

Poboljšanje proizvodnje Value-stream mapping metodom

Makovec, Dino

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:122:732494>

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

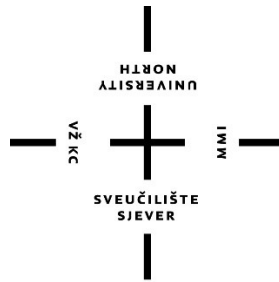
Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-22**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





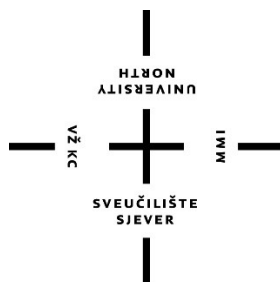
Sveučilište Sjever

Završni rad br. 318/PS/2020

Poboljšanje proizvodnje Value-stream mapping metodom

Dino Makovec, 2100/336

Varaždin, srpanj, 2020. godine



Sveučilište Sjever

Odjel za proizvodno strojarstvo

Završni rad br. 318/PS/2020

Poboljšanje proizvodnje Value-stream mapping metodom

Student:

Dino Makovec, 2100/336

Mentor:

Živko Kondić, dr.sc.

Varaždin, srpanj, 2020. godine

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL Odjel za strojarstvo

STUDI preddiplomski stručni studij Proizvodno strojarstvo

PRISTUPNIK DINO MAKOVEC

MATIČNI BROJ 2100/336

DATUM 16.06.2020.

KOLEGIJ ORGANIZACIJA PROIZVODNJE

NASLOV RADA Poboljšanje proizvodnje Value-stream mapping metodom

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU Improving production by Value-stream mapping method

MENTOR prof.dr.sc. Živko Kondić

ZVANJE 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 Velički, član

4 Marko Horvat, rezervni član, viši predavač

5

Zadatak završnog rada

BROJ 318/PS/2020

OPIS

Pristupnik u svome završnom radu treba obraditi sljedeće:

- Ukrato opisati pojam proizvodnje i njezin povjesni razvoj.
- Opisati vrste proizvodnje s osnovnim karakteristikama.
- Detaljnije razraditi i opisati osnovne gubitke koji se javljaju u proizvodnim procesima (škart, prekomjerna proizvodnja, transport, prekomjerna gibanja radnika, čekanja, zalihe, prekomjerna obrada i ne korištenje ljudskih potencijala)
- Opisati pojam poboljšanja u proizvodnim procesima kroz primjenu Lean metodologije i alata za poboljšavanje.
- Detaljnije opisati metodologiju Value Map Streaming
- U praktičnom dijelu završnog rada pokazati praktičnu primjenu Value Map Streaming
- U završnom dijelu diplomskog rada pristupnik se treba kritički osvrnuti na svoj rad te ograničenja koja su bila aktualna tijekom izrade.

ZADATAK URUČEN

POTPIS MENTORA

SVEUČILIŠTE
SJEVER



Predgovor

Zahvaljujem se svojemu mentoru Živku Kondiću na savjetima, pomoći, literaturi pri izradi ovoga završnog rada kao i motivaciji tijekom njegova pisanja.

Zahvaljujem se i svim profesorima na savjetima, znanju, strpljenju te potpori kojom su mi pomogli da uspješno privedem kraju svoje školovanje.

Također se zahvaljujem gospodinu Draženu Smolčiću, kao i ostalim djelatnicima Promming d.o.o. na prenesenom znanju, literaturi i praktičnim savjetima.

Posebna zahvala mojoj obitelji, roditeljima, prijateljima i kolegama na pomoći i savjetima tijekom cijeloga školovanja.

Sažetak

Tema ovoga završnog rada je poboljšanje proizvodnje te izračun vremena i cijene radnog naloga na primjeru tvrtke Promming d.o.o. Proizvodnja je stvaranje novoga proizvoda kroz niz procesa koji će nas dovesti do same prodaje tog proizvoda. Svakoj tvrtki koja želi opstati, potreban je profit omogućen stalnim poboljšanjem. Poboljšanje proizvodnje odnosi se na poboljšanje proizvoda, kvalitete rada, zaposlenika, zadovoljstvo kupca, dokumentacije, procesa, komunikacije....

Glavni cilj jest smanjiti nastale probleme, cijenu proizvodnje i vrijeme određenim metodama. Postoje razne metode i alati kojima se može poboljšati proizvodnja. Neke od najčešćih metoda je Lean metoda.

Ovaj rad sastoji se od dva dijela. Prvi dio bavi se problemima i idejom poboljšanja proizvodnje, dok u drugom dijelu računamo i uspoređujemo proizvodnju na konkretnom primjeru primjenjujući Value stream mapping metodu.

Ključne riječi: Poboljšanje, proizvodnja, profit, Lean, Value-stream mapping.

Abstract

The theme of this final work is to improve production, and to calculate the time and cost of a work order from the example of Promming d.o.o. Production is the creation of a new product through a series of processes that will lead us to sell that product our selves. Every business that wants to survive, it needs profits, is enabled by continuous improvement. Improving production refers to improving products, quality of work, employees, customer satisfaction, documentation, processes, communication....

The main objective is to reduce the problems encountered, the cost of production and time by certain methods. There are variou smethods and tools that can improve production. One of the most common methods ist he Lean method. This work consists of two parts. The first part deals with problems and the idea of improving production, while the second partcalculates and compares production on a concrete example and applies Value-stream mapping.

Keywords: Improvement, production, profit, Lean, Value- stream mapping.

Popis korištenih kratica

VSM	Value- stream mapping
RN	radni nalog
CAD	Computer Aided Design (Oblikovanje pomoću računala)
MTS	Make to Stock
MTO	Make to Order
MTA	Make to Assemble
TPS	Toyota Production System
LDM	Lean Daily Managment

Sadržaj

1.	Uvod	1
2.	Proizvodnja.....	3
2.1.	Razvoj i povijest proizvodnje	5
2.2.	Vrste proizvodnje.....	8
2.2.1.	Make to Stock.....	8
2.2.2.	Make to Order.....	8
2.2.3.	Make to Assemble	9
3.	Gubici u proizvodnim procesima	11
3.1.	Muda 7+1 gubitaka	12
3.1.1.	Nedostaci i pogreške.....	12
3.1.2.	Prekomjerna proizvodnja.....	12
3.1.3.	Vrijeme čekanja.....	13
3.1.4.	Prekomjerna obrada.....	13
3.1.5.	Transport.....	13
3.1.6.	Zalihe	14
3.1.7.	Nepotrebni pokreti.....	15
3.1.8.	Nekorištenje ljudskih potencijala	15
3.2.	3M gubici	15
3.2.1.	Muri	16
3.2.2.	Muda.....	16
3.2.3.	Mura.....	17
4.	Poboljšanja u proizvodnji	18
5.	Lean metodologija	22
6.	Alati Lean proizvodnje	25
6.1.	5S	25
6.2.	Kanban	26
6.3.	Benchmarking	27
6.4.	Demingov krug (PDCA krug).....	29
6.5.	Value Stream Mapping	29
7.	Lean u tvrtki Promming d.o.o.....	31
8.	Poboljšanje na proizvoljnom primjeru	37

8.1. Početno stanje Value stream mapping metode	38
8.2. Završno stanje Value stream mapping metode	44
9. Zaključak	49
10. Popis slika.....	50
11. Literatura	51

1. Uvod

Tema završnog rada je usporedba trenutne proizvodnje na primjeru jednoga radnoga naloga iz tvrtke Promming d.o.o. prije i poslije poboljšanja proizvodnje. Promming d.o.o. je tvrtka iz Čakovca koja se bavi projektiranjem, montažom i proizvodnjom opreme za trgovine, skladišta svih nosivosti i opreme interijera. Drugo poglavlje govori o proizvodnji, odnosno što je to proizvodnja, o njezinoj povijesti, vrstama te o najvećim proizvođačima. Sljedeće poglavlje govori o gubicima u proizvodnji. Gubici su aktivnosti koji troše sredstva, a ne stvaraju vrijednost. Govorit ću o mogućim gubicima te načinima kako ih možemo smanjiti ili eliminirati. Podijelio sam ih na Muda 7+1 vrsta otpada i 3M gubici.

Četvrto poglavlje bavi se koracima poboljšanja proizvodnje. Bez obzira na veličinu proizvodnje, je li ona mala ili velika, postiže se učinkovitost i produktivnost u odnosu na kapitalna ulaganja. One su ključne u održavanju konkurentne prednosti. Prije samih odabira metoda koje ćemo uzeti kako bismo poboljšali proizvodnju, bitno je izmjeriti produktivnost unutar tvrtke. Jedna od najprimjenjivanih metoda poboljšanja jest Lean metoda. Uporaba Lean metode i alata donosi mnoge prednosti suvremenom poslovanju poduzeća. Metodom smanjujemo greške i zastoje u proizvodnji u odnosu na klasične poslovne sustave i pokušavamo stvoriti što bolju kvalitetu za kupca sa što manje potrošenog resursa.



Slika 1: 5 Lean načela[1]

Šesto poglavlje je o alatima Lean proizvodnje. Lean alati osmišljeni su za usavršavanje proizvoda i samih procesa. Služe za potpuno uklanjanje gubitaka ili njihovo smanjenje. Svaki pristup koji donosi poboljšanja zapravo je novi alat. Potrebno je znati prepoznavati alate, a ne samo primjenjivati u proizvodnji.

Tvrtka Promming d.o.o. primjenjuje Lean metodologiju koju ću opisati u sedmom poglavlju. Praktični dio u osmom dijelu odnosi se na poboljšanje sustava i proizvodnje higijenskih stanica za trgovine i ostale objekte. Higijenska stanica je novi proizvod tvrtke te sam odlučio proći kroz sam proces proizvodnje. Prikazat ću proces prije i poslije uporabe Leana.

2. Proizvodnja

Proizvodnja se odnosi na veliku proizvodnju proizvoda koji pretvara sirovine, dijelove i komponente u gotove proizvode koristeći strojeve ili ručni rad. Gotova proizvodnja može se prodati izravno potrošačima, drugim proizvođačima za daljnju proizvodnju složenijih proizvoda ili veletrgovcima koji proizvode i distribuiraju trgovcima na malo. Masovna proizvodnja snižava troškove rada, a sirovine se mogu kupiti po sniženim cijenama. Tako je proizvodnja proces dodavanja vrijednosti koji omogućuje tvrtkama da prodaju gotove proizvode za veću cijenu u odnosu na vrijednost korištenih sirovina. To rezultira profitnom maržom i većom preciznošću u kvaliteti proizvoda. O tome često izvještava odbor konferencije, a ekonomisti ga dobro pregledavaju. Često se koriste strojevi, roboti, računala, ljudi i koristi se montažna linija koja omogućuje sastavljanje proizvoda korak po korak.



Slika 2: Montažna linija proizvodnje[2]

Proizvodnjom proizvoda, kroz vrijeme mijenjala se sama proizvodnja. Količina i vrsta radne snage potrebne u proizvodnji variraju ovisno o vrsti proizvoda koji se proizvode. Može se reći da postoje dva spektra proizvodnje. Prvi je gdje ljudi proizvode proizvode ručno ili pomoću osnovnih alata koristeći tradicionalne postupke. Ovakav tip proizvodnje povezan je s umjetnošću, stolarijom, proizvodnjom kože i tekstila. U drugom spektru proizvođači koriste mehanizaciju za proizvodnju predmeta na industrijskoj mjeri. Ovaj spektar ne zahtijeva tolike ručne manipulacije materijala i vezan je za masovnu proizvodnju. [3]

Najpoželjniji alati u procesu proizvodnje su:

- **Izrada proizvoda** – Pomoću 3D CAD je najpopularnije i najbrže prototipiranje koji sastavlja fizičke dijelove. Assembly design je povezivanje dvaju ili više materijala zajedno koji zajedno čine skladnu cjelinu.



Slika 3: Assembly design pištolja [4]

Slika 3. prikazuje više dijelova, koji zajedno povezani prikazuju pištolj.

- **Software** – Proizvođači koriste alate za automatizaciju proizvodnje i upravljanje zalihama koji im pomažu u planiranju materijalnih potreba, kontroli zaliha i pravilnom računovodstvu. Sustavi se odnose i na same kupce, upravljaju narudžbama i obrađuju sve kupnje.
- **Automatizirani sustav** – Proizvodnja proizvoda dobre kvalitete i kontinuirano ubrzava cijeli proces. Ponuda mora zadovoljiti potražnju. U današnje vrijeme uporaba montažnih sustava i transportnih traka u proizvodnom sektoru pokazala se kao veliko bogatstvo u ispunjavanju svih podataka.

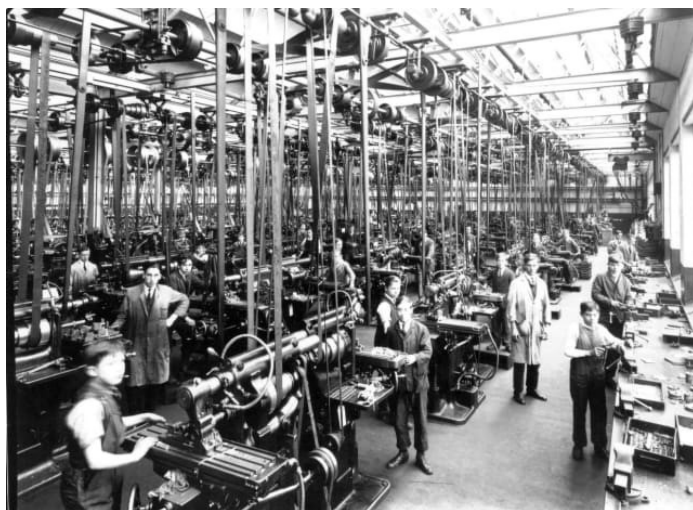
Postoje operativni rizici koji nastaju tijekom cjelokupnoga proizvodnog procesa. Proizvođač mora izdvojiti novac kako bi izmijenio strojeve koji bi se dugoročno mogli pokvariti. Rezervno napajanje se mora uzet u obzir. Gubitak snage može rezultirati gubicima, ako je narudžba hitna. Proizvođači moraju sigurnosno kopirati svoje podatke zbog internetske sigurnosti i suočavanju sa zastarjelim strojevima. Većina proizvodnje može uključivati značajne socijalne i ekološke troškove. Troškovi čišćenja opasnog otpada mogu nadmašiti cijene proizvoda koji se stvara.

Opasni materijali mogu izložiti radnike zdravstvenim rizicima. Troškovi se mogu riješiti raznim metodama poboljšanja učinkovitosti, smanjenjem otpada i uklanjanjem štetnih kemikalija.

2.1. Razvoj i povijest proizvodnje

Ljudi ne razmišljaju odakle dolaze i kako su proizvedeni proizvodi koje svakodnevno koristimo. Jednostavno koristimo mobitel, četkicu za zube, računalo ili automobil bez da razmislimo kako je to izrađeno. Potrebni su sati i sati za izradu takvih proizvoda. Prije razvoja proizvodnje, za proizvode izrađene ručno bilo je potrebno nekoliko dana. Proizvodnja ima dugu povijest i način na koji smo prešli sa čovjeka na čovjeka i stroja.

Industrijski postupak koji se koristio za pretvaranje sirovina u proizvode u velikim količinama pojavio se tijekom industrijske revolucije 19. stoljeća. Parni stroj bio je glavni izum koji je obilježio industrijsku revoluciju. Za pokretanje strojeva koristila se snaga vode i životinje. Thomas Newcomen konstruirao je 1712. prvi funkcionalni parni stroj, koji je, pokretan ugljenom, služio za ispumpavanje vode iz rudnika. Parni stroj usavršio i patentirao je James Watt 1769.g. Prije tog razdoblja na tržištu su dominirali ručno izrađeni proizvodi. Razvoj parnih motora i srodnih tehnologija omogućio je tvrtkama korištenje strojeva u procesu proizvodnje. To je smanjilo broj radnika potrebnih za proizvodnju robe, a također povećao količinu robe koja se može proizvesti. Drastično smanjenje troškova materijala i vremena proizvodnje zahvatilo je nekoliko industrija, uključujući tekstilnu industriju. Prije tog razdoblja, tekstil se izrađivao uglavnom u ljudskim domovima, a trgovci su pružali osnovnu potrebnu opremu i materijale. To je značilo da će radnici sami sastavljati raspored, što je otežalo reguliranje. Masovna proizvodnja i proizvodnja montažnih linija omogućila je tvrtkama da izrade dijelove koji bi se mogli međusobno upotrijebiti i omogućili jednostavniju izradu gotovih proizvoda smanjujući potrebu za prilagodbom dijelova. Industrijska revolucija donijela je veliko bogatstvo većini poduzetnika koji su ju i pokrenuli. Prvi parobrod Clermont konstruirao je Robert Fulton 1807.g. , a prvi željezni most konstruirao je i završio 1779.g. Abraham Darby.



Slika 4: Produkcija za vrijeme Prve industrijske revolucije [5]

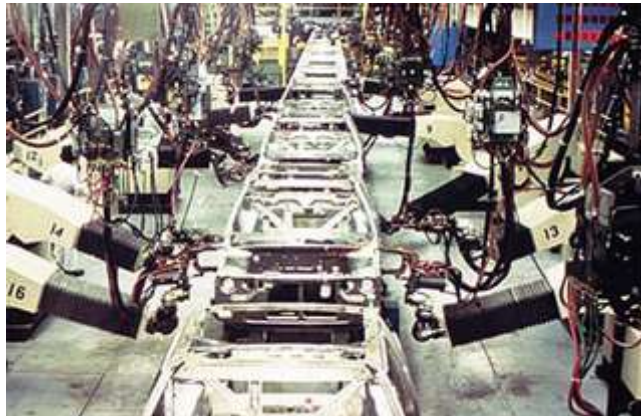
Sljedeći veliki pothvat bio je uvođenje montažne linije. Masovna proizvodnja i montažna linija omogućila je tvrtkama da izrade dijelove koji bi se mogli međusobno upotrijebiti i omogućiti jednostavniju izradu gotovog proizvoda. Prvi ju je patentirao 1901.g. Ransom E. Olds, proizvođač automobila. Njegovom metodom se brzina proizvodnje na kraju godine povećala na 500 posto, što je rezultiralo padom cijena. Henry Fordu ova metoda je omogućila stvaranje njegove vlastite metode. Tvrtka Ford Motor popularizirala je uporabu tehnika masovne proizvodnje u proizvodnji početkom 20. stoljeća. Računala i precizna elektronička oprema otada su tvrtkama omogućile da se ugrade u visoko tehnološke metode proizvodnje. Proizvodi napravljeni korištenjem ovih metoda obično imaju višu cijenu, ali također zahtijevaju specijaliziranu radnu snagu i veća kapitalna ulaganja. Slika 5. prikazuje vrhunac proizvodnje, gdje se novi automobil sastavi za 3 minute.



Slika 5: Montažna linija tvrtke Ford [6]

Toyota Motor Corporation 1948.g. razvila je Lean proizvodnju. Sustav je bio drastična promjena u odnosu na prethodne sustave jer je zahtijevao više upornosti i detaljnog promatranja. Sustav se razvijao u cilju poboljšanja protoka proizvodnje i identificiranjem i uklanjanjem otpada. Toyota je konstantno godinama radila na poboljšanju. Danas se zove "Just in time System" i naglašava izradu *"ono što je potrebno, kada je potrebno, i u kojoj količini je potrebno"*. Današnji sistem i proizvodnja koncipira se na strojevima. Prvi stroj-robot zvao se Televox iz 1926.g. . Prepoznavao je čovjekov glas i mogao se odazvati. Bili su to jednostavni strojevi kojim je upravljao čovjek. Godine eksperimentiranja dovele su do izrade stroja-robotu 1969.g. koji je radio na montažnoj liniji.

Kvalitetna i precizna proizvodnja vrhunskih proizvoda započinje u najrazvijenijim ekonomijama. Tehnologija je učinila proizvodnju učinkovitijom, a zaposlenike produktivnijima. Povećala se potražnja i broj proizvedene robe, ali broj potrebnih radnika će se smanjiti. To će biti velik problem u budućnosti. Puno će ljudi ostati bez posla.[7]



Slika 6: Unimate – Prvi industrijski robot [8]

2.2. Vrste proizvodnje

Postoje tri glave proizvodnje. Make to stock, Make to Assemble i Make to order.

2.2.1. Make to Stock

U MTS proizvodi se proizvode na temelju predviđanja potražnje. Budući da će točnost predviđanja spriječiti višak zaliha i gubitak prilika zbog zaliha, ovdje je pitanje kako točno predvidjeti te zahtjeve.

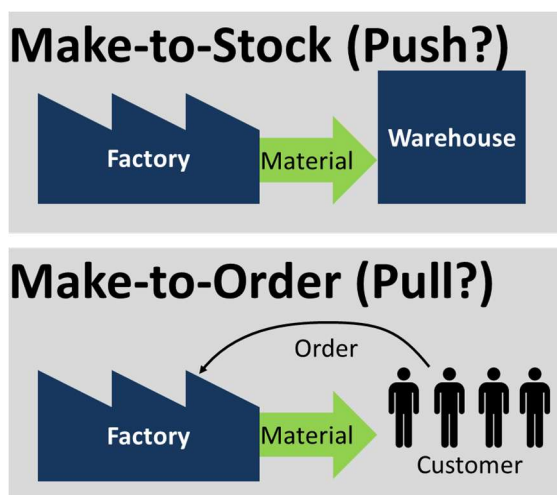
Make to Stock znači proizvoditi proizvode za zalihe na temelju predviđanja potražnje. MTS je potreban da se spriječi gubitak prilika zbog zaliha i minimizira višak zaliha koristeći točne prognoze. U industrijaliziranom društvu masovne proizvodnje i masovnog marketinga ova je prognoza zahtijeva standardizaciju i upravljanje poslovanjem poput smanjenja troškova. Kako se ekonomija širi, tako se povećava i dohodak potrošača, a i potražnja se kontinuirano povećava. Potražnja se mijenja u skladu s poboljšanjem ekonomije. Čak i ako se potražnja smanji, a zalihe povećaju, zalihe će se jednog dana pretvoriti u novac kad se potražnja oporavi. Stoga je glavna tema poslovnog upravljanja kako predvidjeti budućnost na temelju ciklusa potražnje iz prošlosti. Konkretno, potreban je razvoj sustava upravljanja proizvodom i zalihama radi poboljšanja učinkovitosti upravljanja. Jedan od problema MTS-a je upravljanje zalihama kako ne bi došlo do viška zaliha. Stoga se opskrba malih serija treba često provoditi potražnjom tipa QR (brzi odgovor), ECR (efikasan odgovor potrošača), CRP (program kontinuiranog nadopunjavanja) i VMI (inventar kojim upravlja dobavljač). Na taj način će se ubrzati protok proizvoda, a novčani tok povećati. [9] [10]

2.2.2. Make to Order

Make to order je poslovna proizvodna strategija koja potrošačima omogućuje kupnju proizvoda prilagođenih njihovim specifikacijama. To je proizvodni postupak u kojem proizvodnja predmeta započinje tek nakon što je zaprimljena potvrđena narudžba kupca. Poznato je i kao masovno prilagođavanje. Ova vrsta proizvodne strategije naziva se pull-type opskrbnog lanca, jer proizvodi proizvode samo ako postoji velika potražnja kupaca. Proizvodni model povučenog tipa koristi se u montažnoj industriji gdje je količina koja je potrebna za proizvodnju prema specifikaciji proizvoda jedna ili njih nekoliko. To uključuje specijalizirane industrije kao što su građevinarstvo, proizvodnja aviona i plovila, mostovi i tako dalje. Proizvodnja po

narudžbi omogućava vrlo velik asortiman proizvoda. U zalihama postoji relativno malo novca, jer se umjesto gotovih proizvoda inventar nalazi u dijelovima. Sav rad u tijeku povezan je s narudžbom kupca, što smanjuje rizik. Radno opterećenje u proizvodnji može se vremenski jako razlikovati, jer su proizvodne aktivnosti izravno ovisne o narudžbama kupaca. U praksi se to uspijeva s različitim količinama proizvodnje, što zahtijeva fleksibilne resurse i produljenje vremena isporuke kada je potražnja velika. Oblik izrada po narudžbi znači da je proizvod spreman, a crteži i upute za rad postoje. U praksi, podjela između izrade po narudžbi i inženjera po narudžbi nije uvijek tako stroga, ali može biti manjeg inženjeringa i za proizvode koji se rade po narudžbi. Izrada po narudžbi može uključivati i kupnju dijelova ili materijala na temelju narudžbe.

Ako se većina dijelova i materijala kupuje na temelju narudžbe kupca, također se može upotrijebiti i pojam po narudžbi ili kupnja po narudžbi. [9] [11]



Slika 7: Razlika između MTS i MTO [12]

2.2.3. Make to Assemble

Make to Assemble je oblik proizvodnje u kojem se proizvedeni predmeti umjesto da se skladište potpuno sastavljeni, tvrtka skladišti dijelove odvojeno do trenutka kada kupac odredi narudžbu za proizvod. U ovom trenutku, tvrtka sastavlja pohranjene dijelove u gotov proizvod po narudžbi kupca. MTA zvuči kao združivanje MTS i MTO.

Za ostvarivanje poboljšanja efikasnosti i profita, a niskih troškova zaliha postoje više načina i alata:

- Vidljivost inventara za predmete i njihove komponente
- Rezervirati dijelove za sastavljanje odmah kako bi zajamčili narudžbu
- Procjena profitabilnosti naloga kako bi uvećali cijenu i troškove
- Skladištu dati podatke o kupcu kako bi se olakšala dostava i montaža.

MTA omogućava proizvođačima da brzo i jednostavno prilagode predmete i smanjuje troškove rada trošeći vrijeme na sastavljanje stvari samo kad je nalog za plaćanje u posjedu. Budući da strategija MTA ne uključuje puno gotovih proizvoda u inventaru, rizik je da proizvođač može primiti veću narudžbu od one koju je u stanju ispuniti s komponentama koje se nalaze u skladištu. [9] [13]

3. Gubici u proizvodnim procesima

Gubici su aktivnosti koji troše sredstva, a ne stvaraju vrijednost. Odnose se na kretanje radnika i prijevoz robe s jednog mjesta na drugo bez svrhe, nagomilavanje u skladištu, proizvodnju proizvoda s greškom. Uklanjanje gubitaka je jedan od primarnih ciljeva Lean sustava. Identificiranje otpada je zahtjevno, kao i samo uklanjanje.

Koraci za uklanjanje gubitaka:

- učiniti gubitke vidljivima
- svjesnost gubitaka
- odgovornost za gubitke
- mjerenje gubitaka
- smanjenje ili eliminacija gubitaka.

Taiichi Ohno stvorio je Lean proizvodni okvir kojem je ideja povećati ili smanjiti vrijednost uz manje rada. Otpadom možemo smatrati sve ono što ne povećava vrijednost. „muda“ treba uložiti sve napore kako bi se taj otpad eliminirao. Postoje 8 vrsta otpada :

- nedostaci i pogreške
- prekomjerna proizvodnja
- vrijeme čekanja
- prekomjerna obrada
- transport
- zalihe
- nepotrebni pokreti
- nekorisćenje ljudskih potencijala.

3.1. Muda 7+1 gubitaka

3.1.1. Nedostaci i pogreške

Pogreške zahtijevaju dodatno vrijeme, resurse i novac za ispravljanje. Otpad je nemoguće iskorijeniti, ali mogu se ograničiti standardizacijom radnih planova, kontrolom kvalitete, razumijevanjem potreba i zahtjeva kupaca. Uzorci mogu biti: loš popravak, loša kontrola kvalitete, nedostatak standardizacije, loša dokumentacija, slabi procesi, loš dizajn, pogreške unosa podataka, nedostatak informacija, izostanci, rotacija poslova zaposlenika...

3.1.2. Prekomjerna proizvodnja

Prekomjerna proizvodnja znači proizvoditi previše ili prerano. Potrebno je kupcu pružiti točno ono što kupac želi i kad želi. Kod nekih organizacija radnici proizvode na slijepo. Do prekomjerne proizvodnje može doći zbog inženjerske promjene, loše primjene automatizacije, nejasnih potreba kupca, ispisa dodatnih kopija papira u uredu, suvišnog arhiviranja, škarta...



Slika 8: Prekomjerna proizvodnja [14]

3.1.3. Vrijeme čekanja

Za razliku od gubitaka prekomjerne proizvodnje, gubici čekanja su obično lakše uočljivi. Prazan hod radnika koji su završili potrebnu količinu rada ili zaposlenika koji provode mnogo vremena gledajući strojeve, a nemoćni su spriječiti probleme su dva primjera gubitka. Vrijeme čekanja vidljivo je u zastojima zbog nedostupnosti resursa ili nedostupnosti informacija. Čekanje nam povećava vodeće vrijeme procesa, a samim time i troškove. Uzroci čekanja su: dugo vremenski postavljanje alata, nedovoljno osoblje, loša kvaliteta procesa, loša komunikacija, radni izostanci, spora računala, čekanje završnih odluka, čekanje informacije kupaca...

3.1.4. Prekomjerna obrada

Prekomjerna proizvodnja najgori je Muda gubitak. Trošak je povezan s kapitalom tvrtke i skladištenjem i pomicanjem inventara. Često tvrtke ne vjeruju u pouzdanost vlastitih procesa i dolazi do planiranja mogućih prekida tijekom proizvodnje raspoređujući na nekoliko dana ili tjedana. Rezultat je naručivanje više nego što je potrebno. Prvi korak da smanjimo gubitke je uočavanje problema. Probleme treba provesti kroz Lean alate kao što su Value-stream mapping i Spaghetti dijagram. Tada je potrebno napraviti preuređivanje radnog mjesta, stvaranjem proizvodnih ćelija koje sadrže sve potrebne procese i udaljavanjem od funkcionalnih izgleda. Nakon što to učinimo možemo koristiti ideje pravodobne proizvodnje kako bismo omogućili proizvodnju proizvoda samo kada je on naručen, koristeći tehnike poput Kanbana kako bismo omogućili povlačenje proizvodnje kroz naše procese.

3.1.5. Transport

Otpad nastao premještanjem proizvoda i privremenog skladištenja. Najveći problem događa se u proizvodnom pogon, a manje u poslovnim uredima. Prevelik transport ima tendenciju da poveća troškove, troši vrijeme, povećava vjerojatnost oštećenja i propadanja proizvoda i može rezultirati lošom komunikacijom. Ograničenje transportnog otpada može se lako riješiti zdravim razumom, poput pojednostavljenja procesa, popravljanja fizičkih rasporeda, rjeđeg rukovanja proizvodima i skraćivanja udaljenosti između koraka.



Slika 9: Gubici u Transportu [15]

3.1.6. Zalihe

Gubici uzrokovani zalihama usko su vezani s gubicima prekomjerne proizvodnje. Tako da prekomjerna proizvodnja stvara višak zaliha, a samim time i dodatna opterećenja kao što su rukovanje materijalom, povećanje prostora, nove troškove, nove zaposlenike. Do ovoga otpada dolazi kada opskrba prelazi stvarnu potražnju kupca. Neki od uzroka su: loši sustavi praćenja, nepouzdana dobavljači, nerazumne potrebe kupca, gomilanje dijelova i arhiva, kupnja i izrada stvari nego što su potrebne ...



Slika 10: Zalihe [14]

3.1.7. Nepotrebni pokreti

Gubici usred nepotrebnih pokreta mogu se definirati kao bilo koje vrijeme provedeno u pokretu, a koje ne dodaje vrijednost proizvodu. Svaki višak kretanja, bilo da rade zaposlenici ili strojevi, ne daje vrijednost proizvodu, usluzi ili procesu.

Pokret ≠ Rad

Uzroci nepotrebnih pokreta su: šetnja od ureda do ureda, pretraživanje programa u operativnoj pripremi, loša kontrola procesa, loš dizajn, nedostatak standarda, traženje alata za savijanje...

3.1.8. Nekorištenje ljudskih potencijala

Potrebno je ljudima pružiti šansu i saslušati ih ako imaju dobru ideju. Zbog ovih razloga se događaju gubici u tvrtkama. Zaposlenici su ograničeni odgovornostima i ovlaštenjima za donošenje rutinskih odluka. Ne pružaju se bolji i novi alati koji su malo skuplji kako bi se poboljšao posao i sama produktivnost radnika. Radnicima se nedovoljno vjeruje o odgovornosti za čistoću, održavanje i organizaciju vlastitog radnog mjesta. Potrebno je ljudima pružiti normalne radne uvjete. Osigurati radnicima udobne stolice u uredima kako ne bi došlo do kronične boli u leđima, omogućiti potrebnu odjeću, zavarivačima maske i filtere...

Zbunjenost može dovesti do gubitaka. Uzroci su: zbunjujuće upute, nedostatak komada, nedostatak treninga. zbunjujući ciljevi... [16] [17]

3.2. 3M gubici

Eliminacija otpada cilj je Leana. Iako se uklanjanje otpada može činiti jednostavnom i jasnom temom, otpad se često vrlo konzervativno identificira. To znatno smanjuje potencijal takvog cilja. Toyota je definirala tri vrste otpada:

1. Muda – Nevažno djelo. Otkriven nakon procesa na mjestu i rješava se reaktivno.
2. Muri – Preopterećenje. Fokusiran na pripremu i planiranje postupka ili onoga što se dizajnom može izbjeći.

Mura – Neujednačenost. Implementacija i eliminacija protoka na razini operacija, kao što je kvaliteta i volumen.

3.2.1. Muri

Muri je tradicionalni japanski izraz za preopterećenje ili nerazumnost. Muri se može izbjeći standardiziranim radom. Da bi se postigao ovaj standardni uvjet, rezultati moraju biti definirani kako bi se osigurala učinkovita kvaliteta. Tada se svaki postupak i funkcija moraju svesti na najjednostavnije elemente za ispitivanje. Postupak se tada mora standardizirati kako bi se postigao standardni uvjet. To se postiže uzimajući jednostavne radne elemente i kombinirajući ih, jedan po jedan, u standardizirane radne sekvence.

U proizvodnji, to uključuje:

- radni tijek: logički upute koje treba poduzeti
- postupke koji se ponavljaju i strojni procesi: racionalne metode
- potrebno vrijeme: maksimalno dopušteno vrijeme proizvodnje kako bi se zadovoljila potražnja.

Kad svi znaju standardni uvjet i normirani rad sekvence, rezultati su:

- moral zaposlenika je povišen
- postiže se veća kvaliteta
- povećana je produktivnost
- troškovi su smanjeni.

3.2.2. Muda

Muda je tradicionalni japanski izraz za aktivnost koja troši i ne daje vrijednost ili je neproduktivna. Proces dodaje vrijednost proizvodnjom robe ili pružanjem usluge koju će kupac platiti. Postupak troši resurse i otpad nastaje kada se potroši više resursa nego što je potrebno za proizvodnju robe ili pružanje usluge koju kupac zapravo želi. Stavovi i alati TPS-a jačaju svijest i daju posve nove perspektive u identificiranju otpada, a samim tim i neiskorištene mogućnosti. Mudi se posvećuje puno veća pažnja kao otpadu nego ostale dvije, dok mnogi Lean praktičari nauče Mudu, ne vide isti otpad poput Mure i Muri. Iako su usredotočeni na kontrolu procesa, ne daju dovoljno vremena za poboljšanje procesa redizajnom.

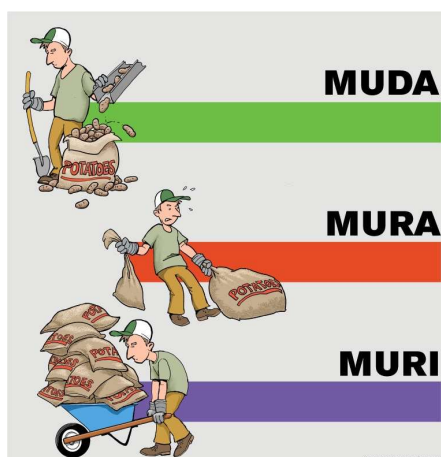
Sljedećih sedam otpada identificira i klasificira resurse koji se obično troše.

- Prekomjerna proizvodnja: Proizvodnja ispred potražnje.
- Prijevoz: Za premještanje proizvoda za koje zapravo nije potrebno izvršiti obradu.
- Čekanje: Čekanje na sljedeći korak proizvodnje.
- Inventar: Sve komponente, nedovršena proizvodnja i gotov proizvod se ne obrađuju.
- Pokret: Ljudi ili oprema koji se kreću ili hodaju više nego što je to potreban za obavljanje obrade.
- Prekomjerna obrada: Zbog lošeg dizajna alata ili proizvoda aktivnost.
- Defekti: Napor koji je uključen u inspekciju i ispravljanje nedostataka.

3.2.3. Mura

Mura je tradicionalni japanski izraz za nejednakost. Smanjenje otpada je učinkovit način za povećanje profitabilnosti. Mura je izbjegnuta kroz Just in Time sustave. Temelji se na malo ili nimalo inventara, opskrbljivanjem proizvodnog procesa s pravim dijelom, u pravo vrijeme, u pravoj količini, i prvom isporukom, prvim protokom komponenata. Just in Time sustavi stvaraju sustav povlačenja u kojem svaki potproces povlači svoje potrebe iz prethodnih potprocesu i na kraju od vanjskog dobavljača. Kad prethodni postupak ne primi zahtjev ili odustane, ne čini više dijelova.

Ova vrsta sustava dizajnirana je kako bi se povećala produktivnost minimizirajući dodatni prostor za pohranu. [18]



Slika 11: Muda, Mura i Muri [19]

4. Poboljšanja u proizvodnji

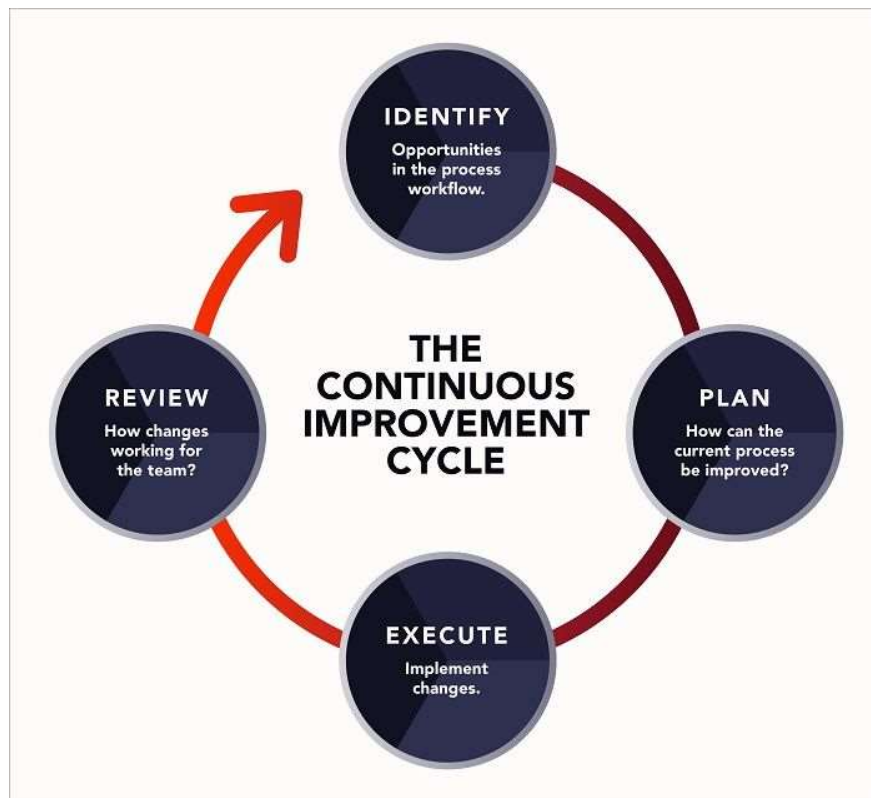
Posljednjih godina tvrtke ulažu puno novaca i resursa za poboljšanje proizvodnje. Poboljšanje je promjena na bolje u odnosu na trenutno stanje, a donosi uštedu. Konkurencija industrija raste i zabrinute su tvrtke pod pritiskom da poduzmu mjere i promjene svojeg proizvodnog procesa kako bi ostali konkurentni na globalnom tržištu. Žele što manje troškova, potrošenog vremena, prostora i resursa, a što više profita. Zbog toga koriste različite alate i metode koje će što bolje optimizirati organizaciju. Poboljšanje se poduzima na osnovu informacija dobivenih:

- analizom troškova
- financijskim analizama
- prijedloga zaposlenika
- istraživanjem tržišta
- prilikom samoocjenjivanja
- na osnovu iskustva zaposlenika u organizaciji
- podataka o izvršenim servisima i reklamacija.

PRODAJNA CIJENA = TROŠKOVI + PROFIT

Danas postoji puno metoda koje tvrtke koriste kako bi poboljšale svoju proizvodnju. Najčešće korištene metode su : Lean, Kanban, SMED, Six Sigma, Benchmarking ...

Metoda za pojednostavljivanje rada i smanjenje otpada naziva se Kontinuirano poboljšanje. Danas je koriste tisuće tvrtki širom svijeta za mogućnost štednje. Može se promatrati kao formalna praksa ili neformalni skup smjernica. Glavni fokus, uz visoke standarde usluge kupcima i smanjenje otpada u obliku troškova, vremena i nedostataka.



Slika 12: Krug kontinuiranog poboljšanja[20]

Stalno poboljšanje je prvi način na koji mnoge tvrtke smanjuju troškove poslovanja. Kontinuirano poboljšanje pomaže u pojednostavljivanju radnih tijekova. Omogućuje učinkovite tijekove rada koji štede vrijeme i novac, omogućujući da se smanji izgubljeno vrijeme i trud. Projekti koji omogućuju pomicanje rokova i promjenu prioriteta ispunjeni su prilikama za poboljšanje. Voditelj projekta mora znati upravljati projektom kako bi imao saznanje o vremenu izrade. Voditelj može smanjiti troškove projekta i spriječiti prekomjerne troškove. Za tvrtke čiji timovi nisu u mogućnosti prakticirati kontinuirano poboljšavanje tijekom svakodnevnog rada, sljedeći najbolji način iskorištavanja koncepta je održavanje događaja s neprekidnim usavršavanjem, poznatih kao Rapid Improvement ili Value Stream Mapping. Događaji kontinuiranog poboljšanja mogu potrajati do pet dana, ovisno o širini teme koju treba obraditi.

Neprekidno usavršavanje tvrtkama pomaže uštedjeti novac prepoznavanjem neučinkovitosti u projektnim timovima s mnogim slojevima menadžmenta. Mnoge su tvrtke prihvatile Lean kao standard za rad na projektima i radovima. Tvrtke koje se nisu koristile Lean proizvodnjom imale su puno otpada.[20]

Učinkovitost je dobra za bilo koji posao. Nije važno je li tvrtka orijentirana na proizvodnju ili usluge. Veća učinkovitost procesa uvijek nudi širok spektar prednosti u odnosu na "uobičajeno poslovanje". Učinkovitija proizvodnja može pomoći smanjiti troškove, poboljšati propusnost i smanjiti utjecaj na okoliš. Sve ove opće prednosti vode dodatnim koristima na cesti, od povećane prodaje i kvalitete do poboljšanog imidža tvrtke.

Postoji puno načina poboljšanja proizvodnje, a ovo su neki od njih:

- Ispitivanje tijeka proizvodnje – Potrebno je otkriti kritična mjesta u trenutnom tijeku rada. Potrebno je analizirati tehnologiju, ljude i procese potrebne za proizvodnju, te resurse dostupne u cijeloj tvrtki. Kao učinkovito rješenje možemo razmotriti mapiranje za rješavanje i identifikacije i praćenje projekta. Ovom strategijom menadžeri preciziraju probleme.
- Što manje otpada – Otpad je pojam koji se može odnositi na materijale, energiju, prostor, radne sate... Materijalni otpad je najskuplja vrsta otpada. Otpad je moguće smanjiti na više načina. Možemo promijeniti izgled proizvoda. Izraditi ga na najbolji način s manje materijala, nego na početku. Potrebno je što više reciklirati. Ako ne možemo iskoristiti reciklirani otpad, uvijek ga možemo prodati tvornici koja će imati korist od njega. Alate je moguće pregledati i izoštriti (ako nisu u odličnom stanju) prije nego ih bacimo.
- Organizacija – Iz loše organizacije proizlazi izgubljen novac i izgubljeno vrijeme. Poboljšanjem organizacije povećat ćemo produktivnost. Potrebno je organizirati materijal, alate, strojeve i dokumente. Moramo razmišljati o rasporedu strojeva i alata. Ako se pozicije režu na laseru, savijaju i vare, onda ćemo složiti i takav raspored.
- Poboljšanje radnika – Radnike je potrebno obučavati za što više procesa. Na taj način mogu pomoći svojim kolegama u rješavanju problema. Uvijek je lakše riješiti problem kao tim, nego pojedinac.
- Uključivanje radnika u donošenje odluka - Ako je proces opterećen stankama, potražite odgovore u zaposlenicima. Osoba odgovorna za obavljanje posla može imati nekoliko ideja kako bi proces učinio efikasnijim. S druge strane, rukovoditelji i rukovodstvo, navikli su gledati širu sliku, lako propuštaju manje mogućnosti za poboljšanje. Važno je otvoriti komunikacije kako bi zaposlenici mogli učinkovito komunicirati u lancu (kad imaju prijedloge, komentare ili pritužbe).
- Ojačanje baze opskrbe – Potrebno je biti pažljiv i pažljivo pogledati dobavljača. Ako dobavljači pružaju dobre materijale, alate i isporučuju ih na vrijeme, dobro ih je nagraditi pružanjem više poslovanja. Stavovi kupca uvelike variraju između

dobavljača.

Kako bi se maksimizirala učinkovitost, preporučuje se rad s dobavljačima koji imaju stav kupca. Oni će puno brže odgovoriti ako nešto pođe po zlu i puno spremnije riješiti problem na kraju.

- Kupnja pametnijih strojnih alata - Proizvodnja je industrija u kojoj zaposlenik može biti jednako produktivan kao i njegovi alati. Iako CNC strojevi mogu biti skupi u pogledu početnog postavljanja i obuke, napredna oprema može imati pozitivan dugoročni učinak. Takvi strojevi tvrtke čine konkurentnim na novom i stranom tržištu.
- Standardizacija rada – Kako bi se povećala učinkovitost, potrebno je standardizirati i najjednostavnije zadatke. Potrebno je izraditi kontrolni popis kojeg će svaki radnik pratiti i postaviti ga u svaki radni prostor. Time se osigurava da svaki zaposlenik obavlja posao slijedom koji mu je naveden. Ovaj način može smanjiti vrijeme zastoja i poboljšati kvalitetu proizvoda. [21][22]

5. Lean metodologija

Japanski inženjer koji je radio na usavršavanju proizvodnje, po Poka-yoke konceptu rekao je: "Poboljšanje ponekad znači uraditi ono što nikad nismo uradili." Najveći broj poboljšanja dolazi iz Japana, iz automobilske industrije gdje je sve i započelo. Zemlje zapada počele su primjenjivati varijante proizvodnog sustava Toyote kako bi ostale konkurentne. TPS se temelji na dva koncepta: Jidoka i Just-in-Time. Jidoka je metoda brzog prepoznavanja i ispravljanja bilo kakvih problema koji bi mogli dovesti do neispravne proizvodnje. Na ovaj način sustav pomaže u sprečavanju ponavljanja problema uz održanje kvalitete i visoke produktivnosti. Just-in-time je pročišćivanje i koordiniranje svakog proizvodnog procesa tako da proizvodi ono što je potrebno u sljedećem procesu. To znači da nema otpada, stalne kvalitete i ravnomjernog tijeka proizvodnje. Toyota sistem je kasnije nazvan Lean proizvodnja.

Lean filozofija poznata je po tome što je fokusirana na smanjenje originalne Toyota Sedam Gubitaka radi poboljšanja ukupne vrijednosti kupaca, ali postoje i različite perspektive kako se to najbolje postiže. Stalan rast Toyote, od male tvrtke do najvećeg svjetskog proizvođača automobila, usredotočila je pozornost na to. Lean u proizvodnji se može koristiti:

- za značajno poboljšanje ukupne produktivnosti
- povećani tržišni udio
- poboljšanje brzine prodaje novih proizvoda
- za smanjenje troškova rada i proizvodnje
- za uklanjanje procesa bez dodatne vrijednosti.

Lean je filozofija s dobro poznatim i provjerenim rezultatima koji se svakodnevno sve češće i češće koriste širom svijeta. Ciljevi Leana usmjereni su na pronalaženje pravih stvari, na pravo mjesto, u pravo vrijeme, u pravoj količini kako bi se postigao savršen tijek rada uz minimiziranje otpada, fleksibilnost i mogućnost promjene. Cilj je učiniti rad dovoljno jednostavnim da ga razumije, radi i upravlja. Lean proizvodnja je proizvodnja koja koristi manje svega u usporedbi s masovnom proizvodnjom: manje otpada, manje ljudskog napora, manje proizvodnog prostora, manje ulaganja u alate i manje inženjerskog vremena za razvoj novog proizvoda. Lean je često povezan sa SixSigma zbog naglaska za smanjenjem varijacija procesa i Toyotine kombinirane uporabe.

Pojam Lean proizvodnja prvi je put opisan u knjizi "The machine that changed the world" (Womack, J.P., Jones, D.T., 1990.) koja je rezultat istraživačkog rada IMVP-a (engl. International Motor Vehicle Program), gdje su autori prvi put opisali razlike između japanske i

zapadne automobilske industrije te po prvi put upotrijebili izraz Lean za Toyotin način proizvodnje. Osnovno načelo Lean proizvodnje je da se proizvodi točno ono što kupac želi, tj. kvalitetu i količinu proizvoda izravno diktira tržište. Womack i Jones su u svojoj knjizi „Lean Thinking“ postavili pet osnovnih principa Lean filozofije. [23]

Pet osnovnih principa na kojima se temelji Lean sustav:

- vrijednost i gubitak
- tok vrijednosti
- tijek kretanja proizvoda kroz proces
- povlačenje proizvoda
- težnja savršenstvu.

1. **VRIJEDNOST I GUBITAK** – U osnovi znači što je kupac spreman platiti. Vrijednost definira kupac. U samoj sredini proizvodnji nalazi se zahtjev kupca, ono što je njemu potrebno. Postoje aktivnosti koje ne dodaju vrijednosti proizvodu i koje kupac nije spreman platiti, a potrebne su postupku. Ako aktivnosti nisu potrebne postupku i kupac nije spreman platiti, potrebno ih je odbaciti. Sve što smatramo otpadom mora se ukloniti da se negativno ne umiješa u proces. Na tvrtki je da razumije i apsorbira ono što kupac treba i traži kako bi se izbjeglo mnogo otpada.
2. **TOK VRIJEDNOSTI** – Potrebno je stvoriti racionalni i jedinstveni tok vrijednosti. Ako nije na ovaj način, ne dodaje vrijednost i nema idealan tijek za implementaciju Lean-a. VSM je najbolji alat za provedbu. U njemu se prepoznaju uska grla i kašnjenja u proizvodnim procesima.
3. **TIJEK KRETANJA PROIZVODA KROZ PROCES** - Najteži korak za izvođenje. Karakterizira ga stvaranje kontinuiranog tijeka aktivnosti koje stvaraju vrijednost proizvodu. Znači proizvoditi bez pauze, prekida, ispuniti i nadmašiti očekivanja klijenta. U proizvodnom procesu ne možemo imati čekanje, preoblikovanje ili nešto što povećava vrijeme vodstva.
4. **POVLAČENJE PROIZVODA** - Proizvod mora zadovoljiti 100% potrebe kupca. Kupac je onaj koji će povući proizvodnju, a ne tvrtka. Trenutno je potrebno načelo povlačenja proizvodnje jer je broj konkurenata znatno porastao. Porastom "personalizirane"

6. Alati Lean proizvodnje

Svakodnevno dolazi do novih promjena i poboljšanja koje potiče Lean, tako se svakodnevno povećava broj alata kojima se provodi Lean proizvodnja. Lean alati osmišljeni su za usavršavanje proizvoda i samih procesa. Služe za potpuno uklanjanje gubitaka ili njihovo smanjenje. Svaki pristup koji donosi poboljšanja zapravo je novi alat. Potrebno je znati prepoznavati alate, a ne samo primjenjivati u proizvodnji. Potrebno ih je znati kombinirati s drugim alatima. Kad se provodi Lean, potrebne su neke faze. Moguće je razlikovati tri različite faze:

1. faza: Dijagnoza i mogućnosti poboljšanja
2. faza: Provedbe poboljšanja
3. faza: Evaluacija

Prvu fazu je korisno promatrati i znati različite pokrete i otpad. Tada se mogu definirati mogućnosti dijagnoze i poboljšanja. Druga faza započinje kada je planiranje završeno i mora pokušati implementirati ranije definirane mogućnosti poboljšanja. Kad je projekt gotov, vrlo je važno provjeriti i pregledati kako aktivnost djeluje s novim izmjenama. Ova faza je treća. Kada je ova faza gotova, sve faze moraju započeti drugi put. To je razlog zašto je poznata kao metodologija kontinuiranog poboljšanja.

Najvažniji Lean alati su: 5S, Kanban, Benchmarking, Demingov krug (PDCA krug), Value Stream Mapping, Just-In-Time, Poka-Yoke, Kaizen, Takt Time ...

6.1. 5S

5S je metoda poboljšanja poslovnih procesa koje se razvila u Japanu. Temelji se na efektivnoj i efikasnoj organizaciji radnog mjesta. Pojednostavljuje radno mjesto i radno okruženje, reducira gubitke i aktivnosti koje ne donose vrijednost, a pospješuje kvalitetu učinkovitosti i sigurnost na radnom mjestu. Postoje 5 koraka organizacije radnog mjesta:

- Sort (**Sortiranje**) – Ukloniti sve ono šta nam nije potrebno odvajanjem alata, dijelova, materijala
- Set in order (**Red**) – Organizacija i identifikacija dijelova i alata radi lakše upotrebe
- Shine (**Čišćenje**) – Čišćenje radnog prostora
- Standardize (**Standardizacija**) – Redovno čišćenje, održavanje strojeva, standardizacija dijelova ...

- Sustain (**Održavanje**) – Formiranje navika da 5S postane sastavni dio naših života.

Prednosti koje se mogu postići provedbom 5S:

- niže stope oštećenja
- bolja slika tvrtke kupcima, zaposlenicima, dobavljaču
- smanjenje troškova
- poboljšanje morala zaposlenika
- dostupnost opreme [24]

6.2. Kanban

Kanban je metoda za upravljanje stvaranjem proizvoda naglaskom na kontinuiranu isporuku, a da ne opterećuje razvojni tim. Promiče kontinuiranu suradnju i potiče aktivno, kontinuirano učenje i usavršavanje definirajući najbolji mogući tijek timskog rada. Kanban se može koristiti u bilo kojem okruženju rada na znanju, a posebno je primjenjiv u situacijama kada rad stiže nepredvidivo i / ili kada želite razmjestiti posao čim bude spreman, umjesto da čekate druge radne stavke.

Timovi koji primjenjuju Kanban za poboljšanje obuhvaćaju vrijednosti:

- Suradnja - Kanban je stvoren da poboljša način rada ljudi
- Tok - Rad je kontinuirani ili epizodni tok vrijednosti
- Razumijevanje - Individualno i organizacijsko samospoznavanje polazne točke potrebno je za napredak i poboljšanje
- Poštovanje - cijeniti, razumjeti i pokazati poštovanje ljudima
- Ravnoteža - za postizanje učinkovitosti moraju se uravnotežiti različiti aspekti, gledišta i sposobnosti
- Vodstvo - Sposobnost da se nadahne druge da djeluju primjerom, riječima i razmišljanjem. Potrebno je na svim razinama kako bi se ostvarilo kontinuirano poboljšavanje i postiglo vrijednost.

Kanban je strukturiran tako da se bavi ljudskom sklonošću da se odupre promjenama. Potrebno je započeti s onim što imamo. Shvatiti trenutne procese jer se prakticiraju postojeće uloge i odgovornosti posla. Kanban potiče radove rukovoditelja na svim razinama.

Glavne prednosti Kanbana su:

- kraće vrijeme ciklusa može brže isporučiti značajke
- kada se prioriteta vrlo često mijenjaju, Kanban je idealan
- smanjivanje otpada i uklanjanje aktivnosti koje ne dodaju vrijednost organizaciji
- brze petlje s povratnim informacijama poboljšavaju šanse za motiviranije, osnažene i uspješnije članove tima.



Slika 14:5S sistem [25]

6.3. Benchmarking

Benchmarking je alat koji omogućuje analizu i usporedbu temeljenu na činjenicama, kroz rezultate usporedbe i realno poboljšanje poslovnih procesa. Benchmarking je postupak gdje se mjeri uspjeh tvrtke u odnosu na druge slične tvrtke kako bi se utvrdilo postoji li rupa u učinku koji se može poboljšati poboljšanjem učinka. Proučavanje drugih tvrtki može istaknuti ono što je potrebno za poboljšanje učinkovitosti tvrtke i postati veći igrač u industriji. Na ovaj način, usporedna analiza pomaže objasniti procese koji stoje iza izvrsnih performansi. Kad se lekcije naučene iz vježbe vrednovanja primjenjuju na odgovarajući način, one omogućavaju poboljšane performanse u kritičnim funkcijama unutar organizacije ili u ključnim područjima poslovanja.

Postoje više procesa Benchmarkinga:

- Planiranje - Prva faza Benchmarkinga najvažnija je u tom procesu. Planiranje uključuje isticanje onoga što želite poboljšati, protiv koga ćete se uspoređivati i kako planirate uspjeh. Tek nakon što ovaj korak bude dovršen, može se prijeći na sljedeći korak jer će se rezultati planiranja usredotočiti na informacije koje se trebaju prikupiti i na koji će uspjeh izgledati.
- Analiza podataka - Nakon što se prikupe informacije, može se početi planirati i razumijevati nedostaci. Ni jedan posao nije savršen. Kada se pronade početak, može se sastaviti izvještaj i započeti rasprava o sljedećim koracima za postizanje boljih performansi u ovom području.
- Radnja - Predstavljanje otkrića odjelu nikad nije lagana stvar, pogotovo kada se predlažu promjene. Prikupljanje i analiza podataka vrijedno je samo kad se mogu implementirati promjene i poboljšanja tvrtke u tom procesu.
- Praćenje - Nijedan plan nikada nije dovršen bez praćenja rezultata kako bi se utvrdilo koliko je plan bio uspješan. U fazi provedbe bit će istaknute metrike i ciljevi za uspjeh u vremenskom okviru, tako da je praćenje istih jedini način saznanja učinkovitosti promjena. Nadgledanje može biti kratko ili dugo, ovisno o željenim rezultatima.

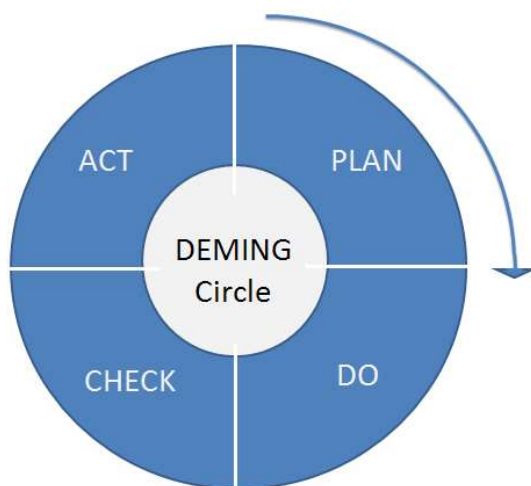
Benchmarking se događa u svim vrstama tvrtki, uključujući privatne, javne, profitne i neprofitne, kao i u industriji, npr. tehnologiji, obrazovanju i proizvodnji. Mnoge tvrtke imaju radna mjesta ili urede u tvrtki koji su zaduženi za usporedbu. Neki od pozicija uključuju:

- Institucionalni istraživač
- Službenik za informiranje
- Analitičar podataka
- Konzultant
- Poslovni analitičar
- Istraživač tržišta.

Tvrtke koriste usporedbu kao način da postanu konkurentniji. Promatrajući kako rade druge tvrtke, mogu prepoznati područja na kojima imaju slabiji učinak. Tvrtke također mogu prepoznati načine na koje mogu poboljšati svoje vlastito poslovanje bez ponovnog stvaranja kotača. Oni su u mogućnosti ubrzati proces promjena jer imaju modele drugih kompanija u svojoj industriji koji će im pomoći u vođenju promjena. [26]

6.4. Demingov krug (PDCA krug)

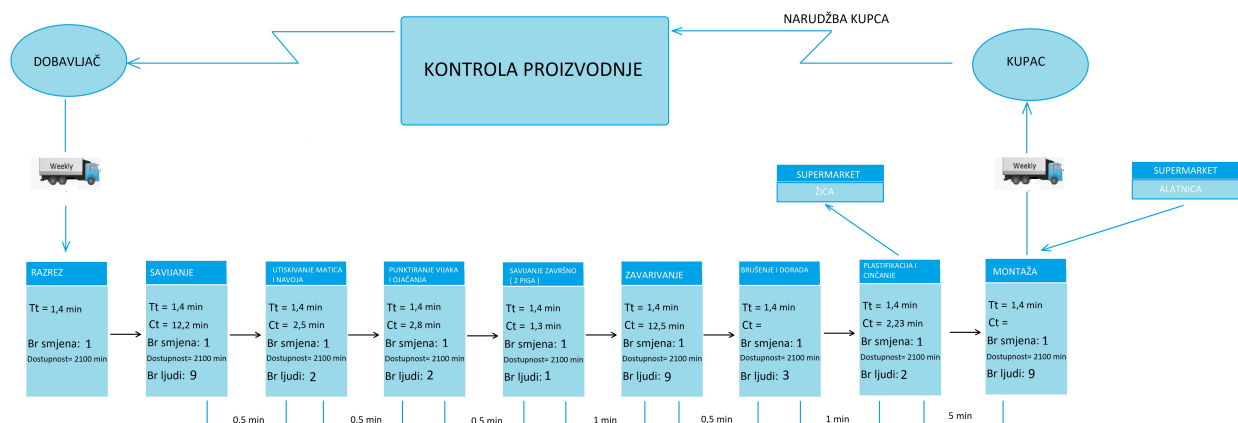
Za vrijeme i poslije Drugog svjetskog rata Japan se borio s velikim padom proizvodnje. Potrebno je bilo unapređenje. Edwards Demming najpoznatiji je po uvođenjima unapređenja proizvodnje u Japanu. Razvio je statističku kontrolu kvalitete i Plan-Do-Check-Act. Drugo ime PDCA je Demmingov krug. Uvijek se započinje analizom postojećeg stanja. Prvi korak je prikupiti informacije i podatke za pronalaženje problema nastalih analizom. Treba izraditi plan unapređenja u točnim aktivnostima, nositeljima aktivnosti, kriterijima i rokovima. U sljedećoj točki dolazi do primjene plana u praksi. Moguće je provest aktivnosti na procesu, u dokumentaciji, proizvodu ili sustavu. Treći korak je provjeravanje odgovaraju li rezultati ciljevima. Ako su rezultati uspješni, potrebno je standardizirati metodu ili postupak i s time upoznati ljude. Ako rezultati nisu uspješni, proces moramo ponoviti.



Slika 15: PDCA krug [27]

6.5. Value Stream Mapping

Value- stream mapping je metoda dijagrama toka koja analizira i poboljšava korake potrebne za isporuku proizvoda ili usluge. Ključni dio Lean metode, 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. VSM je posebno 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.



Slika 16: Primjer završnog stanja VSM-a tvrtke Promming d.o.o. [14]

VSM je metoda uklanjanja otpada u bilo kojem procesu, a ne samo u proizvodnji. To je njegova osnovna svrha. Detaljan je svaki značajan korak postupka i procjenjuje se kako on sa stanovišta kupca dodaje vrijednost - ili ne dodaje vrijednost. Usmjerenost na vrijednost zadržava analizu usmjerenu na ono što je doista važno, omogućavajući tvrtki da se najučinkovitije natječe na tržištu. Predviđevši ili suočivši se s bilo kakvom konkurentskom prijetnjom, Lean praktičari mogu se dobro poslužiti VSM-om za postizanje najviše vrijednosti za kupca na najefikasniji mogući način. Može se i treba koristiti u kontinuiranom poboljšanju, dovodeći sve bolje i bolje korake procesa. VSM omogućuje da ne vidimo samo otpad, već i izvor ili uzrok otpada. [28]

7. Lean u tvrtki Promming d.o.o.

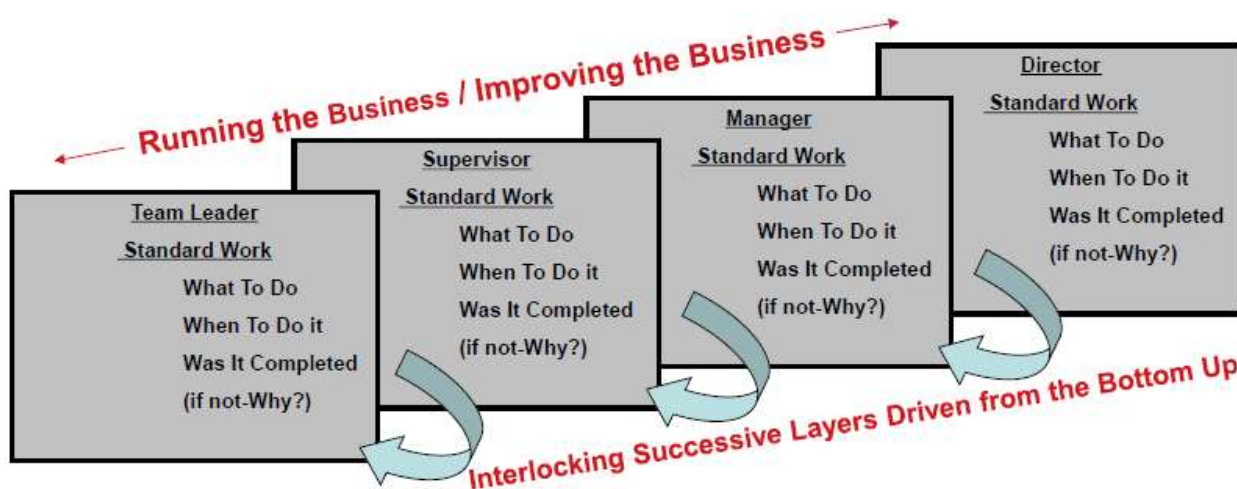
Tvrtka Promming d.o.o. provodi Lean Daily Management. LDM je metoda standardnih postupaka koji radnim skupinama omogućuje kontinuirano poboljšanje svakodnevnog rada. Uz LDM obično se koristi Leader Standard Work (LSW), ploče za vizualnu kontrolu i svakodnevna odgovornost. Za učinkovitost potrebno je upotrebljavati pravilan način razmišljanja. Cilj je neprekidno smanjenje troškova uklanjanjem ili eliminacijom otpada koji je otkriven neočekivanim rezultatima. Potrebno je osigurati isporuku i minimalne troškove te rukovati sa što manje resursa. Potrebno je uzimati samo što je potrebno, kada je potrebno i gdje je potrebno. Cilj je proizvesti što kvalitetnije proizvode. Svaka nenormalnost mora se zaustaviti i reagirati, kao što se strojevi moraju zaustaviti kada otkriju nepravilnost.

Elementi LDM dijele se na:

- standardizaciju posla voditelja (LSW)
- vizualnu kontrolu
- disciplinu voditelja
- svakodnevnu odgovornost (Tier sastanci).

1. STANDARDIZACIJA POSLA VODITELJA(LSW)

LSW pruža strukturu i rutinu voditelja, postavlja standarde za očekivano ponašanje, potiče odgovornost nasuprot planu.



Slika 17: Poboljšanje i vođenje posla [29]

Slika 16. prikazuje o čemu voditelji moraju voditi računa voditelji kako bi posao bio što uspješniji i poboljššan. Neka od pitanja su: Što treba učiniti? Kada treba učiniti? Je li napravljeno i ako nije – zašto? Voditelji LSW-a su: direktor, nadglednik, menadžer i vođa timova. Potrebno je što više standardizirati vrijeme posla od direktora pa do operatera. Vrijeme posla direktora trebalo bi se standardizirati 15%, menadžera 80%, vođe timova 50%, nadglednika 50%, operatera na strojevima 95%. Voditeljima je zadatak da se pripreme za sastanke, izrade potrebnu dokumentaciju, izvrše provjere i pregledaju zahtjeva proizvodnje...

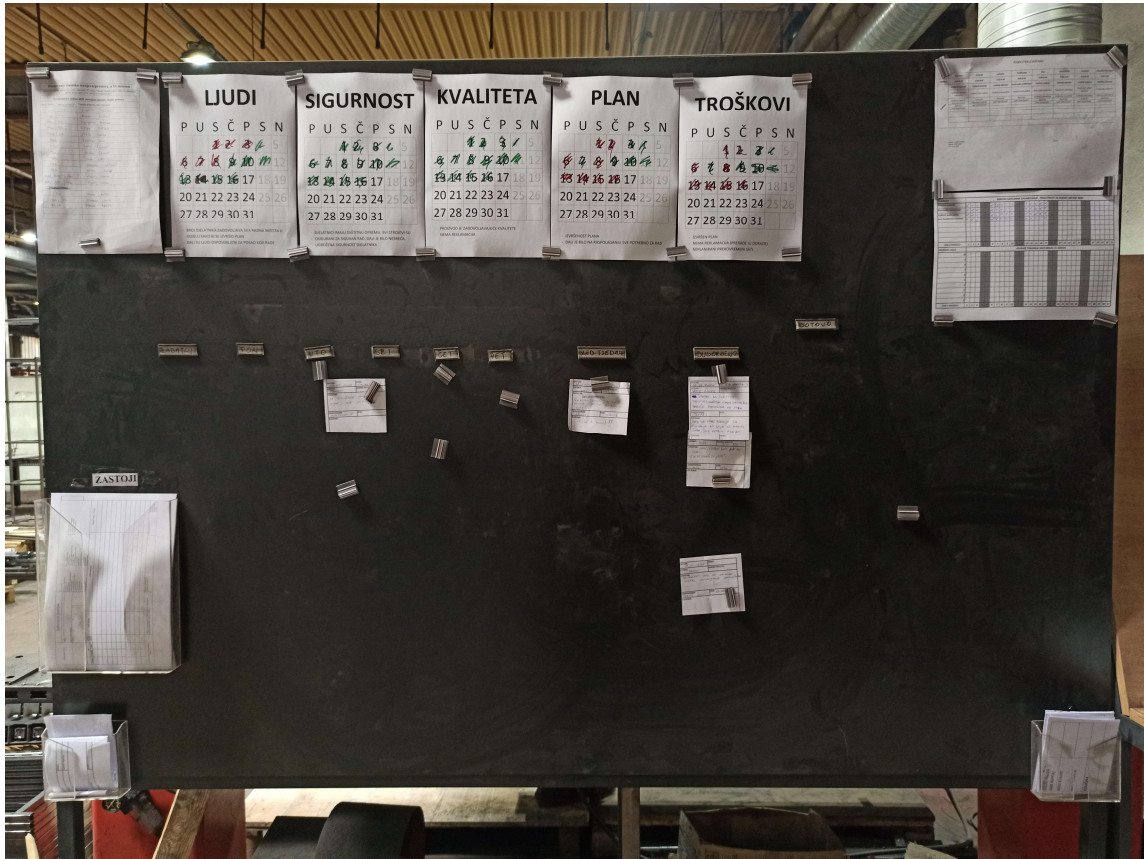
2. VIZUALNA KONTROLA

Svrha vizualne kontrole je usredotočiti se na postupak i olakšati usporedbu očekivanih i stvarnih performansi. Postoji puno vizualnih kontrola. Promming d.o.o. bavi se pločom za praćenje performansi, praćenjem kontrole procesa i kaizen zadacima za pronalaženje i rješavanje problema.

- Ploča za praćenje performansi – Temeljena je na Toyotinom proizvodnom sustavu i uključuje ljude, kvalitetu, sigurnost, plan i troškove. Ploča uključuje dnevno i mjesečno praćenje. Grafikonima pomažu u identifikaciji Lean uzroka koji je potrebno riješiti.



Slika 18: PSQDC Ploča u tehnološkoj pripremi [14]



Slika 19: PSQDC Ploča u pogonu zavarivanja [14]

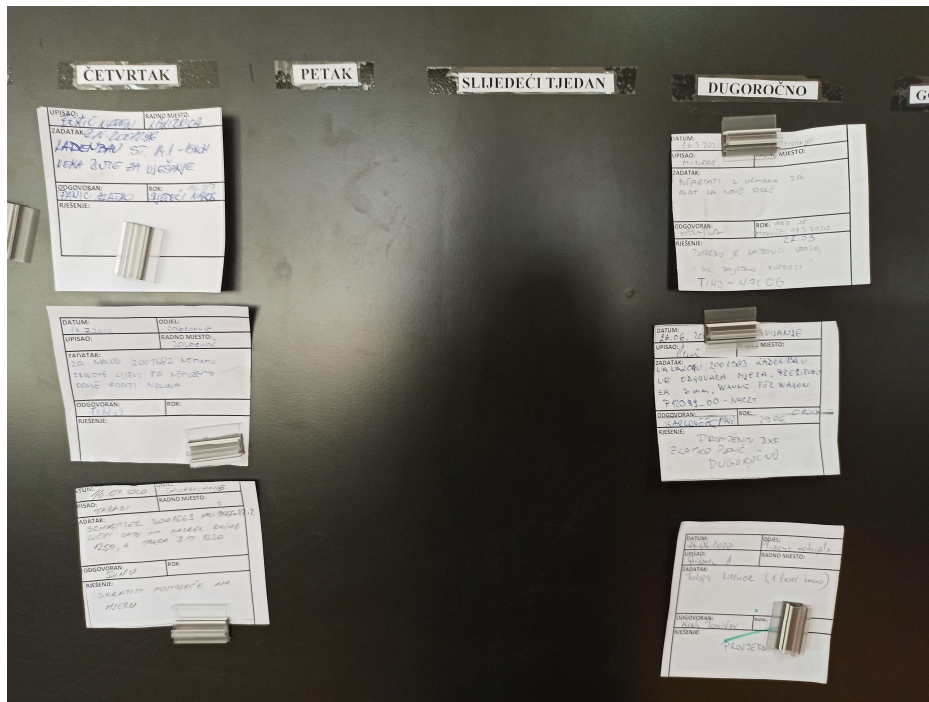
- Praćenje kontrole procesa – Služi za praćenje unutar proizvodnih područja ili samih ćelija. Svakodnevno praćenje uspješnosti i prepoznavanje problema (kao što su nedostaci), kao i kvalitetno praćenje uspješnosti, dio su ovog zadatka. To nam omogućava prepoznavanje glavnih uzroka.

PODEST STALKA (TIP na stalku) - zavarivanje + dorada					PODEST STALKA (TIP na stalku) - brušenje				
Vrijeme	Pozicija	Planirano	Ostvareno	Napomena	Vrijeme	Pozicija	Planirano	Ostvareno	Napomena
14:00 - 15:00	Pločica- cijev	40			14:00 - 15:00	Brušenje podesta	40		
15:00 - 16:00	Pločica- cijev	40			15:00 - 16:00	Brušenje podesta	40		
16:00 - 17:00	Pločica- cijev	40			16:00 - 17:00	Brušenje podesta	40		
17:00 - 18:00	Pločica- cijev	40			17:00 - 18:00	Brušenje podesta	40		
18:00 - 19:00	Pločica- cijev	40			18:00 - 19:00	Brušenje podesta	40		
19:00 - 20:00	Pločica- cijev	40			19:00 - 20:00	Brušenje podesta	40		
20:00 - 21:00	Pločica- cijev	40			20:00 - 21:00	Brušenje podesta	40		
21:00 - 22:00	Pločica- cijev	40			21:00 - 22:00	Brušenje podesta	40		

POMIČNI DIO DISPENZERA (TIP na stalku) - zavarivanje					POMIČNI DIO DISPENZERA (TIP na stalku) - brušenje				
Vrijeme	Pozicija	Planirano	Ostvareno	Napomena	Vrijeme	Pozicija	Planirano	Ostvareno	Napomena
14:00 - 15:00	Heftanje plašta	40			14:00 - 15:00	Brušenje zavara	40		
15:00 - 16:00	Heftanje plašta	40			15:00 - 16:00	Brušenje zavara	40		
16:00 - 17:00	Heftanje plašta	40			16:00 - 17:00	Brušenje zavara	40		
17:00 - 18:00	Heftanje plašta	40			17:00 - 18:00	Brušenje zavara	40		
18:00 - 19:00	Heftanje plašta	40			18:00 - 19:00	Brušenje zavara	40		
19:00 - 20:00	Heftanje plašta	40			19:00 - 20:00	Brušenje zavara	40		
20:00 - 21:00	Heftanje plašta	40			20:00 - 21:00	Brušenje zavara	40		
21:00 - 22:00	Heftanje plašta	40			21:00 - 22:00	Brušenje zavara	40		

Slika 19: Praćenje kontrole procesa zavarivanja i brušenja dispENZERA [14]

- Kaizen zadaci – Metoda kojom zaposlenici mogu prepoznati probleme, uzroke i ideje za poboljšanje. Ideje i problemi se raspravljaju svakodnevno ili tjedno na stand-up sastancima oko vizualnih ploča.



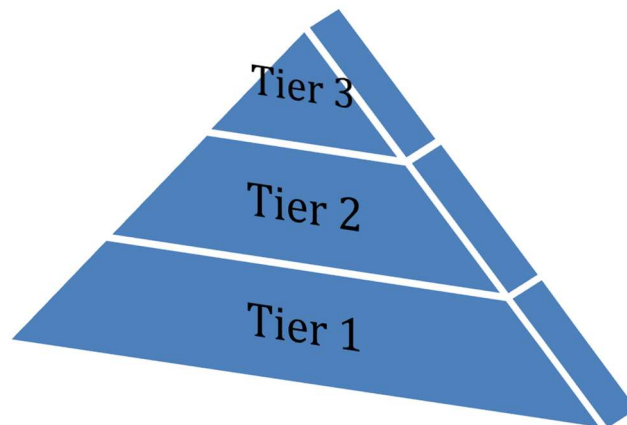
Slika 20: Kaizen zadaci s greškama i idejama [14]

Slika 20. prikazuje Kaizen zadatke. Zadatak glasi: Za radni nalog 2001663 cijevi su odrezane na dužinu L1250mm , a potrebno je L1220mm. Taj zadatak se riješio tako da su se cijevi na strojnoj pili odrezale na potrebnu duljinu. Zadatak operatera je promijeniti program dužine cijevi na cijevnom laseru na onu dužinu koja je potrebna.

Jedan od zadataka glasi: Nema rupa za vješanje. Rupe za vješanje koriste se pri plastifikaciji da se pozicije mogu objesiti. Zadatak se riješio tako što su radnici u lakirnici sami izbušili rupe, a daljnji je zadatak operative da na samom programu za poziciju ubaci rupu za ispust.

3. SVAKODNEVNA ODGOVORNOST (TIER SASTANCI)

Svakodnevni sastanci ključni su dio upravljanja. Sastanci se fokusiraju na status procesa, pronalaženja grešaka i ideja za poboljšanje. Cilj je riješiti probleme i spriječiti nastajanje novih.



Slika 21: Razine upravljanja [14]

Slika 20. Prikazuje razine upravljanja. Tier 1 su smjenski sastanci djelatnika s poslovođama. Tier 2 su PSQDC sastanci poslovođa i voditelja. Tier 3 su sastanci voditelja s direktorom.



Slika 22: Primjer Tier 2 sastanka [14]

4. DISCIPLINA VODITELJA

Potrebno je steći rutinu i disciplinu. Treba se usredotočiti i disciplinirano raditi na njemu dok to ne postane prirodan način rada. Voditelji se moraju usredotočiti na stvaranje okruženja visokih performansi, motivirati ljude za izvanredne rezultate. Potrebno je biti hrabar, jednostavan i brz, stvoriti dobar tim educiranjem ljudi ...

8. Poboljšanje na proizvoljnom primjeru

U ožujku 2020. godine Svjetska zdravstvena organizacija proglasila je pandemiju COVID-19 virusom. Bolest se proširila cijelim svijetom. Kako bismo održali okruženje čistim i minimalno rizičnim, potrebne su higijenske mjere poput dezinficiranja prostora i ruku. Pandemija nas je osvijestila koliko je važna higijena za djelatnike, kupce, djecu na mjestima gdje cirkulira velik broj ljudi. Higijenske stanice za dezinfekciju ruku potrebne su upravo na poslovnim i javnim prostorima velikih trgovačkih centara, prehrambenih i neprehrambenih trgovina, u većim i manjim tvrtkama. Tako smo u tvrtki Promming d.o.o. već na samom početku pandemije dobili ideju izrade higijenskih stanica i dispnzera za dezinfekciju ruku. Znali smo da će svaki objekt po zakonu morati posjedovati jedan i da će biti dobar izvor zarade. Promming d.o.o. se bavi se proizvodnjom opreme za trgovine, skladišta i ostale prostore gdje će higijenske stanice biti potrebne. Tvrtka poznaje tržište i neće biti problem naći kupca. Puno se vremena, truda i novca uložilo u sam dizajn kako bi kupac mogao odabrati koja je opcija za njega najbolja. Trenutno tvrtka nudi više od 5 različitih dizajna.



Slika 23: Higijenske stanice i dispnzer različitih dizajna [30]

Nakon izrade dizajna i prototipa kupcima smo prezentirali naše proizvode gdje smo dobili jako dobre povratne informacije. Tvrtka je nakon toga došla do problema. Tržište je zahtijevalo 1500 komada higijenskih stanica tjedno. Higijenske stanice postale su serijska proizvodnja s kojom se tvrtka nije srela jer ne proizvodimo serijski. Svaki dan je drugačiji od drugog. Svaki dan proizvodi se drugi proizvod, za drugog kupca. Cilj svake tvrtke je napraviti što bolje u što kraće vrijeme i sa što manje troškova. Tako smo odlučili projekt analizirati Lean Value stream mapping metodom.

8.1. Početno stanje Value stream mapping metode

Prvi korak bio je odlučiti u koliko će se smjena proizvoditi i koliko će radnika biti potrebno za proizvodnju. Sastanci su se svakodnevno vodili jer se može izgubiti jako puno novaca. Na sastanku je odlučeno da će se proizvodnja odvijati samo u jednoj (drugoj) smjeni zato što imamo i druge kupce sa stranog i domaćeg tržišta. Trgovine se otvaraju, a rokovi su mali. Radit će se 5 dana u tjednu po 8 sati. Imamo sve podatke i možemo izračunati dostupnost koja nam govori koliko imamo vremena u danu za proizvodnju.

$$\begin{aligned} Dostupnost &= Broj dana u tjednu * broj sati [h] * broj smjena * 60min \\ &= 5 * 7 * 1 * 60 = 2100 min \end{aligned}$$

Broj sati nije uzet 8, nego 7 sati. Razlog je što 30 min traje pauza i ostalih 30 minuta uzimamo za kratki odmor i odlazak na toalet.

Na sastanak su dovedeni voditelji svih odjela gdje će se zajedničkim snagama odlučiti koliko će ljudi biti potrebno. Najviše vremena će se potrošiti kod savijanja, zavarivanja i montaže. Broj ljudi je odlučeno s direktorom i nalazi se na slici 26. Glavne stvari smo odredili i sada je potrebno izraditi prototip i izmjeriti vrijeme od savijanja, zavarivanja pa do montaže. Slika 24. prikazuje pozicije koje prolaze kroz određene operacije i zadatke te vremena koja su izmjerena.

Stanica za dezinfekciju TIP 1 - Br. Nacrta 106232-00				
Pozicija	Red Br.	Tehnologija/operacija	Napomena	Vrijeme za 1 kom (min)
Stalak stanice TIP 1 (plait, pod krov) 106232-04	1	Laser		0.10
	2	Savijanje - plait	Prvo savijamo bočne pipe	2.5
		Savijanje - krov	Savagnim	0.2
		Savijanje - pod	Savagnim	0.2
		Savijanje - ojačanje 4kom	Radimo alat za savijanje	1
	3	Savijanje - žica	Savijanje ručke	0.1
	4	Punkiranje ojačanja	Napraviš posicione - gotovo, Punktira za ojačanje VARD	4
	5	Punkiranje vijaka	M5x10 i M5x10 - promjena alata, Napraviš šablonu za plait	5
	6	Utiskivanje matica na plait i ojačanje	M5 Hexa i M5 hexa	2.5
	7	Savijanje plašta do kraja	2 pipe	1.5
	8	Zavarivanje - ručka i U profi na krov		1
	Zavarivanje - krov i pod (kompletni stak)	2 varova	10	
	9	Dorada	brušenje - Pozicioner na okretanje	8
	10	Pastifikacija	Napraviš vijke za vješanje - 1 stalak na 1 vodiku	
	11	Montaža		8.5
Elementi za tiganje papira 106232-04	1	Laser		
	2	Savijanje		1.3
	3	Punkiranje vijaka	2x M5 - šablona - gotovo	0.5
	4	Pastifikacija		
	5	Montaža		
Vrata Stanice 106232-09	1	Laser		
	2	Savijanje	plait i ojačanje	1.5
	3	Utiskivanje matica	2xM5	0.5
	4	Punkiranje ojačanja		1.3
	5	Pastifikacija	Dodati pipe za vješanje	
	6	Montaža		
Polica za dispenser 106232-11	1	Laser		
	2	Savijanje		1.4
	3	Rezanje navoja		1
	4	Zavarivanje		4
	5	Činčanje		18
	6	Montaža		
Kadica za otpadnu tekućinu 106232-06	1	Laser		
	2	Savijanje		1.1
	3	Zavarivanje i dorada - inox		5
		Piranje varova i skidanje folije		
	4	Montaža		
Ručka za priskakanje laktom 106232-12	1	Laser		
	2	Žica - savijanje		0.33
	3	Štancanje žice na mjeru - Zoki	alat za kraćenje - mjera 18 mm	0.2
	4	Zavarivanje		2
	5	ALAnica	osovnica - CNC Tokarica	3.5
	6	Činčanje	200kom osovina, 150 kom pločica, 100kom ručki - po vještalu	
	7	Montaža		
L-profi za kadu L+D 106232-08	1	Laser		
	2	Savijanje L+D		0.4
	3	Montaža		
U profi za skivanje pumpe 106232-17	1	Laser		
	2	Savijanje		0.4
	3	Pastifikacija		
	4	Montaža		
Podest stanice za dezinfekciju 400x200 106232-01	1	Laser		
	2	Savijanje	podest i 2x vinkl	3.5
	3	Zavarivanje	Robot - šablona - Allen	3.25
	4	Dorada	brušiti samo vidljive zavare	1.2
	5	Pastifikacija		
	6	Montaža		
Cijevni odbojnik stanice za dezinfekciju L240 106232-02	1	Cijevni laser		0.3
	2	Laser		
	3	Ureživanje navoja		0.4
	4	Zavarivanje	pločice s navojem - inox	2
	5	Dorada	brušenje inox cijevi nakon zavarivanja pločice	2
	6	Montaža		
Polica za papir 106232-05	1	Laser		
	2	Kružno savijanje		0.3
	3	Savijanje		1.5
	4	Zavarivanje		2
	5	Pastifikacija		
	6	Montaža		
Kutija za isjecanje vode 106232-10	1	Laser		
	2	Savijanje		3
	3	Zavarivanje	TIG - inox	4
	4	Dorada	Pranje i brušenje zavara - inox	2
	5	Montaža		
Koš za smeće L230 T230 H450 106232-03	1	Laser	Dodati pipe za vješanje	
	2	Savijanje		3
	3	Punkiranje	Bočno punktiral - prihvat elektrode novi	2
	4	Zavarivanje		2
	5	Dorada	brušenje	2
	6	Pastifikacija		
	7	Montaža		
Kadica za otpadnu tekućinu 106232-06	1	Laser		
	2	Savijanje	Udubi 2 mm perforaciju	1.5
	3	Montaža		
Polica za koš 106232-18	1	Laser		
	2	Savijanje		0.8
	3	Pastifikacija		
	4	Montaža		
Držač boce L+D 106232-05	1	Laser		
	2	Savijanje		0.5
	3	Žica - savijanje		0.2
	4	Zavarivanje		1
	5	Pastifikacija		
	6	Montaža		

Slika 24: Izmjerena vremena operacija [30]

Zbrojem vremena dobili smo:

$$Ct_{savijanje} = 24 \text{ min}$$

$$Ct_{utis. matica i navoj} = 2,5 \text{ min}$$

$$Ct_{punktiranje} = 4 \text{ min}$$

$$Ct_{sav. završno} = 1,5 \text{ min}$$

$$Ct_{zavarivanje} = 34 \text{ min}$$

$$Ct_{brušenje} = 15,2 \text{ min}$$

$$Ct_{plastifikacija i cinčanje} = 2,23 \text{ min}$$

$$Ct_{montaža} = 60 \text{ min}$$

Kao što vidimo na slici 26. vremena nisu prikazana za rezanje, žicu i alatnicu. Razlog je što će se oni koristiti kao supermarket. Rezanje je supermarket savijanju, žica plastifikaciji i alatnica montaži. Supermarket znači da će on početi s radom pozicija kada operacija na koju se veže nema pozicija ili je pri kraju. Supermarket proizvodi veću količinu nego je potrebno.

Kako bi u tjedan dana izradili 1500 komada koje tržište traži, potrebno je raditi ispod vremena takta. On iznosi:

$$Tt = \frac{\text{Dostupnost}[\text{min}]}{\text{Broj komada}} = \frac{2100[\text{min}]}{1500} = 1,4 \text{ min}$$

Potrebno je 1,4 min po operaciji kako bismo zadovoljili potrebe kupca.

$$Tt_{operacije} = \frac{Ct_{operacije}}{\text{Broj radnika}}$$

$$Tt_{savijanje} = \frac{24}{3} = 8 \text{ min}$$

$$Tt_{utis. matica i navoj} = \frac{2,5}{1} = 2,5 \text{ min}$$

$$Tt_{punktiranje} = \frac{4}{2} = 2 \text{ min}$$

$$Tt_{sav. završno} = \frac{1,5}{1} = 1,5 \text{ min}$$

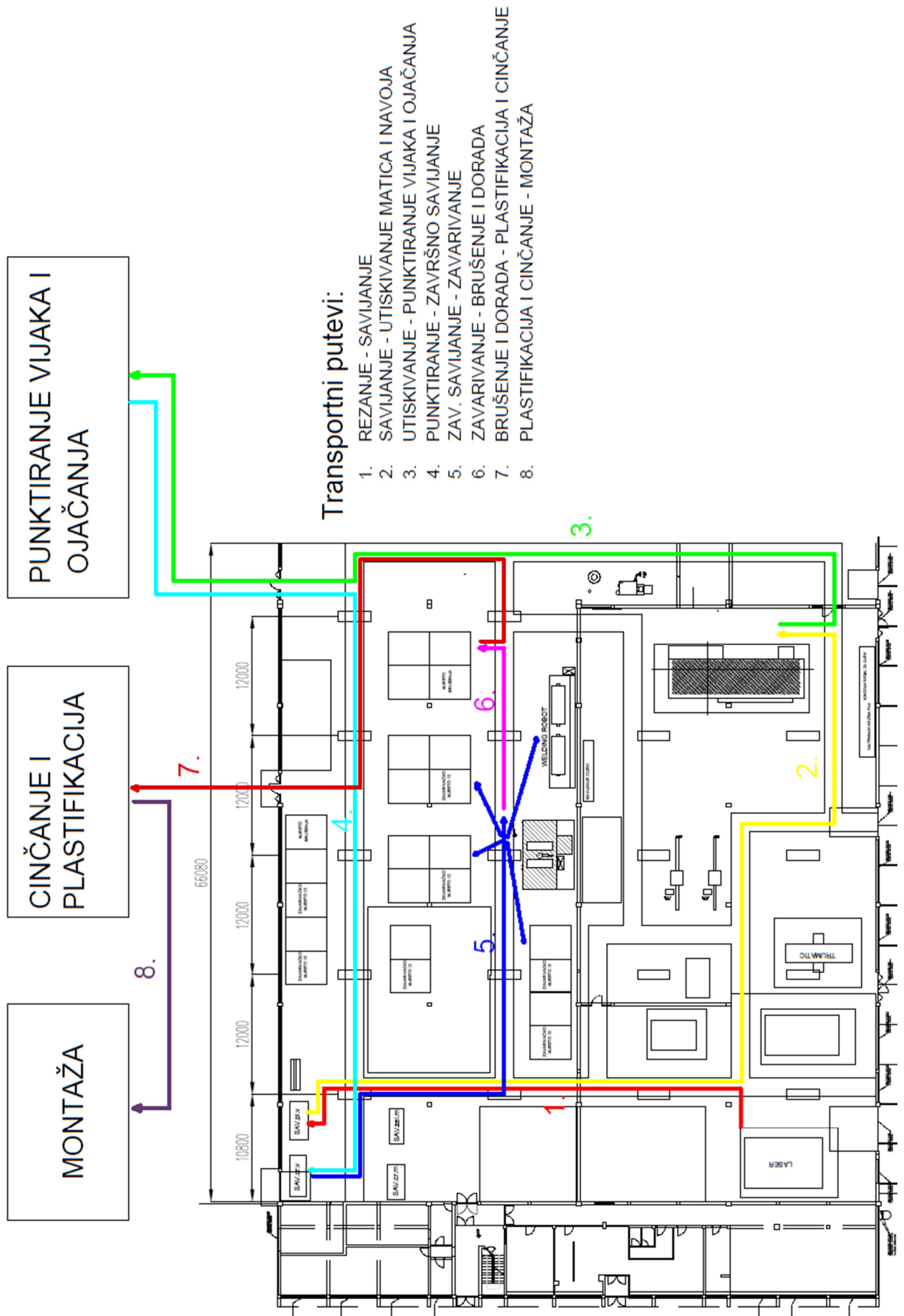
$$Tt_{zavarivanje} = \frac{34}{5} = 6,8 \text{ min}$$

$$Tt_{brušenje} = \frac{15,2}{1} = 15,2 \text{ min}$$

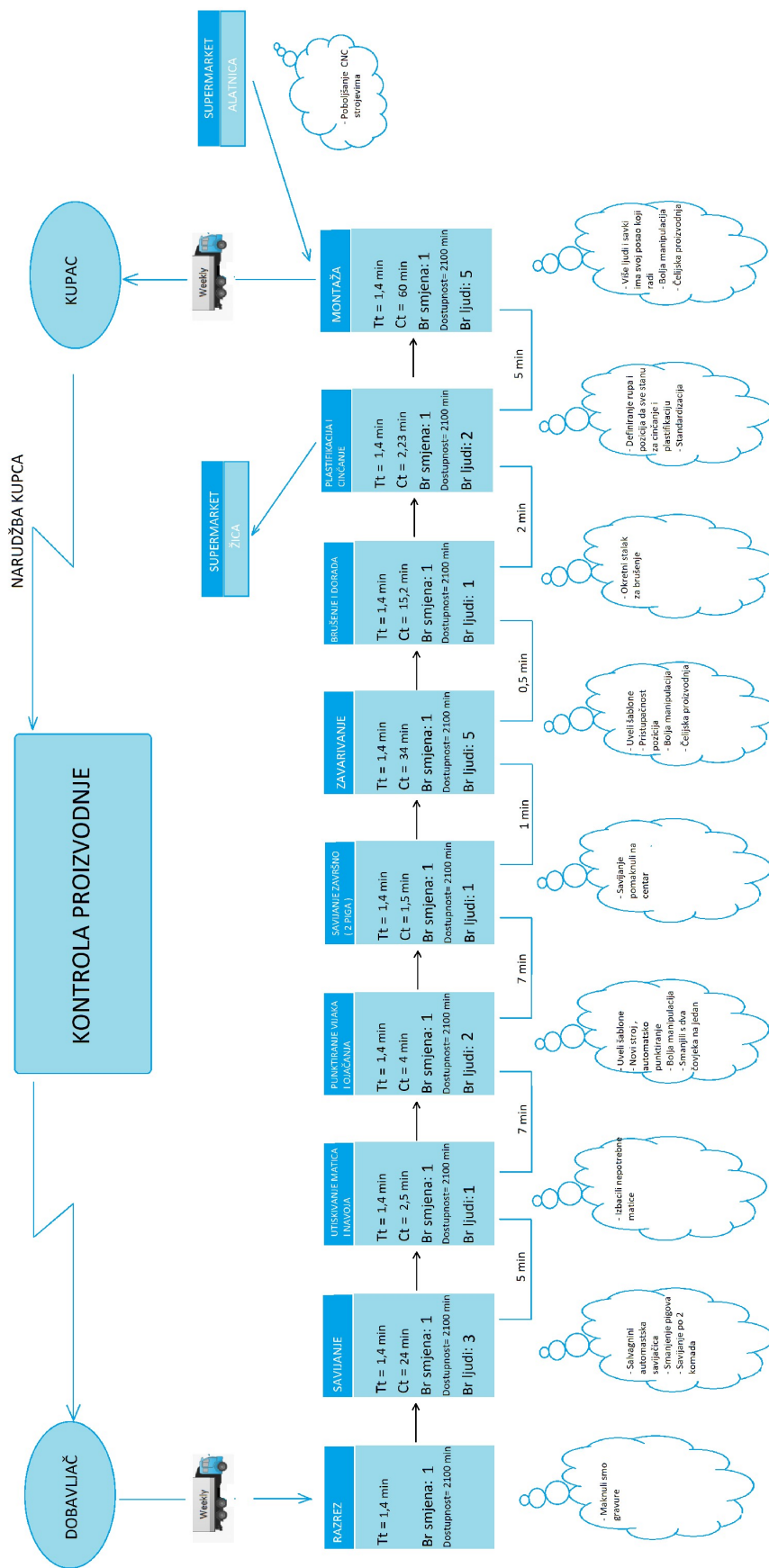
$$Tt_{plastifikacija i cinčanje} = \frac{2,23}{2} = 1,11 \text{ min}$$

$$Tt_{montaža} = \frac{60}{5} = 12 \text{ min}$$

Po izračunu vidimo da samo plastifikacija i cinčanje zadovoljavaju vrijeme izrade. To znači da je potrebno poboljšati operaciju. Ako nije moguće postići cilj, potrebno je povećati broj radnika. Vremenu jako pridonosi sam transport. Zbog transporta odlučili smo izraditi Spaghetti dijagram radi bolje vizualizacije transportnih puteva. Kao što vidimo na slici 25. i 26. transportni putevi su dugi i ima puno vraćanja do prijašnjih operacija. Najviše se vremena gubi kod transporta do utiskivanja matica i navoja i punktiranja koja se nalaze u novoj hali koja je udaljena nekoliko minuta od glavne hale. Potrebno je smanjiti vrijeme transporta i po mogućnosti premjestiti neke operacije na nova mjesta kako bi transport bio što brži.



Slika 25: Spaghetti dijagram prije poboljšanja [14]



Slika 26: VSM dijagram prije poboljšanja [14]

8.2. Završno stanje Value stream mapping metode

Izradom VSM i Spaghetti dijagrama utvrdili smo da su poboljšanja neophodna. Vrijeme transporta je potrebno smanjiti i potrebno je poboljšati operacije i izradu kako bismo smanjili vrijeme izrade. Svaka minuta je važna, a vrijeme je novac.

Prvi zadatak je pronaći rješenja s kojima ćemo poboljšati operacije. Potrebna su nam kaizen poboljšanja. Mala poboljšanja, a velik rezultat. Jednostavna i lagana poboljšanja koja donose veliki uspjeh i kvalitetu. Na slici 26. prikazana su poboljšanja za svaku operaciju. Neke operacije nismo uspjeli smanjiti, a neke smo smanjili na nekoliko minuta ili za dvostruku manje. Najviše smo smanjili vrijeme zavarivanja i montaže. Glavni razlog je što smo svaku od tih operacija podijelili u ćelije. Svaki radnik znao je svoj posao. Kod zavarivanja jedan je zavarivao cijev i pločicu, drugi je sklapao cijev i podest, treći je zavarivao pločice na u profil, četvrti je sastavljao fiksni dio... Kod montaže svaki je montirao svoj dio. Jedan je montirao donji dio za izbacivanje dezinficijensa pritiskom noge, drugi je sastavljao mehanizam, treći je montirao mehanizam i sajlu koja se montira s donjim dijelom ...



Slika 27: Higijenska stanica u montaži [14]

Poboljšanjem smo dobili vremena operacija:

$$Ct_{savijanje} = 12,2 \text{ min}$$

$$Ct_{utis. matica i navoj} = 2,5 \text{ min}$$

$$Ct_{punktiranje} = 2,8 \text{ min}$$

$$Ct_{sav. završno} = 1,3 \text{ min}$$

$$Ct_{zavarivanje} = 12,5 \text{ min}$$

$$Ct_{brušenje} = 4 \text{ min}$$

$$Ct_{plastifikacija i cinčanje} = 2,23 \text{ min}$$

$$Ct_{montaža} = 12 \text{ min}$$

Ova su vremena dobivena maksimalnim poboljšanjem s kojim raspolažemo. Sada nam jedino ostaje da dođemo ispod takta $Tt = 1,4 \text{ min}$ tako da povećavamo broj radnika na pojedinim operacijama tako da zadovoljimo takt.

$$Tt_{operacije} = \frac{Ct_{operacije}}{\text{Broj radnika}}$$

$$Tt_{savijanje} = \frac{12,2}{9} = 1,35 \text{ min}$$

$$Tt_{utis. matica i navoj} = \frac{2,5}{2} = 1,25 \text{ min}$$

$$Tt_{punktiranje} = \frac{2,8}{2} = 1,4 \text{ min}$$

$$Tt_{sav. završno} = \frac{1,3}{1} = 1,3 \text{ min}$$

$$Tt_{zavarivanje} = \frac{12,5}{9} = 1,39 \text{ min}$$

$$Tt_{brušenje} = \frac{4}{3} = 1,33 \text{ min}$$

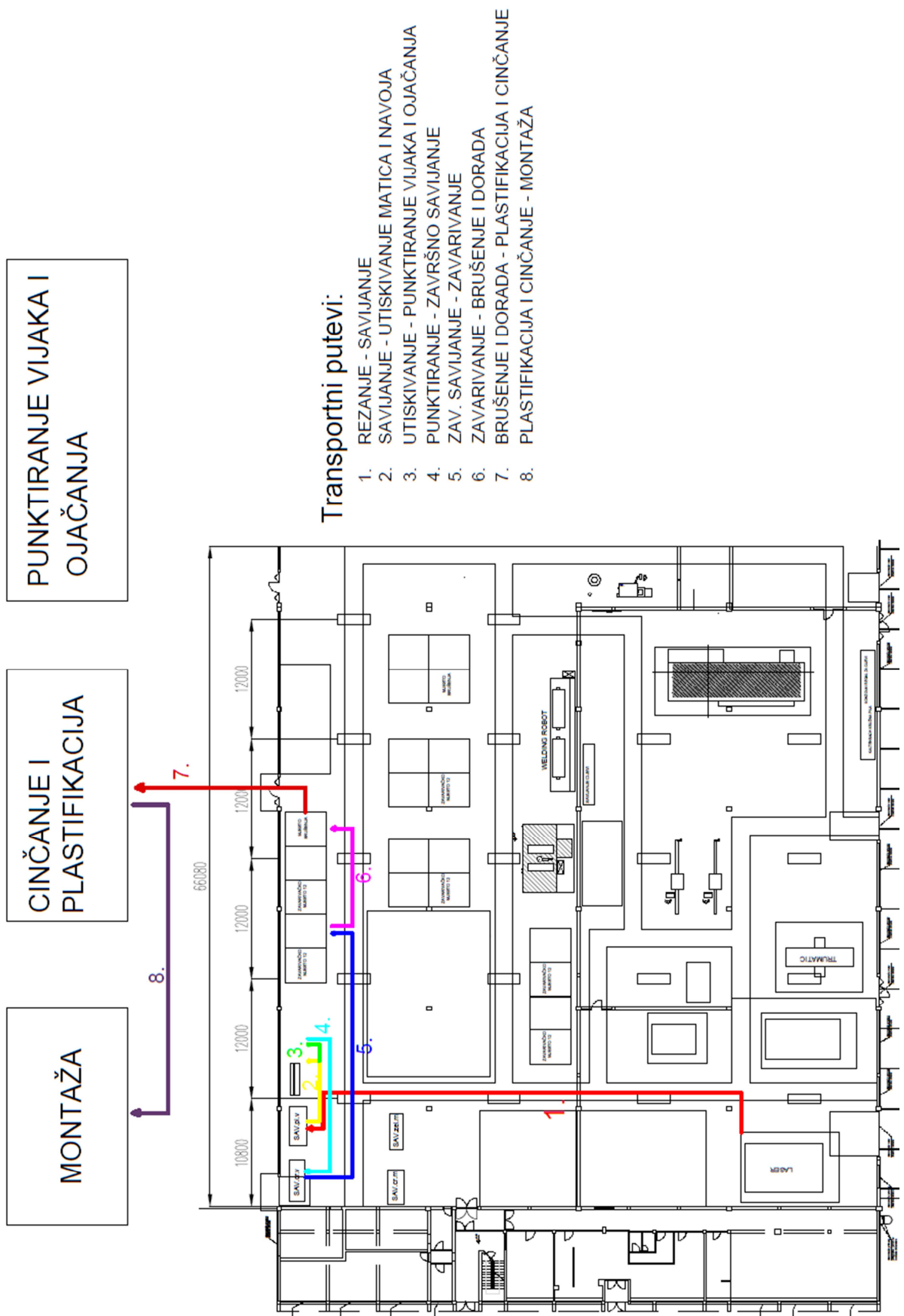
$$Tt_{plastifikacija i cinčanje} = \frac{2,23}{2} = 1,11 \text{ min}$$

$$Tt_{montaža} = \frac{12}{9} = 1,33 \text{ min}$$

Takt je zadovoljen i uspjeh ćemo proizvesti 1500 komada na tjedan kako tržište traži. Kao što sam prije napomenu, potrebno je smanjiti transportni put. Kao što vidimo na slici 25. problem se

stvara kod 2. transportnog puta kod kojeg se utiskivanje nalazi na drugom kraju hale. Utiskivanje se nalazi tamo, ali u ovom slučaju gdje je svaka minuta važna premjestili smo kod praznog prostora koji se nalazi kraj savijanja. Tako smo i punktiranje smjestili kraj utiskivanja. Dio zavarivanja i brušenje premjestili smo na nova mjesta kako bismo popratili transportni niz. Sav razmještaj možemo vidjeti na slici 28.

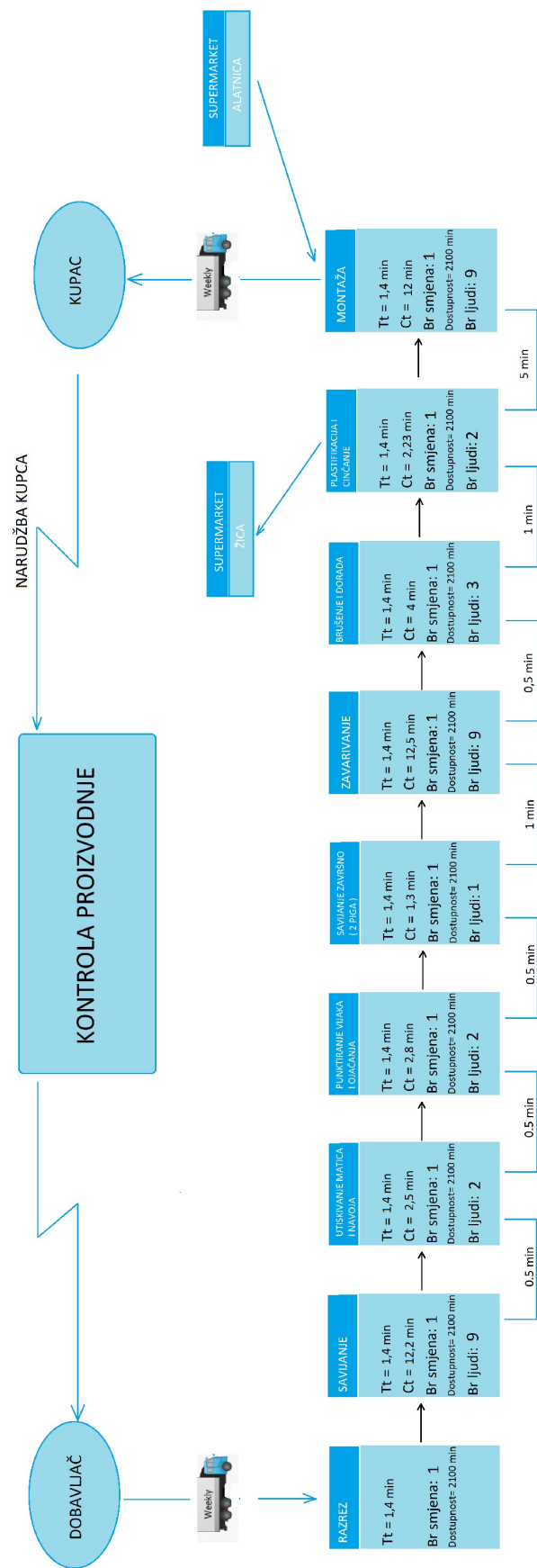
Na slici 26. i 29. možemo vidjeti vremena i njihove razlike koje smo dobili premještajem operacija. Na početku smo na transport izgubili 27,5 min, a sada gubimo 8 minuta na transport. Vrijeme smo smanjili za više od $2/3$.



Transportni putevi:

1. REZANJE - SAVJANJE
2. SAVJANJE - UTISKIVANJE MATICA I NAVOJA
3. UTISKIVANJE - PUNKTIRANJE VIJAKA I OJAČANJA
4. PUNKTIRANJE - ZAVRŠNO SAVJANJE
5. ZAV. SAVJANJE - ZAVARIVANJE
6. ZAVARIVANJE - BRUŠENJE I DORADA
7. BRUŠENJE I DORADA - PLASTIFIKACIJA I CINČANJE
8. PLASTIFIKACIJA I CINČANJE - MONTAŽA

Slika 28: Spaghetti dijagram poslije poboljšanja [14]



Slika 29: VSM dijagram poslije poboljšanja [14]

9. Zaključak

Trenutno stanje tržišta je uvelike nestabilno. Tržište pati zbog stanja pandemije korona virusom. Proizvodnja je oslabila, ljudi gube posao, granice se zatvaraju i potrebno je uštedjeti što više novaca. Potrebne su preobrazbe tvrtki u smislu organizacije. U tome smislu sam i ja kao završni rad odabrao takav primjer poboljšanja i organizacije. Nakon realizacije samoga projekta, možemo zaključiti nekoliko stvari.

Lean filozofija funkcionira. Može pomoći tvrtkama u poboljšanju, kao što je pomogla i tvrtki Promming d.o.o. Lean i njezini alati uvelike nam pomažu da dobijemo više prostora, manje troškove i da trošimo što manje vremena. To je upravo ono što sam ja i postigao primjenom Value stream mapping metodom. Vrijeme smo skratili kaizen poboljšanjima i smanjenje transporta Spaghetti dijagramom. Smanjenjem vremena uštedjeli smo novac. Dokazali smo i da u kratkom roku organizacijom možemo prijeći iz pojedinačne u serijsku proizvodnju. Završni rad pomogao mi je da bolje razumijem Lean filozofiju i primjenu alata. Zahvalan sam tvrtki Promming d.o.o. što su mi dopustili proći kroz sam proces projekta. Bilo je zanimljivo i zabavno iskustvo.

10. Popis slika

Slika 1: 5 Lean načela [1]	1
Slika 2: Montažna linija proizvodnje [2]	3
Slika 3: Assembly design pištolja [4]	4
Slika 4: Proizvodnja za vrijeme Prve Industrijske Revolucije [5]	6
Slika 5: Montažna linija tvrtke Ford [6]	6
Slika 6: Unimate – Prvi industrijski robot [8]	7
Slika 7: Razlika između MTS i MTO [12]	9
Slika 8: Prekomjerna proizvodnja [14]	12
Slika 9: Gubici u Transportu [15]	14
Slika 10: Zalihe [14]	14
Slika 11: Muda, Mura i Muri [19]	17
Slika 12: Krug Kontinuiranog poboljšanja [20]	19
Slika 13: Lean poboljšanja procesa tvrtke Promming d.o.o. [14]	24
Slika 14: 5S sistem [25]	27
Slika 15: PDCA krug [27]	29
Slika 16: Primjer završnog stanja VSM-a tvrtke Promming d.o.o. [14]	30
Slika 17: Poboljšanje i vođenje posla [29]	31
Slika 18: PSQDC Ploča u tehnološkoj pripremi [14]	32
Slika 19: PSQDC Ploča u pogonu zavarivanja [14]	33
Slika 19: Praćenje kontrole procesa zavarivanja i brušenja dispenzera [14]	34
Slika 20: Kaizen zadaci s greškama i idejama [14]	34
Slika 21: Razine upravljanja [14]	35
Slika 22: Primjer Tier 2 sastanka [14]	36
Slika 23: Higijenske stanice i dispenzer različitih dizajna [30]	37
Slika 24: Izmjerena vremena operacija [30]	39
Slika 25: Spaghetti dijagram prije poboljšanja [14]	42
Slika 26: VSM dijagram prije poboljšanja [14]	43
Slika 27: Higijenska stanica u montaži [14]	44
Slika 28: Spaghetti dijagram poslije poboljšanja [14]	47
Slika 29: VSM dijagram poslije poboljšanja [14]	48

11. Literatura

- [1] <https://theleanway.net/The-Five-Principles-of-Lean>
- [2] <https://www.porsche-leipzig.com/en/production/the-assembly-line/>
- [3] <https://www.investopedia.com/terms/m/manufacturing.asp>
- [4] <https://www.alibre.nl/3d-modeling/>
- [5] <https://www.engineering.com/AdvancedManufacturing/ArticleID/16176/Was-the-Industrial-Revolution-Really-Worth-it.aspx>
- [6] <https://transportationofthe20thcentury.weebly.com/henry-ford.html>
- [7] <https://inventionland.com/blog/manufacturing-past-present/>
- [8] <https://www.asiaautomate.com/post/unimate-the-first-industrial-robot>
- [9] <https://ecommerce-platforms.com/glossary/manufacturer>
- [10] <http://www.lean-manufacturing-japan.com/scm-terminology/mts-make-to-stock.html>
- [11] <https://www.investopedia.com/terms/m/make-to-order.asp>
- [12] <https://www.allaboutlean.com/push-pull/make-to-order-stock/>
- [13] <https://manufacturing-software-blog.mrpeasy.com/mto-and-ato-manufacturing-process/>
- [14] Autor (Dino Makovec)
- [15] http://repozitorij.fsb.hr/1905/1/06_07_2012_Zavrsni_rad_Zitkovic.pdf
- [16] <https://www.systems2win.com/LK/lean/7wastes.htm>
- [17] <https://www.processexcellencenetwork.com/business-transformation/articles/the-8-deadly-lean-wastes-downtime>
- [18] <https://repozitorij.unin.hr/islandora/object/unin%3A1949/datastream/PDF/view>
- [19] <https://www.creativesafetysupply.com/glossary/muri-muda-mura/>
- [20] <https://www.planview.com/resources/guide/lean-principles-101/what-is-continuous-improvement/>
- [21] <https://blog.eaglegroupmanufacturers.com/9-ways-to-improve-manufacturing-efficiency>
- [22] <https://www.mmsonline.com/blog/post/8-ways-to-increase-productivity-on-the-manufacturing-floor>
- [23] <https://hrcak.srce.hr/file/193325> - SUVREMENI PRISTUPI POBOLJŠANJIMA POSLOVNIH PROCESA I POSLOVNA USPJEŠNOST

- [24] <https://asq.org/quality-resources/lean/five-s-tutorial>
- [25] <http://my-lean-kitchen.com/just-5s-it/>
- [26] <https://www.oberlo.com/ecommerce-wiki/benchmarking>
- [27] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Deming_PDCA_cycle
- [28] <https://www.industr.com/en/misconceptions-about-value-stream-map-2376757>
- [29] Lean Daily Managment (LDM) – Ralph Seely
- [30] <https://promming.hr/higijenska-stanica-za-dezinfekciju-ruku/>

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, Dino Mahovec (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/~~ica~~ završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom POBOLJŠANJE PROIZVODNJE VALVE STREAM MAPPING METODOM (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:

DINO MAHOVEC (upisati ime i prezime)

(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, Dino Mahovec (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/~~ica~~ s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom POBOLJŠANJE PROIZVODNJE VALVE STREAM MAPPING METODOM (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:

DINO MAHOVEC (upisati ime i prezime)

(vlastoručni potpis)