

Primjena LEAN načela u upravljanju kvalitetom

Vrhovec, Tomislav

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:189135>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-04**



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Tomislav Vrhovec

**PRIMJENA LEAN NAČELA U UPRAVLJANJU
KVALITETOM**

ZAVRŠNI RAD

Veleučilište u Karlovcu

Poslovni odjel

Specijalistički diplomski stručni studij Poslovno upravljanje

Kolegij: Upravljanje kvalitetom

Mentor: dr. sc. Dubravka Krivačić, viši predavač

Matični broj studenta: 0619414023

Karlovac, srpanj 2017.

SAŽETAK

U ovom završnom radu predmet istraživanja je primjena *lean* načela u upravljanju kvalitetom. Rad objašnjava *lean* pristup upravljanju kvalitetom poslovnih procesa kroz praktičnu problematiku proizvodnog poduzeća, a posebice procesa održavanja proizvodnih postrojenja. Detaljnom analizom funkcioniranja potpunog proizvodnog održavanja u radu se ističe potreba oslobađanja proizvodnih postrojenja od nepotrebnih i neproduktivnih aktivnosti i postupaka koji u konačnici utječu na kvalitetu krajnjeg outputa. Glavni cilj i svrha rada je objasniti važnost primjene *lean* načela u proizvodnim postrojenjima i održavanju proizvodnih postrojenja, odnosno utjecaj primjene *lean* načela na kvalitetu konačnog proizvoda.

Ključne riječi: *lean*, proizvodnja, održavanje, kvaliteta

ABSTRACT

Subject of research in this paper is the application of *lean* principles in quality control. *Lean* approach to quality control is explained through practical examples from a manufacturing facility, and especially process of maintenance of the manufacturing facility itself. Detail analysis of total productive maintenance gives the necessity of removing all unnecessary waste from production process, hence, influencing the quality of the final product. Main goal on this paper is to explain the importance of *lean* principles in a manufacturing facility and the influence of *lean* principles usage to final product quality.

Keywords: *Lean*, production, maintenance, quality

SADRŽAJ

1.	UVOD	1
1.1	Predmet i cilj istraživanja	1
1.2	Izvori podataka i metode istraživanja.....	1
1.3	Sadržaj i struktura rada.....	2
2.	LEAN PRISTUP UPRAVLJANJU KVALITETOM POSLOVNIH PROCESA.....	3
2.1	Povijesni razvoj <i>lean</i> načela	3
2.2	<i>Lean</i> načela	4
2.3	Alati za implementaciju <i>lean</i> pristupa.....	5
3.	ODRŽAVANJE PROIZVODNIH POSTROJENJA	9
3.1	Osnovna načela održavanja	10
3.2	Vrste održavanja.....	12
4.	UPRAVLJANJE KVALITETOM U PROIZVODNIM POSTROJENJIMA	15
4.1	Povijest sustava upravljanja kvalitetom	15
4.2	Uloga održavanja u proizvodnim postrojenjima te utjecaj održavanja na kvalitetu.....	17
5.	POTPUNO PROIZVODNO ODRŽAVANJE	19
5.1	Ukupna učinkovitost opreme	19
5.2	Jedanaest značajnih gubitaka.....	21
5.3	Misija i glavni elementi TPM sustava.....	23
5.4	Osnovni zadaci TPM sustava.....	25
5.5	Pomoćne funkcije TPM sustava.....	27
5.5.1	Skladište rezervnih dijelova.....	27
5.5.2	Planiranje	28
5.5.3	Računalni sustav upravljanja održavanjem	30
6.	UVOĐENJE LEAN NAČELA U ODJEL ODRŽAVANJA	31
6.1	Odabir <i>lean</i> voditelja projekta	31
6.1.1	Potrebna znanja voditelja projekta	32
6.1.1.1	Pet koraka uvođenja <i>lean</i> načela.....	32
6.1.1.2	Alati potrebni za uvođenje <i>lean</i> načela	33
6.2	Odabir projektnog tima.....	36
6.2.1	Obrazovanje projektnog tima.....	36
6.3	Plan <i>lean</i> tranzicije.....	37
6.3.1	Procjena <i>lean</i> stanja.....	37
6.3.2	Priprema <i>lean</i> tranzicije.....	38

6.3.3	Probna etapa.....	39
6.3.4	Pokretanje <i>lean</i> tranzicije	40
6.3.5	Proširenje <i>lean</i> tranzicije	41
6.4	Primjer 5S metode provedene u radionici odjela održavanja	43
6.4.1	Sortiranje	47
6.4.2	Organiziranje	50
6.4.3	Čišćenje	54
6.4.4	Standardiziranje i održavanje.....	55
7.	ZAKLJUČAK.....	57
	LITERATURA	59

1. UVOD

Završni rad objašnjava ulogu i primjenu *lean* načela u odjelu održavanja kojeg se ustrojava unutar gotovo svakog proizvodnog postrojenja. Radi se o iznimno važnoj temi i alatu za upravljanje kvalitetom koji se u Hrvatskoj, nažalost, vrlo malo primjenjuje.

1.1 Predmet i cilj istraživanja

Svako uspješno proizvodno postrojenje, proizvodni pogon ili tvornica, iznimno je važno za bilo koji ekonomski sustav. Kako bi opstala, proizvodnja u današnjem globalnom ekonomskom sustavu mora nuditi nešto posebno. Osim na cijeni, naglasak je sve više na kvaliteti koju zahtijevaju kupci. Očekuje se da proizvod bude kvalitetan i inovativan, a da njegova proizvodnja ujedno bude racionalna.

Veliki udjel u ostvarivanju i zadržavanju racionalnosti osigurava sustav održavanja koji se brine da su proizvodne linije dostupne i sposobne proizvoditi količine koje su u određenom trenutku potrebne. Kroz ovaj rad se stoga teorijski, a potom i praktično objašnjava alate upravljanja kvalitetom koji sustav održavanja jednog proizvodnog poduzeća mogu to poduzeće učiniti konkurentnijim od drugih.

Glavni cilj i svrha ovog završnog rada je objasniti važnost primjene *lean* načela u proizvodnim postrojenjima i održavanju tih istih proizvodnih postrojenja te utjecaj *lean* načela na kvalitetu konačnog proizvoda.

1.2 Izvori podataka i metode istraživanja

Informacije i činjenice o *lean* načelima prikupljene su analiziranjem i istraživanjem literature većinom s engleskog govornog područja te korištenjem praktičnih primjera iz stvarnih proizvodnih postrojenja.

Metode korištene u radu su deskriptivna metoda, metoda klasifikacije, metoda analize te metoda sinteze.

1.3 Sadržaj i struktura rada

Rad je osmišljen i koncipiran od teorijskog i praktičnog dijela. U teorijskom objašnjeni su ključni pojmovi vezani uz *lean* i *lean* načela, odnosno kako je taj pristup nastao, gdje se sve primjenjuje te koje su mu prednosti. U istom dijelu rada također je dano objašnjenje održavanja, kao i zašto je ono važno te kakve sve vrste održavanja postoje.

U praktičnom dijelu rada objašnjene su pretpostavke za uvođenje *lean* načela u sustav održavanja koje su potkrijepljene primjerima iz poslovanja stvarnih proizvodnih postrojenja.

Na kraju rada, u njegovom zaključku, rezimirane su prednosti, ali i mogući nedostaci uvođenja *lean* načela u sustav održavanja, odnosno utjecaj *lean* pristupa na održavanje, funkcioniranje proizvodnog postrojenja, kao i na kvalitetu konačnog proizvoda.

2. LEAN PRISTUP UPRAVLJANJU KVALITETOM POSLOVNIH PROCESA

U svojoj osnovi *lean* je sistematično uklanjanje nepoželjnih ili neproduktivnih stvari. Kao što mu i naziv kaže *lean*¹ se usredotočuje na uklanjanje „masti“ iz proizvodnih aktivnosti. *Lean* održavanje koje je nastalo iz *lean* proizvodnje termin je relativno novijeg datuma te se počinje koristiti u zadnjem desetljeću 20. stoljeća.

2.1 Povijesni razvoj *lean* načela

Proizvodnja je pretvorba sirovina, bilo pomoću strojeva ili ručno, u gotove proizvode. Povijesno gledajući, obrtnici su bili prvi proizvođači. Visoko stručni obrtnici, čak i danas, provedu više godina u naukovanju učeći svoj zanat. Oni često proizvode vlastiti alat, a također i sami prodaju svoje gotove proizvode. Obrtnici sami nabavljaju i pripremaju sirovine prolazeći sve stupnjeve proizvodnje, kako bi dobili željene gotove proizvode. Takvi ručno proizvedeni proizvodi su, većinom zbog vremena koje je potrebno za njihovu proizvodnju, u pravilu skupi. Industrijska revolucija u 18. stoljeću uvela je podjelu rada i specijalizaciju vještina koje se primjenjuju samo u jednom dijelu proizvodnog procesa. Do kraja 19. stoljeća sustavi podjele rada, proizvodnja uz pomoć strojeva te sastavljanje standardiziranih dijelova u svrhu proizvodnje gotovih proizvoda naveliko su zaživjeli u Europi i SAD-u. U urbanim područjima sagrađene su velike tvornice, a masovna proizvodnja raznih dobara potaknula je stvaranje tzv. srednje klase. Godine 1881. Frederick W. Taylor počinje se baviti organiziranjem proizvodnih procesa u industriji čelika.² Njegove metode i alati omogućavali su radnicima da proizvedu mnogo više gotovih proizvoda uz manje napora. Taylor je primijetio da neki radnici jednostavno ne rade dovoljno te da usporavaju proizvodnju. Tada je razvio vjerojatno prvi sustav za upravljanje proizvodnjom koji je mjerio učinkovitost radnih zadataka i produktivnosti prije nego što su ti koncepti uopće imali svoje nazive.³ Godine 1908. Henry Ford počeo je s proizvodnjom poznatog modela automobila T koji je u konačnici prodan u 17 milijuna primjeraka, što je činilo polovinu ukupne tadašnje svjetske proizvodnje automobila.⁴ Ovo izuzetno postignuće omogućila je najnaprednija proizvodna tehnologija u to doba – proizvodna linija. Učinkovitost Fordove proizvodne linije nije se dogodila preko noći.

¹ Pojam „*lean*“ se s engleskog jezika na hrvatski prevodi kao „vitak“.

² Smith R., Hawkins B., *Lean maintenance*, Elsevier Butterworth-Heinemann, Burlington MA, USA, 2004, str. 2

³ The American Society of Mechanical engineers, <https://www.asme.org/engineering-topics/articles/manufacturing-processing/frederick-winslow-taylor> (20.01.2017.)

⁴ Smith R., Hawkins B., op. cit., str. 2

Bilo je potrebno više od pet godina stalnog usavršavanja proizvodnih operacija te uklanjanja nepotrebnog vremena u svakoj od operacija da bi se inicijalno vrijeme sklapanja automobila od 728 minuta smanjilo na 93 minute.⁵ Proizvodna tehnologija se tada prvi put susrela sa *lean* razmišljanjem. Godine 1936. Sakichi Toyoda i njegov sin Kiichiro Toyoda osnovali su japansku tvornicu automobila. U to vrijeme Ford je u Japanu već imao tvornicu koja je proizvodila automobile i kamione. Sakiichi Toyoda proveo je godinu dana u SAD-u gdje je studirao i proučavao Fordov proizvodni sustav te je po povratku u Japan bio uvjeren da ga može još poboljšati i primijeniti na manje proizvodne serije. Kiichiro Toyoda je također razvio cijelu mrežu dobavljača sposobnih isporučiti potrebne materijale u trenutku kada su potrebni. Taj se sustav unutar Toyoda grupe zvao Just-in-Time (JIT).⁶ Osim sustava JIT, Toyoda grupa, također je zaslužna za uvođenje prvih Kaizen procesa koji su bili zasnovani na sustavu prijedloga razvijenom u Fordu. Nakon drugog svjetskog rata suočeni sa nestašicom materijala te željom sa poboljšavanjem svojeg procesa, Toyoda grupa koja je 1957.godine preimenovana u Toyota grupa, razvila je Toyota proizvodni sustav (*Toyota Production System – TPS*) koji uključuje sve prije navedene alate.⁷ Ipak, ljudi u Toyoti nisu smislili naziv *lean*. Grupa istraživača s *Massachusetts Institute of Technology* zapravo je prvi puta upotrijebila taj naziv u knjizi iz 1990. godine „*The Machine that changed the World*“ proučavajući Toyotin sustav TPS.⁸

2.2 *Lean* načela

Slično kao kod koncepta TPS, koji se fokusira na smanjenje nepotrebnih stvari kroz kontrolu kvalitete, osiguranje kvalitete i poštovanja prema ljudima, osnovno načelo *lean* proizvodnje je smanjenje troškova te povećanje brzine organizacije. To se može postići minimiziranjem sedam vrsta nepotrebnih stvari:⁹

- prekomjerna količina proizvodnje,
- prekomjerno kretanje,
- prekomjerni transport,
- prekomjerne zalihe,
- prekomjerna obrada proizvoda,

⁵ Ibid.

⁶ Ibid., str. 6

⁷ Ibid., str. 7

⁸ Ibid., str. 10

⁹ Jiju A, Maneesh K., *Lean six sigma, research and practice*, 2011., online edition, bookboon.com (20.1.2017.)

- čekanje,
- škart.

Prekomjerna proizvodnja najgora je vrsta nepotrebnih stvari zato jer svojim postojanjem stvara druge vrste nepotrebnih stvari. Pod prekomjerno kretanje ulazi svaka kretnja čovjeka ili opreme koja ne dodaje nikakvu vrijednost za proizvod ili uslugu. Većinom se odnosi na loš raspored proizvodne opreme i lošu organizaciju radnog mjesta. Slično kao kod kretanja, loš transport, koji ne dodaje nikakvu novu vrijednost, također je jedna vrsta nepotrebnih stvari. Prekomjerne zalihe su sve one zalihe koje nisu u skladu sa JIT sustavom. Prekomjerna obrada proizvoda je obrada proizvoda koja ne stvara nikakvu vrijednost za kupca, kao što je na primjer prekomjerno poliranje ili bojanje dijelova nevidljivih na gotovom proizvodu. Vrijeme čekanja je bilo koje vrijeme kada dva povezana procesa nisu istovremeno završena, pri čemu operateri moraju čekati ili usporiti svoj rad. Uz eliminaciju navedenih nepotrebnih stvari potrebno je da cijela organizacija bude uključena u neprekidno poboljšanje pomoću alata kao što su JIT, TPM, Kanban i Poka-Yoke.

2.3 Alati za implementaciju *lean* pristupa

U ovom će se poglavlju dati objašnjenje alata koji se koriste zajedno s primjenom *lean* načela.

Kaizen je praksa kontinuiranog poboljšanja koja se zasniva na slijedećim načelima:¹⁰

- Dobri procesi donose dobre rezultate.
- Pogledaj sam da bi dobro shvatio trenutnu situaciju.
- Govori sa podacima i upravljaj sa činjenicama.
- Poduzimaj akcije da se isprave uzroci problema.
- Radite u timu.
- Kaizen je svačiji posao.

Najvažnija značajka Kaizena je da veliki rezultati dolaze od mnogo malih promjena akumuliranih tijekom vremena. Ponekad se to pogrešno shvaća i to na način da Kaizen znači male promjene. Kaizen, zapravo znači da su svi uključeni u stvaranje poboljšanja.

¹⁰ Kaizen Institute, <https://www.kaizen.com/about-us/definition-of-kaizen.html> (21.01.2017.)

JIT (Just In Time) znači proizvoditi samo ono što je potrebno u količini u kojoj je potrebno u točno vrijeme kada je potrebno.¹¹ Za svaki proizvod potrebno je napraviti detaljan proizvodni plan koji uključuje i nabavu sirovina. Nabavljanje samo potrebnih sirovina, u potrebnim količinama u vremenu kada je prema planu proizvodnje potrebno može smanjiti nepotrebne stvari, nelogičnosti i nerazumne zahtjeve te tako pridonoseći poboljšanju produktivnosti.

Kanban na japanskom jeziku znači „kartica“ ili „vizualni znak“.¹² Toyotini radnici na proizvodnim linijama koriste Kanban kako bi označili korake u njihovom proizvodnom procesu. Taj je alat vizualne naravi te omogućava timovima da lakše komuniciraju o poslovima koje treba završiti i vremenu njihovog završetka.

Ilustracija 1: Primjer Kanban vizualne tehnike na proizvodnoj liniji

Line Staff	Stop Time	Stop Reason	Cause	Action	Responsible
Target OEE	00:00 - 00:00				
Target Tech. Eff.	00:00 - 02:30	No production plan			
Day OEE	02:30 - 03:30	Machine cleaning to start			
Day Tech. Eff.	03:30 - 04:45	Production preparation			
	04:45 - 05:10	Freezer startup plan			
	05:30 - 06:00	Emjoi chain not correct position	Malfunction Setup sensor	Setup sensor cleaned by air	Ashraf/Genyk
	06:00 - 06:20	Freezer start up Plan			
	09:10 - 09:20	Cone dispenser Problem	Cylinder air hose fitting Broken	Charged with new one	Martin
	09:20 - 09:25	Freezer start up Plan			
	10:06 - 10:40	CONE LIFTING PROBLEM	Improper alignment	Made proper alignment	Julio/Sala
	10:40 - 10:54	Freezer Start up Plan			
	11:00 - 11:25	Cone lifting Problem	"	"	"
	11:25 - 11:35	Freezer start up Plan			
Pending Actions	Date	Action	Responsible	Target Date	
	22.01.	ALIGN THE CONE EJECTOR	ROMEO / JULIO	23.1.	

Izvor: Prijedlog autora

Kanban se zasniva na četiri jednostavna koraka:¹³

- vizualizirati posao,
- ograničiti posao u procesu,

¹¹ Toyota, http://www.toyota-global.com/company/vision_philosophy/toyota_production_system/just-in-time.html (21.01.2017)

¹² Leankit Inc., <https://leankit.com/learn/kanban/what-is-kanban/> (21.01.2017.)

¹³ Ibid.

- usredotočiti se na tijek procesa,
- kontinuirano poboljšanje.

Poka-Yoke je japanski izraz za utvrđivanje grešaka.¹⁴ To je zapravo uređaj koji onemogućava da pogrešno izrađeni dio bude sastavljen te lako omogućava otkrivanje greške pri proizvodnji. Najjednostavniji primjer za to su danas široko rasprostranjeni senzori instalirani duž svake proizvodne linije koji sa lakoćom otkrivaju dimenzionalne ili strukturalne pogreške te pritom zaustavljaju proizvodnu liniju ili automatski izbacuju nepravilan proizvod s proizvodne linije.

Ilustracija 2: Metal detektor s automatskih izbacivanjem kontaminiranog proizvoda



Izvor: <http://www.snackandbakery.com/articles/87807-metal-detector-conveyor-system> (21.01.2017.)

TPM (Total Productive Maintenance) ili potpuno proizvodno održavanje je zapravo potpuni odmak u ponašanju svih proizvodnih radnika i radnika na održavanju. Proizvodni radnici su uključeni u grupe koje izvršavaju manje rutinske popravke i podešavanja, dok se odjel održavanja specijalizira samo za velike probleme i servise. Više o ovom načelu navedeno je u trećem poglavlju ovog rada.

5S je alat za organizaciju radne okoline na čisti učinkovit i siguran način, a sve u cilju povećanja produktivnosti uvođenjem standardizacije u radu.¹⁵ 5S metoda je podijeljena u 5

¹⁴ Six-Sigma, <https://www.isixsigma.com/dictionary/poka-yoke/> (21.01.2017.)

¹⁵ Lean manufacturing tools: <http://leanmanufacturingtools.org/192/what-is-5s-seiri-seiton-seiso-seiketsu-shitsuke> (27.01.2017)

faza koje su nazvane prema japanskim pojmovima koji počinju sa slovom „s“ (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*). Pet faza se također može opisati engleskim pojmovima koji također počinju sa slovom „s“ (*Sort* - razvrstaj, *Straighten* - posloži, *Shine* - očisti, *Standardize* - standardiziraj, *Sustain* - održavaj). O ovom će alatu također biti više riječi biti u slijedećim poglavljima.

3. ODRŽAVANJE PROIZVODNIH POSTROJENJA

Prema EFNMS¹⁶ održavanje je funkcija poduzeća kojoj su povjerene stalna kontrola nad postrojenjima i obavljanje određenih popravaka i revizija, čime se omogućuje stalna funkcionalna sposobnost i očuvanje proizvodnih i pomoćnih postrojenja te ostale opreme. Održavanje proizvodnje postoji od kada postoji i proizvodnja. Strojevi i oprema su se oduvijek kvarili i uvijek će se kvariti. Zbog toga je nužno da svaka proizvodna organizacija ima ustrojenu funkciju održavanja koja će ostvariti svoje glavne ciljeve:¹⁷

- Osigurati optimalnu raspoloživost nabavljene i instalirane opreme u proizvodnim postrojenjima uz što manje troškove.
- Svesti na minimum troškove održavanja zbog zastoja uzrokovanih neplaniranim kvarovima koji dovode do gubitaka u proizvodnji.
- Usporiti zastarijevanje radnih sustava čija je posljedica smanjenje kvalitete proizvoda i pojava škarta u proizvodnji.
- Pratiti rad sustava te predlagati i provoditi modernizacije i modifikacije u cilju poboljšanja radnih karakteristika i produljenja životnog vijeka opreme.
- Pratiti utjecaj opreme na okolinu, nalaziti i otklanjati slaba mjesta.

Uspješni programi održavanja proizvodnih postrojenja često počinju akcijama, a ne određenom filozofijom. Najuspješnije organizacije najprije djeluju, a tek potom određuju temelje tog djelovanja. Slično se događa i s održavanjem koje se mora temeljiti na iskustvu, idejama i konceptima dokazanim u praksi. Sve to treba biti oblikovano u skup međusobno povezanih elemenata sustava kako bi održavanje bilo efikasno. Takav pragmatičan pristup pokazao se dobrim i potrebno ga je stalno usavršavati iskustvima iz prakse. Održavanje se treba temeljiti na teoretskim postavkama, no njegov temelj je i dobra praksa.

Kao i kod drugih sustava u organizacijama, i načela održavanja baziraju se na načelima modernog menadžmenta. Načela se moraju ugraditi u sve aktivnosti održavanja i zbog toga ih je potrebno detaljnije upoznati.

¹⁶ European Federation of National Maintenance Societies

¹⁷ Fakultet strojarstva i brodogradnje Zagreb, Zavod za industrijsko inženjerstvo, materijali za predavanja iz kolegija Održavanje, https://www.fsb.unizg.hr/atlantiss/upload/newsboard/29_11_2012__17941_K1_Odrzavanje.pdf (27.01.2017)

3.1 Osnovna načela održavanja

Osnovna načela održavanja su:¹⁸

- usmjerenost prema korisniku sustava,
- timski pristup,
- procesni pristup,
- sustavni pristup,
- stalno poboljšavanje,
- smanjenje troškova održavanja,
- suradnja sa zainteresiranim stranama,
- vođenje održavanja.

Održavanje postoji zbog strojeva i njihovih korisnika. Ono ovisi o korisnicima pa zbog toga mora razumjeti njihove trenutačne i buduće potrebe, mora zadovoljiti zahtjeve i težiti da nadmaši njihova očekivanja.

Zaposlenici na svim razinama bit su organizacije. Potpuno uključivanje zaposlenika omogućuje da se njihove sposobnosti iskoriste za efikasno održavanje i za dobrobit organizacije. Praksa je pokazala da je najbolji način uključivanja zaposlenika u proces održavanja rad u različitim timovima. Rad u timovima zasniva se na općim pravilima timskog rada. Osigurava da održavatelji i operateri na postrojenjima slobodno iznose svoje ideje i da komuniciraju s drugim zaposlenicima koji imaju drukčiji pogled na održavanje. Što je više organiziranih radnih timova, raste uključivanje većeg broja zaposlenika i dobivanje vrsnijih rješenja u postupcima održavanja.

Procesni pristup je zapravo suvremeni pristup svim aktivnostima koje se obavljaju u organizaciji, pa tako i kod održavanja industrijskih postrojenja.¹⁹ Klasični pristup kroz funkcionalnu i matričnu organizaciju poslova ne može pratiti sve zahtjeve i očekivanja suvremenog održavanja orijentiranog sve većoj efikasnosti. Zato se u organizaciji mora brzo reagirati na zahtjeve korisnika postrojenja tako da se uspostavi relacija korisnik – održavanje, koja je stalno pod kontrolom. To se može ostvariti primjenom procesno organiziranog

¹⁸ Kondić V., Piškor M., Horvat M., Osnovna obilježja logističkog procesa održavanja, Tehnički glasnik, Vol. 5, No. 1, 2011., str.131

¹⁹ Ibid.

održavanja. Svaka djelatnost u održavanju ima svoj početak i kraj, odnosno ulaz i izlaz. Između ulaza i izlaza odvija se veći ili manji broj aktivnosti s ciljem dobivanja kvalitetnog izlaza – funkcionalnog i pouzdanog postrojenja.

Sustavni pristup upravljanju podrazumijeva upravljanje procesima u održavanju s ciljem povećanja efikasnosti.²⁰ To znači da se treba prepoznati, razumjeti i upravljati međusobno povezanim procesima kao sustavom jer to osigurava učinkovitost održavanja. Poštivanje ovog načela vodi do strukturiranja sustava održavanja, koji će djelotvornije ostvariti postavljene ciljeve (npr. što manje kvarova). Problemi upravljanja održavanjem javljaju se najčešće u organizacijama u kojima procesi nisu točno definirani, u kojima se ne znaju odgovornosti i u kojima nisu jasne veze između procesa. Rješavanjem tih uzroka osigurava se učinkovitije djelovanje održavanja i primjena načela stalnog poboljšanja. Organizacije moraju težiti takvim sustavima održavanja koji će omogućavati afirmaciju svih subjekata i uspješnu realizaciju definiranih ciljeva održavanja. Načelo sustavnog pristupa usmjereno je na interaktivno djelovanje pojedinih komponenata sustava. Ne bi se trebao poboljšavati određeni proces održavanja ili cjelina sustava na račun drugih cjelina ili procesa, a vrlo vjerojatno i organizacije kao cjeline. Poboljšanja određenih procesa moraju rezultirati poboljšanjem sustava održavanja u cjelini. Zato te i slične aktivnosti u sustavnom pristupu održavanju industrijskih postrojenja podrazumijevaju planiranje, koordinaciju, analizu i primjenu drugih načela upravljanja. Stalno poboljšanje zahtijeva u organizaciji uspostavu procesa stalnog poboljšanja, i to svih karakteristika i aktivnosti u održavanju (planiranje, kontrolu i dr.).²¹ Načelo je vrlo jasno i govori da se organizacija nikada ne smije zadovoljiti trenutačnim stanjem, bez obzira na to koliko dobro ono bilo. Uvijek postoji bolji, pouzdaniji stroj, efikasnija metoda, jednostavniji i jeftiniji postupak, učinkovitiji proces, bolji pristup itd. Ljudski je težiti boljem, produktivnijem i ekonomičnijem. Sa stajališta stalnog poboljšanja u održavanju može se kazati da efikasno održavanje nije fiksni cilj. Efikasno održavanje stalno napreduje, odnosno s uspješnim održavanjem treba ostvariti bolje, veće, jače, sigurnije, pouzdanije, prikladnije i jeftinije poslovanje. Ustrojene organizacije vrlo se teško mijenjaju i prilagođavaju, tj. teško mijenjaju „trenutačno“ uspješno poslovanje. Najčešće tu vrijedi narodna poslovice koja kaže: "Tim koji pobjeđuje ne treba mijenjati", ili "Ako nije u kvaru, ne treba ga popravljati". Ovo je životna istina, ali joj treba dodati novu filozofiju koja kaže: "Ako pobjeđuje i ako je dobar zašto ga ne poboljšati da bude još bolji", ili "Ako nije u kvaru,

²⁰ Ibid.

²¹ Ibid.

preventivno djeluj i poboljšaj njegovu efikasnost i pouzdanost".

Stalna briga oko snižavanja varijabilnih troškova u održavanju osigurava pokretanje produktivnijih metoda održavanja, nabave suvremene dijagnostičke opreme, povećanje plaća održavateljima i mnogo drugih prednosti.²² Danas je nezamislivo riješiti bilo kakav problem u organizaciji, tako i kod održavanja, bez troškovne analize. To je jedan od osnovnih kriterija kojim se može mjeriti uspješnost i koji se najlakše i najbrže osjeti u organizaciji. Velike su mogućnosti za smanjenje troškova održavanja. Treba ih znati prepoznati, imati volje i biti motiviran. U suprotnom je teško očekivati uštedu i povećanje produktivnosti i ekonomičnosti u postupcima održavanja.

Suradnja sa zainteresiranim stranama potiče održavatelje na stalnu suradnju sa svim zainteresiranim stranama kod održavanja industrijskih postrojenja.²³ Zainteresirani, osim korisnika postrojenja, su vlasnici organizacija, radnici, proizvođači postrojenja, ovlašteni servisi, dobavljači rezervnih dijelova, udruge u organizaciji (sindikati) i investitori te šira društvena zajednica. Ukoliko sve zainteresirane strane nisu zadovoljne, teško se može govoriti o efikasnom održavanju ili o održavanju koje teži izvrsnosti u svom poslovanju. Načelo vođenja održavanja kaže da vođe uspostavljaju jedinstvo svrhe i usmjerenja organizacije održavanja.²⁴ Vođe su ti koji zaposlenike potpuno uključuju u postizanje ciljeva održavanja i ciljeve organizacije. Upravljanje održavanjem na modernom tržištu, uz dosadašnja znanja i iskustvo, zahtijeva i vještinu vođenja kao jednu od najbitnijih vještina rukovoditelja na svim razinama. U domaćim organizacijama ima rukovoditelja koji su zadržali stari „tvrđi“ stil vođenja ili onih koji su teškom mukom počeli menedžerski razmišljati. Znanja rukovodećih ljudi u održavanju vrlo se sporo usavršavaju. Vrlo malo je onih koji su se okrenuli edukaciji i praćenju modernih svjetskih trendova. Više je onih koji misle da sve znaju i da je edukacija samo trošak organizaciji. Situacija ne bi bila tako tragična kad bi bar podređenima omogućili stjecanje novih znanja, a mladim stručnjacima dali priliku da se iskažu.

3.2 Vrste održavanja

Mnogo toga se promijenilo i unaprijedilo, s tehničke i tehnološke strane, od industrijske

²² Ibid.

²³ Ibid.

²⁴ Ibid.

revolucije do danas. Pa ipak, najveće promjene su se dogodile unazad pedesetak godina. Te su promjene značajno utjecale na način kako se održavaju proizvodna postrojenja. U prvoj polovici dvadesetog stoljeća strojevi i oprema bili su robusni i spori, a sustavi upravljanja i instrumentacija gotovo da i nije postojala. Zahtjevi za proizvodnjom nisu bili veliki, tako da i kvarovi na strojevima nisu bile posebno kritične situacije. Ti su strojevi i oprema bili nepouzdan. Nakon Drugog svjetskog rata, ponovnom izgradnjom industrije, posebno u Japanu i Njemačkoj, stvorilo se konkurentnije tržište koje je bilo osjetljivo na kvarove i zastoje. Trošak radne snage je uvelike porastao što je dovelo do sve veće mehanizacije i automatizacije proizvodnih postrojenja. Strojevi su bili sve lakše konstrukcije i postizali sve veće brzine te su samim time imali i kraći vijek trajanja.

Kao odgovor na velike promjene koje su se dogodile u industrijskoj proizvodnji, nastale su razne strategije, koncepti, metode i postupci kojima se održavanje dovelo na razinu da takvu, drugačiju proizvodnju može uspješno pratiti.

Postoje dva osnovna opća pristupa ili metodologije održavanja:²⁵

- održavanje prema pouzdanosti,
- potpuno proizvodno održavanje.

Održavanje prema pouzdanosti metodologija je zasnovana na načelima teorije pouzdanosti.

Osnovni ciljevi metodologije održavanja prema pouzdanosti su:²⁶

- osiguranje pouzdanosti i sigurnosti postrojenja,
- u slučaju pojave kvara vraćanje postrojenja na prethodnu razinu pouzdanosti,
- dobivanje informacija nužnih za poboljšanje konstrukcije, odnosno onih elemenata čija je pouzdanost nedovoljna,
- ostvarivanje svih prethodno navedenih zadataka uz što manje troškove.

Potpuno proizvodno održavanje metodologija je koja se zasniva na procjeni trenutnog stanja sustava koji se održava, a ne na znanjima o njegovom prethodnom radu i zakonima pouzdanosti. Više o ovoj metodologiji navedeno je trećem poglavlju rada.

²⁵ Adamović Ž. i dr., Menadžment industrijskog održavanja, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“, Zrenjanin, 2008. str. 37

²⁶ Ibid., str. 39

Jedno od najvažnijih obilježja svakog sustava održavanja je koncepcija održavanja. Od koncepcijskih rješenja u velikoj mjeri ovisi i ukupna kvaliteta održavanja. Postoje tri osnovne koncepcije održavanja:²⁷

- preventivno održavanje,
- korektivno održavanje,
- održavanje prema stanju.

Koncepcija preventivnog održavanja zahtijeva da se postupci održavanja obavljaju prije nego što dođe do pojave kvara. Postupci preventivnog održavanja imaju zadatak da spriječe ili odgode pojavu kvara. Koncepcija korektivnog održavanja zahtijeva da se postupci održavanja obavljaju samo ako do kvara dođe. Sustavi se većinom održavaju kombinacijom ove dvije koncepcije. Jedan se dio sustava održava preventivno, a drugi dio korektivno. Kod koncepcije održavanja prema stanju postupci održavanja ovise o stanju sustava koji se održava, na osnovu pregleda te utvrđenoj metodologiji. Prednost ove koncepcije je da uzrokuje manje troškove održavanja.

²⁷ Ibid., str. 37

4. UPRAVLJANJE KVALITETOM U PROIZVODNIM POSTROJENJIMA

Kvaliteta je stupanj do kojeg proizvod ili usluga na početku svog vijeka trajanja ispunjava zahtjeve kupca.²⁸ Navedeno znači da kvalitetu ne određuje proizvođač već uvijek potrošač. Proizvođač može, prema svom mišljenju, napraviti visoko kvalitetan proizvod, ali ga nitko od potrošača možda ne želi kupiti. Za koga je onda taj proizvod kvalitetan? U ovom slučaju ni za koga, jer ako ga potrošači ne percipiraju kvalitetnim, onda on doista nije kvalitetan.

Ipak s druge strane to ne znači da proizvođač nekog proizvoda ili pružatelj usluge nemaju nikakvog utjecaja na kvalitetu i da se njome ne trebaju baviti. Naprotiv, svi proizvodi koji su na tržištu moraju osigurati minimalne zahtjeve koji osiguravaju da je taj proizvod siguran i prihvatljiv za upotrebu. Kako bi se ti zahtjevi ispunili, proizvođači su, zajedno s razvojem tehnologije, također razvijali razne metode za unaprjeđenje kvalitete.

Počeci metoda za upravljanje kvalitetom sežu u 1920-te godine kada su uvedene prve metode za kontrolu kvalitete proizvoda. Ovaj je koncept usavršen u Japanu dvadesetak godina poslije zaslugom američkih znanstvenika Deminga, Jurana i Feigenbauma.²⁹

4.1 Povijest sustava upravljanja kvalitetom

U proizvodnim postrojenjima oduvijek je postojala neka vrsta kontrole proizvoda. Kontrola podrazumijeva mjerenje, ispitivanje i testiranje proizvoda, procesa i usluga usporedno sa zadanim zahtjevima da bi se ustanovila sukladnost. U ranoj fazi industrijske proizvodnje, kontrola se koristila da bi se ustanovilo da li proizvod zadovoljava zahtjeve. To se nije radilo sistematično, ali je bilo učinkovito, s obzirom da obujam proizvodnje nije bio velik. Kako su proizvodna postrojenja postajala sve veća, potreba za učinkovitijim sustavima bila je očita. Godine 1911. Frederick W. Taylor izdao je knjigu „*The Principles of Scientific Management*“ koja je postala osnova za učinkovitu kontrolu kvalitete u proizvodnim postrojenjima.³⁰ U toj je knjizi Taylor jasno definirao zadatke koje proizvodna postrojenja moraju ispunjavati, a jedan od tih zadataka je bila i kontrola kvalitete. Dvadesetih godina 20. stoljeća W. Shewhart

²⁸ LRS, <http://www.lifetime-reliability.com/cms/free-articles/work-quality-assurance/what-is-quality/> (03.02.2017.)

²⁹ BPIR, <http://www.bpir.com/total-quality-management-history-of-tqm-and-business-excellence-bpir.com.html> (03.02.2017.)

³⁰ Ibid.

razvio je sustav statističkih metoda za kontrolu kvalitete.³¹ Napravio je prvu suvremenu kontrolnu kartu te pokazao kako odstupanja u proizvodnom procesu dovode do odstupanja u gotovom proizvodu. Rad W. Shewharta kasnije su preuzeli Deming, Dodge i Roming. Nažalost njegove ideje proizvodne su kompanije u potpunosti preuzele tek dvadesetak godina kasnije. U četrdesetim godinama 20. stoljeća japanski proizvodi su bili percipirani kao jeftine loše kopije.³² Vodeći japanski proizvođači su to prepoznali te odlučili proizvoditi inovativne visoko kvalitetne proizvode. Pozvali su već prije spomenute znanstvenike iz SAD-a Deminga, Jurana i Feigenbauma kako bi im pomogli ostvariti te ciljeve. Kada je Deming rekao da će ispuniti svoje ciljeve za pet godina, ukoliko budu slušali njegove savjete, japanci mu isprva nisu vjerovali, ali su ga odlučili poslušati ne osvrćući se na prijašnji način rada. Pedesetih godina 20. stoljeća kontrola kvalitete i upravljanje kvalitetom razvijali su se ubrzano i postali glavna tema japanskih rukovoditelja.³³ Ideja se nije zaustavila samo na rukovoditeljima. Krugovi kvalitete su se počeli uvelike koristiti 1960-tih godina.³⁴ Krugove kvalitete sačinjava grupa radnika koja se sastaje i raspravlja o trenutnim problemima i mogućim poboljšanjima u svim aspektima svoje radne okoline. Svoje ideje, naravno, prezentiraju rukovoditeljima. Gotovo pa nusproizvod krugova kvalitete bila je motivacija zaposlenika, koji su se osjećali uključenima u poslovanje tvrtke, a njihove su se potrebe razmatrale na višim razinama upravljanja. Drugi nusproizvod bila je ideja o poboljšanju, ne samo kvalitete, već svih aspekata poslovanja. To je vjerojatno bio početak pojma potpune kvalitete.

Pojam „potpuna kvaliteta“ (*Total Quality*) prvi put se pojavila u Feigenbaumovom izlaganju na prvoj međunarodnoj konferenciji kontrole kvalitete u Tokiju 1969. godine.³⁵ Ishikawa je također govorio o potpunoj kontroli kvalitete u Japanu, koja je ponešto drugačija od zapadnjačkog shvaćanja potpune kvalitete. U osamdesetim i devedesetim godinama 20. stoljeća počela je nova faza u kontroli kvalitete i upravljanju kvalitetom. Ta je faza poznata pod pojmom „potpuno upravljanje kvalitetom“ (*Total Quality Management - TQM*). Zapadnjačke tvrtke, promatrajući japanski uspjeh, počeli su uvoditi vlastite inicijative s obzirom na kvalitetu.

³¹ Ibid.

³² Ibid.

³³ Ibid.

³⁴ Ibid.

³⁵ Ibid.

Najčešći pojmovi koji se koriste u sustavima TQM su:³⁶

- usmjerenost na potrošača,
- uključenost svih zaposlenika,
- kontinuirano poboljšanje,
- integracija upravljanja kvalitetom u cjelokupni sustav upravljanja poslovanjem.

4.2 Uloga održavanja u proizvodnim postrojenjima te utjecaj održavanja na kvalitetu

Sagledavajući povijesni razvoj industrijske proizvodnje, upravljanja kvalitetom, održavanja te alata za unaprjeđenje proizvodnje kao što je *lean*, uočava se da su se oni razvijali istovremeno te da su na neki način povezani. Nije moguće imati uspješan proizvodni proces bez suvremene proizvodne opreme, koja je uspješno održavana kako bi bez smetnji isporučila kvalitetan proizvod. Kako bi taj proizvodni proces bio vrhunski, odnosno kako bi procesi bili još brži i bolji te kako bi konačan proizvod uz iste karakteristike za kupca bio jeftiniji, a samim time i kvalitetniji, poželjno je implementirati alat kao što je *lean*. Prema dosadašnjim istraživanjima, od 15% pa sve do 40% ukupne cijene gotovog proizvoda može se povezati s aktivnostima održavanja.³⁷ Uloga održavanja u poslovanju tvrtke u većini slučajeva nije jasno određena. Postavlja se pitanje služi li održavanje za rješavanje tehničkih problema, kao što su smanjenje vremena kvarova, ili kao sredstvo za upravljanje ekonomskim problemima, s obzirom da svojim djelovanjem utječe na proizvodne procese, a time i na profitabilnost kompanije. Definiciju „održavanja“, navedenu prethodno u radu, moguće je proširiti te tvrditi da je „uloga održavanja otkrivanje i upravljanje nesukladnostima proizvodnih procesa i opreme, proizvodnih troškova, radne okoline i na kraju, kvalitete proizvoda“³⁸.

Uzevši prethodno navedeno u obzir, dolazi se do nešto složenije definicije održavanja: „Učinkovito održavanje je ono čiji je cilj kontinuirano smanjivati troškove proizvodnje skraćivanjem vremena kvarova i održavanjem elemenata uključenih u proizvodni proces, te time povećavati profitabilnost tvrtke i konkurentnost“³⁹. Što to zapravo znači za kvalitetu proizvoda? S jedne strane, ako se gleda tehničke karakteristike proizvoda, ukoliko oprema

³⁶ Ibid.

³⁷ Al-Najjar B., Maintenance from Different Relevant Perspectives; Total Quality Maintenance (TQM) for a Comprehensive Asset Maintenance, Asset Management Council Inc, 2008., Australija, https://www.researchgate.net/publication/268423046_Maintenance_from_Different_Relevant_Perspectives_Total_Quality_Maintenance_TQM_for_a_Comprehensive_Asset_Maintenance (03.02.2017)

³⁸ Prijedlog autora

³⁹ Al-Najjar B., op. cit., str. 2

nije pravilno održavana, postoji velika mogućnost da konačni proizvod ne zadovoljava neke od kriterija kao što su veličina, masa, okus, boja. Takve je propuste kod masovne (npr. prehrambene industrije) vrlo teško otkriti, a najčešće se otkriju prilikom reklamacije od strane kupca, a tada je, naravno, već kasno. S druge strane, ako se promatra dva identična proizvoda koja se proizvode na istovjetnim proizvodnim linijama, jedna proizvodna linija je dobro održavana i ima malo kvarova, dok druga ima više kvarova i zastoja. Naravno da je proizvođač koji ima manje kvarova u mogućnosti ponuditi proizvod na tržištu po povoljnijoj cijeni, što u ovom slučaju znači da je u mogućnosti ponuditi kvalitetniji proizvod.

5. POTPUNO PROIZVODNO ODRŽAVANJE

Temelj *lean* održavanja je potpuno proizvodno održavanje (*Total Productive Maintenance – TPM*). TPM zahtijeva potpunu promjenu u ponašanju zaposlenika u gotovo svakom proizvodnom postrojenju jer koristi operatere proizvodnih linija da izvode rutinske postupke održavanja kao što su čišćenje, podešavanje opreme, podmazivanje, pripreme za proizvodnju, pokretanje i zaustavljanje proizvodnje te ostale aktivnosti koje se periodički ponavljaju.

TPM nije kratkoročni program koji rješava probleme i smanjuje troškove održavanja. To je proces koji mijenja korporativnu kulturu i trajno poboljšava i održava ukupnu učinkovitost opreme kroz aktivno sudjelovanje operatera i svih drugih članova organizacije.⁴⁰ Ulaganje, ali i povrat ulaganja u TPM je vrlo visok. Tijekom vremena zajednički naponi obogaćuju radnike ponosom koji uvelike povećava produktivnost i kvalitetu, povećava životni vijek opreme i proširuje znanja i vještine svakog radnika. TPM se ne može primijeniti na dotrajaloj opremi pa je potrebno uložiti značajna sredstva da bi se oprema dovela u zadovoljavajuće stanje, uz odgovarajuću obuku zaposlenika za rad na toj opremi.

5.1 Ukupna učinkovitost opreme

TPM aktivnosti moraju se usredotočiti na rezultat. Jedan od temeljnih alata za mjerenje rezultata koji se koristi u TPM je ukupna učinkovitost opreme (*Overall Equipment Effectiveness – OEE*). OEE može se prikazati sljedećom jednadžbom:⁴¹

$$(1) \quad OEE = \text{Dostupnost opreme} \times \text{Faktor izvedbe} \times \text{Faktor kvalitete}$$

Dostupnost opreme uzima u obzir planirane i neplanirane zastoje, faktor izvedbe brzinu procesa, a faktor kvalitete količinu proizvedenog škarta. OEE od 100% u nekom vremenu bi zapravo značio da oprema u tom vremenu radi neprekidno, maksimalno mogućom brzinom i bez škarta. Naravno da je to praktično nemoguće, pogotovo u dužem vremenskom periodu. Uspješan OEE se smatra onaj koji se kreće oko 85% pri čemu je dostupnost opreme 90%, faktor izvedbe 95% a faktor kvalitete 99%.

⁴⁰ Smith R., Hawkins B., op. cit., str. 55

⁴¹ Ibid., str. 56

Dostupnost opreme, kao što je već rečeno, uzima u obzir sve događaje koji su zaustavili planiranu proizvodnju dovoljno dugo da ima smisla zabilježiti taj događaj (sve više od nekoliko minuta). Dostupnost opreme se računa prema slijedećoj jednadžbi.⁴²

$$(2) \quad \text{Dostupnost opreme} = \text{Vrijeme proizvodnje} / \text{Planirano vrijeme proizvodnje}$$

Vrijeme proizvodnje je planirano vrijeme proizvodnje umanjeno za vrijeme zastoja, gdje je vrijeme zastoja definirano kao vrijeme gdje je proces proizvodnje prekinut, bilo zbog neplaniranih zastoja (na primjer kvarova) ili planiranih zastoja (na primjer promjene alata). Jednadžba za izračun vremena proizvodnje je sljedeća:⁴³

$$(3) \quad \text{Vrijeme proizvodnje} = \text{Planirano vrijeme proizvodnje} - \text{Vrijeme zastoja}$$

Faktor izvedbe uzima u obzir sve utjecaje koji uzrokuju da se proizvodni proces odvija sporije od maksimalne moguće brzine i računa se kao omjer neto vremena proizvodnje i vremena proizvodnje. Jednadžba faktora izvedbe glasi:⁴⁴

$$(4) \quad \text{Faktor izvedbe} = (\text{Idealni broj ciklusa} \times \text{Ukupan broj komada}) / \text{Vrijeme proizvodnje}$$

Idealni broj ciklusa je najveći broj ciklusa koji proces može postići (teoretsko minimalno vrijeme da se proizvede jedan komad proizvoda), te kada se pomnoži sa ukupnim brojem komada rezultat je neto vrijeme proizvodnje. Faktor izvedbe se može računati i prema slijedećoj jednadžbi:⁴⁵

$$(5) \quad \text{Faktor izvedbe} = (\text{Ukupan broj komada} / \text{Vrijeme proizvodnje}) / \text{Idealni broj ciklusa}$$

Faktor kvalitete uzima u obzir broj proizvedenih komada koji nisu udovoljili standardima kvalitete, uključujući i komade koji trebaju doradu. Faktor kvalitete se računa prema jednadžbi:⁴⁶

⁴² OEE, <http://www.oee.com/calculating-oe.html> (17.02.2017.)

⁴³ Ibid.

⁴⁴ Ibid.

⁴⁵ Ibid.

⁴⁶ Ibid.

$$(6) \quad \text{Faktor kvalitete} = \text{Uspješno proizvedeni proizvodi} / \text{Proizvedeni proizvodi}$$

Kada se uzmu u obzir jednadžbe od (1) do (6) OEE se može izraziti kao:⁴⁷

$$(7) \quad OEE = (\text{Uspješno proizvedeni proizvodi} \times \text{Idealni broj ciklusa}) / \text{Planirano vrijeme proizvodnje}$$

Na ilustraciji 3 prikazanoj na slijedećoj strani moguće je vidjeti stvaran primjer dnevnog OEE izvješća.

5.2 Jedanaest značajnih gubitaka

Ono na što se TPM sustav prvo usredotočuje, kao što je navedeno u prethodnom poglavlju, učinkovitost je opreme, i to zato što se najveći nedostaci (ili gubici) mogu lako identificirati i relativno brzo ukloniti. Postoji 11 glavnih područja gubitaka podijeljenih u četiri kategorije:⁴⁸

- gubici planiranih zastoja,
 - nema proizvodnje, pauze, promjene smjena,
 - planirano održavanje,
- gubici neplaniranih zastoja
 - kvarovi,
 - promjene proizvoda,
 - promjene alata,
 - pokretanje proizvodnje i podešavanja,
- gubici učinkovitosti izvedbe,
 - manji zastoji (manji od 6 minuta),
 - smanjena brzina procesa,
- gubici na kvaliteti,
 - škart proizvodi,
 - proizvodi za doradu,
 - gubitak proizvoda između procesa.

⁴⁷ OEE, <http://www.oeec.com/calculating-oeec.html> (17.02.2017.)

⁴⁸ Smith R., Hawkins B., op. cit., str. 56

Ilustracija 3: Dnevno OEE izvješće realne proizvodne tvrtke

MANUFACTURING - OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS - FDP Section

Year 2017	Month Mav	DATEKEY 4-5-2017 5-5-2017 6-5-2017
---------------------	---------------------	--

Machine Type	PROD_DSC	PLANNED_STOP_REASON	UNPLANNED_STOP_REASON	BRK_DOWN_DESC	Values			Actual Output (Pcs)	WMS (LTR)	Technical Efficiency	OEE	Quality Factor	Performance Factor	No Plan (Min)	Planned Stop (Min)	Unplanned Stop (Min)	Breakdown (Min)	Operating Time (Min)
					PSTOP CNT	BKDN CNT	UPSTOP CNT											
TVrhovec CONFIDENTIAL	DOLCE VITA STRAWBERRY DOLCE VITA LITR IC	-No production plan- (592 min /1), PN-Product Change- (72 min /1), PN-Production Preparation- (60 min /1), PN-LYE- (38 min /1), PN-Freezer start up plan- (37 min /2), PN-M/C cleaning to start- (36 min /1), PN-CIP Preparation- (15 min /1)	-	BK-Cup Dispenser Problem- (10 min /1)	8	1	0	12,060	9,006	98.30 %	59.15 %	99.82 %	86.79 %	592	259		10	579
		PN-Production Preparation- (35 min /1), PN-Freezer start up plan- (16 min /1)	-	-	2	0	0	11,960	59,800	100.00 %	53.97 %	100.00 %	55.95 %		51			1,389
		-Weekly Service- (1440 min /1)	-	-	1	0	0							1,440				
TVrhovec CONFIDENTIAL	DOLCE VITA LITR IC	-No production plan- (810 min /1), PN-M/C cleaning to start- (90 min /1), PN-Production Preparation- (60 min /1), PN-Freezer start up plan- (30 min /1)	-	-	4	0	0	133,920	13,392	100.00 %	43.85 %	82.51 %	74.40 %	810	180			450
		PN-M/C cleaning to start- (60 min /1), PN-Freezer start up plan- (45 min /2)	UPN-UPN-Utility-Cut Steam- (54 min /1)	BK-Stick inserter problem- (160 min /4), BK-09 filler problem- (100 min /2)	3	6	1	223,488	13,968	79.69 %	36.52 %	94.11 %	54.78 %		105	55	260	1,020
		-No Production Plan- (1440 min /1)	-	-	1	0	0							1,440				
TVrhovec CONFIDENTIAL	DOLCE VITA LITR IC	-No production plan- (750 min /2), PN-Weekly Service- (240 min /1), PN-Production Preparation- (30 min /1), PN-Freezer start up plan- (20 min /1)	-	-	5	0	0	69,300	2,772	100.00 %	52.89 %	97.95 %	93.15 %	750	290			400
		-No Production Plan- (1440 min /1)	-	-	1	0	0							1,440				
		-No Production Plan- (1440 min /1)	-	-	1	0	0							1,440				
		-No Production Plan- (1440 min /1)	-	-	1	0	0						1,440					
					27	7	1	450,728	98,938	93.43 %	44.77 %	91.14 %	64.60 %	9,352	885	55	270	3,838

Izvor: Prijedlog autora

Ako se pažljivo promotri sve četiri skupine gubitaka, može se utvrditi da na eliminaciju tih gubitaka veliki utjecaj ima održavanje. Dobrim planiranjem i provođenjem preventivnog održavanja smanjuju se gubici planiranih zastoja, što naravno dovodi do smanjenja kvarova. Promjene proizvoda, alata, i podešavanja mogu se svesti na najmanju moguću mjeru ukoliko su djelatnici održavanja i operateri dobro obučeni. Kvalitetno održavana oprema uvijek će raditi punim kapacitetom bez potreba za smanjenjem brzine te će također isporučivati kvalitetne završne proizvode koji ne zahtijevaju doradu.

5.3 Misija i glavni elementi TPM sustava

TPM ima dvije glavne misije. Prva je postizanje visoke učinkovitosti instalirane opreme, dok je druga, mnogo važnija za održavanje, postizanje filozofije u proizvodnji koja se zasniva na poticanju operatera da preuzimaju veću odgovornost i brigu oko opreme kojom upravljaju. Kako bi TPM sustav ostvario svoju misiju potrebno je ispuniti četiri glavna elementa:⁴⁹

- uspostavljena organizacija rada i procesa,
- uspostavljen sustav preventivnog održavanja,
- TPM je program cijele organizacije a ne održavanja,
- TPM daje veća ovlaštenja operaterima proizvodnih linija.

Dobro uspostavljen sustav organizacije rada i procesa uvelike utječe na ukupnu učinkovitost opreme. Ukratko, oprema koja stoji i ništa ne proizvodi nije u skladu s *lean* načelima, dok oprema koja radi i proizvodi kvalitetan gotov proizvod jest. Svaki puta kada se poveća količina kvalitetnog gotovog proizvoda u odnosu na početno stanje, smanjuje se trošak održavanja po jedinici proizvoda. Poboljšanje ukupne učinkovitosti opreme na znači nužno *lean* održavanje, ali svakako pridonosi ukupnoj *lean* organizaciji. Trajna utrka za povećanjem ukupne učinkovitosti opreme dobar je početak za uspostavu *lean* načela u održavanju.

Uspješan sustav preventivnog održavanja velik je i pozitivan čimbenik u *lean* održavanju. Isto tako neuspješan sustav preventivnog održavanja može biti veliki problem. Previše, pogrešno usmjerenih, neuspješno obavljenih zadataka preventivnog održavanja trate dragocjeno vrijeme i smanjuju ukupnu učinkovitost opreme. Kako bi bilo *lean*, preventivno održavanje mora biti fleksibilno i prilagođavati se životnom vijeku opreme. Također podjela zadataka preventivnog

⁴⁹ Levit, J., *Lean Maintenance*, Industrial Press, New York, NY, USA, 2008, str. 118

održavanja između djelatnika održavanja i operatera može biti velika prednost koja rezultira povećanjem produktivnosti za oba tima. S *lean* stajališta TPM nudi dvije prednosti kod obavljanja preventivnog održavanja. Prva je ušteda vremena, kako je operater obično u neposrednoj blizini proizvodne linije. Druga je nadogradnja vještina operatera obavljajući jednostavne zadatke održavanja koje djelatnicima održavanja ne predstavljaju izazov.

Suprotno samom nazivu, TPM nije primarno program održavanja opreme. TPM se može smatrati programom namijenjenim za operatere ili za organizaciju u cjelini. Kako bi program bio uspješan, TPM se mora implementirati u odjele kao što su održavanje i inženjering te u projekte i proizvodnju. TPM zapravo znači partnerstvo između proizvodnje, održavanja i ostatka organizacije.

TPM se zasniva na promociji preventivnog održavanja kao motivacijske tehnike za operatere, što zapravo daje veću odgovornost i osjećaj „vlasništva“ nad opremom kojom upravlja. Kako se taj osjećaj „vlasništva“ širi, tako i TPM postaje stvarnost.⁵⁰ TPM djeluje na kulturu organizacije, te taj novi osjećaj snage mijenja razmišljanje radnika o tome koliko svojim postupcima mogu utjecati na proizvodne procese.

Kako bi uvođenje TPM sustava bilo uspješno, potrebno je zadovoljiti tri osnovna zahtjeva:⁵¹

- motivacija,
- kompetencija,
- okolina.

Svi zaposlenici moraju biti otvoreni i spremni za promjene. Promjene se uvijek, pa i u ovom slučaju, događaju tijekom duljeg vremenskog razdoblja u kojem organizacija mora predočiti svoje planove, obučiti ljude i tek onda početi s uvođenjem promjene. Određene vještine i znanja su potrebni prije uvođenja TPM programa. Nužno je upoznati operatere sa sustavom preventivnog održavanja, a djelatnike održavanja s metodama analiziranja uzroka kvara. U slučaju obuke operatera mora se pretpostaviti da imaju višak mentalnih sposobnosti koji ne koriste u svom poslu. Obukom i korištenjem te će sposobnosti početi dolaziti do izražaja. Okolina, u ovom slučaju vrhovni menadžment, mora podržavati promjenu i opću ideju da će promjena dovesti do poboljšanja. Vrhovni menadžment mora imati puno povjerenje u

⁵⁰ Smith R., Hawkins B., op. cit., str. 55

⁵¹ Levit, J., op. Cit., str. 120

zaposlenike u proizvodnji jer će u samim počecima uvođenja TPM programa zasigurno biti odstupanja u proizvodnji uzrokovanih greškom operatera.

5.4 Osnovni zadaci TPM sustava

Iako prema prethodnim poglavljima TPM sustav izgleda veoma komplicirano, stvar je zaista jednostavna i može se, za početak, svesti na tri glavna zadatka koje operateri moraju obavljati.⁵²

- pritezanje,
- podmazivanje,
- čišćenje.

Ove tri radnje najjednostavniji su način za smanjenje zastoja u proizvodnji i čine temelj TPM programa. Navedena tri zadatka često proširuju s još tri pa se tako dobiva šest osnovnih radnji koje operateri moraju obavljati u sklopu TPM programa.⁵³

- osjeti,
- pregledaj,
- pritegni,
- očisti,
- podesi,
- podmaži.

Radnja „osjeti“ najčešće se koristi za provjeru rotacijskih strojeva kao što su ventilatori, motori i pumpe kako bi se ustanovilo njihovo moguće pregrijavanje ili prevelika vibracija. Osjetom se može utvrditi potreba za podmazivanjem, neispravni ležajni elementi ili moguće greške u elektro-instalacijama koje zahtijevaju daljnje popravne radnje. „Pregledaj“ je daleko najvažnija radnja od prethodno navedenih. Nepažljivi promatrač lako će propustiti dokaze manje poteškoće koja u konačnici može rezultirati velikim kvarom. Kako bi se ova radnja mogla uspješno obaviti, operater mora u potpunosti biti upoznat s normalnim operativnim stanjem stroja, kako bi bio u stanju prepoznati bilo kakva odstupanja. Pri pregledu važno je usredotočiti se na promjenu boje elemenata strojeva, curenja tekućina te na to da su svi

⁵² Ibid., str. 121

⁵³ Colonial saw machineries USA; maintenance recommendations, <http://www.csaw.com/companynews/Tech%20Tidbit%20FITCAL%20WAY.pdf>, (17.2.2017)

elementi stroja pozicionirani na svom originalnom mjestu. Također je jako važno pregledati pritegnutost vijaka, remenja, priključaka energenata te svih ostalih strojnih elemenata koji se nalaze na opremi. Oprema uvijek treba biti čista, jer svaka nečistoća uvelike pridonosi smanjenju kvalitete gotovog proizvoda i preuranjenoj istrošenosti dijelova te samim time kvarovima. Svaki nedostatak koji je ustanovljen prethodnim radnjama potrebno je, ukoliko je to moguće, podesiti odmah. Podmazivanje je jedna od osnovnih radnji svakog održavanja pa tako i TPM programa. Pravovremenim podmazivanjem produljuje se radni vijek opreme i njezinih dijelova te smanjuje mogućnost pojave kvara.

Ilustracija 4: Primjer radnog naloga preventivnog održavanja

Action Code: CL=CLEANED, L=LUBRICATED, OR=OILREPLACED, S=SATISFACTORY, R=REPLACED, ADJ=ADJUSTED, REP=REPAIRED, REF = REFILLED, C-CL = CHECKED & CLEANED, C-R = CHECKED & REPLACED, C-REP = CHECKED & REPAIRED, C-S=CHECKED &SATISFACTORY, CL-L=CLEANED&LUBRICATED, D=DISMANTLED, D-C=DISMANTLED & CHECKED, NA=NOT AVAILABLE, OPEN=OPEND, REFIT = REFITTED, WF=WATER FILLED.				
	Operation	Date	Action	DocExist
1	CHECK THE TIGHTNESS OF ALL SCREWS AND BOLTS ON THE STICK INS ERTER AND RE-TIGHT IF NECESSARY	_____	_____	<input type="checkbox"/>
2	SPECIAL ATTENTION IS TO BE GIVEN TO 64 COUNTERSUNK SCREWS ON THE STICK HOLDER ASSEMBLY	_____	_____	<input type="checkbox"/>
3	RUNNING HOURS AT SERVICE COMPLETION	_____	_____	<input type="checkbox"/>
4	CONFIRM THAT ALL TOOLS AND UN-USED SPARE PARTS HAVE BEEN ACC OUNTED FOR AND REMOVED FROM THE SERVICE AREA	_____	_____	<input type="checkbox"/>
5	THE AREA HAS BEEN LEFT CLEAN	_____	_____	<input type="checkbox"/>
6	ALL WASTE HAS BEEN SEGREGATED, AND DISPOSED OF IN THE CORREC T CONTAINER	_____	_____	<input type="checkbox"/>

_____	_____	_____
Date Completed	Completed By	Supervisor

Remarks:

SERVICE DONE FROM: _____ HRS. TO _____ HRS.

Izvor: Prijedlog autora

Kako bi se sve navedene radnje uspješno obavljale, potrebno ih je zapisati i odrediti učestalost obavljanja. Na prethodnoj ilustraciji prikazan je radni nalog preventivnog održavanja koji operateri obavljaju na jednom podsklopu proizvodne linije svakih 150 radnih sati.

5.5 Pomoćne funkcije TPM sustava

Gotovo sve funkcije u proizvodnom okuženju osiguravaju podršku TPM sustavu. U slijedećim cjelinama rada bit će objašnjene najvažnije funkcije, a ovdje je važno spomenuti one koje se uobičajeno koriste:⁵⁴

- informatička podrška,
 - računalni sustav upravljanja održavanjem,
 - izrada menadžerskih izvješća,
 - održavanje povijesnih podataka održavanja,
 - obuka zaposlenika,
- skladište rezervnih dijelova / nabava,
 - pravovremena nabava rezervnih dijelova,
 - ispravne količine minimalnih zaliha,
 - JIT dobavljači,
 - standardizacija rezervnih dijelova,
 - standardizacija dobavljača,
 - uklanjanje zastarjelih dijelova,
- proizvodnja,
 - operateri obavljaju čišćenje opreme,
 - operateri su osobe koje prve uoče problem i sudjeluju u rješavanju da bi smanjili vrijeme zastoja,
 - operateri su obučeni i ovlašteni za izvođenje jednostavnih zadataka održavanja.

5.5.1 Skladište rezervnih dijelova

Reaktivne organizacije održavanja obično imaju velike zalihe rezervnih dijelova, dok istovremeno ulažu velika sredstva u hitne narudžbe dijelova zbog učestalih kvarova. U poslovnim sustavima koji su usmjereni prema TPM načelima poslovi se obavljaju planirano prema unaprijed utvrđenom rasporedu te je potreba za održavanjem ustanovljena dovoljno rano da se rezervni dijelovi naruče i budu dostavljeni prema JIT načelima. Također, učinkovito upravljanje rezervnim dijelovima uklanja dupliciranje inventara te omogućuje

⁵⁴ Smith R., Hawkins B., op. cit., str. 67

izračun prikladnih minimalnih i maksimalnih zaliha, kao i ekonomski prihvatljivih količina za narudžbu.

Ilustracija 5: Skladište rezervnih dijelova



Izvor: Prijedlog autora

5.5.2 Planiranje

Planiranje poslova održavanja uvelike povećava produktivnost. Iako to zvuči vrlo jednostavno, to je vrlo teško postići. Jednostavan dio planiranja je činjenica da ono omogućava osobi koja planira da premosti probleme (većinom u nedostatku ili preklapanju resursa) na vrijeme. Rješavanje problema na vrijeme donosi uštedu od tri do pet puta pri izvršenju zadataka u odnosu na utrošeno vrijeme na planiranje.⁵⁵ Teži dio planiranja je upravljati mnoštvom detalja koji čine resurse koji su potrebni da bi se poslovi održavanja uspješno obavili. Potrebno je upravljati radnom snagom, njihovim vještinama, rezervnim dijelovima, alatima i opremom, dozvolama za rad na određenom mjestu te potrebnim nacrtima, dijagramima i drugim specifičnim informacijama. U suvremenim odjelima

⁵⁵ Levit, J., op. cit, str. 86

održavanja svi su ti podaci pohranjeni u računalnim sustavima za upravljanje održavanjem. Održavanje tih podataka uglavnom vrlo je složen posao. Podaci su često površni i puni manjkavosti, a obim posla ponekad nije u potpunosti poznat do trenutka nakon što je posao već počeo.

Tabela 1: Vremenska razlika u pojedinim operacijama održavanja sa ili bez planiranja

	Bez planiranja	S planiranjem
Primanje uputa	5.00%	3.00%
Preuzimanje alata i materijala	12.00%	5.00%
Dolazak na mjesto održavanja	15.00%	10.00%
Zastoji zbog koordinacije	8.00%	3.00%
Prazan hod na mjestu održavanja	5.00%	2.00%
Prerani i prekasni završetak posla	5.00%	1.00%
Propisane pauze	10.00%	10.00%
Nepropisane pauze	5.00%	1.00%
Ukupno	65.00%	35.00%
Stvarni rad obavljen	35.00%	65.00%

Izvor: Levit, J., Lean Maintenance, Industrial Press, New York, NY, USA, 2008., str. 87

U prethodno predloženoj tablici 1% prikazuje 4,8 minuta u jednom danu. Razlika između 35% direktnog rada bez planiranja u odnosu na 65% direktnog rada s planiranjem daje jednostavnu, ali jasnu opravdanost uspostavljanja planiranja aktivnosti održavanja.

Drugi primjer koji pokazuje važnost planiranja može se promatrati sa stajališta osobe koja obavlja zadatak održavanja. Bez planiranja zadacima održavanja se obično pristupa bez dovoljno razmišljanja. Održavatelji se ubrzo nakon početka rada susreću s nedostatkom rezervnih dijelova, alata ili nečeg drugog potrebnog za obavljanje posla. U sustavu u kojem je posao planiran sve te poteškoće su predviđene, najbolje što mogu biti. Održavatelj pred sobom ima listu poslova koje mora obaviti, kao i materijale koji su mu za to potrebni.

Potrebni koraci kod planiranja održavanja su:⁵⁶

- ustanoviti obim zadatka,
- ustanoviti trošak zadatka,
- dobiti odobrenje za obavljanje posla,
- provjeriti da li je posao već prije bio obavljan i po potrebi ga prilagoditi novim okolnostima,

⁵⁶ Levit, J., op. cit., str. 90

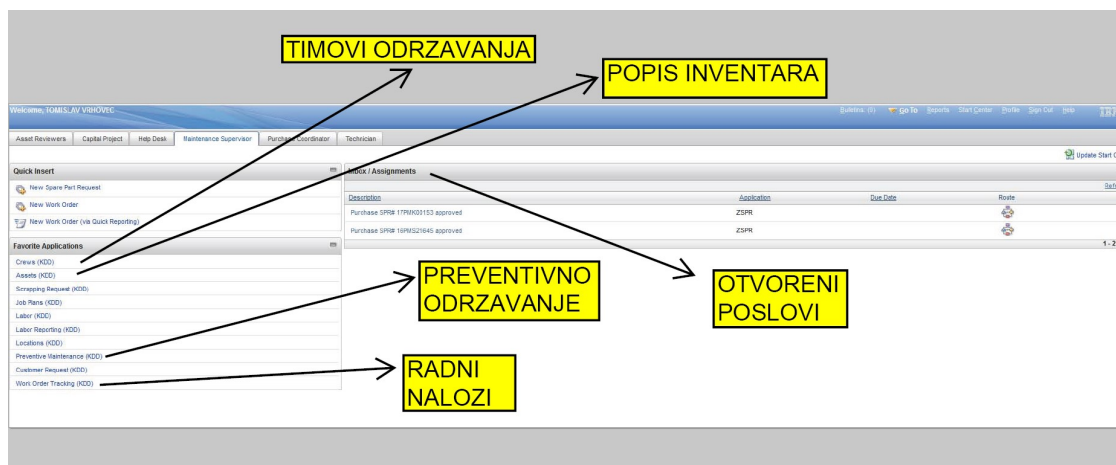
- ustanoviti posebne zahtjeve s obzirom na lokaciju obavljanja zadatka,
- ustanoviti vrijeme i radnu snagu potrebnu za obavljanje zadatka,
- ustanoviti potrebne rezervne dijelove, alate i opremu,
- izraditi plan komunikacije za sve uključene u obavljanje zadatka.

5.5.3 Računalni sustav upravljanja održavanjem

Iako je računalni sustav upravljanja održavanjem (*Computerized Management Maintenance System – CMMS*), kao element TMP sustava do nedavno bio smatran dobrim dodatnim alatom, u današnje vrijeme smatra se nužnim za uspješno obavljanje posla. Kada se razmišlja o uvođenju ili nadogradnji CMMS sustava najvažnija stvar je definirati potrebe, očekivanja i koristi koje će takav sustav donijeti. Iako takvi sustavi imaju mnogo raznih aplikacija i podsustava, ipak postoji pet glavnih dijelova koje bi svaki CMMS sustav trebao imati:⁵⁷

- upravljanje radnim nalogima,
- planiranje,
- upravljanje troškovima,
- upravljanje rezervnim dijelovima,
- ključni pokazatelji uspješnosti (*Key Performance Indicators – KPI*).

Ilustracija 6: Prikaz sučelja CMMS sustava



Izvor: Prijedlog autora

⁵⁷ Smith R., Hawkins B., op. cit., str. 79

6. UVOĐENJE LEAN NAČELA U ODJEL ODRŽAVANJA

Prije uvođenja *lean* načela u bilo koju organizaciju, sve zainteresirane strane moraju biti vrlo dobro upoznate s *lean* konceptom. Kako za to nije dovoljna edukacija od tjedan dana, kao što se možda može pomisliti, postoje dvije uobičajene opcije. Organizacija može osnovati svoj vlastiti *lean* odjel u kojem će zaposliti ljude s iskustvom u tom području, ili može angažirati konzultante koji će im pomoći u tranziciji prema *lean* sustavu. Bez obzira za koju od opcija se organizacija odluči, razina znanja osoba koje će upravljati promjenama bit će presudan za uspjeh tranzicije.

6.1 Odabir *lean* voditelja projekta

Nakon što je organizacija odabrala jednu od dvije opcije uvođenja *lean* koncepta, slijedeći je korak odabrati voditelja *lean* projekta za svaki odjel, pa tako i za odjel održavanja. Taj posao nije i ne može biti usputni posao koji će zaposlenik raditi uz neki drugi posao unutar organizacije. Voditelj projekta mora biti potpuno predan *lean* tranziciji. Postoji nekoliko osobnih karakteristika (uz specijalnost poznavanja *lean* načela) koje bi svaki *lean* voditelj projekta morao:⁵⁸

- imati autoritet koji potječe od priznanja top menadžmenta,
- biti poznat i poštovan od strane menadžmenta i zaposlenika,
- imati znanja o TPM sustavu, CMMS sustavu, planiranju i organizaciji skladišta rezervnih dijelova,
- biti strog, ali pošten,
- inzistirati na kontinuiranom poboljšanju,
- biti sposoban komunicirati sa svim odjelima na svim razinama,
- neprekidno promicati *lean* vrijednosti.

Kao voditelj svih aktivnosti vezanih uz proces transformacije u *lean* održavanje, voditelj projekta ima pregršt dužnosti i odgovornosti od kojih neke od njih ne može provesti samostalno već uz suglasnost rukovoditelja odjela. Zbog toga je važno da top menadžment svim rukovoditeljima odjela ukaže na važnost i ulogu voditelja projekta kojeg ponekad

⁵⁸ Smith R., Hawkins B., op. cit., str. 106

rukovoditelji odjela mogu smatrati „neprijateljem“ te onim koji njihov dovodi u pitanje njihov autoritet.

6.1.1 Potrebna znanja voditelja projekta

Osim navedenih osobnih karakteristika voditelj projekta mora imati izražena znanja i vještine u svim alatima koje *lean* koncept koristi. U narednim poglavljima biti će objašnjeni najvažniji alati.

6.1.1.1 Pet koraka uvođenja *lean* načela

Definiranje vrijednosti. Vrijednost je uvijek određena prema potrebama kupca za određenim proizvodom ili uslugom. U slučaju održavanja kupci su operateri proizvodnih linija. Održavanje mora zadovoljavati njihove potrebe, a to je ispravna oprema koja bez zastoja proizvodi kvalitetne proizvode.

Mapiranje vrijednosti. Jednom kada je vrijednost određena potrebno je zabilježiti sve korake i procese koji su potrebni za postizanje zadane vrijednosti. U procesima je važno odrediti nepotrebne stvari i ukloniti ih.

Tijek vrijednosti. Kada su sve nepotrebne stvari uklonjene iz procesa slijedeći korak je osigurati da proces teče bez smetnji, zastoja ili uskih grla.

Povlačenje (engl. pull). S poboljšanim tijekom procesa vrijeme za postizanje vrijednosti drastično se smanjuje. U slučaju održavanja to podrazumijeva da se zahvati održavanja obavljaju po načelu JIT. Povlačenje zapravo znači da kupci od svojih dobavljača uzimaju proizvode ili usluge upravo onda kada ih trebaju.

Savršenstvo. Nikad nema kraja procesu smanjenja napora, vremena troškova i pogrešaka. U ovom koraku zahvati održavanja se obavljaju savršeno točno svaki put te vraćaju opremu u njihovo prvobitno stanje.

6.1.1.2 Alati potrebni za uvođenje *lean* načela

5S metoda. Kao što je već prije navedeno 5S metoda je alat za organizaciju radne okoline na čist, učinkovit i siguran način, a sve u cilju povećanja produktivnosti uvođenjem standardizacije u radu.⁵⁹ 5S metoda je podijeljena u pet faza koje su nazvane prema japanskim terminima koji počinju sa slovom „s“ (*seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke*):

- *Seiri*⁶⁰. Sortirati sve što u radnom procesu nije potrebno. Uobičajeno se koristi tekstualni sustav ili sustav označavanja bojama. Zelenom oznakom se označavaju sve neophodne stvari koje se koriste tijekom odvijanja procesa održavanja. Žutom oznakom se označavaju sve stvari koje se ponekad koriste, dok se crvenom bojom označavaju sve stvari koje nisu potrebne. Važno je dati priliku svim sudionicima procesa da objasne potrebu za žuto ili crveno označenim stvarima. Na kraju ovog koraka sve stvari označene crveno se eliminiraju.
- *Seiton*⁶¹. Organizirati i posložiti sve stvari koje nisu eliminirane. Poželjno je sve stvari učiniti vidljivima, kao na primjer iscrtati lokaciju pohrane alata kako bi se ta lokacija mogla lakše pronaći.
- *Seiso*⁶². Očistiti sve što je ostalo te po mogućnosti obojati radne prostore kako bi se povećao osjećaj ugone na radnom mjestu.
- *Seiketsu*⁶³. Svaki proces mora se standardizirati te se prostor mora održavati prema zadanom standardu.
- *Shitsuke*⁶⁴. Izvoditi periodične preglede prema zadanim standardima u cilju da zaposlenicima održavanje tih standarda pređe u naviku.

⁵⁹ Lean manufacturing tools: <http://leanmanufacturingtools.org/192/what-is-5s-seiri-seiton-seiso-seiketsu-shitsuke/> (27.01.2017)

⁶⁰ Lean manufacturing tools: <http://leanmanufacturingtools.org/198/lean-5s-seiri-sort-clearing-classify/> (27.01.2017.)

⁶¹ Lean manufacturing tools: <http://leanmanufacturingtools.org/200/lean-5s-seiton-straighten-simplify-set-in-order-configure/> (27.01.2017.)

⁶² Lean manufacturing tools: <http://leanmanufacturingtools.org/202/lean-5s-seiso-sweep-shine-clean-and-check/> (27.01.2017.)

⁶³ Lean manufacturing tools: <http://leanmanufacturingtools.org/204/lean-5s-seiketsu-standardise-conformity/> (27.01.2017.)

⁶⁴ Lean manufacturing tools: <http://leanmanufacturingtools.org/206/lean-5s-shitsuke-sustain-custom-and-practice/> (27.01.2017.)

Ilustracija 7: Vizualni prikaz 5S metode



Izvor: <http://www.kaizenworld.com/what-is-5s.html> (17.03.2017.)

7 vrsta nepotrebnih stvari. Uklanjanje ili minimiziranje nepotrebnih stvari smatra se osnovnim *lean* načelom:⁶⁵

- *Prekomjerna količina proizvodnje.* U održavanju prekomjernim radom se smatra izvođenje više zahvata preventivnog održavanja nego što je to potrebno. Da li je neke zahvate uopće potrebno izvoditi ili oprema treba raditi sve do pojave kvara? Dosta je česta pojava da djelatnici održavanja pregledavaju opremu iznova i iznova, a zapravo nikad ne nalaze nikakve znakove trošenja dijelova ili naznake mogućih problema. Preventivno održavanje redovno se izvodi uz stalnu pojavu kvarova. To zapravo znači da je implementirano preventivno održavanje beskorisno. Zbog toga je potrebnu neprekidno procjenjivati i po potrebi mijenjati sustav preventivnog održavanja. Druga vrsta nepotrebnog rada u održavanju može biti prekomjerno vođenje raznih evidencija, zapisa i slično.
- *Prekomjerno kretanje.* Djelatnici održavanja često troše previše vremena u potrazi za raznim informacijama kao što su upute, dijagrami, liste rezervnih dijelova, ili čak alati potrebni za obavljanje posla. Za eliminaciju prekomjernog kretanja potrebno je proučiti gdje i kada dolazi do te pojave. Također treba promisliti kako pozicionirati alate, rezervne dijelove i ljude u odnosu na opremu koja se održava te ih učiniti što je moguće bliže jedne drugima.
- *Prekomjerni transport.* Ukoliko se upita zaposlenike u proizvodnji što zapravo zaposlenici

⁶⁵ Lean manufacturing tools: <http://leanmanufacturingtools.org/7-wastes/> (27.01.2017.)

održavanja rade, često će odgovor biti da stalno hodaju uokolo tražeći nešto. Alat koji se nalazi predaleko od mjesta rada, rezervni dijelovi koji se često koriste, a nisu unaprijed pripremljeni. U velikim proizvodnim pogonima prekomjerno vrijeme transporta može izazvati veliki gubitak vremena.

- *Prekomjerne zalihe.* Troškovi ili nedostupnost rezervnih dijelova u održavanju smatraju se jednim od najvećih generatora nepotrebnih stvari. Najčešće situacije su nedostupnost rezervnih dijelova, velike zalihe zastarjelih dijelova, dijelova koji se rijetko koriste ili imaju ograničen rok trajanja. Također treba uzeti u obzir raspored skladišta rezervnih dijelova, na način kategorizacije i označavanja rezervnih dijelova, a sve u svrhu ostvarivanja minimalnog vremena potrebnog za dobivanje potrebnog rezervnog dijela.
- *Prekomjerna obrada proizvoda.* U održavanju prekomjerna obrada proizvoda odnosi se na nedovoljno razvijen sustav radnih naloga, prekomjerno trošenje vremena na izradu raznih izvještaja ili nedovoljno obučene zaposlenike koji uzrokuju prekomjeran rad. Preporučena mjera za uklanjanje ovih nepotrebnih stvari je moguća nadogradnja CMMS sustava, revizija radnih naloga te dodatna obuka za zaposlenike.
- *Čekanje.* Kada su zaposlenici održavanja prisiljeni sjediti i čekati rezervne dijelove da stignu, ili prisiljeni čekati neki drugi događaj, oni ne dodaju nikakvu vrijednost procesu. Jedno od rješenja je poboljšati proces planiranja prikupljajući podatke od zaposlenika održavanja koji najbolje mogu objasniti gdje i zašto se događaju uska grla.
- *Škart.* U slučaju održavanja škart je ponovno obavljanje jednih te istih popravaka zbog nemogućnosti otkrivanja stvarnog uzroka kvara. Također, zadaci preventivnog održavanja koji ne dodaju nikakvu vrijednost procesu spadaju u ovu kategoriju. Kako bi se nepotrebne stvari izbjeglo, poželjno je u odjelu imati inženjera koji se bavi otkrivanjem uzroka kvarova te poboljšanjem učinkovitosti postupaka održavanja.

PDCA krug. Naziv ovog alata dolazi od engleskih riječi za planiraj - učini - provjeri - djeluj (*plan-do-check-act*). U fazi planiranja, problem je prepoznat, analiziran i moguća rješenja su definirana. U drugoj fazi najvjerojatnije rješenje je implementirano, dok se u trećoj fazi uspoređuju rezultati novog i starog rješenja te provjerava učinkovitost tog rješenja. Završna faza uključuje uvođenje nove metode koja je još uspješnija od prethodne.

Ilustracija 8: Vizualni prikaz PDCA kruga



Izvor: <http://upravljanjesustavimakvalitete.org/sustavi-upravljanja-kvalitetom/> 31.03.2017.

6.2 Odabir projektnog tima

Jednom kada je voditelj projekta odabran, započinje njegov posao. Prvi zadatak mu je izraditi i lansirati plan projekta za odabir i edukaciju projektnog tima koji se može sastojati od:⁶⁶

- predstavnika rukovodstva održavanja,
- poslovođe iz svakog odjela održavanja,
- rukovoditelja ili poslovođe skladišta rezervnih dijelova,
- predstavnika odjela zaduženog za CMMS,
- predstavnika odjela proizvodnje,
- osobe zadužene za planiranje održavanja.

Članovi projektnog tima zapravo su nositelji *lean* tranzicije. Oni su presudni za uspjeh ili neuspjeh cijelog procesa. Bez njihovog entuzijazma, podrške i vodstva čitav tim postaje neefikasan. Zbog toga je vrlo važno dobro odabrati tim, a voditelj projekta, ukoliko uoči ravnodušnost ili skeptičnost bilo kojeg od članova tima mora ga odmah zamijeniti.

6.2.1 Obrazovanje projektnog tima

Kada je projektni tim osnovan, nužno je obaviti njegovu edukaciju. Izobrazba od najmanje tri cjeline u trajanju od barem pola dana mora se obaviti s cijelim timom i mora se sastojati od

⁶⁶ Smith R., Hawkins B., op. cit., str. 113

barem ovih cjelina:⁶⁷

- Svrha *lean* tranzicije i glavna načela
 - Glavne definicije *lean* načela
 - Važnost predanosti cijelog projektnog tima
 - Uloge i odgovornosti projektnog tima
 - Uklanjanje nepotrebnih stvari
 - Suradnja između zaposlenika održavanja i operatera proizvodnih linija
 - Pregled alata koji se koriste u *lean* tranziciji
- Upotreba *lean* alata
 - 5S
 - Standardiziran tijek rada
 - Mapiranje tijeka vrijednosti
 - JIT i Kanban
 - Jidoka
 - PDCA krug
- Uloge i odgovornosti članova projektnog tima
 - Zadaci za svaki pojedini tim
 - Motivacija

6.3 Plan *lean* tranzicije

6.3.1 Procjena *lean* stanja

Prva etapa u *lean* tranziciji je procjena trenutnog stanja koja ima svrhu ustanoviti da li je odjel održavanja pripremljen za *lean* održavanje. Ova etapa obično traje, ovisno o veličini organizacije, od dva do četiri mjeseca.

Aktivnosti ove faze su uobičajeno:⁶⁸

- procjena učinkovitosti TPM sustava
- uklanjanje nedostataka
- kritička procjena učinkovitosti TPM sustava nakon uklanjanja nedostataka

⁶⁷ Ibid., str. 114

⁶⁸ Ibid.

U svrhu *lean* tranzicije uspostavljeni TPM sustav ne mora biti na najvišoj razini, ali mora biti uspostavljen i učinkovito djelovati. Ukoliko projektni tim ne može otkriti mane u TPM sustavu, to znači da ne provodi procjenu dovoljno kritički. Učinkovitost svakog sustava, pa tako i TPM sustava, uvijek može biti poboljšana. Kako je projektni tim multidisciplinaran, njegovi članovi razmatraju sustav s više različitih gledišta, a njihova izobrazba iz *lean* područja, olakšava im da pronađu mane koje će olakšati *lean* tranziciju. Ukupan rezultat procjene potrebno je zabilježiti u pisanom obliku zajedno s listom nedostataka koje je potrebno ukloniti ili poboljšati s jasno naznačenim rokovima, kriterijima i odgovornim osobama. Nakon što su svi nedostaci uklonjeni potrebno je ponovo provesti procjenu, izmjeriti dobivene rezultate te po potrebi ponoviti poboljšanja sve dok se ne dobiju zadovoljavajući rezultati.

6.3.2 Priprema *lean* tranzicije

Ova etapa primarno služi u svrhu edukacije zaposlenika i uobičajeno traje od dva do šest mjeseci. Uspjeh etape ključan je za cjelokupan uspjeh *lean* tranzicije jer on ovisi o podršci cjelokupnog odjela održavanja zajedno sa svim pomoćnim funkcijama uključenim u tranziciju. Etapa počinje uvodnim sastankom na kojem se objašnjavaju ciljevi koji se žele postići te se također određuju početni timovi koji će provesti prve vježbe eliminacije nepotrebnih stvari. Timovi bi se trebali sastojati od barem jednog operatera proizvodne linije, jednog djelatnika skladišta rezervnih dijelova te samih zaposlenika održavanja. Ukratko etapa pripreme *lean* tranzicije sastoji se od sljedeći aktivnosti:⁶⁹

- Uvodni sastanak
 - Svrha *lean* održavanja
 - Osnovna načela
 - Određivanje timova i zadataka
 - Motivacija timova
- Edukacija menadžmenta
 - Rukovoditelj održavanja
 - Rukovoditelj proizvodnje
 - Rukovoditelj nabave
 - Rukovoditelj informatičke podrške

⁶⁹ Ibid., str. 116

- Edukacija timova
- Posjet tvornicama s uspostavljenim *lean* sustavom

6.3.3 Probna etapa

Nakon što je obavljeno općenito upoznavanje svih uključenih strana s *lean* načelima, edukacija rukovodstva, odabir timova i njihova edukacija, dolazi se do prvog pravog testa za provođenje *lean* tranzicije. *Lean* tranzicija započinje probnim *kaizen* događajima koji trebaju biti dodijeljeni svakom timu. Svaki tim za sebe sudjeluje u jednom *kaizen* događaju, koji je javan i po njegovom završetku drugi timovi imaju priliku komentirati i davati svoje prijedloge drugim timovima.

Aktivnosti probne etape su slijedeći:⁷⁰

- Odabrati zadatke *kaizen* događaja i dodijeliti ih timovima
- Komentirati zadatke nakon završetka događaja među timovima
- Izložiti rezultate proizašle iz *kaizen* događaja ostatku odjela održavanja i pomoćnim funkcijama

Važno je da rezultati prvog *kaizen* događaja budu iznad očekivanja svih sudionika, tako da se, na neki način, dokaže učinkovitost *lean* tranzicije. Kako bi se olakšala uspješnost, potrebno je pažljivo odabrati zadatak *kaizen* događaja. Jedan od najboljih načina za pravilan odabir prvog zadatka je *Pareto metoda*⁷¹. Kako bi se izradio Pareto dijagram potrebno je odabrati probleme koji će se uspoređivati, odabrati standard za usporedbu, prikupiti potrebne podatke te ih grupirati u padajućem nizu. Neki primjeri upotrebe *Pareto* metode su:⁷²

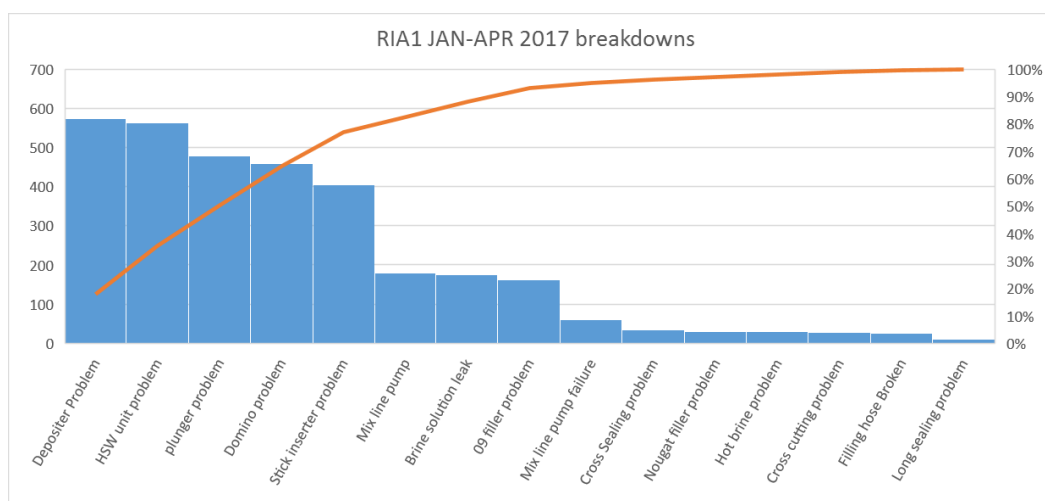
- Kako bi se smanjili troškovi, identificirati 20% opreme koja koristi 80% novčanih sredstava
- Kako bi se povećala dobit identificirati 20% kupaca koji stvaraju 80% dobiti
- 80% inovacija dolazi od 20% zaposlenika
- 80% naše proizvodnje ostvareno je u 20% vremena.

⁷⁰ Ibid., str. 117

⁷¹ Prema talijanskom ekonomistu Vilfredu Paretu koji je 1906. godine ustanovio da 20% talijanskog stanovništva posjeduje 80% bogatstva u toj zemlji.

⁷² Smith R., Hawkins B., op. cit., str. 137

Ilustracija 9: Primjer Pareto dijagrama



Izvor: Prijedlog autora

6.3.4 Pokretanje *lean* tranzicije

Nakon uspješno odrađenih probnih *kaizen* događaja, cjelokupan odjel održavanja potrebno je formirati u timove s jasno zadanim ciljevima. Sastav timova ovisi o fizičkoj lokaciji njihovog radnog mjesta, odgovornosti za određenu vrstu opreme ili strojeva ili ukratko o njihovim dnevnim zadacima na radnom mjestu. Tranzicija odjela održavanja u neovisne timove je velika promjena i ne može biti obavljena preko noći te treba biti pomno isplanirana kao dio dobro promišljenog procesa. Općenito postoje četiri koraka za izvedbu tranzicije:⁷³

- Priprema
 - Ustanoviti radna područja i ciljeve
 - Definirati članstvo u timovima prema zanimanju, odjelu i vještinama
 - Definirati razinu odgovornosti i samostalnosti timova
- Definiranje
 - Definiranje radnih zadataka timova
 - Odabir članova timova
 - Ustanoviti potpurnu infrastrukturu i potrebe za resursima
- Izrada
 - Dodjeljivanje zadataka timovima i javna obznana zadataka
 - Određivanje granica timova

⁷³ Ibid., str. 142

- Pojašnjenje timskih zadataka
- Definiranje uloga i vodstva timova
- Podrška
 - Rasprava o rezultatima zadanih ciljeva
 - Pružanje podrške timovima u svrhu stvaranja sinergije
 - Podrška u razvoju prilika za aktivnosti poboljšanja
 - Ustanoviti procese za kontinuirano pružanje podrške

Aktivnosti koje se provode unutar ove etape te njihovi rezultati su slijedeći:⁷⁴

- Osnovati uredski prostor *lean* održavanja za kontrolu provedbe svih zadataka
- Pretvorba svih zadataka održavanja i pomoćnih funkcija održavanja u neovisne timove
- Započeti s 5S metodom
- Učestala upotreba vizualnih alata
- Voditelji timova se sastaju i raspravljaju o problemima
- Promjena u ulogama rukovodstva razvojem neovisnosti timova
- Odjel održavanja se pretvara u organizaciju koja je fokusirana na kupca (odjel proizvodnje)
- Daljnjim razvojem i poboljšanjem timova uvodi se sustav plaća po učinku
- Efikasnost odjela održavanja timova raste te postoji mogućnost smanjenja radne snage premještanjem na druge radne zadatke
- Kontinuirano poboljšanje i učenje dio je svakodnevice

6.3.5 Proširenje *lean* tranzicije

Pod proširenjem *lean* tranzicije smatra se uvođenje *lean* načela u druge odjele koji uvelike sudjeluju i pridonose uspješnosti odjela održavanja. Najveći utjecaj na uspješnost održavanja zasigurno ima odjel nabave zajedno sa skladištem rezervnih dijelova. Jedno od područja na kojem skladište rezervnih dijelova može najviše doprinijeti je standardizacija potrošnih dijelova kao što su na primjer maziva. Mnoge upute za održavanje strojeva sadrže preporuke o mazivima određenim proizvođača bilo zbog preferencije ili zbog sklopljenih ugovora. To naravno ne znači da maziva drugih proizvođača nisu prikladna za upotrebu na toj opremi. Dovoljno je prikupiti specifikacije preporučenih maziva te odabrati jednog ili najviše tri

⁷⁴ Ibid., str. 117

dobavljača koja mogu isporučiti sva željena maziva. Drugo područje je zasigurno uspješno upravljanje rezervnim dijelovima. Važno je napomenuti da je za uspješno upravljanje rezervnim dijelovima nužno imati uspostavljen odgovarajući CMMS sustav. Neke od tehnika za poboljšanje učinkovitosti upravljanja rezervnih dijelova su slijedeće⁷⁵

- Izrada planova predviđanja kupnje rezervnih dijelova
- Razvoj sustava pošiljki od dobavljača na principu plaćanja tek kad je roba izdata sa skladišta kupca
- Uspostava sustava rezervnih dijelova koji su kontrolirani od strane dobavljača
- Uspostava sustava ocjenjivanja dobavljača
- Potpisivanje partnerskih ugovora sa dobavljačima
- Iskorištenje potencijala vrhunskih dostavnih službi pri isporuci rezervnih dijelova.

Pri korištenju navedenih tehnika nikako se ne smije zaboraviti poslušati zahtjeve kupaca, od kojih je jedan i odjel održavanja. Dobra metoda za komunikaciju između odjela nabave i odjela održavanja (ili bilo koja dva druga odjela koja funkcioniraju na principu kupac-dobavljač) bilo bi održavanje godišnjih sastanaka na temu „zadovoljstvo kupca“. Na tom sastanku odjel održavanja priprema listu svojih problema i prijedloga u radu s odjelom nabave i skladišta rezervnih dijelova. Odjel nabave pregledava listu, usuglašava se akcijski plan za rješavanje navedenim problema te se određuju vremenski rokovi za njihovo otklanjanje.

Ilustracija 10: Primjer akcijskog plana dobivenog sastankom zadovoljstva kupca

Customer Satisfaction (KPIs - 2016)						
S/N	Customers' Requests	Our Targets	Start	Finish	Remarks	%Comp.
1	Duplication of Items in Maximo	Whole the Inventory will be reviewed to find out the Item duplication	1/19/2016	8/31/2016	End of Aug-16 (Extended till 1st Q of next	70%
2	Spare Parts Description to be updated in Maximo	Every time we receive Goods' Desc will be matched with the Maximo Desc and will be updated if required	1/19/2016	7/29/2016	End of Jul-16 (Extended till 1st Q of next	70%
3	Photos of Items should show in Maximo Inventory	Photos will be taken and loaded to Maximo.	1/19/2016	7/1/2016	End of Jun-16 (Extended to 2nd Q of next	55%
4	SPR thru Maximo Mobility: WIFI Printing to Store Printer	Customization Possibilities will be checked.	1/19/2016	6/1/2016	End of Dec-16	0%
5	WOs thru Maximo Mobility: Creation, Completion	Customization Possibilities will be checked.	1/19/2016	12/28/2016	End of Dec-16	100%
6	SPR Printing to Store Printers: Specially from TP Workshop	TP Store Printer Access granted to all the PCs in TP-Workshop and in KDD-TP Office upstairs.	1/19/2016	1/25/2016	Completed	100%
7	Computers Outside the Store: Slow Speed Issue and X-drive Access (TP and Electrical Folders)	PC memory increase and speed issue was resolved and Access granted to TP and Electrical Folders on X-drive	1/19/2016	1/25/2016	Completed	100%
8	SPR Print-out for TP Spare Parts: To show each Item's Cost	It is already under process to show unit Price of each Item in TP-SPR.	1/19/2016	2/29/2016	End of Feb-16	100%
9	Alternative Items between Consignment and Non-Consignment Stock (Particularly TP)	List is Bearings prepared and started with. We'll go thru with other parts if we find any similarities.	1/19/2016	5/30/2016	End of May-16	100%
10	TP Superseded Parts: To get Record from Tetra Pak	We'll start requesting to Tetra Pak to provide the updated list every month.	1/19/2016	1/29/2016	From this Month end	100%
11	Reduce time of Delivering Spare Parts to Technicians from Store	After granting access on TP Store Printer, We'll observe the time of delivering Spare Parts to TP staff.	1/19/2016	3/30/2016	End of Mar-16	100%
12	Report to show PM, CM and EM Value Ratio	Report will be set to show PM, CM & Breakdown Maintenance value Ratio based on total Value.	1/19/2016	2/29/2016	Will be sent Monthly (Section-wise)	100%

Izvor: Prijedlog autora

⁷⁵ Ibid., str. 153

6.4 Primjer 5S metode provedene u radionici odjela održavanja

Ishodište svake operacije održavanja je radionica odjela održavanja. U njoj se nalaze svi alati, upute za održavanje, katalozi rezervnih dijelova, i što je najvažnije djelatnici koji sve te resurse koriste. Kada odjel održavanja pristupa nekom kvaru ili aktivnosti preventivnog održavanja nužno je da sav alat, pribor i upute koje pri određenom zahvatu koriste bude jasno vidljiv i na uvijek istom, za to predviđenom, mjestu. Razlog tome je, naravno, što brža reakcija djelatnika održavanja u trenutku kada je to potrebno.

Za primjer se može uzeti proizvodnja mlijeka. Kada nastupi kvar na proizvodnoj liniji koji se ne otkloni u roku 45 minuta sav proizvod koji se u tom trenutku nalazio unutar procesa mora se odstraniti i kompletna linija se mora očistiti. Taj proces čišćenja traje i nekoliko sati. Prema tome, može se dogoditi da kvar, za čije otklanjanje nije potrebno više od 30 minuta, zbog loše organizirane radionice, može potrajati i sat vremena, što se u konkretnom primjeru (zbog dodatnog čišćenja) pretvara u tri sata.

S druge strane, u dobro organiziranoj radionici djelatnik održavanja, kada dobije obavijest o kvaru, provede svega nekoliko minuta u pribavljanju svih potrebnih resursa koji su mu potrebni. Dobro organizirana radionica odjela održavanja se može usporediti s timom vatrogasaca koji u trenutku zaprimanja poziva točno znaju gdje se što nalazi i kako treba postupati. Možda se može činiti manje bitnim, ali ako proizvodnja radi 365 dana u godini 24 sata na dan i učestalo ima nepotrebna čišćenja zbog loše pripremljenog održavanja, to će se itekako odraziti na ukupnu učinkovitost opreme. I upravo takve sitnice akumulirano čine velike probleme i također razliku između prosječnog i vrhunskog odjela održavanja te samim time prosječne i vrhunske proizvodnje.

Jedan od prvih koraka prema cilju stvaranju vrhunskog odjela održavanja organiziranje je radionice. Metoda ili alat koji se danas najčešće koristi je već prije spominjana 5S metoda koja će biti objašnjena na praktičnom primjeru jedne radionice odjela održavanja.

Na slijedećim ilustracijama prikazana je radionica prije provođenja 5S metode.

Ilustracija 11: Radionica odjela održavanja



Izvor: Prijedlog autora

Postojeće stanje, kao što je vidljivo na ilustracijama, nije zadovoljavajuće. Djelatnici osobni alat imaju pohranjen u kolicima za alat koja zauzimaju veći dio prostora radionice. Radni stol je prepun strojnih dijelova koji su se tu zatekli jer su dio popravaka u tijeku ili zbog nekog drugog razloga. Zajednički alat je pohranjen u jednom kolicima i na za to predviđenoj stalaži, ali bez ikakvog reda i jasno predviđenog mjesta.

Uvidom u postojeće stanje napravljen je akcijski plan za provedbu 5S metode koji je prikazan u tablici 2.

Tabela 2: Akcijski plan za provođenje 5S metode

2017. GODINA	TJEDAN														
AKTIVNOST	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Izrada tlocrta radionice	■														
Izrada nacрта za ormar za pohranu alata	■														
Premještanje polica za pohranu dokumentacije		■													
Nabava ormara za pohranu alata		■													
Izrada popisa osobnog alata za torbu za alat i kutiju za alat			■												
Izrada popisa zajedničkog alata			■												
Povlačenje postojećeg osobnog alata i izdavanje novog prema popisu				■											
Uklanjanje postojećih kolica za osobni alat				■											
Provedba edukacije o 5S metodi				■											
Provedba koraka S1 i S2 u radionici						■									
Provedba koraka S3 u radionici						■									
Provedba koraka S1 i S2 na policama za dokumentaciju				■											
Provedba koraka S3 na policama za dokumentaciju				■											
Označavanje dokumentacije							■								
Označavanje maziva							■								
Montaža ploče za radne zadatke						■									
Izrada dijagrama sa ciljevima održavanja				■											
Laminiranje dijagrama sa ciljevima održavanja				■											
Postavljanje dijagrama sa ciljevima održavanja						■									
Montaža poča za obavijesti						■									
Montaža police za radne naloge								■							
Izrada i montaža vrata ispod radnog stola									■						
Izrada novog poda u radionici									■						
Označavanje radionice									■						
Postavljanje gumene podloge na radni stol										■					
Provedba koraka S1 i S2 u skladištu rabljenih rezervnih dijelova										■					
Provedba koraka S3 u skladištu rabljenih rezervnih dijelova										■					
Označavanje dijelova u skladištu rabljenih rezervnih dijelova												■			

Izvor: Prijedlog autora

Jedan od najčešćih izgovora zašto radionica nije uredna i organizirana je da nema dovoljno mjesta za sve resurse koji su potrebni. U ovom konkretnom slučaju to je točno, ali samo zato što je radionica puna prevelikih kolica za alat. Zato je prvi korak izrada tlocrta radionice bez navedenih kolica. Alat koji je pohranjen u kolicima treba sortirati prema unaprijed predviđenom popisu te raspodijeliti u torbe i kutije za alat koje treba pohraniti u ormar za alat. Alat u torbama je osnovni alat koji djelatnik mora uvijek imati sa sobom i ponijeti ako odlazi na intervenciju. Sav ostali alat pohranjuje se u kutije za alat. Preostali alat se sortira i stvara univerzalan zajednički alat dostupan svima. Sav višak alata ili oštećen alat vraća se u skladište rezervnih dijelova radi otpisa ili namjene nekom drugom kome je potreban.

Ilustracija 12: Torba za alat nakon sortiranja



Izvor: Prijedlog autora

Ilustracija 13: Ormar za pohranu alata



Izvor: Prijedlog autora

Nakon početnih radnji potrebno je provesti edukaciju djelatnika održavanja. Kako su djelatnici obično raspoređeni u tri smjene vrlo ih je teško sve okupiti u isto vrijeme. Zato su edukacijske radionice organizirane u nekoliko etapa kako bi svi mogli prisustvovati. Na radionicama djelatnicima se daje kratak uvid u značenje 5S metode, s prikazanim primjerima te se također obavlja kratka vježba na jednom dijelu radionice kako je prikazano na slijedećoj ilustraciji.

Ilustracija 14: Edukacija djelatnika o 5S metodi



Izvor: Prijedlog autora

Edukaciju ovakve vrste, usprkos mogućem znanju rukovodstva održavanja, poželjno je da obavlja osoblje koje je zaduženo za *lean* projekte unutar tvrtke. Važnost ovog detalja prethodno je objašnjena u poglavlju 6. Nakon uvodnih edukacija i vježbi moguće je započeti s provođenjem 5S metode.

6.4.1 Sortiranje

Sortiranje je prvi korak u provedbi 5S metode. Poznato je da se tijekom godina, čak i u vlastitom domu, prikupe velike količine stvari koje se možda nikada ili samo povremeno koriste. Nepotrebna količina stvari u radionici održavanja može izazvati velike probleme. Najčešći problem je da se alat ili opremu koja se zaista koristi ne može naći ili je teško uočljiva zbog ostalih, nepotrebnih predmeta.

Prije samog procesa sortiranja potrebno je pripremiti sustav označavanja stvari, koji može biti tekstualni ili bojama. Primjer označavanja kutija za sortiranje prikazan je na slijedećoj ilustraciji.

Ilustracija 15: Označavanje kutija za sortiranje

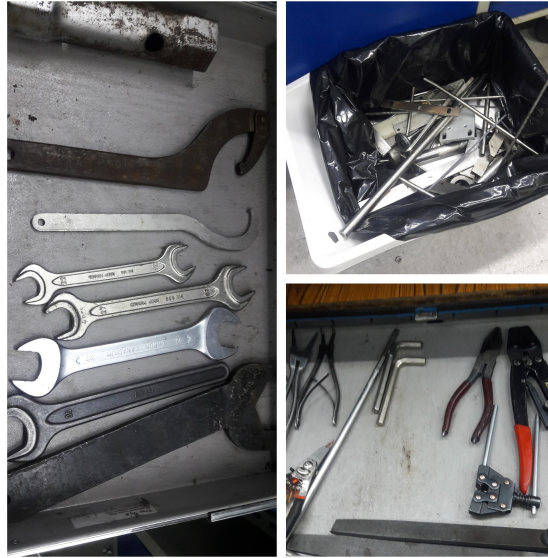


Izvor: Prijedlog autora

U kutiju nepotrebnih stvari odlažu se predmeti za koje je sigurno da nisu potrebni. To mogu biti razni neispravni rezervni dijelovi, neispravan alat, alat koji se ne koristi ili se koristi vrlo rijetko, a može ga se posuditi kada je potreban i slično. U kutiju stvari za koje nije sigurno hoće li trebati, odlažu se predmeti koje se ponekad koristi te predmeti za koje se zna da bi mogli poslužiti nekom drugom. Za svaki predmet u ovoj kutiji nakon prvobitnog sortiranja mora se izložiti objašnjenje zašto je ili nije potreban. Nakon toga se eliminira u kutiju nepotrebnih stvari ili pohranjuje u kutiju potrebnih stvari. U kutiji potrebnih stvari trebali bi biti predmeti koje se učestalo koristi u svakodnevnom radu.

Nakon provedbe sortiranja, količina nepotrebnih stvari zasigurno će višestruko premašivati količinu potrebnih, te će već kroz ovu, zapravo laganu vježbu, biti vidljiva korist upotrebe ove metode.

Ilustracija 16: Sortiranje kolica za zajednički alat



Izvor: Prijedlog autora

Na slici lijevo i dolje prikazani su predmeti koji su sortirani kao potrebni, dok su na slici gore desno eliminirani svi nepotrebni predmeti.

Sortiranje je potrebno provesti vrlo temeljito i pedantno jer će za svaki predmet koji nije eliminiran u slijedećim koracima biti potrebno naći odgovarajuće mjesto gdje će biti pohranjen. Također, ovisno o veličini radionice, sortiranje neće biti moguće provesti u jednom danu, te je sukladno tome, potrebno isplanirati manje cijeline koje će se obraditi istovremeno. Tako se, na primjer, u posebnim zahvatima mogu sortirati alat, dokumentacija, sitni i rabljeni rezervni dijelovi te uredski pribor.

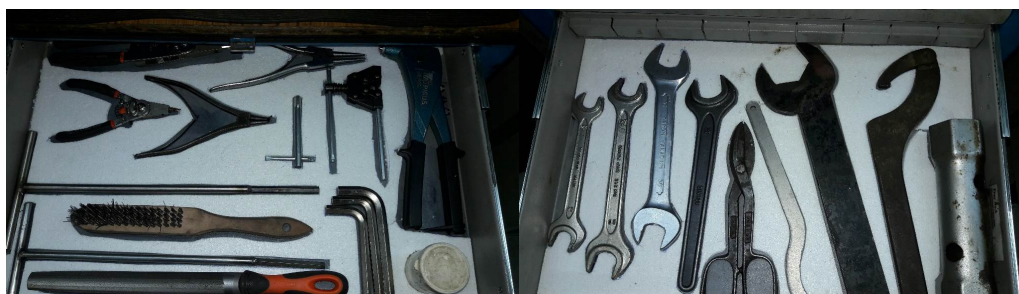
Kako posebna cjelina u postupku sortiranja mogu se obuhvatiti maziva, odnosno sredstva koja će se zasigurno naći u svakoj radionici održavanja. Učestala je također situacija, da maziva, koja se nalaze u radionici nisu označena, nitko ne zna za što se koriste ili neoprezno organizirana. Prvi korak sortiranja maziva zahtjeva više pripreme, ukoliko ta priprema već nije obavljena prije, kao što je navedeno u poglavlju 6.3.4. Dodatno se jasno mora definirati koja se maziva koriste za koji dio opreme, tj. mora postojati lista korištenja maziva. Kada je ona poznata, sva maziva koja nisu na listi, ili za koja se ne zna porijeklo ili primjena, moraju se ukloniti. Preostala maziva se u slijedećim koracima metode 5S moraju uredno obilježiti i za njih se mora naći prikladno mjesto.

Iako se korak sortiranja čini logičan i sastoji se od radnji koje bi se trebalo primjenjivati u svakom radnom prostoru, bez primjene 5S metode stvarna situacija može biti potpuno suprotna. Zapravo je zanimljivo da je potrebna sugestija izvan promatranog odjela kako bi se uklonile ogromne količine nepotrebnih dijelova i alata. Ovaj prvi korak, unatoč provedenoj edukaciji, može stvoriti i određene otpore u njegovom provođenju. Svaki djelatnik će za određene predmete neopravdano tvrditi da su baš ti predmeti neophodni u njegovom radu. Ali kao što je već navedeno, sortiranje treba provesti temeljito i za svaki predmet koji će biti zadržan treba imati jasno objašnjenje i odobrenje svih djelatnika i rukovodstva održavanja.

6.4.2 Organiziranje

Nakon temeljito odrađenog koraka sortiranja, svi predmeti koji su zadržani potrebno je postaviti na svoje mjesto i poželjno ih je učiniti vidljivim i lako dostupnim. Tehnika koja se ovdje često primjenjuje je iscrtavanje lokacije pohrane alata (shadow boards⁷⁶). Njenom primjenom ostvaruju se višestruke prednosti. Prva je već spomenuta lako uočljiva lokacija pohrane alata, koja omogućuje da djelatnik u trenutku potrebe za korištenjem točno zna gdje se taj predmet nalazi. Druga je lako uočljiv nedostatak predmeta. Kada jedan djelatnik koristi na primjer, neki zajednički alat, svima drugima je vidljivo da taj alat trenutno nedostaje. Bez točne lokacije pohrane alata nije moguće znati da on nedostaje, a djelatnik može bespotrebno gubiti vrijeme tražeći neki alat koji neko drugi već koristi. Treća je prednost lako pohranjivanje predmeta nakon upotrebe. Na slijedećoj ilustraciji prikazani su primjeri organiziranja raznih predmeta unutar radionice.

Ilustracija 17: Organiziranje predmeta korištenjem ploče sa sjenama



Izvor: Prijedlog autora

⁷⁶ engl. „shadow boards“ znači „ploča sa sjenama“

Važno je pri organiziranju treba koristiti zdrav razum i logiku te posložiti stvari prema funkcionalnosti ili prema slijedu procesa koji se koristi u radu. Ponekad neki komad namještaja ili opreme stoji na jednom mjestu godinama samo zato jer ga je netko tamo u jednom trenutku stavio. Često je on na potpuno pogrešnom ili nefunkcionalnom mjestu, ali nitko nije o tome previše razmišljao ili se nije potrudio da ga pomakne na pravo mjesto. Uglavnom, tijekom ovog procesa treba dobro promisliti kako posložiti i organizirati radni prostor i sve stvari koje se u njemu koriste. No, to ne znači da je takav raspored konačan. Uvijek se tijekom rada može pokazati prilika za poboljšanje, koju naravno treba i iskoristiti. Na slijedećim ilustracijama prikazat će se napredak nakon prva dva koraka 5S metode.

Ilustracija 18: Primjer radionice održavanja prije i poslije provođenja 5S metode



Izvor: Prijedlog autora

U prvom dijelu ilustracije vidljiv je radni stol na kojem je pregršt rezervnih dijelova, alata i maziva. Nakon sortiranja stol je prazan, na njemu se nalaze samo dijelovi koji su dio popravaka u tijeku. Na stol je postavljena gumena podloga u svrhu lakšeg čišćenja i amortizacije udaraca. Polica sa sitnim rezervnim dijelovima i alatima također je sortirana i organizirana. Svi sitni dijelovi su posloženi u za to odgovarajuće kutije koje su prigodno označene. Polica je također premještena na novu lokaciju. Zajednički alat je uredno posložen, također vidljivo označen i svima dostupan. Dokumentacija je posložena i označena te smještena u za to predviđeni ormarić. Ispod ormarića za dokumentaciju nalazi se ormarić za alat. Svaki djelatnik ima jedan ormarić u kojem je pohranjen njegov ručni alat koji se sastoji od osnovnog alata u torbi za alat i ostalog alata u kutiji za alat. Lijevo od ormarića, na zid su stavljeni ciljevi održavanja u formi dijagrama, a to je u ovom slučaju vrijeme zastoja. Jasno su prikazana vremena zastoja, iskazana u postocima za svaku proizvodnu liniju na dnevnoj i mjesečnoj bazi. Svaki djelatnik je osobno odgovoran za jednu proizvodnu liniju. Taj se djelatnik brine o preventivnim aktivnostima za tu proizvodnu liniju i dužan je ispunjavati podatke o kvarovima u za to predviđene tablice. Za ukupna vremena zastoja svih proizvodnih linija odgovoran je poslovođa održavanja. Ukoliko proizvodna linija nije ostvarila cilj za određeni dan, u za to predviđeno mjestu upisuju se razlozi za to i aktivnosti koje su poduzete, te također preventivne mjere da se to više ne ponovi.

Na ilustraciji 19 prikazan je dnevni sastanak preuzimanja smjene tijekom kojeg se komentiraju događaji iz protekle smjene i određuju prioritete za rad naredne smjene.

Ilustracija 19: Preuzimanje smjene

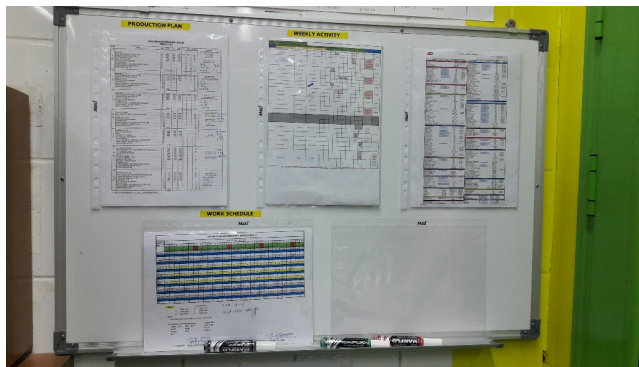


Izvor: prijedlog autora

Na zidu je također izvješena ploča na koju se upisuju aktivnosti koje je potrebno obaviti, s jasno naznačenom odgovornom osobom i rokovima. Na manjoj ploči istaknute su opće

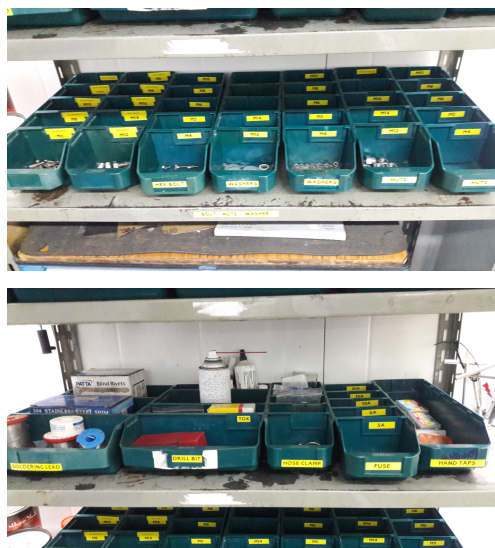
informacije kao što je tjedni plan proizvodnje, tjedni plan preventivnog održavanja te raspored rada za djelatnike. Ploča s aktivnostima i općim informacijama prikazana je na ilustraciji 20.

Ilustracija 20: Obavijesna ploča



Izvor: Prijedlog autora

Ilustracija 21: Rezervni dijelovi nakon provođenja 5S metode



Izvor: Prijedlog autora

Sortiranjem i organiziranjem završena su dva najvažnija koraka u provedbi 5S metode. Iako se mogu činiti složenim i dugotrajnim, njih je zapravo, uz korak čišćenja, vrlo jednostavno napraviti. U ova dva koraka sadržane su sve radnje koje su, ponekad i godinama, odgađane i koje je bilo nužno napraviti. Sve uključene strane, pa čak i djelatnici koji su pokazivali najviše otpora prema ovoj promjeni, ubrzu uviđaju koristi i prednosti dobivene provedbom ova dva koraka.

6.4.3 Čišćenje

Čišćenje sortiranog i organiziranog prostora podrazumijeva da je čitav prostor, opremu i alate potrebno očistiti i urediti sukladno trenutnim financijskim mogućnostima organizacije. U promatranom primjeru, a prema akcijskom planu danom u tabeli 2, osim standardnog čišćenja podova, zidova, opreme i alata, bit će provedeno uređenje poda novim epoksidnim industrijskim premazom.

Očišćen i uredan radni prostor također stvara osjet ugode te u određenoj mjeri olakšava boravak na poslu i čini ga ugodnijim. Ponekad se postavlja pitanje zašto se čišćenje obavlja tek u trećem koraku. Zar ne bi prvo trebalo sve očistiti pa tek onda krenuti u ostale aktivnosti? Odgovor je zapravo vrlo jednostavan. Ukoliko se prvo krene s čišćenjem, gubi se određeno vrijeme na čišćenje predmeta koje će se u slijedećim koracima eliminirati.

Alat i sredstva koji se koriste za čišćenje, kao i sav drugi alat, trebaju biti jasno definirani, te za njih treba biti osigurano primjereno mjesto pohrane. Alat mora biti uočljiv i svima dostupan. Na ilustraciji 22 prikazan je primjer pohrane alata za čišćenje u proizvodnom pogonu.

Ilustracija 22: Pohrana alata za čišćenje u proizvodnom pogonu



Izvor: Prijedlog autora

6.4.4 Standardiziranje i održavanje

Nakon što su učinjena prva tri koraka, najteži dio provedbe i implementacije 5S metode tek slijedi. Sortiranje, organiziranje i čišćenje su jednokratne radnje koje je, unatoč svim poteškoćama na koje se može naići, vrlo jednostavno napraviti. Pravi razlog uvođenja 5S metode je nastojanje da radni prostor ostane upravo takav kakav je bio u trenutku nakon što je završen treći korak.

Standardiziranje podrazumijeva održavanje standarda i očekivanja, na način da svi djelatnici koji koriste radni prostor to rade na potpuno isti način.⁷⁷ Najjednostavniji način standardizacije je kroz razna vizualna pomagala pa je tako jedan način označavanje prostora bojama te označavanje lokacija pohrane raznih predmeta. Tako se u proizvodnom pogonu, na primjer, žutom bojom mogu označiti prolazi, zelenom bojom pohrana gotovog proizvoda i slično. Lokacija raznih alata i opreme također može biti iscrtana i označena na podu, tako da svatko zna gdje pojedini predmet stoji ili gdje se se mora odložiti nakon upotrebe. Primjer označavanja i iscrtavanja prikazan je na ilustraciji 23.

Ilustracija 23: Primjer označavanja lokacije predmeta u proizvodnom pogonu



Izvor: Prijedlog autora

⁷⁷ Lean Blitz Consulting <http://leanblitzconsulting.com/2012/02/lean-tools-5s-standardize-and-the-marching-hundred/> (13.5.2017.)

Drugi način uključuje znakove, slike, izvještene upute, procedure te sva ostala vizualna pomagala koja omogućuju da bi svima bilo poznato gdje se predmeti moraju odložiti te kako i kada se moraju čistiti.

Standardizacija se mora periodički provjeravati i održavati. To se najbolje postiže dnevnim ili smjenskim pregledom prema unaprijed predviđenoj listi za pregled, kao što je prikazano na ilustraciji 24.

Periodički pregledi ostvaruju dva cilja:⁷⁸

- poslovođa ili rukovoditelj odjela može redovito pregledati jesu li su zadani standardi postignuti te ima li kakvih nepravilnosti koje se mogu ispraviti ili standarda koje treba revidirati;
- poslovođa ili rukovoditelj odjela svojom prisutnošću i brigom za održavanje standarda demonstrira važnost tih standarda i potiče djelatnike da ih se pridržavaju.

Ilustracija 24: Primjer liste periodičkog pregleda zadanih standarda

FORM 016 **EFFLUENT PLANT** **Date: 03/06/2017**
CHECK LIST FOR SS IMPLEMENTATION

SS CHECK LIST										
S.N O	Task Description	SHIFT-A		Verified by ETE	SHIFT-B		Verifie d by ETE	SHIFT-C		Verified by ETE
		YES	NO		YES	NO		YES	NO	
1	Hoses are properly placed.									
2	All floors are cleaned (Ground , 1st & 2nd).									
3	All the Equipments in the lab are proper place and cleaned.									
4	Mechanical & Electrical panel rooms are in cleaned position									
5	All the documents and stationary Items are are placed in the designated places.									
6	Chemical area is in cleaned position									
7	Sedimentation tanks is cleaned and over flow is									
8	FOG room is in good condition									
9	Kitchen is in good condition.									
10	Any water leakages in the plant.									

REMARKS :-

Izvor: Prijedlog autora

⁷⁸ Ibid

7. ZAKLJUČAK

Kvaliteta je vrijednost za kupca. Današnji potrošači promatraju kvalitetu sa različitih gledišta, neki sa gledišta cijene, neki sa gledišta fizičkih karakteristika proizvoda, a neki sa gledišta inovativnosti. Sa kojeg god gledišta promatrali, odjel održavanja ima veliku ulogu u oblikovanju gotovog proizvoda, njegovih fizičkih karakteristika ili cijene.

U ovom radu dan je presjek pojma kvalitete i *lean* pristupa u proizvodnim postrojenjima, te načinima održavanja proizvodnih postrojenja. Od ove tri glavne teme, kvaliteta i održavanje se proučavaju već godinama i uspješno su uvedene u gotovo sve svjetske proizvodne organizacije. Da bi organizacija bila korak ispred konkurencije potrebno je uvesti elemente trećeg pojma, *lean* pristupa. Taj proces mora biti temeljit i u većini slučajeva je dugotrajan.

Ovaj rad je prikazao samo mali dio cjelokupnog procesa koji se odvijao u trenutku izrade ovog rada. Učinci provedbe 5S metode u radionici odjela održavanja vidljivi su trenutačno. Djelatnici pokazuju zadovoljstvo radom u novom okruženju. Sav potreban alat, bilo osobni ili zajednički, jasno je definiran, dostatan za obavljanje posla i primjereno pohranjen. Vrijeme za pristupanje kvarovima i njihovo otklanjanje je smanjeno, te je samim time smanjeno vrijeme zastoja, te povećana ukupna učinkovitost opreme.

Važno je naglasiti da uvođenje promjena ovakve vrste ne bi bilo moguće bez podrške cjelokupne organizacije, od radnika u proizvodnom pogonu do predsjednika uprave. Najveću ulogu u tome ima edukacija svih zaposlenika i ukazivanje na prednosti koje takva promjena donosi. Na taj način, svi zaposlenici, malo po malo, počinju pričati o tome, te kroz neko vrijeme promjena postaje dio njihove svakidašnjice. Ako ta podrška izostane, ili ako neki odjel unutar organizacije pokušava sam izvesti promjene, bez adekvatne podrške, rezultati će zasigurno izostati.

Dakako da uvođenje *lean* pristupa, ili možda još konkretnije 5S metode donosi sa sobom i određene zamke koje treba vješto izbjeći. Nikako se ne smije dopustiti da *lean* odjel unutar organizacije postane sam sebi svrha. Djelatnici *lean* odjela moraju biti samo moderatori uvođenja promjena, a nikako rukovoditelji ili izvršioци promjena. Promatrani odjel mora sam zaključiti koje mu predmeti trebaju a koje valja zadržati ili kako je najbolje organizirati radni prostor. Moderator promjena mogu iznositi svoje prijedloge i usmjeriti korisnike u pravom smjeru, ali nikako prisiljavati na radnje s kojima se promatrani odjel ne slaže.

Lean je odličan alat za unaprijeđenje poslovanja, a samim time, kvalitete proizvoda, te je prava šteta da u Hrvatskoj u praksi gotovo i ne postoji. Možemo se samo nadati da će se nekom budućom reformom školskog sustava stvoriti nove generacija inženjera, ekonomista i radnika uopće, te će se način razmišljanja, rukovođenja i proizvodnje promjeniti i dovesti do povećanja profitabilnosti i konkurentnosti hrvatskih proizvodnih organizacija na globalnom tržištu.

LITERATURA

Knjige:

- Adamović Ž. i dr., Menadžment industrijskog održavanja, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“, Zrenjanin, 2008.
- Jiju A, Maneesh K., Lean six sigma, research and practice, online edition, bookboon.com, 2011
- Levit, J., Lean Maintenance, Industrial Press, New York, NY, USA, 2008.
- Smith R., Hawkins B., Lean maintenance, Elsevier Butterworth-Heinemann, Burlington MA, USA, 2004

Publikacije i članci:

- Kondić V., Piškor M., Horvat M., Osnovna obilježja logističkog procesa održavanja, Tehnički glasnik, Vol. 5, No. 1, 2011., str. 131-132

Internetski izvori:

- Al-Najjar B., Maintenance from Different Relevant Perspectives; Total Quality Maintenance (TQMain) for a Comprehensive Asset Maintenance, Asset Management Council Inc, 2008., Australija,
https://www.researchgate.net/publication/268423046_Maintenance_from_Different_Relevant_Perspectives_Total_Quality_Maintenance_TQMain_for_a_Comprehensive_Asset_Maintenance (03.02.2017.)
- BPIR,
<http://www.bpir.com/total-quality-management-history-of-tqm-and-business-excellence-bpir.com.html> (03.02.2017.)
- Colonial saw machineries USA,
<http://www.csaw.com/companynews/Tech%20Tidbit%20FITCAL%20WAY.pdf>
(17.2.2017.)

- Fakultet strojarstva i brodogradnje Zagreb, Zavod za industrijsko inženjerstvo, materijali za predavanja iz kolegija Održavanje, https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/29_11_2012_17941_K1_Odrzavanje.pdf (27.01.2017.)
- Lean manufacturing tools, <http://leanmanufacturingtools.org/192/what-is-5s-seiri-seiton-seiso-seiketsu-shitsuke> (27.01.2017.)
- Lean manufacturing tools, <http://leanmanufacturingtools.org/198/lean-5s-seiri-sort-clearing-classify/> (27.01.2017.)
- Lean manufacturing tools, <http://leanmanufacturingtools.org/202/lean-5s-seiso-sweep-shine-clean-and-check/> (27.01.2017.)
- Lean manufacturing tools, <http://leanmanufacturingtools.org/200/lean-5s-seiton-straighten-simplify-set-in-order-configure/> (27.01.2017.)
- Lean manufacturing tools, <http://leanmanufacturingtools.org/204/lean-5s-seiketsu-standardise-conformity/> (27.01.2017.)
- Lean manufacturing tools, <http://leanmanufacturingtools.org/206/lean-5s-shitsuke-sustain-custom-and-practice/> (27.01.2017.)
- Lean Blitz Consulting, <http://leanblitzconsulting.com/2012/02/lean-tools-5s-standardize-and-the-marching-hundred/> (13.5.2017.)
- Leankit, <https://leankit.com/learn/kanban/what-is-kanban/> (21.01.2017.)
- LRS, <http://www.lifetime-reliability.com/cms/free-articles/work-quality-assurance/what-is-quality/> (03.02.2017.)
- Kaizen Institute, <https://www.kaizen.com/about-us/definition-of-kaizen.html> (21.01.2017.)
- Kaizen world, <http://www.kaizenworld.com/what-is-5s.html> (17.03.2017.)
- OEE, <http://www.oee.com/calculating-oee.html> (17.02.2017.)
- Six-Sigma, <https://www.isixsigma.com/dictionary/poka-yoke/> (21.01.2017.)

- The American Society of Mechanical engineers,
<https://www.asme.org/engineering-topics/articles/manufacturing-processing/frederick-winslow-taylor> (20.01.2017.)
- Toyota,
http://www.toyotaglobal.com/company/vision_philosophy/toyota_production_system/just-in-time.html (21.01.2017)