Primjena Lean metodologije u logističkim i proizvodnim procesima

Mikulec, Nikola

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:122:103776

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-22**

Repository / Repozitorij:

University North Digital Repository

Sveučilište
Sjever

Završni rad br. 361/TGL/2017

PRIMJENA LEAN METODOLOGIJE U LOGISTIČKIM I PROIZVODNIM PROCESIMA

Nikola Mikulec, 0368/336

Varaždin, rujan 2017. godine

Sveučilište
Sjever

Tehnička i gospodarka logistika

Završni rad br. 361/TGL/2017

PRIMJENA LEAN METODOLOGIJE U LOGISTIČKIM I PROIZVODNIM PROCESIMA

Student

Nikola Mikulec, 0368/336

Mentor

Prof. dr. sc. Živko Kondić

Varaždin, rujan 2017. godine

Sveučilište Sjever
Sveučilišni centar Varaždin
104. brigade 3, HR–42000 Varaždin

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za tehničku i gospodarsku logistiku
PRISTUPNIK	NIKOLA MIKULEC
MATIČNI BROJ	0368/336
DATUM	01.09.2017.
KOLEGIJ	ORGANIZACIJA PROIZVODNJE
NASLOV RADA	PRIMJENA LEAN METODOLOGIJE U LOGISTIČKIM I PROIZVODNIM PROCESIMA
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	APPLICATION OF LEAN METHODOLOGY IN LOGISTIC AND PRODUCTION PROCESSES
MENTOR	dr. sc.Živko Kondić
ZVANJE	redoviti profesor
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. prof.dr. sc. Vinko Višnjić, predsjednik
	2. prof.dr. sc. Živko Kondić, mentor
	3. Veljko Kondić, mag.ing.mech.,član
	4. izv. prof.dr.sc. Krešimir Buntak, zamjenski član
	5.

Zadatak završnog rada

BROJ 361/TGL/2017

OPIS

U zadatku je potrebno:

- Ukratko u uvodnom dijelu dati povjesni prikaz razvoja Lean-a.
- Opisati osnovne značajke Lean metodologije uz pojašnjenje osnovnih i najčešćih gubitaka (rasipanja).
- Opisati najčešće korištene alate i metode koje se koriste u postupcima implementacije i primjene Lean-a u logističkim i proizvodnim procesima (JIT, Jidoka, Poka Yoke, Andon, Heijunka, SMED metoda, Kaizen, 5S, 3M, 5x zašto?)
- Kroz opisa navedenih alata i metoda dati i pokazati njihovu praktičnu primjenu.
- U zaključku rada potrebno se kritički osvrnuti na završni rad u smilsu ograničenja i mogućih poboljšanja.

ZADATAK URUČEN 21.09.2017.

POTPIS MENTORA

REPUBLIKA HRVATSKA 5 SVEUČILIŠTE SJEVER

Sveučilište
Sjever

IZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, NIKOLA MIKULEC *(ime i prezime)* pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (*obrisati nepotrebno*) rada pod naslovom PRIMJENA LEAN METODOLOGIJE U LOGISTIČKIM I PROIZVODNIM PROCESIMA *(upisati naslov)* te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Nikola Mikulec
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnost i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, NIKOLA MIKULEC *(ime i prezime)* neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (*obrisati nepotrebno*) rada pod naslovom PRIMJENA LEAN METODOLOGIJE U LOGISTIČKIM I PROIZVODNIM PROCESIMA *(upisati naslov)* čiji sam autor/ica.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Nikola Mikulec
(vlastoručni potpis)

ZAHVALA

Zahvaljujem se svojoj obitelji i prijateljima. Također se zahvaljujem svim svojim učiteljima/profesorima, počevši od onih iz osnove škole (Osnovna škola Matije Gupca - Gornja Stubica), preko srednje škole (Srednja škola Zlatar) pa sve do profesora sa Sveučilišta Sjever. Posebno se zahvaljujem profesoru Živku Kondiću, koji mi je ukazao da postoji jedna predivna metodologija koja se naziva Lean. Nadam se da ću u svom budućem životu i dalje istraživati Lean metodologiju i da ću ju moći usavršiti do savršenosti, što je cilj Lean-a „težnja ka savršenstvu“.

PREDGOVOR

Prilikom današnje snažne globalizacije poduzeća se nadmeću u konkurentnosti, ali pri tome natjecanju često si stvaraju nepotrebne troškove. Postavlja se pitanje kako postati konkurentniji, kako proizvesti više proizvoda od svog konkurenta, kako pridobiti kupce? Rješenja mogu biti jednostavna. Kao nabaviti više strojeva za proizvodnju?; Treba li povećati broj radne snage?; Treba li izgraditi dodatna skladišta kako bi se povećala proizvodnja i skladištile dodatne zalihe uoči nestašice?. Ova jednostavna rješenja iziskuju mnogo novac za ulaganje. Lean metodologija ne podržava niti jedno od ovih jednostavnih rješenja, nego podržava kako se približiti kupcu, a da se pri tom ne stvaraju dodatni troškovi koje ova rješenja nude. Lean metodologija pomoću svojih alata i metoda zahtijeva kako iskoristiti ono što je stvarno potrebno za ispunjavanje kupčevih želja, a sve što stvara rasipanja (pritom se misli na glavnih 7 rasipanja) i ne dodaje dodatnu vrijednost potrebno je ukloniti.

Cilj Lean metodologije je provođenje svojih alata, metoda i filozofije pomoću svih zaposlenika kako bi se što bolje optimizirala proizvodnja i smanjili nepotrebni gubici. Ako se uspješno provede Lean metodologija, ne samo da ćemo pobijediti konkurenciju već ćemo pobijediti „sami sebe“.

SAŽETAK

Tema ovog završnog rada je „Primjena Lean metodologije u logističkim i proizvodnim procesima“. U radu će se moći vidjeti povijesna kronologija od mletačkog razdoblja preko Fordovog uvođenja pokretne trake do Toyotinog uvođenja Toyota production system (TPS-a), po kojemu je nastala danas poznatija Lean metodologija. U ovom radu će biti objašnjena Lean metodologija i najčešći gubici/rasipanja koji ne dodaju dodatnu vrijednost proizvodima, alati i metode od kojih se Lean sastoji. Naglasak će biti zašto su oni važni i koja je njihova uloga unutar Lean-a i što se uvođenjem svakog od „Lean metoda i alata“ njima može racionalizirati u poslovanju. Kod JIT metode vidjet će se važnost dobavljača (logističke potpore za održavanje Lean proizvodnje), zaposlenika i značaj podsustava JIT. Kod Jidoku metode bit će pojašnjeno što je to „automatizacija s ljudskim dodirom“ i kako proizvesti proizvod bez greške, tj. koja je metoda u Jidoku zadužena za kontrolu kvalitete proizvoda tijekom cijelog proizvodnog proces, a koja metoda služi za obavještavanje zaposlenika o generiranju grešaka prilikom proizvodnje. Kod Heijunke će biti objašnjena važnost ujednačavanja proizvodnje. Bit će pojašnjeno kako povećati proizvodne kapacitete strojeva i koja metoda služi za bolje organiziranje radnih mjesta. U zadnjem dijelu bit će pojašnjeno kontinuirano poboljšanje i koje pitanje otkriva izvor problema.

POPIS KLJUČNIH RIJEČI

TPS - Toyota production system;

Lean metodologija;

JIT/UNV (eng. justin time/hrv. upravo na vrijeme);

JIC - eng. just in case/hrv. za svaki slučaj;

Tok bez prekida (kontinuirana proizvodnja);

Sistem povlačenja;

Takt proizvodnje;

Kanban;

Jidoka;

Poka yoke;

Andon vizualna i/ili zvučna signalizacija;

SMED Single-digit Minute Exchange of Die (hrv. izmjena u jednoznamenkastom broju minuta);

OED (vanjske aktivnosti) i **IED** (unutarnje aktivnosti);

Heijunka;

Kaizen (kontinuirano poboljšanje);

PDCA (Dermingov krug);

5S metoda;

3M: **muda** (hrv. rasipanje), **mura** (hrv. odstupanje), **muri** (hrv. preopterećenje);

7W - 7 rasipanja;

5 x zašto?.

ABSTRACT

The theme of this final work is "Applying Lean Methodologies in Logistic and Production Processes". In this paper, the historical chronology of the Venetian period can be seen through Ford's introduction of the moving belt to Toyota's introduction to the Toyota TPS, which is the result of today's Lean methodology. This finale work will describe the Lean methodology and the most common wastes / dispersions that do not add value to the products, tools and methods that are the Lean Ingredients. The emphasis will be on why they are important and what their stake is within Lean and that by introducing each of the "Lean Methods and Tools" they can be rationalized in business. The JIT method will see the importance of suppliers (logistical support for maintenance of Lean production), employees and importance of the JIT subsystem. The Jidoku method will clarify what is "automation with a human touch" and how to produce the product without errors, i.e. what method is in Jidoku to control the product quality throughout the entire production process, and which method is used to inform the employee of generating errors when manufacturing. Heijunke will explain the importance of equalizing production. It will be clarified how to increase the production capacity of the machines and which method serves to better organize the jobs. In the latter part will improve the continuous improvement and the issue to reveal the source of the problem.

KEYWORDS

TPS - Toyota production system;

Lean methodology;

JIT - Just in time**;**

JIC - Just in case**;**

Continuous production;

Pull system;

Takt time;

Kanban;

Jidoka;

Poka yoke;

Andonvisual and / or audible signaling;

SMED - Single-digit Minute Exchange of Die;

OED (external activities) and **IED** (internal activities);

Hejunka;

Kaizen (continuous improvement)**;**

PDCA (Derming Circle)**;**

5S method;

3M: muda (waste), **mura** (unevenness), **muri** (overburden);

7W -7 waste;

5 x why?.

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. POVIJESNI PRIKAZ RAZVOJA LEAN-a 2
3. UVOD U LEAN 6
   3.1. Idealno stanje u Lean metodologiji 8
   3.2. Pet (5) principa u Lean metodologiji 9
   3.3. 3M 10
   3.4. 7 + 1 najčešćih gubitaka 12
   3.5. Metode od kojih se sastoji Lean metodologija 14
4. JUST IN TIME (JIT)/UPRAVO NA VRIJEME (UNV) 15
   4.1. Tok bez prekida (kontinuirana proizvodnja) 17
   4.2. Sistem povlačenja (Pull system) 19
   4.3. Proizvodnja u taktu 23
5. HEIJUNKA 25
6. JIDOKA 29
   6.1. Poka yoke 30
   6.2. Andon signalizacija 31
7. SMED METODA 36
8. 5S METODA 38
9. KAIZEN FILOZOFIJA 40
   9.1. PDCA krug kontinuiranog poboljšanja 42
   9.2. 5 zašto? 44
10. ZAKLJUČAK 45
11. LITERATURA 46
12. POPIS SLIKA 48

1. UVOD

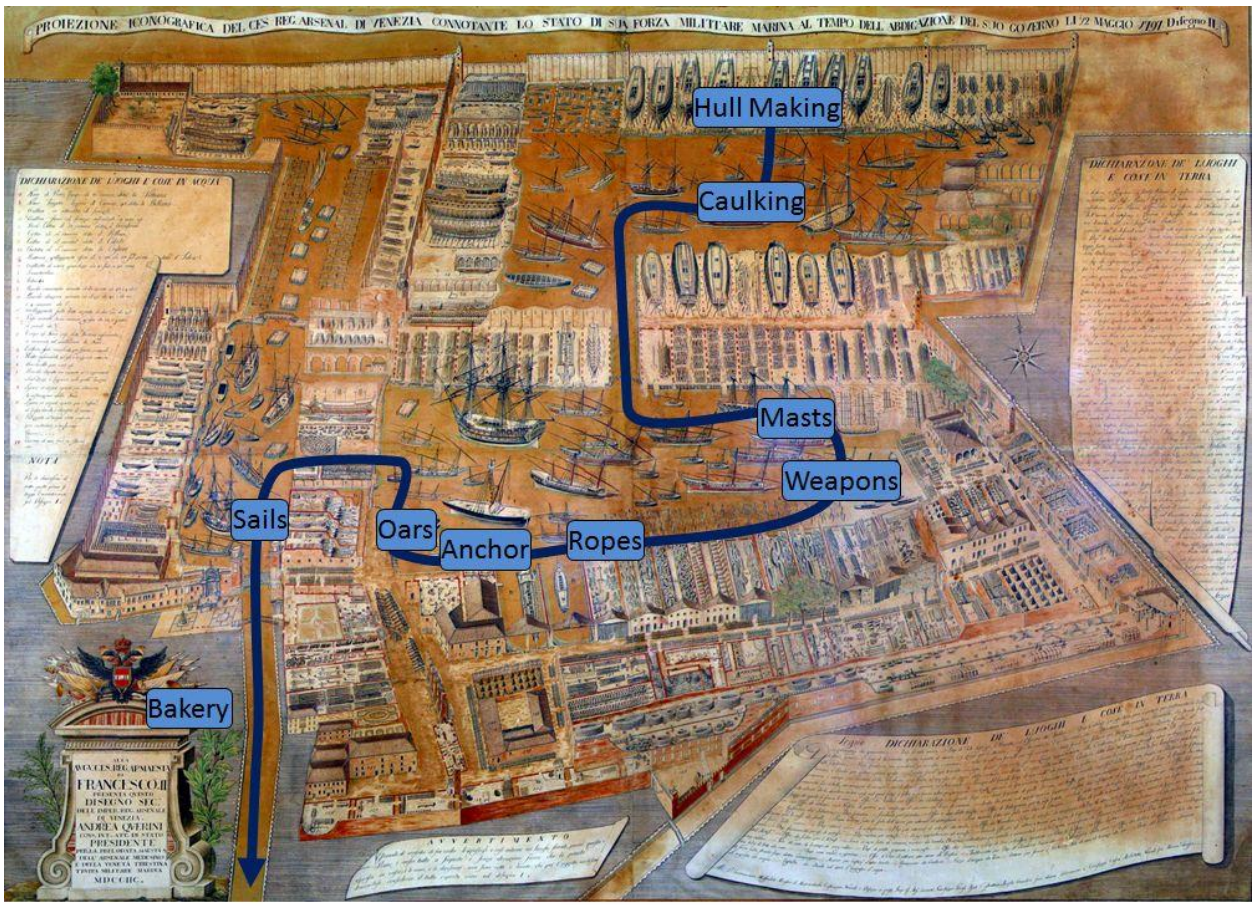
Kako bi danas ostali ili postali konkurentni i pružili veće zadovoljenje naših krajnjih korisnika, a pritom si smanjili troškove poslovanja i samim tim činom povećali profit, možemo u proizvodne procese uvesti Lean metodologiju. Lean ne označava samo poboljšanje proizvodnje, nego poboljšanje cijelog proizvodnog procesa koji uključuje opskrbni lanac i duge procese. Kako bi Lean metodologija bila funkcionalnija počinje se primjenjivati od nabave sirovina potrebnih za proizvodnju finalnog proizvoda, preko transporta, skladištenja i manipulacija. Kod ovih logističkih procesa teži se primjeni JIT (Just in time) metode, kako se ne bi stvarale prevelike i nepotrebne zalihe koje stvaraju troškove i vezuju kapital tvrtke, dok bi se taj novac mogao dalje koristiti za ulaganje u procese, proširenje na neka nova tržišta ili proširenje proizvodnje. Kod tradicionalne proizvodnje, kontrola proizvoda se u većini slučajeva vrši na kraju proizvodnje, dok Lean vrši kontrolu proizvoda kad su u samom tijeku izrade uz pomoć svoje metode Poka yoke, time se smanjuje „pritisak“ da će doći do čovjekove pogreške prilikom proizvodnje. Lean metodologija zasniva se na kontinuiranom poboljšavanju procesa proizvodnje, eliminaciji viškova proizvodnje (jer oni stvaraju nepotrebne troškove) i okrenutosti proizvodnog procesa prema samim kupcima tj. njihovim zahtjevima. Lean se sastoji od glavnih komponenata: JIT ((Just in time) sistem povlačenja), Heijunka, Jidoka (Poka yoke, Andon signalizacija), SMED-a, 5S metode i Kaizena (5 x zašto?, PDCA krug), kojima je zadatak eliminirati sve vrste rasipanja.

2. POVIJESNI PRIKAZ RAZVOJA LEAN-a

Među prvim temeljima „Lean proizvodnje“ sežu u doba Mletačke Republike. Mletačka Republika je bila trgovačko-pomorska država. U glavnom gradu Veneciji nalazila se je jedna od najvećih pomorskih luka i time je postala središte svjetske trgovine. Za Mletačku Republiku moglo bi se reći da je bila „vladar“ Jadranskog i Sredozemnog mora, pošto je imala svoje posjede u Italiji, Istri, Dalmaciji, na Kreti (otok na jugu Grčke). Za razvitak Mletačke Republike bilo je vrlo važno pomorstvo. Mlečani su za izgradnju svojih brodova koristili standardizirani dizajn kako bi se brodovi mogli brže izgrađivati i time su uspostavili „protočnu proizvodnju“. (Slika 1)

Na slici 1 prikazana je protočna proizvodnja u Veneciji. Kao što se može vidjeti, proizvodnja se sastoji od 9 koraka: [5]

- Prvi korak je izrada trupa broda (eng. hull making, hrv. izrada trupa);
- Drugi korak je popunjavanje rupa između drvenih dasaka trupa broda (eng. caulking, hrv. popunjavanje);
- Treći korak je ugradnja jarbola na brod (eng. Masts, hrv. jarbol);
- Četvrti korak je naoružanje broda topovima (eng. Weapons, hrv. oružje);
- Peti korak je postavljanje užadi na brod (eng. ropes, hrv. užad);
- Šesti korak je postavljanje sidra na brod (eng. anchor, hrv. sidro);
- Sedmi korak je postavljanje vesla (eng. oars, hrv. veslo);
- Osmi korak je dodavanje jedra na brod (eng. sails, hrv. jedra.);
- Deveti, tj. zadnji korak je bio ukrcavanje posade na brod (eng. bakery, hrv. pekara).



Slika 1: Prikaz protočne proizvodnje (flow production) u Veneciji. [5]

Eli Whitney je početkom 19.stoljeća izumio puške s izmjenjivim dijelovima, za razliku od dotadašnjih pušaka koje su bile konstruirane tako da ako dođe do oštećenja morala se kupiti nova cijela puška ili ju je morao popraviti oružar, što je duži proces nego zamjena dijelova kod Whitneyovih pušaka. Eli Whitney je time uveo standardizaciju dijelova za puške. Prilikom prikazivanja prednosti svoje puške u Američki je kongres [6] donio 10 pušaka te ih zatim rastavio, izmiješao dijelove i ponovno ih sastavio, čime je izazvao oduševljenje u kongresu. To njegovo uvođenje standardizacije dijelova kasnije je pridonijelo industrijskoj revoluciji.

San Henryja Forda bio da proizvede automobil koji će biti pristupačan širokom sloju društva. Ford je 1903. godine osnovao automobilsku kompaniju Ford u Detroitu [8]. Ostvario je svoj san tek 1908. godine, kada je predstavio svoj novi automobil Ford Model T [8], koji je trebao biti pristupačan cijenom ne samo imućnim osobama nego i nižim slojevima društva (radnički sloj društva). Automobil je koštao nešto manje od 1000 USD, čime je ostvario postavljene kriterije.

Ford je [8] , tijekom posjeta tvornici koja se je bavila pakiranjem mesa, uočio da se meso kretalo od jednog radnika do drugog radnika pomoću pokretne trake (meso je visilo na tim pokretnim trakama). 1913. godine je uveo „pokretnu proizvodnju“ (primijenio je ideju koju je uočio u tvornici mesa), odnosno kako bi došlo do značajnog ubrzanog proizvodnog procesa uvedena je pokretna traka i time je pokrenuo masovnu proizvodnju. 1908. godine Fordov model T [8] koštao je 825$, a poslije uvođenja pokretne trake, 1916. godine, cijena se je spustila na 360$ (čime se je Fordov san ostvario). Jedina mana te masovne proizvodnje bila je nemogućnost biranja boje automobila – boja je uvijek bila crna [8]. Ford se danas smatra jednim od „začetnika“ Lean proizvodnje.

Japan je i dan-danas siromašna zemlja kada se gleda količina prirodnih resursa nužnih za proizvodnju, što nam govori da većinu resursa mora uvoziti iz inozemstva. Japanski predvodnik Lean-a ili TPS-a je Toyota Motor Company. Sakichi Toyoda je osnovao Toyota kompaniju koja se je na početku bavila proizvodnjom tekstilnih strojeva. Početkom 20-og stoljeća Sakichi Toyoda je izumio šivače strojeve, koji bi prestali sa radom ako je došlo do puknuća konca. Takav izum mogao bi se smatrati temeljem TPS-a u Toyoti. Njegov sin Kiichiro Toyoda 1937.g. je pokrenuo proizvodnju automobila, a uz to je 1939.g. uveo JIT [10] kako kompanija ne bi imala viškove zaliha i time si stvarala dodatni trošak. 1950-ih JIT [10] se u potpunosti realizirao u TPS-u, uvođenjem kanban sistema po uzoru na supermarkete.

SAD-a je uveo embargo na sirovine, a nedugo zatim, 07.12.1941.g., Japan je napao SAD. Tijekom 4 godine rata Japan je pretrpio velike gubitke u ljudstvu i industriji. 14.08.1945.g. [11] saveznici su bombardirali Toyotina postrojenja, čime ni ta kompanija nije ostala pošteđena vihora rata, a zatim, jedan dana nakon bombardiranja Toyotinog postrojenja, Japansko Carstvo proglasilo je kapitulaciju (02.09.1945.g. službeno je potpisan kraj rata u Japanu).

Toyota je u poslije ratnom vremenu doživjela svoj procvat. Toyota Motor Company sklopila je sporazum s Ford Motor Company [12] o slanju Fordovih inženjera u Japan, ali ubrzo zatim započeo je Korejski rat pa je vlada SAD-a zabranila slanja Američkih inženjera, međutim Ford je pristao prihvatiti Toyotine stručnjake na izučavanje u svoja postrojenja. Uz Sakichija Toyodu i Kiichira Toyodu, najviše su pridonijeli razvoju TPS-a u Toyoti: Eiji Toyoda, Taiichi Ohno i Shigeo Shingo. Eiji Toyoda [12] je bio jedan od članova Japanskog tima koji je prisustvovao na izobrazbi u Fordu. Eiji je uočio da Ford koristi velike količine zaliha za proizvodnju svojih automobila, ali u Fordovom slučaju, velike zalihe samo njemu nisu bile problem (zbog pristupačne cijene automobila) jer ih je uglavnom sve iskoristio pa nisu dugo stajale

uskladištene. Kako bi poboljšao proizvodni proces u Toyoti, Eiji je shvatio da treba optimizirati zalihe, kako im zalihe ne bi stvarale dodatne troškove i da ne bi došlo do prevelike proizvodnje proizvoda koji ne bi imali svojeg krajnjeg kupca. Taiichi Ohno je zaslužan za otkrivanje „7 glavnih gubitaka u proizvodnom procesu“, koji ne dodaju dodatnu vrijednost proizvodu, tj. gubitke koji generiraju nepotrebne troškove. Shigeo Shingo je zaslužan za uvođenje netroškovnog principa u TPS proizvodnju, u kojem se dobit poduzeća izračunava tako da se oduzme prodajna cijena od troškova proizvodnje. Za razliku od netroškovnog principa, troškovni (tradicionalni) princip je zbroj dobiti i troškova proizvodnje koji je odlučivao o prodajnoj cijeni. TPS i Lean su sinonimi.

Pojam Lean počeo se je upotrebljavati početkom 90-ih godina 20.st. prilikom MIT-ovog istraživanja [13] (Massachusetts Institute of Technology). U tom istraživanju provodio se je odnos Lean (vitke) i masovne proizvodnje. Ross, Womack i Jones napisali su knjigu „The Machine Changed the World“ [13] (hrv. Stroj koji je promijenio svijet), gdje su usporedili masovnu proizvodnju (General Motors, GM) s vitkom proizvodnjom (Toyotinim TPS-om) i ustvrdili da će vitka proizvodnja pobijediti masovnu u svim pogledima.

3. UVOD ULEAN

Lean je metodologija koja služi za poboljšavanje proizvodnih i logističkih procesa od samog početka, tj. od nabave sirovina do prerade sirovina u proizvode pa sve do isporuke kupcima. Kao što je već navedeno u povijesnom razvoju, Lean metodologija kakvu danas poznajemo najviše se je razvila iz Toyota Production System (TPS) u Japanu. U tradicionalnom pristupu poduzeća se usredotočuju na svoju konkurenciju, ali pri tome zanemaruju probleme proizvodnih, logističkih i ostalih bitnih procesa, tj. eliminaciju gubitaka koji se generiraju prilikom proizvodnih, logističkih i ostalih procesa.

Najčešći gubici (poznatiji pod 7+1 rasipanja) koji se javljaju prilikom proizvodnje su:

- Gubici prilikom transporta;
- Gubici prilikom skladištenja;
- Gubici prilikom prekomjerne proizvodnje;
- Gubici prilikom proizvodnje (pojava škart);
- Gubici prilikom nepotrebnih pokreta;
- Gubici koji se izazivaju čekanjem;
- Gubici u samom procesu obrade;
- Neiskorištena kreativnost zaposlenika.

Tradicionalno je razmišljanje da poduzeća te gubitke (7 vrsta gubitaka) nadoknađuju tako da povise cijene krajnjih proizvoda, što može rezultirati opadanjem kupovne moći i nezadovoljstvom kupaca (kupac pri tome traži supstitute). Kao što navodi S. Shingo u svojoj knjizi „Nova japanska proizvodna filozofija“ [1], rješenje je jednostavno i ono glasi – potrebno je zamijeniti troškovni princip netroškovnim principom.

Troškovni princip glasi: „Troškovi + dobit = prodajna cijena“ [1]. Taj tip troška bi se još mogao nazvati tradicionalnim (klasičnim). Ako poduzeća „previše ne mare“ za eliminaciju svojih gubitaka koji ne dodaju dodatnu vrijednost proizvodu ili zbog nepotrebne dorade, zbog lošeg obrađivanja proizvoda u prvom procesu proizvodnje ili zbog prekomjerne proizvodnje. Takvi troškovi zbog neracionalnog rasipanja povisuju krajnju cijenu proizvodu, koju na kraju plaća kupac.

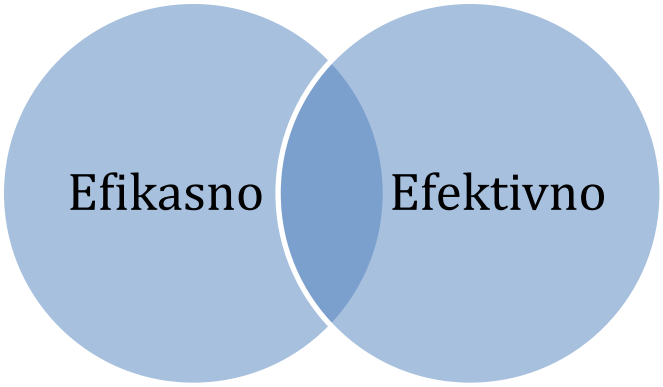
Nasuprot troškovnom principu je netroškovni princip koji glasi: „Prodajna cijena – troškovi = dobit“ [1]. Kod takvog troškovnog pristupa vrijedi da je prodajna cijena proizvoda „konstanta“ prilikom izračuna dobiti. Kako bi se maksimizirala dobit, potrebno je eliminirati sve radnje koje ne pridonose dobiti, a to su gubici/rasipanja (7W). Kako bi se racionalizirala proizvodnja i smanjili se svi troškovi koji ne pridonose dobiti potrebno je uvesti Lean metodologiju u sve proizvodne procese i procese koji ih potpomažu (pružaju podršku) tj. logističke procese (zalihe, skladištenje, transport, distribucija, manipulacija robom, itd.).

Lean metodologija daje naglasak da se maksimalno zadovolje potrebe kupaca, ali pri tome da se povećava dobit je racionalizacija proizvodnih, logističkih i drugih procesa. Racionalizacija se postiže uvođenjem „Lean alata, metoda i filizofije“. Za razliku od tradicionalnog mišljenja da je za ulaganja potrebno mnogo novaca, Lean se zalaže da poduzeće iskoristi ono čime raspolaže. Tu se misli na eliminaciju svih nepotrebnih radnji koje kupac nije spreman platiti (primjerice držanje zaliha u skladištima, suvišno obrađivanje proizvoda, itd.), a radnje koje su potrebne za održavanje kontinuirane proizvodnje je potrebno poboljšati (primjerice uvođenjem SMED-a, smanjenjem otpada (Jidoka), racionalizacijom transporta i uklanjanjem skladišnih operacija (JIT)).

Održivost Lean-a ne ovisi samo o poduzeću koje se bavi proizvodnjom nekog proizvoda, nego je potrebno imati i snažne partnerske odnose s dobavljačima sirovina/repromaterijala. Dobavljači predstavljaju „produženu ruku proizvodnje“, o kojoj ovisi hoće li proizvodnja moći „pozitivno“ odgovoriti na zahtjev krajnjeg kupaca i ispuniti njihova očekivanja s odgovarajućom kvalitetom i u vremenski očekivanom terminu kada je taj proizvod kupcu potreban.

3.1. Idealno stanje u Lean metodologiji

Lean metodologija nije isključivo efikasna niti isključivo efektivna, ona je oboje. Efikasno [26] podrazumijeva da se proizvodi proizvode na pravi način (ostvarivanje djelotvornosti uporabom Lean metoda postiže se racionalizacija), dok efektivnost [26] označuje da se rade prave stvari (proizvoditi korisne proizvode koje kupac zahtijeva, odnosno proizvoditi proizvod po kriterijima koje kupac zahtijeva, a to su kvaliteta, cijena, vrijeme izrade). Kao što je prikazano na slici 2, Lean metodologija se postiže na mjestu gdje se sijeku/preklapaju efikasnost i efektivnost. U tom području postiže se najveće zadovoljstvo poduzeća i kupca, odnosno postiže se optimizacija proizvodnje proizvoda (idealno stanje).



Slika 2:Prikaz efikasnosti i efektivnosti (Autor)

3.2. Pet (5) principa u Lean metodologiji

Definiranje vrijednosti – Lean metodologija je okrenuta kupčevim željama za nekim proizvodom pa je time kupac taj koji određuje vrijednost nekog proizvoda, odnosno on određuje što „želi platiti“, a što „ne želi platiti“. Zadatak je poduzeća koji provodi Lean metodologiju analizirati koja kvaliteta, cijena i vrijeme izrade zadovoljava kupčeve zahtjeve, ali pri tome da se proizvodi obrađuju tako da se stvara dodatna vrijednost, a ne da se stvaraju nepotrebna rasipanja.

Tok vrijednosti – tok vrijednosti započinje mapiranjem procesa. Mapiranjem procesa identificiraju se aktivnosti koje dodaju vrijednost i aktivnosti koje ne dodaju vrijednost (muda tipa 1 i muda tipa 2). Muda tipa 1 predstavlja aktivnosti koje ne stvaraju vrijednosti, ali su neophodne. Muda tipa 2 predstavlja aktivnosti koje ne stvaraju vrijednosti i nisu potrebne.

Kada se razdvoje aktivnosti koje dodaju, od onih koje ne dodaju vrijednost, potrebno je ukloniti/eliminirati one koje ne dodaju vrijednost (aktivnosti koje prouzrokuju rasipanje). Potom može se započeti kontinuirani tok vrijednosti.

Kontinuirani tok vrijednosti – kontinuirani tok vrijednosti započinje poslije mapiranja (toka vrijednosti) procesa i uklanja aktivnosti koje ne stvaraju vrijednosti. Kod kontinuiranog je toka bitan neprekidan tok proizvodnje (provode se samo aktivnosti koje dodaju vrijednost proizvodu), bez nepotrebnih radnji kao što je skladištenje.

Povlačenje – povlačenje je korištenje kanban kontejnera prilikom proizvodnje. Proces povlačenja započinje narudžbom kupca kako se ne bi stvarale nepotrebne zalihe prilikom proizvodnje. Prilikom procesa povlačenja koriste se kanban kontejneri (kanban kontejneri zamjenjuju međuskladišne operacije) za čuvanje „optimalnih zaliha“. Prilikom pokretanja procesa povlačenja proizvodnje, kanban kontejneri koji se isprazne popunjavaju se od strane dobavljača sirovina/repromaterijala. Dobavljač je bitan kako bi se proizvodnja mogla održavati sa sigurnošću, bez bojaznosti za nestankom sirovima koje su potrebne za održavanje procesa proizvodnje.

Postizanje savršenstva – savršenstvo je težnja za poboljšanjem svih procesa koji utječu na proizvodnju. Uporabom Kaizen filozofije koja govori da poboljšanja moraju biti kontinuirana i moraju uključiti sve zaposlenike (od najvišeg menadžmenta do radnika) u poboljšanje aktivnosti koje su neophodne za proizvodnju proizvoda (zadovoljenje zahtijeva potrošača).

3.3. 3M

3 M ili muda, muri i mura. Ti pojmovi pojavili su se u Japanu i označavaju probleme koji se javljaju prilikom proizvodnje. Toyota Motor Company je poslije drugog svjetskog rata razvila svoj Toyota Production System (TPS), kojemu je svrha bila postizanje bolje racionalizacije proizvodnje svojih automobila. Zadatak TPS-a bilo je eliminiranje svih gubitaka/rasipanja koji ne dodaju dodatnu vrijednost proizvodima, već povećavaju troškove proizvodnje.

Kako bi se što bolje racionalizirala proizvodnja, muda, muri i mura moraju se otkloniti što je više moguće (idealno stanje bi bilo da se otklone 100%, ali to je teško postići) kako bi poduzeće povećalo dobit. Dobit u Lean metodologiji povećava se uporabom „Lean alata, metoda i filozofije“ za eliminaciju troškova koje muda, muri i mura izazivaju.

3M se sastoji od 3 japanskih skraćenica:

- **Muda** (eng. wast, hrv. rasipanja/gubici) – muda je japanska riječ koja označava rasipanje. Najčešća rasipanja koja se događaju prilikom proizvodnog procesa su 7 najčešćih načina rasipanja/gubitaka (7W, eng. 7waste), a to su rasipanja/gubici u transportu, skladištenju (zalihe), škart, prekomjerna (nepotrebna) dorada, nepotrebni pokreti, gubici tijekom čekanja i prilikom prekomjerne proizvodnje. Muda su sva rasipanja koja proizvodu ne dodaju vrijednost i moraju se eliminirati. Postoje dvije vrste mude, a one su:
    - Aktivnosti koje ne dodaju vrijednost, ali su potrebne (muda tipa 1) – primjer: distribucija proizvoda kupcima. Transport proizvoda kupcima ne dodaje dodatnu vrijednost, ali je neophodan.
    - Aktivnosti koje ne dodaju vrijednost i nisu neophodne (muda tipa 2) – u mudu tipa dva ulazi 7 glavnih rasipanja. Za razliku od mude tipa 1, muda tipa 2 je rješiv uz korištenje „Lean alata i metoda“, tj. uz uspostavu bolje organizacije proizvodnje.
- **Muri** – također japanska riječ koja označava preopterećenje u proizvodnji. Kupčeve želje nikada se ne mogu točno procijeniti pa ako neki novi kupac naruči neke proizvode može doći do preopterećenja proizvodnog procesa. Preopterećenje može označivati maksimalno korištenje kapaciteta strojeva i/ili zaposlenika (radnika). Do preopterećenja može doći ako neki kupci povećaju narudžbe ili ako se pojave neki novi kupci. Pošto Lean metodologija ne podržava skladišta i zalihe radi sniženja troškova (eliminiranja

rasipanja), potrebno je imati pouzdanog dobavljača sirovina (materijala koji je potreban za proizvodnju) koji će biti u mogućnosti povećati distribuciju sirovina do proizvodnje po zahtjevu proizvodnog procesa (kako bi se ispunile narudžbe kupaca). Druga stvar koja je potrebna kod preopterećenja su dobro organizirani timovi u svim proizvodnim procesima, kako bi se proizvodnja mogla odvijati bez rasipanja (mude). Ako se vrši preveliko preopterećenje može doći do drugog problema, a taj problem je muda. Gubitak (muda) koji se može javiti prilikom preopterećenja je pojavljivanje škarta, zbog preopterećenja stroja ili zaposlenika (pojava stresa kod zaposlenika).

- **Mura** – prijevod ove riječi s japanskog jezika bi označavao odstupanje. Odstupanje su radnje koje nisu predviđene u glavnom proizvodnom planu. Primjerice, odstupanja se mogu dogoditi zbog promjene kupčevih želja i neujednačavanja proizvodnog procesa (zbog predugog vremena obrade proizvoda, zbog obrade više vrsta različitih asortimana proizvoda ili zbog odabira lošeg izbora dobavljača), što može dovesti do nemogućnosti ispunjenja kupčevih želja. Lean alati i metode koji pomažu u redukciji mure su: Heijunka, SMED, 5S. Kako bi se mura smanjila, potrebni su dobri partnerski odnosi s dobavljačima koji bi mogli opskrbljivati proizvodnju sa sirovinama kada je potrebna za izradu proizvoda. Unutar samog proizvodnog procesa, mura se može eliminirati sa „dobrim“ ujednačavanjem proizvodnje (Heijunka). Alati koji bi pridonijeli što boljoj mogućnosti provođenja Heijunke unutar proizvodnje su: SMED i 5S metoda. SMED potpomaže Heijunku tako da skraćuje potrebno vrijeme izmjene alata na strojevima, a 5S metoda potpomaže SMED metodi boljom organizacijom oko potrebnog alata. Ako se mura (odstupanje) ne eliminira, može doći do muri (preopterećenja), koji naposljetku dovodi do mude (rasipanja).

3.4. 7 + 1 najčešćih gubitaka

Lean metodologija fokusira se na otklanjanje svih oblika rasipanja koji ne dodaju vrijednost nekom proizvodu. 7 glavnih rasipanja poznatiji su kao 7W (W od eng. Waste, hrv. rasipanje)

7W (eng. waste , hrv. rasipanje) odnosi se na sve što ne dodaje dodatnu vrijednost proizvodu. 7 glavnih rasipanja, tj. 7+1 rasipanje odnosi se na ove gubitke:

- **Gubici prilikom transporta** – gubici koji se javljaju prilikom transporta mogu biti unutarnji (interni) ili vanjski (eksterni). Pod vanjskim transportom smatra se distribuiranje proizvoda od proizvođača do potrošača ili od izvora sirovina do proizvođača, a gubitak koji se javlja je „prazni hod vozila“. Primjerice, kamion odveze proizvode od proizvođača do potrošača, a zatim se vraća prazan na početnu točku - tu se javlja problem neiskorištenog prostora/zapremnine transportnog vozila. Unutarnji transport odnosi se na troškove koji se javljaju unutar proizvodnje, gdje se također javlja „prazni hod“ zbog loše komunikacije između procesa proizvodnje ili nepotrebnog kretanja materijala između procesa proizvodnje i međuskladišta. Reduciranje gubitka prilikom unutarnjeg transporta postiže se 5S metodom i postizanjem kontinuirane proizvodnje;
- **Gubici prilikom skladištenja** – skladištenje i zalihe mogu se javiti na 3 mjesta, a to su skladištenje i držanje zaliha sirovina za proizvodnju, pojava međuskladišnih operacija radi držanja potrebnih dijelova u procesu proizvodnje i skladištenje zaliha gotovog/finalnog proizvoda. Ako se proizvodnja odluči da će proizvoditi više proizvoda nego što je naručeno (JIC proizvodnja), javlja se problem zaliha gotovih proizvoda, tj. višak proizvoda koji postaju zalihe gotovih proizvoda potrebno je skladištiti. Svaka od tih tri faza skladištenja ne stvara dodatnu vrijednost, nego stvara troškove. Prilikom skladištenja pojavljuje se pojam „mrtav kapital“. On označava novac koji se je utrošio na proizvodnju (tu spada i novac koji je bio potreban za kupovinu sirovina za proizvodnju) i troškove držanja zaliha u skladištu, a umjesto toga taj je novac mogao biti bolje iskorišten na nekim drugim mjestima (primjerice: ulaganje u poboljšanje procesa, razvijanje novog proizvoda, širenje na druga tržišta, itd.). Reduciranje, tj. eliminiranje gubitaka skladištenja zaliha postiže se: JIT metodom (sistemom povlačenja, odnosno korištenja kanban kontejnera) i Heijunkom (ujednačavanjem proizvodnje);
- **Gubici prilikom prekomjerne proizvodnje** – ako se ne poznaje tržište na koje se plasiraju proizvodi, može doći do prekomjerne proizvodnje koja dovodi do stvaranja

zaliha koje se moraju uskladištiti, što automatski stvara veće troškove. Takva proizvodnja danas je poznatija pod nazivom proizvodnja za slučaj potrebe (JIC - eng. Just in case). Prekomjerna proizvodnja može se reducirati analizom tržišta (proizvodnjom proizvoda koji imaju krajnje kupce) i uvođenjem JIT sustava;

- **Gubici prilikom proizvodnje (pojava škart) –** prilikom proizvodnje, zbog nepažnje ili nedovoljne kvalitete materijala, mogu se javiti greške tijekom obrade proizvoda i to stvara dodatni trošak jer u „Lean proizvodnji“ gotovo svaki proizvod ima svog kupca. Primjerice, 50 kupaca naručilo je po dva proizvoda što znači da je zadatak proizvodnje proizvesti 100 jedinica proizvoda. Na kraju se ispostavlja da je 10 proizvoda neispravno. Zaključujemo da će 40 kupaca primiti svoja dva proizvoda ispravna, dok će ostalih 10 kupaca dobiti po jedan proizvod zbog pojave grešaka prilikom proizvodnje. To može izazvati nezadovoljstvo i nepovjerenje kupaca prema proizvođaču. Glavna metoda za reduciranje gubitaka prilikom proizvodnje, tj. pojave škarta može se riješiti uvođenjem Poka yoke metode;
- **Gubici prilikom nepotrebnih pokreta –** nepotrebni pokreti su svi oni pokreti koji ne pridonose dodavanju dodatne vrijednosti proizvoda. Mogu se javljati zbog lošeg rasporeda strojeva i traganja za potrebnim alatom ili materijalom koji je potreban za proizvodnju. To vrijeme koje se izgubi nepotrebnim pokretima moglo bi se bolje iskoristiti za proizvodnju. Gubici prilikom nepotrebnih pokretanja reduciraju se 5S metodom;
- **Gubici koji se izazivaju čekanjem –** problem čekanja može se javiti prilikom pojave greške na stroju pa radnici moraju čekati dok se ne otkloni kvar, ili zbog čekanja da se neki proizvodni proces završi kako bi započeo sljedeći proces. Gubici koji se izazivaju čekanjem mogu se reducirati prilikom korištenja: Heijunke, 5S i SMED metode;
- **Gubici u samom procesu obrade –** ovi gubici javljaju se prilikom prekomjerne obrade proizvoda - veće nego što zahtijeva kupac (npr. kada kupac smatra da je neki dio na proizvodu nepotreban). Gubitak koji se ovdje pojavljuje je upotrebljavanje više resursa i vremena nego što je potrebno za taj proizvod. Gubici u samome procesu obrade mogu se reducirati analizom - što krajnji kupci smatraju potrebnim (što žele platiti), a što nepotrebnim (što ne žele platiti), tj. kupci definiraju vrijednost proizvoda.
- **Neiskorištena kreativnost zaposlenika –** je zanemarivanje ideja i prijedlog o poboljšanjima koje predlažu radnici. Takav pristup kosi se sa Kaizen filozofijom koja zahtijeva uključivanje svih sudionika i razmatanje njihovih ideja koje predlažu za poboljšanje proizvodnih i drugih procesa.

3.5. Metode od kojih se sastoji Lean metodologija

JIT i Jidoka predstavljaju glavne stupove Lean metodologije, a ostali „alati i metode“ im čine potporu prilikom proizvodnje ili ih poboljšavaju.

Cilj Lean metodologije je ukloniti sve oblike rasipanja:

- **3M –** eliminiranje svih oblika rasipanja/gubitaka (7 glavnih rasipanja), eliminacija preopterećenja i odstupanja prilikom proizvodnje.
- **7 rasipanja –** gubici koji se generiraju nepotrebnim trošenjem vremena, resursa ili gubici koji ne pridonose većoj vrijednosti proizvoda.

Lean metodologija sastoji se od primjene metoda, alata i filozofija , a neki od njih su:

- **JIT (eng. Justin time, hrv. upravo na vrijeme)** – proizvodnja proizvoda u vremenu pristizanja zahtijeva kupca i eliminacija svih skladišnih operacija (bilo internih i eksternih skladišnih operacija):
    - **Kontinuirana proizvodnja –** proizvodnja bez internih međuskladišnih operacija;
    - **Sistem povlačenja (eng. Pull system) –** korištenja kanban kontejnera u proizvodnom procesu, radi optimalizacija zaliha;
    - **Proizvodnja u taktu (eng. takt time) –** vremenski period potreban za proizvodnju proizvoda, kako bi zadovoljili potrebe krajnjih kupaca i kako bi se otklonile bilo koje vrste zaliha i međuskladištenja;
- **Heijunka –** poslije izračuna potrebnog vremena za proizvodnju da se zadovolje potrebe kupaca (takta proizvodnje), Heijunka daje odgovor kojim redoslijedom proizvoditi proizvode da bi se ispunio proizvodni plan prema zahtjevima kupaca;
- **Jidoka –** automatizacija proizvodnje:
    - **Poka yoka –** sprečavanje pojavljivanja grešaka u svim fazama proizvodnje;
    - **Andon –** uočavanja i eliminiranje grešaka ili kvarova prilikom proizvodnje;
- **Smed –** izmjena alata u manje od 10 minuta;
- **5S metoda –** organizacija radnih mjesta prema planu proizvodnje;
- **Kaizen –** uključivanja svih sudionika u procese proizvodnje i traženje za optimalnim rješenjima poboljšanja proizvodnje:
    - **PDCA krug –** alat koji služi za provođenje kontinuiranog poboljšanja u poslovanju;
    - **5 x zašto? –** otkrivanje izvora/korijena koji generiraju probleme i gubitke u procesu proizvodnje.

4. JUST IN TIME (JIT)/UPRAVO NA VRIJEME (UNV)

JIT je sistem u kojem bi se proizvodili proizvodi samo kada su potrebni kupcima/potrošačima, u količini koju oni zahtijevaju i u vremenu kada zahtijevaju, ali pri tome da se ne smanji kvaliteta proizvoda (kvaliteta proizvoda mora biti zadovoljena s kupčevim zahtjevima). Zadatak Just in time (hrv. vremenski dobro planirano, upravo na vrijeme) sistema je udovoljiti potrebama kupaca za proizvodom koji oni zahtijevaju od proizvođača, uz sniženje troškova procesa proizvodnje. Sniženje troškova se postiže tako da se eliminiraju viškovi zaliha, bilo da su te zalihe sirovine potrebne za proizvodnju, prekomjerne zalihe koje se nalaze unutar samoga procesa proizvodnje (dijelovi potrebni za daljnju proizvodnju) ili nepotrebne zalihe finalnog/gotovog proizvoda, ali pri tome kvaliteta proizvoda ne smije opasti, nego i dalje mora biti visoka. Ključ uspješne logistike, tj. dobrog JIT sistema je kretanje informacije od kraja logističkog lanca prema početku. Dok sirovina koja kasnije postaje proizvod putuje od početka do kraja logističkog lanca, bez da se nalaze u tradicionalnim skladištima. U samome procesu proizvodnje, međuskladišne operacije zamjenjuju se kanban kontejnerima u kojima se drže minimalne zalihe (bolje bi bilo reći optimalne zalihe).

Just in time [2] danas je poznata metoda koja se koristi najviše u repetitivnoj proizvodnji, ali može se koristiti i u proizvodnji u serijama i kao hibrid JIT-a i PPM-a (planiranje potrebnih materijala). Za razliku od tradicionalnog pristupa gdje se pribjegavalo just in case (JIC) metodi, koja se temeljila na proizvodnji viškova dijelova za konačni/finalni proizvod za svaki slučaj ukoliko dođe do veće potražnje ili ako dođe do proizvoda s greškom, kvara stroja, itd.. JIC metoda dovodila je do velikih količina zaliha koje su se morale skladištiti i samim time poduzeća su morala uložiti više novaca u izgradnju i opremljivanja skladišta. Problem kod prekomjernih zaliha bila je neizvjesnost kada će im biti potrebne. Tim postupkom poduzeće bi „vezalo“ svoj novac, koji bi se mogao iskoristi na boljim mjestima. JIT pristup potpuno je drugačiji od JIC metode, jer JIT ne odobrava visoke zalihe i skladištenje.

JIT služi za eliminiranje viškova koji se odnose na zalihe. Višak proizvodnje može biti podijeljen u dva smisla: [1]

- **Količinski višak;**
- **Vremenski višak.**

Količinski višak se stvara ako kupac naruči 1000 komada proizvoda od poduzeća, a poduzeće odluči proizvesti 1010 komada proizvoda (radi sigurnosti). Na kraju proizvodnja proizvede bez ikakvih grešaka 1005 komada proizvoda, a 5 komada proizvoda označuju višak koji se mora uskladištiti i stvorio je troškove.

V**remenski višak** se stvara kada poduzeće dobije narudžbu od 1000 komada proizvoda u određenom vremenskom roku, npr. do 20.08.,a vrijeme potrebno za transport je 3 dana. Poduzeće, radi sigurnosti te kako bi spriječilo kašnjenje, proizvede svih 1000 proizvoda već 10.08.. Pritom nastaje problem jer se 1000 gotovih proizvoda mora držati na zalihama 7 dana (7 dana, jer je 3 dana potrebno za distribuciju proizvoda kupcu), što stvara nepotreban trošak skladištenja koji smanjuje profit od prodaje.

U JIT proizvodnji se ne koriste skladišta za čuvanje velikih količina zaliha, nego se dijelovi ili sirovine koje nam dobavljač (iz svojeg skladišta) dostavi u kanban kontejnerima stavljaju na početak proizvodne linije. Zatim se pomoću pull sistema prosljeđuju u daljnje procese proizvodnje, a kada se proizvod finalizira dostavlja se kupcu.

Radna snaga također je važna karika uspješnosti JIT sistema. Ukoliko proizvodnja utvrdi da im je potrebna veća radna snaga u tradicionalnom pogledu, poduzeće bi zaposlilo dodatnu radnu snagu, dok JIT sistem i menadžeri koji njime upravljaju potiču radnike da imaju više radnih vještina (veći stupnja kvalifikacije), kako bi radnici mogli/znali upravljati različitima procesima dorade proizvoda.

Proizvodnja se planira (terminira) na godišnjoj razini. Ako poduzeće želi uvesti JIT u proizvodnju s manje gubitaka i ne prekomjernih zaliha, onda se mora stalno za svaki mjesec ažurirati, kako bi proizvođač mogao obavijestiti svoje dobavljače o potrebnim količinama i o vremenskom roku kada ih dobavljači moraju distribuirati. Kada se dobije mjesečni plan, izračunava se dnevna količina koju proizvođač mora proizvesti (dnevna količina dobiva se tako da se podijeli ukupna mjesečna količina koja će se proizvesti s brojem radnim danima) . Kada je

u pitanju dobavljač kod JIT sustava, on mora biti pouzdan partner koji može ispunjavati zahtjeve proizvođača. Bilo bi poželjno da dobavljač ima u blizini proizvodnje stacionirano skladište s dijelovima, repromaterijalima, sirovinama koja su potrebne proizvođaču. Kada se govori o Just in time sustavu poželjnije je da proizvođač imam samo jednog dobavljača za sve potrebne dijelove, ali može imati i više dobavljača koji mogu surađivati oko isporuke sirovina/dijelova/ ili repromaterijala kako bi snizili troškove transporta. Primjerice, ako je u proizvodnju potrebno dopremiti sirovine 6 puta od svakog dobavljača (6*3=18 isporuka dnevno), a proizvođač koristi usluge 3 dobavljača (A, B i C dobavljači), uz dobru koordinaciju i radi snižavanja svojih troškova transporta dobavljač A može isporučiti 1 i 3 isporuku, dobavljač B može isporučiti 2 i 5 isporuku, a dobavljač C može isporučiti 4 i 6 isporuku potrebnih dijelova/sirovina /repromaterijala. Kako bi JIT sistem bio uspješan, proizvođač mora imati povjerenje u svoga dobavljača da će mu dostaviti traženu sirovinu u točno određenom vremenu (čak i nekoliko puta na dan ako je potrebno za proizvodnju), na pravom mjestu (početak proizvodne linije) i u traženoj količini (koliko je potrebno proizvođaču sirovina da mu sirovine ne stvara viškove, nego potrebnu količinu za optimalnu proizvodnju).

Glavni podsustavi JIT-ma su:

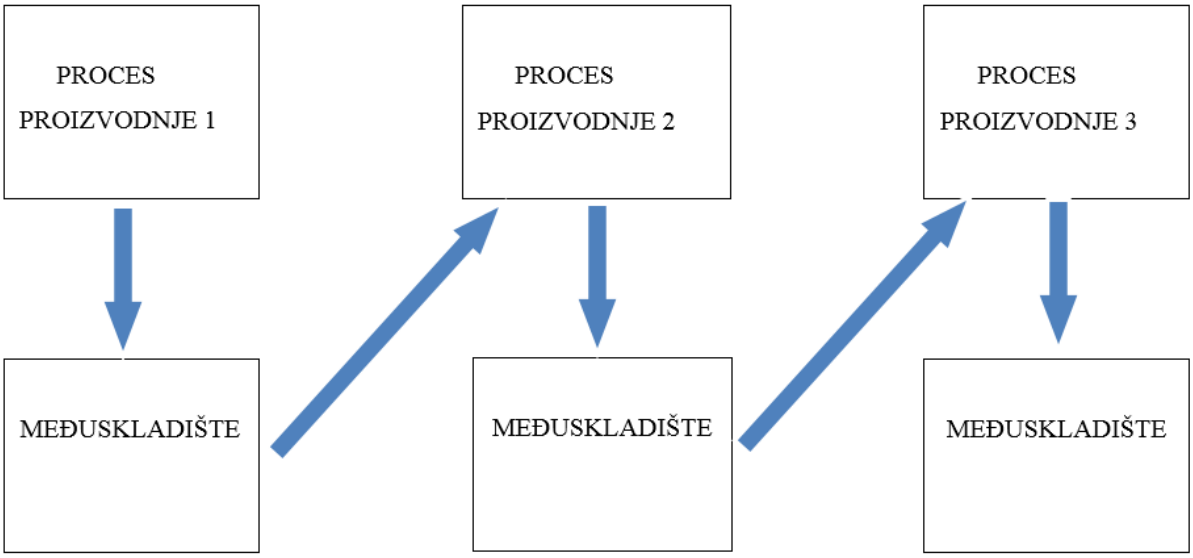
- Tok bez prekida (kontinuirana proizvodnja);
- Sistem povlačenja (pull system/kanban);
- Proizvodnja u taktu.

4.1. Tok bez prekida (kontinuirana proizvodnja)

Kontinuirana proizvodnja je proizvodnja u kojoj se proizvod ne stavlja na čekanje (zalihe), nego se prosljeđuje u daljnji proces montaže (proizvodnje). Kontinuirana proizvodnja počinje se odvijati poslije mapiranja procesa, nakon čega se utvrđuje kojim bi tempom kontinuirana proizvodnja trebala teći (određuje se takt proizvodnje). Mapiranje procesa proizvodnji služi da se može uočiti gdje dolazi do rasipanja u procesu (gdje postoje uska grla). Kada se utvrdi gdje postoje uska grla, kreće se u eliminaciju nedostatka u procesu kako bi se mogla pokrenuti kontinuirana proizvodnja. Cjelokupni proces proizvodnje može se sagledati kao lanac, a svake pojedinačne operacije kao karike. Ako je jedna karika nepouzdana, cijeli proces će biti ugrožen jer je lanac (proces) toliko jak koliko je najslabija karika (operacija) jaka. Uz mapiranje procesa i takt proizvodnje je bitan. Takt proizvodnje određuje se odnosom vremena potrebnog za

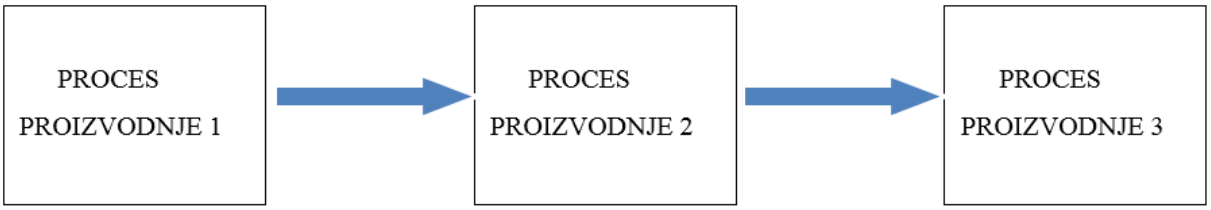
proizvodnju i potrebne količine koje kupac zahtijeva i kada zahtijeva, a pri tome da se ne stvaraju nepotrebni gubici proizvođaču (npr. zalihe).

Kod sheme tradicionalne proizvodnje (Slika 3) vidljivo je da se poslije svakog procesa montaže/obrade/ nadogradnje dijelovi potrebni za daljnju proizvodnju stavljaju u međuskladišta pa zatim idu u druge procese proizvodnje. Kod kontinuirane proizvodnje međuskladištenje se eliminira. Dijelovi potrebni za daljnje procese proizvodnje šalju se u sljedeći proces (sistemom povlačenja) i tako sve dok se proizvod ne finalizira.



Slika 3: Shema tradicionalne proizvodnje (Autor)

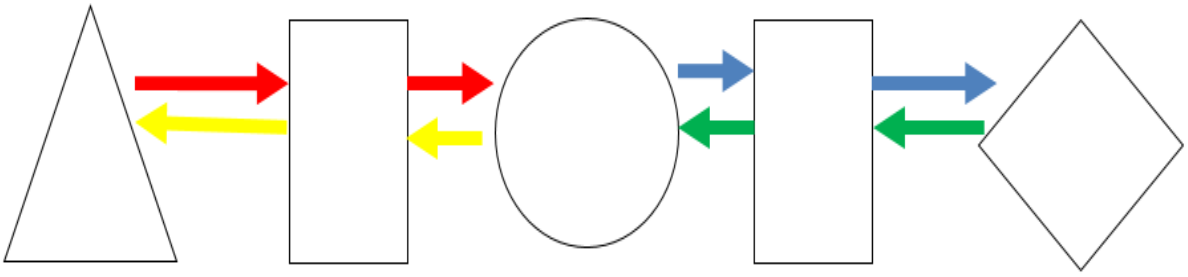
Kontinuirana proizvodnja (Slika 4) idealno je rješenje jer se postiže efikasnost i efektivnost (idealno stanje). Zalihe su uklonjene i potrebni dijelovi za daljnju proizvodnju ne skladište se u međuskladištima, nego se direktno pull sistemom povlače u daljnje procese proizvodnje.



Slika 4: Shema kontinuirane proizvodnje (Autor)

4.2. Sistem povlačenja (Pull system)

Pull system, sistem povlačenja ili kanban sistem su sinonimi. Kada se gleda Pull system ili kanban sistem od dobavljača (izvora sirovina) preko proizvođača do kupca, funkcionira tako da kupaca naruči neki proizvod, zatim se narudžba šalje proizvođaču, a proizvođač šalje dobavljaču svoj zahtjev za potrebnom količinom sirovina i u kojem vremenskom periodu sirovina mora biti isporučena do proizvođača. Zatim u proizvodnim procesima proizvođač proizvede proizvod (između procesa proizvodnje koriste se kanban kontejneri za reduciranje zaliha) koji se naposljetku distribuira kupcu. (Slika 5)



Slika 5: Shema; Jednostavni prikaz fizičkih tokova proizvoda od proizvođača do kupca/od dobavljača do proizvođača potrebnih sirovina i prikaz tokova informacija o potrebnim proizvodima od kupca do proizvođača/tj. prikaz toka informacija o potrebnim sirovinama za proizvodnju od proizvođača do dobavljača (Autor)

Legenda sheme:

- Kupac;

- Dobavljač;

- Ulaz/izlaz u/iz proces/a proizvodnje;

- Proces proizvodnje;

- Fizički tok sirovina od dobavljača sirovina do proizvođač;

- Tok informacija o potrebnim sirovina za proizvodnju (teče od proizvođača prema dobavljaču);

- Tok informacija o potrebnom proizvodu (teče od kupca prema proizvođaču);

- Fizički tok proizvoda od proizvođača do kupca.

Suprotnost pull sistemu je push sistem. Kod push sistema proizvođač bi nekontrolirano (prekomjernom proizvodnjom) proizvodio proizvode koje bi morao skladištiti, odnosno staviti na zalihe dok se ne pojavi kupac. Kod pull/kanban sistema kupac prvo kontaktira proizvođača koje proizvode želi i do kada. Proizvođač tim postupkom (narudžbom od kupca) pokreće pull sistem .

Kanban se sastoji od dviju komponenata, a to su:

- Kanban kontejneri;
- Kanban kartice.

Kanban kartice se dijele na:

- Transportne kartice;
- Proizvodne kartice.

Transportne kanban kartice služe za premještanje kanban kontejnera iz jedne u drugu fazu procesa proizvodnje, dok se proizvodne kartice koriste unutar jednoga procesa proizvodnje i sadrže podatke koliko se treba proizvoda proizvesti i u kojem vremenskom periodu.

Broj kontejnera potrebnih za proizvodnju u radnom centru funkcija je količinske potražnje, veličine kontejnera i vremena kruženja kontejnera u transportu. Broj potrebnih kontejnera možemo izraziti sljedećom formulom: [2]

$$\boldsymbol{n = \frac{DT}{C}}$$

n – ukupan broj kontejnera,

D – količina potražnje iz korištenog radnog centra

C – veličina kontejnera izražena brojanjem dijelova, obično manjem od 10 posto dnevne potražnje

T – vrijeme potrebno da kontejner izvrši cijeli ciklus; punjenje, čekanje, premještanje, korištenje i vračanje na ponovno punjenje. (vrijeme trajanja procesa/kontejnerski ciklus)

Maksimalne zalihe = nC = DT

Primjer:

Proizvodnja prilikom prosljeđivanja kanban kontejnera za daljnju proizvodnju iz radnog centra A u radni centar B koristi kanban kontejnere kapaciteta 400 potrebnih dijelova. Vrijeme koje je potrebno da se kanban kontejner popuni u radnom centru A je 100 minuta (vrijeme izrade i pripremno-završno vrijeme). Prosljeđivanje kontejnera iz radnog centra A u radni centar B, vrijeme procesuiranje, vrijeme čekanje i vrijeme povratka praznog kontejnera iz B radnog centra u A vremenski traje 180 minuta. Radni centar B u jednoj minuti zahtjeva 8 dijelova potrebnih za daljnju proizvodnju. Koliko je potrebno kontejnera?

D- 8 dijelova/min

C- 400 dijelova

T_1- 100

T_2- 180

n = ?

$$\boldsymbol{T = T_1 + T_2}$$

$$\mathrm{T} = 100 + 180 = 280 \text{ minuta}$$

Ukupno vrijeme koje je potrebno da se kanban kontejner ispuni potrebni ciklus iznosi 280 minuta.

$$\boldsymbol{n = \frac{DT}{C}}$$

$$\mathrm{n} = \frac{8 \times 280}{400}$$

$$\mathrm{n} = \frac{2240}{400}$$

$$\mathrm{n} = 5.6 \approx 6 \text{ kontejnera}$$

$$\boldsymbol{Maksimalne\ zalihe = nC = DT}$$

$$\text{Maksimalne zalihe} = 6 \times 400 = 2400$$

Ukupno potrebno vrijeme da se izvrši cijeli ciklus koji se sastoji od potrebnog vremena da se kontejner popuni u radnom centru A, vremena dopreme iz A u B , čekanja da se isprazni u radnom centru B i povrat praznog kontejnera iznosi 280 minuta. Potreban broj kontejnera iznosi 6, tj. maksimalne zalihe su 2400 jedinica dijelova. Smanjenje zaliha se može ostvariti ako se smanji broj kontejnera ili ako se smanji njihova zapremnina, ali smanjenjem zapremnine kontejnera povećava se obrtaj kontejnera .

4.3. Proizvodnja u taktu

Proizvodnja u taktu važna je komponenta JIT sustava jer predstavlja izračun za prosječno vrijeme potražnje za nekim proizvodom kako bi zadovoljili kupčeve potrebe u točnom vremenu, točnoj kvantiteti i točnoj kvaliteti koje kupac zahtjeva, ali da si pri tome poduzeće ne stvara nepotrebne troškove (npr. zalihe gotovih proizvoda). Proizvodnja u taktu izračunava se tako da podijelimo potrebno vrijeme za proizvodnju i količinu koja se moramo proizvesti.

Formula za izračun proizvodnje u taktu je : [14]

$$\boldsymbol{T = \frac{W}{D}}$$

T- Proizvodnja u taktu;

D- Oznaka prosječnu za količinu moramo proizvesti u jednom danu;

W- Oznaka koliko imamo radnog vremena u minutama ili sekundama.

Primjer:

Kupac zahtijeva 1014 komada proizvoda, koju proizvođač mora proizvesti u jednom danu (jedna smjena 8 sati). Koliko je potrebno vremena da proizvođač proizvede željenih 1014 komada proizvoda?

$$T = \frac{W}{D} = \frac{28800\ sec}{1014\ komada} = 28.40\ sec/kom$$

Primjerice, kupac zahtjeva 1014 komada nekog proizvoda od proizvođača, koji mu ih mora proizvesti u jednom danu. Moramo izračunati koliko ima radnih sati u danu koje je potrebno pretvoriti u minute, a minute može pretvoriti u sekunde. Ukoliko proizvodnja odluči da će proizvesti svih 1014 jedinica proizvoda u jednoj smjeni, a jedna smjena iznosi 8 sati (8 sati iznosi 480 minuta ili preciznije 28800 sekundi), tada se mora podijeliti tih 28800 radnih sekunda s 1014 jedinica proizvoda i proizvodnja dobije informaciju da svakih 28.40 sekunda proizvodnja mora napraviti 1 proizvod, kao bi zadovoljio potrebe svoga kupca, ali da si pri tome ne stvara dodatne troškove kao što su prevelike zalihe. Ako se proizvodnja odluči na duplu smjenu, tih 28.40 sekundi/proizvod bi naraslo na 56.80 sekundi/proizvod. Ukoliko proizvođač ipak odluči

da će se samo proizvoditi u jednoj smjeni, a ne u dvije smjene i istodobno se pokaže da za proizvod zbog lošeg rasporeda strojeva treba više od 28 sekundi, tada treba razmatrati o nekom drugom rasporedu radnih mjesta. Cilj proizvodnje u taktu nije da se proizvede proizvod što ranije, kako ne bi kasnili, nego je cilj da se proizvod proizvede u točnoj količini, u točnom vremenu i točnoj kvaliteti koju zahtjeva kupac. Termin koji govori da treba „što ranije proizvesti proizvod“ može dovesti do neželjenih zaliha koje mogu proizvesti dodatne troškove.

5. HEIJUNKA

Heijunka je balansiranje (ujednačavanje) proizvodnje. Uz takt proizvodnje koji kaže vremenski period u kojem svaki proizvod mora biti dovršen da se zadovolje potrebe kupaca. Heijunka je metoda koja pomaže prilikom odluke kojim će se redoslijedom i u kojoj će se količini odvijati proizvodnja, ako jedan kupac ili više kupaca naruči više različitih proizvoda koje proizvodnja proizvodi. Lean metodologija ne podržava tradicionalna skladišta i međuskladištenja prilikom proizvodnje, a Heijunka je također metoda koja pomaže optimizirati proizvodnju tako da i dalje nisu potrebne skladišne operacije (vanjske ili unutarnje) te je potrebna manja ljudska snaga zbog bolje organiziranosti tijeka proizvodnje.

U knjizi S. Shinga, „Nova japanska proizvodna filozofija“ [1] objašnjava se da ujednačavanje podrazumijeva opterećenje strojeva na način koji odgovara kapacitetima. Heijunka daje odgovor, ukoliko jedan ili više kupaca naruči više različitih proizvoda, kojim redoslijedom proizvodnja treba proizvoditi proizvode da se zadovolje potrebe kupaca, ali da se pri tome ne stvaraju gubici (eliminacija gubitaka) i iskoriste se maksimalno kapaciteti proizvodnje i ljudske snage.

Primjer.

Mjesečna potražnja proizvoda A iznosi 7500 (150% kapaciteta proizvodnje) jedinica/proizvoda, proizvoda B iznosi 5000 (100% kapaciteta proizvodnje) jedinica proizvoda i proizvoda C 2500 (50% kapaciteta proizvodnje) jedinica/proizvoda. Unutar mjesec dana ima 22 radna dana. Kojim nizom će teći proizvodnja da se postigne najbolji balans, ako za proizvode A, B i C treba isto vremensko razdoblje da se proizvedu?

A= 7500 jedinica/proizvoda (150% kapaciteta proizvodnje)
B= 5000 jedinica/proizvoda(100% kapaciteta proizvodnje)
C= 2500 jedinica/proizvoda (50% kapaciteta proizvodnje)

$$Dnevna\ proizvodnja\ proizvoda\ A = \frac{7500}{22} = 341\ proizvoda/dnevno$$

$$Dnevna\ proizvodnja\ proizvoda\ B = \frac{5000}{22} = 227\ proizvoda/dnevno$$

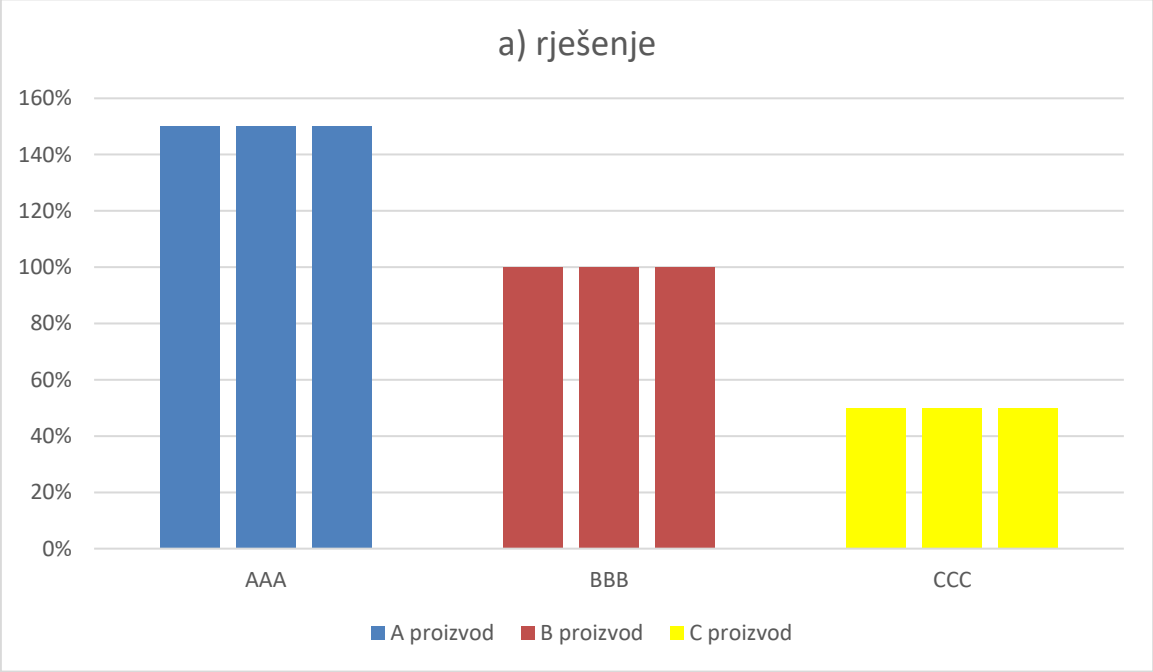
$$Dnevna\ proizvodnja\ proizvoda\ C = \frac{2500}{22} = 114\ proizvoda/dnevno$$

$$|ABC| = A + B + C = 341 + 227 + 114$$
$$= 682\ ukupna\ dnevna\ proizvodnja/proizvoda\ A, B\ i\ C$$

Proizvodnja može proizvoditi proizvode ovim redoslijedom:

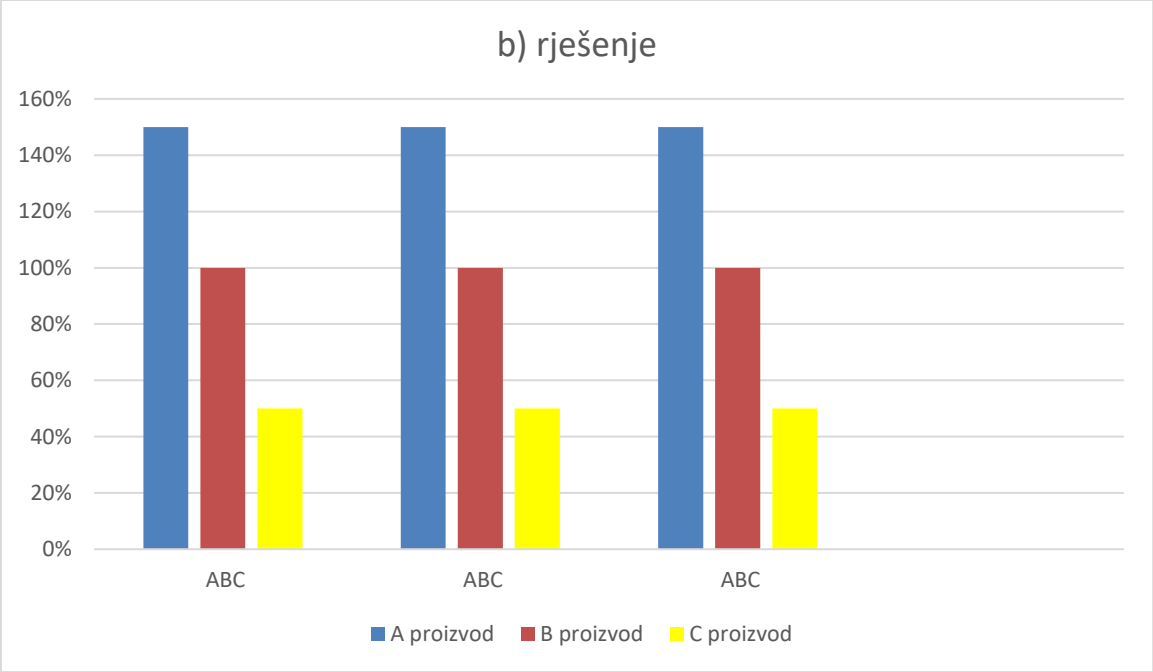
a) AAA, BBB, CCC (Slika 6);
b) ABC, ABC, ABC (Slika 7);
c) ACB, ACB, ACB (Slika 8).

Ako se, kao što je prikazano kod **rješenja „a)“** (Slika 6), proizvodnja odluči za ovaj redoslijed proizvodnje, može doći do problema jer proizvod A zahtijeva 150% kapaciteta proizvodnje, što može dovesti do prevelikog opterećenja i nemogućnosti proizvodnje proizvoda A. Kod proizvoda B koristi se 100% proizvodnog kapaciteta i tu ne postoji problem od preopterećenja, ali kod izrade proizvoda C koristi se samo 50% proizvodnog kapaciteta (ostalih 50% proizvodnog kapaciteta ostaje neiskorišteno). Ako se poduzeće odluči za ovaj redoslijed proizvodnje AAA, BBB, CCC doći će do pojave skladištenja, nemogućnosti proizvodnje proizvoda A u potpunosti, uvođenje nove radne smjene te problema kako rasporediti zaposlenike zbog lošeg ujednačavanja proizvodnje.



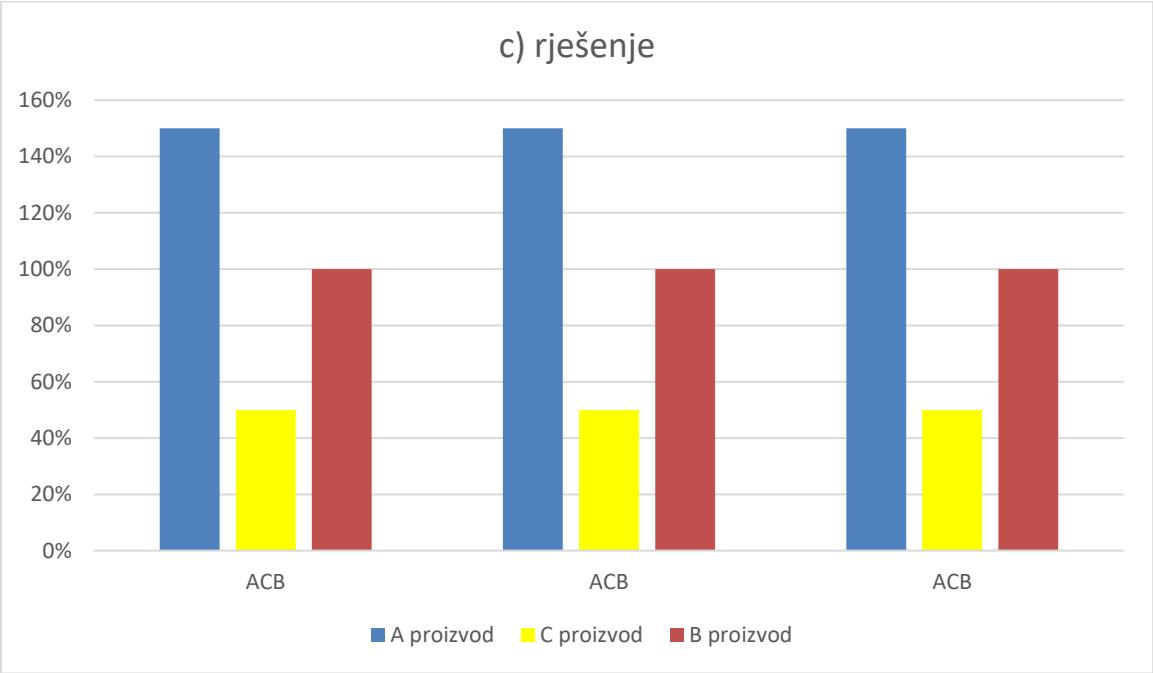
Slika 6: Grafički prikaz „a)“ rješenja (Autor)

Kod **„b)“ rješenja** (Slika 7) postiže se veće ujednačavanje proizvodnih kapaciteta u odnosu na **a) rješenje**. I dalje vrijedi da je za proizvod A potrebno 150% proizvodnog kapaciteta, za proizvod B 100% proizvodnog kapaciteta i za proizvod C 50% kapaciteta. Ako se poduzeće odluči za **„b)“ rješenje** kako bi se ispunila potrebna količina koju poduzeće mora proizvesti, početak proizvodnje „mora malo ranije“ početi kako bi se proizvod A u potpunosti proizveo. Zatim se nesmetano kreće na proizvodnju proizvoda B, a potom proizvoda C. Proizvodnja teče ovim redoslijedom: ABC, ABC, ABC. Proizvod C zahtijeva 50% proizvodnog kapaciteta, a druga polovica (ostalih 50% kod proizvoda C) proizvodnog kapaciteta ostaje neiskorištena, dok proizvod A zahtijeva ukupno 150% kapaciteta. Znači, 50% kapaciteta kod proizvodnje proizvoda C ostaje neiskorištenog kapaciteta, tj. tih neiskorištenih 50% (od proizvoda C) može se iskoristi za potpunu proizvodnju proizvoda A (jer proizvod A zahtijeva 150%) i time se dobiva ujednačavanje proizvodnje.



Slika 7: Grafički prikaz „b)“ rješenja (Autor)

Kod **„c)“ rješenja** (Slika 8) postiže se najbolje ujednačavanje proizvodnih kapaciteta. I dalje vrijedi da je za proizvod A potrebno 150% proizvodnog kapaciteta, proizvod B 100% proizvodnog kapaciteta i proizvod C 50% kapaciteta. Ukoliko se poduzeće odluči za **„c)“ tip rješenja**, kod proizvoda A iskoristit će se stvarnih 100% proizvodnog kapaciteta (potrebno je 150 % proizvodnog kapaciteta za proizvod A), a kod ostalih 50% koji je bio u nemogućnosti proizvesti, nadoknadit će se prije početka proizvodnje proizvoda C, jer proizvod C zahtijeva samo 50% proizvodnog kapaciteta što znači da prilikom proizvodnje proizvoda C ostaje 50% neiskorištenog proizvodnog kapaciteta. Proizvod B u potpunosti ispunjava proizvodni kapacitet. **C) rješenje** predstavlja najoptimalniji raspored proizvodnje u odnosu na **a) i b) rješenja**.



Slika 8: Grafički prikaz „c)“ rješenja (Autor)

6. JIDOKA

Jidoku se može definirati kao „automatizaciju s ljudskim dodirom“ [27]. Sakichi Toyoda je izumio stroj za tkanje tkanine koje se je automatski zaustavilo prilikom pucanja konca. To je bio početak otkrića Jidoku metode. Prednost tog izuma bila je mogućnost istovremenog nadziranja više tkalačkih strojeva.

Jidoku je zapravo uvođenje automatizacije u proizvodnju. Prednost Jidoka je da se prilikom proizvodnje obraća pažnja na proizvodnju potpuno ispravnih proizvoda, što pridonosi smanjenju zaliha i većem zadovoljstvu kupaca (zbog ispravnosti proizvoda). Kada je riječ o doprinosu Jidoku-a na zalihe, na kraju proizvodnog procesa će se dobivati potpuno ispravni proizvodi i neće biti potrebe za dodatnim doradama, ali uz smanjenje zaliha smanjit će se i škart proizvodi. Jidoku je zapravo usmjeravanje pažnje na dobivanje potpuno ispravnih proizvoda od početka do kraja proizvodnog procesa, a ne samo na usmjeravanje pažnje na ispravnosti i kvalitetu na kraju proizvodnog procesa, kao što je uobičajeno u tradicionalnom smislu proizvodnje.

Jidoku se sastoji od dva koncepta, a to su:

- Poboljšanja kvalitete proizvoda i proizvodnje (Poka yoke i Andon signalizacije);
- Razdvajanje čovjeka i stroja.

Poboljšanje kvalitete proizvoda i proizvodnje odnosi se na Poka yoke uređaje i Andon signalizaciju. Andon je vizualni i/ili zvučni signal koji upozorava nadležnu osobu da se dogodio problem koji treba otkloniti kako bi proizvodnja dalje tekla nesmetano. Poka yoka je uređaj koji sprečava da se događaju bilo kakve greške prilikom procesa proizvodnje na proizvodima.

Kod razdvajanja čovjeka i stroja, jedan operater ili osoba koja je zadužena za nadgledanje istovremeno nadgleda i opsluživanje više strojeva. Pod opsluživanjem strojeva koje zaposlenik mora uraditi smatra se ručno stezanje i oslobađanje radnog predmeta, ali i pokretanje i zaustavljanje strojeva. Ako se pojavi neki problem prilikom proizvodnje stroj će pomoću andon svijetla, tj. andon ploče obavijestiti osobu koja je nadležna za nadziranje da pristupi stroju na kojem se je pojavila greška i da otkloni kvar. Prilikom obrade koju vrši stroj na proizvodu, ne zahtijeva se ljudska prisutnost, gdje se najbolje uočava „automatizacija s ljudskim dodirom“.

Jidoku se sastoji od dvije važne metode :

- Poka yoke;
- Andon svijetla.

6.1. Poka yoke

Poka yoka je metoda koja sprečava ponavljanje grešaka i slanje loše obrađenih proizvoda u daljnje faze proizvodnje, tj. slanje u slijedeće radne centre. Poka yoke metoda daje veliku sigurnost u kvaliteti i ispravan način obrade koja je prethodila određenoj fazi proizvodnje, ali i daje veliku sigurnost u točnost obrade i kvalitetu potrebnih dijelova koja će preći u sljedeću fazu proizvodnje. Krajnji rezultat Poka yoke metode je proizvodnja finalnog proizvoda s neupitnom kvalitetom, jer kvaliteta proizvoda se kontrolira u svim fazama proizvodnje, a ne samo na kraju. Kada bi se naziv Poka yoke prevodio, glasio bi „izbjegavanje greške“.

Poka yoke uređaj koji treba spriječiti greške i propuste može se izraditi u dva tipa: [1]

- Tip graničnik-stop;
- Tip signala.

Tip graničnik-stop funkcionira tako da se prilikom detektiranja greški zaustavlja, tj. prekida proizvodni proces kako se ne bi neki potreban dio sa greškom poslao u sljedeću fazu proizvodnje, nego se odmah reagira kako bi se otklonila greška. Tip stop pogodniji je u proizvodnji gdje se greške kontinuirano pojavljuju i gdje imaju veliku učestalost ili kada imaju malu učestalost, a greška se ne može riješiti.

Tip signala funkcionira na način ako dođe do neke greške prilikom izrade, aktivira se zvučni ili svjetlosni signal, odnosno on obavještava izvršitelja da je prilikom proizvodnje došlo do greške na proizvodu. Ukoliko izvršitelj ne reagira na zvučni ili svjetlosni signal, proizvod s greškom otići će u sljedeću fazu proizvodnje. Tip signala pogodniji je ako je intenzitet ponavljanja grešaka nizak. S. Shingo u svojoj knjizi „Nova japanska proizvodna filozofija“ [1] navodi kako je prema njegovom mišljenju tip graničnika-stop pouzdanija metoda Poka yoke.

Koraci prilikom izrade Poka yoke uređaja su: [15]

1. Pronaći i opisati grešku;
2. Odrediti stroj na kojem se događa greška i odrediti gdje se te greške otkrivaju;
3. Odrediti zašto dolazi do greške;
4. Kada se otkrije koji je izvor gdje se pojavljuje greška, potrebno je konstruirati Poka yoke uređaj koji bi spriječio ponavljanje grešaka. Pošto Poka yoke uređaj nije univerzalan uređaj, potrebno ga je prilagoditi stroju koji stvara grešku. Poka yoke možda nije univerzalan uređaj koji se može koristiti na svim strojevima, ali sama ideja Poka yoke je univerzalna.

Poka yoke ne stvara samo veće zadovoljstvo menadžmenta zbog otklanja ponavljanja grešaka koje se događaju prilikom proizvodnje i povećanja kvalitete proizvoda, već stvara i veće zadovoljstvo radnika u proizvodnji jer se smanjuje monotonost, zamor i stres prilikom proizvodnje, što može rezultirati većim zadovoljstvom radnika.

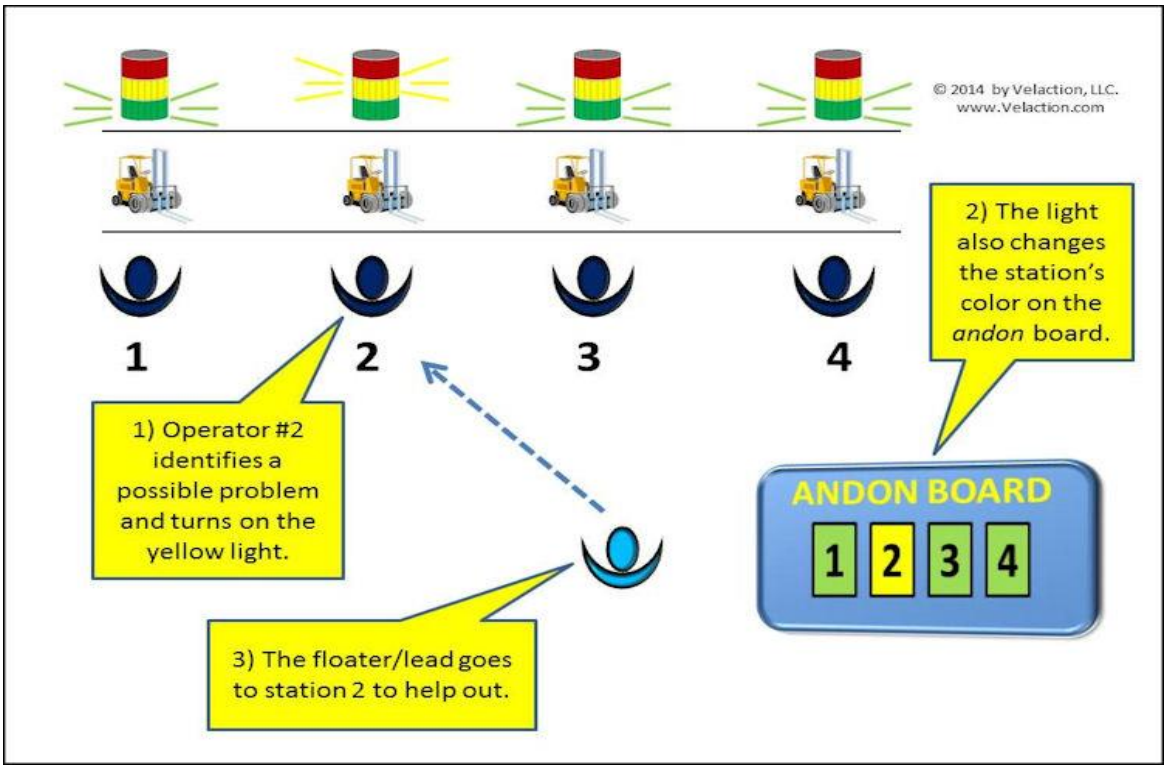
6.2. Andon signalizacija

Andon može biti svjetlosni i/ili zvučni signal koji izvršitelju govori da je prilikom proizvodnje došlo do greške ili kvara koji treba eliminirati. Prilikom proizvodnje može se pojaviti greška. Prilikom pojave greške na stroju, uz stroj se pali andon svijetlo koje obavještava izvršitelja da je došlo do greške ili kvara koji se mora eliminirati. Prilikom gašenja nekog stroja u nekom dijelu proizvodne linije ne gasi se automatski cijela linija, nego se proizvodna linija ugasi na mjestu kvara, a zatim će se s vremenom početi gasiti u ostalim dijelovima linije kad ostanu bez potrebnog materijala. Proizvodna linija ispred također će se ugasiti kada popuni kanban kontejner.

Oznake Andon svijetla:

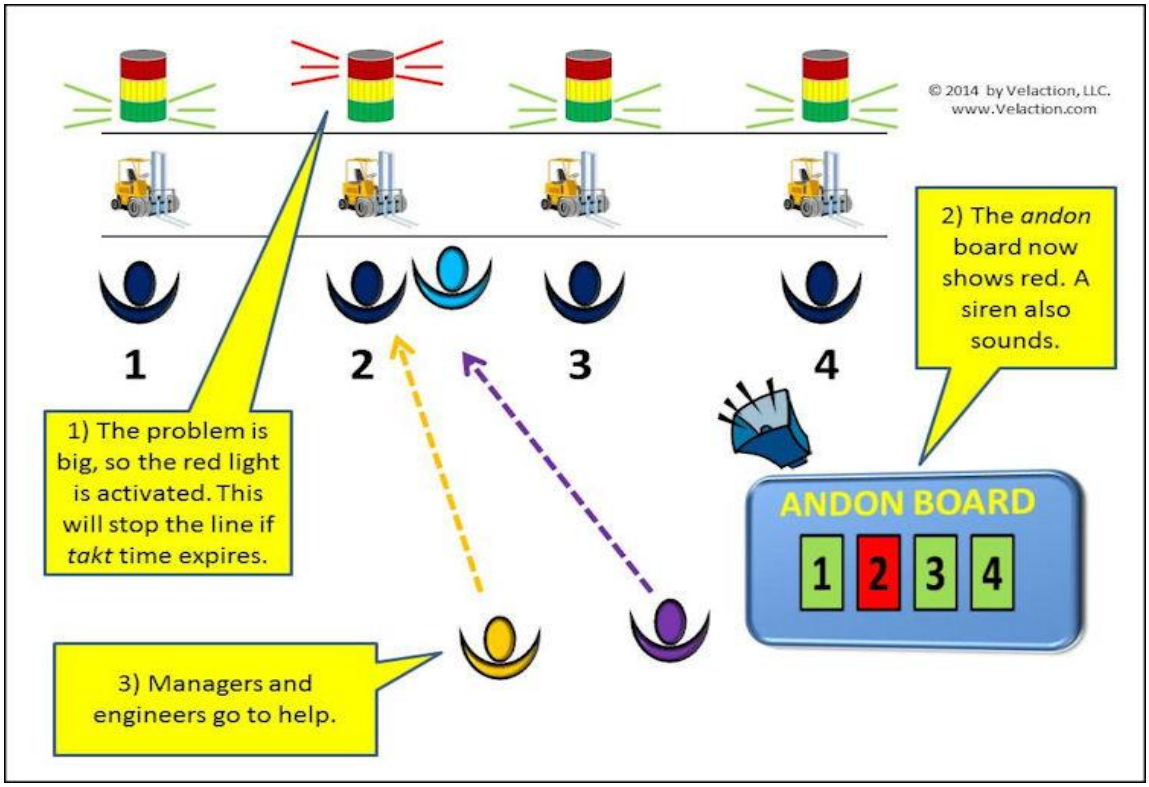
- **Zeleno svijetlo** – proizvodna linija funkcionira normalno bez ikakvih problema (Slika 12);
- **Žuto svijetlo** – upozorava da je došlo do problema i zahtjeva reagiranje nadležne osobe (Slika 9);
- **Crveno svijetlo** – označava da je došlo do problema koji se mora otkloniti kako bi proizvodna linija opet mogla funkcionirati nesmetano (Slika 10; Slika 11).

Na slici 9 uočljivo je da se kod drugog izvršitelja upalilo žuto svjetlo (žuto svjetlo označava da se prilikom proizvodnje dogodila greška ili kvar). Uz paljenje Andon svijetla pored stroja upalilo se i žuto svijetlo na Andon ploči kako bi osoba koja je zadužena za nadziranje učinkovitije mogla nadzirati istovremeno sve procese proizvodnje za koje je zadužena te adekvatno reagirati na mjestu kvara ili stvaranja greške.



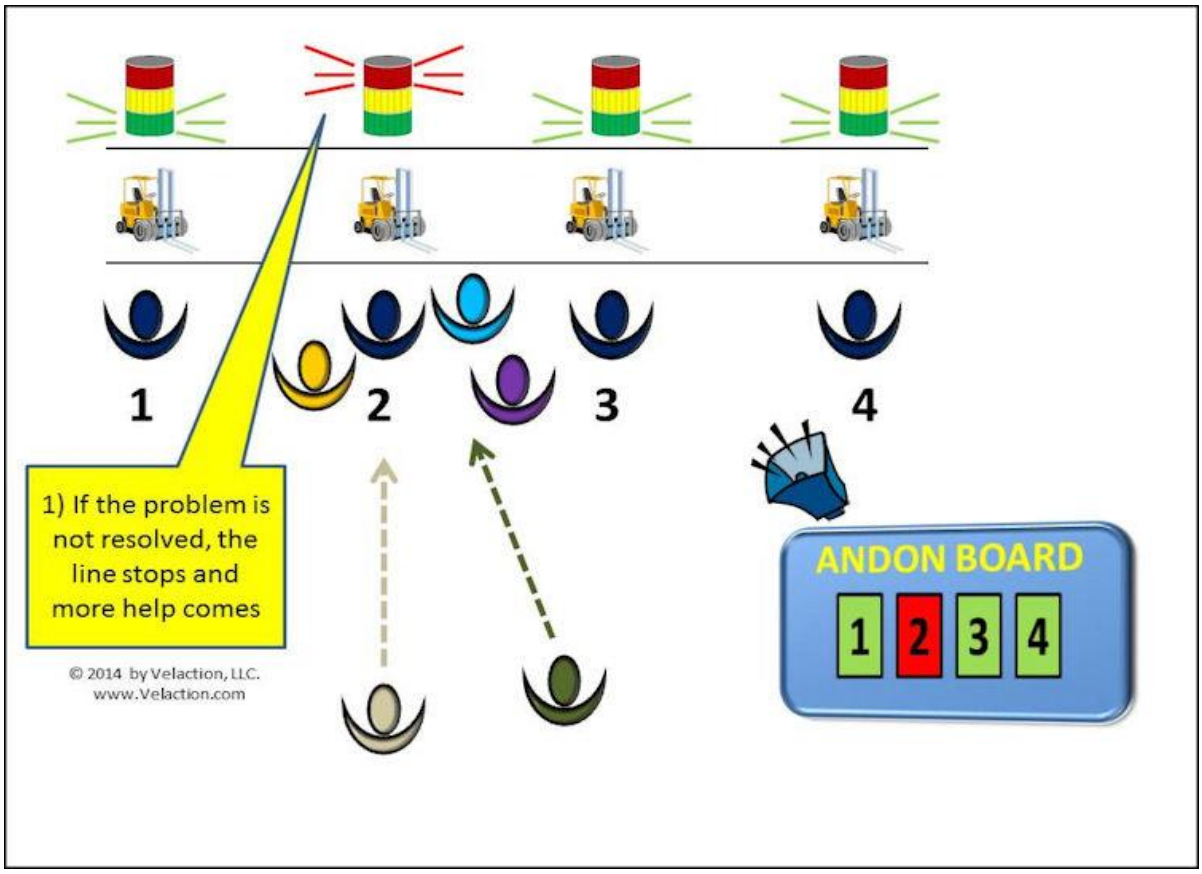
Slika 9: Prikaz uočavanja greške prilikom proizvodnje. [16]

Ako se ne uspije riješiti problem, pali se crveno Andon svijetlo (što znači da se zaustavlja proizvodna linija kao što je prikazano na slici 10). Uz paljenje crvenog Andon svijetla, pali se i zvučna signalizacija. Ukoliko voditelj ne uspije otkloniti kvar, inženjeri pristupaju kvaru kako bi se što prije kvar otklonio.



Slika 10: Prikaz zaustavljanja proizvodne linije. [16]

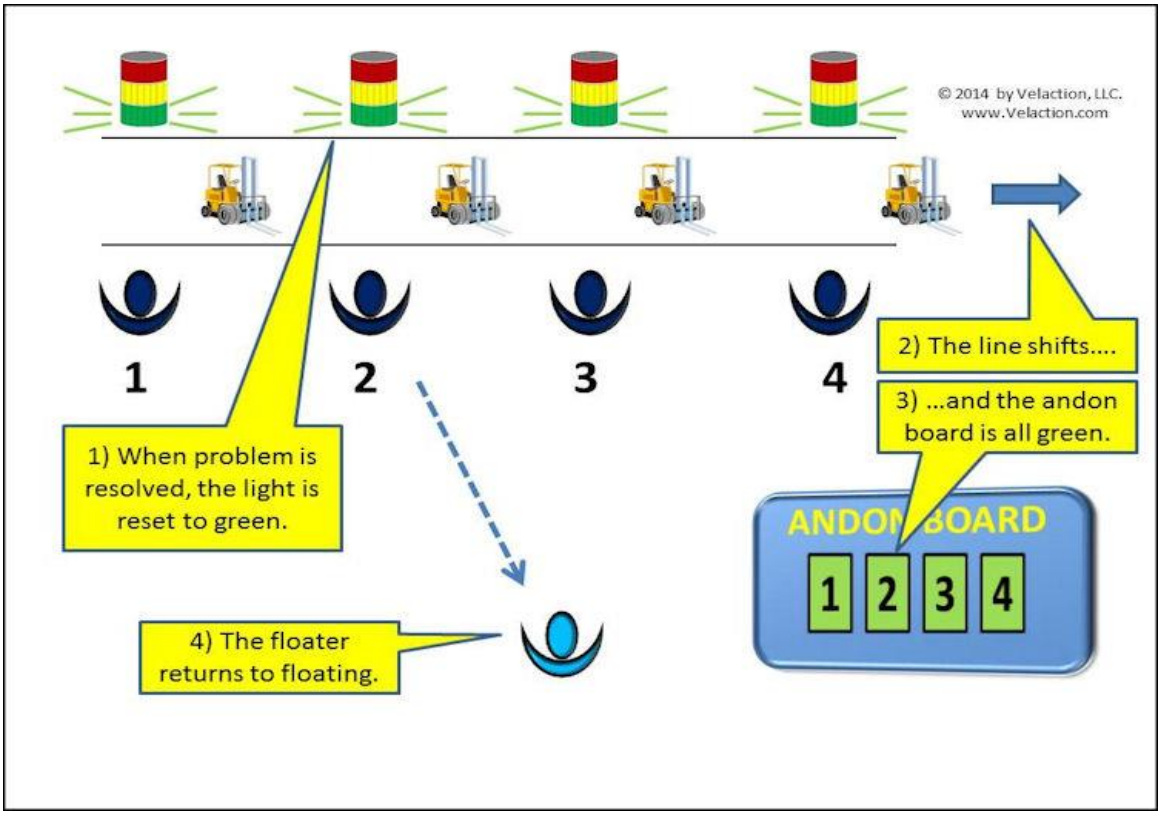
Na 11-oj slici još je uvijek upaljeno crveno svijetlo uz zvučnu signalizaciju, ali također je vidljivo kako voditelj i inženjeri ne uspijevaju otkloniti kvar. Proizvodna linija dalje stoji i pristiže još osposobljenog osoblja kako bi se kvar otklonio.



Slika 11: Prikaz otklanjanja greške ili kvara na proizvodnoj liniji. [16]

.

Slika 12 prikazuje da je problem otklonjen i da proizvodna linije može opet normalno funkcionirati. Pali se zeleno svijetlo koje označava da je problem riješen i gasi se zvučna signalizacija. Zatim se svi vraćaju na svoje početne pozicije.



Slika 12: Prikaz otklonjene greške i pokretanja proizvodne linije. [16]

7. SMED METODA

SMED je metoda koja se bavi problematikom skraćivanja vremena promjene alata i podešavanja strojeva. Prilikom posjeta različitim poduzećima (kao što su: Toyo Kogyo, Mitsubishi Heavy Industries i Toyota Motor Company), Shigeo Shingo [1] se bavio problemom kako skratiti vrijeme promjene alata i podešavanja alata. Prilikom rješavanja problema skraćivanja vremena promjene i podešavanja alata došao je do zaključka da ako se želi skratiti vrijeme (podešavanja i promjene alata), aktivnosti se moraju podijeliti u dvije glavne skupine, a to su: IED aktivnosti i OED aktivnosti, koje su kasnije postale temelj za razvoj SMED metode. IED (Inside Exchange of Die) su sve aktivnosti podešavanja i izmjena alata koje se mogu izvoditi za vrijeme stajanja stroja. OED (Outside Exchange of Die) su sve aktivnosti podešavanja i promjena alata koje se mogu izvršavati kada je stroj upaljen. Shigeo Shingo [1] je u dva navrata uspio racionalizirati vrijeme promjene i podešavanja alata u Toyoti. 1970.g. uspio je smanjiti vrijeme podešavanja alata s 4 sata na 1,5 sat na Scholer preši, tako da je razdvojio IED i OED aktivnosti. Prilikom drugog posjeta Toyotinom postrojenju, Shingo je uspio na zahtjev uprave reducirati vrijeme podešavanja Scholer preše tako da je IED aktivnosti pretvorio u OED aktivnosti i uspio je skratiti vrijeme podešavanja na 9 minuta i 59 sekundi. Tim pothvatom (smanjenje vremena podešavanja na 9 minuta i 59 sekundi) vrijeme se smanjilo na jednoznamenkasti broj minuta te je prema tome metoda dobila ime „Single-digit Minute Exchange of Die“ ili skraćeno SMED.

Prilikom uvođenja SMED metode važno je podijeliti OED i IED aktivnosti, a zatim ih je potrebno razdvojiti. Poslije razdvajanja nužno je pretvoriti, ako je moguće, IED aktivnosti u OED aktivnosti.

Zašto je važna SMED metoda? SMED metoda je važna jer smanjenjem vremena podešavanja i izmjenom alata na strojevima, odnosno povećavanjem kapaciteta tih samih strojeva, povećava se kapacitet proizvodnje proizvoda, bez ulaganja u dodatne strojeve i dodatnu ljudsku snagu koja će vršiti podešavanja i izmjene alata

Provedba SMED metode zahtijeva ovih 8 koraka: [1]

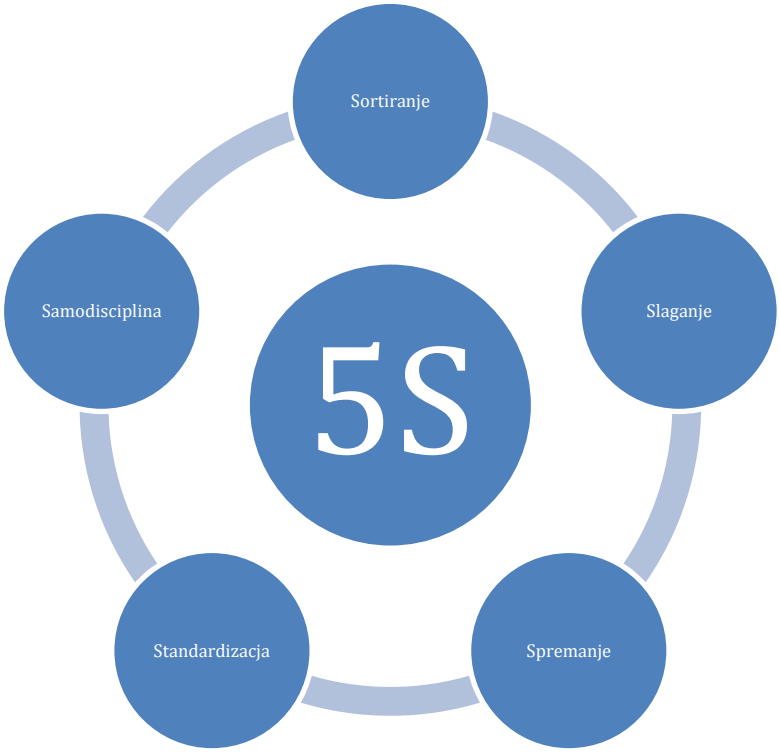
1. Razdvajanje IED i OED;
2. Pretvaranje IED u OED;
3. Funkcionalna standardizacija;
4. Funkcionalni pribori za stezanje;
5. Uporaba prethodno podešenih stega;
6. Paralelne operacije;
7. Eliminiranje podešavanja;
8. Mehanizacija.

1. **Razdvajanje IED i OED** – prvi i najvažniji korak je razdvajanje IED (unutarnje) i OED (vanjske) aktivnosti. IED aktivnosti su aktivnosti koje se vrše na strojevima kada su ugašeni, a OED aktivnosti su aktivnosti koje se vrše kada je stroj upaljen;
2. **Pretvaranje IED u OED** – idući korak koji slijedi je pretvaranje unutarnje aktivnosti u vanjske, kako bi se smanjilo vrijeme stajanja stroja prilikom izmjena i podešavanja alata.
3. **Funkcionalna standardizacija –** pod funkcionalnom standardizacijom podrazumijeva se korištenje standardiziranih alata;
4. **Funkcionalni pribori za stezanje** – u tradicionalnom smislu prilikom pritezanja koristili su se vijci, ali kod njih se javlja problema da je potrebno duže vrijeme za stezanje i otpuštanje alata. Zato se predlaže korištenje standardiziranih stezaljki;
5. **Uporaba prethodno podešenih stega**;
6. **Paralelne operacije –** u postavljanju alata na dva različita mjesta može sudjelovati samo jedan radnik. Ali pri tome dolazi do gubitka vremena pa se tako u ovom koraku paralelnog postavljanja/stezanja alata ipak zahtijevaju najmanje 2 radnika koja mogu istovremeno postavljati/podešavati alat, što dovodi do smanjenja potrebnog vremena za podešavanje i dovodi do veće produktivnosti;
7. **Eliminiranje podešavanja –** kod izmjene alata najbitnije je razdvojiti pozicioniranje od podešavanja. Slijedeći je korak eliminirati podešavanja uporabom čepova, kako bi se dostigao željeni položaj. Kod pozicioniranja je bitno uvesti granične prekidače;
8. **Mehanizacija –** korištenje pneumatskog i hidrauličkog alata za stezanje, koje znatno skraćuje vrijeme podešavanja.

8. 5S METODA

Metoda 5S prikaz je kako bi trebala biti organizirana radna mjesta u proizvodnom procesu, kako bi se povećala produktivnost proizvodnje. Ova metoda služi kako bi se pripremilo sve što je bitno da bi se proizvodnja odvijala bez dodatnog gubitka vremena na traženje onoga što je potrebno i održavanje svog radnog mjesta radi preglednosti istog tog radnog mjesta.

Metoda 5S provodi se u pet različitih faza (Slika 13). Prve tri faze (sortiranje, slaganje i spremanje) predstavljaju osnovu novog izgleda radnog mjesta i radnog okruženja, dok posljednje dvije faze (standardizacija i samodisciplina) utječu na održavanje postignutog. [18]



Slika 13: Grafički prikaza 5S (Prilagođeno prema [18])

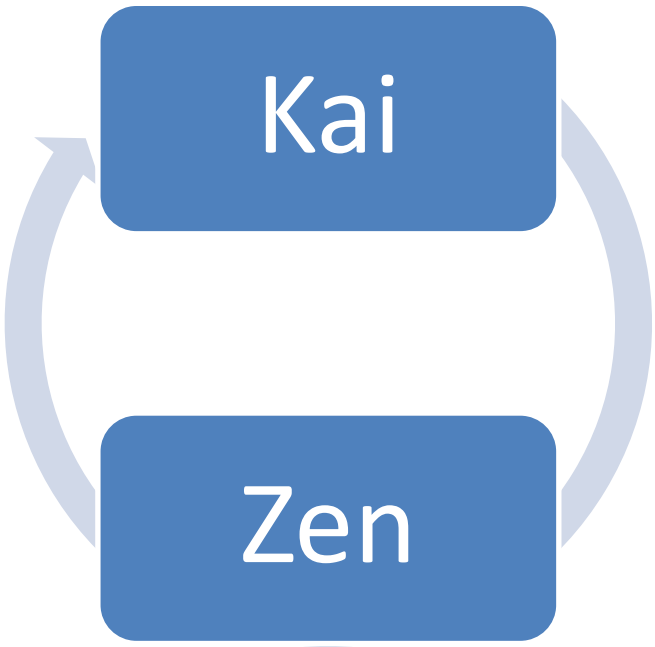
5 koraka od kojih se temelji metoda 5S su:

- **1S – Sortiranje** (jap. Seiri, eng. Sort) je prvi korak prilikom implementacije metode 5S. Prilikom početka rada na radnom mjestu važno je odrediti što je potrebno, a što je nepotrebno za odvijanje zadanog zadatka u procesu proizvodnje. Također je važno ukloniti sve predmete koji nisu potrebni i uzeti predmete koji su potrebni za rad, kako se ne bi „trošilo vrijeme“ na traženje potrebnog pribora za rad;
- **2S – Postaviti na mjesto ili slaganje** (jap. Seiton, eng. Set in order) - kada se završi sortiranje, tj. identificiranje potrebnih i nepotrebnih predmeta, započinje faza slaganja. Slaganje je drugi korak u 5S metodi, koji zahtijeva postavljanje pribora za rad prema potrebnom rasporedu kojim će se potrebni predmeti najčešće upotrebljavati;
- **3S – Spremanje ili čišćenje** (jap. Sesio, eng. Shine) je treći korak koji zahtijeva da se svoje radno mjesto održava čistim (čišćenje radne jedinice prije početka i nakon završetka rada). U tradicionalnoj proizvodnji čišćenje se provodilo samo nakon završetka zadnje smjene ili prilikom inspekcije, dok 5S metoda traži da se na radnom mjestu mora konstantno održavati čistoća i urednost. Osim što je radniku ugodnije raditi u čistom okruženju, stvara se i bolja preglednost radnog mjesta za bilo kojeg posjetitelja;
- **4S – Standardizacija** (jap. Seketsu, eng. Standardize) ili normalizacija su propisani propisi kako se i kojim redoslijedom moraju odvijati neke aktivnosti. Standardizacija traži da se na propisan način točno provedu prvih 3S (sortiranje, slaganje i spremanje);
- **5S – Samodisciplina ili održavanje** (jap. Shituke, eng. Sustain) je „usađivanje/promoviranje 5S radnih navika“ svojim radnicima kao racionalno razmišljanje za organiziranje svojih radnih mjesta koji na kraju pokazuju bolju organiziranost unutar proizvodnog procesa i povećanja produktivnosti proizvodnje.

9. KAIZEN FILOZOFIJA

Poduzeća koja se „protive ulaganjima“ u poboljšanje svojih procesa, proizvoda ili intelektualnog kapitala, odnosno gledaju na ulaganja kao nepotrebno gubljenje vremena i novca, sklona su propastima zbog gubitka konkurentnosti, povećanja škarta, gubitka povjerenja od strane kupaca, itd. Uvođenjem Lean metodologije, tj. Kaizen filozofija govori da je ključno za postizanje što veće konkurentnosti, ali da se pri tome reduciraju troškovi je kontinuirano poboljšanje svih bitnih aktivnosti u poduzećima.

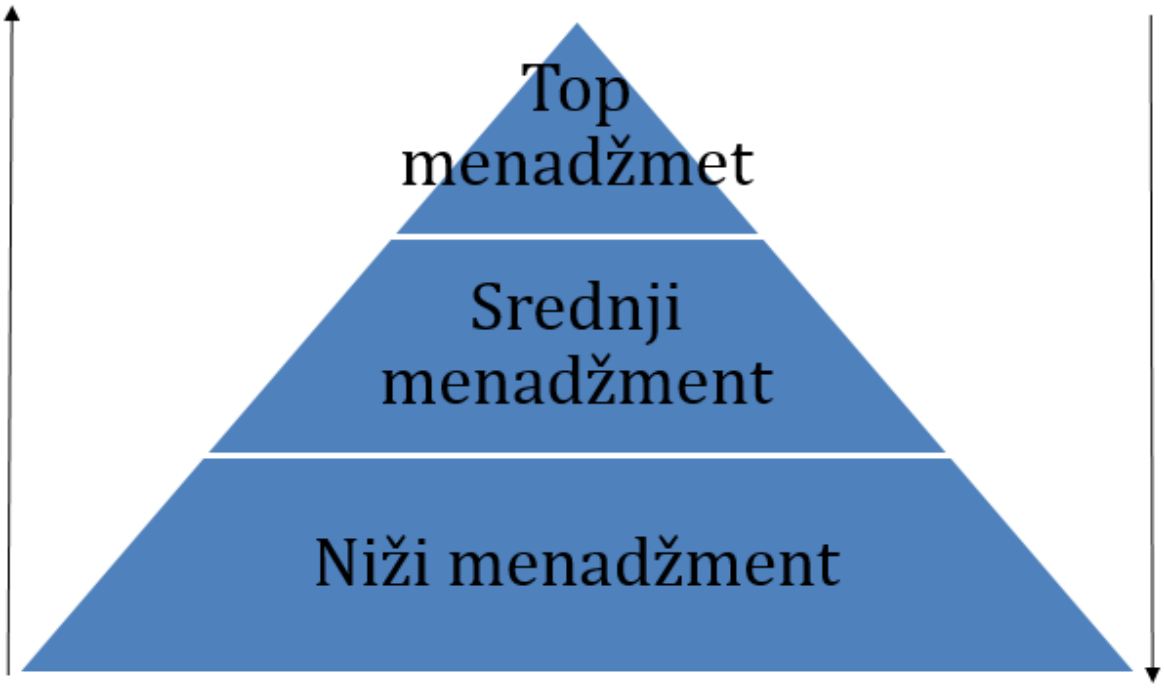
Kaizen filozofija je dobila naziv od japanskih riječi „Kai i Zen“. „Kai“ bi u prijevodu s japanskog označavalo „promjenu“, a „Zen“ bi označavalo „dobro“. Dakle, Kaizen bi u svom punom značenju označavao „kontinuirano poboljšanje“ (neprekidno poboljšanje) koje nikad ne prestaje, nego „tjera“ da se nikad ne smijemo zadovoljiti postojećim stanjem i da se uvijek treba tražiti nešto „bolje“ kako bi se postiglo što veće zadovoljstvo. (Slika 14)



Slika 14: Grafički prikaz Kaizen filozofije (neprekidno poboljšanje)(Autor)

Kaizen se javlja kako bi se eliminirali gubici prilikom proizvodnje, ali prilikom eliminacije gubitaka ne smiju se stvarati novi gubici koji bi rezultirali dodatnim troškovima. Kaizen nisu samo velike promjene, nego su i najmanje promjene koje eliminiraju bilo kakve oblike rasipanja (i„ mala promjena je bolja, nego nikakva promjena“). Ako se neko poduzeće odluči na uvođenje Kaizena, to ne znači da se samo uvedu svi „Lean alati i metode“ i ostave se tako bez daljnjih razmišljanja o poboljšanju. Točnije, ako se uspješno provede Kaizen u poduzeće to ne znači da to poduzeće sada treba stagnirati i ne težiti daljnjem poboljšanju jer time prestaje sama smisao Kaizen filozofije - poboljšanje svega, svugdje i svih bitnih parametara za racionalnu proizvodnju i maksimalno iskorištenje potrebnih resursa za proizvodnju proizvoda tako da se smanje svi oblici gubitaka. Kaizen je filozofija koja se implementira u sve druge „metode i alate“ koji se koriste u Lean metodologiji kako bi se postigla što bolja racionalizacija proizvodnih, logističkih, uslužnih i drugih procesa. Odnosno, kako bi se eliminirali svi gubici/rasipanja, svaka radnja koja proizvodu ne dodaje dodatnu vrijednost, tj. svaka radnja koju kupac nije spreman platiti ili ju ne želi platiti.

Kaizen zahtijeva aktivno uključenje svih sudionika nekog poduzeća kako bi se pridonijelo poboljšanju procesa. Kada je riječ o uspostavljanju Kaizena, ukoliko želimo poboljšanje nekog poduzeća, Kaizen se mora spuštati od top menadžmenta preko srednjeg, do najniže razine menadžmenta i obratno radi povratnih informacija koji se učinci postižu insinuiranjem poboljšanja (Slika 15) . Kaizen počinje od top menadžmenta. Zadatak top menadžmenta je započeti implementaciju Kaizena tako da se Kaizen razmišljanje „spušta“ prema srednjim i nižem menadžmentu, koji dalje prosljeđuju Kaizen poticanje o kontinuiranom poboljšanju samim radnicima. Ali i sami radnici mogu pridonijeti „Kaizen filozofiji“, ukoliko neki radnik smatra da ima neko rješenje da se proizvodni, logistički ili neki drugi procesi još više „optimiziraju“. Taj radnik može istim tim kanalima kojima dobiva poticanje za poboljšanjem od top menadžmenta (kanali od top, preko srednjeg do najnižeg menadžmenta), ali obrnutim smjerom, dati svoj prijedlog poboljšanja (kanali koji putuju od najnižeg menadžmenta, preko srednjeg do top menadžmenta) pa se pri tome ta ideja stavlja na razmatranje koliko je ona prihvatljiva ili realistička (mjerljiva). Bilo da se Kaizen spušta „odozgo prema dolje“ ili „odozdo prema gore“ potrebno je uspostaviti dobru komunikaciju, odnosno potrebna je povratna informacija o provedljivosti i isplativosti bilo kakvih promjena.



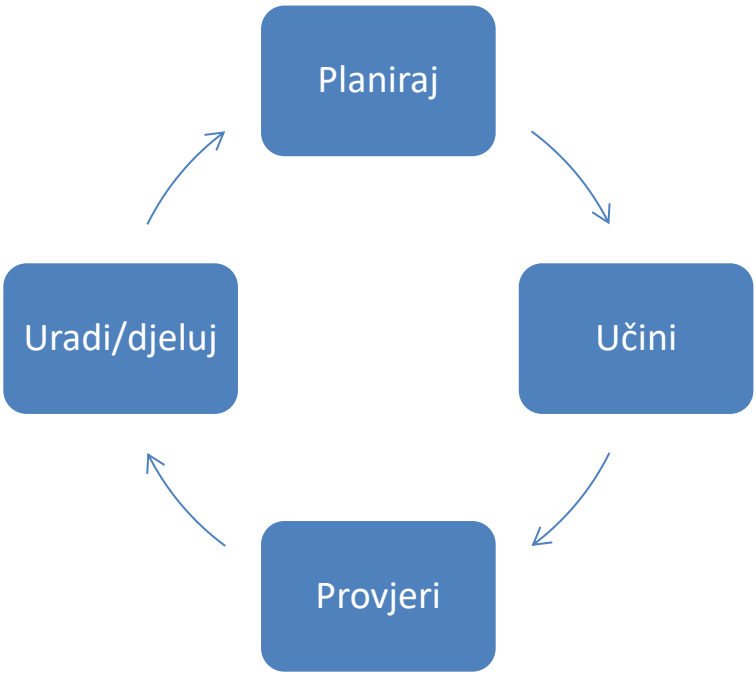
Slika 15: Prikaz implantacije Kaizena u menadžmentu (Autor)

9.1. PDCA krug kontinuiranog poboljšanja

PDCA ili Dermingov krug (Slika 16) služi za provođenje kontinuiranog poboljšanja u poslovanju. PDCA je usko povezan s Kaizen filozofijom. PDCA je skraćenica koja proizlazi iz ovih riječi:

- **Plan (hrv. planiraj) –** planiranje je prvi korak i ujedno je temelj PDCA. Kod planiranja je važno uočiti kakvo je sadašnje realno stanje. Kada se utvrdi realno stanje pristupa se izradi plana koji bi trebao pridonijeti racionalizaciji poslovanja;
- **Do (hrv. učini) –** ako je faza planiranja završila, kreće se u testiranje (pokusnu implementaciju, pilot projekt) aktivnosti koje su se u prethodnoj fazi isplanirale;
- **Check (hrv. provjeri) –** treći korak je usporedba prve i druge faze. Usporedba, odnosno provjera se vrši kako bi se utvrdilo da li se testiranje plana u drugoj fazi podudara s ciljevima koji su postavljeni tijekom planiranja;
- **Act (hrv. uradi/djeluj) –** četvrti ili zadnji korak je korak uvođenja tog plana. Ako se u trećem koraku potvrdi da se testiranje u drugom koraku potvrdilo s planom u prvom koraku (da nema odstupanja prvog i drugog koraka), plan iz prvog koraka se

implementira i standardizira u poduzeću, ali je potrebno educirati zaposlenika kako provoditi taj plan i koji se je realizirao.



Slika 16:Dermigov krug/PDCA krug (Prilagođeno prema [3])

Prilikom korištenja PDCA važno je naglasiti da se niti jedan korak ne smije preskakati jer bi preskakanje moglo loše rezultirati na poslovanje. Primjerice, ako se menadžment odluči da je vrijeme da se poboljša neki proces, proizvod ili neki drugi bitni element, menadžment pomno isplanira kako bi se to poboljšanje moglo provoditi (korak prvi - planiranje), zatim testiraju taj plan (korak 2 – učini), to testiranje „odmah“ implementiraju u proizvodni proces (korak 4 – uradi/djeluj). Greška je učinjena u tome što se zanemario treći (3.) korak, provjeravanje planiranog (korak 1.) i probnog testiranja (korak 2.). Prilikom provjere (trećeg koraka) dobiva se povratna informacija postoje li odstupanja planiranog i testiranog. Zato je važno svaki korak pomno proučiti i pratiti događaju li se kakva odstupanja koja nisu predviđena. Ako se utvrdi da su sva tri prva koraka ispunila svoje zahtjeve, može se krenuti u uvođenje tog poboljšanja u poslovanje (korak 4).

9.2. 5 zašto?

Ako se poduzeću ukaže neki problem, a nepoznat mu je izvor iz kojeg proizlaze rasipanja/gubici, potrebno je postaviti pitanje „zašto?“. Metodom 5 x zašto (eng. 5 way) otkriva se izvor/korijen problema. Prilikom analiziranja izvora nekog problema potrebno je pet (ili više) puta postaviti pitanje „zašto“, kako bi se saznao izvor koji generira neki problem. Ova metoda ne zahtijeva novčane izdatke i spada u jednostavnije alate poboljšanja u Lean metodologiji, ali zahtijeva timski rada i vrijeme da se otkrije neki problem. Prije početka analize izvora problema, potrebno je uočiti problem kojem se traži izvor. Prvi korak je zapisati prvi problem koji je uočen i napisati njegov odgovor, zatim je potrebno postaviti pitanje „zašto?“. U drugom koraku na taj prvi odgovor, potrebno je postaviti pitanje „zašto?“. Zatim je potrebno postavljati pitanje „zašto?“ toliko dugo (nije nužno uvijek ponavljati pitanje „zašto“ pet puta, može se postavljati i više puta) dok se ne pronađe stvarni izvor problema.

Primjer „5 zašto?“:

1. Zašto pada kupovna moć kupca?

-Zbog smanjenja plaće.

2. Zašto poslodavci smanjuju plaće?

- Država povećava poreznu stopu.

3. Zašto država povećava stopu poreza?

- Novac gubi vrijednost (inflacija novca).

4. Zašto novac gubi vrijednost (inflacija)?

-Zbog pada privrednih aktivnosti (recesija)

5. Zašto je državu pogodila recesija i privredne aktivnosti padaju?

- Recesija se događa zbog vanjskog državnog duga.

10. ZAKLJUČAK

Lean metodologija vodi se netroškovnim principom koji glasi „prodajna cijena – troškovi = dobit“. Kako je veća dobit cilj svakog poduzeća kod netroškovnog principa, dobit se povećava eliminiranjem troškova i provođenjem aktivnosti koje dodaju vrijednosti. Smanjenje troškova može se pozitivno odraziti i na samo sniženje krajnjeg proizvoda. Prilikom snižavanja troškova ne smije se sniziti kvaliteta proizvoda, već se naprotiv treba povećati kvaliteta proizvoda što će rezultirati povećanjem zadovoljstva krajnjeg kupca. Lean nije neki alat koji donosi poboljšanje procesa preko „noći“, nego je potreban duži vremenski period za prilagodbu i integriranje u svoje proizvodne, logističke, uslužne i druge procese. Također, Lean je „beznačajan alat“ ako ne postoje pouzdani dobavljači na koje se mora gledati kao pouzdane partnere koji će omogućiti logističku potporu u opskrbi proizvodnje, sirovinama koji su potrebni za proizvodnju, tj. jednostavnije rečeno, oni predstavljaju „produženu ruku proizvodnje“. Prilikom uvođenja Lean metodologije potrebno je uključiti sve zaposlenike od najvišeg menadžmenta do najnižeg ranga u proizvodnji (radnika/zaposlenika) koji izvršavaju zadatke proizvodnje i potrebno je poticati radnike da iznose svoje ideje koje mogu još bolje optimizirati procese koji su nužni za zadovoljenje potreba krajnjih korisnika. Prilikom uvođenja nekih od metoda poboljšanja važna je povratna informacija koja će menadžmentu reći rezultira li uvođenje neke metode ili poboljšavanje neke metode većom racionalizacijom poslovanja.

Cilj Lean metodologije nije postići niti efikasnost niti efektivnost, već je cilj postići „idealno stanje“ (stanje gdje se preklapaju efikasnost i efektivnost). Uz pravilno korištenje „Lean alata, metoda i filozofije“, poboljšanje partnerskih odnosa s dobavljačima sirovina i uvođenjem svih zaposlenika u Lean metodologiju, on može postati „ključ uspjeha“ racionalizacije poslovanja.

11. LITERATURA

[1] S. Shingo: Nova japanska proizvodna filozofija, Beograd, 1985.

[2] R.G. Schroeder: Upravljanje proizvodnjom, Odlučivanje u funkciji proizvodnje četvrto izdanje, Sveučilište Minnesota.

[3] Ž. Kondić: Kvaliteta i metode poboljšanja, Varaždin, 2004.

[4] V. Kondić , M. Piškor (2010): Lean production jedan od načina povećanja konkurentnosti hrvatskih poduzeća na globalnom tržištu, Tehnički glasnik, vol. 4 No. 1-2

[5] http://www.allaboutlean.com/material-flow-arsenal-of-venice/ Pristupljeno:07.06.2017.g.

[6] http://nvaughn.weebly.com/interchangeable-parts.html Pristupljeno:20.08.2017.g.

[7] https://www.lean.org/WhatsLean/History.cfm Pristupljeno:05.05.2017.g.

[8] http://www.nezavisne.com/automobili/auto-novosti/Henri-Ford-covjek-koji-je-omasovio-proizvodnju-automobila/11754 Pristupljeno:05.05.2017.g.

[9] http://www.toyota-global.com/company/history_of_toyota/75years/ Pristupljeno:04.05.2017.g.

[10] http://www.toyota-global.com/company/history_of_toyota/75years/text/taking_on_the_automotive_business/chapter2/section4/item5.html Pristupljeno:04.05.2017.g.

[11] http://www.toyota-global.com/company/history_of_toyota/75years/text/taking_on_the_automotive_business/chapter2/section6/item1.html Pristupljeno:04.05.2017.g.

[12] http://www.toyota-global.com/company/history_of_toyota/75years/text/taking_on_the_automotive_business/chapter2/section7/item1.html Pristupljeno:04.05.2017.g.

[13] http://www.leanuk.org/catalog/products/the-machine-that-changed-the-world.aspx Pristupljeno:01.09.2017.g.

[14] http://world-class-manufacturing.com/takt_time/takt_time.html Pristupljeno:25.05.2017.g.

[15] http://tps-lean-posao.blogspot.hr/2012/11/26-poka-yoke.html Pristupljeno:25.05.2017.g.

[16] http://www.velaction.com/andon-process-summary-infographic/?utm_source=feedburner&utm_medium=twitter&utm_campaign=Feed%3A+GottaGoLean+%28Gotta+Go+Lean+Blog+by+Jeff+Hajek%29 Pristupljeno:05.08.2017.g.

[17] https://www.isixsigma.com/tools-templates/cause-effect/determine-root-cause-5-whys/ Pristupljeno:25.08.2017.g.

[18] http://www.wbc-vmnet.kg.ac.rs/pub/download/138133922471_ur_case_study_5s.pdf Pristupljeno:06.05.2017.g.

[19] http://www.panview.nl/en/lean-production-toyota-3m-model/toyota-3m-model-muda-mura-muri Pristupljeno:14.08.2017.g.

[20] http://www.panview.nl/en/lean-production-toyota-3m-model/finding-muda-waste-your-process Pristupljeno:14.08.2017.g.

[21] http://www.panview.nl/en/lean-production-toyota-3m-model/finding-muri-overburden-your-process Pristupljeno:14.08.2017.g.

[22] http://www.panview.nl/en/lean-production-toyota-3m-model/finding-mura-variation-your-process Pristupljeno:14.08.2017.g.

[23] http://tps-lean-posao.blogspot.hr/2013/04/35-lean-principi-i-redoslijed.html

[24] http://www.cqm.rs/2009/pdf/36/36.pdf Pristupljeno:20.08.2017.g.

[25] https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/20_09_2011__14682_Osnove_menadzmenta-LEAN.pdf Pristupljeno:01.08.2017.g.

[26] https://books.google.hr/books?id=tieF3xg_wOgC&pg=PA247&dq=efikasnost+efektivnost&hl=en&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=efikasnost%20efektivnost&f=false Pristupljeno:01.09.2017.g.

[27] http://www.toyota-global.com/company/vision_philosophy/toyota_production_system/jidoka.html Pristupljeno:24.08.2017.g.

12. POPIS SLIKA

Slika 1: Prikaz protočne proizvodnje (flow production) u Veneciji. [5] 3
Slika 2:Prikaz efikasnosti i efektivnosti (Autor) 8
Slika 3: Shema tradicionalne proizvodnje (Autor) 18
Slika 4: Shema kontinuirane proizvodnje (Autor).....19
Slika 5: Shema; Jednostavni prikaz fizičkih tokova proizvoda od proizvođača do kupca/od dobavljača do proizvođača potrebnih sirovina i prikaz tokova informacija o potrebnim proizvodima od kupca do proizvođača/tj. prikaz toka informacija o potrebnim sirovinama za proizvodnju od proizvođača do dobavljača (Autor) 19
Slika 6: Grafički prikaz „a)“ rješenja (Autor) 26
Slika 7: Grafički prikaz „b)“ rješenja (Autor) 27
Slika 8: Grafički prikaz „c)“ rješenja (Autor) 28
Slika 9: Prikaz uočavanja greške prilikom proizvodnje. [16] 32
Slika 10: Prikaz zaustavljanja proizvodne linije. [16] 33
Slika 11: Prikaz otklanjanja greške ili kvara na proizvodnoj liniji. [16] 34
Slika 12: Prikaz otklonjene greške i pokretanja proizvodne linije. [16] 35
Slika 13: Grafički prikaza 5S (Prilagođeno prema [18]) 38
Slika 14: Grafički prikaz Kaizen filozofije (neprekidno poboljšanje)(Autor).....40
Slika 15: Prikaz implantacije Kaizena u menadžmentu (Autor) 42
Slika 16:Dermigov krug/PDCA krug (Prilagođeno prema [3]).....43