

# Primjena Just in time u proizvodnom procesu

---

Vibovec, Fran

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:454874>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-04**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište  
Sjever**

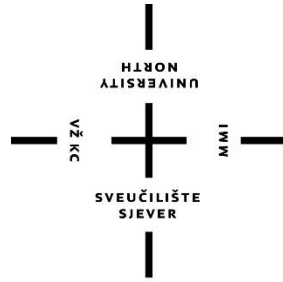
**Završni rad br. 321/PS/2020**

**Primjena Just in Time u proizvodnom procesu**

**Fran Vibovec, 2094/336**

Varaždin, rujan 2020. godine





# Sveučilište Sjever

Odjel za Proizvodno strojarsvo

Završni rad br. 321/PS/2020

## Primjena Just in Time u proizvodnom procesu

**Student**

Fran Vibovec, 2094/336

**Mentor**

Živko Kondić, prof.dr.sc.

Varaždin, rujan 2020. godine

## Prijava završnog rada

### Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za strojarstvo		
STUDIJ	preddiplomski stručni studij Proizvodno strojarstvo		
PRISTUPNIK	FRAN VIBOVEC	MAŠINSKI BROJ	2094/336
DATUM	01.09.2020.	ROLEGIJ	ORGANIZACIJA PROIZVODNJE
NASLOV RADA	PRIMJENA JUST IN TAIME U PROIZVODNOM PROCESU		
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	APPLICATION OF JUST IN TIME IN THE PRODUCTION PROCESS		
MENTOR	prof. dr. sc. Živko Kondić	STATUS	Redoviti profesor
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. doc. dr. sc. Zlatko Botak, predsjednik povjerenstva		
	2. prof. dr. sc. Živko Kondić, mentor, član		
	3. doc. dr. sc. Tomislav Veliki, član		
	4. doc. dr. sc. Matija Bušić, rezervni član		
	5.		

### Zadatak završnog rada

RADI	321/PS/2020
OPIS	

Pristupnik u svom završnom radu treba obraditi sljedeće:

- U uvodnom dijelu završnog rada potrebno je ukratko opisati Lean sustav upravljanja u proizvodnim procesima.
- Opisati osnovne principe funkcioniranja Lean koncepcije u proizvodnim poduzećima, a zatim opisati glavne gubitke (rasipanja) koja se javljaju tijekom realizacije proizvoda.
- Dati prikaz najčešće korištenih tehnika (alata) tijekom primjene Lean koncepcije te posebno opisati Just in Time.
- U praktičnom dijelu rada potrebno na izabranom proizvodnom procesu opisati primjenu alata Just in time. U opisu primjene potrebno je dati numeričke pokazatelje poboljšanja koje je ostvareno.
- U zaključku završnog rada potrebno se kritički osvrnuti na rezultate te ograničenja koja su bila prisutna tijekom izrade rada.

ZADATAK OBRUČEN

11.09.2020.



## **Predgovor**

Izjavljujem da sam ovaj rad napisao samostalno, koristeći znanja i vještine koje sam stekao tijekom studija te navedenu literaturu.

Zahvaljujem se mentoru prof.dr.sc. Živku Kondiću na pomoći i razumijevanju tijekom izrade ovog rada te na trudu i savjetima koji su pridonijeli izradi rada. Također se zahvaljujem direktoru proizvodnje u poduzeću Letina intech d.o.o., Branku Komaru te ostalim zaposlenicima poduzeća na svim informacijama, uloženom trudu i razumijevanju tijekom izrade ovoga rada.

Posebno se zahvaljujem svojoj obitelji i prijateljima na pruženoj potpori te razumijevanju tijekom cjelokupnog obrazovanja.

## **Sažetak**

Tema ovog rada je Lean proizvodnja. U prvom dijelu rada opisane su karakteristike Lean sustava i povijesni pregled razvoja. Zatim je kroz pet osnovnih principa objašnjena osnovna filozofija Lean proizvodnje. Jedan od glavnih ciljeva Lean-a je uklanjanje otpada iz radnih procesa. Opisano je osam vrsta otpada i ponuđena su neka moguća rješenja. Zatim su opisani neki od Lean alata. Neki od alata su: Kaizen, 6S, Kanban, SMED, VSM i JIT. Uz pomoć primjera iz poduzeća Letina intech d.o.o. objašnjena je primjena „Just in time“ Lean alata.

**Ključne riječi: Lean, TPS, Lean principi, rasipanje, Kaizen, 6S, JIT**

## **Popis korištenih kratica**

**TPS (Toyota Production System)** - Toyotin proizvodni sustav

**WIP (Work in progress)** – Radovi u tijeku

**VSM (Value Stream Mapping)** – Usmjeravanje toka vrijednosti

**JIT (Just in time)** – Metoda „upravo na vrijeme“

**SMED (Single-minute exchange of die)** – Jednominutna razmjena matrica



# **Sadržaj**

1. Uvod.....	1
2. LEAN sustav upravljanja.....	2
2.1. Povijest Lean-a.....	2
2.2. Što je to „Lean“? .....	5
2.3. Osnovni Lean principi.....	6
2.3.1. Definiranje vrijednosti.....	7
2.3.2. Lanac vrijednosti .....	7
2.3.3. Tok vrijednosti .....	7
2.3.4. Povlačenje proizvodnje .....	8
2.3.5. Težnja za savršenstvom.....	8
2.4. Rasipanje .....	9
2.4.1. Prekomjerna proizvodnja .....	10
2.4.2. Transport .....	11
2.4.3. Čekanje.....	12
2.4.4. Prekomjerna obrada.....	12
2.4.5. Zalihe.....	13
2.4.6. Nepokretni pokreti.....	14
2.4.7. Škart .....	15
2.4.8. Neiskorišten ljudski potencijal .....	15
2.4.9. Prepoznavanje i uklanjanje.....	16
2.5. Alati Lean menadžmenta.....	17
2.5.1. Kaizen.....	17
2.5.2. 6S Lean alat (5S+1S).....	19
2.5.3. SMED.....	25
2.5.4. Kanban .....	26
2.5.5. VSM .....	27

2.5.6. Just in Time .....	28
3. <i>Praktični dio</i> .....	31
3.1. Općenito o poduzeću .....	31
3.2. Shema organizacije upravljanja i rukovođenja poduzećem .....	32
3.3. Primjena „Just in Time“ Lean alata.....	33
4. <i>Zaključak</i> .....	45
<i>Literatura</i> .....	47
<i>Popis slika</i> .....	49
<i>Popis tablica</i> .....	51

## 1. Uvod

U današnje vrijeme, tržište se više nego ikad mijenja i postaje sve zahtjevnije. U tim su uvjetima tvrtke suočene s velikim pritiscima i prijetnjama, dok se u isto vrijeme otvaraju ogromne mogućnosti koje pokušavaju uočiti i iskoristiti. Troškovi obilježavaju suvremeno poslovanje, stoga je smanjenje troškova najvažniji cilj svakog poduzeća. Uz smanjenje troškova najbitniji dio poslovanja je i poboljšanje kvalitete cijelog procesa.

Konkurencija je danas ta koja određuje pravila igre, stoga se poduzeće mora potruditi kako bi mi bilo na samome vrhu. Taj položaj osigurava opstanak na tržištu i profit. Osigurati poziciju lidera je najteži posao u poslovnom svijetu i malobrojne tvrtke to uspijevaju. Kad postanete lider na tržištu trebate se svim silama boriti da tu i ostanete. Da bi ostali na vrhu potrebno je dobro postaviti ciljeve poduzeća, iz čega proizlazi strategija. Strategija tvrtke ovisi o unutrašnjoj i vanjskoj okolini poduzeća. Tržište, dobavljači, kupci, konkurencija spadaju u vanjsku okolinu i ona je jako promjenljiv i neizvjestan faktor. Dok su proizvodni sustav, ljudski resursi, marketing itd. unutrašnja okolina kojoj bi se svaka tvrtka trebala okrenuti, analizirati i poboljšati.

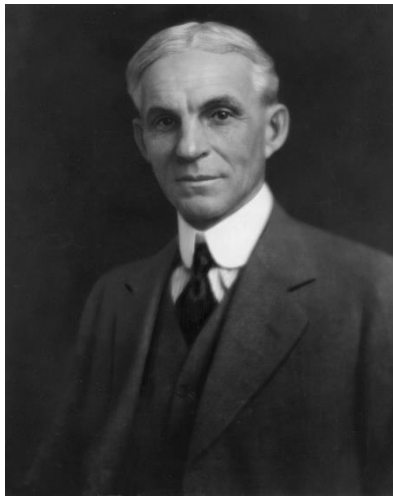
Neka od uobičajenih rješenja kao što su optimiranje i poboljšanje individualnih procesa u poduzeću neće promijeniti situaciju jer će se problemi ponovo pojaviti. Menadžeri bi trebali shvatiti da promjena treba obuhvatiti cijelo poduzeće i da mora biti prisutna u svakom dijelu organizacije. U provođenje promjena moraju se uključiti vrhovni menadžment, srednja i poslovna razina menadžmenta kao i svi zaposlenici i vanjski suradnici. Promjena se ne provodi individualno nego u cijelosti obuhvaća poduzeće i jedino se na taj način mogu ostvariti pozitivni rezultati u poslovanju.

## 2. LEAN sustav upravljanja

### 2.1. Povijest Lean-a

Pojam Lean u povijesti se prvi put pojavljuje 1574. u zapisima kralja Henrya III. gdje je opisano montiranje galije pomoću kontinuiranog toka proizvodnje unutar jednog sata.

Za razumijevanje povijesti Lean proizvodnje trebamo se vratiti na početak moderne proizvodnje. Prvi veliki korak za razvoj Lean proizvodnje učinio je Henry Ford (Slika 1.). Henry Ford bio je prvi koji je integrirao proizvodni sustav koji proizvodi velike količine standardiziranih proizvoda i nazvao ga je masovna proizvodnja. Koristio je masovnu proizvodnju kako bi smanjio izradu dijelova svojih vozila s nekoliko sati ili dana na nekoliko minuta. Masovna proizvodnja je za razliku od zanatske isporučivala savršeno sklopljene dijelove koji su bili zamjenjivi. Uz to osmislio je pokretnu traku na liniji za sastavljanje automobila koja je proizvodnju činila bržom i omogućila neprekidno kretanje elemenata kroz proizvodni proces. Proces je bio vrlo uspješan i omogućio da Ford Motor Company proizvede više od 15 milijuna automobila Model T između 1908. i 1927.



*Slika 1. Henry Ford [1]*

1926. Sakichi Toyoda osnovao je Toyota Automatic Loom Works. Nekoliko godina kasnije tvrtka je promijenila ime u Toyota i započela s proizvodnjom automobila. 1950. Sakichijev nećak Eiji, sudjelovao je u tromjesečnom posjetu Fordovoj tvornici u Dearbornu u Michiganu. U to vrijeme je Dearborn bio najveći Fordov proizvodni pogon. Proizvodio je oko 8000 automobila dnevno dok je Toyota godišnje proizvodila samo 2500 automobila.

Po povratku iz Dearborna, Eiji Toyoda je proučavao Fordov proizvodni sustav i shvatio da Toyota ne može koristiti sustav masovne proizvodnje koji koristi Ford jer je japansko tržište bilo premalo i preraznoliko za masovnu proizvodnju. Fordov sustav bio je usredotočen na

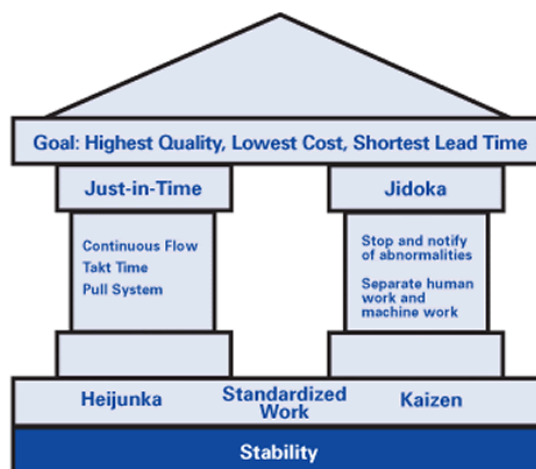
količinu proizvodnje umjesto na želje kupaca dok je japansko tržište zahtijevalo sve od kompaktnih do najluksuznijih automobila.

Kiichiro Toyoda (Slika 2.), jedan od najzaslužnijih ljudi za Lean proizvodnju te sin osnivača Toyota Automatic Loom Worksa i drugi iz Toyote počeli su surađivati s Taiichijem Ohnoom na razvoju novog načina proizvodnje. Zaključili su da strojevi za ispravno određivanje veličine potrebnog volumena i samo nadgledavanje mogu učiniti proizvodnju bržom, kvalitetu većom, troškove nižim i najvažnije raznovrsnost većom. Došli su do nekoliko novih ideja za poboljšavanje proizvodnje i te su ideje poznate kao „Toyotin proizvodni sustav“.



Slika 2. Kiichiro Toyoda [2]

TPS je uspostavljen na temelju dva koncepta kao što je prikazano na slici 3. Prvi se zove „Jidoka“ ili „automatizacija ljudskim dodirom“ što znači da se pri pojavi problema proces odmah zaustavlja sprječavajući neispravnost proizvoda. Drugi je koncept „Just in time“ u kojem svaki pojedini proces proizvodi samo to što je potrebno sljedećem procesu u neprekidnom toku.



Slika 3. TPS [3]

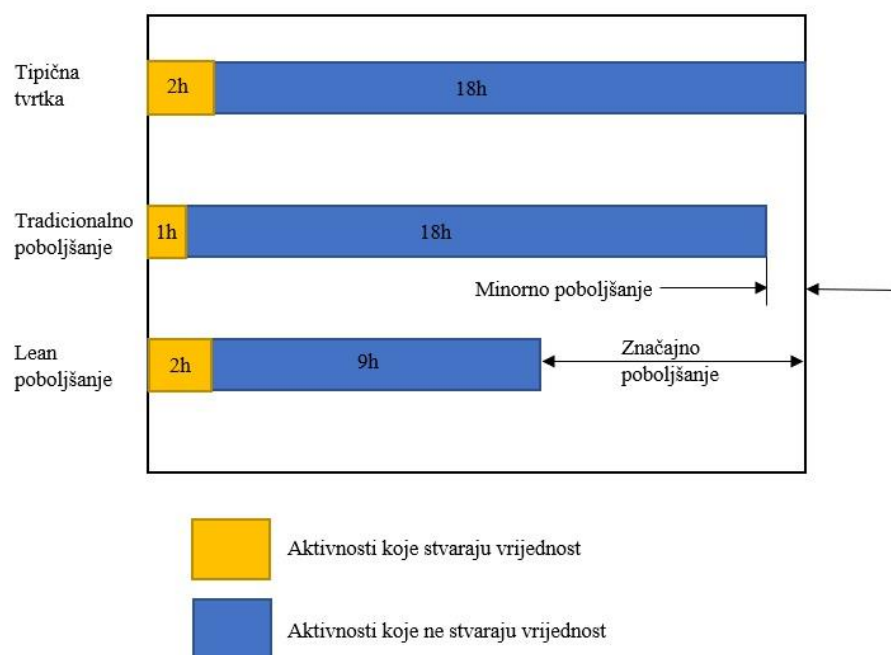
Toyota se početkom 80-ih probila na jedno od vodećih mjesta u automobilske industriji i potaknula znanstvenike američkog MIT-a na istraživanje o Toyotinom pristupu proizvodnji, upravljanju procesima i odnosima s kupcima. Jim Womack, voditelj skupine znanstvenika je za Toyotin način upotrijebio termin Lean što znači „vitak“ iz čega je nastala Lean proizvodnja.

Danas je Toyota postala najbolji svjetski model za uspješno postizanje vitke proizvodnje. Primjenom Leana, odnosno smanjenjem troškova proizvoda, poboljšanjem kvalitete i skraćivanjem vremena od narudžbe do isporuke, oni su došli na prvo mjesto u automobilske industriji po broju prodanih automobila širom svijeta.

## 2.2. Što je to „Lean“?

Lean je koncept učinkovite proizvodnje koja je proizašla iz Toyotinog proizvodnog sustava sredinom 20. stoljeća. Temelji se na filozofiji definiranja vrijednosti sa stajališta kupca i stalnog usavršavanja načina isporuke vrijednosti, eliminirajući korištenje resursa koji rasipa ili ne doprinosi cilju vrijednosti. Lean je usredotočen na očuvanje vrijednosti uz manje rada, s krajnjim ciljem pružanja savršene vrijednosti kupcu kroz savršen postupak stvaranja vrijednosti koji ima minimalno otpada. To se postiže poticanjem svakog pojedinog radnika da ostvari svoj puni potencijal i na taj način da što veći doprinos. [3]

Usporedba između tradicionalnog i Lean poboljšanja prikazana je na slici 4.



Slika 4. Usporedba tradicionalnog i Lean poboljšanja

Primjenom Lean-a postiže se: [4]

- pravovremenost isporuke,
- fleksibilnost i pripravnost na zahtjeve tržišta,
- smanjenje kapitala vezanog u zalihama,
- poboljšanje protočnosti procesa,
- eliminacija aktivnosti koje ne dodaju vrijednost,
- bolja iskorištenost prostornih resursa,
- bolja iskorištenost ljudskih resursa,

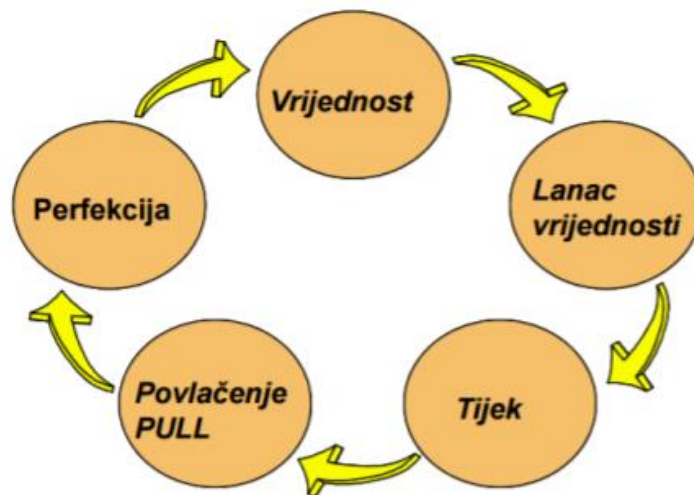
- neprestano povećanje znanja,
- promjena kulture organizacije,
- poboljšanje kvalitete i zadovoljstvo kupca,
- poboljšanje organizacije rada i zadovoljstvo zaposlenika,
- brže postizanje operativne izvrsnosti.

### 2.3. Osnovni Lean principi

Principi su prvi put predstavljani 1991. godine u knjizi „The machine that changed the World“ čiji su autori bili James P. Womack, Daniel T. Jones i Daniel Roos. Oni su proučavali nekoliko proizvodnih sustava i napisali knjigu na temelju svojih opažanja u Toyoti.

Pet osnovnih principa koje su predstavili su (Slika 5.):

- definiranje vrijednosti,
- lanac vrijednosti,
- tok vrijednosti,
- povlačenje proizvodnje i
- težnja za savršenstvom.



Slika 5. Osnovni Lean principi [5]



### **2.3.1. Definiranje vrijednosti**

Da bi bolje razumjeli prvo načelo definiranja vrijednosti kupca, važno je razumjeti što je vrijednost. „Vrijednost je ono što je kupac spreman platiti.“ Međutim, u većini slučajeva tvrtke su te koje nude ono što njima odgovara i tako zanemaruju želje kupaca te ih stavljaju u drugi plan. Takav način razmišljanja tvrtke direktno ograničava kvalitetu proizvoda. Dolazi do nezadovoljstva kupaca i njihovom okretanju ka konkurentnim proizvodima i uslugama koje su kvalitetnije te više prilagođene njihovim potrebama i željama. Stoga je važno razumjeti kako kupci percipiraju proizvode ili usluge koje pružamo te pokušati definirati vrijednost s tog aspekta. Definiranje vrijednosti predstavlja polaznu točku učinkovite proizvodnje i poslovanja. Najvažnije je otkriti stvarne i prikrivene potrebe kupca. Ponekad kupci ne znaju što žele i nisu u mogućnosti to predočiti. To je uobičajeno kada su u pitanju novi proizvodi i tehnologije. Tada se koriste mnoge tehnike poput intervjua, anketa, demografskih informacija i web-analiza koje mogu pomoći u otkrivanju onoga što kupac smatra vrijednim. Korištenjem ovih kvalitativnih i kvantitativnih tehnika možete otkriti što kupci žele, kako isporučiti proizvod ili uslugu i cijenu koju si mogu priuštiti.

### **2.3.2. Lanac vrijednosti**

Drugi Lean princip je identificiranje i mapiranje lanca vrijednosti. U ovom koraku je cilj upotrijebiti kupčeve vrijednosti kao referentne točke i definirati sve aktivnosti koje doprinose tim vrijednostima. Aktivnosti koje krajnjem korisniku ne donose vrijednost smatraju se otpadom. Otpad se može razvrstati u dvije skupine. Prva skupina otpada je „neprocjenjiva dodana, ali potrebna i bez vrijednosti“ i nju bi trebalo smanjiti u najvećoj mogućoj mjeri. Druga skupina je „nepotrebna“ odnosno „čisti otpad“ i treba ju odmah eliminirati. Smanjenjem i uklanjanjem nepotrebnih procesa ili koraka možete osigurati da kupci dobiju ono što im je potrebno, a istovremeno smanjujete proizvodne troškove tog proizvoda ili usluge.

### **2.3.3. Tok vrijednosti**

Nakon uklanjanja otpada iz vrijednosnog toka, potrebno je osigurati da preostali koraci teku nesmetano, bez prekida ili odgađanja. Potrebno je preoblikovati preostale korake i pripadajuće aktivnosti s ciljem ujednačenog i neometanog toka procesa proizvodnje. To uključuje reorganizaciju proizvodnog pogona, odnosno ljudi i proizvodne opreme. Neke

strategije za osiguravanje nesmetanog odvijanja aktivnosti dodavanja vrijednosti uključuju rekonfiguriranje proizvodnih koraka, izravnavanje radnog opterećenja, stvaranje višefunkcionalnih odjela i osposobljavanje zaposlenika da budu višestruko kvalificirani i prilagodljivi. To može biti jedan od najvećih izazova za implementaciju Lean programa. Međutim, to će također dovesti do ogromnih dobitaka u produktivnosti i učinkovitosti, ponekad čak i do 50-postotnog poboljšanja.

#### **2.3.4. Povlačenje proizvodnje**

Proizvodi i oprema u skladištu se smatraju jednim od najvećih otpada u bilo kojem proizvodnom sustavu. Cilj sustava je ograničiti zalihe i rad u procesu, istovremeno osiguravajući dostupnost potrebnih materijala i informacija za nesmetani tijek rada. Drugim riječima, sustav koji se temelji na povlačenju omogućava pravovremenu isporuku i proizvodnju proizvoda upravo na vrijeme kad su potrebni i samo u potrebnim količinama. Sustav temeljen na povlačenju uvijek izrađuju ono što krajnji kupac zahtjeva. Prateći tok vrijednosti i radeći unatrag kroz proizvodni sustav, možemo osigurati da proizvedeni proizvodi zadovolje potrebe kupaca.

#### **2.3.5. Težnja za savršenstvom**

Ispunjenjem prva četiri koraka je odličan početak, ali peti korak je najvažniji. Preusmjeravanje razmišljanja i poboljšanje procesa treba postati dio politike tvrtke. Svaki zaposlenik trebao bi težiti savršenstvu dok isporučuje proizvode na temelju potreba kupca. Tvrtka bi trebala biti organizacija koja svakodnevno uči i uvijek pronalazi načine da svaki dan dolazi do poboljšanja. Stručnjaci koji proučavaju Lean proizvodnju kažu da proizvodnja nije vitka sve dok barem desetak puta nije prošla mapiranje vrijednosti.

## 2.4. Rasipanje

Jedan od ciljeva Lean-a je uklanjanje otpada iz radnih procesa. Otpad je svaka radnja ili korak u procesu koji kupcu ne dodaje vrijednost. Drugim riječima, otpad je svaki postupak koji kupac ne želi platiti. [6]

Izvornih sedam otpada prikazanih na slici 6. razvio je Taiichi Ohno, glavni inženjer u Toyoti. Sedam otpada su: prekomjerna proizvodnja, transport, čekanje, prekomjerna obrada, zalihe, nepokretni pokreti i škart. Osmo rasipanje koje je također prikazano na slici 6., neiskorišten ljudski potencijal uvedeno je u 1990-ima, kada je u zapadnom svijetu usvojen Toyotin proizvodni sustav.



*Slika 6. 8 vrsta rasipanja [6]*

### 2.4.1. Prekomjerna proizvodnja

Prekomjerna proizvodnja (Slika 7.) nastaje prilikom izrade proizvoda ili dijelova proizvoda prije nego što se to traži ili zahtjeva. Možda je privlačno proizvesti što više proizvoda kada ima slobodnog vremena za radnike ili opremu. Međutim, umjesto da se proizvodi po filozofiji „Just in time“, način rada „Just in case“ dovodi do niza problema, uključujući sprečavanje nesmetanog rada, veće troškove skladištenja, skrivanje nedostataka unutar WIP-a, što zahtjeva više kapitalnih izdataka za financiranje proizvodnog procesa. Uz to, prekomjerna proizvodnja povećava vjerojatnost da proizvod ili količine proizvedenih proizvoda prelaze zahtjeve kupca.

Prekomjerna proizvodnja postaje veliki problem zbog neprodanih zaliha i ostalih pratećih reakcija koje idu sa njom: [7]

- dodatne zalihe,
- dodatno rukovanje zalihami,
- dodatni prostor,
- dodatni strojevi i oprema,
- dodatni škart,
- dodatni zaposlenici i
- dodatna dokumentacija.



*Slika 7. Prekomjerna proizvodnja [6]*

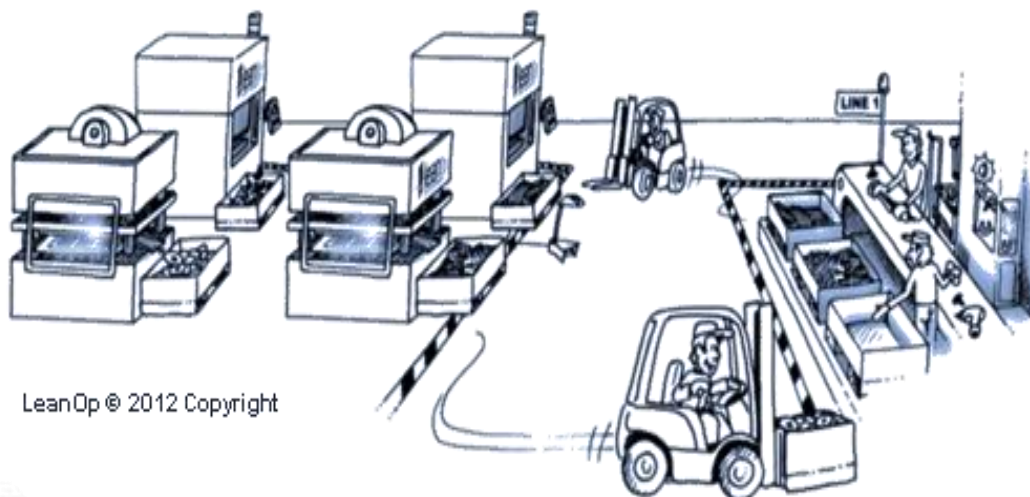
Postoje tri rješenja za prekomjernu proizvodnju. Prvo, korištenjem „Takt time“ koji osigurava da su brzine izrade između stanica jednake. Drugo, smanjenje vremena postavljanja koje omogućava proizvodnju malih serija. Treće, pomoću povučenog ili „Kanban“ sustava pomoću kojeg možete kontrolirati količinu WIP-a.

#### 2.4.2. Transport

Otpad u prijevozu prikazan na slici 8. uključuje kretanje ljudi, alata, opreme ili proizvoda dalje nego što je potrebno. Prekomjerno kretanje alata može dovesti do oštećenja proizvoda i kvarova. Prekomjerno kretanje ljudi i opreme može dovesti do nepotrebnog rada, iscrpljenosti i većeg habanja.

U tvornici bi materijali potrebni za proizvodnju trebali biti lako dostupni na mjestu proizvodnje, a dvostruko ili trostruko rukovanje materijalima treba izbjegavati.

Neke od protumjera za prekomjerni transport je uključivanje proizvodne linije u obliku slova U i stvaranje protoka između procesa.



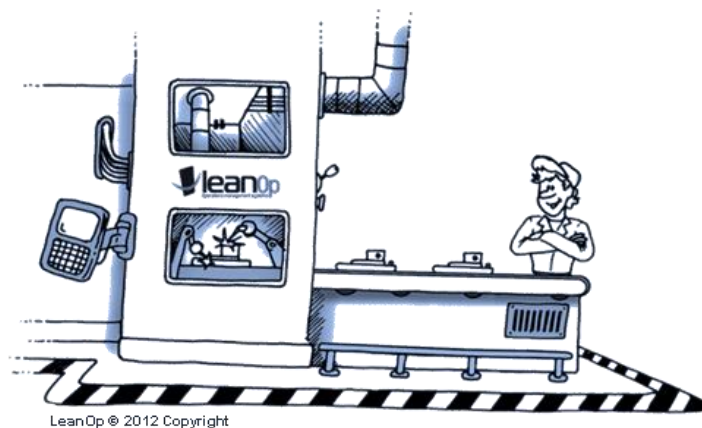
Slika 8. Transport [6]

### 2.4.3. Čekanje

Gubitci zbog čekanja uključuju: ljude koji čekaju materijal ili opremu i praznu opremu. Vrijeme čekanja često je uzrokovano neravnomjernošću u proizvodnim stanicama te može rezultirati viškom zaliha i prekomjernom proizvodnjom.

U proizvodnom pogonu otpad čekanja (Slika 9.) može uključivati čekanje materijala, čekanje odgovarajućih uputa za početak proizvodnje i opremanje nedovoljnog kapaciteta.

Neke protumjere za čekanje uključuju: osmišljavanje procesa za osiguravanje neprekidnog protoka ili jednodijelnog protoka, izravnavanje radnog opterećenja korištenjem standardiziranih radnih uputa i razvoj fleksibilnih multi kvalificiranih radnika koji se mogu brzo prilagoditi radnim zahtjevima.



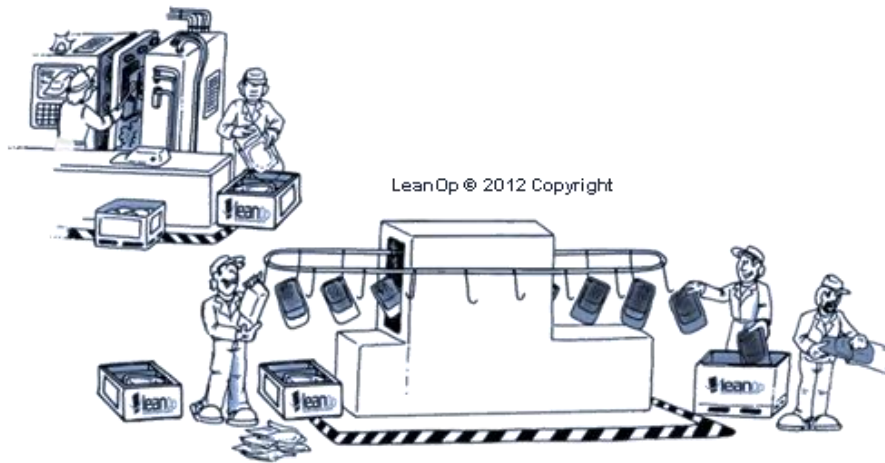
Slika 9. Čekanje [6]

### 2.4.4. Prekomjerna obrada

Prekomjerna obrada koja je prikazana na slici 10. se odnosi na višak posla, dodavanje viška komponenti ili koraka u proizvod ili uslugu od onoga što kupac zahtjeva.

U proizvodnji to uključuje upotrebu veće preciznosti opreme nego što je to neophodno, korištenje komponenti s većim kapacitetom nego što je to potrebno, prekomjerno konstruiranje rješenja, prilagođavanje komponente nakon što je ona već instalirana i višak funkcionalnosti proizvoda nego što je to potrebno.

Najjednostavniji način suzbijanja prekomjerne obrade je razumijevanje radnih zahtjeva kupca. Uvijek treba imati na umu zahtjeve kupca prije nego što započnete s radovima, proizvodite do razine kvalitete i očekivanja koju kupac želi te napravite samo potrebne količine.



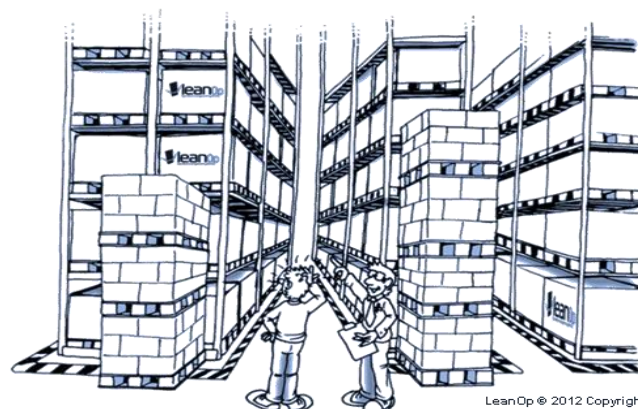
*Slika 10. Prekomjerna obrada [6]*

#### **2.4.5. Zalihe**

Višak zaliha nego što je potrebno može dovesti do problema koji uključuju: nedostatak proizvoda ili oštećenje materijala, veće vrijeme trajanja proizvoda, neefikasnu raspodjelu kapitala i probleme skrivene u zalihama. Višak zaliha može biti uzrokovan pretjeranom kupnjom materijala, pretjeranom proizvodnjom u tijeku (WIP) ili viškom proizvoda nego što je kupcu potrebno. Prekomjerne zalihe sprječavaju otkrivanje problema vezanih za proizvodnju jer se nedostaci imaju vremena nakupiti prije nego što se otkriju.

Zalihe u proizvodnji uključuju pokvarene strojeve koji stoje, dodatni materijali koji zauzimaju radni prostor npr. kao na slici 11. i gotove proizvode koji se ne mogu prodati.

Za smanjenje zaliha je potrebno: kupovati sirovine samo kada je potrebno i točno onoliko koliko je potrebno, smanjenje međuspremnika između proizvodnih koraka i stvaranje sustava čekanja za sprječavanje prekomjerne proizvodnje.



*Slika 11. Zalihe [6]*

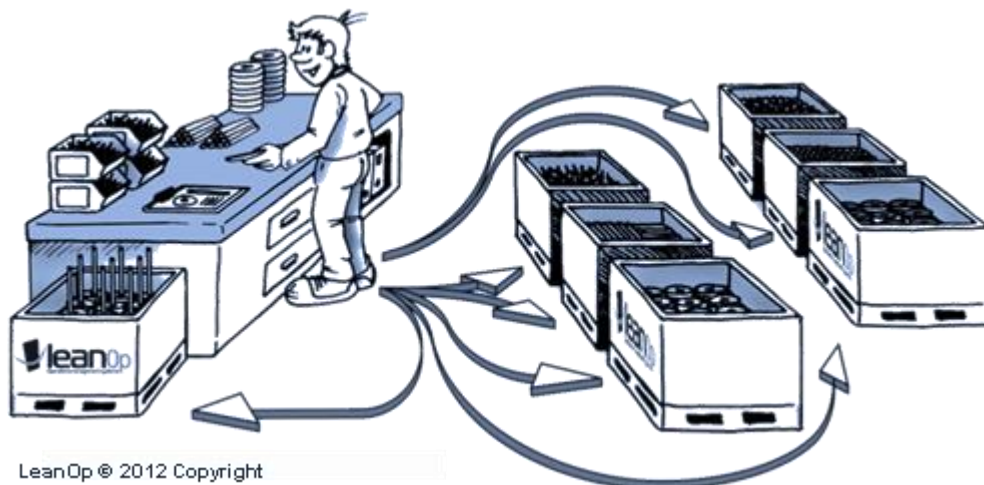
### 2.4.6. Nepokretni pokreti

Otpad u pokretu uključuje svako nepotrebno kretanje ljudi, opreme ili strojeva. To uključuje dizanje, hodanje, savijanje, dostizanje, istezanje i kretanje. Zadaće koji zahtijevaju prekomjerno kretanje trebalo bi redizajnirati kako bi se poboljšao rad osoblja i povećala razina zdravlja i sigurnosti.

U proizvodnji to uključuje sva kretanja koja se ponavljaju, a ne dodaju vrijednost korisniku, štetna da bi se uzeo materijal ili alat, posezanje za materijalima i prilagođavanje komponente nakon što je ugrađena. (Slika 12.)

Neke protumjere od beskorisnog kretanja uključuju osiguravanje dobro uređenog radnog prostora, postavljanje opreme u blizini mjesta proizvodnje i postavljanje materijala na ergonomski položaj kako bi se smanjilo istezanje i naprezanje.

Pokret  $\neq$  Rad



Slika 12. Nepokretni pokreti [6]



### 2.4.7. Škart

Škart je proizvod ili dio proizvoda kojemu nedostaju potrebne tehničke karakteristike i kvalitete te koji ne udovoljava proizvodnoj namjeni. [8]

Škart nastaje kad proizvod nije sukladan za upotrebu. To obično rezultira preradom ili odlaganjem proizvoda prikazanom na slici 13. Obje solucije dovode do dodatnih troškova jer su potrebne dodatne operacije koje kupcu ne dodaju vrijednost.

Postoje četiri mjere protiv škarta. Prvo, potražite najčešće greške i usredotočite se na njih. Drugo, osmislite postupak koji bi otkrivao nepravilnosti i koji oštećene dijelove ne bi propuštao dalje kroz proces proizvodnje. Treće, redizajnirajte postupak tako da ne dovodi do škarta. I zadnje, koristite standardizirani rad kako biste osigurali proces bez oštećenja.

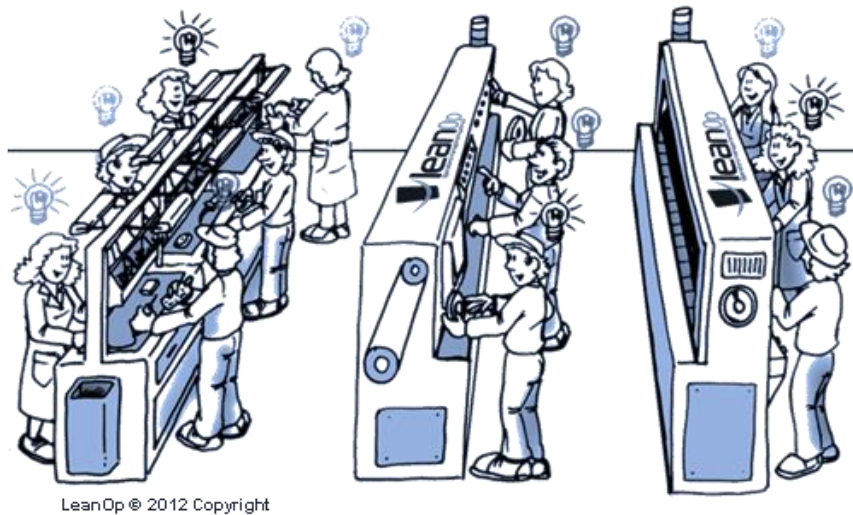


Slika 13. Škart [6]

### 2.4.8. Neiskorišten ljudski potencijal

Osmo rasipanje je opisano kao neiskorištenost ljudskog talenta ili domišljatosti. Nije dio TPS-a, ali su mnogi svjesni da postoji. Do ovog rasipanja dolazi kad tvrtka odvoji ulogu menadžmenta od zaposlenika. U nekim organizacijama odgovornost menadžmenta je da planira, organizira, kontrolira i inovira proizvodni proces. Uloga zaposlenika je da jednostavno slijedi naredbe i izvršava posao kako je planirano. Ne angažirajući znanje i stručnost običnih radnika teško je poboljšati procese zbog činjenice da su ljudi koji svakodnevno rade i nalaze u problemima najsposobniji da bi prepoznali te probleme i razvili rješenja za njih.

U proizvodnji se ovo rasipanje može vidjeti kada su zaposlenici slabo osposobljeni, kada ne znaju učinkovito upravljati opremom, kada im se daje pogrešan alat za posao i kad nisu zainteresirani da smisle ideje kako poboljšati proces. (Slika 14.)



*Slika 14. Neiskorišteni ljudski potencijal [6]*

#### **2.4.9. Prepoznavanje i uklanjanje**

Prvi korak za smanjenje otpada je prepoznavanje postojanja i efikasan postupak njihove identifikacije. Mapiranje protoka vrijednosti (VSM) je Lean metoda upravljanja za analizu trenutnog i oblikovanje budućeg stanja. Prikazuje protok informacija i materijala u kojem se pojavljuju. VSM je učinkovit alat za mapiranje uključenih procesa, vizualno prikazivanje odnosa između proizvodnih procesa i za razdvajanje aktivnosti s dodanom i bez dodane vrijednosti.

Da biste identificirali otpad, koristite VSM i započnite s krajnjim kupcem na umu. Radite unatrag od krajnjeg kupca do početka proizvodnih procesa. Dokumentirajte slučajeve pojavljivanja 8 vrsta otpada u proizvodnji i razradite plan za njihovo uklanjanje ili smanjenje. Nastavite izazivati svoj tim kako biste pronašli više otpada i kontinuirano poboljšavali procese. Konzultirajte se s radnicima u proizvodnji i prihvatite njihove ideje za poboljšanje. Kad vaš tim započne raditi s manje otpada, oni će steći više povjerenja u svoje sposobnosti rješavanja problema, a s vremenom će smanjenje otpada postati dio njihove svakodnevne rutine.

## 2.5. Alati Lean menadžmenta

### 2.5.1. Kaizen

Kaizen je vitki proizvodni alat koji poboljšava kvalitetu, produktivnost, sigurnost i kulturu na radnom mjestu. Usredotočuje se na primjenu malih, dnevnih promjena koje rezultiraju velikim poboljšanjima tijekom vremena. Kaizen se prvi puta pojavio prilikom obnavljanja Japana nakon Drugog svjetskog rata. Tada je nekoliko američkih poslovnih savjetnika surađivalo s japanskim tvrtkama kako bi poboljšali proizvodnju. Suradnja je rezultirala razvojem nekoliko novih tehnika upravljanja, od kojih je jedna bila Kaizen. [10]

Kaizen dolazi od dvije japanske riječi: Kai (poboljšanje) i Zen (dobro), što u prijevodu znači „kontinuirano poboljšanje“, to je prikazano na slici 15. Filozofija Kaizen kaže da naš način života - bilo da je to naš radni, društveni i kućni život - zaslužuje da se stalno poboljšavamo. Kaizen želi postići poboljšanje poduzimanjem malih koraka umjesto drastičnih, rigoroznih promjena. Iako su poboljšanja u Kaizenu mala i postupna, proces donosi dramatične rezultate tijekom vremena. Uz to, Kaizen ima nizak rizik i jeftin je pristup. Uključuje poboljšanja procesa koja ne zahtijevaju velika kapitalna ulaganja. Kao rezultat, Kaizen potiče radnike na eksperimentiranje i isprobavanje novih ideja. Ako ideja ne uspije, uvijek mogu poništiti promjene bez pretrpljivanja velikih troškova.



Slika 15. Značenje riječi kaizen [9]

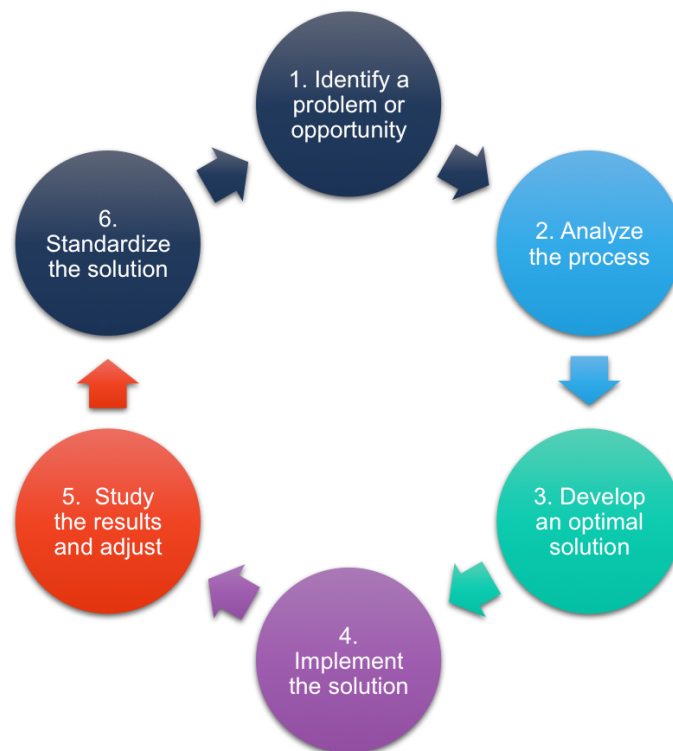
Osim što poboljšava proces, Kaizen potiče timski rad i vlasništvo. Timovi preuzimaju odgovornost za svoj rad i sposobni su poboljšati svoje radno iskustvo. Većina ljudi želi biti uspješna i ponosna na posao koji obavljaju, a Kaizen im pomaže da to postignu, a pritom imaju koristi od organizacije. Jedna od glavnih prednosti Kaizen-a je aktivno uključivanje svih zaposlenika i suradnja s tvrtkom. Više angažiranih radnika dovodi do učinkovitijih procesa i većih stopa inovacija. Angažirani zaposlenici smatraju da imaju utjecaj na rad tvrtke. Uz to,

organizacije s više angažiranih zaposlenika mogu postići veću konkurentnost, poboljšati zadovoljstvo kupaca i imati poboljšanu kulturu za rješavanje problema timskim radom.

### **Kaizen proces**

Kontinuirani ciklus aktivnosti Kaizen ima šest faza, kao što je prikazan na slici 16.: [10]

1. Identificiranje problema ili prilike,
2. Analiziranje postupka,
3. Razvijanje optimalnog rješenja,
4. Provođenje rješenja,
5. Proučavanje rezultata i prilagođavanje,
6. Standardiziranje rješenja.



*Slika 16. Ciklus kontinuiranog poboljšanja [10]*

Kaizen započinje s problemom, točnije prepoznavanjem da problem postoji i da postoje mogućnosti za poboljšanje. Jednom kada se utvrde problemi, organizacija mora angažirati višefunkcionalno osoblje da bi razumjelo temeljni uzrok toga. Predloženo rješenje zatim se ispituje na maloj skali. Koristeći podatke, tim prilagođava rješenje. I na kraju, rezultati se šire po cijeloj organizaciji i rješenje je standardizirano.

### 2.5.2. 6S Lean alat (5S+1S)

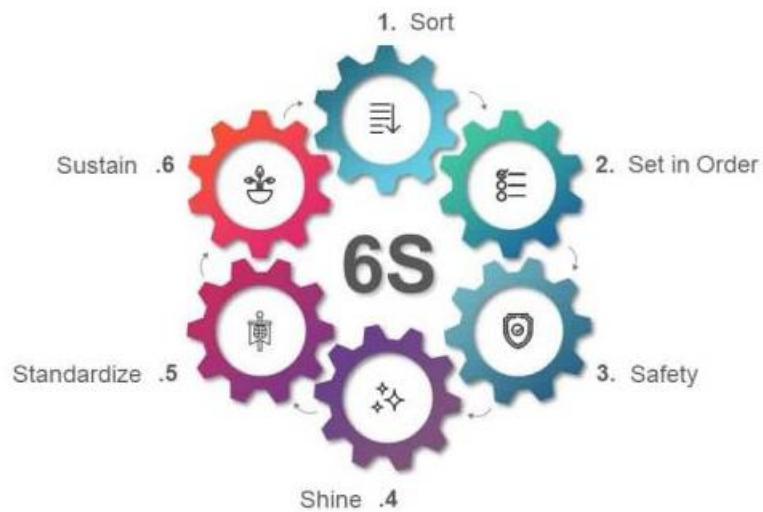
5S je sustav za organiziranje radnog prostora tako da se rad može obavljati učinkovito i sigurno. Ovaj se sustav usredotočuje na stavljanje svega tamo gdje pripada i održavanje radnog mjesta čistim, što ljudima olakšava posao bez gubitka vremena ili rizika od ozljeda. [13]

5S uključuje procjenu svega prisutnog u nekom prostoru, uklanjanje nepotrebnog, logično organiziranje stvari, obavljanje poslova pospremanja i održavanje ovog ciklusa.

S vremenom 5S metodologija dovodi do mnogih prednosti, uključujući :

- smanjenje troškova,
- višu kvalitetu,
- povećanu produktivnost,
- veće zadovoljstvo zaposlenika i
- sigurnije radno okruženje.

Na slici 17. prikazan je 6S Lean alat. 5S Lean alatu dodan je još jedan korak, a to je sigurnost.



Slika 17. 6S lean alat [14]

## 1.korak- Sortiranje (engl. Sort, jap. Seiri)

Prva faza uključuje uređivanje radnog mjesta, tj. pronalazak svih alata, namještaja, materijala i opreme kako bi se odredilo što je neophodno za rad i što se može ukloniti.

Neka pitanja koja treba postaviti tokom ove faze su: [13]

- Koja je svrha ovog predmeta?
- Kada je ovaj predmet zadnji puta korišten?
- Koliko se često koristi?
- Tko ga koristi?
- Treba li stvarno biti ovdje?

Ova pitanja pomažu u određivanju vrijednosti svakog predmeta. Radni prostor može biti bolji bez nepotrebnih predmeta ili predmeta koji se ne koriste često. Ti predmeti vas mogu ometati ili zauzimati prostor. Kada ste utvrdili da neki predmeti nisu potrebni, trebali bi predati predmet drugom odjelu, reciklirati/baciti/prodati predmet ili ga staviti u pohranu. U slučajevima kada vrijednost neke stavke nije sigurna (npr. alat se dugo nije koristio, ali netko misli da će mu u budućnosti biti potreban) koristite metodu crvene oznake. Crvene oznake su obično kartonske oznake ili naljepnice koje se mogu pričvrstiti na predmete, to se vidi na slici 18. Zatim se predmet stavlja u „crveno područje“ sa ostalim upitnim stavkama. Ako nakon određenog vremena (možda mjesec ili dva) stavka nije korištena, vrijeme je da se ukloni iz radnog prostora.



Slika 18. Crvena oznaka na alatu [13]

## **2.korak- Uređivanje prostora (engl. Set in order, jap. Seiton)**

Jednom kad na radnom mjestu više nema nereda, lakše je vidjeti gdje je što. Sada skupine radnika moraju osmisliti vlastite strategije razvrstavanja preostalih predmeta koji su potrebni za rad.

U obzir treba uzeti: [13]

- Koji ljudi (ili radne stanice) koriste koje predmete?
- Kada se koriste predmeti?
- Koji se predmeti najčešće koriste?
- Treba li stavke grupirati prema vrsti?
- Gdje bi bilo najlogičnije smjestiti predmete?
- Bi li neki položaji za radnika bili više ergonomski od drugih?
- Bi li se neki položaji smanjili uz nepotrebno kretanje?

Tijekom ove faze, svi bi trebali utvrditi koje je uređenje radnog prostora najlogičnije. To će zahtijevati promišljanje zadataka, učestalost tih zadataka, staze kojima ljudi prolaze kroz proizvodnju, itd. Alati koji se najviše koriste moraju biti smješteni u neposrednoj blizini mjesta gdje se koriste, alati koji se skupa koriste moraju biti smješteni zajedno, alati trebaju biti pospremljeni prema redoslijedu kojim se koriste.

## **3.korak- Čišćenje (engl. Shine, jap. Seiso)**

Ova faza fokusirana je na čišćenje radnog mjesta, što znači brisanje podova, brisanje prašine, brisanje radnih površina, pospremanje alata i materijala itd. Osim osnovnog čišćenja, ova faza uključuje redovito održavanje opreme i strojeva, te unaprijed planirano održavanje. Unaprijed planirano održavanje znači da tvrtka može uočiti probleme prije njihove eskalacije i spriječiti kvarove. To znači manje izgubljenog vremena i nikakav gubitak profita koji se odnosi na zaustavljanje rada.

Čišćenje radnog mjesta možda ne zvuči zanimljivo i privlačno, ali je važno i ne treba ga samo prepustiti čistačicama. U 5S-u svi preuzimaju odgovornost za čišćenje svog radnog prostora, idealno bi bilo da se to napravi svakodnevno. Na taj način ljudi uzimaju vlasništvo nad prostorom, što dugoročno znači da će ljudi više ulagati u svoj rad i u tvrtku. (Slika 19.)



*Slika 19. Čišćenje radnog mjesta [15]*

#### **4.korak- Standardizacija (engl. Standardize, jap. Seiketsu)**

Prva tri faze 5S-a pokrivaju osnove organiziranja i čišćenja radnog prostora te donose kratkoročne koristi. Četvrta faza je standardizacija. Zapisivanjem onoga što se radi, gdje i od koga, nove prakse možete uključiti u uobičajeni radni postupak. To donosi put ka dugoročnim promjenama.

Rečeno je da "Ako nije zapisano, to se nije dogodilo." Zapisivanje odluka koje donesete u svom 5S sustavu pomoći će da vaš rad odjednom samo ne nestane. To što ste zapisali svoju odluku ne znači da se ne možete predomisli. Svrha 5S-a je poboljšati radno mjesto, a ne učiniti ga nepromjenjivim. Pišete standarde za svoje radno mjesto i možete ih promijeniti kako bi odgovarali novim uvjetima ili novim poslovnim potrebama. Jednom kada donesete odluke o tome kako promijeniti svoju radnu praksu, te odluke moraju biti priopćene radnicima. Ta komunikacija je ključni dio koraka standardiziranja.

Uobičajeni alati za ovu fazu su: [15]

1. Kontrolni popisi 5S - Navođenje pojedinačnih koraka procesa olakšava radnicima da taj proces u potpunosti prate. Također nudi jednostavan alat za reviziju kako biste kasnije provjerili napredak.
2. Grafikoni ciklusa poslova - identificirajte svaki zadatak koji se obavlja u radnom području i odredite raspored ili učestalost za svaki od tih zadataka
3. Oznake i znakovi postupka - Navedite upute za uporabu (Slika 20.), korake čišćenja i postupke preventivnog održavanja tamo gdje je potrebno.





*Slika 20. Oznake za rukovanje alatom [15]*

### **5.korak- Održavanje (engl. Sustain, jap. Shitsuke)**

Peta faza sustava 5S je disciplina. Ideja ove faze je kontinuirana posvećenost. Važno je pratiti odluke koje ste donijeli i neprekidno se vraćati ranijim koracima 5S-a, u tekućem ciklusu. 5S pristup nije jednokratni događaj, već kontinuirani ciklus. To je ključno, jer rani uspjesi u 5S-u mogu dovesti do problema. Ako u fazi uređivanja prostora sve posložimo ali nakon toga alati i materijali popunjavaju taj prostor bez ikakve organizacije, krajnji rezultat će biti još veći nered. Rješenje je primjenjivati ideje 5S iznova i iznova, kao rutinski dio normalnog rada. Zbog toga je ova faza održavanja tako važna.

Elementi za održavanje 5S sustava su: [15]

1. Podrška nadređenih - Bez vidljive posvećenosti poslovođa, 5S procesi se neće zadržati. Poslovođe trebaju biti uključeni u reviziju radnih procesa 5S i dobivati povratne informacije od radnika. Također trebaju osigurati alate, obuku i vrijeme kako bi radnici ispravno obavili svoj posao.
2. Razgledavanje odjela - Dovođenje timova iz jednog odjela kako bi posjetili druge odjele pomoći će vam da se cjelokupna radna snaga upozna s procesima vašeg poduzeća. To pomaže širenju dobrih ideja i nadahnjuje ljude da smisle nove načine za poboljšanje implementacije 5S-a.
3. Ažurirano usavršavanje - Kako vrijeme prolazi javljaju se promjene poput nove opreme, novih proizvoda ili novih radnih pravila. Kad se to dogodi, potrebno je doraditi

ili potpuno promijeniti 5S radne standarde kako bi se prilagodili tim promjenama i pružili obuku o novim standardima.

4. Pregled napretka - Standardi koji se stvaraju u programu 5S trebali bi osigurati posebne i mjerljive ciljeve. Provjera tih ciljeva može pružiti važne informacije i smjernice.

### **6.korak- Sigurnost (engl. Safety)**

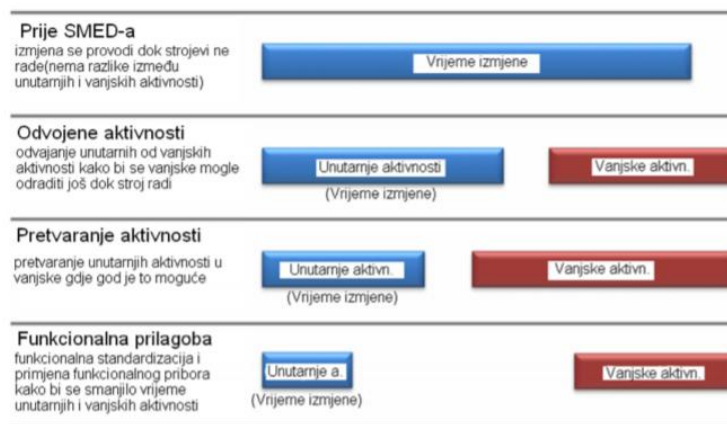
Kada je riječ o Lean proizvodnji i poboljšanju radnih mjesta, 5S je jedan od najpoznatijih i najkorištenijih vitkih alata. 5S može povećati učinkovitost na radnom mjestu, smanjiti troškove i poboljšati kvalitetu. Uz sve to ne smije se iz vida izgubiti ljudski faktor. Sigurnost radnika je presudna. Zbog toga mnogi dodaju još jedan korak u 5S ciklus, a rezultat nazivaju "6S" - Sigurnost.

Za razliku od prvih pet koraka, sigurnost nije sekvencijalni korak. Mora se razmotriti tijekom svakog drugog koraka. U fazi uređivanja prostora, na primjer, možete odlučiti da je neki alat zastario jer je novija verzija sigurnija za upotrebu. Isto tako, tijekom koraka standardiziranja, radni postupci moraju se standardizirati kako bi se poboljšala sigurnost na radnom mjestu, a ne samo učinkovitost.

### 2.5.3. SMED

SMED je metoda za dramatično smanjenje vremena koje je potrebno za promjenu opreme. Suština je pretvoriti što više koraka u „vanjske“ (koraci koji se izvode dok stroj radi), te pojednostaviti i racionalizirati preostale korake. [16]

Razvio ga je japanski industrijski inženjer Shigeo Shingo. On je bio jako uspješan u pomaganju kompanijama da drastično skrate razdoblja promjene opreme. Njegov rad doveo je do dokumentiranog smanjenja vremena promjene u prosjeku od 94% (npr. od 90 minuta do manje od 5 minuta) u širokom rasponu poduzeća. Utjecaj SMED metode na vrijeme izmjene alata prikazana je na slici 21.



Slika 21. Utjecaj SMED-a na vrijeme izmjene alata [16]

Osnovna načela SMED-a su: [17]

- Identificirajte unutarnje nasuprot vanjskim zadacima promjene.
- Analizirajte stvarnu svrhu i funkciju svakog zadatka.
- Usredotočite se na ne / jeftina rješenja.
- Cilj je ukloniti vrijeme promjene opreme na „pojedinačne“ znamenke (tj. manje od 10 minuta).

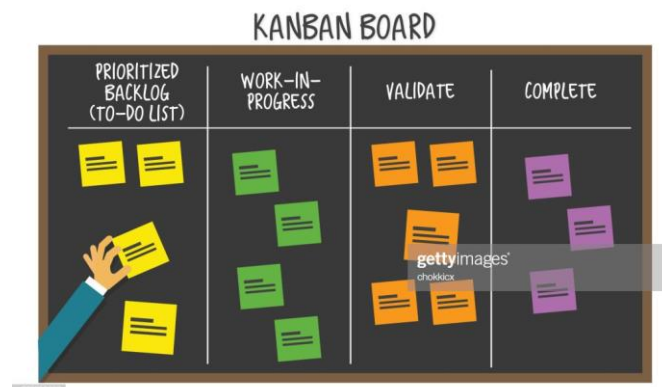
Uspješan program SMED imat će sljedeće prednosti: [16]

- niži proizvodni troškovi (brža promjena znači kraći rok rada opreme),
- manje veličine serije (brže promjene omogućuju češće izmjene proizvoda),
- poboljšana reakcija na potražnju kupaca,
- niže razine zaliha (manje veličine serije rezultiraju nižim razinama zaliha),
- lakše pokretanje (standardizirani postupci promjene poboljšavaju dosljednost i kvalitetu).

## 2.5.4. Kanban

Kanban je vizualna metoda koja se koristi za organizaciju, određivanje prioriteta i upravljanje radom u različitim sustavima. Cilj ove metode je organizirati rad usklađivanjem zahtjeva s kapacitetom i rafiniranjem uskih grla u sustavu. [18]

Ključni element ove metode je Kanban ploča prikazana na slici 22. koja sudionicima omogućuje krajnji pregled sustava, procesa i napretka u stvarnom vremenu. Za razliku od klasičnih metoda upravljanja procesima, potiče „push and pull“, tj. sudionici u procesu svojevrijedno izvršavaju svoje zadatke kad i kada kapacitet dopušta, a ne čekaju da im nadređeni odredi kada i što će raditi.



Slika 22. Kanban ploča [18]

Baziran je na 3 principa: [19]

- Vizualizirajte što danas radite (tijek rada).
- Ograničite količinu nedovršenog rada (WIP) (radnici ne smiju uzimati previše posla odjedanput).
- Poboljšajte protok (kada je nešto završeno, sljedeća stvar iz zaostataka se povlači u proizvodnju).

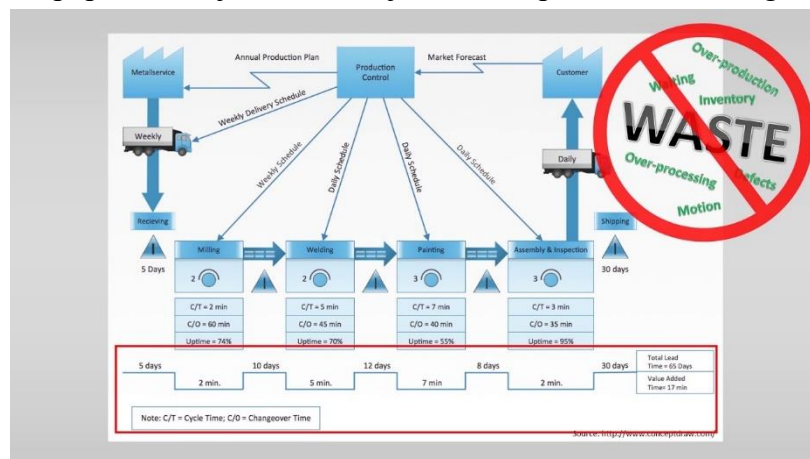
Prednosti: [19]

- skraćeno vrijeme ciklusa,
- idealno za česte promjene prioriteta,
- potrebne su manje promjene u organizaciji,
- smanjuje otpad i eliminira aktivnosti koje ne dodaju vrijednost timu/odjelu/ organizaciji i
- brze povratne informacije poboljšavaju šanse za motiviranije i jačanje tima.

### 2.5.5. VSM

„Value stream mapping“ je metoda dijagrama toka koja ilustrira, analizira i poboljšava korake potrebne za isporuku proizvoda ili usluge. Ključni je dio Lean metodologije, VSM pregledava tijek procesnih koraka i informacija od podrijetla do isporuke kupcu. Kao i kod drugih vrsta dijagrama tokova, on koristi sustav simbola za prikaz različitih radnih aktivnosti i protoka informacija. Posebno je koristan za pronalaženje i uklanjanje otpada. Stavke su preslikane kao dodana vrijednost ili nisu dodane vrijednosti sa stajališta kupca, sa svrhom ukorjenjivanja predmeta koji ne dodaju vrijednost. Važno je imati na umu da se kupci, bilo vanjski ili unutarnji, brinu o vrijednosti proizvoda ili usluge koji im je potreban, a ne naporima koji su potrebni za njegovu proizvodnju ili vrijednostima koje zahtijevaju drugi kupci. Usmjeravanje toka vrijednosti održava taj fokus. [21]

VSM je učinkovit način uklanjanja otpada u bilo kojem procesu (ne samo u procesu proizvodnje). To je njegova glavna svrha. Svaki važan korak postupka detaljno je opisan, a možete procijeniti kako proces dodaje ili ne dodaje vrijednost iz perspektive kupca. Usmjerenost na vrijednost zadržava analizu usmjerenu na ono što je zaista važno, omogućavajući tvrtki da se najučinkovitije natječe na tržištu. Treba se koristiti u kontinuiranom poboljšanju, dovodeći do sve boljih i kvalitetnijih koraka procesa. VSM vam omogućuje pregled ne samo otpada, već i izvora ili uzroka otpada. VSM, kao i kod drugih dobrih vizualizacija, služi kao učinkovit alat za komunikaciju, suradnju, pa čak i promjenu kulture. Donositelji odluka mogu jasno prikazati trenutno stanje procesa i mjesto na kojem se stvara otpad. Oni mogu uočiti probleme poput kašnjenja procesa, prekomjernog zastoja, ograničenja i problema s zalihama. Iako je njegova tipična svrha uklanjanje otpada, VSM se može promatrati i iz perspektive dodavanja vrijednosti. Eliminiranje otpada znači sredstvo za kraj stvaranja vrijednosti, poput niže cijene i / ili bolje kvalitete proizvoda ili usluge. (Slika 23.)



Slika 23. VSM dijagram [20]

### 2.5.6. Just in Time

“Just in Time“ je filozofija upravljanja proizvodnjom koja se temelji na proizvodnji pravog proizvoda u pravo vrijeme i u pravoj količini minimalnim korištenjem materijala, rada i prostora. (Slika 24.) [11]



Slika 24. JIT [12]

Usklađuje narudžbe sirovina od dobavljača izravno s rasporedima proizvodnje. Tvrtke koriste ovu strategiju za povećanje učinkovitosti i smanjenje otpada primajući robu samo ako im je potrebna u procesu proizvodnje, što smanjuje troškove zaliha. Stoga ova strategija zahtijeva precizno predviđanje od strane proizvođača.

Da bi se ostvarila proizvodnja „Just in Time“, odnosno „u pravo vrijeme“, potrebno je sljedeće: [22]

1. znati što tržište traži,
2. precizno planirati proizvodnju,
3. usavršiti proces proizvodnje.

Primjenom „Just in Time“ u proizvodnji postiže se: [22]

1. visoka kvaliteta proizvoda,
2. proizvodnja prema potrebama tržišta,
3. kratak ciklus proizvodnje,
4. efikasna izmjena alata,
5. povjerenje kupaca
6. angažiranost svih zaposlenika
7. efikasno upravljanje materijalom,

8. smanjenje zaliha robe i

9. pouzdanost isporuke.

Strategija JIT-a suprotna je strategiji „Just in case“, u kojima proizvođači stvaraju mnogo veće zaliha od potrebnoga da bi imali dovoljno proizvoda da apsorbiraju maksimalnu potražnju na tržištu.

Slikom 25. prikazana je usporedba tradicionalne i „Just in Time“ proizvodnje.

VRSTA PROIZVODNJE	MASOVNA PROIZVODNJA	JIT PROIZVODNJA
Cijena po jedinici proizvoda	Jeftinija	Skuplja
Raspon i asortiman proizvoda	Proizvodi se previše, prerano ili prekasno.	Proizvodi se samo ono što tržište zahtjeva.
Stanje zaliha	Gomila se nepotrebna roba u skladištu, a potrebni proizvodi se ne mogu proizvesti.	Samo neophodna roba (minimalna) je na skladištu.
Korištenje kapaciteta	Prerano se troše sirovine, gubitak na operacijama: skladištenje, transport. Nepotrebno se koristi skladišni prostor.	Samo minimalni kapaciteti opreme koji su potrebni radnicima.
Efikasnost poslovanja	Smanjenja efikasnost.	Visoka efikasnost poslovanja.

Slika 25. Usporedba tradicionalne i JIT proizvodnje

#### Prednosti:

- kratki proizvodni ciklus,
- smanjenje troškova,
- minimalna potreba za skladištenjem,
- veća produktivnost,
- poboljšana kvaliteta,
- kraće vrijeme dostave,
- suradnja s dobavljačima i
- manje gubitaka.

### **Nedostaci:**

- potrebno je vrijeme da se počnu dobivati rezultati,
- potrebna je prilagodba radnika,
- dovodi do potencijalnog uništenja lanca opskrbe,
- nema prostora za pogreške,
- nema prostora za neočekivane narudžbe kupaca,
- nema vremena za ponovne pregovore s kupcima,
- nema vremena za predugo čekanje naručene robe i
- potrebno stalno ulaganje.

### **Strategija upotrjebljena u Toyoti**

Toyota je počela s upotrebom JIT-a alata 1970-ih i trebalo im je više od 15 godina da usavrše svoj proces. Toyota je počela naručivati proizvodne dijelove tek kad primi nove narudžbe od kupaca. Proizvodnja Toyote i JIT alat će uspješno funkcionirati sve dok će tvrtka imati stalnu stopu proizvodnje, uz kvalitetnu izradu i ispravne strojeve koji se neće kvariti, što bi moglo zaustaviti proizvodnju. Uz to potrebni su im pouzdani dobavljači koji mogu uvijek i brzo isporučiti željene dijelove te sposobnost učinkovitog sastavljanja strojeva koji sastavljaju njihova vozila.

### **Primjer poremećaja**

1997. godine se dogodio požar u postrojenju s kočionim dijelovima u vlasništvu tvrtke Aisin. Uništio je njihove kapacitete za proizvodnju P-ventila za Toyotina vozila. Pošto je Aisin bio jedini dobavljač takvog ventila, Toyota je morala zatvoriti proizvodnju na nekoliko tjedana. Zbog malih količina P-ventila na skladištu, ponestalo ih je nakon samo jednog dana. Ova situacija mogla je totalno uništiti Toyotinu opskrbu. Srećom, jedan od Aisinih dobavljača uspio je ponovno instalirati i započeti s proizvodnjom potrebnih P-ventila nakon samo dva dana. Ipak, požar je Toyotu koštao gotovo 15 milijardi dolara izgubljenog prihoda i 70.000 automobila. Problem je naišao i na ostale dobavljače za Toyotu. Neki su se dobavljači bili prisiljeni zatvoriti jer proizvođaču automobila nisu trebali njihovi dijelovi da dovrše automobile. [23]



### 3. Praktični dio

Nakon govora o „Just in Time“ Lean alatu slijedi praktični primjer. Za ovaj primjer će biti uzeta tvrtka za izradu inox tankova. Radi se o tvrtki „Letina Intech d.o.o.“ koja je osnovana 2013. godine sa sjedištem u Čakovcu. Poduzeće se bavi proizvodnjom tankova za vino, craft pivo, rakiju i maslinovo ulje. Kao svako poduzeće tako i ovo želi osigurati najkvalitetniju uslugu prodaje proizvoda u skladu s potrebama tržišta.

#### 3.1. Općenito o poduzeću

Letina Grupa sastoji se od tvrtke majke, Letina Inox i dvije tvrtke kćeri: Letina Intech i Letina Vem. Letina Grupa uspješno djeluje više od 25 godina na europskom i svjetskom tržištu. U proizvodnim pogonima s površinom većom od 20.000 m<sup>2</sup> razvijaju i proizvode visokokvalitetne proizvode uz pomoć vrhunske tehnologije. Najveća vrijednost leži u mladim, motiviranim i profesionalnim ljudima koji su temelj njihovog uspjeha. Glavni naglasak u proizvodnji stavljen je na kontrolu kvalitete. Svaki proizvod testira se i pregledava od strane interne kontrole prije nego što napusti skladište, jer kvaliteta je uvijek na prvom mjestu. Osim standardnih spremnika u mogućnosti su proizvesti bilo koji spremnik u potpunosti prilagođen željama kupaca. Inženjerski tim stalno je dostupan kupcima – sve na obostrano zadovoljstvo.[24]

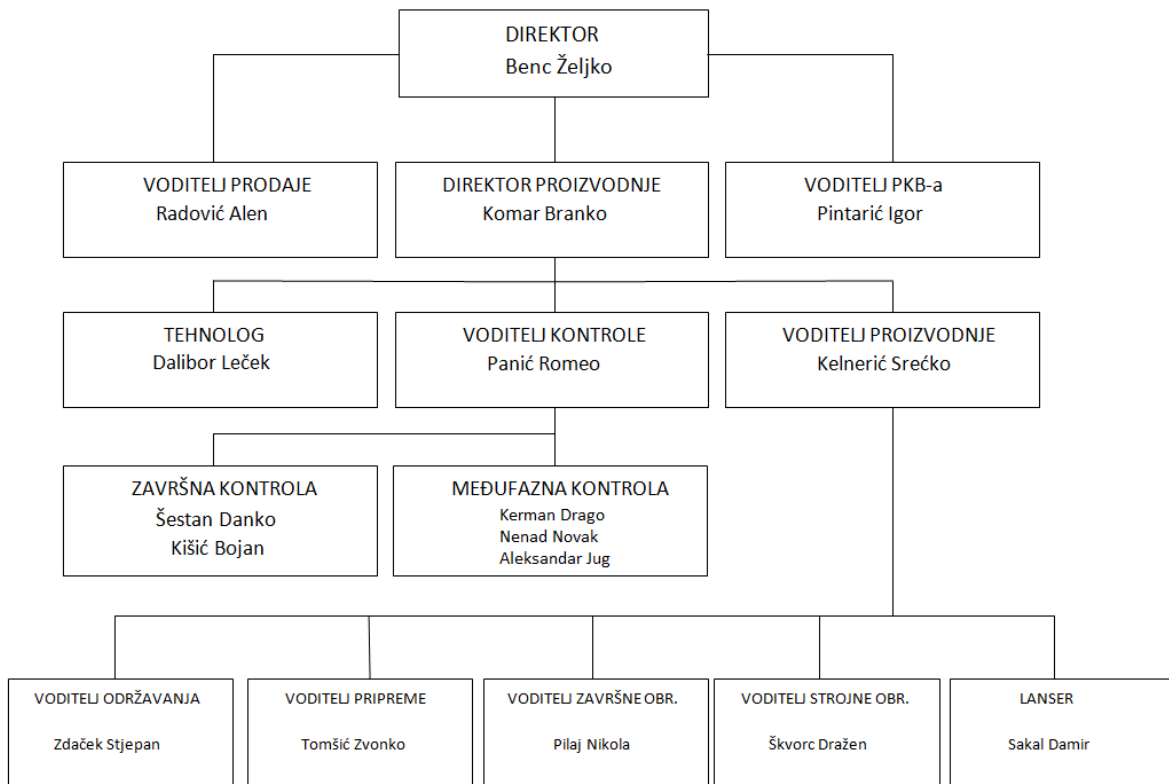
Tvrtka Letina Intech d.o.o. specijalizirana je za izradu tankova od inox-a. Proizvode tankove za vino, pivo, rakiju i maslinovo ulje. Moguća je narudžba prilagođena željama kupca prema dimenzijama i modelu tanka. Najčešće korišteni materijal za izradu tankova je nehrđajući čelik AISI304 (W.Nr.1.4301), a još se koristi i nehrđajući čelik AISI316L (W.Nr.1.4404). AISI304 austenitni je čelik otporan na kiseline. Koristi se do maksimalno 300 °C, ima dobru sposobnost poliranja i plastične obrade. Otporan je na vodu, vodenu paru, vlažan zrak, konzumne kiseline te na slabe organske i anorganske kiseline. Kemijski sastav: <0,07% C, <1% Si, <2% Mn, <0,045% P, <0,030% S, 17-20% Cr, 8,5-10% Ni.

Cilj tvrtke je potpuno zadovoljiti kupce, poslovne partnere i zaposlenike pružanjem svojih najkvalitetnijih proizvoda i usluga temeljenih na dugogodišnjem iskustvu i profesionalnom pristupu. Vizija tvrtke su nova ulaganja u tehnologiju, znanje i profesionalni razvoj zaposlenika.

Vrhunska kvaliteta proizvoda temelj je za vrhunski krajnji proizvod (vino, maslinovo ulje, pivo, rakija...). Želja je da dio vlastitih uspjeha ugrade u uspjeh njihovih kupaca.

Danas tvrtka Letina Intech d.o.o. posluje na tržištima desetak europskih zemalja, u sjevernoj i južnoj Americi, Aziji, Australiji te na bliskom istoku.

### 3.2. Shema organizacije upravljanja i rukovođenja poduzećem



Slika 26. Shema upravljanja poduzećem

U ovom dijelu biti će opisano rukovođenje tvrtkom (Slika 26.), odnosno tko je za što zadužen. Glavni i odgovorni za sve poslove je izvršni direktor. Ima kontrolu nad svim zaposlenicima i uvid u sve poslove koje tvrtka sklapa. Svakog dana održava se sastanak izvršnog direktora, voditelja prodaje, voditelja nabave, voditelja konstrukcijskog odjela i direktora proizvodnje na kojem se razgovara o mogućim problemima, rješenjima tih problema, samom procesu i mogućnostima poboljšanja procesa proizvodnje.

Nakon direktora, dolazimo do podjela na odjel prodaje, odjel nabave, konstrukcijski odjel i proizvodnju. Odjel prodaje, odjel nabave i konstrukcijski odjel imaju svoje voditelje, dok proizvodnja ima direktora. Zadatak odjela prodaje je napraviti ponudu prema zahtjevima

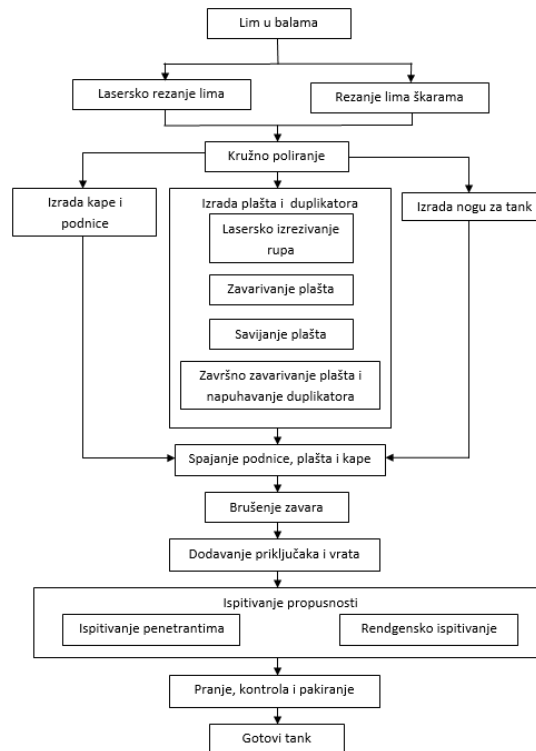
kupaca. Za svaku ponudu izdaje se radni nalog i predaje se u konstrukcijski odjel na izradu tehničkog crteža. Kad je crtež završen, on se šalje na potvrdu kod potencijalnog kupca. Nakon što kupac potvrdi nacrt, tu završava dio vezan uz odjel prodaje. U slučaju da kupac traži izmjene, sve to ugovara odjel prodaje i opet šalje na izradu novih nacrt. Odjel nabave naručuje sve proizvode koje tvrtka treba za proizvodnju, ali i potrepštine koje su potrebne u ostalim dijelovima firme. Konstrukcijski odjel izrađuju nacрте za kupca, a nakon kupčeve potvrde vrši se razrada nacrt koji su namijenjeni proizvodnji.

Direktor proizvodnje ima nadzor nad svim procesima izrade tankova, određuje koji će se radni nalozi početi prije izrađivati, prati proces proizvodnje tanka, vrši kontrolu nad odjelima u samoj proizvodnji itd. Važan dio procesa prije same proizvodnje odrađuje tehnolog. On razrađuje tehnološki postupak i izračunava vrijeme potrebno za odrađivanje pojedine operacije. Tehnološki postupak se sastoji od pripreme varenja, kompletiranja varenja, pripremnih radova, završne obrade kompletiranjem te strojne obrade. Voditelj proizvodnje vrši nadzor nad odjelima u proizvodnji. Svaki od tih odjela imaju svoje voditelje koji su u stalnom kontaktu s direktorom i voditeljem proizvodnje. Odjeli u proizvodnji su: priprema, zavarivači, lanseri, strojna obrada, završna obrada i skladište. Glavni naglasak u proizvodnji stavljen je na kontrolu kvalitete. Kontrola se provodi između pojedinih faza procesa proizvodnje i nakon završetka tanka. Svakog dana prije početka radnog vremena voditelji odjela unutar proizvodnje imaju sastanak s voditeljem i direktorom proizvodnje na kojem se podijele nacrti za pojedine odjele te razgovaraju o mogućim problemima ili nejasnoćama.

### **3.3. Primjena „Just in Time“ Lean alata**

Proces proizvodnje tankova kreće u odjelu prodaje. Potencijalni kupac preko telefona ili maila naručuje ono što želi u dogovoru s operaterom. Zatim se radi ponuda prema željama i mogućnostima iz kataloga te se za ponude izdaju radni nalozi. Radni nalozi se prosljeđuju u konstrukcijski odjel gdje inženjeri na temelju narudžbi izrađuju tehničke crteže. Nakon što se izradi tehnički crtež, on se šalje do potencijalnog kupca koji određuje je li zadovoljan ili nešto treba izmijeniti. Nakon što kupac potvrdi nacrt, odmah se kreće u realizaciju tog radnog naloga što može dovesti do problema ako se kupac kasnije predomisli u vezi veličine i opreme tanka. Konstrukcijski odjel kreće s pripremom nacrt za proizvodnju i lansira ga. Nakon što je nacrt lansiran, odjel nabave prema ponudi naručuje sve segmente koji su potrebni prilikom izrade tanka. Poduzeće surađuje s nekoliko pouzdanih dobavljača materijala i dijelova kojima na

početku godine šalje okvirnu količinu materijala i dijelova koje će naručiti tijekom godine. Suraduje se s više dobavljača kako bi bili sigurni da će uvijek netko od njih imati spreman materijal za isporuku, a time smanjuju rizik od zastoja proizvodnje. Time se poduzeće osigurava da će tokom cijele godine imati dovoljno materijala za izradu tankova, a dobavljači će imati kome prodati materijal. Lim u balama i standardni dijelovi koji se često koriste naručuje se na tjednoj ili mjesečnoj bazi prema statističkim pokazateljima i tablicama vođenih od prijašnjih godina odnosno otvorenim radnim nalogima za određenih period godine kako se ne bi gomilale prekomjerne zalihe u skladištu. Dijelovi koji se na tankove stavljaju po narudžbi, oni koji nisu standardni te oni koji se rijetko koriste, naručuju se tek nakon kupčeve potvrde narudžbe. U poduzeću su shvatili da ovakvim načinom naručivanja dijelova dovode do velike uštede mjesta i minimalnog skladištenja. Zbog smanjenja vremena čekanja naručenih dijelova, tvrtka je počela sama izrađivati pojedine dijelove koji se dodaju na tankove. Počeli su s konstrukcijom i izradom priključaka koji se zavaruju na tankove, vratiju za tankove, dekantera, prirubnica, ventila, pipa itd. Nakon naručivanja materijala nacrt odlazi u pripremu proizvodnje gdje se vrši tehnološka priprema proizvodnje i određuju norme za izradu pojedine pozicije. Nakon toga se dokumentacija vezana za proizvod šalje po dijelovima proizvodnog pogona. Direktor proizvodnje razvrstava nacрте po odjelima u proizvodnji. Odjeli u proizvodnji su: priprema, zavarivači, lanseri, strojna obrada, završna obrada i skladište. Svaki od tih odjela ima zasebne zadatke koje timski odrađuju kako bi se proizvod uspješno probio na tržište. Timski rad jedna je od glavnih prednosti JIT-a. Zaposlenici su najučinkovitiji kada rade u timu. Tim je skupina pojedinaca koji zajedno rade na postizanju rezultata koji nadilaze pojedinačna dostignuća članova tima. Ovakav način rada plodno je tlo za razmjenu ideja i brzo odbacivanje loših ideja, čime se ubrzava cijeli proces. Tim potiče, koristi i razvija snagu, vještine, znanje i iskustvo svojih članova kako bi nadoknadili pojedinačne slabosti i značajno doprinijeli radnoj učinkovitosti. U proizvodnji su radnici podijeljeni u šest timova. Svaki od tih timova je specijaliziran za svoj dio u proizvodnom procesu izrade tankova. Time se postiže smanjenje vremena izrade i veća produktivnost jer su tako orijentirani na svoj dio posla i njega su usavršili.



Slika 27. Shematski prikaz tehnologije izrade tanka

Proces proizvodnje u proizvodnom pogonu prikazan na slici 27. kreće iz skladišta u kojem se priprema sve što je potrebno za jedan radni nalog. Skladištar za svaki odjel priprema potrebni materijal koji radnici podižu i kreću u izradu tanka. Po primitku nacрта, zadatak pripreme proizvodnje je pripremiti sve pozicije za određeni radni nalog i predati na daljnju obradu. Prije formiranja plašta, na njega se laserski ili ručno zavaruje duplikator. Duplikator služi za hlađenje medija u tanku, na tank debljine lima 1,5 mm se zavaruje lim debljine 0,6 mm po rubovima i točkasto uzduž cijelog tanka. Zatim se upuhuje zrak da bi se tanji lim odvojio o tanka. Kasnije se između limova pušta glikol. Zatim na red dolaze zavarivači koji spajaju odrezane pozicije u tank. Plašt se zavaruje pomoću uzdužnog automata, dok se kape i podnice ručno zavaruju na plašt TIG postupkom. Svi zavari se mehanički obrade prije stavljanja dodatnih dijelova na njih. Istovremeno se u strojnoj obradi prema nacrtima izrađuju priključci koji će se kasnije staviti na tank. Zadatak lansera je da pripreme priključke, noge, vrata, nivokaz itd. Ti se dijelovi kasnije zavaruju na tank. Nakon što je tank poprimio svoj konačni oblik, spreman je za završnu obradu, čišćenje i kontrolu kvalitete. Kontrola se vrši vizualnom metodom, penetrantima te rendgenom. Ako je s tankom sve u redu, tank se umata u folije zbog zaštite pri transportu i spreman je za isporuku. Tank ide u skladište gotovih proizvoda prikazanom na slici 28. u kojem se zadržava sve dok se ne dovrše svi tankovi s istog radnog naloga. Tankovi u skladištu ostaju najviše dva tjedna s obzirom da se isporuka održava svakog 1. i 15. u mjesecu. Kad su svi

tankovi pojedinog radnog naloga spremni za isporuku po njih dolazi dogovoreni transport kojeg u većini slučajeva plaća kupac. 95% tankova se radi prema narudžbi tako da nema prevelikog i predugog skladištenja gotove robe.



*Slika 28. Skladište gotovih proizvoda*

Održava se čistoća i urednost radnog mjesta kako bi radnici u svakom trenutku znali gdje im se nalazi alat te ne bi gubili vrijeme za pronalaženje istog. Svaki radnik na kraju radnog dana mora očistiti svoje radno mjesto. Alate koje koriste uvijek vraćaju na mjesto određeno za pohranu tog alata. Nekoliko radnika zaduženo je za čišćenje prostora po kojim se kreću svi zaposlenici.

Tvrtka ulaže u proizvodni proces kupnjom novih moderniziranih i sofisticiranih strojeva kako bi se proces ubrzao i kako bi se poboljšala kvaliteta proizvoda. Kupljena je nova probijačica Prima Power E6X koja se koristi za izradu duplikatora. Financirana je sredstvima Europske unije i jedina je takva na Balkanu. Ona za 10 minuta obavi posao koji su do tad na starim strojnim škarama za lim Jelšingrad tri radnika obavljala 1h. Ušteda vremena je značajna. U proizvodnji je i Trulaser Cell 7040 koji može laserski zavarivati, izrezivati 2D i 3D. Postoji ih tek nekoliko u Republici Hrvatskoj. Najviše se koristi za zavarivanje duplikatora (Slika 29.). Za 1m<sup>2</sup> je potrebno 70 min da laser odreže ploču za duplikator, radnik ručno zahefta duplikator na lim te laserski zavari lim i duplikator. Dok je zavarivaču potrebno 40 min za heftanje 1m<sup>2</sup> i još 50 min za zavarivanje 1m<sup>2</sup>, ne uzimajući u obzir vrijeme pripreme lima. Uvedena je linija za odmatanje, ravnanje, kružno poliranje i lasersko rezanje lima koja je zamijenila tri zasebna stroja i time smanjila međufazno vrijeme (Slika 30.). Kupljeni su roboti za lasersko zavarivanje plašta prikazani na slici 31., ali se još prilagođavaju proizvodnji.



*Slika 29. Lasersko zavarivanje duplikatora na Laser Cell-u 7040*



*Slika 30. Linija za odmatanje, ravnanje, kružno poliranje i lasersko rezanje lima*



*Slika 31. Roboti za lasersko zavarivanje plašta*

Nakon opisanog cijelog procesa izrade tanka, od narudžbe pa do isporuke gotovog proizvoda i poboljšanja uvedenih u proizvodnju biti će uspoređena vremena potrebna za izradu tanka prije i poslije uvedenih poboljšanja. Za primjer će biti uzeta dva identična tanka s razlikom da se jedan izrađivao 2018. godine, a drugi 2020. godine. 2018. godine je tvrtka bila na početku uvođenja „Just in Time“ Lean alata, tek su se uhodavali u politiku gdje ne moraju izrađivati velike količine tankova i zatim ih stavljati u skladište gdje će čekati po nekoliko mjeseci da ih netko kupi. Shvatili su da proizvodnjom prema narudžbi kupca donosi puno veće prihode od masovne proizvodnje te su se počeli koristiti JIT. Stalnim ulaganjima tokom 2 godine kupljeni su moderniji strojevi koji brže odrađuju svoje zadatke i time ubrzavaju cijeli proces. Kako su nabavljeni moderniji uređaji tako su se i norme za određene radnike povećale. Ubrzavanjem procesa dovodi se do veće efikasnosti poslovanja.

U tablici 1. biti će prikazana vremena prije poboljšanja, dok će u tablici 2. biti prikazana vremena poslije poboljšanja. Vremena su podijeljena u 5 skupina (priprema varenja, kompletiranje varenjem, pripremni radovi, završna obrada kompletiranjem i strojna obrada). Nakon toga slijedi analiza i usporedba vremena navedenih u tablici 1. i 2. po skupinama.



<b>1. PRIPREMA ZAVARIVANJA</b>	<b>356,5 min</b>
1. Heftanje i zavarivanje isječka kape u paru	8,0 min
2. Heftanje i zavarivanje isječka podnice u paru	5,5 min
3. Heftanje i zavarivanje podnice u paru	56,0 min
4. Heftanje i zavarivanje kape u paru	53,0 min
5. Zavarivanje podnice ili kape u paru	22,0 min
6. Spajanje/štukanje plašta	62,0 min
7. Zavarivanje cijevi s Nw na poklopac vratiju	11,0 min
8. Kompletiranje totalnog ispusta	4,0 min
9. Zavarivanje Gr + NW priključak	15,0 min
10. Zavarivanje cijevi sonde	2,5 min
11. Heftanje i zavarivanje mufa/nipla na duplikator	9,0 min
12. Kompletiranje kape posude	28,0 min
13. Sastavljanje i zavarivanje pozicija	58,5 min
<b>2. KOMPLETIRANJE ZAVARIVANJEM</b>	<b>188,0 min</b>
1. Postavljanje i zavarivanje Lc okvira	47,0 min
2. Postavljanje/zavarivanje nogu	42,0 min
3. Zatvaranje nogu posude fi 1042 mm	42,0 min
4. Kompletiranje nivokaza	6,0 min
5. Postavljanje ostalih pozicija	51,0 min
<b>3. PRIPREMNI RADOVI</b>	<b>855,0 min</b>
-Laserska izrada duplikatora (hlađenje)- P~1,6 m <sup>2</sup>	
-Izrada pozicije posude i pomoć zavarivaču kod sastavljanja	
<b>4. ZAVRŠNA OBRADA KOMPLETIRANJEM</b>	<b>690,0 min</b>
1. Obrada posude prije kompletiranja	235,0 min
2. Kompletiranje i predaja kontroli	130,0 min
3. Rad grupe za pripremu kompletiranja	325,0 min
<b>5. STROJNA OBRADA</b>	<b>255,0 min</b>
-2x nipli G3/4" s nogicama, 1x muf G3/8" s nogicama, 1x cijev oslonca, 1x pipa/ventil Nw 15, 1x vrata fi 200, 1x Lc okvir, 1x LCL vrata, 3x podesive noge M30, 1x čep G3/8", 1x muf Pg9, 1x Nw 15 U, 1x Nw 50 R, 1x Nw 40 U, 1x Gr, 1x muf G1/2"	
<b>Ukupno minuta po jedinici proizvoda</b>	<b>2322,5 min</b>
<b>Ukupno sati po jedinici proizvoda</b>	<b>38,7 h</b>

Tablica 1. Vrijeme potrebno za izradu Tanka Z 3200 LHV14 prije uvedenih poboljšanja

<b>1. PRIPREMA ZAVARIVANJA</b>	<b>316 min</b>
1. Heftanje i zavarivanje podnice u paru	53,0 min
2. Heftanje i zavarivanje kape u paru	53,0 min
3. Zavarivanje podnice ili kape u paru	22,0 min
4. Spajanje/štukanje plašta	62,0 min
5. Zavarivanje cijevi s Nw na poklopac vratiju	11,0 min
6. Kompletiranje totalnog ispusta	3,0 min
7. Zavarivanje Gr + NW priključak	7,0 min
8. Zavarivanje cijevi sonde	2,5 min
9. Heftanje i zavarivanje mufa/nipla na duplikator	9,0 min
10. Kompletiranje kape posude	58,0 min
11. Sastavljanje i zavarivanje pozicija	46,5 min
<b>2. KOMPLETIRANJE ZAVARIVANJEM</b>	<b>177,0 min</b>
1. Postavljanje i zavarivanje Lc okvira	47,0 min
2. Postavljanje/zavarivanje i zatvaranje nogu na fi 1402 mm	81,0 min
3. Kompletiranje nivokaza	6,0 min
4. Postavljanje ostalih pozicija	43,0 min
<b>3. PRIPREMNI RADOVI</b>	<b>755,0 min</b>
-Laserska izrada duplikatora (hlađenje)- P~1,6 m <sup>2</sup>	
-Izrada pozicije posude i pomoć zavarivaču kod sastavljanja	
<b>4. ZAVRŠNA OBRADA KOMPLETIRANJEM</b>	<b>620,0 min</b>
1. Obrada posude prije kompletiranja	210,0 min
2. Kompletiranje i predaja kontroli	115,0 min
3. Rad grupe za pripremu kompletiranja	295,0 min
<b>5. STROJNA OBRADA</b>	<b>205,0 min</b>
-2x nipli G3/4" s nogicama, 1x muf G3/8" s nogicama, 1x cijev oslonca, 1x pipa/ventil Nw 15, 1x vrata fi 200, 1x Lc okvir, 1x LCL vrata, 3x podesive noge M30, 1x čep G3/8", 1x muf Pg9, 1x Nw 15 U, 1x Nw 50 R, 1x Nw 40 U, 1x Gr, 1x muf G1/2"	
<b>Ukupno minuta po jedinici proizvoda</b>	<b>2051,0 min</b>
<b>Ukupno sati po jedinici proizvoda</b>	<b>34,2 h</b>

Tablica 2. Vrijeme potrebno za izradu Tanka Z 3200 LHV14 poslije uvedenih poboljšanja

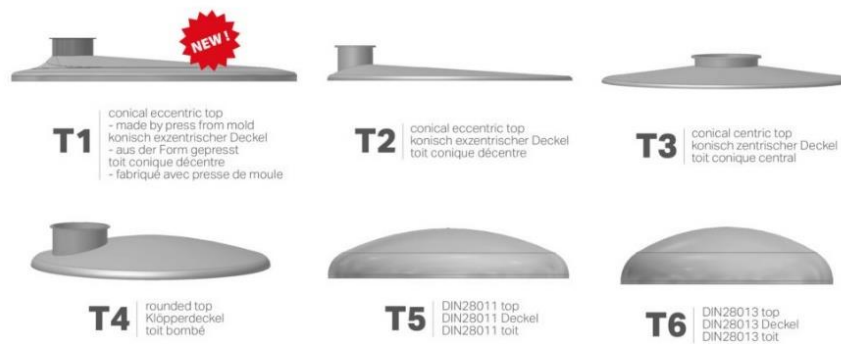
## Analiza vremena potrebnih za izradu tanka prije i poslije uvedenih poboljšanja

**1. PRIPREMA ZAVARIVANJA** - razlika iznosi 40,5 minuta ponajviše zbog povećanja normi za zavarivače.

-ušteta vremena kod podnica i kapa je 13,5 minuta zbog mogućnosti da se kape i podnice izrade na hidrauličkim prešama (Slika 32.) nakon čega nije potrebno zavarivanje. Prije su se kape i podnice ručno zavarivale.



Slika 32. Hidraulička preša



Slika 33. Tipovi kapa

-na slici 33. prikazane su sve vrste kapa koje izrađuje tvrtka, s T1 je označena kapa izrađena na hidrauličkoj preši te na njoj nije potrebno daljnje zavarivanje kao kod ostalih.

-kompletiranje totalnog ispusta ubrzano je za 1 min. Totalni ispust nalazi se na samom dnu tank, tj. podnice i služi za ispuštanje cijelog medija i nečistoća koji se nalaze ispod čistog ispusta u tanku.

-zavarivanje Gr + NW priključka smanjeno je za 8 minuta.

-kompletiranje kape izvršeno je 3 minute brže.

-vrijeme zavarivanja sonde s Pg 9 ostaje isto.

-vremena heftanja i zavarivanja kape i podnice na sami tank razlikuju se 3 minute.

-vremena heftanja i zavarivanja nipla i mufa na duplikator ostaju ista.

-u konačnici sastavljanje i zavarivanje pozicija izvršava se 12 minuta brže.

## **2. KOMPLETIRANJE ZAVARIVANJEM** - razlika iznosi 11 minuta.

-postavljanje i zavarivanje Lc okvira je ostalo isto.

-kod postavljanja, zavarivanja i zatvaranja nogu ušteda vremena je 2 minute.

-kod postavljanja svih ostalih pozicija (nivokaz, cijev sonde, oslonac ljestvi, pločice Letina, totalnog ispusta, mufova) razlika je 9 minuta.

## **3. PRIPREMNI RADOVI** – razlika iznosi 100 minuta zbog brže izrade duplikatora na probijačici Prima Power E6X (Slika 34.) te laserskog zavarivanja istog.



*Slika 34. Prima Power E6X*

## **4. ZAVRŠNA OBRADA KOMPLETIRANJEM** – razlika iznosi 70 minuta.

-unaprjeđenjem proizvodnje i novim strojevima ubrzana je obrada tanka nakon zavarivanja, uklanjanje nedostataka, čišćenje i kontrola proizvoda te zamatanje za transport.

## 5. STROJNA OBRADA – razlika iznosi 50 minuta.

-s željom da se skрати vrijeme od narudžbe do isporuke tvrtka izrađuje većinu sitniji komada iako bi sve te dijelove mogla naručivati kao što su radili na početku. Iako strojna obrada manjih dijelova donosi vrijeme u samom procesu izrade, ono je bitno manje od vremena čekanja isporuke dijelova od strane dobavljača.

-s željom smanjenja vremena strojne obrade kupljeni su novi obradni centri koji su smanjili vrijeme izrade tih manjih dijelova.



*Slika 35. Priključci*

-na slici 35. prikazani su izrađeni priključci koji se kasnije zavaruju na tank.

Ukupno vrijeme izrade tanka koji je rađen ove godine iznosi 34,2 sati što je relativno kratak proizvodni ciklus ako u obzir uzmemo zahtjevnost i veličinu proizvoda. Za isti takav je 2018. godine trebalo 38,7 sati. To je razlika od 4,5 sati napravljena na osnovu povećanja normi, boljih i modernijih strojeva te boljih uvjeta na radnom mjestu. Na prvi pogled ne izgleda kao neka pretjerana ušteda, ali ako uzmemo u obzir da se godišnje proizvede preko tisuću tankova, onda to dovodi do značajne uštede vremena. Uz to visoka kvaliteta omogućena najnovijim strojevima i visokokvalificiranim te angažiranim radnicima daje dodatni razlog za optimizam. Ako se u obzir svemu prije navedenom doda proizvodnja prema zahtjevima tržišta, skladištenje samo nužnih dijelova u malim količinama i pouzdana isporuka, povjerenje kupaca neće dolaziti u pitanje. S ciljem cjelokupnog poboljšanja proizvodnog procesa promatra se cijeli proizvodni sustav. Sustav se prati interno, tako da svaki zaposlenik može prigovoriti na postupak proizvodnje i ukazati na greške u procesu. Bilo je potrebno dosta vremena i strpljenja da se sve uskladi, ali sad je sve na svojem mjestu. Ako tvrtka posjeduje sve ove karakteristike, možemo reći da uspješno koristi „Just in Time“ Lean alat.

## 4. Zaključak

Danas je Lean sustav najcjelovitiji i najnapredniji model za postizanje zadovoljstva kupaca. Velika prednost Leana je što može jednako poboljšati tvrtke koje su u krizi, koje imaju uspješne rezultate, ali žele postići rast, i uspješne tvrtke čiji je cilj poboljšati kvalitetu na različitim područjima. Kod Leana je potrebno shvatiti da nijedan proces nije svršen i da uvijek ima prostora za poboljšanja. Kad se to shvati, tada su poboljšanja uvijek moguća uz kvalitetne ljude i inovativne ideje.

Lean proizvodnja je kontinuirani proces konstantnog unaprjeđenja poslovnih procesa zbog postizanja boljih rezultata i smanjenja otpada (rasipanja). Samo kontinuiranim usavršavanjem, tvrtka može imati koristi od primjene Lean sustava. Lean sustav nije samo jedan alat i nije nešto što će se provesti preko noći. On želi postići poboljšanje poduzimanjem malih koraka umjesto drastičnih, rigoroznih promjena. Iako su poboljšanja u Leanu mala i postupna, proces donosi dramatične rezultate tijekom vremena. Da bi mogli krenuti s implementacijom Leana, najvažnije je odrediti što kupcu predstavlja vrijednost kako bi na pravi način pružili proizvode i usluge. Glavni cilj Leana je poboljšati poslovne procese. Poboljšanja se mogu postići pomoću mnogih vitkih alata koji smanjuju gubitke povezane s prekomjernom proizvodnjom, transportom, čekanjem, prekomjernom obradom, zalihama, nepotrebnim kretanjem i škartom. Iskustvo je pokazalo da se u poduzećima primjenom vitkih alata vrlo brzo smanjuju troškovi poslovanja, skraćuje vrijeme proizvodnje i isporuke, povećava zadovoljstvo kupaca, povećava motiviranost zaposlenika itd.

Kako je „Just in Time“ prikazan na primjeru treba napomenuti da je taj Lean alat dovodi do velikog smanjenja troškova, manje potrebe za skladištenjem, manjih gubitaka i poboljšane kvalitete proizvoda. Kad je kvaliteta proizvoda visoka i nema velike količine zaliha te potrebe za skladištenjem, uvedena JIT metoda može se smatrati uspješnom. Uz to je bitna čvrsta suradnja s dobavljačima, timski rad i proizvodnja usklađena s potražnjom. Uz sve to, kao najvažniji faktor uspješnosti JIT metode je zadovoljan kupac.

U Varaždinu, 7.10.2020.

Fran Vibovec

---



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, FRAN VIBOVEC (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom PRIMJENA JUST IN TIME U PROIZVODNOM PROCESU (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Fran Vibovec  
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti 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, FRAN VIBOVEC (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/ná s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom PRIMJENA JUST IN TIME U PROIZVODNOM PROCESU (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Fran Vibovec  
(vlastoručni potpis)



## Literatura

- [1] *Henry Ford*; <https://www.britannica.com/biography/Henry-Ford>; 1.7.2020.
- [2] *Kiichiro Toyoda*; [https://en.wikipedia.org/wiki/Kiichiro\\_Toyoda](https://en.wikipedia.org/wiki/Kiichiro_Toyoda); 1.7.2020.
- [3] *What is lean*; <https://theleanway.net/what-is-lean>; 3.7.2020.
- [4] *Lean upravljanje*; <http://www.qualitas.hr/poslovno-savjetovanje/lean-upravljanje.html>; 3.7.2020.
- [5] Štefanić, N.: *Lean proizvodnja*, 2012.; [https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/20\\_09\\_2011\\_14682\\_Osnove\\_menadzmenta-LEAN.pdf](https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/20_09_2011_14682_Osnove_menadzmenta-LEAN.pdf); 3.7.2020.
- [6] *The 8 Wastes of Lean*; <https://theleanway.net/The-8-Wastes-of-Lean>; 7.7.2020
- [7] <https://repozitorij.unin.hr/islandora/object/unin:2170/datastream/PDF/view>; 8.7.2020.
- [8] *Škart*; <https://enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=59640>; 8.7.2020.
- [9] *Kaizen*; <https://www.hermonqualitysolutions.com/an-overview-of-kaizen-principles/>; 10.7.2020.
- [10] *What is Continuous Improvement (Kaizen)?*; <https://theleanway.net/what-is-continuous-improvement>; 10.7.2020.
- [11] <http://www.leanbih.com/>; 11.7.2020.
- [12] *JIT Inventory*; <https://abminventory.com/academy/just-in-time-inventory>; 11.7.2020
- [13] *What is 5S?*; <https://www.5stoday.com/what-is-5s/>; 15.7.2020.
- [14] *Six Sigma 6s Diagram*; <https://slidebazaar.com/items/six-sigma-6s-diagram-powerpoint-template/>; 15.7.2020.
- [15] *What is 5S?*; <https://www.graphicproducts.com/articles/what-is-5s/>; 15.7.2020.
- [16] *SMED (Single-Minute Exchange of Dies)*; <https://www.leanproduction.com/smed.html>; 16.7.2020.
- [17] *What is SMED and Why is it Important?*; <https://www.leanaccountants.com/2011/12/what-is-smed-and-why-is-it-important.html>; 16.7.2020.
- [18] *'KANBAN', the way forward for lean lab management!*; <https://www.metquay.com/2019/03/kanban-the-way-forward-for-lean-lab-management/>; 18.7.2020.

- [19] *What Is Kanban? An Introduction to Kanban Methodology*; <https://digital.ai/resources/agile-101/what-is-kanban>; 18.7.2020.
- [20] *How to build a VSM? Symbols and Steps*; [https://www.youtube.com/watch?v=lTobwIsGm\\_g](https://www.youtube.com/watch?v=lTobwIsGm_g); 19.7.2020.
- [21] *What is Value Stream Mapping*; [https://www.lucidchart.com/pages/value-stream-mapping#section\\_0](https://www.lucidchart.com/pages/value-stream-mapping#section_0); 19.7.2020.
- [22] *JUST IN TIME proizvodnja*; [http://www.eknfak.ni.ac.rs/dl/upr\\_proizvodnjom/JIT,%20Kanban.pdf](http://www.eknfak.ni.ac.rs/dl/upr_proizvodnjom/JIT,%20Kanban.pdf); 19.8.2020
- [23] *Just-In-Time Inventory Management*; <https://www.thebalancesmb.com/just-in-time-jit-inventory-management-393301>; 19.8.2020.
- [24] *O nama: Letina grupa*; [http://letina.com/?page\\_id=1717&lang=hr](http://letina.com/?page_id=1717&lang=hr); 18.8.2020

## Popis slika

<i>Slika 1. Henry Ford [1]</i> .....	2
<i>Slika 2. Kiichiro Toyoda [2]</i> .....	3
<i>Slika 3. TPS [3]</i> .....	3
<i>Slika 4. Usporedba tradicionalnog i Lean poboljšanja</i> .....	5
<i>Slika 5. Osnovni Lean principi [5]</i> .....	6
<i>Slika 6. 8 vrsta rasipanja [6]</i> .....	9
<i>Slika 7. Prekomjerna proizvodnja [6]</i> .....	10
<i>Slika 8. Transport [6]</i> .....	11
<i>Slika 9. Čekanje [6]</i> .....	12
<i>Slika 10. Prekomjerna obrada [6]</i> .....	13
<i>Slika 11. Zalihe [6]</i> .....	13
<i>Slika 12. Nepokretni pokreti [6]</i> .....	14
<i>Slika 13. Škart [6]</i> .....	15
<i>Slika 14. Neiskorišteni ljudski potencijal [6]</i> .....	16
<i>Slika 15. Značenje riječi kaizen [9]</i> .....	17
<i>Slika 16. Ciklus kontinuiranog poboljšanja [10]</i> .....	18
<i>Slika 17. 6S lean alat [14]</i> .....	19
<i>Slika 18. Crvena oznaka na alatu [13]</i> .....	20
<i>Slika 19. Čišćenje radnog mjesta [15]</i> .....	22
<i>Slika 20. Oznake za rukovanje alatom [15]</i> .....	23
<i>Slika 21. Utjecaj SMED-a na vrijeme izmjene alata [16]</i> .....	25
<i>Slika 22. Kanban ploča [18]</i> .....	26
<i>Slika 23. VSM dijagram [20]</i> .....	27
<i>Slika 24. JIT [12]</i> .....	28
<i>Slika 25. Usporedba tradicionalne i JIT proizvodnje</i> .....	29
<i>Slika 26. Shema upravljanja poduzećem</i> .....	32
<i>Slika 27. Shematski prikaz tehnologije izrade tanka</i> .....	35
<i>Slika 28. Skladište gotovih proizvoda</i> .....	36
<i>Slika 29. Lasersko zavarivanje duplikatora na Laser Cell-u 7040</i> .....	37
<i>Slika 30. Linija za odmatanje, ravnanje, kružno poliranje i lasersko rezanje lima</i> .....	37
<i>Slika 31. Roboti za lasersko zavarivanje plašta</i> .....	37
<i>Slika 32. Hidraulička preša</i> .....	41

<i>Slika 33. Tipovi kapa.....</i>	<i>41</i>
<i>Slika 34. Prima Power E6X.....</i>	<i>42</i>
<i>Slika 35. Priključci.....</i>	<i>43</i>

## **Popis tablica**

*Tablica 1. Vrijeme potrebno za izradu Tanka Z 3200 LHV14 prije uvedenih poboljšanja.....39*

*Tablica 2. Vrijeme potrebno za izradu Tanka Z 3200 LHV14 poslije uvedenih poboljšanja ....40*