

Primjena Lean managementa u opskrbi proizvodnih linija

Brdar, Luka

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:326439>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-01**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





Sveučilište Sjever

Odjel za tehničku i gospodarsku logistiku

Završni rad br. 351/TGL/2017

Primjena Lean managementa u opskrbi proizvodnih linija

Brdar Luka, 0353/336

Varaždin, srpanj 2017. godine



Sveučilište Sjever

Odjel za tehničku i gospodarsku logistiku

Završni rad br. 351/TGL/2017

Primjena Lean managementa u opskrbi proizvodnih linija

Student

Brdar Luka, 353/336

Mentor

Prof.dr.sc. Živko Kondić

Varaždin, srpanj 2017. godine

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za tehničku i gospodarsku logistiku		
PRISTUPNIK	BRDAR LUKA	MATIČNI BROJ	0353/336
DATUM	KOLEGIJ Upravljanje kvalitetom, okolišem i sigurnošću		
NASLOV RADA	Primjena Lean managementa u opskrbi proizvodnih linija		
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	Application of Lean Management in Supply Line Production		
MENTOR	dr. sc. Živko Kondić	ZVANJE	redoviti profesor
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. prof. dr. sc. Vinko Višnjić, predsjednik		
	2. prof. dr. sc. Živko Kondić, mentor		
	3. Veljko Kondić, mag.ing.mech., član		
	4. izv. prof. dr. sc. Krešimir Buntak, zamjenski član		
	5.		

Zadatak završnog rada

BROJ	351/TGL/2017
------	--------------

OPIS

- U zadatku je potrebno:
- Ukratko u uvodnom dijelu opisati Lean filozofiju i njene principe, te opisati Lean "kuću".
 - Ukratko opisati metodu Kaizen, 5S te Gemba metodu
 - Opisati postupak Mapiranja procesa (VSM, dijagram toka i špageta dijagrame).
 - Opisati 7+1 osnovne gubitke u procesima proizvodnje te L2G Lean To Green.
 - Ukratko opisati principe ustroja proizvodne linije po lean principima te detaljnije opisati unutarnje tokove materijala.
 - U praktičnom dijelu završnog rada u odabranom poduzeću opisati praktičnu primjenu implementacije Lean organizacije u proizvodnji konkretnog proizvoda i opskrbi.
 - U zaključku rada potrebno se kritički osvrnuti na završni rad.

ZADATAS UVEŠĆEN

05.07.2017



POTPIS MENTORA

Predgovor

Zahvaljujem svom mentoru, dr.sc. Živku Kondiću, na povjerenju, podršci i usmjeravanju prilikom izrade mog završnog rada kao i profesorima i predavačima na prenesenom znanju. Također zahvaljujem kolegama iz poduzeća Wam Product d.o.o. koji su sudjelovali u realizaciji projekata opisanim u praktičnom dijelu rada.

Posebno zahvaljujem svojoj obitelji, supruzi Ivani, sinu Viti, te majci Julijani na moralnoj i financijskoj podršci koju su mi pružali cijelo vrijeme mog školovanja.

Sažetak

Ovaj završni rad obrađuje temu lean upravljanja u proizvodnom poduzeću, s posebnim naglaskom na metode organiziranja proizvodnih linija, kao i najučinkovitije metode opskrbe proizvodnih linija po lean principima.

Početak rada objašnjava Kaizen filozofiju, lean principe, pojmove i neke od metoda. Nakon pojašnjavanja osnovnih pojmova lean-a, obrađuje se tematika postavljanja i organizacije proizvodnih linija kao i linije opskrbe, zatim unutarnjih tokova materijala u svrhu opskrbe linija te odvoza gotovih proizvoda u skladište otpreme.

Na kraju rada je praktični dio koji opisuje proces implementacije lean-a na proizvodne linije ventila u poduzeću Wam Product d.o.o.

Ključne riječi: kaizen, lean, tokovi materijala, proizvodna linija, linija opskrbe, zlatna zona

Summary

This bachelor's degree thesis is focused on subject of lean management in production company with special focus on production lines layout and most efficient methods of supplying production lines by lean principles.

At the beginning it explains Kaizen philosophy, lean principles, terms and some methods. After explaining basic lean terms, subject is production line and supply area layout, internal material flow referred to supplying of production lines and delivering finished products to shipping warehouse.

Last part of work is describing lean implementation process on valves production lines in company Wam Product d.o.o.

Key words: kaizen, lean, material flow, production line, supply line, golden zone

Popis korištenih kratica

- **SMED** - Single Minute Exchange of Die, metoda brze izmjene alata ili kalupa na stroju
- **WIP** – Work in Progress- kratica za proizvodnju u tijeku
- **VSM** – Value Stream Mapping – mapiranje toka vrijednosti
- **TPS** – Toyota Production System – organizacija proizvodnje koja je okosnica lean-a
- **5S** – kratica za lean alat koji se temelji na čistoći, urednosti i standardizaciji radnog mjesta
- **QDCM** - Quality, Cost, Development i Motivation – hrv. Kvaliteta, Troškovi, Razvoj i Motivacija
- **SPC** - statistical process control – hrv. statistička kontrola procesa
- **NVAT** - Non Value Added Time – gubitak za aktivnosti koje ne možemo eliminirati iz procesa a ne stvaraju vrijednost
- **WT** - Waste Time - čisti gubitak na aktivnosti koje troše resurse, a kupac ih nije spreman platiti
- **PDCA** – Plan, Do, Check, Act, proces za kontrolu i kontinuirano poboljšavanje, poznat i kao Demingov krug
- **KPI** – Key Performance Indicator – indikator ključnih performansi poduzeća
- **FIFO** – First In First Out – metoda uskladištavanja/izuzimanja robe po principu prvi ulaz/prvi izlaz
- **WMS** – Warehouse Management System – sustav za upravljanje skladištem
- **JIT** – Just In Time – metoda opskrbe „na vrijeme“, eliminira ili reducira potrebu za sigurnosnim zalihama

Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Obrada teme.....	2
2.1. Lean filozofija i principi.....	2
2.2. Lean kuća.....	6
2.3. Lean alati.....	7
2.3.1. Kaizen.....	7
2.3.2. 5S (5S+1S = 6S).....	10
2.3.3. „Gemba“ utvrđivanje stanja na temelju vizualnog dojma.....	13
2.3.4. Mapiranje procesa.....	15
2.3.4.1. Mapiranje toka vrijednosti (VSM ili Value Stream Mapping).....	16
2.3.4.2. Dijagram toka.....	18
2.3.4.3. Špageti dijagram.....	20
2.4. Osam gubitaka (8 waste).....	22
2.5. L2G Lean To Green.....	24
2.6. Postavljanje proizvodne linije po lean principima.....	26
2.6.1. Tok materijala komad po komad (one piece flow).....	26
2.6.2. Linija opskrbe.....	27
2.7. Unutarnji tokovi materijala.....	28
2.7.1. Supermarket.....	28
2.7.2. Mizusumashi vlak.....	31
2.7.3. Sinkronizacija tokova robe i informacija.....	34
2.7.3.1. JIT.....	34
2.7.3.2. Kanban.....	35
2.7.3.3. Junjo opskrba (Just in Sequence).....	38
2.8. Zlatna zona proizvodne linije i opskrbe proizvodnih linija.....	39
3. Praktični dio.....	42
3.1. O poduzeću Wam Product.....	42
3.2. Proizvodnja leptirastih ventila prije reorganizacije po lean principima.....	43
3.3. Implementacija lean organizacije proizvodne linije ventila i opskrbe u poduzeću WAM Product.....	45
3.3.1. Prva faza implementacije.....	46
3.3.2. Druga faza implementacije.....	50

3.3.3. Rekonstrukcija proizvodne linije montaže leptirastih ventila.....	53
3.3.4. Opskrba proizvodne linije montaže leptirastih ventila.....	54
3.3.5. Supermarket skladište za opskrbu linije montaže leptirastih ventila.....	56
4. Zaključak.....	58
5. Literatura.....	59
6. Popis slika.....	61
7. Prilozi.....	63
7.1. Tablica Lean pojmova.....	63

1. Uvod

Problem i predmet istraživanja

Problem istraživanja je lean (eng. vitak) organizacija proizvodnje i logističkih procesa vezanih za opskrbu proizvodnih linija. Predmet istraživanja jest objasniti važnost dobre organizacije proizvodnje i svakog segmenta iste, kao i činjenicu da dobra organizacija proizvodnje i logističkih procesa opskrbe proizvodnje povoljno utječe na učinkovitost poduzeća općenito.

Radna hipoteza

Radna hipoteza ovog seminarskog rada je da u današnje vrijeme poduzeća moraju konstantno napredovati kako bi bila konkurentna na tržištu. Lean organizacija predstavlja sam vrh organizacije proizvodnje s ciljem minimiziranja svih nepotrebnih aktivnosti i troškova, kako u samom proizvodnom procesu, tako i u svim aktivnostima oko proizvodnog procesa.

Svrha i ciljevi istraživanja

Svrha ovog seminarskog rada jest prikazati lean proizvodnju kroz alate i pojmove koji su usko povezani s istom. Implementacijom lean-a se neminovno povećava i sama kvaliteta proizvoda, radnog okruženja i zadovoljstva radnika. Cilj je prikazati jednostavnost principa gdje je važan naglasak stavljen na dosljednost provođenja i kontroliranja stanja nakon reorganizacije. Također je stavljen u fokus logistički sustav koji prati zahtjeve proizvodnje po lean principima.

Znanstvene metode

Prilikom pisanja ovog završnog rada korištene su ove znanstvene metode:

- Sinteza i analiza
- Spajanje više podataka iz više izvora u jednu cjelinu
- Sastavljanje i obrada podataka

Struktura rada

Ovaj završni rad kroz tri poglavlja obrađuje temu „lean“ organizacije proizvodnje i organizacije logističkih procesa za opskrbu proizvodnih linija po lean principima, kao i pojmove i alate usko vezane uz lean.

2. Obrada teme

2.1. Lean filozofija i principi

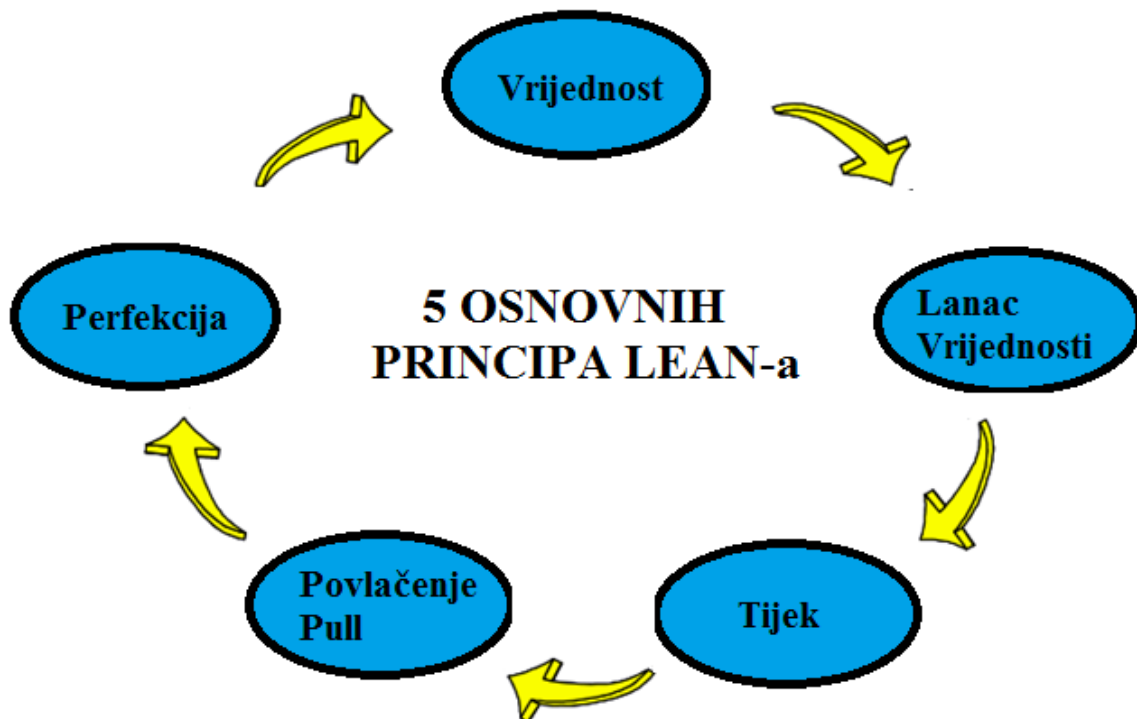
Pojam „lean“ je prvi put primijenjen u knjizi „The machine that changed the world“ J.P. Womack-a i D.T. Jonesa. Lean = engl. Vitak, a u kontekstu organizacije predstavlja manje svega, manje pogona, manje skladišta, manje vremena, manje ljudskog napora, manje investicija i manje kapitala[1].

Povijest Lean thinkinga seže u postratni Japan. Citat Kochira Toyode (Toyota): „Sustići Ameriku za 3 godine – jedina nada za opstanak“. Za usporedbu je korišten benchmark s Fordom čiji je ključ uspjeha bila ekonomija obujma (velike količine, serije, tržište i skladišta). Stanje u Japanu je bilo drukčije jer je tržište bilo malo, dobavljači su bili manji, postojala su ograničenja vezana uz zemljište.

Nužnost za opstanak je bila isporučivati različite modele, cjenovno prihvatljive, u relativno malim serijama i na tržište kojem je prioritet pouzdanost proizvoda.

Tako je nastao TPS (Toyota Production System) koji je na neki način i sinonim „lean“ proizvodnje. Dvadeset pet godina nakon prvog posjeta Fordu čelnici Toyote su ustvrdili da je proizvodni pogon identičan kakav je bio prije 25 godina što govori da sustav praktički nije napredovao. Lean je zapravo proizvodna filozofija koja nakon implementacije bitno skraćuje vrijeme od narudžbe kupca do isporuke gotovog proizvoda, eliminirajući sve izvore rasipanja (gubitaka) u proizvodnom procesu i oko njega.

Osnovno načelo je da se proizvodi točno ono što klijent želi tj. vrstu, kvalitetu i količinu proizvoda izravno diktira potražnja tržišta. Kako bi se to postiglo, proizvodni pogoni i procesi moraju se organizirati da budu fleksibilni i učinkoviti, što se postiže skraćivanjem vremena proizvodnog procesa, izbacivanjem svih nepotrebnih aktivnosti, odnosno eliminiranjem ili smanjenjem svih oblika rasipanja. Na slici 2.1. su slikovito prikazani osnovni principi lean filozofije.



Slika 2.1. 5 osnovnih principa Lean-a [1], prilagodio autor

1. VRIJEDNOST

Predstavlja način formiranja cijene prema tržištu, tj. prema onoj vrijednosti koju je kupac spreman platiti.

2. LANAC VRIJEDNOSTI

Identificiranje lanca vrijednosti u proizvodnom procesu, eliminirajući pritom sve korake i aktivnosti koje ne predstavljaju dodanu vrijednost.

3. TIJEK ili TOK

Definiranje malih koraka u procesu proizvodnje, kako bi se proizvod glatko kretao od početka do kraja proizvodne linije do krajnjeg kupca.

4. POVLAČENJE ili PULL

Princip koji se temelji na tome da se proizvodi isključivo prema zahtjevima tržišta, a po principu povlačenja.

5. PERFEKCIJA

Pridržavanjem svih prethodno navedenih principa, isti se moraju primjenjivati i revidirati iznova sve dok se ne dostigne razina procesa gdje su sve aktivnosti dodana vrijednost i nema otpada.

Lean je također drugi način opisivanja Kaizen principa ili kontinuiranog poboljšanja (Continuous improvement) i često se spominje kako poduzeća implementiraju Lean Management sustav. Također je popularan i 6 Sigma proces za poboljšanje kvalitete koji se često koristi u kombinaciji s lean managementom.

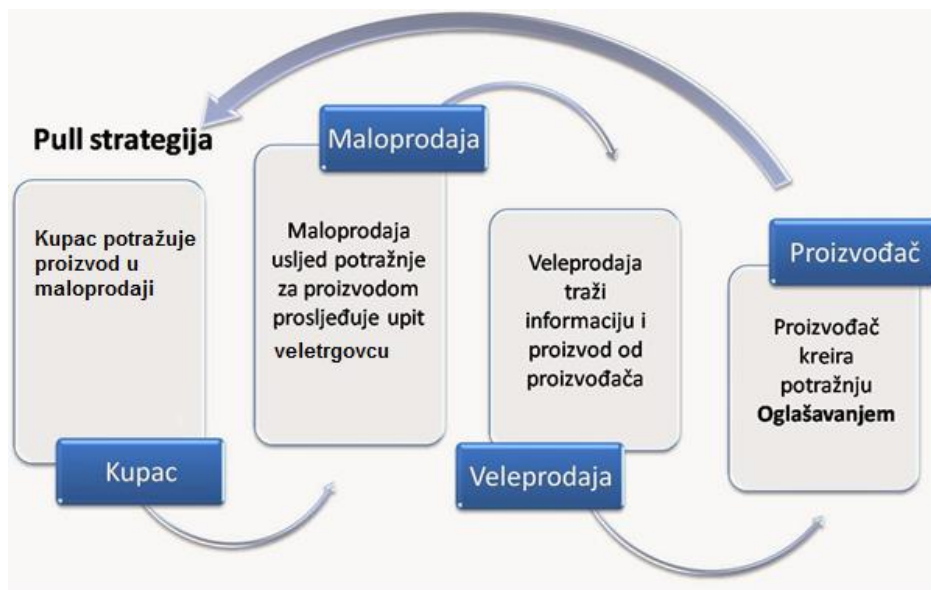
Bez obzira na terminologiju, cilj svih navedenih strategija je isti – implementacija održive strategije operacija koje daju izvanredne rezultate u QCDDM segmentima (Quality, Cost, Development i Motivation – hrv. Kvaliteta, Troškovi, Razvoj i Motivacija. Upravo to se dogodilo u Toyoti, s njihovim poznatim Toyota Production Sustavom. Uporno, korak po korak, primjena Kaizen principa je promijenila kulturu tvrtke, oblikujući kolektivno mišljenje svih zaposlenika, a nusprodukt promjena su bili izvanredni rezultati na svim poljima.

Usprkos izuzetne popularnosti navedenih strategija, kao i činjenice da mnoge konzultantske tvrtke nude usluge implementacije lean managementa, činjenica je da je samo nekolicina tvrtki uspjela u potpunosti promijeniti kulturu tvrtke u Kaizen kulturu. Nije lako u potpunosti implementirati navedene principe u strategiju tvrtke, kao i promijeniti način razmišljanja svih zaposlenika, od dna pa sve do organizacijskog vrha. Zapravo su potrebne godine kontinuiranog rada svih karika u organizacijskom lancu kako bi se u potpunosti implementiralo Lean upravljanje. Međutim nakon posljednje faze implementacije priča zapravo nije gotova.

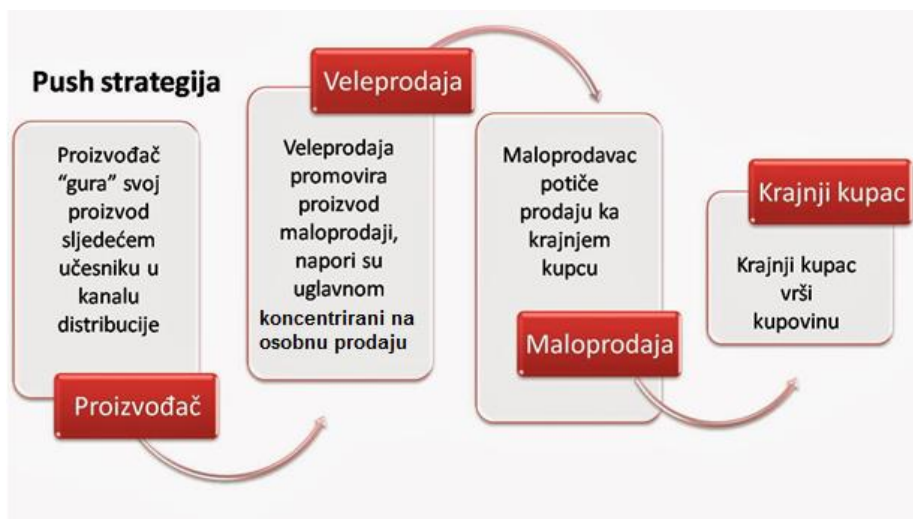
Često se dešava da tvrtke postanu u velikoj mjeri Lean, ali prije ili poslije posustanu i vrate se u prvobitno „nezdravo“ stanje. Pravi problem leži u tome što su ljudi skloni paradigmatama i uobičajeno je da se prilikom implementacije novih ideja ljudi pružaju otpor prema promjenama. U ljudskoj prirodi je da su skloni reagirati na promjene u skladu s paradigmatama koje su usvojili kao pojedinci. Ustaljeni obrasci ponašanja se obično teško mijenjaju, izuzev kod pojedinaca otvorenog uma i visokog stupnja motiviranosti za učenje i prihvaćanje novih ideja. Iz perspektive organizacije proizvodnje, a i logistike koja ju prati,

najustaljenija paradigma jest onda da je najefikasnija proizvodnja, ona koja se proizvodi u većim serijama i to po „push“ principima, a na temelju nekakvih predviđanja.

Lean i Kaizen zagovaraju upravo suprotno. Prednost se daje „pull“ principu i proizvodnji onoliko jedinica proizvoda koliko u tom trenutku zahtjeva tržište. Tokovi informacija, materijala, poluproizvoda i gotovih proizvoda su generirani stvarnom narudžbom kupca i u realnom vremenu. Slikovito prikazan slijed ide tako da kupac povlači (pull) proizvod iz trgovine, trgovina povlači iz distributivnog centra, distributivni centar povlači od proizvodnog poduzeća, a proizvodno poduzeće povlači utrošeni materijal za proizvod direktno od dobavljača. Stvarni lanac opskrbe je u praksi mnogo složeniji i iziskuje potpunu implementaciju Kaizen pull principa u svakom segmentu i od strane svakog pojedine karike u lancu opskrbe. Na slici 2.2. je prikazan tok informacija kod pull strategije., a na slici 2.3. je prikazan tok push strategije.



Slika 2.2. Pull strategija [2] , prilagodio autor



Slika 2.3. Push strategija [2], prilagodio autor

2.2. Lean kuća

Lean kuća na slikovit način prikazuje ključne principe lean upravljanja i na koji način su oni u odnosima u nekom poslovnom sustavu [3]. Ilustracija lean kuće nalazi se na slici 2.4.

Temelji:

Standardizacija i stabilnost procesa koji se postižu kroz lean alate i metode (5S, Kanban, Heijunka...)

Nosivi stupovi:

Just in Time koji predstavlja protok robe po pull principima i uz minimalni otpad.

Jidoka u kojoj se teži „autonomaciji“ ili automatizaciji procesa uz ljudski nadzor u slučaju anomalije.

Krov:

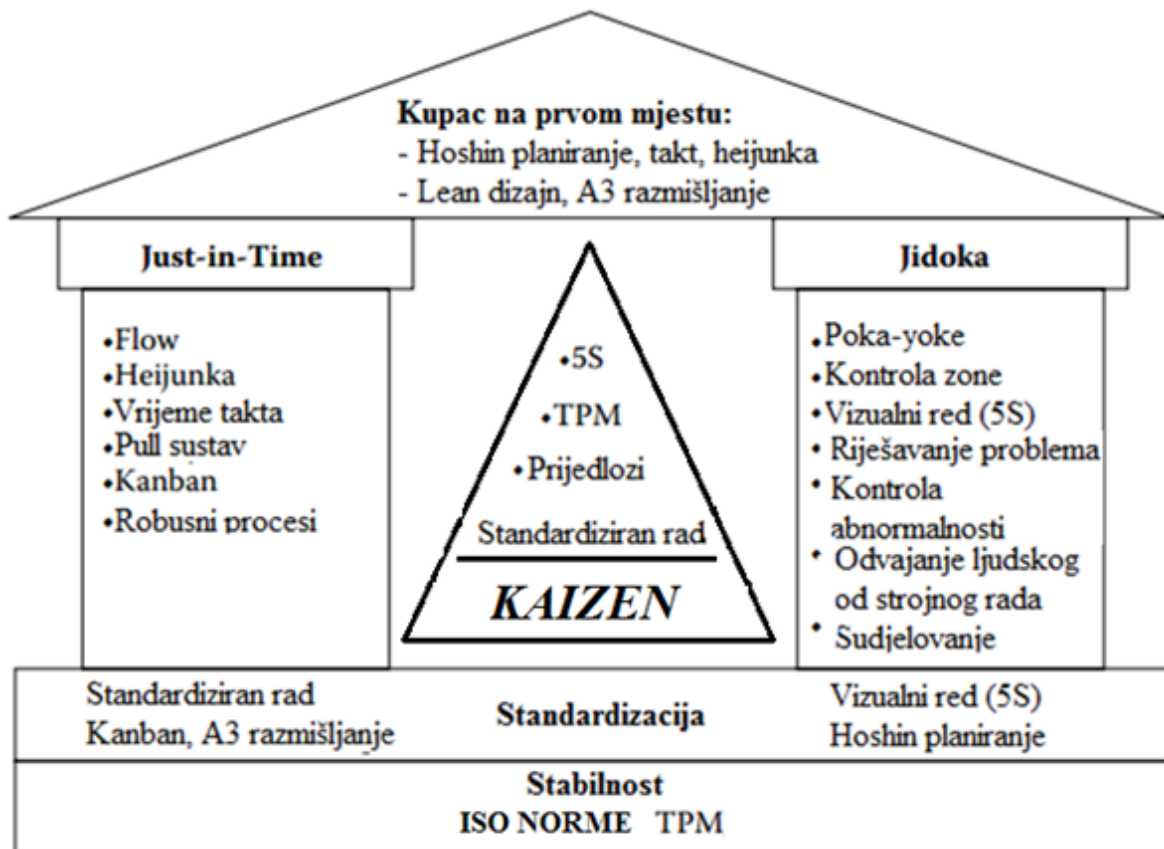
Krajnji cilj je zadovoljstvo kupca, pružanje vrhunske usluge i proizvoda uz minimalne troškove, skraćivanjem proizvodnog procesa eliminirajući otpad i varijacije u procesu.

Unutrašnjost:

Sudjelovanje svih karika u lancu organizacije u svrhu poboljšavanja procesa, uvažavajući prijedloge i potičući ljude da rade na vlastitom poboljšanju.

Lean kuće se često interpretiraju na različite načine, tako se u nekim izvedbama u temeljima nalaze pojmovi vezani za ljudske resurse i svrhu, gdje se dodatno ističe važnost snažnog vodstva, uzajamnog povjerenja između podređenih i nadređenih, angažman svih zaposlenika oko poboljšanja i definiranje jasnih ciljeva. Trokut i strelice usmjerene prema nosivim

stupovima simboliziraju Kaizen filozofiju kontinuiranog poboljšavanja koja se očituje kroz sve lean alate.



Slika 2.4. Lean kuća [3], prilagodio autor

2.3. Lean alati

2.3.1. Kaizen

Riječ „kaizen“ je izvedenica od japanskih riječi „kai“ što znači promjena i „zen“ što znači napraviti bolje, a označava japansku poslovnu filozofiju života i rada koje se fokusiraju na kontinuiranom poboljšanju procesa u proizvodnji. Osim u proizvodnji i poslovnom svijetu, kontinuirani napredak je bitan u svim aspektima života jer stagnacija neminovno prije ili poslije vodi prema nazadovanju.

Princip je taj da male promjene, koliko god pojedinačno zanemarive bile, primijenjene na strategiju poslovanja mogu doprinijeti velikim strateškim promjenama. Svakodnevno treba raditi na malim koracima poboljšanja i u tome moraju sudjelovati svi pojedinci u poduzeću. Primarni naglasak je za poboljšavanje i unaprjeđenje proizvodnog procesa prvenstveno na proizvodnoj liniji gdje je centar dodane vrijednosti (japanski izraz „gemba“). Počevši od radnog mjesta kao centra, treba primjenom različitih analiza i alata (primjerice 5S), eliminirati

sve nepotrebne aktivnosti koje se u „lean“ filozofiji karakteriziraju kao neka od vrsti otpada (japanski izrazi „muda, muri, mura“).



Slika 2.5. Kai + Zen = Kaizen [4], prilagodio autor

Dostizanjem optimalnog stanja na proizvodnoj liniji, radi se na uklanjanju nepotrebnih aktivnosti i procesa na svim ostalim poljima kao što su: transport, čekanje, greške, zaliha, kretanje, višak procesiranja, neiskoristivost ljudi i sl.[5]. Na slici 2.5 su prikazani japanski simboli Kai + Zen. Implementacijom kaizen principa radnici koji stoje i čekaju da stroj završi posao ili čekaju dokumentaciju i materijal postaju stvar prošlosti. Pravi primjer sprovođenja kaizen filozofije jest proizvođač automobila Toyota gdje se do najsitnijeg detalja provode aktivnosti i procesi vezani uz „lean“ ili vitku proizvodnju. Kreator kaizena Masaki Imai s navedenim konceptom zapravo pokušava riješiti jedan od najvećih problema planske ekonomije, a to je prekomjerna proizvodnja.

Da bi se implementirao koncept kaizen-a, potrebne su godine kontinuiranog ulaganja i adaptacije da bi se stiglo do tog nivoa.

Kaizen je sustav uključivanja svih zaposlenika tako da ih se potiče na svakodnevna mala poboljšanja, bilo gdje je to moguće, kao i aktivno uključivanje u radionice gdje se rješavaju konkretni problemi. Bez obzira koliko proces bio poboljšan još uvijek ima prostora za daljnje poboljšavanje. Prevedeno na rječnik poslovanja Kaizen filozofija poručuje da nema operacije, proizvoda, tjeka rada ili procesa u kojem nema mogućnosti za daljnje poboljšanje. U Kaizenu se ogleda azijska strategija korak po korak, za razliku od tvrtki na zapadu koje se usredotočile

na visoke inovacijske skokove na temelju tehnološkog napretka, novih izuma ili teorija, koje su povezane s visokim ulaganjima i određenim nestabilnostima. Japanske tvrtke se međutim oslanjaju na dugotrajna, kontinuirana i cijenom niska poboljšanja s velikim trudom u očuvanje doprinosa radnika. Na slici 2.6. je prikazana kaizen filozofija kroz planiranje, prilagođavanje i rješavanje problema.

Značajke Kaizena:

- Inovativni proizvodi i usluge
- Orijentacija na procese
- Nove organizacijske strukture
- Vrijeme kao osnovni faktor uspješnosti (brzo prihvaćanje ideja, poboljšana realizacija, decentralizacija, osobna odgovornost)
- Sudjelovanje svih radnika (aktivnosti se odvijaju u grupama, dostupne informacije, novi prijedlozi, i inicijative, trening i obrazovanje)
- Novi stilovi rukovođenja (rukovođenje putem suradnje)

Kaizen radionice

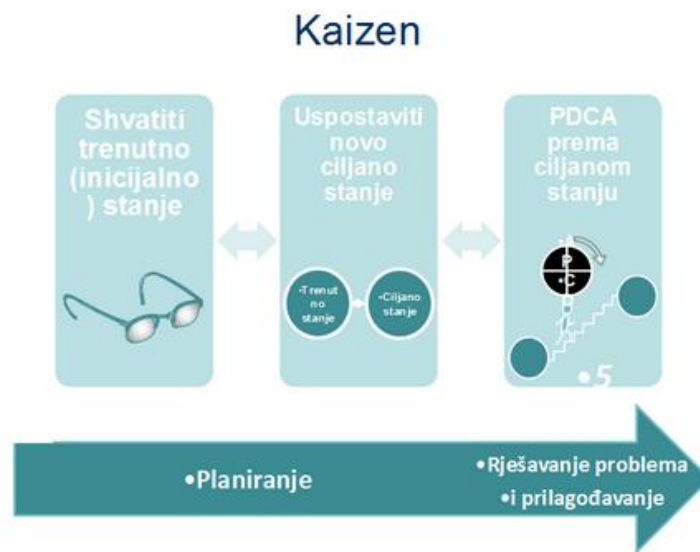
- Konkretan problem
- Mala grupa zaposlenika
- Podrška menadžmenta
- Interdisciplinarnost timova

Osnovni koncept Kaizen radionice je:

- Definirati problem
- Utvrditi trenutno stanje
- Analizirati trenutno stanje
- Iznijeti ideje za moguće unapređenje
- Odabrati najbolje ideje
- Definirati plan provedbe novih mjera
- Definirati mjerljive pokazatelje
- Pratiti napredak

Kaizen alati

- 5 W
- 3-Mu-Checkliste
- 5-S
- 6 W
- 4-M-Clieckliste (5-M-Checkliste)



Slika 2.6. Slikoviti prikaz Kaizen filozofije [1]

2.3.2. 5S (5S+1S = 6S)

5S koncept također potječe iz Toyotinih pogona, a glavni mu je cilj poboljšanje načina rada unutar tvornice ili bilo kakve druge organizacije[6]. Sastoji se od 5 japanskih pojmova, prikazanih na slici 2.7. također povezanih i s engleskim izvedenicama:

- **S**eiri – Sort – sortiranje
- **S**eiton – Straighten – red
- **S**eiso – Scrub – čišćenje
- **S**eiketsu – Standardite – standardizacija
- **S**hisuke – Sustain – samodisciplina

Na 5S se dodaje još jedan S koji označava sigurnost (**S**afety)

1S - Seiri – sortiranje

- Potrebno je identificirati sve stvari nepotrebne za rad i eliminirati ih iz radnog prostora
- Odabrati alat neophodan za rad
- Alate i materijale koji nisu često korišteni, staviti u zasebna spremišta
- Stvari koje se uopće ne koriste baciti

Nakon ovog koraka lako se pronalaze stvari koje trebaju, a također se dobiva i slobodni prostor.

2S - Seiton - red

- Stvari koje koristimo trebaju biti sistematski posložene, tako da se mogu jednostavno koristiti te da ih svako može lako pronaći
- Stvari moramo organizirati tako da svaki predmet ima određeno mjesto gdje pripada i to tako da često korišten alat mora biti smješten u blizini mjesta gdje se koristi, alati koji se koriste zajedno moraju biti i smješteni zajedno i alat mora biti spremljen prema redoslijedu kojim se i koristi
- Materijal i alati, kao i mjesto gdje isti stoje moraju biti etiketirani jer se u suprotnom lako zaboravi gdje se nalaze
- Alati moraju biti ergonomski optimalno smješteni, kako bi radnik iste koristio bez pretjeranog naprezanja, hodanja, saginjanja i sl (prikazano na slici 2.8.)
- Stvari nakon korištenja obavezno treba vratiti na njihovo mjesto – posebno je bitno da označavanje bude razumljivo i jednostavno. Često korištena oprema, alat i materijali, kao i njihovo mjesto skladištenja moraju biti jasno označeni

3S - Seiso - čišćenje

- Stvari i radni prostor je potrebno održavati i čistiti, otpad i prljavština na radnom prostoru su neprihvatljivi.
- Nije dovoljno samo jednom očistiti i urediti radni prostor i pribor
- Nužno je redovito čišćenje, obično na dnevnoj bazi, jer se u suprotnom sve vraća na staro.

4S – Seiketsu - standardizacija

- U ovom koraku se nakon uspostavljanja prva 3S-a, definiraju standardne rutine i pretvaraju se u navike.
- Jedan od najvećih problema je izbjegavanje vraćanja starim navikama
- Standarde i procedure je potrebno postaviti na oglasnim pločama da budu jasno vidljivi i uočljivi

5S – Shisuke – samodisciplina

Samodisciplina je najkompleksniji zadatak, jer povremeno čišćenje radnog mjesta nije dovoljno kako bi se odao dojam organizacije i čistoće, potrebno je održavati red i prilagođavati se novonastalim uvjetima.

6S – Safety – sigurnost

Zadnji S je zapravo jedan od najbitnijih, jer sigurnost radnika mora biti apsolutno na prvom mjestu, a svi prethodni koraci moraju biti u skladu i poštivanju elemenata sigurnosti i zaštite na radu.



Slika 2.7. 5S objašnjenje [7], prilagodio autor

PRIJE:
alat nasumično razbacan u ormaru



Poslije:
alat sortiran po vrsti i veličini, uredno i pregledno



Slika 2.8. Spremište alata prije i poslije 5S implementacije [8]

2.3.3. „Gemba“ – utvrđivanje stanja na temelju vizualnog dojma

U današnje vrijeme je prisutno mnogo alata za unaprjeđenje procesa, ali je ponekad dobro vratiti se temeljima kako bi se postigao maksimalan učinak.

„Gemba“ (japanski pojam za mjesto događaja) u lean principima predstavlja radno mjesto gdje se odvija proizvodni proces. „Gemba walk“ je pojam koji se koristi za promatranje proizvodnog ili bilo kojeg drugog procesa na samom mjestu događaja. Promatranje operatera u radu, kretanja, korištenja alata može dati jasan i pregledan uvid u moguća poboljšanja, čak i bez dodatnog investiranja sredstava.

Koncept „Gemba walk-a“ se sastoji od:

- Promatranje linije – srž analize
- Diskusija na licu mjesta (umjesto u sobama za sastanke)
- Timski rad – uključivanje i komunikacija s ljudima u duhu Kaizen filozofije

Što „nije“ Gemba walk?

Gemba walk nije prilika da se pronalaze greške u radu operatera na promatranjnoj liniji. Također nije mjera pritiska na normu ili postrožavanja radne discipline (izuzev u situacijama kada se uoči da aktivnosti operatera na liniji ugrožavaju njegovu sigurnost ili ako se radi o većim propustima radne discipline). Ako se ovom alatu pristupi na krivi način, može uzrokovati otpor kod radnika prema promjenama koje trebaju uslijediti nakon analize.

Gemba walk mora koristiti suptilniji pristup uzajamnog poštovanja radnika i nadređenog, a sve u cilju da se procesi odvijaju sigurnije, lakše i naposljetku brže. Promatranje koje se provodi nije u svrhu trenutnog rješavanja problema ili uvođenja promjena. To je vrijeme promatranja, davanja inputa i analize reakcija u suradnji s operaterom. Iz te komunikacije dolaze zaključci, između ostalog i na temelju ideja ili pritužbi operatera.

Također je potrebno vrijeme da se proces sagleda u cjelini jer fokusiranje na rješavanje pojedinačnih problema koji se uoče prilikom promatranja može rezultirati stvaranjem problema negdje drugdje. Proces treba sagledati temeljito i u potpunosti kako bi se dobila stvarna predodžba situacije i sukladno tome odredile mjere i aktivnosti kako bi proces u budućnosti bio bolji i efikasniji.

Rješavanje problema na proizvodnoj liniji

Poželjno je da se nakon inicijalnog promatranja, samom rješavanju problema pristupi direktno na proizvodnoj liniji, zajedno s operaterima (slika 2.9.). Naglasak se stavlja na uočavanje problema na licu mjesta, rješavanje istog s operaterom i obuka operatera kako da postupi ako isti ili sličan problem nastupe u budućnosti.

Učinak rješavanja problema na proizvodnoj liniji je dugotrajniji i efikasniji upravo zbog toga što su u rješavanje problema uključeni i operateri. Njihov doprinos rješavanju ih potiče da radije aktivno pristupe rješavanju budućih problema, nego da imaju pasivan i inertan pristup.

Gemba walk u usporedbi s ostalim metodama prikupljanja podataka

Najčešći prigovori na ovu metodu idu u smjeru da analiza ne može prikupiti podatke za statističku kontrolu procesa (SPC – statistical process control). Ovi argumenti ne idu u prilog Gemba walk-u kod pokušavanja rješavanja problema klasičnim statističkim metodama. Ljudsko oko može registrirati do 100 milijuna bitova u sekundi (brzina mrežne konekcije) što je izuzetno mnogo podataka ako se promatra proces koji nam je nepoznat. S druge strane, prednost ove metode je u tome što čovjek koji je upoznat s procesom, na temelju prikupljenih podataka, može dolaziti do zaključaka i vrijednih informacija potrebnih za unaprjeđenje samog promatranog procesa.



Slika 2.9. „Gemba“, razgovor s operaterom na liniji [9]

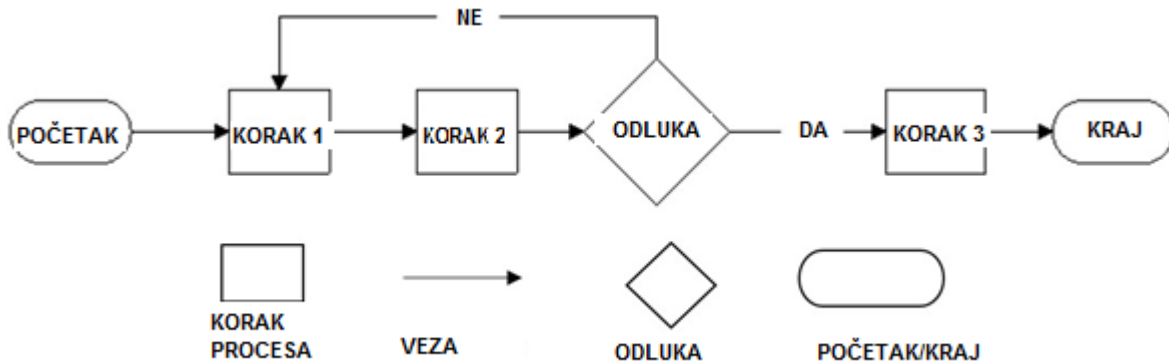
2.3.4. Mapiranje procesa

Mapiranje procesa u kontekstu lean managementa se najčešće koristi u svrhu mapiranja toka vrijednosti. Postoji niz alata koji se koriste za mapiranje procesa, a najuobičajeniji su[10]:

- Mapiranje toka vrijednosti
- Dijagram toka
- Špageti dijagram

Mapiranje procesa je jedan od osnovnih alata lean managementa, a to podrazumijeva identificiranje područja i koraka potrebnih za unaprjeđenje organizacije koristeći i ostale alate za lean management.

Koristeći razne alate za mapiranje mogu se identificirati razni koraci u procesu i razlučiti one koji dodaju vrijednost proizvodu ili samo stvaraju trošak. Međutim, sam alat koji naglašava područja mogućeg poboljšanja je beskoristan ako se teoretska poboljšanja ne sprovedu u djelo. Također je problem što tvrtke poduzimaju korake vezano za poboljšanja nemajući jasnu viziju cilja, ulažući energiju mapirajući trenutne procese, ali često posrnu kada na red dođe sama implementacija poboljšanja.



Slika 2.10. Prikaz mapiranja procesa [10], prilagodio autor

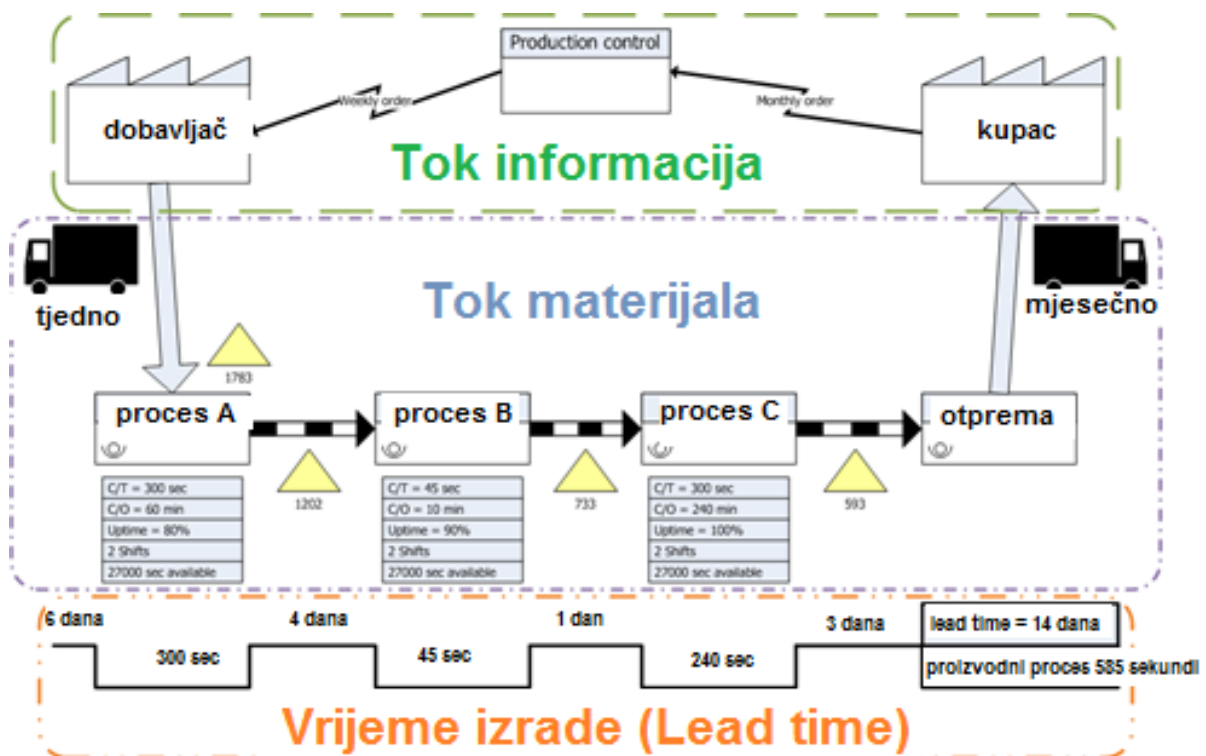
Tok vrijednosti su faze koje proizvod prolazi od sirovine pa do isporuke kupcu. Kroz te faze proizvod prolazi kroz razne korake, od kojih neki dodaju vrijednost, a drugi stvaraju trošak ili čak ostavljaju proizvod da čeka ponekad i tjednima, opterećujući zalihe općenito. Mapirajući tok vrijednosti, cilj je uočiti i po mogućnosti eliminirati procese koji stvaraju trošak, a optimizirati procese koji dodaju vrijednost proizvodu.

Lean proizvodnja teži tome da se sam rok isporuke proizvoda maksimalno reducira, čime se zapravo i reducira vrijeme u kojem su financijska sredstva poduzeća vezana na zalihi ili proizvodnju u tijeku. Identificiranje toka (ili lanca) vrijednosti je jedno od temeljnih principa lean managementa.

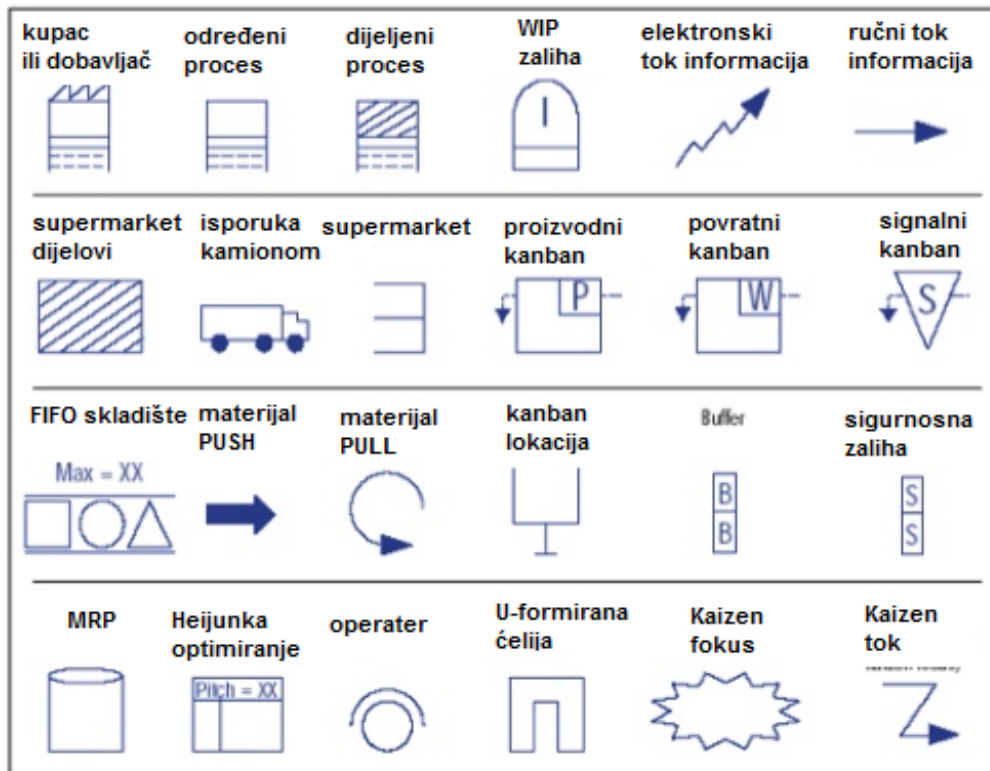
2.3.4.1. Mapiranje toka vrijednosti (VSM ili Value Stream Mapping)

VSM je alat za mapiranje svih aktivnosti, procesa, materijalnih i informacijskih tokova, od sirovog materijala pa sve do gotovog proizvoda. U prvom koraku je potrebno identificirati procese koji ne dodaju vrijednost proizvodu. U sljedećem koraku mapiranja se uklanjaju aktivnosti koje ne dodaju vrijednost, kao i nepotrebna čekanja na sljedeću operaciju obrade u proizvodnji.

Pokazatelj mapiranja toka vrijednosti je postotak direktnog vremena obrade u odnosu na ukupno vrijeme ciklusa. Primjerice, ciklus proizvodnje može trajati jedan dan, a direktno vrijeme obrade 60 minuta. Dodana vrijednost u ovom procesu je 60 minuta, tj. ono vrijeme za koje se obrađuje proizvod. Ostatak je vrijeme čekanja koje može biti (NVAT – Non Value Added Time) – gubitak za aktivnosti koje ne možemo eliminirati iz procesa a ne stvaraju vrijednost (mjerjenja, kontrola, transport) i (WT – Waste Time) čisti gubitak na aktivnosti koje troše resurse, a kupac ih nije spreman platiti (čekanje, zalihe, preinake, popravci škarta i sl.) Na slici 2.11. je prikazan jedan slučaj VSM prikaza procesa, a za izradu se koriste specifični simboli (slika 2.12.)



Slika 2.11. VSM prikaz procesa [11], prilagodio autor



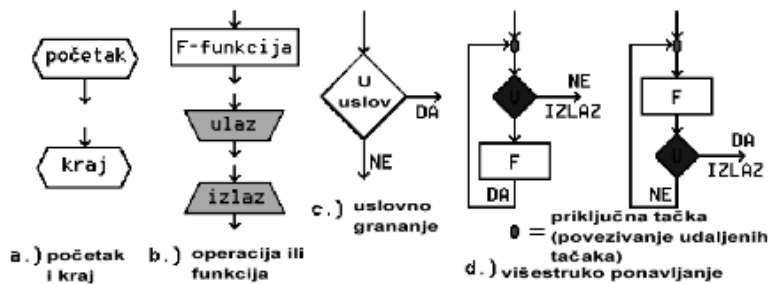
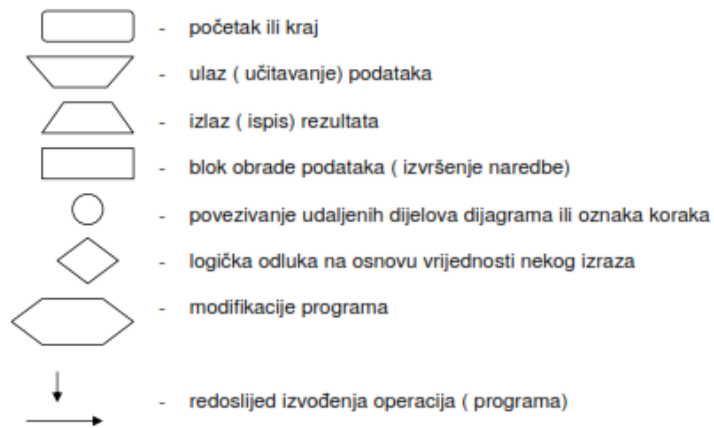
1

Slika 2.12. VSM simboli [12]

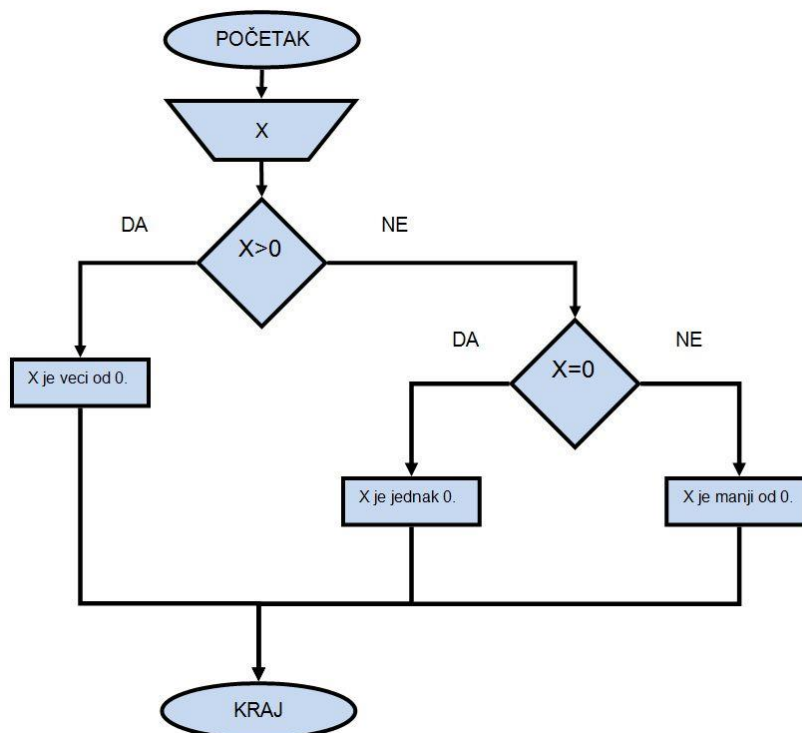
2.3.4.2. Dijagram toka

Dijagram toka procesa (slike 2.13 i 2.14.) je alat koji grafički, definiranim simbolima prikazuje inpute, akcije i outpute određenog sustava. Pojmovi su definirani na sljedeći način [13]:

- Inputi – čimbenici proizvodnje: zemlja, materijal, radna snaga, oprema i upravljanje
- Akcije – način na koji se inputi kombiniraju i manipuliraju kako bi se stvorila dodana vrijednost, akcije su procedure, manipulacija, skladištenje, transport i obrade
- Outputi – proizvodi ili usluge stvorene djelovanjem inputa. Outputi se dostavljaju kupcu, korisniku, sljedećoj stanici u proizvodnji i sl. Outputi također uključuju i neželjene rezultate kao što su otpad, prerađevine, onečišćenja i sl.



Slika 2.13. Simboli dijagrama toka[14]



Slika 2.14. Jednostavan prikaz dijagrama toka [15]

2.3.4.3. Špageti dijagram

Špageti dijagram je zapravo vizualna kreacija stvarnog toka ljudi, materijala ili informacija. Ključno je naglasiti da prikazano stanje mora biti stvarno, nipošto ne onakvo kakvim se smatra da bi trebalo biti. Služi se kao prva faza analize gdje se na kreativan način mogu simulirati tokovi i uočiti anomalije i nepotrebne aktivnosti u procesu [16].

Dijagram služi za analizu:

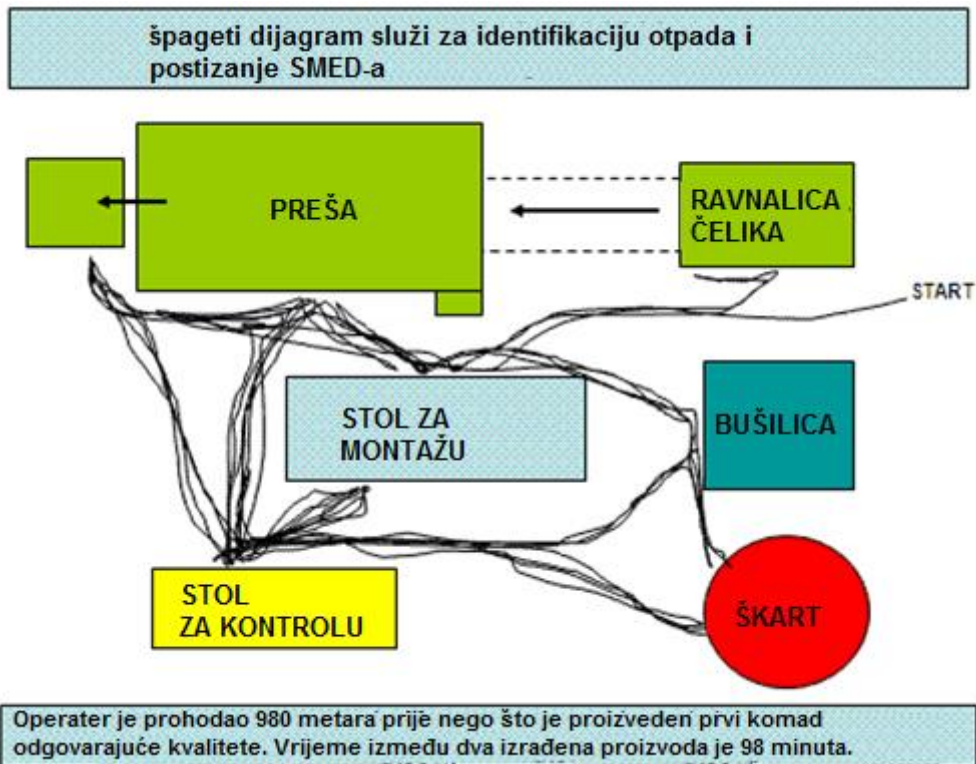
- Toka proizvoda
- Toka ljudi
- Toka informacija

Potrebno je koristiti različitu boju za svaku vrstu toka ili čak i posebnu mapu radi preglednosti. Kreiranje špageti dijagrama mora biti odrađeno u suradnji ili od strane samih operatera koji koriste proces. Potrebno je ucrtati prostoručno krivulje koje povezuju različite lokacije i simulirati izgled „kuhanih špageta“ koji su sve samo ne pravocrtni jer se predmeti i ljudi rijetko kreću u pravocrtnim linijama.

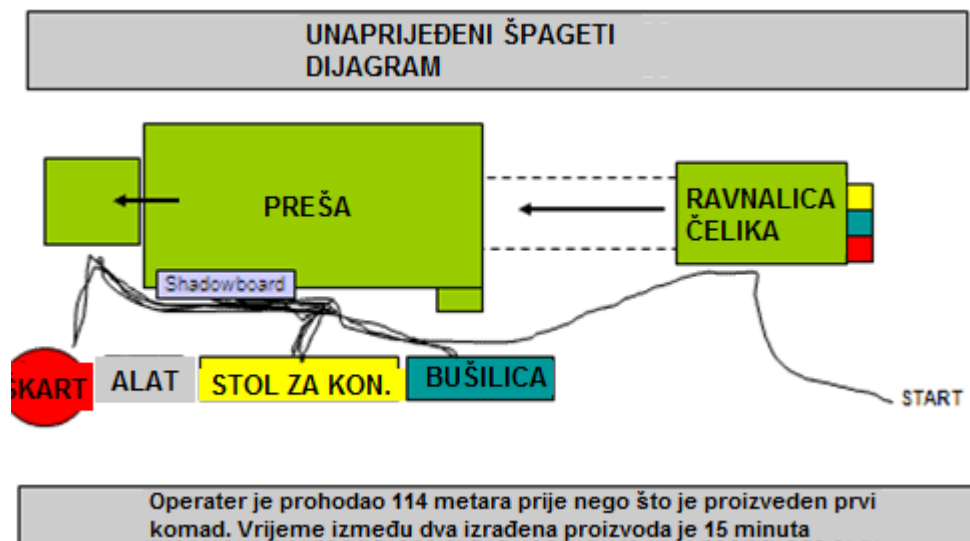
Za početak je potrebno:

- Skicirati područje analize, u stvarnom mjerilu
- Olovke raznih boja
- Metar ili kotačić za mjerenje
- Štoperica
- Okupiti tim operatera i ljudi koji su uključeni u tok
- Skicirati stvarno stanje

Ideja je u tome da se naprave jednostavne i učinkovite promjene s nultom tolerancijom na otpad u procesu. Na sljedećim slikama (2.15. i 2.16.) je prikazan špageti dijagram inicijalnog stanja na kojem je uočeno nepotrebno kretanje operatera između radnih stanica, a reorganizacijom radnih stanica na optimalan način, osiguran je tok po fazama proizvodnje i minimizirano je kretanje radnika.



Slika 2.15. Špageti dijagram stvarne situacije prije reorganizacije [16], prilagodio autor



Slika 2.16. Špageti dijagram stvarne situacije poslije reorganizacije [16], prilagodio autor

Prethodne slike prikazuju analizu stanja špageti dijagramima gdje je vidljivo da je operater u prvom slučaju prohodao 3215 stopa (979 metara), a vrijeme za proizvodnju jednog komada je

98 minuta. Nakon reorganizacije strojeva, udaljenost se smanjila na 375 stopa (114 metara), a vrijeme za proizvodnju jednog komada se smanjilo na 14,9 minuta.

2.4. Osam gubitaka (8 wastes)

Taichi Ohno se smatra začetnikom Toyota Production System i definirao je lean u okvirima kakvi postoje i danas, a osnovna ideja je zadržavanje ili povećanje vrijednosti uz manje rada. Sve što nije dodana vrijednost u očima kupca, mora se smatrati otpadom ili japanski „Muda“ i moraju se uložiti posebni napori da se eliminira otpad.

Definirano je osam vrsta otpada, većinom preuzetih iz toyotinog proizvodnog sustava, a u današnje vrijeme imaju univerzalnu primjenu u poslovnom svijetu. Engleski akronim za osam otpada je DOWNTIME, a predstavlja sljedeće:

1. **D**efects
2. **O**verproduction
3. **W**aiting
4. **N**ot utilizing talent
5. **T**ransportation
6. **I**nventory excess
7. **M**otion waste
8. **E**xcess processing

1. Defects – kvarovi

Kvarovi traže vrijeme, kapacitete i novac da bi se otklonili, a u proizvodnom procesu kvar može uključivati i potrebe za popravkom komponente koja je proizvedena.

2. Overproduction – prekomjerna proizvodnja

U nekim proizvodnim organizacijama radnici na linijama jednostavno proizvode komponente ili proizvode, čak i kada oni koji koriste njihove outpute nisu spremni za njih ili ih ne trebaju. To je veliki problem jer često veže na sebe značajna sredstva i uobičajen je u proizvodnim linijama, a posebno na radnim mjestima gdje je identificirano usko grlo.

3. Waiting – čekanje

Problem se javlja kada iz nekog razloga proizvoda linija stane, bilo zbog toga što je sljedeći operater na liniji preopterećen, zbog kvara uređaja, kontrole kvalitete komponenti ili zbog nedostatka materijala.

4. Not utilizing talent – neiskorištenost talenata ljudskih potencijala

Inicijalno nije dio TPS-ovih (Toyota Production System) sedam otpada, ali je često viđen u današnjem poslovanju. Neiskorištenost ljudskih potencijala često stvara prikrivene gubitke za organizaciju. Reorganizacija posla tako da ljudi maksimalno iskoriste svoje potencijale, doprinesu idejama na svim razinama poslovanja može uvelike doprinijeti smanjenju troškova i povećanju profita poduzeća.

5. Transportation – transport

Otpad kreiran prekomjernim pomicanjem materijala i elemenata proizvodnje. Najviše dolazi do izražaja u proizvodnim pogonima s dislociranim i neorganiziranim radnim mjestima, a često se manifestira s gubicima i oštećenjem materijala, lošom komunikacijom između radnih stanica i zastojsima.

6. Inventory excess – prekomjerne zalihe

Prouzrokovane prekomjernom proizvodnjom neovisno o realnim zahtjevima tržišta. Uobičajeno za proizvodne pogone koje koriste „push“ metodu proizvodnje. Zalihe su nepotrebno angažirana sredstva koja su se mogla uložiti u unaprjeđenje proizvodnje i sl.

7. Motion waste – nepotrebne kretnje

Otpad karakterističan na mjestu dodane vrijednosti (radna stanica, „gamba“), gdje je potrebno eliminirati sve nepotrebne kretnje i aktivnosti operatera i strojeva. Loše organizirana radna stanica gdje radnik ne zna gdje mu se što nalazi, rezultira gubitkom vremena na traženje alata, materijala, pomicanje i sl. Potrebno je reorganizirati radno mjesto po 5S principu radi naknadnog lakšeg uočavanja otpada u vidu nepotrebnih kretnji operatera.

8. Excess processing – pretjerano korištenje strojeva i opreme

Često se dešava da se pojedine operacije u proizvodnji odvijaju na strojevima i postupcima koji su preskupi i prekomplikirani. Svaka pozicija koja se proizvodi mora biti analizirana tako da se utvrdi da li je vlastiti strojni park adekvatan za izradu pozicije vodeći računa da se za jednostavnije pozicije koriste jednostavne i učinkovite metode. „Prekvalificiran“ stroj u vlasništvu tvrtke koji se koristi za izradu jednostavne pozicije je često skuplja opcija nego da se pozicija kupuje od dobavljača.

Sve navedene vrste otpada nepotrebno stvaraju troškove, troše vrijeme i resurse. Potrebno je detaljno analizirati i mapirati organizaciju kako bi se pristupilo procesima s ciljem reduciranja ili potpunog uklanjanja otpada. Navedeno se postiže standardiziranjem procesa, davanjem ovlasti zaposlenicima, eliminiranjem nepotrebne dokumentacije i sastanaka.

2.5. L2G Lean To Green

Inovacije na području očuvanja okoliša, omogućuju tvrtkama da razvijaju strategije i aktivnosti prema L2G principima koji u konačnici imaju i pozitivan učinak na samo poslovanje. Primarni fokus je na tri glavna područja; ljudi, planet i profit, a postiže se kroz socijalno korisne aktivnosti, poboljšanje očuvanja okoliša i financijski uspjeh.

Tvrtke kao što su Toyota i GE su pioniri Lean and Green proizvodnje koja je postala prioritet i diljem svijeta. Otpad u okolišu je jednak kao bilo koji drugi otpad koji stvara neefikasnost u proizvodnom procesu. Bez obzira na to što su lean aktivnosti usredotočene na povećanje proizvodne efikasnosti, otpad koji poduzeće producira za okoliš, kao i potrošnja energenata i vode postaju sve veće komponente leana općenito.

Upravo u tim područjima postoji veliki prostor za uštede, jer ako ne uzmemo u obzir onečišćenje okoliša, zapravo nismo u potpunosti primijenili lean principe. Poduzeća sve više vode računa o tome kako bi plasirali proizvod na tržište, pritom stvarajući što je manje moguće otpada i uz što manju potrošnju energenata. Poduzeća koja prihvate „Lean and Green“ proizvodnju, prihvaćaju okolinu takva kakva jest i samim time spremnija kreću u promjene koje su neminovne prilikom implementiranja procesa koji eliminiraju otpad svake vrste. Ekološki pristup također može biti vrlo motivirajuć za zaposlenike kao i zajednicu u kojoj poduzeće egzistira. Na slici 2.17. je prikazano 8 oblika aktivnosti eliminacije ekološkog otpada u poduzeću.



Slika 2.17. Prikaz 8 oblika aktivnosti eliminacije ekološkog otpada u poduzeću, izradio autor

8 koraka za implementaciju L2G

1. Shvatiti stvarno značenje L2G. Koristiti ekološki prihvatljive procese koji pomažu eliminirati 7 otpada u proizvodnji, kao i 8 otpada vezano za okoliš
2. Identificirati i minimizirati rizike za zaposlenike, kupce, dobavljače, kooperante, posjetitelje i okoliš.
3. Aktivnosti moraju biti po ekološkim principima i načelima i od toga se ne smije odstupati.
4. Komunicirati i konzultirati se sa zaposlenicima o odgovornosti prema vlastitom zdravlju i okolišu.
5. Razvijati strategije i KPIs (Key Performance Indicators) u neprekidnom procesu, definirati dostižne ciljeve koji će eliminirati nesigurne radnje, otpad i spriječiti onečišćenje okoliša.
6. Pripremiti i omogućiti resurse potrebne za postizanje zadanih ciljeva.
7. Kontinuirano provoditi PDCA analizu učinkovitosti postizanja ciljeva
8. Razvijati procedure, radne instrukcije i materijale za edukaciju kako bi se razvili:
 - Sigurnije radno mjesto
 - Lean sustavi za reduciranje koraka bez dodane vrijednosti
 - Procesi koji eliminiraju onečišćenje okoliša i prekomjernu potrošnju energije

2.6. Postavljanje proizvodne linije po lean principima

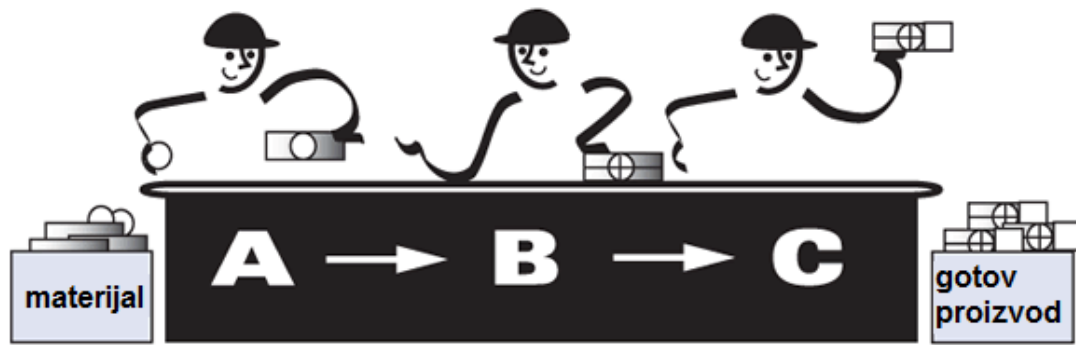
Jedan od temelja leana je tok proizvodnje koji se sastoji od:

- Definiranja toka komad po komad, po mogućnosti jedan komad od sirovine do gotovog proizvoda.
- Minimiziranje otpada (muda) u smislu nepotrebnih kretnji kod operatera na proizvodnoj liniji
- Maksimalna prilagodljivost i mogućnost modifikacije proizvodne linije (fleksibilnost kako bi se postigla proizvodnja malih količina različitih proizvoda na jednoj liniji zahvaljujući SMED procesu)
- Pojednostavljenje procesa prije automatizacije, jer automatizacijom prije pojednostavljenja samo dodatno stvaramo otpad

2.6.1. Tok materijala komad po komad (one piece flow)

Kako bi postigli tok komad po komad, potrebno je redizajnirati raspored proizvodne linije i opreme kako bi mogli proizvoditi jedan komad u isto vrijeme po definiranim sekvencama operacija. Cilj je da se postigne kontinuirani protok od sirovine do gotovog proizvoda, bez stajanja proizvodnog procesa. Sve proizvodni resursi moraju biti usmjereni prema operacijama dodane vrijednosti, a redizajnom linije se moraju eliminirati sve operacije i kretnje koje nemaju dodanu vrijednost.

Jedan od najvažnijih parametara za tok komad po komad je vrijeme takta (Takt time), a definira se kao omjer raspoloživog vremena i količine zahtjeva tržišta u nekoj jedinici vremena (najčešće u jednom danu). Linije se moraju organizirati tako da se da više radnih stanica radi na istom ciklusu prema definiranom vremenu takta. Idealni broj proizvoda u procesu je jednak broju radnih jedinica. Ako imamo 10 radnih jedinica, linija mora imati uvijek 10 proizvoda koji se proizvode istovremeno. Slika 2.18. prikazuje proizvodnju komad po komad gdje je vidljivo da je jednak broj proizvoda i operatera u isto vrijeme na proizvodnoj liniji.



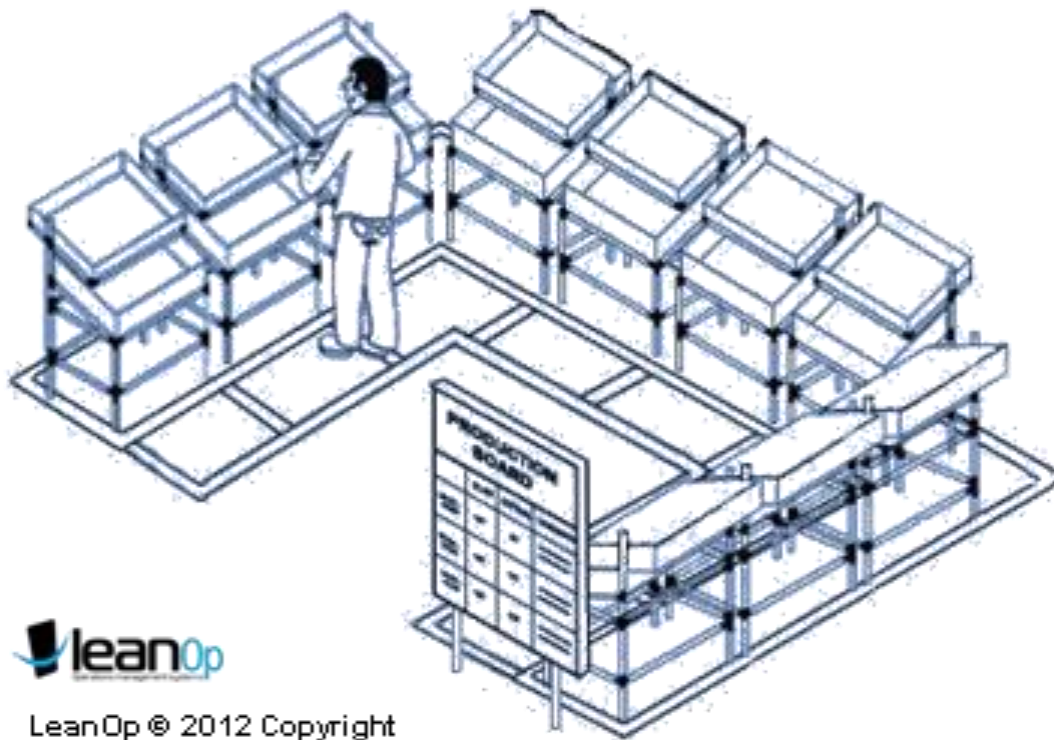
Slika 2.18. Tok komad po komad [17], prilagodio autor

2.6.2. Linija opskrbe

Također jedna od važnijih stavku u kreiranju toka proizvodnje. Linija opskrbe definira raspored lokacija materijala, pakiranja i polugotovih komponenti proizvodne linije optimirane za tok komad po komad [18]. Ovo je zapravo dio kreiranja proizvodne linije, ali s naglaskom na unaprjeđenje procesa unutarnje logistike. Dobro dizajnirana linija opskrbe mora zadovoljiti sljedeće kriterije:

- Lokacija svih dijelova mora minimizirati kretanje operatera prilikom uzimanja dijelova za proizvodnju.
- Lokacija svih dijelova mora minimizirati kretanje logističkih operatera zaduženih za opskrbu linije
- Vrijeme potrebno za promjenu dijelova s jedne vrste proizvoda na drugu mora biti blizu nule
- Signal za nadopunu linije mora biti intuitivan i momentalan

Kako bi se ispunili svi navedeni kriteriji, lokacija materijala, vrsta kutija u koje se nadopunjava materijal (puno-prazno) moraju biti pažljivo definirani. Sva definirana rješenja moraju biti u sinergiji s unutarnjim logističkim sustavima, koji također imaju visoke zahtjeve po pitanju efikasnosti. Primarni fokus mora biti na minimiziranju kretanja operatera i smještanju materijala što bliže mjestu korištenja (slika 2.19.)



Slika 2.19. Linija opskrbe [19]

2.7. Unutarnji tokovi materijala

2.7.1. Supermarket

Prvi korak u unaprjeđenju unutarnjih logističkih tokova materijala jest reorganizacija skladišta izuzimanja po principu supermarketa. Termin je općenit, ali osnovni koncept se sastoji u tome da operater koji izuzima materijal, istome može pristupiti bez korištenja dodatnih manipulativnih sredstava, bez nepotrebnog traženja materijala putem računala jer je isti na uvijek istom vidljivo označenom mjestu [18].

Kako bi se postigao potpuni učinak, skladište izuzimanja mora biti u potpunosti reorganizirano. Kod klasičnog regalnog skladišta (slika 2.20.), operater, da bi izuzeo materijal, mora primjerice skinuti paletu s petog kata. Za to treba regalni viličar. Spuštanjem palete istu treba i na neki način dopremiti do linije, a u slučaju visoko regalnog skladišta, regalni viličar ne može manipulirati robom van šina za kretanje. Potreban mu je drugi viličar da bi robu dopremio do proizvodne linije. Na proizvodnoj liniji se vjerojatno nalazi prazna paleta koju također treba maknuti prije postavljanja nove palete. Zaključak je da s klasičnim

sistemom ima mnogo operacija koje nemaju dodanu vrijednost, suvišne su i bitno usporavaju proces, tj. ne može se govoriti o linearnoj opskrbi.

Reorganizacijom skladišta u obliku supermarketa, roba na paleti se nalazi na podu, postavljena na prikolicu koju operater jednostavno, vučnim vozilom prebacuje na proizvodnu liniju. Praznu paletu na liniji također odvozi vučnim vozilom. Operativno vrijeme se bitno smanjuje, a protok robe je znatno brži.

Supermarket skladište funkcioniра po sljedećim principima:

- Svaka vrsta materijala ima fiksnu lokaciju
- Jednostavno izuzimanje robe (nalazi se na podu)
- Omogućeno je vizualno upravljanje
- Omogućuje FIFO princip
- Dizajnirano je da omogućuje protok i lako manipuliranje
 - Malim kontejnerima
 - Kontejnerima na kotačima
 - Kolicima

Značajke klasičnog regalnog skladišta materijala:

- Loša zaštita materijala
- Teško je primijeniti FIFO bez kvalitetnog WMS-a
- Teško dostupan materijal
- Višestruke lokacije za istu vrstu materijala (teško izuzimanje materijala)
- Rizik od pada materijala s police
- Paradigma proizvodnje u definiranim lotovima



Slika 2.20. Izuzimanje robe s regalnog skladišta [20]

Značajke supermarket skladišta:

- Materijal je zaštićen
- Dobra mogućnost FIFO principa
- Materijal je lako dostupan
- Jedna vrsta materijala na jednoj lokaciji (lako izuzimanje materijala)
- Nema rizika od pada materijala
- Paradigma proizvodnje s dobrim protokom



Slika 2.21. Izuzimanje robe iz supermarket skladišta [21]

Supermarket skladišta omogućuju jednostavno i brzo izuzimanje materijala (Slika 2.21.) Uvjet je da police ili konzole s valjcima za kutije ne budu više od 2 metra (kao i u trgovinama), da se materijal nalazi na podu, na kolicima. Mogući problem može biti prostor zato što u slučaju da radimo s velikom količinom različitog materijala i dijelova, ne možemo osigurati da je kompletno skladište koncipirano kao supermarket.

U tom slučaju je jedno od rješenja organiziranje skladišta tako da je dio koncipiran kao supermarket, a dio skladišta je klasično regalno skladište koje snabdijeva najfrekventniji materijal u supermarket skladištu. Unutarnji tokovi bi trebali biti koncipirani tako da se i WIP komponente uskladištavaju na taj način. U tom slučaju se govori o supermarket – to-supermarket konceptu.

2.7.2. Mizusumashi vlak

Mizusumashi je japanski izraz za kukca koji ima sposobnost hodanja po površini vode, a simbolizira pokretnost i okretnost u svim uvjetima. U lean kontekstu, mizusumashi je logistički operater koji je zadužen za micanje materijala i informacija unutar pogona uz pomoć specijalnog vučnog vozila[18]. Specijalno vučno vozilo je prikazano na slici 2.22.

Koncept mizusumashi-ja je jedan od najvažnijih čimbenika za kreiranje protoka u intralogistici, a funkcionira poput shuttle-a na aerodromima koji imaju fiksne rute obilaska, u pravilnim intervalima.

Mizusumashi sustav funkcionira na sljedeći način:

- Mizusumashi vlak se zaustavlja u supermarket skladištu, na linijama opskrbe, supermarket skladištu za junjo kitove i supermarket skladištu gotovih proizvoda.
- Ciklus vožnje se izračunava tako da se izmjeri vrijeme potrebno za izuzimanje kao i vrijeme potrebno za obilazak svih stanica
- Kontejneri koji se transportiraju uz pomoć vozila se praktički tretiraju kao putnici, gdje svaki od kontejnera ima svoje polazište i odredište

Standardiziranje posla mizusumashi operatera znači da se definiraju fiksne rute i konstantni ciklusi koji uključuju sva potrebna vremena za izvršenje operacija izuzimanja i puta između stanica. Osim premještana materijala i praznih kontejnera, kao i obavljanje drugih funkcija prijevoza, mizusumashi također može poslužiti i za prijenos informacija potrebnih za nadopunu materijala i sinkronizaciju tokova (Kanban kartice).

Prilikom optimizacije ciklusa opskrbe, potrebno je voditi računa da količina materijala u jednom pakiranju na liniji bude dostatna do sljedećeg dolaska mizusumashi vlaka. Mizusumashi vlak robu izuzima iz supermarket skladišta, a u slučaju da supermarket skladište nije dostatno da bude jedino skladište, isto se opskrbljuje iz regalnog skladišta.

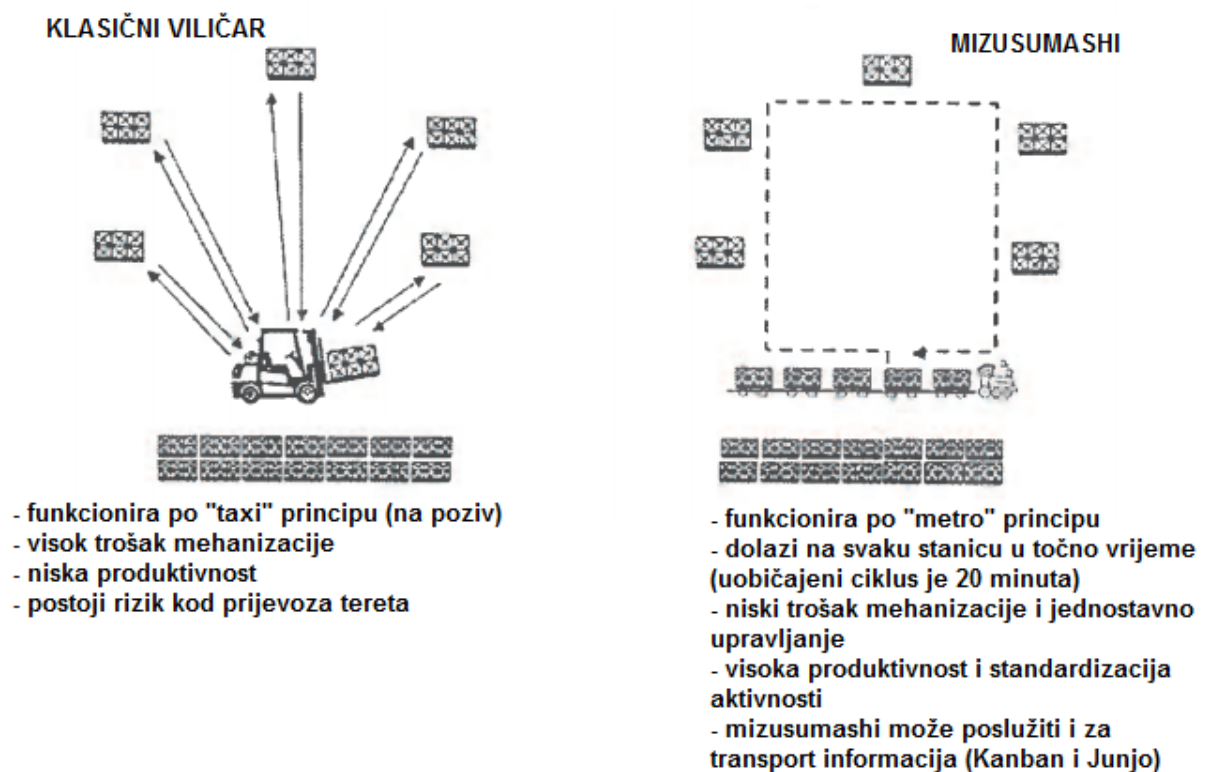


Slika 2.22. Mizusumashi vlak [22]

Klasična opskrba regalnim ili čeonim viličarem odnosi se na prijevoz materijala na paleti do mjesta korištenja. Ista metoda koristi se i za transport gotove robe u skladište gotovih proizvoda. Vrijeme za početak opskrbe se inicira od samog radnika na liniji ili uz pomoć programa za planiranje proizvodnje i opskrbe. Kreira se lista izuzimanja i skladišni operater izuzima te priprema robu za proizvodnju.

Takav klasični proces nije standardiziran jer ne postoji definirana ruta i nema fiksnog ciklusa. Operater na viličaru priprema robu na temelju naloga koji je zaprimio i tako je teško održati kontinuitet u radu. Operater ponekad može biti potpuno bez posla, a uskoro zatim već može biti i prekapacitiran.

Klasični viličar je u mogućnosti prevoziti samo jednu paletnu jedinicu, a u većini slučajeva se s proizvodne linije vraća prazan. Mizusumashi s druge strane može prevoziti i do osam paketa, pa čak i više. Ovisno o njihovoj veličini, a s pomno definiranim ciklusom i organizacijom, može se uskladiti opskrba s povratom gotovih proizvoda na skladište tako da se vozilo ne vraća prazno. Oba principa su prikazana na slici 2.23.



Slika 2.23. Usporedba viličara i mizusumashi-ja [18], prilagodio autor

2.7.3. Sinkronizacija tokova robe i informacija

Kako bi tokovi robe tekli nesmetano, potrebno je definirati i osigurati potrebnu fizičku infrastrukturu koja omogućuje takav način rada. Takva infrastruktura u kombinaciji s proizvodnim linijama koje rade na principu „komad po komad“, postiže se povećana efikasnost i smanjuje se vrijeme potrebno za proizvodnju (lead time). Nakon što smo osigurali infrastrukturu i organizirali način protoka materijala, potrebno je osigurati i protok informacija [18].

Sami kontejneri za prijevoz materijala na sebi moraju imati neophodne informacije (kanban kartice) koje sadrže podatke o vrsti i količini materijala u kontejneru (kutiji), lokaciju u skladištu, odredišnu lokaciju i sl. U kanban supermarket sustavu, prazna kutija je znak da je potrebno nadomjestiti robu s novim količinama.

2.7.3.1. JIT – Just in Time

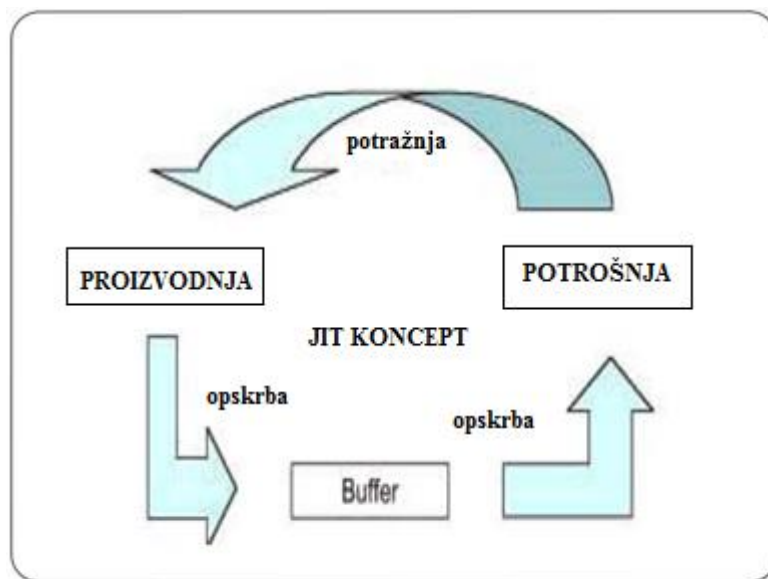
Pojam koji predstavlja strategiju troškova u proizvodnji, gdje se optimalnim proračunom i planiranjem postiže kraće vrijeme skladištenja dijelova, polugotovih proizvoda, proizvoda i repromaterijala. Cilj je izbjeći zalihe ili stavljanje istih u proizvodni proces u najkraćem mogućem roku.

Povijest JIT-a seže u 1920te godine gdje su postojale indicije da je Ford koristio taj princip gdje je dovezio rudaču u talionice upravo na vrijeme da je pretvori u željezo za karoserije. U punom smislu ga je primijenila Toyota 1970tih godina i dokazala da je primjenjiv na sve industrije.

Važan aspekt je planiranje ujednačene proizvodnje i distribucije jer sustav loše podnosi anomalije u potražnji u smislu nepredviđenih skokova na tržištu. Da bi metoda bila uspješna moraju, između ostalog, biti ispunjeni sljedeći zahtjevi:

- Kvaliteta dijelova mora biti visoka – opasnost od zastoja linije
- Nikakve ili minimalne zalihe
- Čvrsta veza i partnerski odnos s dobavljačima
- Dobavljači locirani u blizini poduzeća
- Veličina proizvodnje prilagođena potražnji
- Zadovoljstvo kupaca

Pogrešno je tumačiti da je JIT metoda lišena ikakve potrebe za zalihama u svim karikama opskrbnog lanca jer je to nemoguće. Ne postoji toliko linearan i predvidiv sustav koji bi omogućio nulte zalihe na svim razinama. Stoga je bitan naglasak na dobrim odnosima s dobavljačima jer JIT znači da se eliminacijom zalihe u poduzeću, ista prebacuje na dobavljača. Stoga je vrlo važno pružiti dobavljaču što točnije informacije o predviđanjima potrošnje traženog materijala, kako bi zaliha kod dobavljača bila dostatna za kvalitetnu JIT opskrbu, a s druge strane da ne bude preveliko financijsko opterećenje za dobavljača. JIT koncept je slikovito opisan na slici 2.24.



Slika 2.24. JIT koncept [23], prilagodio autor

2.7.3.2. Kanban

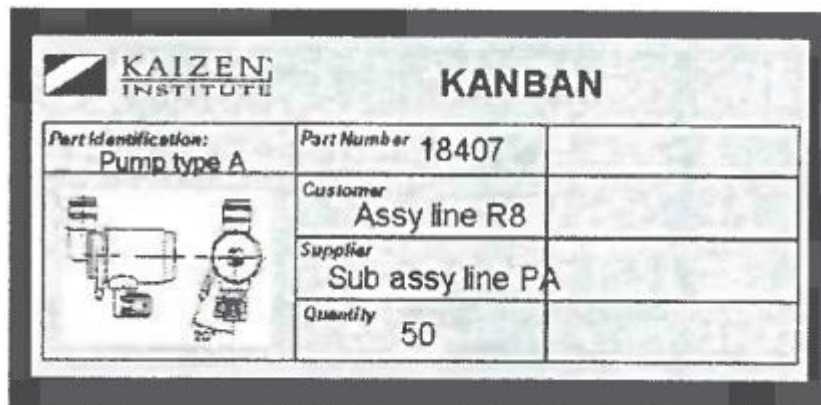
U kasnim 1940tim godinama, Toyota je došla do nekih zaključaka iz neobičnih izvora, promatrajući procese u samoposluživanjima. Primijetili su da vođitelji trgovina prate zalihu robe u samoj prodavaonici i kada zaliha dođe praktički do minimuma, oni je nadopunjuju „just in time“ dostavom od dobavljača.

Toyotini inženjeri su revidirali vlastite metode i krenuli s novim pristupom – Kanban sistemom koji nadopunjuje zalihu u pravo vrijeme i u optimalnoj količini. Kanban je japanski izraz za „vizualni signal“ ili karticu. Toyotini radnici na liniji koriste kanban kartice kako bi signalizirali faze u proizvodnji i tako (vizualno) omogućili jednostavniju komunikaciju

između proizvodnih timova. Tako protok materijala i poluproizvoda teče na fluidan način što uvelike pomaže u reduciranju „otpada“ i maksimiziranju vrijednosti.

Što je zapravo Kanban

- Riječ *Kanban* znači kartica
- Kartica (ili dokument) koji predstavlja narudžbu za material od mjesta potrošnje (potrošača) do proizvođača
- Osnovne informacije na kanban kartici (slika 2.25) su:
 - Oznaka materijala (kod)
 - Odredišna lokacija
 - Polazišna lokacija (mjesto u skladištu)
 - Količina za nadopunu



Slika 2.25. Kanban kartica [18]

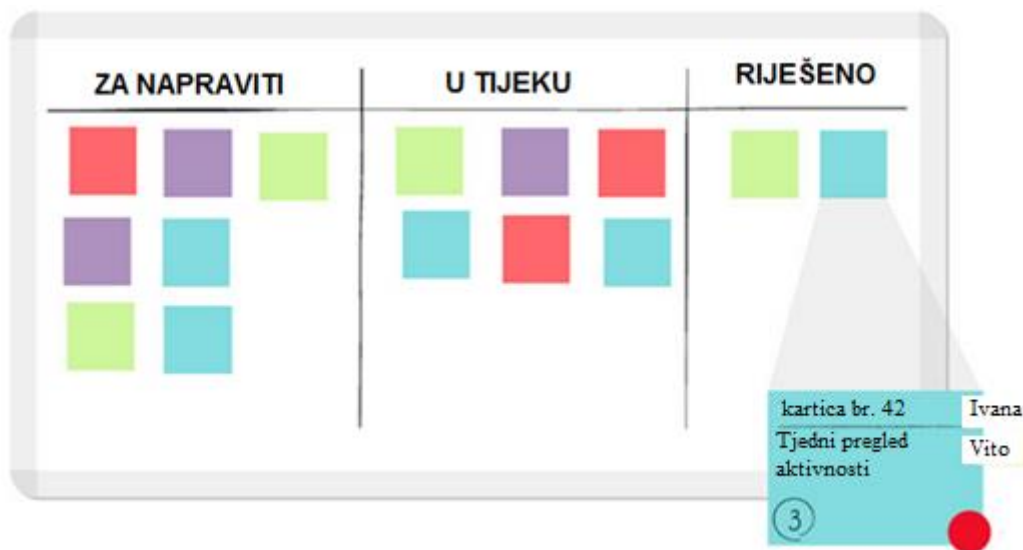
Kako funkcionira Kanban?

Bez obzira na to što je današnja radna snaga potencijalno opremljena s modernom tehnologijom u obliku pametnih telefona, skenera i tableta, mnogo informacija primljenih na taj način su samo riječi na ekranu. Bez obzira na to što to funkcionira u određenim uvjetima, tekstualna informacija često nije optimalan način za komunikaciju. Njezina učinkovitost je često manja nego što se smatra.

Izraz da slika vrijedi tisuću riječi ima utemeljeno uporište u znanosti jer ljudski mozak obrađuje slikovnu informaciju 60,000 puta brže od teksta. 40% svih živčanih vlakana povezanih s mozgom je ujedno i povezano s mrežnicom oka. Vizualne informacije čine 90%

ukupnih informacija koje dolaze do našeg mozga, sugerirajući da su neurološke veze preferiraju slikovne informacije u odnosu na tekstualne. Kanban princip pomaže da se naglasi moć vizualne informacije. Primjer može biti oglasna ploča prikazana na slici 2.26 na kojoj se na vizualni način prikazuje posao.

Imajući uvid u to kako se posao odvija unutar tima, jasno je vidljiv status i količina pojedinih poslova kao i ukupnog posla. Informacija koja bi se inače prenosila tekstualnim putem je prezentirana na mozgu lako prihvatljiv način.



Slika 2.26. Kanban ploča s poslovima [24], prilagodio autor

Četiri osnovna Kanban principa

Za razliku od ostalih metoda koje potiču promjenu s naglaskom na potencijalno bolje buduće stanje, Kanban ne funkcionira na principu revolucije, već evolucije. Fundamentalno načelo jest u tome da ne možeš znati gdje želiš ići, ako ne znaš gdje se nalaziš sada.

Mnogo je načina da se definira Kanban, ali promatrajući Toyotin proizvodni proces, srž se može sažeti u četiri osnovna Kanban principa:

1. **Vizualizirati posao** – kreiranjem vizualnog modela posla i protoka, mogu se promatrati tokovi poslova kroz Kanban sustav. Posao i procesi koji su vizualizirani omogućavaju lako uočavanje uskih grla i zastoja, što na kraju dovodi i do bolje komunikacije i suradnje.
2. **Ograničavanje proizvodnje u tijeku (WIP)** – ograničavanjem proizvodnje u tijeku, može se i reducirati i vrijeme protoka proizvoda kroz Kanban sustav. Također se

možu izbjeći problemi prebacivanja prioriteta i reduciranje potrebe za stalnom promjenom prioriteta.

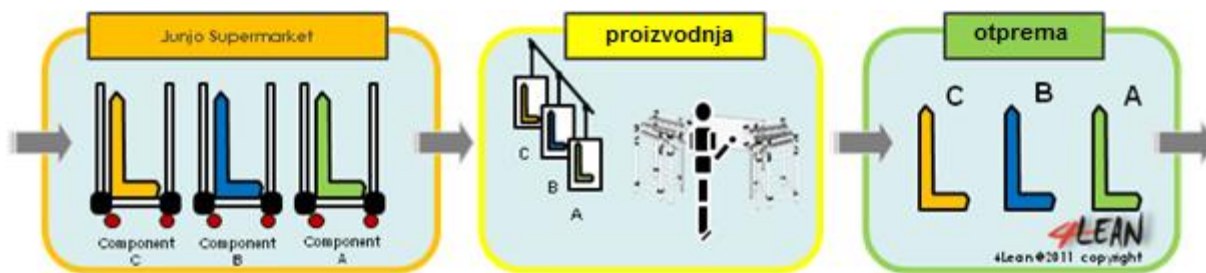
3. **Koncentriranje na protok** – ograničavanjem proizvodnje u tijeku, Kanban sustav se može optimizirati na fluidan i protočan način.
4. **Neprekidno poboljšavanje** – kada je uspostavljen Kanban sustav, on postaje kamen temeljac za neprekidno poboljšavanje. Timovi mjere vlastitu efikasnost i prate se vremena proizvodnje pojedinih faza kao i uska grla.

2.7.3.3. Junjo opskrba (Just in Sequence)

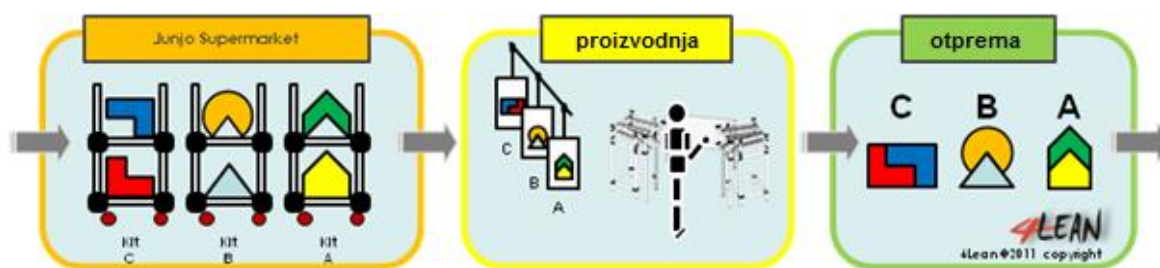
Junjo sustav predstavlja metodu opskrbe linije inicirane pull strategijom, a primjenjuje se kada je materijal dimenzijama prevelik da bi se opskrbljivao klasičnom Kanban metodom. Metoda je poznata i kao „Just in Sequence“, što bi u prijevodu značilo da se linija opskrbljuje po definiranom rasporedu, a sukladno potrebama kupca.

Junjo je japanska riječ za sekvencu. Dodjeljivanjem sekvencijalnog broja pojedinom dijelu ili materijalu, možemo osigurati Just In Time opskrbu. Dio i proizvod moraju imati isti broj. Velika prednost navedenog načina opskrbe je u tome da je linija opskrbe reducirana volumenom i samim time preglednija i lakša za korištenje od strane proizvodnog radnika. Ovaj oblik opskrbe je kompleksniji jer zahtjeva organizaciju opskrbe po sekvencama, tzv. junjo petljama. U usporedbi s njime kanban petlje su prilično jednostavne jer nemaju potrebe za sekvencama, već je signal za opskrbu ili prazna kutija ili kanban kartica na definiranom mjestu.

Obje metode su vrlo učinkovite u smislu sinkronizirane efektivnosti, što znači da će korisnik materijala u svakom trenutku imati onaj materijal koji mu trenutno treba. Junjo objedinjuje uštedu na prostoru na liniji opskrbe kao i na vremenu kretanja proizvodnog radnika. Kada govorimo o materijalu koji je volumenski velik, junjo petlja se nameće kao jedina učinkovita metoda opskrbe. Junjo metoda se koristi kod opskrbe pojedinačnih komponenti prema definiranim sekvencama (slika 2.27) ili može biti sofisticiranija, gdje se roba kompletira u „kitove“ (slika 2.28), također prema definiranoj sekvenci.



Slika 2.27. Junjo sekvencijalna opskrba [25], prilagodio autor



Slika 2.28. Junjo sekvencijalna kompletirana opskrba (kitovi) [25], prilagodio autor

U praksi se pokazalo da je optimalna kombinacija sinkronizirane (kanban) opskrbe i opskrbe po sekvencama. Materijal koji stane u standardne kontejnere i kutije je pogodniji za sinkroniziranu opskrbu, dok su veće komponente pogodnije za metodu opskrbe po sekvencama.

2.8. Zlatna zona proizvodne linije i opskrbe proizvodnih linija

Proizvodnja, skladištenje i distribucija su već tradicionalno povezani s određenom količinom fizičkog opterećenja na zaposlenika. Dizanje teških predmeta, ponavljajući pokreti i stalni pritisak za povećanom produktivnošću često rezultiraju ozljedama na radu. Kako bi se izbjegle takve neželjene situacije poduzeća razvijaju ergonomska rješenja kako bi se opterećenja na radnoj snazi smanjila.

Umor uzrokovan neergonomskim radnim mjestom, kao i udio bolovanja, teško su predvidivi, stoga je ponekad teško kvantificirati povrat investicije u ergonomsko reorganizacije proizvodne linije kako bi se olakšao posao radniku. Međutim, tvrtke često odabiru opciju zapošljavanja mlađih i snažnijih radnika, a politika tvrtke je da ih se

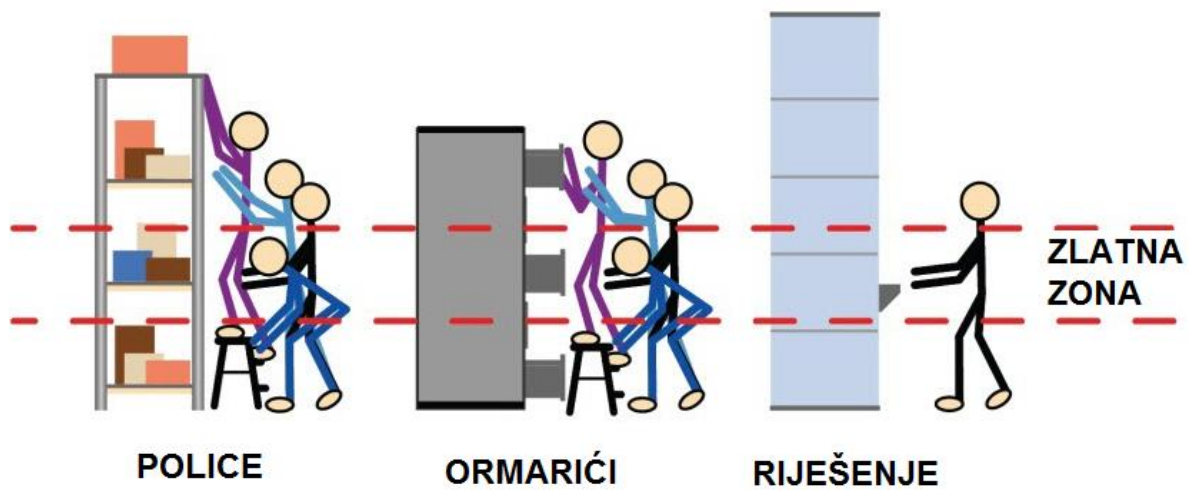
maksimalno eksploatira u narednih 6 mjeseci, a potom se na njihovo mjesto zapošljavaju novi i svježiji radnici. Naravno da su navedene metode totalno u suprotnosti s Kaizen filozofijom.

S druge strane, tvrtke koje cijene iskustvo veterana s tridesetak godina radnog staža sigurno će uložiti u ergonomiju proizvodne linije, jer isplativost vide u tome da spriječe moguće ozljede na radu. Nadalje, teži se tome da su radna mjesta modularna do te mjere da se prilagođavaju visini radnika, u smislu da se maksimalno izbjegavaju naprezanja iznad visine ramena i ispod visine struka kao što je prikazano na slikama 2.29. i 2.30.



Slika 2.29. Zlatno pravilo [26] , prilagodio autor

Termin zlatne zone se u kontekstu opskrbe proizvodnih linija koristi prilikom definiranja supermarket skladišta, gdje vučno vozilo izuzima materijal i odvozi ga na proizvodnu liniju bez uporabe dodatnih manipulativnih sredstava. Materijal je dostupan na ergonomski prihvatljivim i dostupnim mjestima. Zlatne zone su dio supermarket skladišta i kao takve omogućuju da se materijal u odgovarajućim pakiranjima brzo i efikasno priprema i stavlja na vučno vozilo. Time se omogućuje da operater prema definiranoj ruti uzima puna pakiranja materijala, a ostavlja prazne kutije koje se opskrbljuju iz centralnog skladišta.



Slika 2.30. Prikaz područja zlatne zone kod uskladištene robe [27]

3. Praktični dio

3.1. O poduzeću WAM Product

WAM Product d.o.o. iz Brezničkog Huma dio je WAM Group s.p.a. - talijanskog proizvođača i dobavljača opreme za rukovanje rastresitim materijalom, prašinom i otpadnim vodama, za filtraciju, kao i tehnologiju za miješanje i vibraciju. Na tržište stižu 2001. godine kada je potpisan protokol o osnivanju zajedničke tvornice s tvrtkom Metal Product i od 2002. godine, tvornica počinje s radom. WAM Group s.p.a je u početnoj fazi imao 51% udjela vlasništva u poduzeću, a od 2007. otkupljuje preostali dio i odvaja se u potpunosti. Suradnja s tvrtkom Metal Product se nastavlja do dan danas.

Proizvodni program poduzeća su prvenstveno vibrirajuća dna silosa i strojevi za punjenje i pražnjenje big bag-ova (velike platnene vreće s rasutim teretom još i nazivane FIBC flexible intermediate bulk container), zatim leptirasti ventili, ventili za regulaciju podtlaka u silosima, ventili s kliznim vratima, kao i razna dodatna oprema za ventile (ručna i pneumatska upravljanja leptirastim ventilima i sl.). U bližoj budućnosti Wam Product bi trebao preuzeti centralnu ulogu u grupaciji za proizvodnju kompletnog asortimana ventila koje grupacija nudi.

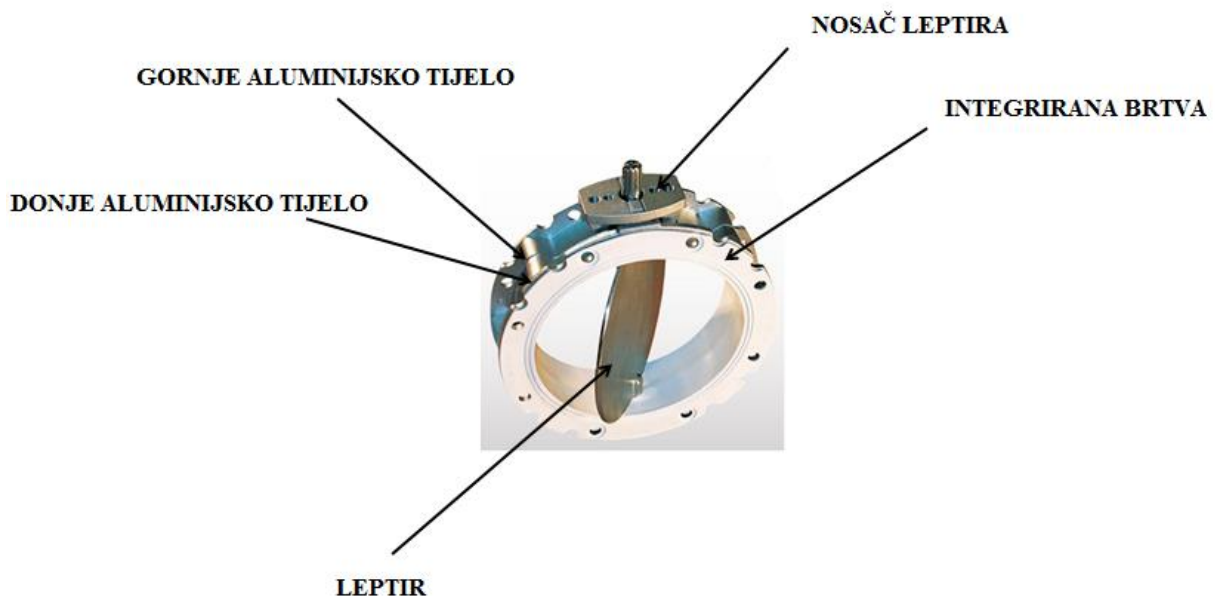
Poduzeće je isključivo tvornica i kao takva svoje proizvode plasira isključivo sestrinskim poduzećima diljem svijeta. U Wam Productu se proizvodi samo dio od ukupne ponude grupacije WAM Group s.p.a., a proizvodi imaju primjenu u industriji hrane, asfalta, kemikalija, plastike, željeznih industrija i metalurgije, građevinskih materijala, rudarstva, farmaceutske industrije, keramike kao i u industriji pročišćavanja otpadnih voda te obradi i proizvodnji stakla.

Grupacija je intenzivno prisutna na svjetskom tržištu i što direktno, a što preko posrednika pokriva u velikoj mjeri sve kontinente. Bilježila je kontinuirani rast iz godine u godinu sve do krize 2008. godine koja se s obzirom na razmjere nije mogla izbjeći. Međutim, već od godine nakon se oporavlja, širi spektar branši u koje plasira svoje proizvode i time reducira rizik na tržištu usko specijaliziranih proizvoda.

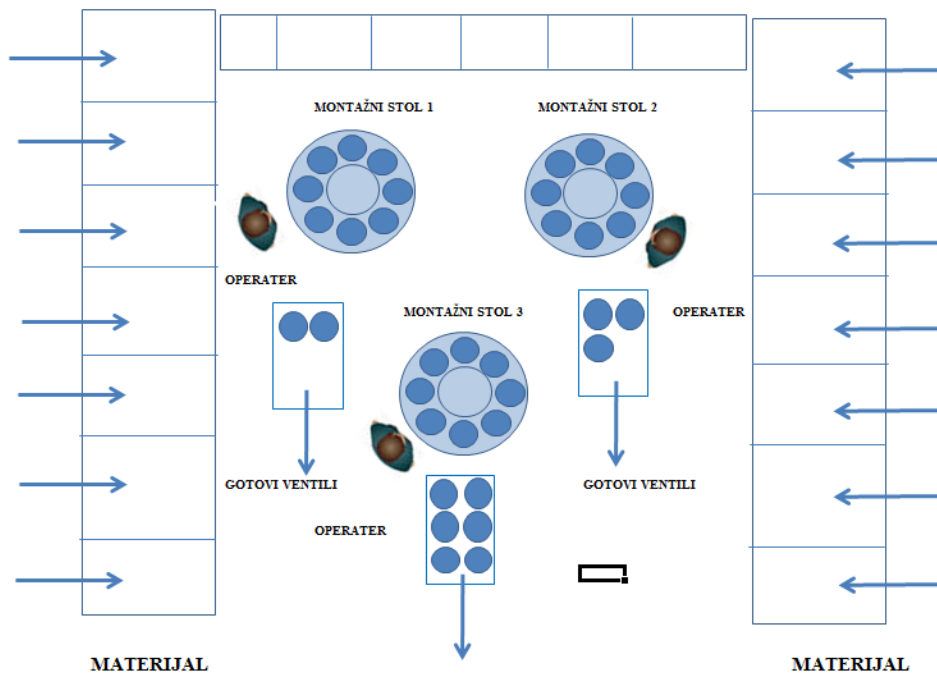
3.2. Proizvodnja leptirastih ventila prije reorganizacije po lean principima

Leptirasti ventili VFS se proizvode u sedam veličina (promjeri 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400), dvije izvedbe izlaza (spojnica ili direktni izlaz), a svaki je moguće proizvesti s tri vrste leptira (inox, lijevani i plastificirani), te tri vrste brtve ovisno o namjeni (crna, bijela i integrirana bijela za prehrambenu industriju). Korpus ventila je izrađen od dva lijevana aluminijska komada u koje se umeće brtva i leptir, te se dva tijela pričvrste vijcima uz pomoć pneumatskog odvijača. Ventil je prikazan na slici 3.1.

Prosječno vrijeme montaže ventila, ovisno o njegovom promjeru je cca. 7-8 minuta, što znači da u slučaju najniže efikasnosti, jedan operater dnevno proizvede cca. 56 ventila. Ciklus proizvodnje se kod svih izvedbi bazira isključivo na montaži kupovnih komponenti, izuzev u izvedbi s inox leptirom gdje se leptir gotovo u cijelosti izrađuje interno (rezanje na plazma rezaču, porubljivanje na CNC stroju, poliranje i zavarivanje osovina). Proizvodna linija se sastoji od tri okretna stola, na svakom stolu može raditi jedan operater, a svaki stol može odjednom, ovisno o promjeru koji se izrađuje, primiti do 12 leptirastih ventila. Montaža se vrši po fazama, gdje operater prvo na stol postavi sva donja aluminijska tijela, pa zatim umetne sve brtve, pa leptire, na kraju stavlja gornje aluminijsko tijelo, pritegne vijcima, spakira u kutiju i odloži na paletu.



Slika 3.1. Prikaz leptirastog ventila i komponenti [28]



Slika 3.2. Prikaz proizvodne linije leptirastih ventila [28]

Na slici 3.2. je vidljivo da na liniji odjednom rade tri montažera, na rotacionim stolovima gdje se ventili montiraju po fazama na sljedeći način:

1. Postavljanje donjih aluminijskih prirubnica na rotacioni stol (do 12 komada)
2. Umetanje brtvi
3. Umetanje leptira i nosača leptira
4. Polaganje gornje aluminijske prirubnice
5. Umetanje vijaka i matica
6. Pritezanje vijaka
7. Sklapanje kutije
8. Umetanje ventila u kutiju
9. Zatvaranje kutije

Način na koji se proizvodnja u ovom slučaju odvija nije po lean principima jer se ne slijedi koncept montaže komad po komad (one piece flow), već se svaka od 9 faza odrađuje za maksimalno 9 ventila koji stanu na jedan montažni stol kao što je prikazano na slici 3.3. To znači da je smjena često završavala sa stolovima popunjenim do određene faze napravljenim ventilima.



Slika 3.3. Montaža leptirastog ventila na rotacionom stolu [28]

3.3. Implementacija lean organizacije proizvodne linije ventila i opskrbe proizvodnih u poduzeću WAM Product

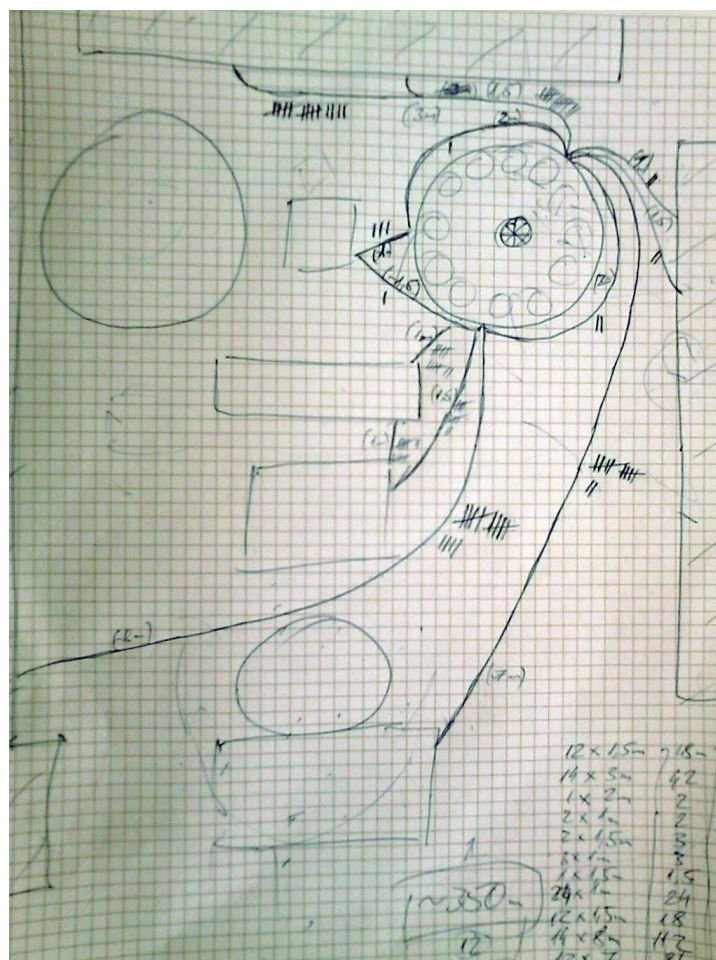
Sam proces uvođenja promjena u organizaciji je započeo prije dvije godine na inicijativu voditelja operacija na nivou cijele WAM grupe. Inicijalni koraci su krenuli s radionicama gdje su osobe odgovorne za organizaciju proizvodnje i logističkih procesa upoznate s lean konceptom, kaizen filozofijom, neprekidnim poboljšavanjem, PDCA ciklusima i sl.

Nakon prvih radionica, poduzeća unutar grupe, a uključujući i WAM Product su pokrenula aktivnosti vezane za intenzivno praćenje proizvodnih i logističkih procesa, kako bi se utvrdilo postojeće stanje i definirali prvi koraci vezani za promjene. Koncept na koji je lean filozofija prezentirana je bio predstavljen tako da ga sudionici radionica prihvate, a ne da im se isti nametne i organizatori proizvodnih i logističkih procesa imali su slobodu da u periodu od nekoliko mjeseci donesu zaključke o postojećem stanju i predlože promjene.

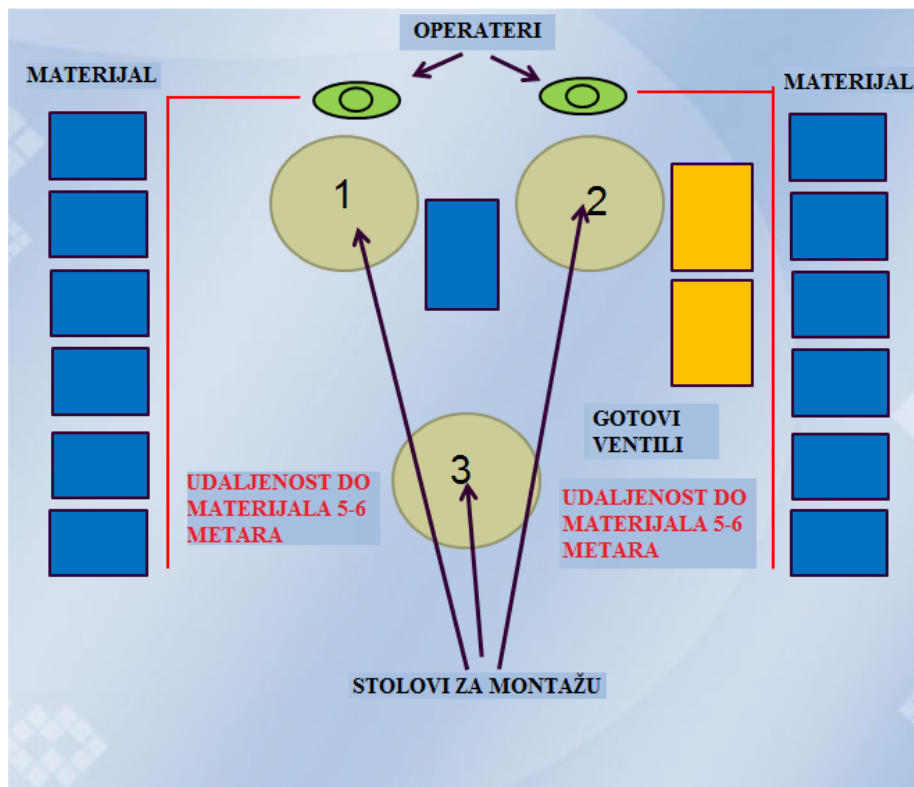
Stoga se i implementacija lean organizacije i opskrbe linije montaže leptirastih ventila odvijala u dvije faze.

3.3.1. Prva faza implementacije

S obzirom na lanac vrijednosti u proizvodnom procesu, prvo je bilo potrebno analizirati otpad u vidu nepotrebnog kretanja radnika na proizvodnim linijama. Na sljedećoj skici je prikazan špageti dijagram na temelju snimanja postojećeg stanja. Promatranjem stanja je utvrđeno da montažer prilikom montaže jednog punog stola s 12 leptirastih ventila, prehoda cca. 350 metara, a većinom radi odlaska po materijal koji zbog trenutnog rasporeda na liniji nije mogao biti smješten bliže operateru. Radna verzija analize kretanja je prikazana skicom na slici 3.4.



Slika 3.4. Špageti dijagram postojećeg stanja na liniji montaže leptirastih ventila [28]

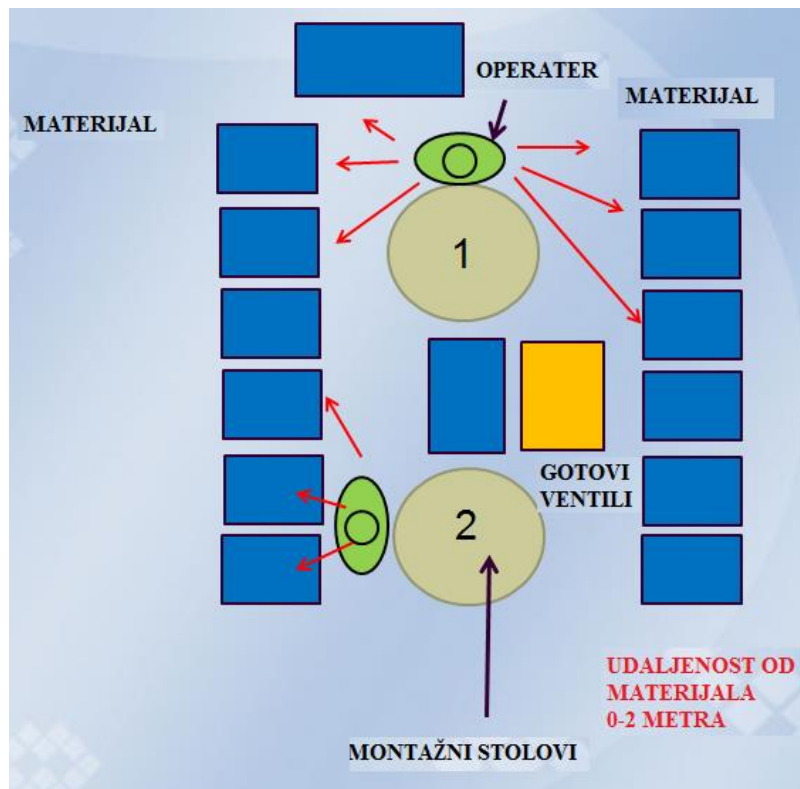


Slika 3.5. Montaža leptirastih ventila, prvotno stanje [28]

Na slikama 3.5. i 3.7. je vidljivo kako operateri moraju do najdalje komponente hodati čak i do 6 metara, što u konačnici u prosjeku ispada i do 350 metara po jednom montažnom stolu, a po jednoj smijeni to iznosi čak i preko 2100 metara. Samim time je bilo neophodno donijeti rješenje koje bi u prvoj fazi, uz najmanje moguće troškove reduciralo otpad u obliku nepotrebnog hodanja operatera na liniji.

Nakon uvida u stanje došlo se do zaključka da se linija mora reorganizirati tako da materijal maksimalno približi montažnom stolu te da se reduciraju nepotrebne kretnje montažera na liniji. U prvoj fazi implementacije nisu bila odobrena sredstva za unaprjeđenje proizvodne linije, već je fokus bio čisto na reorganizaciji postojećeg stanja.

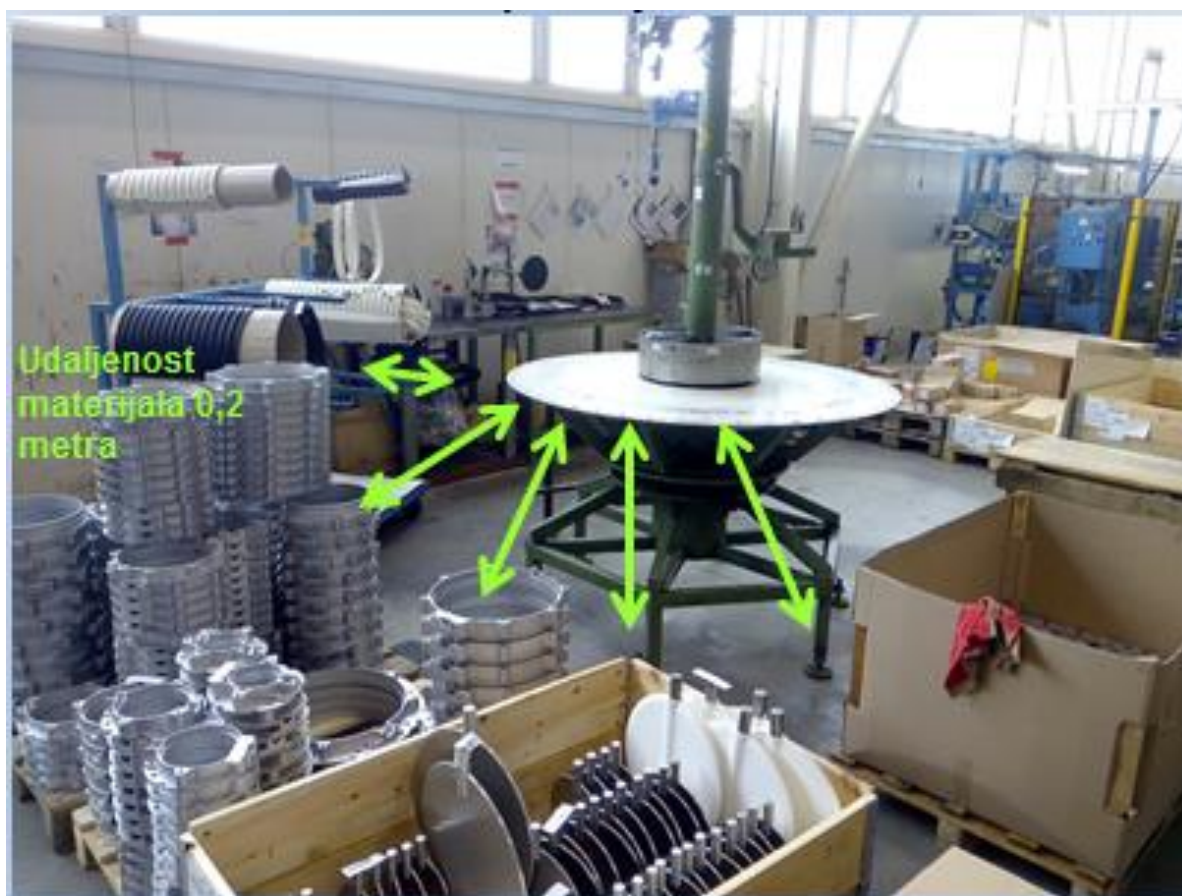
S obzirom na proizvodne kapacitete i količine ventila koji se proizvode na liniji, ispostavilo se da je stol broj 3 suvišan i kao takav samo nepotrebno zauzima prostor. Uklanjanjem tog stola, preostali stolovi su razmješteni vertikalno i omogućeno je da se materijal približi bliže rotacionim stolovima kao što je prikazano na slici 3.6.



Slika 3.6. Montaža leptirastih ventila, raspored nakon prve faze implementacije [28]



Slika 3.7. Fotografija montaže leptirastih ventila prije prve faze implementacije [28]



Slika 3.8. Fotografija montaže leptirastih ventila nakon prve faze implementacije [28]

Nakon prve faze prikazane na slikama 3.6. i 3.8., mjerenjem je utvrđen porast efikasnosti od prosječno 10%, ovisno o promjeru ventila koji se montira. Međutim, s obzirom na koncept rotacionog stola, gdje se montaža odvija po fazama, utvrđeno je da isti nije u skladu s lean principima gdje se proizvodi komad po komad, stoga je na inicijativu uprave pokrenut projekt kompletne reorganizacije linije leptirastih ventila te su odobrena sredstva za svu potrebnu opremu.

Aktivnosti reorganizacije proizvodnih linija provedene su u drugoj fazi implementacije.

Prva faza implementacije je bila svojevrsni test i uvod u promjene koje će uslijediti u drugoj fazi. Također je poslužila kao prilagodba radnika u proizvodnji i logistici na novi koncept promjena, gdje je uvažavano njihovo mišljenje i gdje su promjene velikim djelom rezultat njihove inicijative ili prijedloga.

3.3.2. Druga faza implementacije

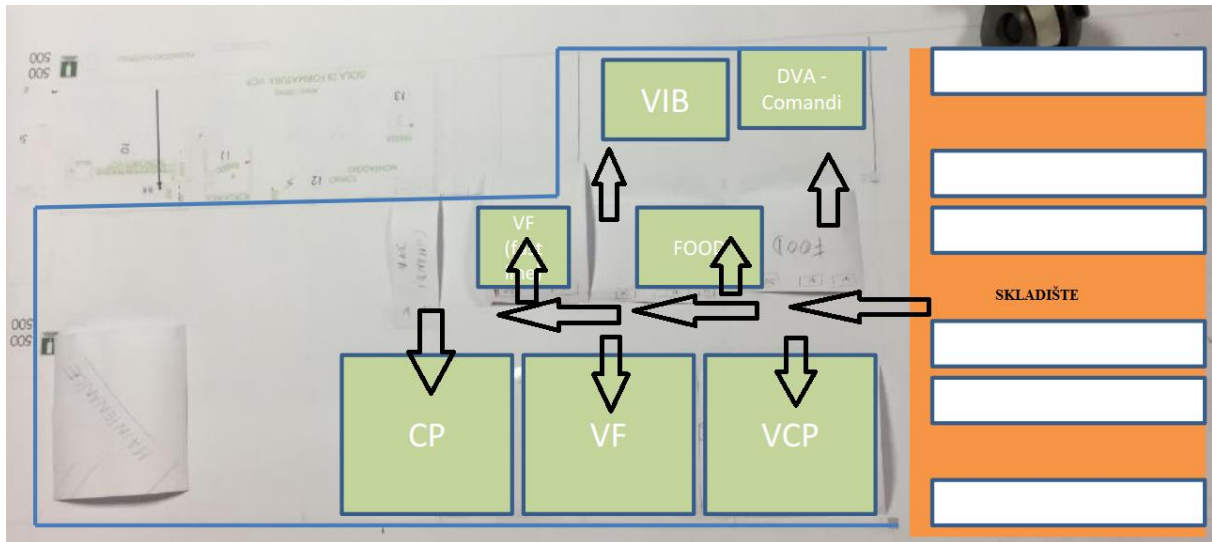
Organizacija linije montaže leptirastih ventila, kakva je postavljena nakon prve faze implementacije se pokazala kao pozitivan korak unaprijed, ali više kroz perspektivu prihvaćanja lean principa i stavljanja primarnog fokusa na aktivnosti koje imaju dodanu vrijednost. Ako se govori o procesu proizvodnje, eliminišući sve nepotrebne kretnje i aktivnosti koje se događaju za vrijeme proizvodnog procesa, dolazi se do zaključka da je upravo odjel logistike taj koji igra veliku ulogu u optimizaciji, bez obzira na to što aktivnosti logistike nisu direktno aktivnosti dodane vrijednosti. Raspored linija je prikazan na slici 3.9.

Druga faza implementacije je sprovedena temeljitije od prve, uz podršku tehnologa, inženjera i logističke struke iz poduzeća, kao i od strane centrale poduzeća u Italiji. Implementacija i reorganizacija linije je obuhvatila 6 proizvodnih linija, uključivši i ranije spomenutu liniju montaže leptirastih ventila. Uvidom u postojeće stanje, utvrđeno je da sam raspored proizvodnih linija u prostoru onemogućava kvalitetnu opskrbu i konstruiranje supermarket linije opskrbe. Linije su bile postavljene uz zidove, jedna nadomak druge i nije bilo mogućnosti dovoza optimalne količine materijala, bez da se stvaraju čepovi i uska grla.



Slika 3.9. Fotografija rasporeda proizvodnih linija montaže ventila prije reorganizacije [28]

Na slici je vidljiv raspored linija uz zidove proizvodne hale, a put za opskrbu je postavljen na sredini. Samim time je utvrđeno da je otežan protok materijala jer se s iste strane linija opskrbljuje materijalom, a i odvoze se gotovi ventili s linije. Na sljedećoj slici je grubo skiciran (radna verzija) postojeći raspored proizvodnih linija.

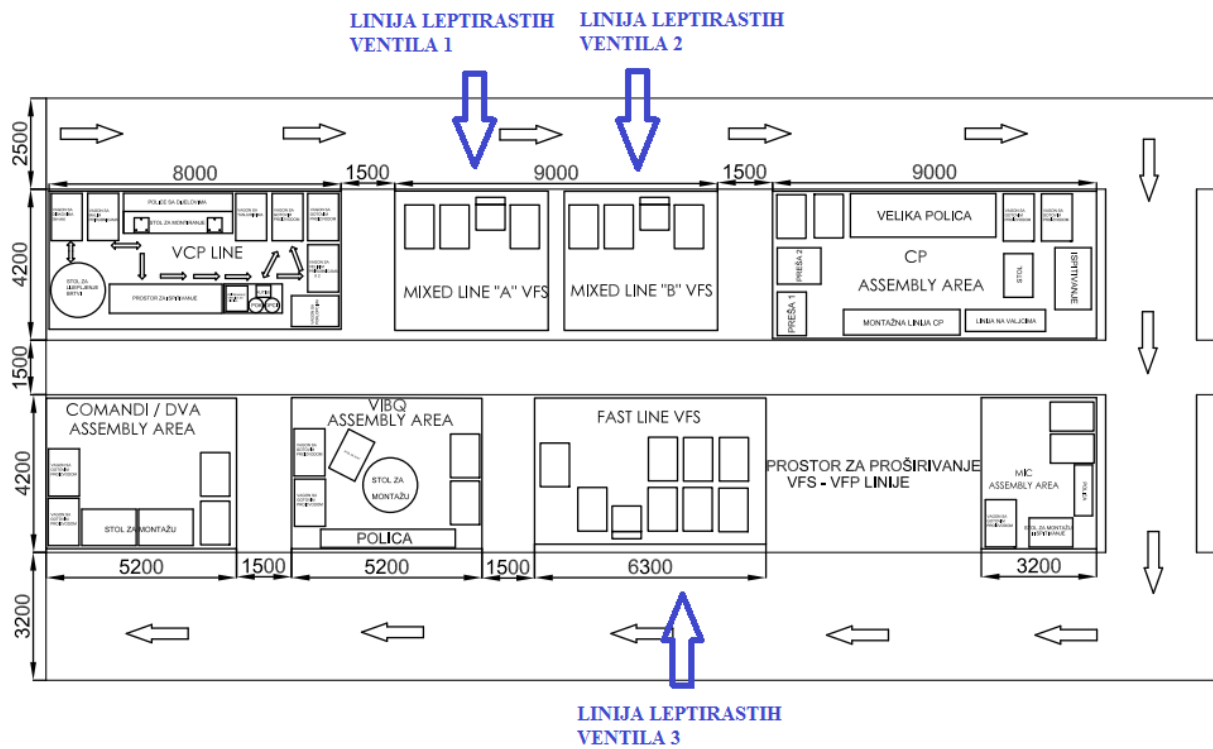


Slika 3.10. Skica rasporeda proizvodnih linija montaže ventila prije reorganizacije [28]

Vidljivo je da je raspored neadekvatan za bilo kakav drugi način opskrbe osim po „taxi“ principu gdje transportno sredstvo (regalni viličar) dolazi na poziv. Otegotna okolnost je skučen prostor na centralnom prolazu gdje se u isto vrijeme odvija proces dobave materijala i odvoza gotovih ventila. Utvrđeno je da je potrebna temeljita reorganizacija i premještanje proizvodnih linija kako bi se pospješili tokovi materijala i olakšala opskrba na linijama.

Osnovna stvar reorganizacije je bila skupiti linije u središte proizvodne hale i omogućiti opskrbu s vanjske strane, kao i ostavljanje dovoljno prostora na liniji za palete s gotovim proizvodima.

S obzirom na to da su odobrena sredstva za reorganizaciju i preseljenje linija, kao i za nabavku transportnog vučnog vozila, napravljena je detaljna skica rasporeda linija, koji je usvojen i odobren od strane uprave. Na slici su markirane ranije opisane linije montaže leptirastih ventila koje su sada koncipirane tako da se proizvodi komad po komad, a rotacioni stolovi su u potpunosti uklonjeni.



Slika 3.11. Nacrt rasporeda proizvodnih linija montaže ventila nakon reorganizacije [28]



Slika 3.12. Fotografija rasporeda proizvodnih linija montaže ventila nakon reorganizacije [28]

Nacrt rasporeda proizvodnih linija prikazuje kako su linije odmaknute od zidova prema sredini hale, a uz rubove je ostavljen prostor kako bi vučno vozilo u smjeru strelica moglo nesmetano opskrbljivati linije i odvoziti gotove ventile s linija. Plavo su označene ranije opisane proizvodne linije leptirastih ventila, a proces rekonstrukcije tih linija će detaljnije biti opisan u nastavku rada. Na fotografiji linije nakon reorganizacije su linije jasno označene i odvojene s prolazom za pješake, a opskrba linija se vrši s vanjske strane uz pomoć vučnog vozila.

3.3.3. Rekonstrukcija proizvodne linije montaže leptirastih ventila

Kako bi se proces montaže odvijao po principu komad po komad, bilo je potrebno konstruirati montažni stol tako da su materijal, alat i pneumatski odvijač operateru na dohvat ruke, a krupnije komponente što bliže. Rotacioni stolovi koji su se prije koristili su nakon izrade novih montažnih stolova stavljeni van upotrebe. Ne sljedećim slikama su prikazani rotacioni montažni stol, kao i novo konstruirani montažni stolovi za proizvodnju komad po komad.



Slika 3.13. Montaža leptirastih ventila na rotacionom montažnom stolu (prije) [28]



Slika 3.14. Montaža leptirastih ventila na montažnom stolu „komad po komad“ (poslije) [28]

3.3.4. Opskrba proizvodne linije montaže leptirastih ventila

Nakon reorganizacije proizvodnih linija i postavljanja istih u sredinu hale, otvoren je prostor oko proizvodnih linija koji omogućava da se iste opskrbljuju s vanjske strane po kanban principu, te je stoga nabavljeno i vučno vozilo koje istovremeno može voziti i do 5 vagona s paletom dimenzije 1200x800, ukupne mase 2000 kilograma.



Slika 3.15. Vučno vozilo za opskrbu linija za proizvodnju ventila [28]

Vozilo obilazi proizvodne linije svakih sat vremena, na linijama preuzima prazne kanban kutije sa sitnim materijalom (vijci, matice, podloške, opruge i sl.), kao i palete s gotovim proizvodima koje odvozi u skladište otpreme gdje skladištari s regalnih viličara skidaju palete s posebno konstruiranih kolica koja imaju raspored kotača u obliku romba, kako bi što efikasnije slijedila putanju vučnog vozila i omogućila skretanje pod oštrijim kutevima. Vozač vučnog vozila, nakon što ostavi kolica s gotovim ventilima u skladištu otpreme, ide kroz supermarket skladište gdje se u zlatnoj zoni nalazi materijal za opskrbu proizvodnih linija putem kanban kutija, kao i gabaritni materijal koji se dostavlja na liniju uz pomoć specijalnih kolica (junjo kit).



Slika 3.16. Kolica s paletom gotovih proizvoda, spremna za odvoz na skladište otpreme [28]



Slika 3.17. Junjo kit kolica za pripremu krupnog materijala po sekvencama [28]

3.3.5. Supermarket skladište za opskrbu linije montaže leptirastih ventila

Kako bi opskrba vučnim vozilom funkcionirala neometano, potrebno je bilo reorganizirati regalno skladište tako da je sav materijal koji se dostavlja na liniju dostupan vozaču vučnog vozila, bez uporabe drugih manipulativnih sredstava. Svaka proizvodna linija ima definiranu svoju zlatnu zonu, a na kutijama s materijalom se nalazi oznaka lokacije kako bi vozač vučnog vozila što brže i lakše pronašao materijal. Zlatna zona je definirana tako da je materijal za opskrbu postavljen ili na pod ispod regala (nulti kat) ili na prvi kat.



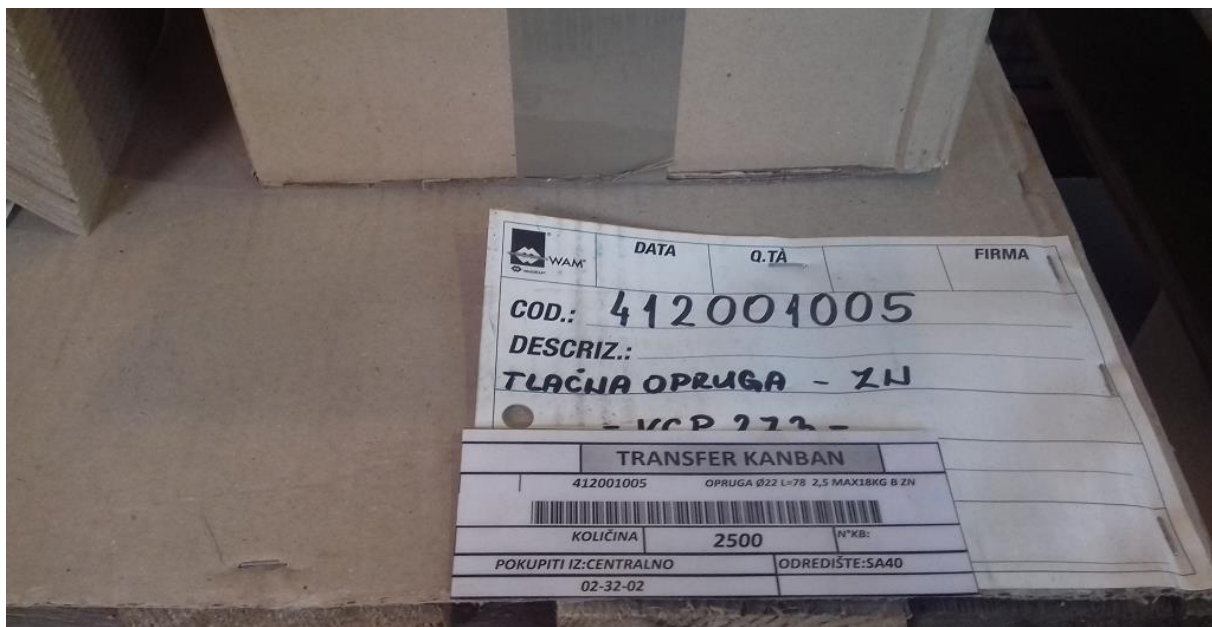
Slika 3.18. Vučno vozilo na lokaciji supermarket skladišta „zlatna zona“ [28]

Zlatna zona se nadopunjuje od strane operatera s regalnim viličarem koji po primitku KANBAN kartice koju preuzima vozač vučnog vozila, opskrbljuje zlatnu zonu materijalom iz centralnog skladišta. Ako je materijal koji se nalazi u supermarket skladištu dimenzijama i količinama umjeren, uskladištenje istog se vrši direktno u supermarket skladište kako bi se izbjegla dvostruka manipulacija materijalom.

U slučaju da je materijal pakiran u većim kutijama na paleti dimenzije 1200x800, radi ergonomije isti mora biti smješten na podu supermarket skladišta. Kako bi se olakšao pristup materijalu, paleta se nalazi na kolicima s kotačićima niskog profila, kako bi se mogla po potrebi izvlačiti ispod regala.



Slika 3.19. Izvlačna kolica u supermarket skladištu [28]



Slika 3.20. Kanban kartica za nadopunu supermarket skladišta [28]

4. Zaključak

Lean principi i organizacija predstavljaju jedan od najučinkovitijih modela organizacija proizvodnje i poduzeća općenito, a primjenjivi su u svim segmentima poslovanja, djelomično ili u potpunosti. Sama inicijativa uvođenja lean-a u organizaciju u velikoj mjeri je uzrokovana potrebama tržišta za kvalitetnijim proizvodima. Proces koji je „očišćen“ od otpada i proizvodne linije koje su organizirane po 5S principu ostavljaju jedan dojam stabilnosti i konzistentnosti. Osim poboljšavanja internih procesa u svrhu reduciranja troškova (time i povećavanja profita), poduzeće organizirano po lean principima ostavlja pozitivan dojam na kupce i dobavljače. Jednom kad se proces i organizacija očiste, prilikom implementacija novih procesa i proizvodnih linija je puno jednostavnije organizirati iste po lean principima jer u postojećim procesima nema „otpada“ koji odvlače pažnju i troši resurse.

Još jedan od bitnih pozitivnih učinaka lean-a jest taj da se naglasak stavlja na sudjelovanju svih karika u lancu s posebnim naglaskom na operatere na proizvodnim linijama koji aktivno sudjeluju i pridonose unapređenju i poboljšavanju procesa. Operateru se pristupa s poštovanjem i uvažavanjem njegovog mišljenja, a takav pristup rezultira dodatnom motivacijom i efikasnošću operatera. Lean i kvalitetu na neki način možemo promatrati i kao sinonime, jer je konačni cilj lean-a kvalitetan proizvod koji i više nego zadovoljava kupca. Put do cilja se sastoji od niza alata i aktivnosti koji dižu kvalitetu svih procesa, odnosa i motivacije radnika na višu razinu. Težnjom prema zadovoljstvu kupca, profitiraju svi segmenti organizacije, a sveukupna kvaliteta se podiže na jednu višu razinu.

Sama Kaizen filozofija definira neprekidnu težnju za poboljšanjima jer se nakon ostvarivanja ciljeva dolazi do spoznaja o novim mogućnostima unaprjeđenja procesa. Sami skokovi kod poboljšavanja mogu biti veći ili manji, ovisno o trenutnoj situaciji nekog procesa koji može biti bolje ili lošije organiziran. Bitno je za naglasiti da se sam cilj u principu nikada ne dostiže, a prihvaćanje Kaizen filozofije koja se bazira na neprekidnoj težnji ka savršenstvu, direktno i indirektno utječe na generalno poslovanje poduzeća, koje redukcijom troškova i „čišćenjem“ procesa od otpada postaje konkurentnije na tržištu.

U Varaždinu

Luka Brdar

5. Literatura

- [1] https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/10_05_2012__16882_UZIP_-_Lean_proizvodnja.pdf, dostupno 02.02.2017.
- [2] <http://www.leanbih.com>, dostupno 07.03.2017.
- [3] Pascal Dennis: Lean Production Simplified, Third edition, 2015., str. 26
- [4] <http://leanblitzconsulting.com>, dostupno 12.03.2017.
- [5] <http://www.leanbih.com/index.php/hr/kaizen>, dostupno 17.03.2017.
- [6] http://repositorij.fsb.hr/2141/1/21_02_2013_zavrzni_sabol_mate.pdf, dostupno 20.03.2017
- [7] <http://www.cimlss.rs/5s/>, dostupno 22.03.2017.
- [8] <https://www.slideshare.net/pananth1/lean-manufacturing-implementation-case-study>, dostupno 27.03.2017.
- [9] www.linkedin.com/pulse/time-gemba-walk-jason-minghini, dostupno 01.04.2017.
- [10] <https://www.leansigmacorporation.com>, dostupno 01.04.2017.
- [11] https://en.wikipedia.org/wiki/Value_stream_mapping, dostupno 03.04.2017.
- [12] <http://www.miconleansixsigma.com/value-stream-map.html>, dostupno 05.04.2017.
- [13] <http://www.icentar.ba>, dostupno 15.04.2017.
- [14] <http://www.icentar.ba/showtopic.php?id=669>, dostupno 15.04.2017.
- [15] <http://www.oblakznanja.com>, dostupno 15.04.2017.
- [16] <http://www.six-sigma-material.com/Spaghetti-Diagram.html>, dostupno 17.04.2017.
- [17] <https://www.lean.org/lexicon/continuous-flow>, dostupno 20.04.2017.
- [18] Euclides A. Combra: Total Flow Management: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chain, 2009., str. 63-122
- [19] <http://leanexcellencecenter.com/glossary/>, dostupno 25.04.2017.
- [20] <https://www.brownbuilt.com.au/product-category/products/pallet-racking>, dostupno 01.05.2017.
- [21] <http://www.dexion.com/Special-Solutions/Lean-Manufacturing>, dostupno 01.05.2017.
- [22] http://alexsibaja.blogspot.hr/2014_12_01_archive.html, dostupno 05.05.2017.
- [23] <https://www.slideshare.net/asmokase/just-in-time-39598178>, dostupno 10.05.2017.
- [24] <https://leankit.com>, dostupno 15.05.2017.
- [25] <http://www.4lean.net/lean-tools>, dostupno 25.05.2017.
- [26] <https://www.slideshare.net/kumarcmsalem/ergonomics-icm-mmc-chennai>, dostupno 30.05.2017.

- [27] <http://intra-logistics.tips/wp-content/uploads/2015/08/picking-automation.jpg>, dostupno 15.06.2017.
- [28] Arhiva poduzeća WAM Product
- [39] <http://www.ame.org>, dostupno 20.06.2017.

6. Popis slika

Slika 2.1. 5 osnovnih principa Lean-a [1].....	3
Slika 2.2. Pull strategija [2].....	5
Slika 2.3. Push strategija [2].....	5
Slika 2.4. Lean kuća [3].....	7
Slika 2.5. Kai + Zen = Kaizen [4].....	8
Slika 2.6. Slikoviti prikaz Kaizen filozofije [1].....	10
Slika 2.7. 5S objašnjenje [7].....	12
Slika 2.8. Spremište alata prije i poslije 5S implementacije [8].....	13
Slika 2.9, „Gemba“, razgovor s operaterom na liniji [9].....	15
Slika 2.10. Prikaz mapiranja procesa [10].....	16
Slika 2.11. VSM prikaz procesa [11].....	17
Slika 2.12. VSM simboli [12].....	18
Slika 2.13. Simboli dijagrama toka [14].....	19
Slika 2.14. Jednostavan prikaz dijagrama toka [15].....	19
Slika 2.15. Špageti dijagram stvarne situacije prije reorganizacije [16].....	21
Slika 2.16. Špageti dijagram stvarne situacije poslije reorganizacije [16].....	21
Slika 2.17, Prikaz 8 oblika aktivnosti eliminacije ekološkog otpada u poduzeću.....	25
Slika 2.18. Tok komad po komad [17].....	27
Slika 2.19. Linija opskrbe [19].....	28
Slika 2.20. Izuzimanje robe s regalnog skladišta [20].....	30
Slika 2.21. Izuzimanje robe iz supermarket skladišta [21].....	31
Slika 2.22. Mizusumashi vlak [22].....	32
Slika 2.23. Usporedba viličara i mizusumashi-ja [18].....	33
Slika 2.24. JIT koncept [23].....	35
Slika 2.25. Kanban kartica [18].....	36
Slika 2.26. Kanban ploča s poslovima [24].....	37
Slika 2.27. Junjo sekvencijalna opskrba [25].....	39
Slika 2.28. Junjo sekvencijalna kompletirana opskrba (kitovi) [25].....	39
Slika 2.29. Zlatno pravilo [26].....	40
Slika 2.30. Prikaz područja zlatne zone kod uskladištene robe [27].....	41
Slika 3.1. Prikaz leptirastog ventila i komponenti [28].....	43
Slika 3.2 Prikaz proizvodne linije leptirastih ventila [28].....	44

Slika 3.3. Montaža leptirastog ventila na rotacionom stolu [28].....	45
Slika 3.4. Špageti dijagram postojećeg stanja na liniji montaže leptirastih [28].....	46
Slika 3.5. Montaža leptirastih ventila, prvotno stanje [28].....	47
Slika 3.6. Montaža leptirastih ventila, raspored nakon prve faze implementacije [28].....	48
Slika 3.7. Fotografija montaže leptirastih ventila prije prve faze implementacije [28].....	48
Slika 3.8. Fotografija montaže leptirastih ventila nakon prve faze implementacije [28].....	49
Slika 3.9. Fotografija rasporeda proizvodnih linija montaže ventila prije reorganizacije [28].	50
Slika 3.10. Skica rasporeda proizvodnih linija montaže ventila prije reorganizacije [28].....	51
Slika 3.11. Nacrt rasporeda proizvodnih linija montaže ventila nakon reorganizacije [28].....	52
Slika 3.12. Fotografija rasporeda proizvodnih linija montaže ventila nakon reorganizacije [28].....	52
Slika 3.13. Montaža leptirastih ventila na rotacionom montažnom stolu (prije) [28].....	53
Slika 3.14. Montaža leptirastih ventila na montažnom stolu „komad po komad“ (poslije) [28].....	54
Slika 3.15. Vučno vozilo za opskrbu linija za proizvodnju ventila [28].....	54
Slika 3.16. Kolica s paletom gotovih proizvoda, spremna za odvoz na skladište otpreme [28].....	55
Slika 3.17. Junjo kit kolica za pripremu krupnog materijala po sekvencama [28].....	55
Slika 3.18. Vučno vozilo na lokaciji supermarket skladišta „zlatna zona“ [28].....	56
Slika 3.19. Izvlačna kolica u supermarket skladištu [28].....	57
Slika 3.20. Kanban kartica za nadopunu supermarket skladišta [28].....	57

7. Prilozi

7.1. Tablica lean pojmova

LEAN POJAM	ZNAČENJE	PRIMJENA
6S:	Alat koji se koristi za unaprjeđenje organizacije radnog mjesta, ime dolazi od šest koraka koji su potrebni za implementaciju, a riječi su na japanskom odn. engleskom (svako počinje sa S), a opisuju svaki korak: sort, set in order, scrub, safety, standardize i sustain. Prevedeno na hrvatski: sortiranje, slaganje u red, čišćenje, sigurnost, standardizacija, održavanje standarda.	Stvara sigurno i organizirano radno mjesto i okruženje
A3 razmišljanje:	Inzistiranje na konsenzusu; kreiranje kulture oko jednostavne sistematične metodologije, također postaje alat komunikacije koji slijedi logično objašnjavanje procesa; A3 = metrička nomenklatura za format papira 11" x 17".	TPOC, VSA, RIE, Rješavanje problema.
Dijagram afiniteta:	Proces organiziranja informacija napisanih na kartice, sortiranjem istih na kreativan način. Postoje i "glavne" kartice koje sumiraju pojedinu grupu kartica.	Rješavanje problema, brainstorming
Andon:	Uređaj koji signalizira kvar na liniji, anomalije u radu opreme i ostale problema signalizirajući stanje uz pomoć crvene, narančaste i zelene boje.	Alat za vizualno upravljanje
Autonomacija:	Opisuje se kao inteligentna automatizacija ili automatizacija s ljudskim doprinosom. U slučaju anomalije, proizvodna linija se zaustavlja uz pomoć radnika sprječavajući proizvodnju škarta.	Detekcija kvarova
Usko grlo:	Mjesto u proizvodnji koje ima negativan efekt zbog nedostataka resursa, usko grlo sprečava sustav da ispoštuje potrebe tržišta.	Zaustavljanje tokova
Dijagram uzroka i posljedica:	Alat za Rješavanje problema uzimajući u obzir odnose između više uzroka i posljedica	Rješavanje problema
CEDAC:	Akronim za dijagram uzroka i posljedica, ali uz pomoć kartica. CEDAC uključuje sve članove tima u Rješavanje problema.	Rješavanje problema
Proizvodnja po ćelijama:	Organiziranje proizvodnje po radnim centrima (ćelijama), gdje svaka ćelija odrađuje jednu fazu proizvodnje	Kreiranje toka i eliminiranje otpada
Chaku-chaku:	Japanski termin za "puni-puni". Predstavlja proizvodnu liniju visoke razine efikasnosti koja omogućava da operater napuni stroj i kreće na sljedeću operaciju. Ne postoji ciklus pražnjenja stroja (vidi Hanedashi)	Kreiranje toka i eliminiranje otpada

Dijagram riblje kosti (Ishikava):	Dijagram koji nalikuje na riblji kostur, s kralježnicom i kostima, a koristi se za kontrolu kvalitete na dva glavna načina: 1. Dijagram uzroka i posljedica, kralježnica je posljedica, a kosti su uzroci 2. Podskupovi zahtjeva za kvalitetu, gdje je kralježnica cilj kvalitete, a kosti predstavljaju mjere za postizanje iste.	Rješavanje problema, poboljšavanje kvalitete
Pet zašto:	Postavljanje pitanja "zašto" pet puta i to svaki put kada se naiđe na problem. Ponavljanjem pitanja se dolazi do korijena problema, a samim time i definiranja i implementiranja odgovarajućih protumjera.	Rješavanje problema, utvrđivanje korijena uzroka
Tok (flow):	Progresivno obavljanje zadataka i obrada informacija kroz cijeli lanac dodane vrijednost koji mora biti u kontinuitetu, jedan po jedan, non stop.	Princip leana
Gemba:	Japanski termin koji predstavlja doslovno "stvarno mjesto", dakle mjesto gdje se obavlja rad, dodana vrijednost i sl.	Promatranje stvarne situacije na radnom mjestu
Hanedashi:	Uređaj koji automatski izbacuje gotov komad nakon jedne operacije, ostavljajući stroj spreman za ubacivanje sljedećeg komada. Automatsko pražnjenje je osnova za organiziranje Chaku-Chaku linije	Kreiranje toka i eliminiranje otpada
Hansei:	Japanski termin koji predstavlja priznavanje vlastite pogreške i težnju za ispravljanjem iste i poboljšanjem.	Kontinuirano poboljšanje.
Heijunka:	Kreiranje okruženja za što konstantniju proizvodnju, anulirajući oscilacije u potražnji tržišta (rast i pad).	Kreiranje toka
Jidoka:	Oblik automatizacije gdje stroj automatski kontrolira svaki komad koji je proizveo, zaustavljajući proizvodnju ako detektira kvar.	Kreiranje toka i eliminiranje otpada
Just in Time (JIT):	Sustav upravljanja proizvodnim procesom koji je rezultat balansiranja linije, toka komad po komad, kao i minimiziranja zaliha. Strategija proizvodnje točno u traženoj količini i u traženo vrijeme.	Kreiranje toka i eliminiranje otpada
Kaizen:	Japanski termin koji predstavlja "promjenu na bolje". Primjenjuje se na poslovne organizacije i uključuje kontinuirano poboljšanje svih pojedinaca u organizaciji.	Kontinuirano poboljšanje
Kanban:	Kartica koja autorizira proizvodnju ili kretanje proizvoda ili materijala.	Kreiranje toka i eliminiranje otpada
K.P.I.	Metoda praćenja napretka sistemima upravljanja.	Dnevno upravljanje i praćenje
Lead time:	Vrijeme potrebno za proces pretvaranja sirovine u gotov proizvod	Prikupljanje podataka
Balansiranje linija:	Usklađivanje ciklusa proizvodnje i prilagođavanje na male lotove, ali uz ravnomjerno raspoređivanje kapaciteta strojeva i ljudstva, kako bi se osigurao jednakomjeran tok proizvodnje	Kreiranje toka i eliminiranje otpada

Muda:	Tradicionalan japanski izraz za aktivnosti koje ne pridonose dodanoj vrijednosti proizvoda i predstavljaju otpad. Uklanjanjem otpada na učinkovit način povišuje profitabilnost.	Traženje i eliminiranje otpada
Mura:	Tradicionalan japanski izraz za neravnomjernost. Predstavlja otpad koji nastaje kod neravnomjerne proizvodnje.	Traženje i eliminiranje otpada
Muri:	Tradicionalan japanski izraz za preopterećenje, neracionalnost i apsurdnost nekog procesa. Može se eliminirati tako da se proizvodni proces standardizira.	Traženje i eliminiranje otpada
Nagara:	Ravnomjeran tok proizvodnje, idealno jedan po jedan komad, karakterizira ga sinkronizacija proizvodnih procesa i maksimalna iskorisćenost raspoloživog vremena.	Traženje i eliminiranje otpada
P.D.C.A. ciklus:	Plan-Do-Check-Act. Iterativni alat za rješavanje problema u četiri koraka, također poznat i kao Demingov krug.	Rješavanje problema
Paradigma:	Temeljna predodžba o stvarnosti, često neupitna i teško promjenjiva, koja uvjetuje našu predodžbu o svijetu na temelju aspekata vlastitih iskustava.	Razmišljanje van standardnih okvira
Perfekcija:	Neprekidna težnja za potpunom eliminacijom aktivnosti koje nemaju dodanu vrijednost (otpad). Svaka aktivnost u vrijednosnom lancu mora imati dodanu vrijednost ili se mora eliminirati. Cilj je postići kvalitetu bez škarta, a uz reduciranje troškova.	Princip leana
Poka-Yoke:	Japanski izraz koji predstavlja "otpornost na pogrešku". Metoda sprječavanja greške tako da se sama operacija ograničava tako da je izvediva samo tako da bude ispravna (konstrukcijska ograničenja).	Kvaliteta na radnom mjestu
Mapiranje procesa:	Vizualni prikaz sekvencijalnog toka procesa. Koristi se kao alat za rješavanje problema.	Rješavanje problema
Pull (povlačenje):	Princip da se niti jedan odjel ne proizvodi robu ili uslugu ukoliko ne postoji potražnja za istom.	Princip leana
Pull sustav:	Planiranje proizvodnje prema stvarnim potrebama - suprotno od push sustava koji planira proizvodnju prema teoretskom planu koji ne mora biti sasvim precizan.	Princip leana
Rapid Improvement Event (RIE)	Proces od 4.5 dana koji uključuje timski rad na detektiranju otpada i promptnom rješavanju problema i poboljšanju.	Implementiranje promjene
Vrijeme Setup-a	Vrijeme potrebno da se stroj ili proces preorijentiraju s proizvodnje jednog proizvoda na drugi. Može biti podijeljen na dva tipa: 1. Interni: može se obavljati isključivo kada stroj radi 2. Eksterni: može se obavljati i za vrijeme rada stroja	Uočavanje i eliminiranje otpada

Shojinka:	Kontinuirano optimiziranje broja radnika na jednom radnom centru kako bi se zahtjeva: 1. Multidisciplinarne radnike 2. Raspored na radnom mjestu koji omogućuje rad više radnika istovremeno 3. Sposobnost prilagodbe radnog procesa da zadovolji potrebu tržišta	Kreiranje toka i eliminiranje otpada
SMED (Single Minute Exchange od Die)	Metoda povećanja produktivnog vremena stroja, minimizirajući vrijeme za prilagodbu stroja s proizvodnje jedne vrste proizvoda na drugu.	Kreiranje toka i eliminiranje otpada
Six Sigma:	Statistički izraz koji se koristi za procese koji generiraju maksimalno 3.4 škartna komada na milion proizvedenih jedinica.	Analiza i eliminacija varijacija i poboljšanje kvalitete
Standardna operacija:	Definirane optimalne procedure koje uključuju ljude, materijale i strojeve kako bi se osigurala kvaliteta, efikasnost, sigurnost i predvidivost. Uspostavlja se rutina ponavljajućih operacija kako bi se lakše uočile abnormalnosti u procesu.	Pisane upute "najboljeg mogućeg" načina rada
Vrijeme Takta:	Vrijeme potrebno da proizvodna linija završi proizvod kako bi se zadovoljila potreba tržišta. Definira se kao odnos raspoloživog vremena i zahtjeva tržišta.	Definiranje ciklusa jedne radne ćelije (faze).
Vizualno upravljanje:	Predstavlja mnoštvo raznih informacija na radnom mjestu. Informacije koje daju predodžbu timovima o njihovom napretku, Kanban kartice, skladišna mjesta sa slikovitim prikazom materijala koji se u njima nalazi i sl.	Učinkovito uočavanje abnormalnosti u procesu
Mizusumashi:	Japanski izraz za vodenog kukca koji ima mogućnost hodanja po površini vode, u sustavu opskrbe to je izraz za vučno vozilo koje brzo i učinkovito opskrbljuje linije materijalom i pospješuje tokove materijala.	Učinkovita opskrba linija omogućuje radniku bolju efikasnost
Yokoten:	Japanski izraz za širenje informacija o dobroj poslovnoj praksi na svim razinama poslovne organizacije, horizontalno i vertikalno.	Upravljanje znanjem
8 otpada (8 waste):	1. Neiskorišteni ljudski talenti 2. Čekanje 3. Zalihe 4. Transport 5. Škart 6. Kretanje 7. Prekomjerna proizvodnja 8. Pretjerano korištenje strojeva i opreme	Identificiranje aktivnosti bez dodane vrijednosti

Lean pojmovi [39], preveo i prilagodio autor



**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, LUKA BEDAR (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ završnog; (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom PRIMJENA LEAN MANAGEREMENJA U OPSKREBI PROIZVODNIM LINIJAMA (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.


Student/ica:
(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, LUKA BEDAR (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom PRIMJENA LEAN MANAGEREMENJA (upisati naslov) čiji sam autor u OPSKREBI PROIZVODNIM LINIJAMA

Student/ica:
(upisati ime i prezime)


(vlastoručni potpis)