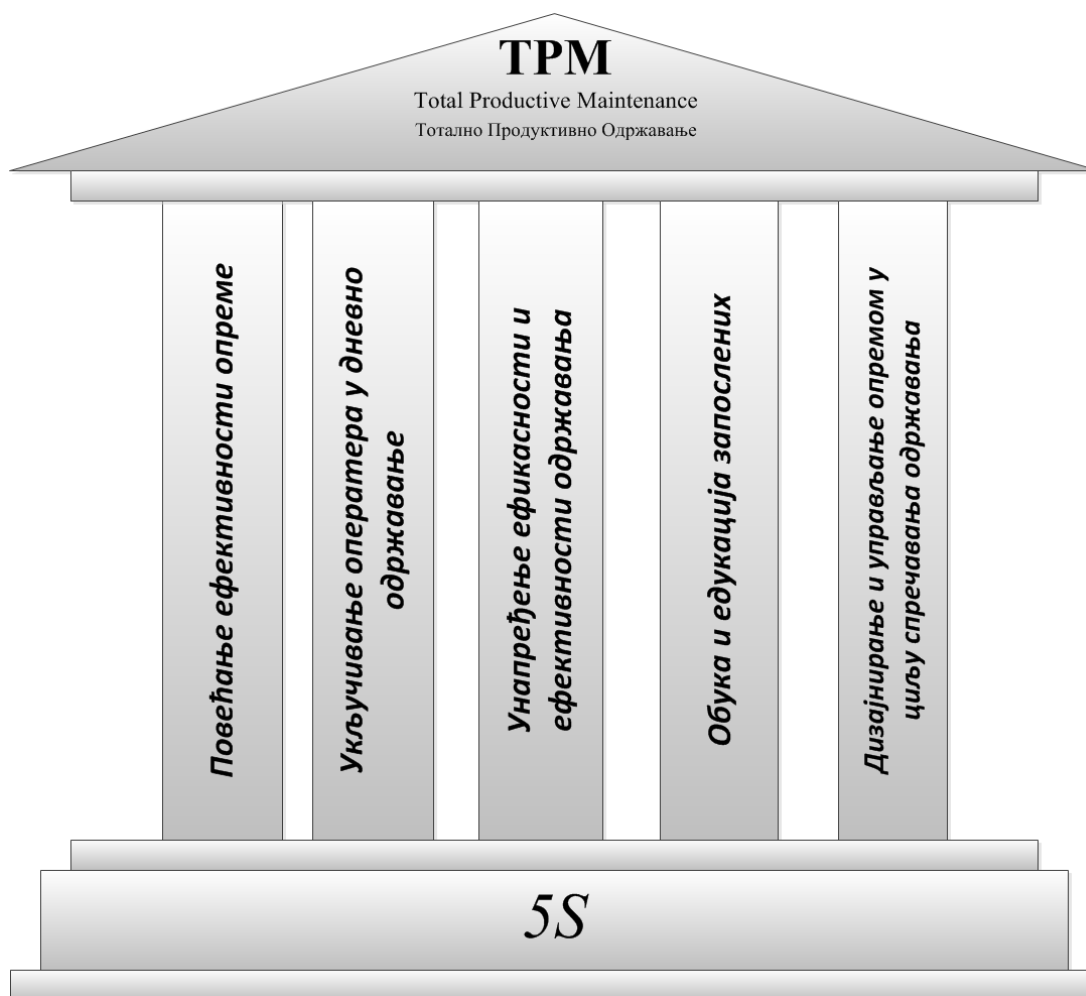
- 1) превенција одржавања,
- 2) продуктивно одржавање,
- 3) аутономно одржавање,
- 4) корективно одржавање, и
- 5) превентивно одржавање.



Слика 25. Стубови *TPM-a Steinbaher* и *Steinbaher*

Према друштву производних инжењера, *Society of manufacturing engineers*, 1995. године стубови *TPM-a*, слика 26, су:

- 1) повећање ефективности опреме,
- 2) укључивање оператера у дневно одржавање,
- 3) унапређење ефикасности и ефективности одржавања,
- 4) обука и едукација запослених, и
- 5) дизајнирање и управљање опремом у циљу спречавања одржавања.



Слика 26. Стубови TPM-a Society of manufacturing engineers

3.3. Искоришћеност опреме

Када се говори о успешности компаније обично се помиње њена ефективност и ефикасност. Уколико је укупна ефективност опреме неке фабрике изнад 85 процената сви ће претпоставити да та фабрика ради врло ефикасно. Међутим, веома је тешко тачно одредити ефикасност неке фабрике и постоји велики број метода помоћу којих се то може одредити. Често се расположивост опреме гледа као ефикасност опреме, што није исправно.

Сама расположивост опреме представља однос времена у коме је машина стварно расположива и времена у коме би машина требало да буде расположива.

$$A = (MTBF - MTTR)/MTBF$$

где је:

- *MTBF Mean Time Between Failures* – Време између отказа, оно је једнако односу временаведеног у раду и броја отказа опреме,
- *MTTR Mean Time To Repair* – Време неопходно за оправку.

Искоришћеност перформанси, PE , представља производ степена искоришћености, RE , и искоришћености брзине, SE .

$$PE = RE \times SE$$

Степен искоришћености се уводи јер је просечно време циклуса мање од прописаног времена због неправилности у раду, а искоришћеност брзине јер је стварно време циклуса мање од прописаног времена, због рада на смањеној брзини.

Свеукупна искоришћеност, *Overall Equipment Efficiency OEE*, опреме се рачуна помоћу следећег образаца:

$$OEE = A \times PE \times Q$$

где је Q ниво квалитета и представља проценат добрих делова у односу на број укупно произведених делова.

На основу искуства, идеални услови укупне искоришћености били би:

- расположивост већа од 90 процената,
- искоришћеност перформанси већа од 95 процената, и
- ниво квалитета производа већи од 99 процената.

3.4. Организација за *TPM* имплементацију и имплементација *TPM*-а

Циљ *TPM*-а је да утиче на основно унапређење унутар компаније унапређујући запосленог и опрему. Како би се елиминисали шест великих губитака прво се мора променити схватање посла радника и морају се унапредити њихове вештине. Повећавањем мотивације (*yaruki*) и стручности (*yaruide*) запослених повећава се и ефективност опреме и производних операција. Ова унапређења требају бити на првом месту и престављају основу свих осталих унапређења компаније. Трећи елемент који утиче на унапређење је радна средина (*yaruba*). Мора се оформити таква радна средина да подржава имплементацију *TPM*-а. Уколико се врховни менаџмент озбиљно не позабави овим питањима све промене и унапређења која треба да се спроведу неће ићи врло лако.

На слици 27 видимо дванаест основних корака развоја *TPM* технике. У фази припреме ствара се одговарајућа радна средина креирајући план за увођење *TPM*-а. Ова фаза одговара фази конструисања производа, избора дизајна, документације, тек када се све информације о производу дефинишу производ прелази на следећи корак, производњу. Производња одговара фази имплементације, а након тога долази фаза стабилизације.

Фаза	Корак	Опис
Припрема	1. Обавештење и одлука о <i>TPM</i> имплементацији	Објављују се чланци у новинама компаније
	2. Креирање обуке и едукационог програма о <i>TPM</i> -у	Менаџери иду на семинаре у односу на њихову позицију у фирми, остали запослени присуствују презентацијама
	3. Промовисање <i>TPM</i> -а	Организују се тимови у циљу промовисања <i>TPM</i> -а
	4. Формирање основних стратегија и циљева	Анализирају се постојећи услови, постављају циљеви и предвиђају резултати
	5. Доношење главног плана <i>TPM</i> развоја	Припрема се детаљан план имплементације
Прелиминарна имплементација	6. Старт имплементације <i>TPM</i> у форми састанка	Клијентима, компанијама са којим се послује се са општавају планови о имплементацији
ТПМ имплементација	7. Побољшање ефикасности опреме	Формирају се пројектни тимови који спроводе идеје за унапређење опреме или компоненти опреме
	8. Развој и имплементација програма аутономног одржавања	Спроводи се имплементација аутономног одржавања, обучавају се радници
	9. Развој и имплементација планског одржавања за службу одржавања	Праве се планови у одржавању који обухватају резервне делове, алате и слично
	10. Спровођење тренинга у циљу повећања производних вештина и унапређења вештина запослених у служби одржавања	Вође тимова се едукују заједно и они преносе знања члановима тима
	11. Развој програма за рано управљање опремом	Превенција одржавања
Стабилизација	12. Потпуна имплементација <i>TPM</i> програма и постављање виших циљева	Процена имплементације <i>TPM</i> концепта и постављање виших циљева

Слика 27. Фазе и кораци развоја *TPM*-а

Постављање циља, нечег чему ће запослени težити и борити се, је веома важна ствар која утиче на подизање морала и постизање позитивних резултата. Тако да је у фази припреме веома важно одредити колико ће времена проћи да би се постигли *TPM* циљеви и да се развије крајњи план рада. Већ је напоменуто да *TPM* није техника која се имплементира преко ноћи и да је потребно време да сви алати и технике заживе и да се обуче и прилагоде запослени. Посматрано грубо, фаза припреме, у зависности од величине компаније, технолошког развоја, стандарда менаџмента и садашњег нивоа одржавања и производње траје од три до шест месеци. Да се заврши процес имплементације потребно је две до три године. Веома је важно одвојити довољно времена за ову фазу, како не би била површно одрађена. Током периода стабилизације компанија мора проценити све резултате постигнуте *TPM*-ом.

Први корак у развоју *TPM*-а у компанији је званично обавештење и одлука да се *TPM* имплементира. Врховни менаџмент мора информисати запослене о одлуци и показати ентузијазам према новом пројекту. Ово се може спровести у дело путем формалне презентације на којој ће присуствовати сви запослени где ће бити представљене све информације о предстојећем пројекту, преко концепта, циљева, очекиваних добити од *TPM*-а и тако даље. Међутим, информисање запослених је могуће и преко листа компаније, који ће такође садржати све потребне информације о *TPM*-у.

Веома је важно да је врховни менаџмент јако посвећен *TPM*-у и да разуме шта све доноси посвећеност пројекту. Као што је већ напоменуто, припрема за имплементацију представља стварање погодне средине за ефективне промене. Током овог периода будућа основа компаније треба бити постављена на тај начин да накнадне модификације не буду потребне. Због овога *TPM* имплементација мора да започне од врховног менаџмента и да има њихову потпуну подршку, иако зависи од учешћа свих запослених од врховног менаџмента до производних радника. *TPM* подстиче самосталност запосленог али тек након правилне обуке, мотивације и подизања стручности и након стварања средине за аутономно одржавање. У овој фази стварање корисне средине је најважнија брига врховног менаџмента.

Током прве две фазе развоја *TPM*-а, менаџмент мора обучити раднике да се носе са проблемима опреме тако што ће унапредити њихове вештине везане за активности које спроводе на линији и активности одржавања опреме, а биће такође и упознати са предностима аутономног одржавања. Прави самостални радници појавиће се тек када се за то створи одговарајућа средина од стране менаџмента.

Потребно је доста времена како би се променило мишљење људи, њихове устаљене навике и мотивација али када се промени ово производња ће се повећати за педесет процената. Повећањем посла, повећаће се профит компаније, самим тим и плате, а запослени ће се осећати задовољно на свом радном месту тако да ће се ефективност још више унапредити.

Врховни менаџмент не сме имати никакве сумње у *TPM* и мора у потпуности разумети концепт који имплементира. Размена искустава менаџерима који су већ имплементирали *TPM*, или посета компанији како би се стекао увид у активности које треба да се спроведу и види *TPM* на делу, значајно помаже при схватању *TPM*-а.

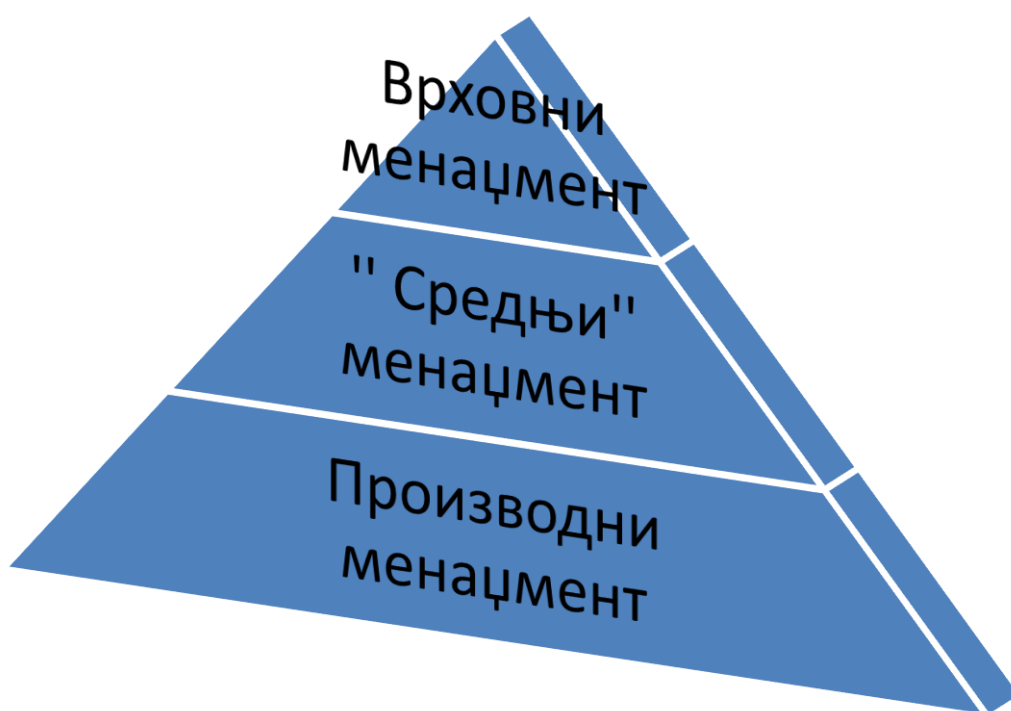
Друга фаза у развоју *TPM* програма је обука и промоција *TPM*-а која треба да почне одмах након упознавања запослених са програмом. Циљ обуке, едукације није само да објасни на који начин ради *TPM* већ и да подигне морал запослених и да ослаби било какав отпор, уколико постоји, према променама, у овом случају имплементацији *TPM*-а. Овај отпор може да

се огледа у томе да неки од запослених више воле конвенционалне методе рада, као што је случај да оператер ради за машином а одржавање је поправља, или да се запослени на линији плаше да ће то произвести додатна задужења која ће их оптеретити још више, или пак негодовање од стране запослених у одржавању да оператери неће бити у стању да правилно спроводе активности аутономног одржавања.

Едукација о *TPM* имплементацији мора бити дизајнирана тако да елиминише било какав отпор и да подигне морал запослених. Обука од два до три дана показала се најефикаснијом за ниже менаџере, шефове производње, лидере група и слично. Присуство врховног менаџмента оваквим обукама је веома пожељно, јер дају тежину и подржавају активности које се спроводе самим својим присуством.

Запослени у производњи могу се обучавати помоћу презентација или другог визуелног материјала. Ова обука може бити побољшана позивањем супервизора и других менаџера на мале *TPM* састанке у циљу размене искуства и провере шта су све научили на састанцима. Током ове обуке веома је важно водити кампању подизања морала за *TPM* едукацију. Неке компаније у ову сврху користе разне визуелне знаке, заставе, значке са *TPM* слоганима све у циљу стварања позитивне радне средине.

Када је завршена иницијална обука менаџмента фаза промоције *TPM*-а може да почне. Структура промоције *TPM*-а заснована је на организационим матрицама, формирајући хоризонталне групе као што су комитети и пројектни тимови на сваком нивоу вертикално управљане организације. Групе се организују по нивоу, на пример комитет промоције *TPM*-а, комитети промоције по одељењима компаније и тако даље. Интеграција од врха структуре па до најнижих слојева у компанији као и активности малих група у производном погону су крuciјални за успех.



Слика 28. Организација промоције *TPM*-а

Обично се мале групе, мали тимови и њихове активности организују ван структуре менаџмента, као што су групе за контролу квалитета. Када већ постоје групе, тимови који не могу да се интегришу у структуру менаџмента, ове групе треба искористити за промоцију *TPM*-а. Такође, могуће је креирати нове групе, тимове, додељујући одговорности вође лидерима групе, шефовима производне линије и тако даље. Чак се и препоручује да се мали тимови оформе на сваком нивоу од врховног менаџмента до производних радника. Сваки лидер, вођа, групе учествује као члан тима који је на вишем нивоу. Другим речима вође група служе као веза између два нивоа, чиме се комуникација између два различита нивоа запослених побољшава, такозвана вертикална комуникација. Формирањем ових група побољшава се и хоризонтална комуникација, односно комуникација запослених који су у тимовима. Пошто се *TPM* имплементира више од три године важно је да се тимови и структура целе компаније добро оформи.

У четвртој фази вође *TPM*-а треба да установе основну стратегију и циљеве. Пошто је потребно најмање три године да се елиминишу дефекти и застоји опреме путем *TPM*-а, једна од стратегија компанија треба да буде убацити концепт *TPM* и планове у планове управе, менаџмента за средњу или даљу будућност. Иако је мото компаније као и слогани окачен на зидовима или разним огласним таблама, тербало би запосленима представити комплетне годишње планове и стратегије менаџмента. Стратегије су углавном у писаној форми неког текста, док би циљеви компаније требало бити врло јасни и прецизни. Гледајући представљене циљеве компаније запослени мора тачно да зна колико, шта и за које време је планирано. Тако је на пример стратегија фирме да се смање губици елиминисањем застоја, дефеката и несрећа и повећање профитабилности компаније и стварање позитивне радне средине за све запослене. У овој изјави јасно видимо циљеве компаније.

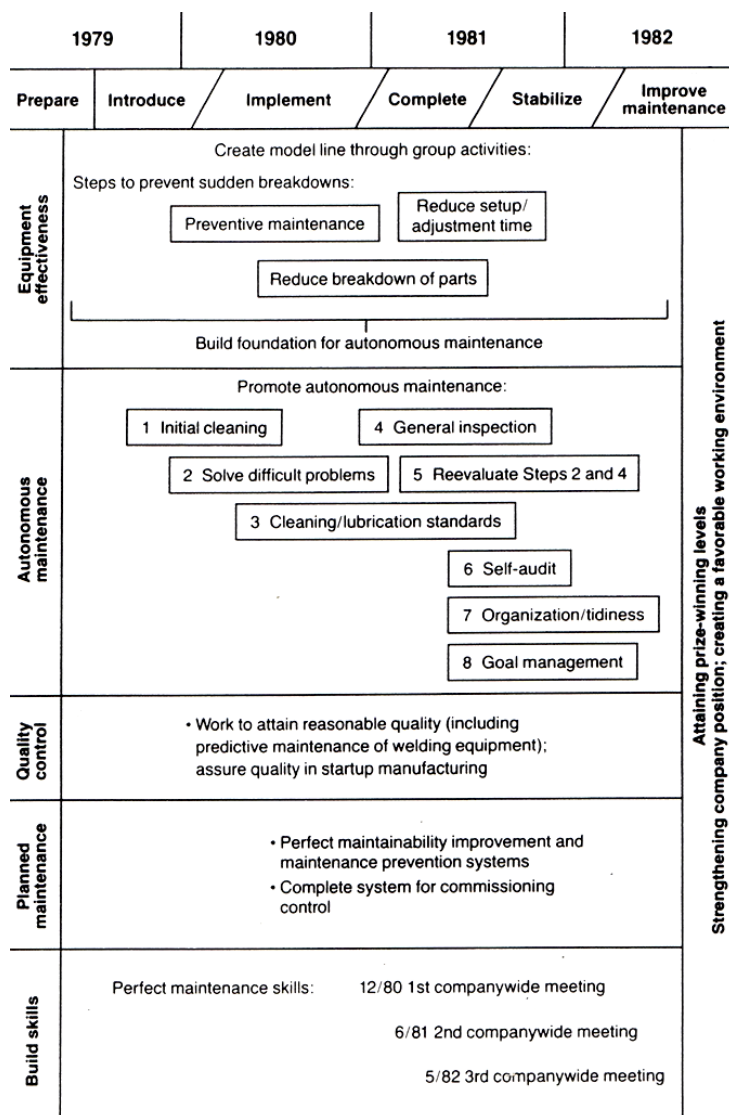
Елиминисање застоја и отказа опреме у потпуности може бити недостижан циљ, зато менаџмент може поставити мало опипљивије циљеве компаније, као што су смањење дефеката и отказа за педесет процената у року од три године или нешто слично. Како би се установили циљеви компаније морају се узети у обзир и спољашње и унутрашње потребе компаније. Након постављања циљева, такво будуће стање компаније требало би упоредити са садашњим. Потребно је предвидети сва унапређења која је потребно да се спроведу, све цене и трошкове, повраћаје производа, преправке, како би се добило реално стање.

Када су постављени средњи и дугорочни циљеви за компанију, потребно је да се пређе на следећи ниво, а то је развој стратегије и циљева за свако одељење компаније посебно. На овај начин сваки одељак фирме се унапређује засебно, а све у циљу унапређења целокупне компаније.

У петој фази обавеза вођа *TPM*-а је доношење главног плана *TPM* развоја. Овде морају бити укључени и дневни планови за промоцију *TPM*-а, почетни стадијум припрема пред имплементацију и слично. На слици 29 видимо годишњи план једне компаније где се *TPM* фокусирао на унапређење пет активности:

- 1) повећање ефективности опреме елиминисањем шест великих губитака,
- 2) утемељивање програм аутономног одржавања,
- 3) побољшање квалитета,
- 4) утемељити распоред планског одржавања од стране службе за одржавање, и
- 5) едукација и обука запослених у циљу повећања вештина.

Шеста фаза представља први корак, старт, имплементације *TPM*-а и борбе против шест највећих губитака. Током првих пет фаза менаџмент и професионално особље имало је највише посла и кључну улогу. Од ове фазе запослени ће морати да се искључе из традиционалног рутинских дужности посла и да полако почну да спроводе у праксу *TPM*. Сваки запослени игра кључну улогу у *TPM*-у, нема места за седеље у овом програму, односно сваки запослени је укључен, не постоје само посматрачи. Тако да је веома битно да сваки запослени подржи стратегију врховног менаџмента преко његових активности и утиче на елиминацију шест великих губитака. Старт имплементације треба да створи атмосферу која повећава морал и посвећеност запослених. Ово је углавном у форми састанка за све запослене. Оваквим састанцима обично присуствују и компаније са којима се сарађује, добављачи, подизвођачи, купци, клијенти и други. Током састанка врховни менаџери износе информације и планове који су се спроводили у фази припреме и промоције *TPM*-а, циљеве и стратегије компаније, главни план развоја *TPM*-а и додељују се награде за посвећеност циљевима компаније запосленима који то заслужују.



Слика 29. Пример годишњег плана за *TPM* промоцију

Седма фаза представља фазу побољшања ефикасности опреме. Први корак развоја *TPM*-а представља побољшање ефективности сваког дела опреме и елиминисање губитака. Запослени у одржавању, инжењери, супервизори радника и мали тимови организују се и праве пројектне тимове како би направили неко унапређење и смањили губитке. Ова унапређења ће донети позитивне резултате целој компанији. Током прве фазе организовања имплементације и промоције *TPM*-а јавиће се они који сумњају у добит *TPM*-а, иако им је представљен његов потенцијал у другим компанијама где је *TPM* у потпуности спроведен. Ове сумње се уклањају тако што се *TPM* тимови фокусирају на опрему која трпи константне застоје, отказе и производи највише дефеката, губитака. Повећавајући ефективност опреме која је у видно лошем стању, уклањају се сумње у добробит *TPM*-а. Неколико делова опреме се изабери као модели у сваком одељењу компаније и сваки пројектни тим добије посебан део опреме. Овакви пројекти показују ефективност *TPM*-а и обезбеђују инжењерима и запосленима у одржавању значајно искуство. Такође, и лидери тимова унапређују своје искуство управљањем пројектима.

Менаџери не треба да пожурују запослене да за имплементацију разних алата и техника за повећање ефективности, као што су *QC*, контрола квалитета и слично. *PM* анализа је једна од техника која се користи за елиминисање константних губитака опреме. *P* у скраћеници *PM* представља проблем, а *M* представља машину, материјал. Ова анализа се састоји од:

- 1) Дефинисања проблема. Пажљиво испитати проблем. Упоредити све симптоме, стања, делове на које је проблем утицао и опрему са сличним проблемима и ситуацијама.
- 2) Извршити физичку анализу проблема. Физичка анализа садржи објашњење свих проблема и губитака помоћу простих физичких закона.
- 3) Изоловати свако стање које може да изазове проблем. Физичка анализа отказа открива принципе услед којих се дефекти дешавају. Истражити све могуће узроке појаве дефеката над опремом.
- 4) Проценити опрему, материјал и методе. Извршити процену сваке операције, опреме, материјала, алата и направити листу фактора који утичу на појаву дефеката.
- 5) Направити план истраге. Пажљиво испланирати сваки корак истраге за сваки фактор посебно. Одредити којим поступком и како се спрати стање сваког фактора.
- 6) Истражити све неисправности. Све ставке планиране у петом кораку морају пажљиво бити истражене. Не игнорисати неисправности које се традиционално сматрају безбедним.
- 7) Формулисати план унапређења. На основу свих прикупљених података направити план унапређења која треба да се спроведу.

Осма фаза *TPM*-а садржи имплементацију аутономног одржавања. Уколико ова техника одржавања никада није примењивана у компанији или је компанија сувише стара, са старим и искусним запосленима, јавиће се потешкоће у имплементирању аутономног одржавања. Тешкоће приликом увођења овог вида одржавања јављају се пре свега услед навике оператера да буде у потпуности посвећен самој производњи, без осврта на одржавање опреме на којој ради по принципу ја радим ти поправљаш, док радници у одржавању имају задатак да поправљају и одржавају опрему на којој оператер ради, и од службе одржавања се

очекује да преузме одговорност за машину. Оваква схватања запослених у компанији не могу се променити преко ноћи, што је један од разлога зашто имплементација *TPM*-а траје од две до три године. Промена менталитета запослених захтева време.

Још у почетној фази, фази промоције *TPM*-а, мора се свим имплементирати мишљење, од врха компаније до производних радника, да оператери спроводе активности аутономног одржавања и да је само један запослени у компанији одговара за опрему на којој ради. Наравно, за ову врсту одржавања није потребна само добра воља већ је потребно да сви запослени буду обучени како би стекли неопходне вештине потребне за спровођење аутономног одржавања.

5S: *seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke* су главни принципи управљања операцијама. Већина компанија се труди да имплементира ове принципе. Међутим, неке компаније то раде врло површно што доводи до контра резултата, великог губитка уместо потенцијалног профита. Најпростији пример лошег имплементирања ових принципа је фарбање фабрике. Уколико се фарбање спроведе без обзира на прљавштину, корозију, гледано са стране постигнут је позитивни помак али краткорочни. Основа испод боје и даље није здрава, чак шта више из дана у дан стање јој се погоршава док слојеви нове боје не почну да падају када се види право стање фабрике. У овом случају занемарена прашина, прљавштина и корозија су се још више увећале и довеле до великог губитка новца, посматрано са стране улагања новца у фарбање и пропадање површина фабрике.

Компаније које желе да избегну површинско аутономно одржавање треба да усвоје приступ развоја аутономног одржавања помоћу седам корака, слика 30. Сваки запослени стиче вештине које су потребне за сваки корак у развоју аутономног одржавања путем обука и праксе. Тек када је тренинг једног корака завршен и у потпуности савладан запосленом се дозвољава да пређе на следећи корак.

Корак	Активности
1. Иницијално чишћење	Оператери опреме развијају и повећавају интересовање и бригу за машинама и опремом на којој раде током њиховог темељног чишћења.
2. Спровођење контрамера које спречавају појаву прашине и прљавштине	Спроводе се разне мере које елиминишу прашину, прљавштину, наслаге струготине, уља и слично
3. Успостављање стандарда основног одржавања	Успоставити одређене стандарде за брзо и ефикасно основно одржавање, чишћење, подмазивање
4. Општа инспекција	Чланови тима раде заједно како би уочили проблематична подручја. Мери се истрошеност опреме путем опште инспекције опреме
5. Креирање аутономне инспекције	Развити и користити листе аутономне инспекције
6. Организација и уредност	Идентификовати све аспекте радног места и поставити одговарајуће стандарде за све њих
7. Аутономно одржавање у потпуности	Развијају се циљеви компаније за будућност, повећава број унапређења

Слика 30. Седам корака развоја аутономног одржавања

Први корак развоја аутономног одржавања је иницијално чишћење. Оператери опреме развијају и повећавају интересовање и бригу за машинама и опремом на којој раде током њиховог темељног чишћења. Темељно чишћење представља један од најважнијих едукативних процеса јер се спровођењем ове активности појављују питања и проналазе одговори. Спровођењем ових активности оператер сам увиђа, на пример, да се вибрације машине смањују уколико су сви завртњевии добро причвршћени, постаје му нејасно зашто се одређени део машине драстично брже запрља од неког другог, чиме се јавља жеља оператера да сам те проблеме отклони и повећава се интересовање за опремом на којом ради. Оператери током едукације у овом кораку уче да је само чишћење један вид провере стања опреме. У овом кораку се такође учи о основама процеса подмазивања и запослени постају обучени да открију, детектују, пробелме који се јављају на машини.

Други корак развоја садржи контра мере које спречавају или барем смањују појаву прашине и прљавштине. Што је теже за појединца да спроведе иницијално чишћење, то ће бити већа његова жеља да одржи опрему чистом, и да смањи време које му је потребно за чишћење. Спроводе се разне мере које елиминишу прашину, прљавштину, наслаге струготине, уља и слично, као што је постављање разних заклона, препрека које штите делове машине. Уколико је немогуће уклонити разлог појављивања прашине мора се спровести темељније

чишћење и сложеније процедуре инспекције за проблематична подручја. Свако одељење фабрике је одговорно за чишћење свог радног простора али инжењери и запослени у одржавању морају константно бити у вези са њима.

У прва два корака оператери идентификују основна стања која се односе на њихову опрему. Када се установе основна стања могуће је успоставити одређене стандарде за брзо и ефикасно основно одржавање, чишћење, подмазивање и притезање завртња за сваки део опреме. Наравно, време приликом кога запослени спроводи операције основног одржавања мора бити ограничено. Супервизори мора да дају запосленима разумно време које ће потрошити на чишћење, подмазивање и притезање, на пример, десет минута пре и после операција, тридесет минута викендима и један сат на крају месеца.

Уколико постављени стандарди не одговарају оператерима, не могу у потпуности извршити активности чишћења и подмазивања, активности које спровode оператери се морају унапредити. Ово се може постићи имплементацијом простих али ефикасних иновативних идеја, као што су визуелне контроле уља, боље позиционирање места за подмазивање и слично.

Прва три корака се спровode како би се опрема одржала у исправном стању. У четвртог кораку мери се истрошеност опреме путем опште инспекције опреме. Лидери група спровode ове инспекције на основу општег упутства за инспекцију које су супервизори припремили. Чланови тима раде заједно како би уочили проблематична подручја. На крају уз помоћ службе одржавања спровode се акције како би се спречило даље трошење, пропадање, опреме и како би се побољшала подручја опреме која су највише истрошена. Потребно је доста времена за спровођење овог корака пре свега јер је потребно да оператери развију способност да детектују било какве абнормалности опреме. Веома је битно направити стручне оператере тако да овај корак не треба пожуривати. Позитивни резултати не могу бити постигнути уколико сваки радник не стекне све потребне вештине. Тек након успешно спроведеног четвртог корака компаније може видети значајне резултате, пошто прва три корака спадају у основне активности које не доводе до неких драматичних промена. Уколико се не примете промене на боље након успешно имплементираниог четвртог корака значи да предходно научене вештине нису довољно савладане. Такође, то може да значи и низак ниво техничке стручности. Уколико је ово случај препоручује се да се са имплементацијом крене поново од нуле са увођењем дела едукације која би повећала техничку стручност запослених.

Док се четврти корак спроведе служба одржавања би требало да направи календар одржавања и припреми своје стандарде за одржавање. Пети корак представља креирање аутономне инспекције. Стандарди који су креирани од стране производних тимова се сада упоређују са стандардима службе одржавања, тако да не сме доћи до поклапања.

Шести корак представља организација и уредност, *seiri and seiton*, што значи да треба идентификовати све аспекте радног места и да се поставе одговарајући стандарди за све њих. Ово је посао за менаџере и супервизоре који би требало да минимизују или упросте, уколико је то могуће, све активности и услове рада. Уредност значи да треба успоставити одређене стандарде и ово је пре свега одговорност оператера. Део њиховог уобичајног посла треба бити на фокусирању унапређења која омогућују да се постављени стандарди лакше прате. Овај корак промовише упрошћавање, организацију и приврженост стандардима, начинима којима се осигурава да се стандардизација и имплементација визуелних контрола спроводи широм целе компаније. У првих пет корака наглашене су активности инспекције и основног одржавања

опреме и услова у којима се она налази. Међутим, улога оператора је много шира од горе наведеног. У шестом кораку, супервизори и менаџери преузимају на себе одговорност имплементације аутономног одржавања тако што процењују улогу оператора и јасно представљају њихове одговорности. Оператерима мора бити јасно у сваком тренутку шта треба да ураде како би спречили губитке који се јављају услед застоја и које све додатне вештине треба да поседују. Тако да уколико менаџери сматрају да је то потребно оператори се могу обучити за неке додатне активности које треба да спроводе поред тренутног рада на машини. На слици 31 видимо пример организовања и успостављања стандарда у аутономном одржавању.

Фокус	Елементи
Одговорност оператора	Организовати стандарде за одговорност оператора
Посао	Промовисати организоване и сређене операције као и визуелну контролу тренутног посла, производа, дефеката, губитака
Ручни, помоћни алат	Држати све врсте алата организовано и лако доступно помоћу визуелне контроле. Увести потребне стандарде
Инструменти за мерење	Поставити стандарде за инспекцију. Извршити контролу свих уређаја за мерење
Прецизност опреме	Оператери морају да проверавају прецизност опреме, стандардизовати ове процедуре
Третман абнормалности	Стандардизовати проверу квалитета, унапредити вештине решавања проблема, успоставити операције праћења опреме

Слика 31. Пример организовања и успостављања стандарда у аутономном одржавању

Поред основног одржавања опреме и инспекције оператори такође могу бити одговорни за:

- штеловање опреме и проверу квалитета производа,
- детекцију и отклањање абнормалних услова,
- вођење евиденције података о операцији, квалитету и условима у којима настаје производ, и
- мање сервисирање опреме, алата и слично.

Путем низа активности супервизора, током ових шест корака, запосленима се знатно повећава стручност и морал. На крају они постају самостални, обучени и поуздани радници од којих се може очекивати да сами надзиру свој рад и имплементирају унапређења самостално. У овој фази треба се фокусирати на елиминацију шест великих губитака и имплементацију унапређења у свакој радној средини.

Аудити или листе провере спроведених активности и опреме од стране супервизора имају велику улогу у успешном развоју и имплементацији аутономног одржавања. Да би се ово спровело у дело супервизори, запослени морају да у потпуности разумеју радну средину и све активности које се у њој спроводе.

Девета фаза *TPM-a* је имплементација планираног или периодичног програма одржавања за службу одржавања. Планирано одржавање које спроводи служба одржавања мора бити у координацији са активностима аутономног одржавања производног одељења, тако да ове две службе заједно могу беспрекорно да раде. Док општа инспекција не постане део рутине запослених, помоћ од стране службе одржавања је потребна, у неким случајевима чак и више пре него што је се компанија упознала са концептом *TPM-a*. У почетку се радници ослањају на одржавање да одреди које су најслабије тачке на опреми и решења за њих. Такође, и случајни застоји којих ће бити све мање захтеваће све више пажње. Све ово утиче на морал запослених, тако да је потребно наградити раднике, рачунати им прековремени рад, дати им признања и новчане бенефиције, што у великој мери повећава морал и заинтересованост радника.

Количина активности службе одржавања смањиће се када општа инспекција постане део рутине оператера. Број застоја ће се знатно смањити а самим тим и активности одржавања. Тада служба одржавања треба да се фокусира на своју организацију. Развој планираног одржавања би требао да почне и пре четвртог корака, пре него што је имплементација опште инспекције готова. Као што је већ напоменуто, служба одржавања мора да развије самостално стандарде опреме, тако да током фазе аутономне инспекције, пете фазе, ти стандарди могу бити упоређени са стандардима производног одељења. Јасне одговорности оба одељења представљају кључ успеха који се постиже тек када се оба ова стандарда искомбинују. Како би се повећала ефективност активности службе одржавања запослени би требало да процене контролу резервних делова, алата, контролних алата, техничке документације и слично. А када је то предвиђено, одржавање се ради на производној линији, током намерног застоја због редовног планираног одржавања.

Карактеристика овог вида одржавања је *L and S* састанци одржавања, који се одржавају свакога дана у девет часова. На овим састанцима менаџери производних линија и супервизори (*L*) и чланови служби (*S*), као што су супервизори одржавања и производње, дискутују о производњи, када је потребно да се производња заустави и када ступа на снагу служба одржавања.

У десетој фази имплементације *TPM-a* спроводи се тенинг у циљу повећања производних вештина и унапређења вештина запослених у служби одржавања. Едукација и тренинг запослених има много предности. Компанија која имплементира *TPM* мора да уложи у обуку која ће омогућити запосленима да управљају опремом на исправан начин. Поред додатне обуке из одржавања запослени такође морају унапредити и своје производне вештине. На особље одржавања треба гледати као на лекаре, они морају бити стручни, у супротном стање њихових пацијената, односно опреме, се само погоршава.

Једанаесту фазу имплементације *TPM-a* чине активности раног управљања опремом. Када се инсталира нова опрема, проблеми углавном настају током пробног периода машине. Међутим није довољно само купити машину како би се жељена операција изводила на њој. Инжењери и запослени у одржавању морају имплементирати на тој машини многа унапређења пре него што та машина започне свој животни век у производном погону компаније. Чак и тада

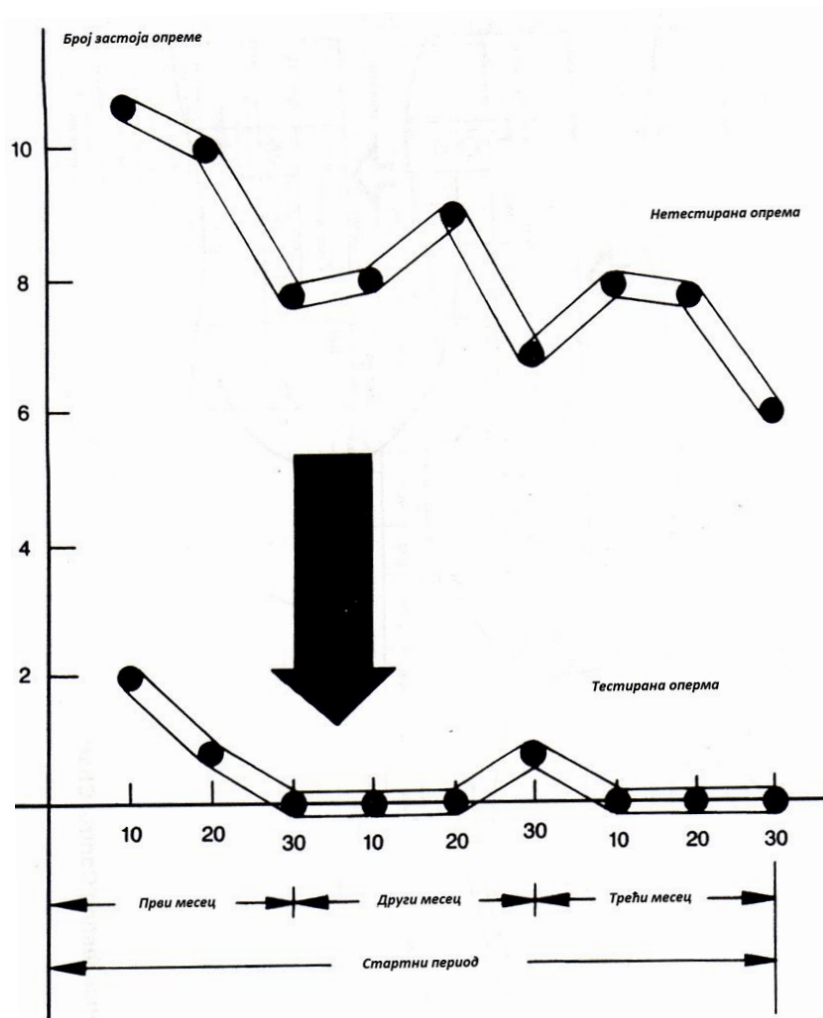
на самом почетку, веома је важно редовно чишћење, подмазивање и редовне инспекције машине. Уколико се ово не спроводи на време, то утиче на појаву застоја и изненадног престанка рада машине и повећања времена које машина проводи у застоју. Пробни период машине и све на изглед непотребно чишћење, подмазивање, редовне инспекције има за циљ да се установе све грешке, уколико постоје, почев од дизајна па до слабо притегнутих делова који изазивају вибрације и тако даље.

Активности раног управљања опремом изводе производни инжењери, али поред њих посла има и за особље одржавања које врши активности у циљу превенције одржавања. Активности раног управљања опремом имају за циљ:

- постизање највиших могућих нивоа који су постављени у фази планирања, инвестиција и набавке опреме,
- скраћење периода од дизајна до константне операције,
- прелазак преко овог периода уз мало рада и без дисбаланса радног процеса, и
- осигурање да је дизајн опреме поуздан, лак за одржавање, економски исплатив и безбедан.

Радећи заједно за инжењерима за дизајн опреме током периода процене опреме у циљу елиминисања проблема у старту, инжењери и особље одржавања могу да стекну додатно знање о превенцији одржавања. Период процене опреме представља стварну производњу након постављања и инсталирања опреме и пробног покретања. Тада се машина намешта тако да може да издржи темпо рада који је предвиђен за константан производни ток. У овом периоду је право време да се све исправке на опреми које је требало да се одраде, а нису, и да се сва потребна унапређења спроведу. Веома чести застоји у овом периоду могу значити да ранија унапређења нису довољно добро одрађена или их је потребно дорадити. Ово у суштини представља и сам циљ *TPM-a* и то је повећање ефективности опреме. На слици 32 видимо однос броја застоја, отказа, тестиране и нетестиране опреме.

Дванаеста фаза имплементације *TPM-a* представља потпуну имплементацију и постављање виших циљева. Ово представља завршну фазу развоја *TPM-a*. Током овог периода стабилизације сви раде на томе да константно унапређују *TPM* резултате, тако да ова фаза може узети мало више времена него предходне. У овој фази врши се и процена имплементираног *TPM-a* али то није крај. Добијањем признања о успешној имплементацији *TPM-a* не значи да је посао готов, да је све савршено и да више ништа није потребно мењати, чак на против. Признање о успешној имплементацији *TPM-a* треба бити само подстрек да се добар посао настави даље, јер дана када компанија престане да улаже у себе и имплементира нове идеје пропада на светском тржишту.



Слика 32. Редукција стартних проблема

3.5. Критеријуми успешности за *TPM* имплементацију

За програме константног унапређења да би били успешни морају да:

- константно унапређују посао, и
- фокусирају унапређења на кључне проблеме у компанији а не да решавају велики број проблема унапређувањем ствари које битно не утичу на производни процес.

Када се правилно имплементира *TPM* обезбеђује процесе и методе које омогућују испуњење ових захтева. Грешка је покушавати поново осмислити *TPM*. Треба искористити знање људи који су већ имплементирали успешно *TPM* и спровести га у дело како би постигли продуктивност на светком нивоу, World class productiv-y. Веома је битно укључити управу, менаџере у иницијативу *TPM* -а. Без посвећене управе нема правилног имплементирања *TPM* -а, јер врховни менаџмент игра најважнију улогу у подржавању алата, техника и метода и

пружању савета током спровођења одређених процеса. Запослени неће мењати своје навике због *TPM* менаџера или зато што им је координатор програма тако рекао, међутим, уколико им управа даје позитиван пример и то захтева од њих запослени ће се понашати правилно.

Да би се на најбољи начин искористио *TPM* потребно га је комбиновати са осталим алатима и техникама које помажу у организовању компанија и њиховом унапређењу. Интегрисањем са *JIT* и *TQM*-ом значајно се унапређује производња. То је због тога што *JIT* неће радити уколико компанија нема поуздану и ефикасну опрему.

Све активности *TPM*-а треба повезати са циљевима компаније и документовати све активности током имплементирања *TPM* -а. Документовање свих активности је важно пре свега за будуће генерације, да се не би правиле иста грешка два пута или да генијалне идеје не остану некоришћене.

4. Предлози идеја за имплементацију у компанији *RAPP HYDEMA*

4.1. Компанија *Rapp Marine Group*



Слика 33. Лого компаније *Rapp Marine Group*

Тренутно средиште компаније *RAPP* је у Бодо-у, међутим компанија је започела пословање још 1907. године у Осло-у, на основу идеје коју је предузимач *Ferdinand Münz*, слика 34, развио. Помоћу простог алата и добре подршке од стране породице и пријатеља, успео је да развије двотактни мотор. То је представљало основу да се оформи фирма "*Aktieselskapet Motoren Rap*" чија је сврха била прављење двотактних мотора.



Слика 34. *Ferdinand Münz*

Почетком двадесетог века ни техничко знање ни ефикасна производња нису били довољни да гарантују успех и добре резултате компаније. Велики број људи који су поседовали чамце, посебно у Шведској и Данској, нису имали жељу да поседују чамац на механички погон у њиховој рибарској флоти. Постојало је много скептика према новој технологији и компанија се нашла у проблему. Складишта су била пуна непродатих мотора. Као и у данашње време и тада, маркетинг је био кључ успешног пласирања производа на тржиште. Ангажован је велики број агената продаје и како су године пролазиле све више се видео њихов значај, како су енергично и константно промовисали вредности *RAPP* компаније.

Касних педесетих и раних шездесетих година технички напредак углавном је био на пољу хидраулике високог притиска. Данас поред хидраулике високог притиска компанија има многобројне производе: од рибље - *fish* пумпе, преко електричних и хидрауличних витала, мотора, до бродске опреме и противпожарних врата (*Rapp Vomek*), што се види на следећим сликама.



Слика 35. Производ компаније *Rapp Marine Group* - Fish пумпа



Слика 36. Електрични мотор са унутрашњим флуидним хлађењем



Слика 37. Витло са хидрауличним погоном за океанографска истраживања



Слика 38. Челична противпожарна врата

4.2. 5S

Током програма праксе у *RAPP* компанији, о којој је било више речи у поглављу изнад, сагледана је целокупна организација фирме. У производном погону, свесно или не, делимично је уведена техника 5S, што се може видети и на сликама 39 и 40. На овим сликама видимо примену *seiton* корака у имплементацији 5S-а. Сви стандардни делови који се користе у производњи, полуфабрикати, готови производи су складиштени на тај начин да се могу врло лако пронаћи, јер су делови уредно сложени и јасно означени. Овакав начин организовања у великој мери убрзава производњу јер запослени не губе време предвиђено за зад на производу

на тражење потребног дела. На основу ознака, шифри, тачно се зна где се део налази, одакле се узима и где се враћа.

Ово представља у суштини филозофију 5S технике. Ова техника ствара организовану, чисту и стандардизовану средину у циљу побољшања профитабилности, ефикасности и безбедности тако што смањује све врсте губитака у производњи. О корацима које чине 5S технику говорили смо у поглављима изнад. У овом поглављу биће објашњена имплементација 5S технике и зашто је она важна за компанију.

Често бринемо о оном што видимо, међутим оно што лежи испод површине може бити много горе. Оно што се не види, не посматра се као проблем. Превелико складиштење материјала, производа, представља проблем који можемо упоредити са сантом леда која се налази у мору. Изнад површине се налази само један мали део леда који се види, међутим највећа количина леда, која се не види, се налази у води.



Слика 39. Складиштење стандардних делова



Слика 40. Складиштење годових производа

Проблем код компанија нису само проблеми који се не виде, временом проблеми који су остављени нерешени запослени не посматрају као проблем већ као исправно стање. Уколико прође довољна количина времена без реаговања, икаквих измена и покушаја да се проблеми реше, та средина која има безброј проблема постаје једно нормално окружење за рад јер запослени не примећују проблеме. Оваквим запостављањем проблема, временом компанија тоне све дубље и дубље и јављају се све компликованији и компликованији проблеми које је све теже отклонити, и које из дана у дан гутају компанију и вуку је на дно мора.

Међутим, сада се јавља питање како може једна техника у чијој се основи налази одржавање средине чистом да уклони и помогне у решавању свих проблема који се јављају. То је зато што 5S техника представља много више од самог чишћења са времена на време. Они који на 5S посматрају само као на велико спремање након огромног нереда губе праву вредност 5S технике унапређење перформанси операција.

На почетку овог рада објашњен је појам шест великих губитака. То је веома користан начин посматрања проблема који омогућава да се они јасно категоризују и омогућава компанији да се фокусира на оне области које захтевају унапређење. Међутим ово није техника којом може да се открије и уклони разлог појаве проблема, губитка, 5S техника јесте прави алат за то.

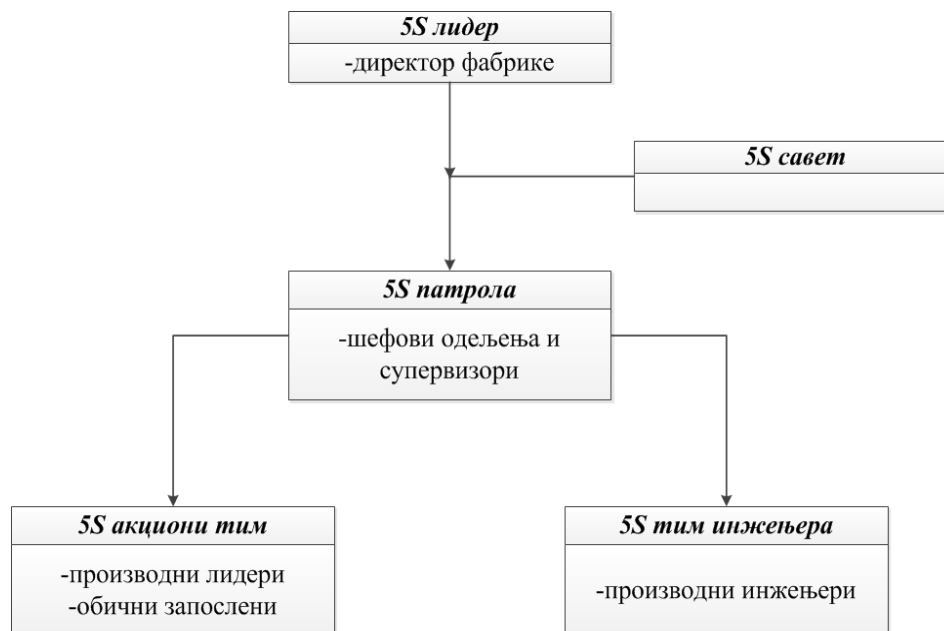
Пошто је делимично овај корак имплементиран, имплементација у потпуности би требало да буде додатно унапређење које би водило ка некој од филозофија организовања компаније, у циљу смањења губитка, отпада, било каквог типа и унапређења производње.

Прихватањем 5S технике кроз све нивое запослених ојачаће управљање организацијом, пошто је ово врло лака техника и јасна је свима у организацији. Сви би требало да учествују од врховног менаџмента до радника на линији како би успех имплементације био осигуран.

Имплементирање 5S технике у организацију садржи следеће кораке:

- 1) успостављање организације за промоцију 5S-a,
- 2) успоставити план промоције 5S технике,
- 3) спремити све материјале за 5S кампању,
- 4) едукација унутар компаније,
- 5) имплементација 5S технике, и
- 6) процена.

Термини као што су 5S кампања или 5S стратегија се користе како би се описале активности имплементације у фабрици. Међутим пре него што се ово спроведе у дело, компанија би требало да направи организацију која ће промовисати 5S кампању широм целе фабрике, слика 41. Методе оваквих организација могу варирати од фабрике до фабрике али циљ је свуда исти, промовисање 5S технике кроз целу компанију.



Слика 41. Изглед организације за 5S промоцију

Улогу вођења компаније ка реформама преузима врховни менаџмент. Тако да се у средишту организације која промовише 5S технику требају наћи менаџери са виших нивоа а на челу овог тима сам председник компаније.

Веома је битно да се током имплементације и након завршене имплементације спроводе провере да ли су услови на радном месту задовољавајући и да ли се све активности спроводе као што су прописане. Ово је веома важно јер колико год да је успешна имплементација 5S технике, уколико се престане са 5S активностима, постигнута 5S средина у организацији ће полако почети да се распада и услови ће се полако вратити у првобитно стање. Организују се тимови који ће за свако радно место, запосленог или производни део компаније оформити листе за проверу, аудите, слика 42. Тек када 5S техника постане одржива на дужи период може се рећи да је правилно имплементирана и да је компанија унапређена на овом пољу.

5S AUDIT KONTROLNA LISTA

Zona:	Projektni biro	Pregled #	1	Datum:	30-Jan-09
Poslednja ocena pregleda:	NA	Izvršio pregled:	Daniel, Vanny, Chan Dy	Sledeći pregled:	06-Feb-09

	Sortiranje	Sistematizacija	'Sijanje'	Standardizacija	Samodisciplina	Ukupno
Ukupna ocena	18.5	21	24.5	14.5	13.5	92
# pitanja	6	7	8	5	5	31
Prosečna ocena	3.1	3.0	3.1	2.9	2.7	2.9

UPUTSTVA ZA BODOVANJE

0 NULA NAPORA	1 MALI NAPOR	2 PROSEČNI NAPOR	3 MINIMALNI PRIHVATLJIVI NIVO	3.5 (4) REZULTATI IZNAD PROSEKA (3 PROVERE)	4.5 (5) IZVANREDNI REZULTATI (6 PROVERE)
-------------------------	------------------------	----------------------------	---	---	--

SORTIRANJE OPIS AKTIVNOSTI		SCORE
1)	Samo potrebni rezervni delovi, materijali itd su prisutni na radnom mestu. Artikli koji nisu potrebni za rad na trenutnom proizvodu se uklanjaju sa radnog mesta.	3
2)	Samo potreban alat je prisutan na radnom mestu. Alat koji nije potreban za pravljenje trenutnog proizvoda se uklanja sa radnog mesta.	3
3)	Samo potrebna papirologija je prisutna na radnom mestu. Zastareli ili na neki drugi način nepotrebni papiri, beleške, obaveštenja, izveštaji, itd. se uklanjaju sa radnog mesta.	3
4)	Samo neophodna oprema je prisutna na radnom mestu. Sva zastarela, polomljena ili nepotrebna oprema, police, plahari, klupe, itd. koja nije potrebna za pravljenje trenutnog proizvoda se uklanja sa radnog mesta.	3
5)	Samo potreban nameštaj je prisutan na radnom mestu. Sve slomljene ili nepotrebne stolice, police, ormani, klupe, itd koje nisu potrebne da bi se napravio trenutni proizvod se uklanjaju sa radnog mesta.	3
6)	<u>Opasnosti</u> kao sto su električni kablovi, itd. se uklanjaju iz zona po kojima se stoji odnosno hoda.	3.5

Слика 42. Пример 5S аудита, контролне листе за корак сортирања

4.3. Визуелни менаџмент

У пословном окружењу визуелни менаџмент има исту улогу као и визуелне рекламе, које данас видимо на сваком кораку, а то је да повећа снагу поруке и да утиче на запослене да прихвате концепт или нов начин комуницирања који менаџмент жели. Иако још увек треба да прође доста времена док се не схвати у потпуности како људски мозак функционише, једно је јасно, оно што људско око види моментално привлачи пажњу довољно дуго да на неки начин промени људско понашање. Многе компаније овај алат и несвесно користе, неке су га имплементирале свесно али не до краја, и све више се схвата важност визуелног менаџмента. Проблем је у томе што менаџмент компанија не разуме предности визуелног менаџмента у потпуности или не зна како правилно да дизајнира и имплементира ову технику.

У многим компанија визуелни менаџмент се користи у циљу подржавања безбедности широм целокупног постројења. Још бољи разлог за имплементацију ове технике је у циљу постизања правилног тока производње, избалансираног коришћења и померања опреме као и коришћења потребних ресурса. Резултати примене визуелног менаџмента су следећи:

- запослени у производњи троше мање времена на чекање,
- у производњи се у право време доносе потребне одлуке,
- унапређење квалитета производа и смањење броја потребних дорада,
- лакше коришћење расположиве опреме.

Компаније које имају развијен визуелни менаџмент на време достављају тачне и потребне информације запосленима у процесу производње и повећавају ниво перформанси, смањују број непотребних активности и унапређују профитабилност. Када запослени добију једноставне, тачне информације у право време имају времена да размисле о њима и да донесу праве одлуке у право време. Ова техника у великој мери помаже имплементацији *TPM* или *lean* филозофије. Визуелни менаџмент је више од самог комуницирања на начин, *лепо је то знати*, преноса информација до запосленог или тима. То је техника која се прожима кроз целокупну компанију и која има учешће у планирању и имплементацији тако што обезбеђује кључне и потребне информације и презентује их у правом тренутку, правој особи или тиму, на лак и разумљив начин.

Имплементирање ове технике у компанију може помоћи елиминацији шест великих губитака, које смо напоменули на почетку овог рада, а самим елиминисањем губитака може допринети у стварању продуктивне и профитабилне компаније.

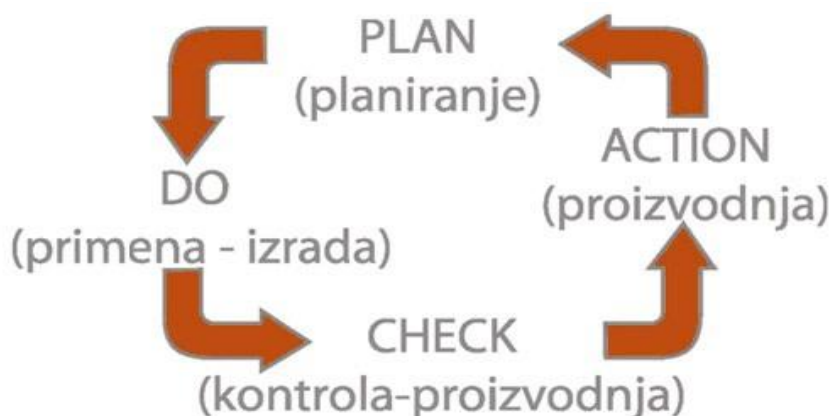
4.4. Kaizen

Шире посматрано *kaizen* се односи на два типа промена *kaizen* и *kaikaku*. Технички посматрано *kaizen* се односи на стално, константно унапређење стандарног посла, док се шире посматрано *kaizen* односи и на *kaikaku*. *Kaikaku* се односи на огромне радикалне промене широм целе компаније у које је укључена и стратегија целокупне организације. У суштини оба ова типа унапређења се посматрају као *kaizen*.

Највећа предност *kaizen*-а је важност континуалног унапређења, како мале идеје могу довести до великих резултата. Да би се спровеле *kaizen* активности у дело потребно је знање од десет принципа унапређења. Десет основних принципа унапређења су:

- 1) уклонити све фиксне идеје како ствари раде,
- 2) осмислити како ће нов метод радити-не како неће,
- 3) не прихватати неуспех,
- 4) не тражити савршенство. 50% имплементација је одлично уколико се одради на лицу места,
- 5) исправити грешке истог момента када се појаве,
- 6) не трошити много новца на унапређења, размишљати: мало трошкова/без трошкова,
- 7) проблеми дају шансу да се користи мозак,
- 8) питати: ЗАШТО? Минимум пет пута док се не дође до извора проблема,
- 9) идеје потекле од десет људи су много боље од идеје потекле од једног човека, и
- 10) унапређење не зна за границе.

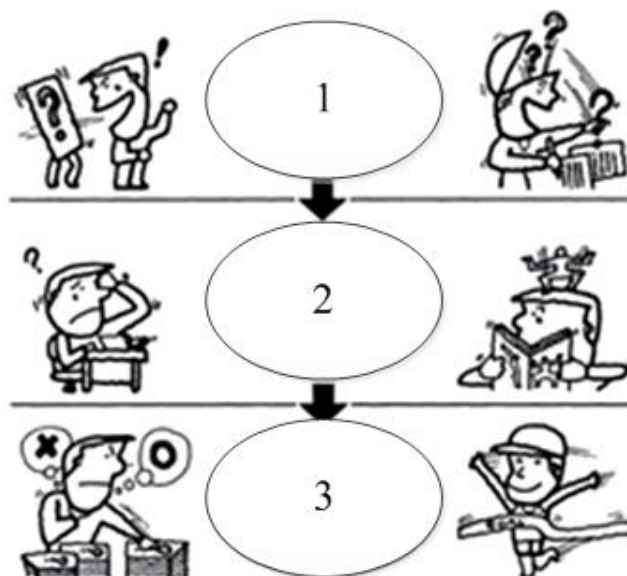
Ових десет принципа помажу у спровођењу *kaizen* идеја. *Kaizen* је заснован на научним анализама у којима се анализирају елементи процеса или система како би се разумео његов рад, и тек онда се открива како да се утиче на њега или како да се унапреди. Ови циклуси промене познати су још и као Демингови циклуси – *Plan, Do, Check, Act- PDCA*, слика 43.



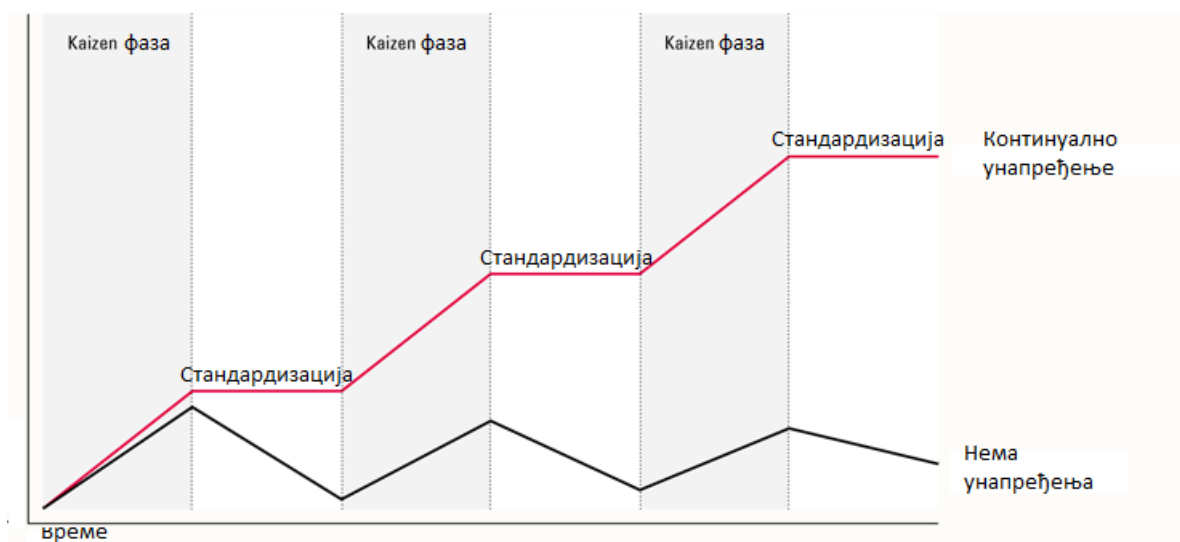
Слика 43. Демингов циклус - *PDCA* дијаграм

Kaizen се састоји од три кључне компоненте, слика 44, и то су:

- 1) моћ опажања: проналажење проблема и откривање који тип *kaizen*-а је потребан за његово решавање,
- 2) развијање идеје: откривање креативних идеја у циљу решавања проблема,
- 3) доношење одлука, имплементација и примена: који *kaizen* применити, планирање како извршити имплементацију, имплементација и ефекти спроведеног *kaizen*-а.

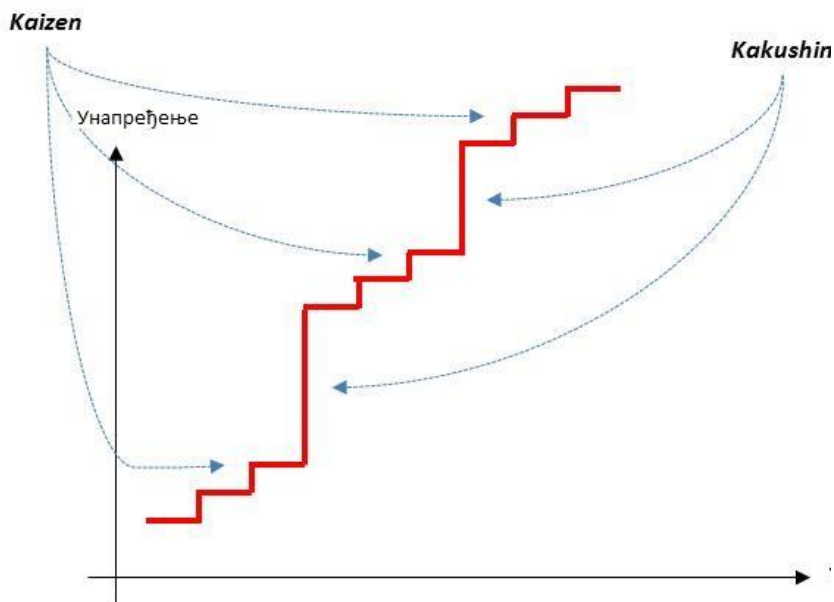


Слика 44. Кључне компоненте *kaizen*-а



Слика 45. Утицај организације и стандардизације на унапређења

Сама имплементација нових идеја, унапређења, на основу *kaizen*-а или не, не доводи до унапређења компаније на дужи временски период, слика 45. Потребно је организовати и стандардизовати свако унапређење на нивоу целе компаније, пре него што се крене на следеће. Сам *kaizen* представља константно унапређење односно велики број малих унапређења која када се гледа целокупна слика представљају огромни помак у компанији, слика 46.



Слика 46. *Kaizen* представља скуп малих и великих унапређења

4.5. Активности малих група у компанији

Једна од најпрестижнијих карактеристика *TPM* активности малих тимова су активности преклапања малих тимова у оквиру целокупне структуре компаније и малих тимова који спроводе активности за унапређење. Овакав начин организације запослених прво је започео у Јапану и за врло кратко време својим достигнућима привукао је пажњу целог света. На старту, активности малих тимова у Јапану имали су улогу у контроли квалитета, док су се у САД бавиле спровођењем концепта нула дефеката (*zero defects, ZD*). Након овога први пут се јављају фирме које комбинују активности индивидуелних идеја за унапређење и Јапанску филозофију контроле квалитета у циљу формирања групних активности за постизање нула дефеката. Данас многе компаније користе активности малих тимова, група, преко компанија које се баве услужним делатностима, хотели, банке, осигуравајућа друштва, не само компаније које се баве индустријском производњом.

Посматрано у односу на разлике у терминологији и оперативним процедурама мале групе се могу поделити у две категорије, оне које су поникле од јапанских фирми са контролом квалитета и друге које су формиране у циљу постизања нула дефеката. Ова две врсте група се у много чему разликују.

Групе за контролу квалитета започеле су као групе за едукацију у циљу побољшања вештина за контролу квалитета супервизора и еволуирале у групе које решавају проблеме

запослених. Тимови људи се организују у циљу решавања проблема у оквиру *TPM* програма. Овакве тимове формирају запослени и независни су у односу на постојећу структуру компаније и најбитнија особина оваквих група је да је присуство добровољно.

Групе које су формиране за постизање нула дефеката, као што је већ напоменуто, прво су се појавиле у САД као средство које је укључило све запослене у циљу решавања пробелма кашњења испоруке производа. Јапанци су присвојили овакав начин организовања запослених и искомбиновали га са својим начином организовања малих тимова. Јапанске групе за постизање нула дефеката учествују и у активностима менаџмента у циљу налажења решења за проблеме компаније и раде на испуњењу циљева компаније.

Лидери независних група за контролу квалитета бирају се углавном од стране запослених док су лидери група за постизање нула дефеката углавном већ изабрани супервизори. Наравно уколико супервизор има превише људи у групи онда се формирају подтимови и бирају се лидери за сваки тим појединачно, тако да се онда формира група лидера подтимова и супервизора. Једна од великих разлика група за контролу квалитета и нула дефеката је у томе што су групе за контролу квалитета волонтерског карактера, тако да се њихове активности одвијају у слободно време, током пауза, после рада, викендима или током одмора. Пошто су овакве активности волонтерског карактера запослени не добијају никакву компензацију за учешће у њима. Насупрот томе, групе које су формиране за постизање нула дефеката могу да се састану и током радног времена под надзором супервизора као и у слободно време, и накнадне активности које спроводе запослени у оваквим групама углавном су плаћене и то се рачуна као прековремени рад.

Поред структуре и идеје за унапређење и циљеви ових група се разликују. Групе за контролу квалитета се формирају за одређени задатак и постављају се различити циљеви у оквиру сваког задатка. Ови задаци се бирају независно од годишњих планова менаџмента, превасходно јер су ове групе волонтерског карактера. Иако компаније поштују аутономију група и допуштају им да изаберу сами своје циљеве и задатке врховни менаџмент све више охрабрује запослене да активности и циљеви контроле квалитета буду део активности унапређења целокупне компаније и подстичу избор оних циљева и задатаке који потпомажу постизање планираног годишњег циља компаније.

Групе формиране за постизање нула дефеката *морају* да изаберу циљеве који су у блиској вези са годишњим планом врховног менаџмента. У суштини концепт нула дефеката има за циљ елиминацију свих дефеката и промовише све циљеве и идеје везане за то. Чланови група, тимова, индивидуално дискутују и постављају подциљеве, као што су нижи трошкови, краће време испоруке, имплементацију нових метода и алата и слично.

Иако групе за контролу квалитета и нула дефеката имају тотално другачију организацију, обично се споје и веома утичу једна на другу, тако да њихове карактеристике које их у потпуности одвајају постају замагљене. Многе компаније су користиле оба типа група како би направиле свој јединствен систем који им највише одговара.

Активности *TPM* малих група су у основи групе нула дефеката и уграђене су у организацију компаније. Веома се истиче то да *TPM* промовише аутономно одржавање од стране оператера преко активности малих група, тимова. У *TPM*-у активности које су управљане од стране менаџмента као што су чишћење опреме, подмазивање, инспекција и слично спроводе се у дело путем малих група, тимова. Током *TPM* имплементације време које

користе мале групе за спровођење активности се пажљиво прати. Активности се архивирају и чувају, на пример активности службе одржавања, едукације и обуке, разни састанци и слично. Архивирањем и документовањем времена које троше мале групе омогућује компанијама да правилно надокнаде, компензују, члановима групе то време. Оператерима треба бити плаћен прековремени рад када врше активности одржавања након предвиђених радних часова, запослени који присуствују разним програмима обуке добијају за узврат знање као и малу надокнаду за исказану жељу за унапређењем вештина. У почетној фази имплементације *TPM* доста времена се троши на активности одржавања и на едукацију и обуку запослених, док се касније време више троши на састанке. Уколико количина времена која одлази на састанке пређе одређену границу која утиче на рад запослених те активности се спроводе након радног времена, по завршеној смени, и на то се гледа као прековремени рад.

Када се заврши четврта фаза имплементације *TPM*-а и када се смање застоји и откази за скоро 80 процената повећава се морал запослених и ствара се осећај да су сами радници урадили нешто добро. Ово се јавља и из разлога јер су кроз активности малих група идеје које су предложили запослених имплементирале и спроведене у дело. Након овога јавља се жеља запослених да још више учествују у активностима малих тимова и да дају свој допринос унапређењу компаније. Тада ће се јавити и оператери који ће желети да присуствују поправкама или било каквим активностима службе одржавања које спроводе своје активности ван радног времена па и викендима, само у жељи да што више унапреде своје вештине и своје знање. Прековремени рад више неће представљати проблем јер запослени схватају због чега је он потребан и колико им значе активности које се тада спроводе. Тек када се пробуди свест запослених, оператера, за знањем, за повећањем вештина, од њих се може очекивати да исправно и самостално спроводе активности аутономног одржавања.

Мали тимови, групе се пре свега имплементирају у организацију зато што задовољавају циљеве компанија као и индивидуалне циљеве запослених кроз активности које спроводе. Групе постављају себи задатке који се поклапају са циљевима компанија и те задатке решавају тимским радом. Ове активности побољшавају пословне резултате компаније и индивидуалне потребе и потребе компаније. *TPM* мале групе, тимови у прави примери овог концепта. Овакав начин организовања веома је повољан и за побољшање пословних резултата и за побољшање услова рада унутар компаније. Компаније које имају мање тржиште углавном се фокусирају на што већу производњу и не обраћају пажњу на људски фактор, који је веома битан. Стварањем повољне радне средине унутар компаније долази до повећања производње без пресије на запослене. Тотално супротно овом концепту је концепт повећања производње који се заснива на стварању страха међу запосленима, услед чега радници од страха за послом, под пресијом, покушавају да буду што ефикаснији. Међутим, велика мана оваквог концепта организовања производње је у томе што се ефективност производње повећава драстично али врло кратко траје због ниског морала међу запосленима. Тако да је најбољи начин организовања запослених, унутрашње структуре компаније, повећање морала запослених, односно у овом случају формирања малих тимова који се прожимају кроз целокупну структуру фирме. Доста примера оваквог начина организовања производње показало је позитивне резултате и данас се све више проучава овакав начин производње.

Рад малих тимова може се проценити тако што се посматрају спроведене активности и упореде са циљевима предузећа, односно колико се активности и имплементирале идеје поклапају са њима. Развој малих група може се поделити у неколико фаза и то су:

- фаза у којој чланови групе прво морају савладати одређене технике, што има за циљ повећање мотивације и схватање значаја сваке индивидуе,
- фаза у којој се унапређују активности које спроводи сама група, имплементирају се разне идеје за унапређење и ствара се осећај индивидуалног и групног достигнућа,
- фаза решавања проблема, у овој фази групи се већ постављају задаци који се подударају са плановима компаније и групе се активно укључују у ове проблеме, и
- фаза самосталног управљања у којој групе самостално постављају високе циљеве који се поклапају са циљевима предузећа и самостално решавају све задатке и проблеме који су пред њима.

У прве три фазе чланови групе нису високо мотивисани као у четвртој фази која се састоји од високо обучених и мотивисаних људи спремних да самостално решавају проблеме. Ово је у суштини поента стварања малих тимова. Многи експерти сматрају да је кључ стварања успешних малих тимова у мотивацији, способности и повољној радној средини. За све ове услове одговоран је пре свега менаџмент компаније. Мотивација и способност, обученост радника у великој мери зависе и од самих запослених али стварање позитивне радне средине је ван њихове моћи. Прва одговорност менаџмента је организовање специјалне обуке неопходне за оспособљавање радне снаге, повећање мотивације и стварање самосталних радника који поседују све вештине да спровode самостално одржавање. Едукација запослених је веома битан фактор као и побољшавање комуникације међу радницима. Друга битна одговорност менаџмента је стварање позитивне радне средине елиминисањем свих негативних фактора и проблема који утичу на запослене. Веома је битно да менаџмент буде посвећен радницима. На менаџменту је да реши све проблеме које омогућавају запосленима неометан рад. Најпростији пример је да радници губе жељу и мотивацију за радом иако желе да врше активности које спровode мали тимови уколико немају одговарајуће место за састанке. Њихова мотивација пада и активности које спровode немају правог ефекта.

TRM не може бити имплементиран уколико се не створи права психичка и физичка средина која промовише праве вредности овог концепта. А компаније које су успеле у овоме показале су колико је *TRM* профитабилан.

4.6. Предлог служби одржавања за праћење стања опреме

На основу праксе проведене у овој фирми и на основу тренутног стања техничких система и организације запослених, поред горе наведених идеја и алата за одржавање који се помињу у овом раду, скренуо бих пажњу и на методе које се користе за праћење стања опреме. Ове методе се користе у циљу регистровања проблема који доводе до појаве отказа, што омогућује да се благовремено припреме компоненте опреме које треба заменити и тако спречи отказ система. Благовременом заменом оштећених компоненти спречавају се откази са озбиљнијим последицама, а самим тим штеди се новац, нема додатних трошкова поправке. Анализа метода за праћење стања показује да су:

- вибрације,
- температура,
- продукти хабања у уљу, и
- бука

параметри који се врло лако региструју, анализирају и дају најбољу слику о стању техничких система.

4.6.1. Вибродиагностика

Мерење и анализа вибрација једна су од основних метода за праћење стања техничких система. Уређај за мерење вибрација може се видети на слици 47. Вибрације настају као последица сила које се стварају у унутрашњости техничког система и то због:

- промене режима рада, при стартовању опреме или заустављању, залетање и/или успоравање,
- дисбаланса маса опреме,
- хабања елемената опреме (ременице, лежаци, зупчаници и слично) и тако даље.



Слика 47. Вишенаменски уређај у вибродиагностици

Поред пожељних вибрација постоје и непожељне и то су оне које:

- побољшавају процес хабања,
- слабе везе између елемената опреме,
- побољшавају процес хабања,
- доводе до отказа разних елемената,
- производе буку и која утичу на здравље човека и тако даље.

Увођењем вибродиагностике могу се очекивати многобројне користи:

- одржавање више није корективно, након отказа система, већ је проактивно,
- штета која се проузрокује вибрацијама се знатно смањује а самим тим и трошкови одржавања опреме,
- могуће је увођење концепта пословања *Just In Time* за резервне делове,
- у драстичној мери се смањује број непланираних отказа и застоја опреме, и
- поузданост опреме се повећава.

Мерењем и анализом вибрација може се одредити велики број узрочнока отказа и застоја опреме:

- несаосност делова опреме,
- закривљеност вратила,
- оштећење лежајева,
- губитак механичке везе,
- дотрајалост каишних преносника,
- стање зупчаника,
- дебаланс,
- могуће прслине на опреми и слично.

4.6.2. Анализа уља за подмазивање



Слика 48. Подмазивање елемената техничког система

Уља за подмазивање спадају у један од најважнијих елемената многих техничких система. Анализа уља за подмазивање има за циљ да се утврди способност уља да ли може да врши предвиђене задатке. Поред овога, анализом уља добија се велика количина информација о посматраном техничком систему. Она представља једну од незаменљивих активности проактивног одржавања и на основу ње се може окарактерисати поузданост опреме. Вршењем анализе уља код опреме са уљима за подмазивање стичу се велике погодности:

- долази до смањења застоја и отказа система а самим тим и губитака у процесу производње,
- повећање поузданости опреме,
- смањена потрошња уља и средства за подмазивање,
- смањени проблеми депоновања и складиштења искоришћеног уља и слично.

4.6.3. Инфрацрвена термографија

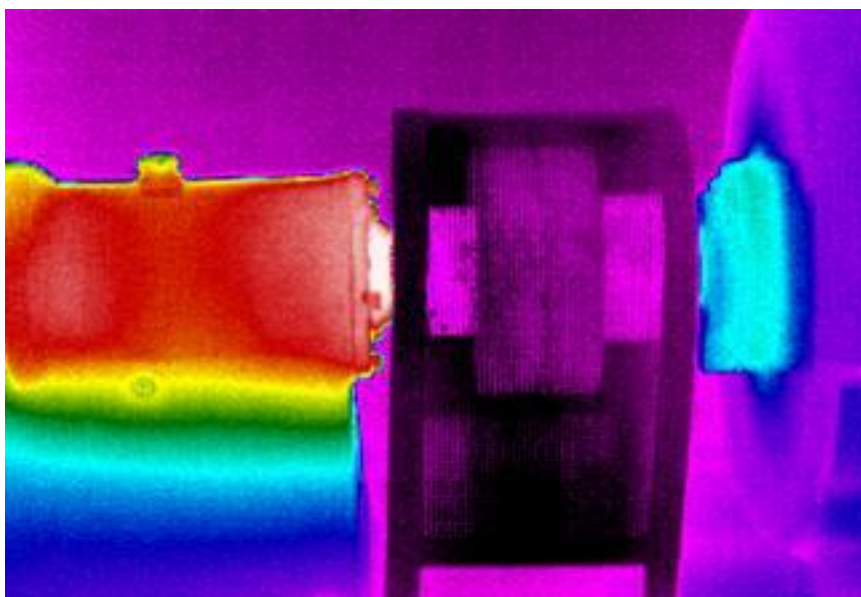
Применом инфрацрвене термографије, као методе службе одржавања за праћење стања опреме, могуће је установити различите врсте могућих отказа на разним врстама опреме без прекида радног циклуса. Пошто се ова метода врши у току рада, нема додатних трошкова које узрокује застој опреме услед спровођења активности одржавања према стању. Применом ове методе драстично се смањују трошкови које би изазвали непредвиђени откази. У индустрији инфрацрвене термографске камере примењују се за бесконтактно мерење температуре и праћење стања електромеханичких склопова и постројења. Помоћу инфрацрвене термографије могуће је вршити испитивање:

- механичких система,
- електричних и електронских система,
- енергетских система, и
- ефикасности термичке изолованости објеката.



Слика 49. Изглед камере за инфрацрвену термографију

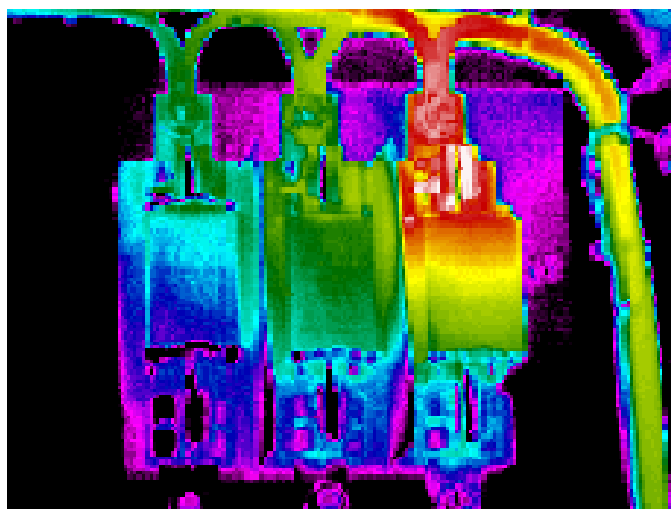
Испитивањем механичких система инфрацрвеном термографијом уочава се распоред температурских поља, и анализом истих уочавају се нерегуларна загревања. Основни узрок загревања механичких система су триболошки процеси. Триболошки процеси у систему могу се огледати у повећаном хабању компоненти, које доводи до отказа уколико се не заустави. На пример, врло је лако уочити инфрацрвеном термографијом котрљајни лежај који је оштећен. Комбинацијом ове методе са вибродиагностиком врло се лако долази до узрока оштећења лежаја. Инфрацрвена термографија при испитивању стања осовине слика 50.



Слика 50. Инфрацрвена термографија лежајева и осовине

Код електричних и електронских система температура је једини индиректни параметар који карактерише овакве системе и који се може користити за праћење стања. Инфрацрвена термографија се за:

- идентификацију компоненти са високим и ниским температурама,
- идентификацију слабих контаката између компоненти система,
- испитивање високонапонских компоненти система.



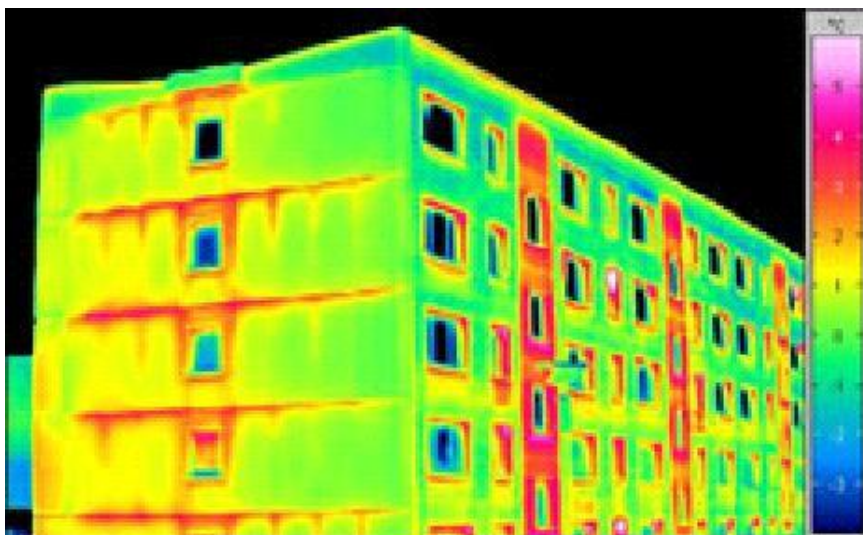
Слика 51. Инфрацрвена термографија осигурача

Инфрацрвена термографија се код енергетских система користи за лоцирање места са повећаним топлотним губицима. Осим за утврђивање и анализу топлотних губитака ова метода се користи и за испитивање ефикасности различитих компоненти енергетских система.



Слика 52. Топлотна пећ за индустријске сврхе

На слици 53 видимо пример испитивања ефикасности термичке изолованости објеката.



Слика 53. Испитивање изолованости инфрацрвеном термографијом

4.6.4. Бука



Слика 54. Бука такође представља параметар идентификације отказа техничких система

Бука такође спада у параметре помоћу којих се може уочити потенцијални проблем техничких система. Мерењем и анализом могуће је идентификовати узрок повишеног нивоа буке. Бука се мери због:

- откривања потенцијалног проблема који може довести до отказа система,
- утврђивања да ли ниво буке прелази дозвољене границе,
- утврђивања утицаја буке на раднике и процене ризика,
- утврђивања и изоловања извора буке.

5. Закључак

Одржати компанију на светском тржишту није ни мало лако јер на то утиче велики број фактора. Рад садржи идеје које ће уколико се спроведу у дело олакшати пословање компаније у којој се предложене идеје имплементирају. Кроз бољу организацију и одржавање ова компанија би могла да стекне предност, у односу на конкуренцију, што је данас веома важно.

У овом раду је приказан алат који се користи у одржавању и који се бави од целокупне организације компаније до конкретног одржавања опреме. Објашњен је концепт *lean* филозофије као и сви алати које ова метода организације и одржавања компаније користи. На основу овог рада могуће је сазнати о свим карактеристикама алата које користи и њиховим предностима, а нагласак је на тотално продуктивном одржавању које је представљено у потпуности. Објашњен је сам настанак тотално продуктивног одржавања, његов узрок и циљеви, историја настанка и доприноси које ова филозофија пружа компанијама. Пошто сам овај рад представља предлог идеја за унапређење компанија *RAPP* нагласак је био на предностима које ови алати пружају и на њиховој имплементацији. Детаљно је објашњена имплементација тотално продуктивног одржавања, које представља један од алата које користи *lean* филозофија. Од почетка до краја рада представљени су алати који представљају идеје за потенцијалну имплементацију и унапређење у овим фирмама. У последњем поглављу налази се неколико конкретних предлога унапређења организације и одржавања компаније који би имплементацијом требало да помогну у повећању ефикасности компаније *RAPP HYDEMA*. Даљим проучавањем ових техника и филозофија и њиховим имплементирањем у компаније омогућује се, преко потребни, опстанак на светском тржишту.

6. Литература

1. Seiichi Nakajima, Introduction to TPM, Productivity Press, Cambridge, 1988.
2. Bill Carreira, Lean manufacturing that works, AMACOM, New York, 2004.
3. Pascal Dennis, The remedy, John Wiley & Sons, New Jersey, 2010.
4. James Womack and Daniel Jones, Lean thinking, Free Press, New York, 2003.
5. Richard Palmer, Maintenance Planning and scheduling handbook, McGraw-Hill, 2010.
6. Terry Wireman, Total productive maintenance, Industrial Press, New York, 2004.
7. Hiroyuki Hirano, 5 pillars of the visual workplace, Nikkan Kogyo Shimbun, Tokyo, Japan, 1990.
8. Edward Moulding, 5S: A visual control system for the workplace, AuthorHouse, 2010.
9. Chris A. Ortiz, Murry R. Park, Visual controls: Applying Visual Management to the Factory, Productivity Press, New York, 2011.
10. Japan Human Relations Association, Kaizen Teian 2: Guiding continuous Improvement through employee suggestions, Productivity Press, New York, 1992.
11. Петар Тодоровић, Бранислав Јеремић, Иван Мачужић, Техничка дијагностика, Машински факултет у Крагујевцу, 2009.

Корисне интернет адресе:

1. <http://rappmarine.com/>