Demistifikacija pojmova vezanih uz metodologiju Lean proizvodnje

Pintarić, Ana-Marie

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:122:783504

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-19**

Repository / Repozitorij:

University North Digital Repository

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Sveučilište
Sjever

Završni rad br. 221/PS/2017

Demistifikacija pojmova vezanih uz metodologiju Lean proizvodnje

Ana-Marie Pintarić, 0101/336

Varaždin, srpanj 2017. godine

Sveučilište
Sjever

Proizvodno strojarstvo

Završni rad br. 221/PS/2017

Demistifikacija pojmova vezanih uz metodologiju Lean proizvodnje

Student

Ana-Marie Pintarić, 0101/336

Mentor

Prof.dr.sc. Živko Kondić

Varaždin, srpanj 2017. godine

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

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL: Odjel za strojarstvo

PRISTUPNIK: ANA-MARIE PINTARIĆ | MATIČNI BROJ: 0101/336

DATUM: 3.7.2017. | KOLEGIJ: ORGANIZACIJA PROIZVODNJE

NASLOV RADA: Demistifikacija pojmova vezanih uz metodologiju Lean proizvodnje

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU: DEMISTIFICATION OF CONCEPTS RELATED TO THE METODOLOGY OF LEAN PRODUCTION

MENTOR: KONDIĆ ŽIVKO | ZVANJE: Red.profesor

ČLANOVI POVJERENSTVA:
1. Prof.dr.sc. Vinko Višnjić, predsjednik povjerenstva
2. Prof.dr.sc. Živko Kondić, mentor
3. Veljko Kondić, mag.mech., predavač,član
4. Marko Horvat, dipl.ing. prtedavač, zamjenski član
5.

Zadatak završnog rada

BROJ: 221/PS/2017

OPIS:

U radu je potrebno:

- U uvodnom dijelu opisati pojam Lean poizvodnje, odnosno TPS sutav.

- Prikazati odabranu "kuću Lean" na kojoj je vidljivo i prikazano većina pojmova, alata i metoda koje se danas koriste u implementaciji, održavanju i poboljšavanju metodologije Lean u proizvodnim procesima.

- Na odabranom uzorku zbog opsega posla usmjeriti se na opis glavnih pojmova, alata i metoda koje su uvjetno prikazani na "stupovima" "kuće Lean". Opis prikazati tabelarno i u primjerenom opsegu radi preglednosti tematike.

- Posebno obraditi Kaizen metodologiju koja se koristi kao filozofija u procesima Lean-a.

- U zaključku se kritički osvrnuti na izrađeni završni rad u smislu mogućih ograničenja i prijedloga.

ZADATAK URUČEN: 07.07.2017. | POTPIS MENTORA:

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE SJEVER

Predgovor

Ovaj rad je napisan kao završni rad na studiju Proizvodno strojarstvo. Zahvaljujem se profesoru Živku Kondiću na uputama i stručnim savjetima prilikom pisanja završnog rada. Ovim putem želim se zahvaliti svojoj obitelji na potpori i razumijevanju tijekom školovanja.

Ana-Marie Pintarić

Sažetak

U sklopu ovog završnog rada, koristeći navedenu literaturu i znanje prikupljeno tijekom studija izvršena je demistifikacija pojmova vezanih uz metodologiju Lean proizvodnje.

Prvo je prikazana povijest razvoja Lean proizvodnje. Kroz godine razvoja Lean proizvodnje pojavljuje se sve više pojmova koji se vežu uz tu metodologiju. Izrada popisa svih pojmova koji se vežu uz Lean proizvodnju nije lagan zadatak. Mnoga poduzeća koja su uvela sustav Lean proizvodnje stekla su svoja znanja iz različitih izvora i upotrebljavala pojmove na drugačije načine. Mnoga poduzeća razvila su svoje pojmove i definicije i prilagodila ih svojim potrebama.

Ovaj završni rad je prikaz osnovnih pojmova Lean proizvodnje, alata i metoda koji se koriste tijekom njegove primjene. Na kraju rada na temelju demistificiranih pojmova bit će izrađena „kuća“ Lean Proizvodnje.

Ključne riječi: „Kuća Lean proizvodnje“, „Lean proizvodnja“, „Just in Time“, „Kaizen“, „Jidoka“.

Summary

In the conclusion of this final thesis, by using the provided reference and knowledge gathered during my studies, the demystification of terms concerning the methodology of Lean manufacturing has been done.

First, the history of the development of Lean manufacturing has been displayed. Throughout the years of development of Lean manufacturing“, more and more terms appeared which are connected to this methodology. Making a list of all the terms which are connected with Lean manufacturing is no easy task. Many companies which have introduced the system of Lean manufacturing have gained their knowledge from different sources and have been using terms in different ways. Many companies have also developed their own terms and definitions and adjusted them to their own needs. This final thesis is a demonstration of the basic terms of Lean manufacturing, tools and methods which are used during its implementation. At the end of this thesis, based on the foundation of demystified terms, a „house“ of Lean manufacturing will be built.

Keyword: „House of Lean“, „Lean manufacturing“, „Just in Time“, „Kaizen“, „Jidoka“.

Popis korištenih kratica

TPS	Toyota Production System
JIT	Just in Time
VSM	Value Stream Mapping
PM	Preventive Maintenance
SPS	Set Parts Supply
TPM	Total Productive Maintenance
5S	Sort, Straighten, Shine, Standardize, Sustain
3P	Production, Preparation, Process
SMED	Single Minute Exchange of Die
MVP	Minimum Product Viable
QCC	Quality Control Cycle
3G	Gemba, Genbutsu, Genjitsu
OJT	On the Job Training
TWI	Training Within Industry
TIMWOOD	Transport, Inventory, Movement, Waiting, Over production, Over processing, Defect
NVAT	Non-Value Added Time
RAMMPP	Reports, Approvals, Meetings, Measures, Policies, Practices
PDCA	Plan, Do, Check, Act
5W+H	Who, What, When, Where, Why and How
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis
RPN	Risk Priority Number
QFD	Quality Function Deployment
QRQC	Quick Response Quality Control
5W	5 x Why
RCA	Root Cause Analysis
VAT	Value Added Time
WT	Waste time
PM	Preventive Maintenance

Sadržaj:

Predgovor I
Sažetak II
Summary III
Popis korištenih kratica IV
1. Uvod 1
2. „Lean“ proizvodnja 3
2.1. Toyotin proizvodni sustav (TPS) 4
3. „Kuća“ Lean proizvodnje 5
3.1. „Temelj“ Lean kuće 6
3.2. „Stupovi“ Lean kuće 6
3.2.1. Just in Time (JIT). 7
3.2.1.1. One Piece flow 9
3.2.1.2. VSM 10
3.2.1.3. Jundate 12
3.2.1.4. Kamishibai Cards & Table 12
3.2.1.5. Takt Time 13
3.2.1.6. Cycle Time 13
3.2.1.7. PM 13
3.2.1.8. Sipoc Diagram 14
3.2.1.9. Push Pull 15
3.2.1.10. Yamazumi 16
3.2.1.11. SPS 17
3.2.1.12. TPM 17
3.2.1.13. Mizusumashi 18
3.2.1.14. 4R Rules 18
3.2.1.15. Karakuri 19
3.2.1.16. 5S 20
3.2.1.17. 3P 21
3.2.1.18. SMED 21
3.2.1.19. Katazuke Akafuda 22
3.2.1.20. MVP 22
3.2.1.21. Spaghetti Diagram 23

3.2.1.22. Kanban 24
3.2.2. Kaizen 25
3.2.2.1. QCC 27
3.2.2.2. Shojinka 27
3.2.2.3. Kaizen-blitz 27
3.2.2.4. Soikufu 28
3.2.2.5. Asakai Yuichi 28
3.2.2.6. 3G 28
3.2.2.7. OJT/TWI 28
3.2.2.8. TIMWOOD 29
3.2.2.9. Mura, Muri 30
3.2.2.10. RAMMPP 31
3.2.2.11. Heijunka 32
3.2.3. Jidoka 33
3.2.3.1. Suggestion Scheme 33
3.2.3.2. PDCA Cycle 34
3.2.3.3. 6σ 35
3.2.3.4. KJ Method 36
3.2.3.5. 5W+H 36
3.2.3.6. FMEA 37
3.2.3.7. Poka-Yoke 38
3.2.3.8. Brain Storm 39
3.2.3.9. QFD 40
3.2.3.10. QRQC 40
3.2.3.11. A3 40
3.2.3.12. Ishikawa Diagram 41
3.2.3.13. 5W 42
3.2.3.14. Pareto Analysis 42
3.2.3.15. RCA 43
3.2.3.16. Fault Tree Analysis 44
3.2.3.17. Andon 44
3.2.3.18. 8D 45
3.3. „Krov“ Lean kuće 46
4. Zaključak 48

5. Literatura 51
Popis slika 52
Popis tablica 53
Prilozi 54

1. Uvod

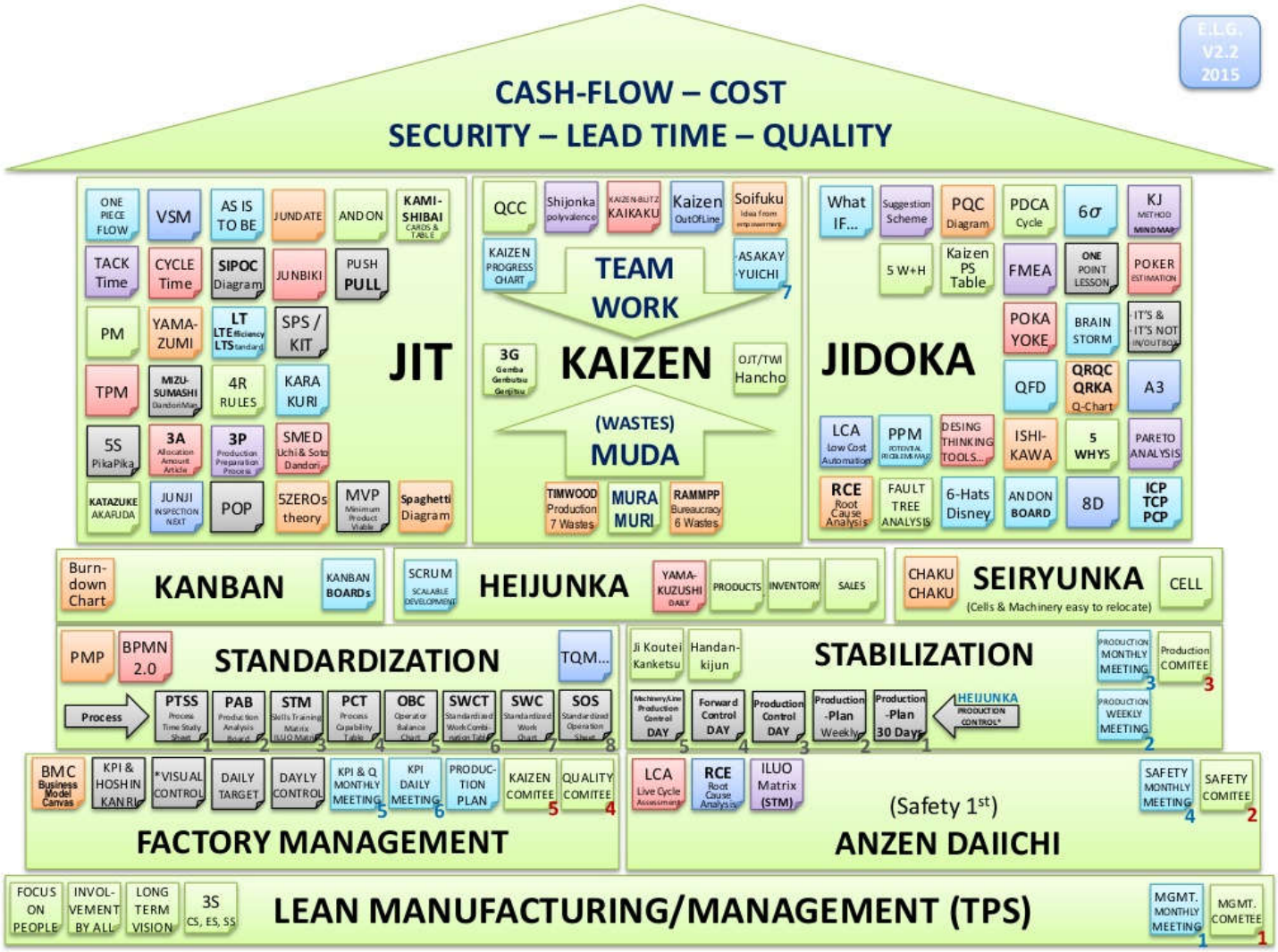
Današnje gospodarstvo karakteriziraju brze promjene na tržištu koje nameću razvijene i bogate zemlje. Da bi poduzeće opstalo na globalnoj razini, potrebno je pratiti konkurenciju i zahtjeve kupaca. Danas su kupci vrlo zahtjevni i njihove potrebe se mijenjaju, traže kvalitetan i funkcionalan proizvod po niskoj cijeni. Uz to, potrebno je voditi brigu o stalnom poboljšanju zbog prisutnosti konkurencije na slobodnom tržištu. Ako izostanu poboljšanja poduzeće ne stagnira nego postaje lošije jer se konkurencija poboljšava. Osnovni cilj svakog poduzeća je postići razinu poslovne izvrsnosti. Poslovna izvrsnost predstavlja željeno stanje funkcioniranja cijelog poslovnog sustava čiji rezultati se ogledaju u vrhunskoj kvaliteti proizvoda ili usluge, dobiti, zadovoljstvu kupaca, tehnologiji, učinkovitosti procesa, motiviranosti zaposlenika [1]. Jedna od metodologija za postizanje poslovne izvrsnosti je Lean proizvodnja.

Lean proizvodnja je sustavan pristup identificiranja i eliminiranja aktivnosti koje ne stvaraju dodanu vrijednost te stvaranja proizvoda i tokova proizvodnje uvjetovanih potražnjom kupaca [1]. Iako je proces implementacije Lean proizvodnje jedinstven za svako poduzeće, postoje određeni pojmovi koji su svojstveni svim procesima implementacije Lean proizvodnje. Ti pojmovi obično se prikazuju kao dijelovi „kuće“ Lean proizvodnje. Lean proizvodnja može se učinkovito implementirati jedino ako se sustav implementacije provodi logično osmišljeno, cjelovito i pravilnim redoslijedom.

U sklopu ovog završnog rada izvršena je na temelju grafičkog prikaza „kuće“ Lean proizvodnje (slika 1.1), demistifikacija pojmova koji se koriste tijekom uvođenja i daljnjeg provođenja Lean proizvodnog sustava. Pojmovi su označeni prema tablici 1.1 koja je izrađena samo za ovaj rad.

Tablica 1.1 Tablica sistematizacije pojmova

Boja		**Opis**
	Metoda	postupci koji se provode sustavno u Lean proizvodnji
	Pojam	pojmovi koji se susreću prilikom čitanja literature
	Alat	tablice i uređaji koji se koriste u Lean proizvodnji
	Značajka	obilježje Lean proizvodnje



Slika 1.1 „Kuća“ Lean proizvodnje [2]

2. „Lean“ proizvodnja

Pojam „Lean” prvi put je primijenjen u knjizi „The machine that changed the world“ J.P.Womack-a i D.T. Jones-a, koja je bila rezultat istraživanja IMVP-a (International Motor Vehicle Program), a gdje su autori prvi put opisali razlike između japanske i zapadne automobilske industrije i prvi put predstavili izraz “Lean” za Toyotin način proizvodnje [3]. Toyota je razvila sustav poboljšavanja proizvodnje kojem je cilj bio uklanjanje svih suvišnih aktivnosti iz procesa. Metodologija se zasniva na ideji da se svaki proizvodni proces sastoji od korisnih i nekorisnih aktivnosti i da se treba usmjeriti na eliminaciju nekorisnih aktivnosti [4].

„Lean“ je proizvodna filozofija koja kada se provede skraćuje vrijeme od narudžbe kupca do isporuke gotovog proizvoda te pritom eliminira sve izvore rasipanja, tj. gubitaka u proizvodnom procesu. Glavni cilj Lean proizvodnje je isporuka proizvoda ili usluge koja se potpuno podudara sa željama kupaca, sa što manje gubitaka. Lean proizvodnja nam omogućava da ostvarimo više toga uz manje ljudskog rada, manje vremena, manje opreme i manje prostora.

Lean proizvodnja omogućava da proizvodimo više proizvoda koristeći što manje ljudskog rada, strojeva, vremena i prostora istovremeno pružajući kupcima upravo ono što žele. Osim povećanja produktivnosti, pozitivni efekti Lean proizvodnje očituju se i u kvaliteti te raznovrsnosti proizvoda. Primjenom tek nekoliko osnovnih metoda i alata Lean proizvodnje postižu se značajne promjene u poduzeću [5]:

- Smanjenje potrebnog vremena za proizvodnju proizvoda,
- Smanjenje zaliha sirovina, materijala i gotovih proizvoda,
- Smanjenje međuzaliha,
- Smanjenje škarta,
- Smanjenje grešaka u proizvodnji,
- Povećanje sigurnosti na radu i ergonomije,
- Smanjenje transporta,
- Eliminiranje zastoja radi nedostataka materijala ili kvara stroja.

Iako se pojam Lean najčešće veže uz proizvodnju i proizvodne procese, ova japanska metodologija uspješno se dokazala i u uslužnim poduzećima te se može adekvatno primijeniti u svim poslovnim procesima današnjih poduzeća kao i u odnosima s dobavljačima.

2.1. Toyotin proizvodni sustav (TPS)

Toyotin proizvodni sustav (Toyota Production System - TPS) se usko veže uz pojam Lean proizvodnje koja se na neki način može i poistovjetiti sa TPS-om. Početni oblici Lean proizvodnje potječu iz Japana, odnosno iz Toyote i to je u biti sustav koji se iz Toyotinog proizvodnog sustava razvio u SAD-u, kao rezultat analize provedene na institutu Massachusetts Institute of Technology (MIT) [6]. Rezultati analize su pokazali da su tvornice japanskih proizvođača manje, jeftinije i da posjeduju manje zaliha od američkih tvornica. Od tuda i potječe naziv „Lean“ (hrv. Vitak). Ta je analiza izvršena za američku automobilsku industriju, u cilju pronalaženja ključa uspjeha japanskih proizvođača, odnosno pronalaženja najučinkovitijih načina za uklanjanje svih suvišnih aktivnosti iz procesa, bilo da se radi o aktivnostima koje ne povećavaju vrijednost proizvoda ili o aktivnostima koje kupac ne želi platiti.

Toyotin proizvodni sustav (TPS) se počeo razvijati neposredno poslije Drugog svjetskog rata. Japan je tada bio nerazvijena zemlja s uništenom infrastrukturom, a sama Toyota je imala dug osam puta veći od vrijednosti kompanije. Da bi smanjila dug i povećala obrt kapitala Toyota je morala kompletno promijeniti sustav poslovanja [1].

Cilj tog novog proizvodnog sustava bio je:

- Ukloniti iz procesa sve što tokom proizvodnje ne doprinosi stvaranju vrijednosti gotovog proizvoda,
- Smanjiti vrijeme ciklusa proizvodnje,
- Smanjiti troškove nedovršene proizvodnje,
- Povećati fleksibilnost proizvodnog sustava,
- Ne proizvoditi proizvode za koje ne postoji kupac,
- Proizvoditi proizvod kakav kupac želi u što kraćem roku.

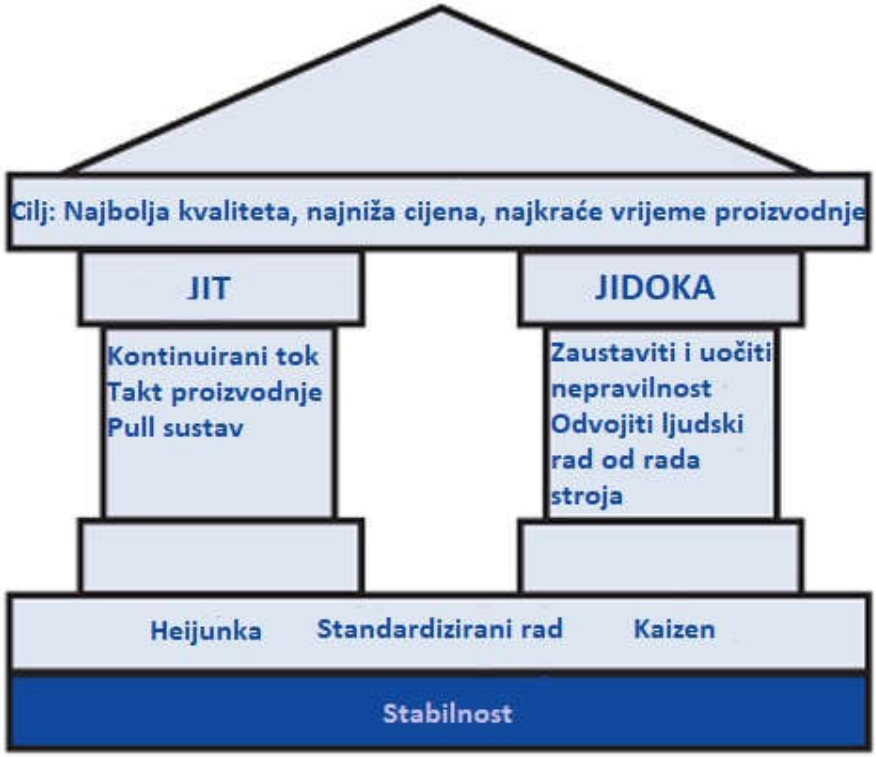
Vrijeme povlaštenog proizvođača u odnosu na kupca polako prolazi. Kupci su postajali sve zahtjevniji i nisu željeli dugo čekati na proizvod koji su platili. Novi proizvodni sustav okreće se kupcu i njegovim željama i njega stavlja na prvo mjesto.

Kako je proizvodni sustav sve više sazrijevao, postojala je potreba da se to znanje i teorija dokumentiraju kako bi se jednostavnije mogli prenositi novim generacijama. Taj je proces započeo izradom jednostavnog grafičkog prikaza u obliku „kuće“, poznatog kao TPS „kuća“ (”Toyota Production System House”) dijagram kojeg je razvio Fujio Cho, učenik Taiichi Ohna [6].

3. „Kuća“ Lean proizvodnje

„Kuća“ Lean proizvodnje je koristan alat koji pomaže pri razumijevanju redoslijeda u kojem se Lean proizvodnja implementira. „Kuća“ se koristi kako bi se lakše ilustriralo kako izgraditi strukturu koja sama sebe podupire. Prvo dolaze temelji, a zidovi moraju biti izgrađeni prije nego što se može staviti krov [7].

Oblik kuće ima simbolično značenje jer gradnja kuće kreće od temelja, a kuća će biti snažna i izdržljiva ako su joj sastavni dijelovi dovoljno snažni i izgrađeni pravilnim redoslijedom. Dijagram TPS kuće (slika 3.1) sastoji se od „temelja“ gdje se nalaze standardizacija i stabilnost proizvodnog procesa. „Krov“ kuće koji predstavlja ciljeve proizvodnje kojima se teži, podržavaju „stupovi“: JIT (Just in time), JIDOKA. U početku dijagram TPS kuće bio je jednostavan, a kako je proizvodni sustav evoluirao u svjetski poznat proizvodni sustav i počeo se širiti svijetom, pojavljuje se sve više dijagrama od jednostavnih pa sve do onih kompleksnijih. Grafički prikaz „kuće“ Lean proizvodnje (slika 1.1) koji svoje temelje ima u grafičkom prikazu TPS „kuće“ evoluirao je kroz godine razvoja i primjene. Kako se sustav razvija i sve više širi, pojavljuje se sve više pojmova, metoda i alata.



Slika 3.1 TPS „kuća“, prema [8]

3.1. „Temelj“ Lean kuće

Čvrst temelj je osnovica uspješne implementacije „Lean“ proizvodnje. Rezultat toga je bolja kvaliteta, brža isporuka proizvoda ili usluga te zadovoljstvo kupaca [7].

Temelj Lean „kuće“ uključuje:

1. Ljude i svrhu
2. Stabilnost i standardizaciju

Prvi dio temelja zahtijeva ljude i svrhu. Potrebno je jako vodstvo, angažman svakog zaposlenika, uzajamno povjerenje i jasan cilj. Bez toga temelj će se raspasti. Drugi dio temelja zahtijeva stabilnost i standardizaciju. To je dio koji omogućuje da se rad u poduzeću obavlja na pravi način, svaki put. To je naročito važno jer je nemoguće održavati poboljšanje bez stabilnih procesa. Cilj postavljanja čvrstog temelja je poboljšanje sigurnosti na radu, uključivanje svih radnika i prilagođavanje radnika na proces promjena [7].

3.2. „Stupovi“ Lean kuće

Stupove kuće čine:

1. Jit
2. Kaizen
3. Jidoka
4. Kanban
5. Heijunka
6. Seiryunka

Njihova svrha je optimizirati proizvodnju i kvalitetu. Optimizacija proizvodnje je neophodna za osiguravanje isplativih, učinkovitih operacija, dok optimizacija kvalitete osigurava da proširena proizvodnja nije potraćena na loše rezultate [7]. U ovom završnom radu zbog opsežnosti posla bit će demistificirana samo prva tri „stupa“ Lean kuće.

3.2.1. Just in Time (JIT).

JIT	Jap. Jasuto in taimu [9] Eng. Just in time Hrv. Upravo na vrijeme	Metoda

„Just in time“ je jedan od stupova kuće Lean-a. To je proizvodna metoda koja pruža pravi proizvod u pravo vrijeme i u pravoj količini. Nabavlja se samo onoliko koliko je potrebno za proizvodnju, a proizvodi se onoliko koliko potražuje kupac [8].

Ako poduzeće promatramo s aspekta njegove vanjske okoline (tržište, konkurencija, kupci) potrebnu količinu određuje klijent ili kupac, odnosno tržište. S druge strane, unutar poduzeća, potrebnu količinu određuje proces, tako da se proizvodi točna količina naručena od klijenta. Unutar samog poduzeća, JIT funkcionira tako da svaki naredni proces određuje količinu prerađenog ili proizvedenog proizvoda na prethodnom. Na taj se način poduzeće rješava gubitaka uzrokovanih postojanjem međuskladišta, odnosno čekanjem između pojedinih operacija u proizvodnom procesu.

Potrebno je smanjiti inventar tako da se zadrže samo neophodne količine inventara. Time se oslobađaju sredstva koja su se koristila za pohranu. Rezultat toga je da JIT metoda smanjuje troškove i potiče fleksibilnu proizvodnju.

Da bi JIT metoda mogla biti ispunjena moraju biti ispunjeni neki zahtjevi:

- kvaliteta dijelova mora biti visoka jer manjkavi dijelovi mogu zaustaviti ili bitno usporiti montažnu liniju,
- mora postojati pouzdana povezanost i čvrsta kooperacija između dobavljača i kompanije koja ovisi o dobavljaču,
- da su dobavljači locirani u blizini kompanije, pošto i transport ima svoju cijenu, ali i vrijeme trajanja transporta (nije nužno).

Ciljevi JIT metode su [1]:

- Uspostava partnerskih odnosa s dobavljačima: cilj je smanjiti broj dobavljača i vrijeme potrebno od narudžbe do isporuke,
- Politika Zaliha: teži se potpunom izbjegavanju zaliha, a to su zapravo minimalne zalihe,
- Projektiranje proizvoda: postiže se smanjenjem broja dijelova, a teži se savršenoj kvaliteti,
- Projektiranje procesa: tu se misli na reorganizaciju poslovnog procesa tako da se

smanje pogonski prostori i transportni putovi između njih,

- Razvoj ljudskih potencijala: stalno doškolovanje kadrova da budu fleksibilniji te inovativniji,
- Sustav upravljanja proizvodnjom: teži se decentralizaciji upravljanja proizvodnim procesom,
- Postizanje rentabilnosti poduzeća: cilj je što više smanjiti troškove uz što bolje iskorištenje kapitala.

Prednosti JIT metode su [1]:

- manje zalihe materijala (manja skladišta ili ukidanje skladišta),
- kraća vremena dostave,
- kraće vrijeme proizvodnje,
- veća produktivnost,
- bolja iskorištenost kapaciteta,
- pojednostavljeno planiranje i raspoređivanje,
- bolja kvaliteta i manje gubitaka,
- bolji moral radnika,
- bolja suradnja s dobavljačima,
- brže rješavanje problema.

Nedostaci JIT metode [1]:

- visok rizik pri implementaciji,
- visoka početna ulaganja,
- potrebno je određeno vrijeme da počne davati rezultate,
- primjenjiv je za stabilne organizacije,
- potrebno je stalno ulaganje,
- potrebna angažiranost svih zaposlenih,
- mijenjanje rasporeda da se smanji kretanje,
- prilagodba radnika povećanoj odgovornosti.

Cilj ove proizvodne metode je povećanje kvalitete proizvoda, povećanje produktivnosti, smanjenje zaliha na najmanju moguću razinu, ukidanje skladišta te smanjenje troškova i škarta. To se postiže povezivanjem dobavljača, proizvođača i kupaca što omogućuje kontinuiranost proizvodnog procesa bez čekanja na dobavljače i kupce.

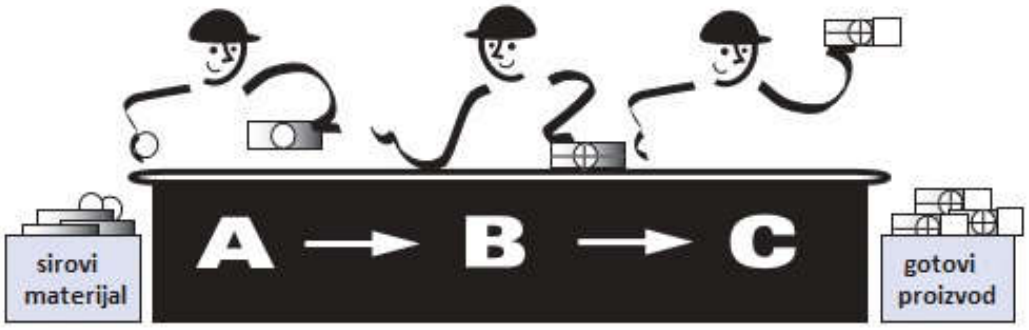
3.2.1.1. One Piece flow

ONE PIECE FLOW	Eng. Continuous flow manufacturing [8] Hrv. Jednokomadna proizvodnja ili kontinuirana proizvodnja	Metoda

Jednokomadna proizvodnja je pojam suprotan serijskoj proizvodnji. Svaki proizvod pojedinačno se proizvodi bez prekidanja toka. Dijelovi se proizvode jedan po jedan i prebacuju u sljedeći proces (slika 3.2.1.1.1). Svaka operacija se izvršava na dijelu koji dolazi s najbliže prethodne operacije u proizvodnom procesu. Kod ove proizvodne metode potrebna je velika fleksibilnost, visoka pouzdanost stroja, tj. strojevi moraju imati jako kratka vremena izmjene alata, vremena pripreme stroja i moraju moći proizvoditi u taktnom vremenu.

Prednosti ove metode su:

- povećanje kvalitete,
- brzo otkrivanje grešaka,
- kratko vrijeme proizvodnje,
- smanjenje troškova materijala i zaliha.



Slika 3.2.1.1.1 Jednokomadna proizvodnja, prema [8]

3.2.1.2. VSM

VSM	Eng. Value stream mapping Hrv. Mapiranje toka vrijednosti	Alat

Tok informacija i materijala u Lean proizvodnji naziva se tok vrijednosti (eng. Value stream). Tok kojim informacije ili materijali prolaze je potaknut određenim inputima. Ti inputi mogu biti radni nalozi ili narudžbe od kupaca. Za unapređenje bilo kojeg poslovnog sustava vrlo važno je razumijevanje toka vrijednosti.

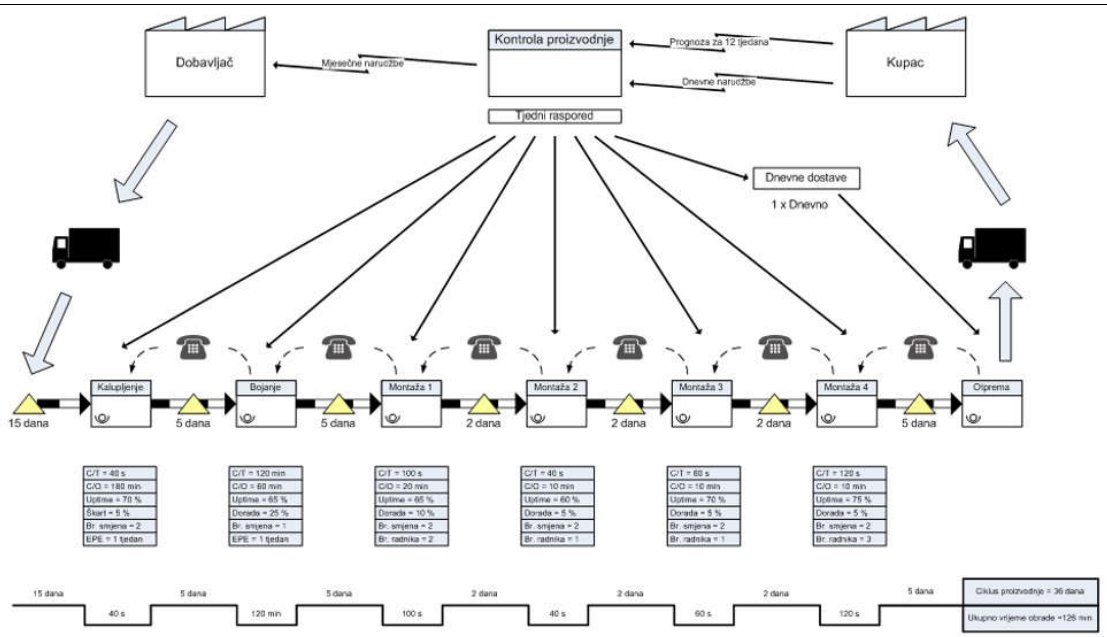
Radi lakšeg analiziranja i razumijevanja, tokovi vrijednosti se prikazuju crtežima kojima se vizualizira tok materijala i tok informacija. Takvi crteži nazivaju se „Mape toka vrijednosti“ (eng. Value stream mapping).

Mapiranje je aktivnost kojom se objedinjuju i slikovno prikazuju svi dijelovi procesa i tok vrijednosti promatranog procesa. VSM na jednostavan način pokazuje sve proizvodne operacije, nepotrebna čekanja i stanje zaliha između operacija, duga vremena izmjene alata, iskoristivost strojeva i slično. Omogućuje da se sve aktivnosti, procesi, tokovi (materijalni i informacijski) stave na jedno mjesto te se međusobno dovedu u vezu počevši od sirovine pa sve do gotovog proizvoda.

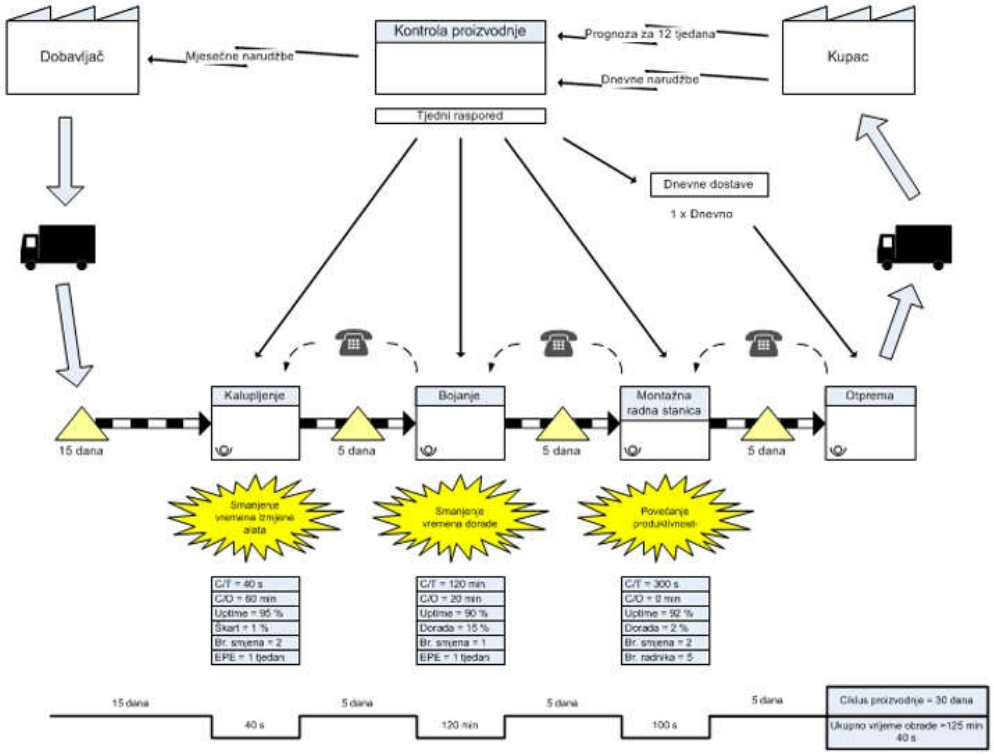
Glavni cilj je snimiti trenutno stanje, identificirati sve oblike rasipanja. Nakon što se snimi trenutno stanje treba analizirati te osmisliti stanje poboljšanja. U analizi se prvo identificiraju procesi koji ne dodaju vrijednost. Mapiranje toka vrijednosti od velikog je značaja za unapređenje kompletnog poduzeća. Omogućuje da se vide ne samo gubitci, već i uzroci gubitaka tokom cijelog procesa.

Koraci pri mapiranju toka:

1. Identifikacija ciljnog proizvoda,
2. Crtanje postojećeg stanja (slika 3.2.1.2.1),
3. Crtanje budućeg stanja (slika 3.2.1.2.2),
4. Rad na aktivnostima kako bi se postiglo buduće stanje.



Slika 3.2.1.2.1 Primjer „VSM“ mape trenutnog stanja [10]



Slika 3.2.1.2.2 Primjer „VSM“ mape budućeg stanja [10]

3.2.1.3. Jundate

JUNDATE	Eng. Assembly principle Hrv. Metoda montaže	Metoda

„Jundate“ je japanski izraz za metodu montaže koja omogućava da se dijelovi komponenata sklope dalje od glavne montažne linije (npr. dijelovi koji zauzimaju puno više skladišnog prostora). Metoda je prilagođena za uštedu prostora na montažnoj liniji. Nakon što se svi dijelovi sklope, oni se isporučuju redom na glavnu liniju montaže kako bi se ugradili u proizvodnu jedinicu na liniji [11]. Prednost ove metode je povećanje produktivnosti i kvalitete.

3.2.1.4. Kamishibai Cards & Table

KAMISHIBAI CARDS & TABLE	Hrv. „Kamishibai“ kartice i ploča	Alat

Na japanskom Kamishibai je forma pripovijedanja priče pomoću vizualnih pomagala [12]. Kamishibai alat za vizualno upravljanje koristi se za provedbu revizije unutar proizvodnih procesa. Alat se može koristiti za provođenje 5S metode i kod provođenja poboljšanja te mjerenja uspješnosti provedbe poboljšanja.

Kamishibai ploča koristi se kao vizualna kontrola za provedbu revizije.

Niz kartica postavlja se na ploču i odabire slučajnim odabirom ili prema rasporedu nadzornika ili voditelja. Na karticama se nalaze upute za provedbu. Kartice su dvobojne, s jedne strane crvene, a druge zelene boje (slika 3.2.1.4.1). Kada se kartice postave na ploču okrenu se na crvenu stranu te kako se ispunjavaju zadaci kartice se okreću na zelenu stranu.



Slika 3.2.1.4.1 Primjer Kamishibai ploče [13]

3.2.1.5. Takt Time

TAKT TIME	Jap. Takuto taimu [9] Hrv. Taktno vrijeme	Značajka
Taktno vrijeme se računa tako da se dnevno raspoloživo radno vrijeme podijeli s dnevnim zahtjevima kupca. Taktno vrijeme je pokazatelj tempa kojim bi se trebalo proizvoditi da bi se odgovorilo zahtjevima kupca [8].		

3.2.1.6. Cycle Time

CYCLE TIME	Jap. Saikuru taimu [9] Hrv. Vrijeme ciklusa proizvodnje	Značajka
Vrijeme ciklusa proizvodnje je vrijeme potrebno za proizvodnju proizvoda ili poluproizvoda. Označava vrijeme proteklo od početka njegove izrade pa sve do njegovog uskladištenja [8].		

3.2.1.7. PM

PM	Eng. Preventive maintenance Hrv. Preventivno održavanje	Metoda
Preventivno održavanje smatra se prethodnikom cjelovitog učinkovitog održavanja (Total Productive Maintenance - TPM) koji se temelji na redovitom planiranom pregledu i remontu. U Lean proizvodnji radnici svakodnevno imaju dnevne obaveze za provođenje osnovnih zadataka preventivnog održavanja (PM) poput: provjeravanja razine sredstva za podmazivanje, stanje filtera, zategnutosti vijaka i matice itd.[8].		

3.2.1.8. Sipoc Diagram

SIPOC Diagram	Hrv. SIPOC tablica	Alat

Sipoc tablica je koristan alat koji se koristi kako bi se identificirali svi važni elementi proizvodnog procesa [14]. SIPOC tablica se koristi prije poduzimanja bilo koje aktivnosti poboljšanja procesa, potrebno je opisati svrhu procesa i opisati ga sa točke gledišta kupaca. Omogućuje timu da vidi njihove ciljane procese u relacijama sa svim zahtjevima za potrebnim ulazima, izlazima, dobavljačima i kupcima.

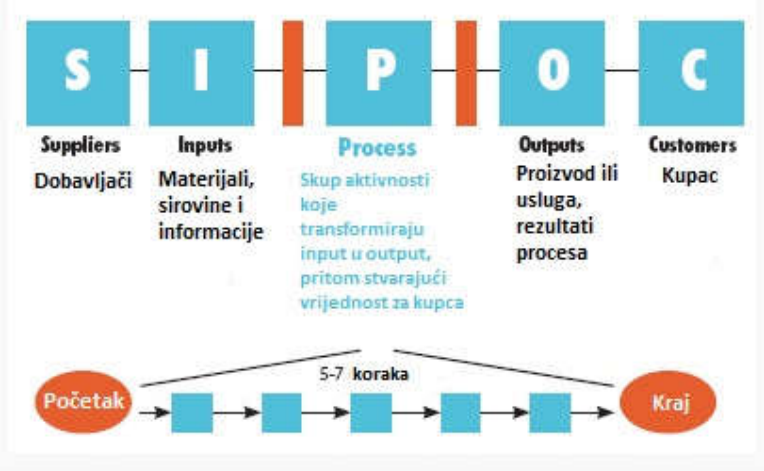
Ime alata čine prva slova elemenata koji čine proces:

- S – Suppliers – Dobavljači
- I – Input – Materijali, resursi i podaci potrebni za izvršenje procesa
- P – Process – Skup aktivnosti određen zahtjevima i ograničenjima
- O - Output – Proizvod ili usluga
- C – Customers – Kupci

SIPOC tablica nam koristi kako bi mogli složene procese pojednostaviti i učiniti ih preglednijima (slika 3.2.1.8.1).

Ovaj alat je koristan kada nije jasno :

- Tko je dobavljač?
- Koji zahtjevi se stavljaju na izlazne elemente?
- Tko su stvarni kupci?
- Koji su zahtjevi kupaca?



Slika 3.2.1.8.1 SIPOC dijagram, prema [15]

3.2.1.9. Push **Pull**

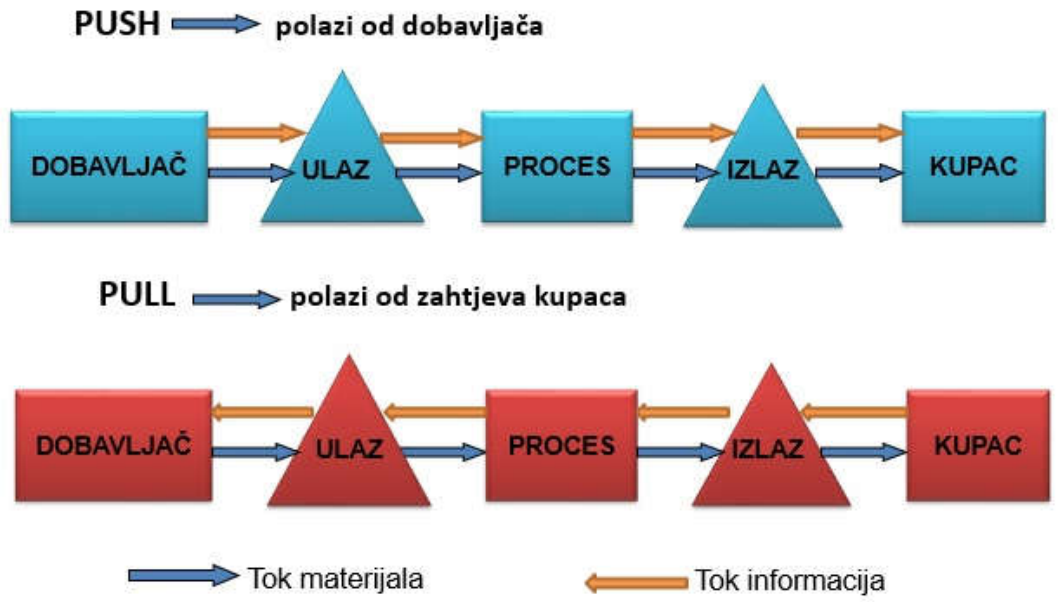
PUSH **PULL**	Hrv. Povlačenje proizvodnje	Metoda

PUSH

Push proizvodnja proizvodi na temelju prognozirane potražnje, a potom gura proizvod na tržište. Tvrtke koje koriste Push metodu moraju predvidjeti što će kupac željeti kupiti i u kojim količinama - što je nepredvidivo kao i prodaja.

PULL

Pojam suprotan od tradicionalne Push proizvodnje (slika 3.2.1.9.1). Prema ovoj metodi proizvodi se samo onda kada to zahtjeva kupac. Pull proizvodnja se uvodi nakon uvođenja taktne proizvodnje, jednokomadnog toka proizvodnje i pouzdanih strojeva. Pull proizvodnja započinje narudžbom od kupca. Nakon toga svaki korak u lancu vrijednosti prenosi informaciju na prethodni korak u procesu da postoji potreba za određenom količinom dijelova ili proizvoda. Pull proizvodnjom nastoji se eliminirati prekomjerna proizvodnja i stvaranje zaliha [1].



Slika 3.2.1.9.1 Prikaz Push i Pull metode, prema [1]

3.2.1.10. Yamazumi

YAMAZUMI	Hrv. Graf strukture vremena ciklusa proizvodnje	Alat

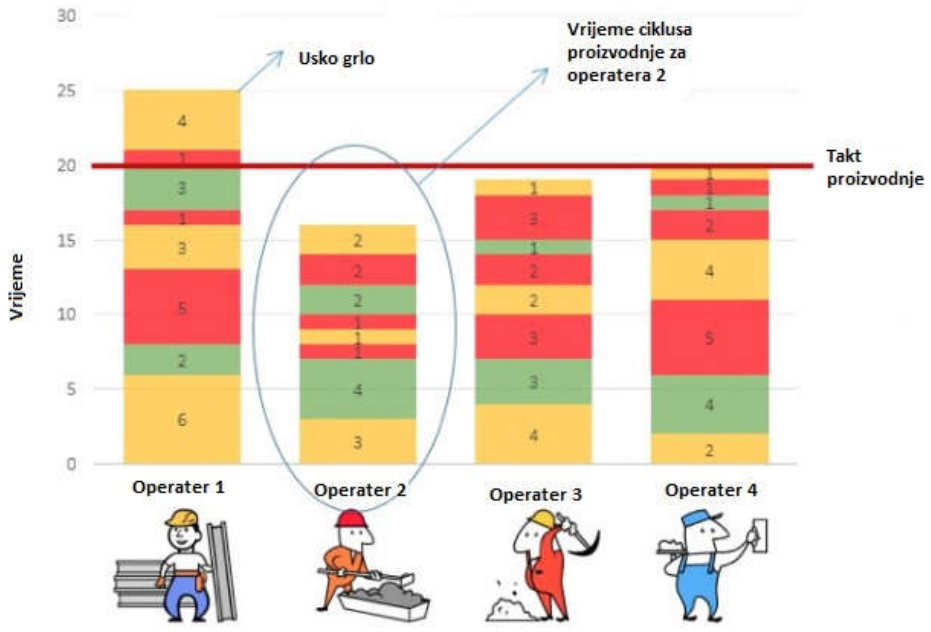
Yamazumi grafikon je alat koji pokazuje strukturu vremena ciklusa proizvodnje (cycle time) u proizvodnom procesu [8]. Grafikon se koristi kako bi se lakše prezentirao proces koji želimo optimizirati. Proces proizvodnje je razdvojen na pojedinačne korake i prikazan u složenom grafikonu (slika 3.2.1.10.1). Svaki korak je zatim razdvojen na tri komponente:

- Zelenu: aktivnosti koje dodaju vrijednost,
- Žutu: aktivnosti koje ne dodaju vrijednost, ali su neophodne,
- Crvenu: Aktivnosti koje ne dodaju vrijednost i nisu neophodne.

Osi Yamazumi grafa su [16]:

- X os predstavlja svaki korak u proizvodnom procesu,
- Y os predstavlja vrijeme ciklusa proizvodnje (cycle time).

„Yamazumi“ grafikon se može koristiti za eliminaciju gubitaka iz proizvodnog procesa, ali i za njegovu optimizaciju.



Slika 3.2.1.10.1 Primjer Yamazumi grafikona, prema [17]

3.2.1.11. SPS

SPS	Eng. Set Parts Supply	Metoda

Glavni cilj ove metode je razdvojiti radne zadatke montaže dijelova od radnih zadataka, traženja, dohvaćanja i uzimanja potrebnih dijelova za sastavljanje na montažnoj liniji. Dijelovi se sastavljaju na SPS kolicima i kolica se zatim privuku do montažne linije. U uobičajenom sistemu, radnik na montažnoj liniji obavlja sve radne zadatke od montaže do uzimanja i traženja, ali u SPS sistemu drugi radnik će obaviti zadatke traženja, dohvaćanja i uzimanja potrebnih dijelova dok će radnik na montažnoj liniji biti zadužen samo za montažu [18].

Prednosti ove metode su:

- iskorištavanje prostora,
- povećanje produktivnosti,
- poboljšanje kvalitete.

Nedostaci su povećani troškovi radne snage jer se treba zaposliti dodatna radna snaga.

3.2.1.12. TPM

TPM	Eng. Total Productive Maintenance Hrv. Cjelovito učinkovito održavanje	Metoda

Uloga održavanja je vrlo bitna za postizanje visoke produktivnosti. Zato su japanski proizvođači razvili "Total Productive Maintenance" (TPM) cjelovit pristup održavanju opreme koji nastoji postići savršenu proizvodnju. TPM sustav sadrži set tehnika kojima nastoji osigurati da svaki stroj u proizvodnom procesu bude uvijek u funkciji [8]. Cilj je postići najveću moguću učinkovitost opreme uključivanjem svih zaposlenika, u svim odjelima i na svim razinama, najčešće kroz male grupne aktivnosti. TPM obično uključuje implementaciju sustava 5S, mjerenje 6 velikih gubitaka, prioritetne probleme i primjenu rješavanja problema s ciljem postizanja nula kvarova.

TPM ciljevi:

- poboljšanje kvalitete proizvoda
- smanjenje gubitaka
- poboljšanje stanja održavanja
- prenošenje ovlaštenja na djelatnike
- smanjenje troškova
- povećanje produktivnosti

TPM sustav i njegova implementacija temelje se na 8 stupova [19]:

1. Sigurnost, zdravlje i okoliš,
2. Edukacija i trening,
3. Unapređenje učinkovitosti opreme,
4. Autonomno održavanje,
5. Plansko održavanje,
6. Održavanje kvalitete,
7. TPM u uredu,
8. Upravljanje razvojem opreme.

3.2.1.13. Mizusumashi

MIZUSUMASHI Dandari Man	Eng. Water spider, Water strider Hrv. Dispečer	Pojam
Japanski pojam za nekoga tko se vrlo brzo i efikasno kreće od jednog mjesta do drugog kako bi pokupio ili dostavio materijal i zalihe. Uobičajeno ime za osobu koja je zadužena za podršku proizvodnom procesu, ona na sebe preuzima aktivnosti koje ne dodaju vrijednost kako bi se drugi radnici mogli usredotočiti isključivo na aktivnosti koje dodaju vrijednost.		

3.2.1.14. 4R Rules

4R Rules	Hrv. 4 pravila	Pravila
U svom članku „Decoding the DNA of the Toyota Production System“ u „Howard Business Review“ iz 1999. godine, Steve Spear i Kent Bowen suočili su se s izazovom kako opisati Toyotin sustav upravljanja. Učinili su to kroz opis 4 pravila koja Toyota koristi kako bi svoje radnike podučila znanstvenim metodama na svim razinama organizacije. Prema tim pravilima potrebno je [20]: 1. Jasno navesti sve aktivnosti u poduzeću prema: sadržaju, redoslijedu, vremenu i ishodu. 2. Svaki kontakt međusobno ili s dobavljačem ili kupcem treba biti izravan i jasan. 3. Proizvodni put za svaki proizvod treba biti jednostavan i izravan. 4. Svako poboljšanje mora biti učinjeno u skladu sa znanstvenim metodama, pod vodstvom voditelja ili mentora i na svakoj razini u poduzeću.		

3.2.1.15. Karakuri

KARAKURI	Hrv. Pomoćni alat	Alat

U Japanu Karakuri je naziv za automatizirane lutke s drvenim zupčanicima i polugama koje su razvijene u 18. stoljeću. Najpoznatije su lutke za posluživanje čaja. U Lean sustavu Karakuri se koristi kao ime uređaja kojim se rukuje materijalom bez dodira ljudske ruke. Uređaji se oslanjaju na gravitaciju, poluge i na inerciju. Koriste se da pomaknu i prenose dijelove između strojeva ili da isporuče kontrolirani broj malih dijelova na ruku operatera (primjer slika 3.2.1.15.1).



Slika 3.2.1.15.1 Karakuri uređaj [21]

3.2.1.16. 5S

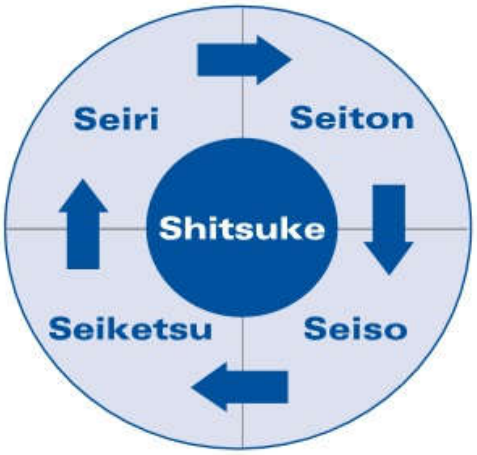
5S	Jap. Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke Eng. Sort, Straighten, Shine, Standardize, Sustain	Metoda

5S je metoda organizacije radnog mjesta, koja potječe iz Toyotinih pogona, a glavni cilj je poboljšanje načina rada unutar tvornice, te se oslanja na principe vizualne kontrole.

5S metoda je kratica za 5 japanskih riječi koje počinju na slovo S (slika 3.2.1.16.1), a znače [8]:

- Seiri (eng. Sort): Sortiranje potrebnih od nepotrebnih stvari (alati, dijelovi, materijal, dokumentacija) i zadržavanje samo onog što je bitno te zbrinjavanje onoga što nije bitno.
- Seiton (eng. Straighten): Urednost radnog mjesta. Za sve ono što smo zadržali mora postojati mjesto.
- Seiso (eng. Shine): Čistoća radnog mjesta, treba redovito čistiti i prati.
- Seiketsu (eng. Standardize): čistoća je rezultat redovitog sustavnog provođenja prva tri koraka.
- Shitsuke (eng. Sustain): Samodisciplina u obavljanju prva četiri koraka.

Glavni cilj je poboljšanje načina rada unutar tvornice, a služi kako bi cijela proizvodnja nesmetano funkcionirala.



Slika 3.2.1.16.1 5S [8]

Ponekad se dodaje i šesto S za sigurnost (eng. Safety).

3.2.1.17. 3P

3P	Eng. Production Preparation Process Hrv. Proces Pripreme Proizvodnje	Metoda

„3P“ je metoda koja se koristi za dizajniranje novog proizvoda i proizvodnog procesa ili za redizajniranje postojećeg proizvoda kada se mijenja dizajn ili zahtjevi kupaca [8]. Koristi se za uklanjanje otpada kroz dizajn proizvoda i procesa. Ova metoda uključuje tim ljudi koji imaju zadatak identificirati nekoliko različitih načina dizajna proizvoda ili procesa kako bi se zadovoljile potrebe kupaca.

Rezultat ove metode su:

- proizvodi koji su manje složeni,
- lakši za proizvodnju i
- jednostavniji su za upotrebu i održavanje.

Prednost ove metode je eliminiranje otpada u fazi planiranja proizvodnog procesa što ima dugoročne posljedice na profitabilnost. Ovom metodom može se dizajnirati kvaliteta i učinkovitost proizvoda..

3.2.1.18. SMED

SMED	Eng. Single minute exchange of die Hrv. Promjena alata unutar jedne minute	Metoda

SMED je metoda koju koristimo kako bi smanjili vrijeme izmjene alata. Koristimo ju za povećanje raspoloživog produktivnog vremena stroja smanjenjem vremena potrebnog za prebacivanje proizvodnog procesa s jednog proizvoda na drugi proizvod.

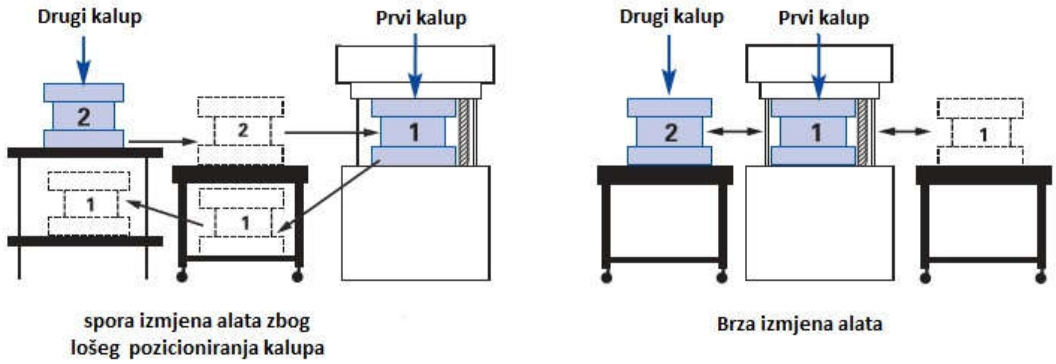
Cilj je smanjiti vrijeme prebacivanja na jednu znamenku ili manje od 10 minuta [8].

Proces promjene alata sastoji se od 4 faze:

- Skidanje postojećeg alata
- Zamjena alata
- Podešavanje stroja
- Probni rad

SMED metoda analizira svaki pokret i operaciju. Ključne spoznaje o smanjenju vremena izmjene alata razvio je Shigeo Shingo 1950-ih i 1960-ih, a radilo se o odvajanju unutarnjih

od vanjskih aktivnosti. Prema toj metodi treba promatrati proces promjene alata i razlikovati aktivnosti koje su unutarnje (moraju se odraditi dok stroj stoji) od vanjskih (mogu se napraviti dok stroj radi). Da bi smanjili vrijeme, što više operacija moraju od unutarnjih postati vanjske. Cilj SMED metode je pronalaženje optimalnog načina promjene alata. Primjer brze izmjene alata primjenom SMED metode prikazan je na slici 3.2.1.18.1.



Slika 3.2.1.18.1 Primjer brze izmjene alata primjenom SMED metode [8]

3.2.1.19. Katazuke Akafuda

KATAZUKE AKAFUDA	Eng. Tidying up, Sold out Hrv. Pospremiti, Rasprodaja	Pojam
Katazuke na japanskom znači pospremiti. Kao pojam odnosi se na aktivnosti koje se ciklički ponavljaju te prethode implementaciji 5S sustava [22]. Ne zahtijevaju standardizaciju procesa		

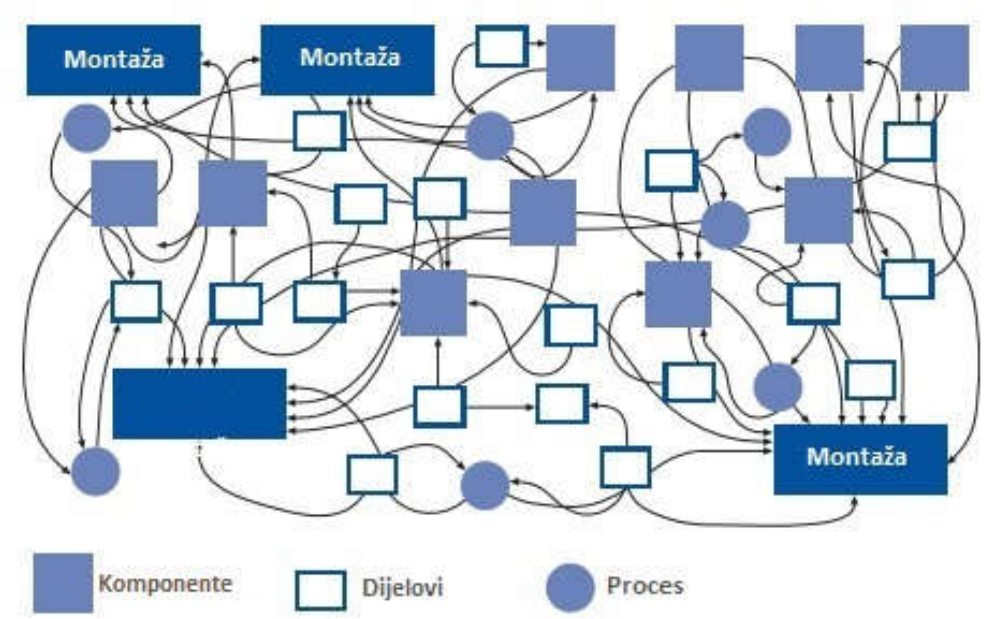
3.2.1.20. MVP

MVP	Eng. Minimum Product Viable Hrv. Minimalno održivi proizvod	Pojam
Minimalno održivi proizvod je najmanja stvar koja se može proizvesti, a da ima vrijednost za kupca [23]. U razvoju proizvoda MVP je proizvod koji ima dovoljno obilježja da zadovolji prve kupce i da na temelju toga daje povratne informacije za budući razvoj proizvoda.		

3.2.1.21. Spaghetti Diagram

Spaghetti Diagram	Hrv. Špageti dijagram	Alat

Dijagram toka proizvoda kroz sve proizvodne operacije toka vrijednosti. Naziv je dobio jer često tok proizvoda u masovnoj proizvodnji izgledom podsjeća na tanjur špageta.
Pomoću špageti dijagrama se prate šablone hodanja ljudi, kretanje materijala naprijed i nazad između zadataka i radnih mjesta (slika 3.2.1.21.1) . To je alat koji pomaže u redukciji gubitaka u transportu, kretanju i vremenu čekanja.



Slika 3.2.1.21.1 Primjer Spaghetti dijagrama, prema [8]

Prednosti primjene špageti dijagrama[24]:

- Identifikacija neučinkovitosti u radnom prostoru
- Identifikacija gubitaka u transportu, kretanju
- Uklanjanje aktivnosti koje ne doprinose vrijednosti
- Povećanje efikasnosti i smanjenje umora zaposlenika zbog nepotrebnih kretanja
- Poboljšanje sigurnosti.

3.2.1.22. Kanban

Kanban	Hrv. Signalni sustav	Alat

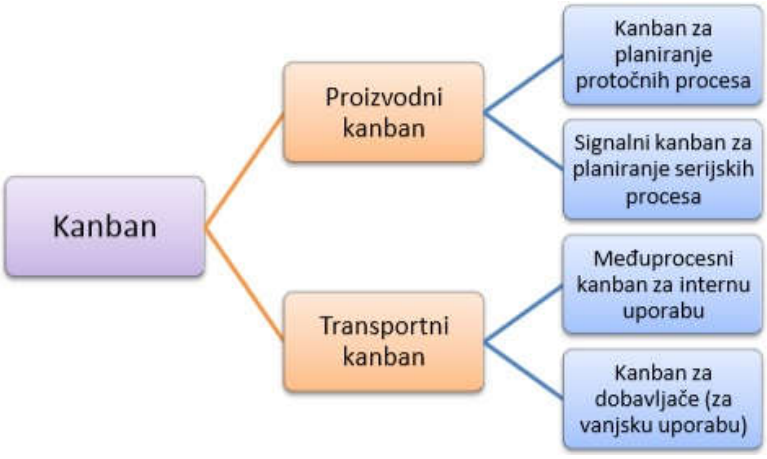
Kanban je jedan od alata koji pomaže optimizirati proizvodnju. Kanban dolazi od japanske riječi KAN što znači vizualno i BAN što znači kartica. Kanban je japanski pojam za signalni sustav [8].

Kanban je sustav koji koristi kartice pomoću kojih se signalizira potreba za određenim proizvodom, sirovinom i poluproizvodima. Nastao je po uzoru na američke supermarkete gdje se polica nadopunjava samo kada se količina na njoj smanji na određenu mjeru. U proizvodnji to znači da će prethodna operacija proizvoditi točno ono što iduća treba po principu „Pull“ proizvodnog sustava. Zahtjevi kupaca vuku proizvod kroz proizvodni sustav. Kanban se temelji na stalnom praćenju stanja i nabavi materijala koja je regulirana potražnjom na tržištu. Proizvodi se samo onda kada postoji potražnja za proizvodom, a sirovine se naručuju samo onda kada se proizvodi proizvod koji je kupac naručio.

U sustavu se koriste .Kanban kartice koje ispunjavaju radnici i na njima upisuju podatke o materijalu ili poluproizvodu koji im je potreban u proizvodnji npr. šifra proizvoda, naziv, jedinica pakiranja, broj komada. itd.

Postoje dva glavna tipa Kanbana (slika 3.2.1.22.1)[10]:

- Proizvodni Kanban,
- Transportni Kanban.



Slika3.2.1.22.1 Tipovi Kanbana [10]

Kanban sam kao alat nije dovoljan da bi se optimizirala proizvodnja. Potreban je još jedan alat, Heijunka da se nosi s narudžbama koje se mogu drastično mijenjati iz tjedna u tjedan ili iz mjeseca u mjesec.

3.2.2. Kaizen

KAIZEN	Hrv. Kontinuirano poboljšanje	Metoda

Kaizen je jedan od „stupova“ Lean kuće. Pojam Kaizen dolazi od japanske riječi KAI što znači promjena i ZEN što znači dobro. Kaizen je japanski termin za promjenu na bolje.
Kaizen je filozofija stalnog poboljšavanja cjelokupnog toka vrijednosti, ali i individualnih procesa kako bi se stvorilo više vrijednosti sa što manje otpada. Usredotočuje se na primjenu malih, svakodnevnih promjena koje vode do značajnih poboljšanja tijekom vremena.
Kaizen obuhvaća niz aktivnosti kojima se nastoji eliminirati otpad (MUDA) aktivnim sudjelovanjem svih radnika na svim radnim mjestima.

Muda (otpad, rasipanje) je japanski pojam za aktivnosti koje troše resurse, a ne dodaju vrijednost. Takva aktivnost povećava proizvodno vrijeme i povećava cijenu proizvoda. Unutar tog pojma korisno je razlikovati [8]:

- 1. tip rasipanja (Muda) koji se sastoji od aktivnosti koje nije moguće ukloniti odmah,
- 2. tip rasipanja (Muda) koji se sastoji od aktivnosti koje je moguće ukloniti brzo kroz sustav Kaizen.

Kaizen nalaže da moramo promatrati neki proces kako bismo ga rastavili na aktivnosti te tada zasebno pokušavali unaprijediti svaku od tih aktivnosti kako bi nakon sastavljanja sam proces bio jednostavniji i lakši za radnike.

Prednosti metode [7]:

- Povećanje produktivnosti,
- Poboljšanje kvalitete,
- Bolja sigurnost
- Niži troškovi
- Poboljšano zadovoljstvo kupaca.

Kao metoda Kaizen ima smisla samo ako se provodi dugoročno i ako su uključeni svi zaposlenici, od najviše razine do najniže. Na temelju svojih zapažanja i iskustva radnici daju prijedloge za poboljšanje. Svi prijedlozi su dobrodošli, a radnici su nagrađeni za promjene kojima poboljšaju svoje radno mjesto.

Cilj Kaizena je unaprjeđenje proizvodnih procesa i okoline za rad svih zaposlenih, a unaprjeđenje ne zahtjeva velike investicije. Kada se gledaju iz perspektive dužeg vremenskog aspekta, mala i konstantna ulaganja postižu velike uštede i velika poboljšanja u svim procesima u poduzeću.

Postoji nekoliko različitih Kaizen događaja, koji u osnovi imaju isti cilj (eliminiranje gubitaka), ali se razlikuju po sudionicima i mjestu odvijanja, te dužini [27]:

- KAIZEN DOGAĐAJ – je planirana aktivnost gdje tim pokušava unaprijediti neki aspekt svojeg poduzeća.

  Prije same aktivnosti potrebno je:

  - izolirati problem,
  - odrediti tim i vođu tima,
  - odrediti cilj unapređenja,
  - odrediti mjere koje će se koristiti,
  - odrediti vrijeme trajanja.

  Kaizen događaj ima za cilj brzo otkrivanje korijena uzroka problema i brzu fokusiranu implementaciju rješenja.
- "GEMBA" KAIZEN – "gemba" se na japanskom jeziku prevodi kao pravo mjesto. U proizvodnom poduzeću "gemba" označava sam proizvodni pogon. "Gemba" Kaizen je zapravo Kaizen aktivnost koja se odvija u proizvodnji.
- SISTEM KAIZEN – je Kaizen koji se odnosi na radikalno unapređenje procesa kako bi se eliminirali gubici koji ne dodaju vrijednost proizvodu.
- KAIZEN BLIC – je planirani Kaizen događaj koji traje 3 do 5 dana. Osnovni cilj je brzina unapređenja.
- KAIZEN SUPER BLIC – je događaj koji traje svega nekoliko sati i sprovodi se odmah po identifikaciji problema u procesu, ili na samom stroju.

Kaizen se fokusira na:

- eliminiranje sedam vrsta otpada (rasipanja) u procesu proizvodnje,
- stvaranje radnih standarda,
- stvaranje čistog i organiziranog radnog mjesta.

3.2.2.1. QCC

QCC	Eng. Quality Control Circle Hrv. krugovi kontrole kvalitete	Metoda
QCC je metoda poboljšanja koja uključuje zaposlenike u aktivnosti poboljšanja i povećanja produktivnosti. Potiče stvaranje timskog okruženja. Aktivnosti u krugovima kontrole kvalitete obično su usmjerene na poboljšanja na radnim mjestima [25]. Krug kontrole kvalitete je skupina ljudi (radnika) koji se redovito sastaju kako bi razgovarali o postupcima identifikacije, analize i rješavanja problema koji se pojavljuju u radnom okruženju.		

3.2.2.2. Shojinka

Shojinka	Eng. Labor linearity, flexible manpower line Hrv. Fleksibilna radna snaga	Pojam
Pojam Shojinka odnosi se na fleksibilnu radnu snagu. Označava mogućnost prilagodbe broja radne snage da se zadovolje zahtjevi proizvodnje. Potrebno je konstantno optimizirati broj radne snage u proizvodnom procesu kako bi se proizvodni proces mogao nesmetano odvijati. To je sposobnost da se proizvodni proces uravnoteži kad se opseg proizvodnje poveća ili smanji [8].		

3.2.2.3. Kaizen-blitz

Kaizen-blitz KAIKAKU	Hrv. Kaizen blic	Metoda
Kaizen je japanska riječ za promjenu na bolje, a blitz je njemačka riječ za munje, kada se koriste zajedno obično se odnose na radionice za poboljšanje. Kaizen blic je planirani kaizen događaj koji traje 3 do 5 dana. Osnovni cilj događaja je brzina unapređenja. Kaikaku znači radikalna promjena, pojam suprotan Kaizenu. Kaikaku je proces s većim promjenama od Kaizena, dok se Kaizen odnosi na kontinuirana poboljšanja, Kaikaku uvodi velike i radikalne promjene. Kaikaku se odnosi na šire područje primjene od Kaizena, realizacija je sporija, ali rezultati su veći i višestruki su istovremeni doprinosi najnižoj razini organizacije ili toku vrijednosti [1].		

3.2.2.4. Soikufu

SOIKUFU	Hrv. Kreativno razmišljanje	Pojam
Japanski pojam koji se odnosi na kreativno razmišljanje i inovativne ideje [26]. Kreativno razmišljanje i plasiranje inovativnih ideja od strane zaposlenih mora biti poticano u organizaciji. Kaizen ne traži velika financijska ulaganja kako bi se postigla poboljšanja, već je rješenja potrebno tražiti u kapitalu koji posjeduju, a to je intelektualni kapital.		

3.2.2.5. Asakai Yuichi

ASAKAI YUICHI	Hrv. Kaizen sastanak	Pojam
Asakai je japanski pojam za svakodnevne jutarnje sastanke.		

3.2.2.6. 3G

3G	Jap. Gemba, Genbutsu, Genjitsu	Pojam
3G odnosi se na tri japanske riječi koje vode u donošenju odluka. 3G odnosi se na prvo slovo svake riječi [8]: ▪ GEMBA: japanski pojam za stvarno mjesto. Pojam se koristi često za radno mjesto ili bilo koje mjesto gdje se stvara vrijednost. ▪ GENBUTSU: japanski pojam za stvarnu stvar (proizvod ili oprema) ▪ GENJITSU: japanski pojam za stvarne činjenice/podatke		

3.2.2.7. OJT/TWI

OJT/TWI Hancho	Eng. On the job training Training within industry	Metoda
Hancho je japanski pojam za radnika koji vodi tim od pet do osam ljudi [8]. On the job training je metoda učenja koja se ne sastoji samo od toga kako obavljati posao nego kako pravilno koristiti alat, opremu, kako uvažavati sigurnosna pravila, kako provoditi procedure provjere kvalitete, upoznavanje s politikom ljudskih resursa itd.		

3.2.2.8. TIMWOOD

TIMWOOD Production 7 Wastes	Hrv. Sedam vrsta rasipanja	Pojam

Pojam „Timwood“ sastoji se od prvih slova sedam vrsta rasipanja (gubitaka)

- T: Transport (hrv. transport)
- I: Inventory (hrv. zalihe)
- M: Movement (hrv. nepotrebni pokreti)
- W: Waiting and delays (hrv. čekanja)
- O: Over production (hrv. prekomjerna proizvodnja)
- O: Over processing (hrv. prekomjerna obrada)
- D: Defect (hrv. škart)

Rasipanja su elementi proizvodnog procesa koji ne sadrže nikakvu vrijednost (NVAT). Aktivnosti koje ne donose direktnu vrijednost proizvodu su [1]:

- **Transport**:
  - Svako nepotrebno kretanje materijala između operacija ili između skladišta
  - Korištenje starih rasporeda kretanja materijala
  - Neuspješna komunikacija
  - Neučinkovit transport informacija
- **Zalihe**:
  - Zamrznuti kapital u skladištima, zalihe su povezane s prekomjernom proizvodnjom
- **Nepotrebni pokreti:**
  - Nepotrebno gibanje radnika zbog lošeg rasporeda strojeva
  - Ljudi se trebaju micati kako bi došli do informacija
  - ručni rad
- **Čekanja**:
  - Vrijeme čekanja materijala između operacija
  - Čekanje na isporuku
  - Čekanje radnika na strojevima ili na materijal
- **Prekomjerna proizvodnja**
  - Stvaranje proizvoda koji se ne mogu plasirati na tržište
  - Stvaranje dokumentacije koju nitko ne zahtjeva
  - Loše predviđanje prodaje
  - Proizvodnja „za svaki slučaj“

- **Prekomjerna obrada:**
  - Previše procesa obrade
  - Predetaljna obrada
  - Loš dizajn proizvoda
  - Kriva ili neodgovarajuća tehnološka oprema
- **Škart**:
  - Prekid toka zbog grešaka
  - Nepotpune, nepravodobne i netočne informacije

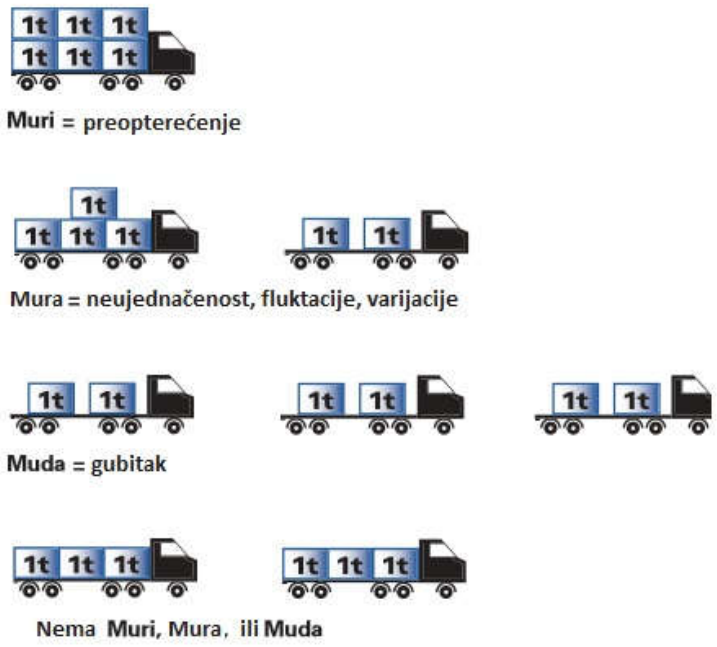
Ovih sedam vrsta rasipanja potrebno je pronaći i provesti analizu kako ih ukloniti. Ako ih je nemoguće ukloniti potrebno ih je svesti ih na minimum.

3.2.2.9. Mura, Muri

MURA MURI	Eng. Unevenness, Overburden Hrv. Neuravnoteženost, Preopterećenost	Pojam

Mura je japanski pojam za neuravnoteženost proizvodnje. Potrebno je izbjegavati nepotrebne varijacije unutar toka.

Muri je japanski pojam za preopterećenje. Potrebno je spriječiti preopterećene bilo kojeg resursa ili osobe koja radi u proizvodnom sustavu (slika 3.2.2.9.1).



Slika 3.2.2.9.1 Muri, Mura. Muda, prema[8]

3.2.2.10. RAMMPP

RAMMPP	Hrv. Matrica radnih aktivnosti	Alat

RAMMPP matrica je alat jednostavan za korištenje. Koristi se za poticanje razmišljanja o radnim aktivnostima koje se mogu promijeniti ili ukloniti. Ime alata dolazi od prvih slova radnih aktivnosti na koje se potiče razmišljanje:

- R – reports – izvješća
- A – approvals - odobrenja
- M – meetings - sastanci
- M – measures - mjere
- P – policies - politika
- P – practices – praksa

RAMMPP matrica se koristi kako bi se:

- Dobilo više vremena za ljude, timove i odjele u organizaciji,
- Riješila dosadna birokracija i administracija
- Povećala efikasnost izvršenja svih zadataka

Ovaj alat pomaže smanjiti rasipanja u organizaciji na svim razinama.

Tablica 3.2.2.10.1 Primjer RAMMPP matrice, prema [28]

	Pod mojom kontrolom	Pod kontrolom tima	Pod kontrolom odjela	Pod kontrolom poduzeća	Pod vanjskom kontrolom	
Izvješća						**1. eliminirati** **2. djelomično eliminirati** **3. proslijediti** **4. provoditi rjeđe** **5. provoditi jednostavnije** **6. provoditi s manje ljudi** **7. provoditi s boljom tehnologijom**
Odobrenja						
Sastanci						
Mjere						
Politika						
Praksa						

3.2.2.11. Heijunka

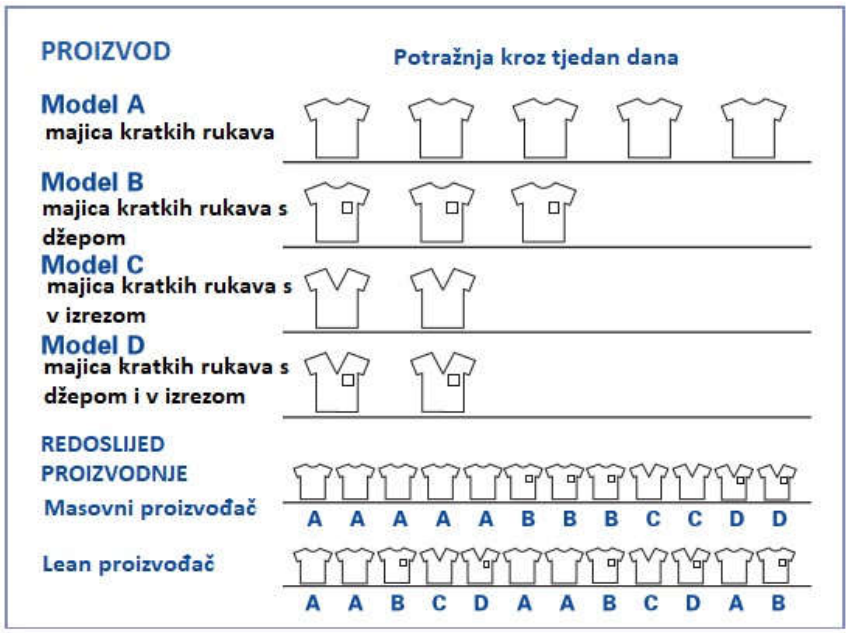
Heijunka	Hrv. Uravnoteženje proizvodnje	Alat

Heijunka je alat za uravnoteženje proizvodnje. Heijunka je japanska riječ koja znači niveliranje tj. balansiranje. Proizvodna linija treba biti uravnotežena, bez izrazitih minimuma ili maksimuma uzrokovanih neuravnoteženom proizvodnjom, promjenama u narudžbama kupaca i sl. Heijunka je vrlo važna u optimiziranju proizvodne linije.

Na primjer (slika 3.2.2.11.1) ako želimo proizvesti 12 komada nekog proizvoda od toga:

- 5 komada modela A,
- 3 komada modela B.
- 2 komada modela C i
- 2 komada modela D.

U tradicionalnoj proizvodnji pristup bi bio takav da se prvo proizvede model A pa zatim promjene alati na model B i tako isto za modele C i D. To je pristup suprotan Lean filozofiji. Lean proizvodnja“ pristupa uravnoteženju opterećenja i kapaciteta što direktno smanjuje razne vrste otpada.



Slika 3.2.2.11.1 Uravnoteženje proizvodnje prema vrsti proizvoda [8]

Heijunka omogućava proizvodnji da učinkovito zadovolji sve zahtjeve kupaca a istovremeno sprječava gomilanje zaliha te rezultira minimalnim kapitalnim troškovima, minimalnim utroškom radne snage i smanjenim ciklusom proizvodnje.

3.2.3. Jidoka

JIDOKA	Eng. Autonomation Hrv. Automatizacija s ljudskom inteligencijom	Metoda

Jidoka je jedan od osnovnih stupova kuće „Lean“ proizvodnje. Jidoka može biti opisana kao automatizacija s ljudskom inteligencijom jer uključuje uređaje koji mogu identificirati nedostatke. Jidoka metoda inzistira da se kvaliteta ugradi za vrijeme proizvodnje samog proizvoda. Jidoka je sustav automatskog zaustavljanja strojeva ili postrojenja u slučaju kada se dogodi neki problem, kako bi se izbjegla daljnja proizvodnja defektnih, škart dijelova ili proizvoda. Jidoka ističe uzroke problema jer zaustavlja strojeve čim se problem pojavi prvi put [8]. Takav sustav sprečava da škart dijelovi uopće budu proizvedeni te zadovoljava propisane standarde u pogledu kvalitete i osigurava da će na sljedeći proces biti proslijeđene samo ispravne pozicije. Rezultat toga je poboljšanje proizvodnih procesa i uklanjanje glavnih uzroka problema.

Za kontrolu je potrebno projektirati uređaje koji se postavljaju na strojeve i zaustavljaju ga ako dođe do greške pri obradi predmeta rada. Tada radnik signalizira svjetlima iznad radnog mjesta (Andon) da je došlo do problema.

3.2.3.1. Suggestion Scheme

SUGGESTION SCHEME	Hrv. Shema prijedloga	Metoda

Sustav poboljšavanja kroz prijedloge. Svaki član tima daje svoj prijedlog ili ideju, inicijativa se nagrađuje. U ovom sustavu više se gleda na količinu ideja nego na kvalitetu samih ideja.

3.2.3.2. PDCA Cycle

PDCA Cycle	Hrv. PDCA ciklus	Metoda

PDCA ciklus predstavlja metodu kontinuiranog poboljšanja. Ciklus poboljšanja se temelji na znanstvenim metodama predlaganja promjene u procesu, provođenja tih promjena, mjerenja rezultata i poduzimanja odgovarajućih mjera. PDCA ciklus naziva se još Deming-ov krug prema W. Edwards Deming-u koji je predstavio ovaj koncept 1950-ih u Japanu.

Ciklus PDCA ima 4 faze [4]:

1. Planiraj,
2. Čini,
3. Provjeri,
4. Djeluj

Tablica 3.2.3.2.1 PDCA aktivnosti [4]

PLAN (planiraj)	- Identifikacija i analiza problema - Definiranje ciljeva - Definiranje kriterija i mjerila za izbor rješenja - Definiranje plana, izrade, primjene i provjere rješenja
DO (Napravi)	- Izrada rješenja - Implementacija rješenja na probnom uzorku
CHECK (provjeri)	- Ocjena prikupljenih podataka - Provjera koliko ostvareni rezultati odgovaraju ciljevima utvrđenim u planu
ACT (provedi)	- Standardizacija rješenja - Nadzor nad primjenom rješenja - Kontinuirano poboljšavanje rješenja

Četiri faze PDCA ciklusa se odvijaju u beskonačnom procesu, potičući time kontinuirano poboljšanje.

3.2.3.3. 6σ

6σ	Eng. Six sigma Hrv. Šest sigma	Metoda

Šest sigma (6σ) je metoda koja naglašava primjenu matematičkih i statističkih alata u procesu poboljšanja kvalitete. Sigma je grčko slovo koje označava standardnu devijaciju kao statistički pojam koji označava mjeru raspršenosti podataka u skupu.

6 σ temelji se na DMAIC metodi te slijedi 5 koraka:

1. Definiraj,
2. Mjeri,
3. Analiziraj,
4. Poboljšaj,
5. Kontroliraj.

Prvi put je primijenjena 1986. godine u Motoroli s ciljem smanjenja grešaka. Primjenjuje se za rješavanje problema u kvaliteti u procesima u kojima su aktivnosti koje dodaju vrijednost pod kontrolom te u procesima gdje su analizom cjelokupnog toka vrijednosti uklonjene aktivnosti koje ne dodaju vrijednost.

U statističkom pogledu šest sigma znači 3,4 greške na milijun mogućnosti gdje sigma predstavlja varijaciju u odnosu na srednju vrijednost procesa [4]. Uz primjenu statističkih alata druga važna komponenta 6σ metodologije je usredotočenost na kupca, odnosno na njegovo zadovoljstvo.

6σ se usredotočuje na tri područja:

- Poboljšavanje zadovoljstva kupaca,
- Smanjenje ciklusa vremena,
- Smanjenje grešaka na proizvodima i uslugama.

Poboljšavanje ova tri područja donosi velike uštede poduzećima, zadržavanje postojećih kupaca, osvajanje novih tržišta, izgradnju ugleda poduzeća te sigurnog i kvalitetnog proizvoda. Cilj 6σ metode nije samo poboljšavanje kvalitete, već i povećanje profita.

3.2.3.4. KJ Method

KJ METHOD MINDMAP	Hrv. Dijagram afiniteta	Alat

Affinity dijagram razvio je Kawakita Jiro pa se taj dijagram može pronaći u literaturi i pod nazivom K.J. dijagram [29].
Affinity dijagram je koristan analitički alat koji se koristi za identifikaciju korijenskih uzroka nepoznatih problema. Alat je koristan za dovođenje reda u kaos. Dijagram se može koristi za prikupljanje ideja ali i za rješavanje problema u procesu.

Kako se provodi:

1. Predočite temu ili jasno definirajte problem
2. Podijelite timu kartice te ih zamolite da napišu ideju ili problem na karticu
3. Zatim kartice objesite na zid ili ploču te vodite tim da u tišini grupiraju slične ideje
4. Nakon grupiranja potrebno je svakoj grupi dati ime te ukloniti kartice s istim sadržajem
5. Izradite plan djelovanja.

3.2.3.5. 5W+H

5W+H	Eng.Who, What, When, Where, Why and How	Alat

Ovaj alat sastoji se od pitanja:

- Tko,
- Što,
- Gdje,
- Kad,
- Zašto i
- Kako

Koristi se za rješavanje problema i u planiranju projekta. Postavljanjem ovih pitanja u rješavanju problema dobije se bolje razumijevanje problema.

3.2.3.6. FMEA

FMEA	Eng. Failure Mode and Effect Analysis Hrv. Analiza mogućih grešaka i njihovih posljedica	Metoda

To je analitička metoda kojom se otkrivaju slabe točke i pogreške u razvoju, planiranju i proizvodnji. Greške se na taj način otkrivaju prije njihovog pojavljivanja, a otklanjanjem uzroka stvaraju se znatne uštede. Slabost nekog razvoja ili procesa pokazuje se preko tri pokazatelja:

1. Vjerojatnosti pojave potencijalne pogreške
2. Ozbiljnosti, odnosno značaja potencijalne greške za kupca,
3. Šanse da se potencijalna greška otkrije prije nego dođe do kupca.

Kroz primjenu ova tri pokazatelja prepoznaje se rizično mjesto i odgovarajućim korektivnim radnjama vrši se njegovo uklanjanje. Ova metoda je zamišljena da se provodi prije nego što greška konstrukcije ili procesa bude slučajno ugrađena u proizvod. Metoda se može provoditi pri usvajanju novog proizvoda, organizacijskih promjena, razvoju informacijskih sustava, projektiranju tehnoloških procesa te općenito gdje se može pojaviti neki problem.

Postupak izvođenja [4]:

1. Priprema:
    - Definiranje opsega
    - Određivanje voditelja tima
    - Definiranje tima
    - Prikupljanje ulaznih podataka
2. Izvođenje:
    - Popis potencijalnih pogrešaka
    - Definiranje potencijalnih posljedica pogrešaka
    - Određivanje važnosti pogreške
    - Definiranje potencijalnih uzroka pogreške
    - Ocjena vjerojatnosti pojave
    - Izračun RPN (Risk Priority Number)
    - Korektivne akcije
    - Izračun novog RPN
3. Izvještaj – izradom izvještaja postupak završava.

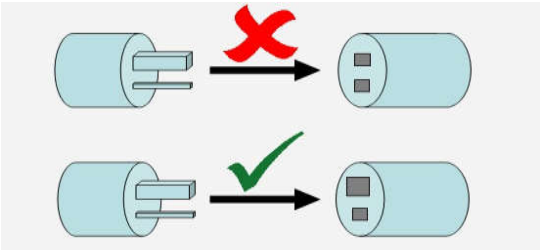
3.2.3.7. Poka-Yoke

POKA YOKE	Eng. Mistake Proofing Hrv. Izbjegavanje greške	Metoda

Poka Yoke je metoda za sprječavanje slučajnih grešaka. Ona pomaže operaterima izbjeći greške u radu koje su uzrokovane krivim odabirom djela, izostavljanjem jednog dijela ili montažom dijela na krivu stranu [8]. Poka Yoke je metoda sprječavanja grešaka, bazirana na činjenici da nijedan čovjek, bez obzira koliko se trudio, ne može raditi i obavljati određene zadatke bez da u određenom trenutku učini neku vrstu greške, koja će utjecati na krajnji rezultat obavljenog zadatka. Zbog toga Poka Yoke pribjegava tehničkim rješenjima koja sprječavaju ljudsku grešku, bilo da se radi u proizvodnji, montaži ili upotrebi određenog proizvoda. Takva tehnička rješenja su najčešće veoma jeftina, jednostavna i lako primjenjiva. Poka Yoke je metoda koja sprečavaju da dođe do greške od strane radnika. Specifičnost ove metode je u tome što uređaji moraju biti konstruirani tako da ne dozvole greške u procesu obrade, a jedini način da projektiranje Poka Yoke uređaja bude efikasno je precizna analiza samih proizvodnih procesa i jasan cilj što se želi postići u proizvodnji

Neke od metoda su:

- Dizajn koji dozvoljava sastavljanje dijelova samo na ispravan način, ako se sastavlja na krivi način dijelovi se neće uklopiti (slika 3.2.3.7.1),
- Kodovi boja – npr. utičnice u računalu, svaka utičnica je druge boje,
- Strjelice ili druge oznake označuju orijentaciju dijela



Slika 3.2.3.7.1 Primjer Poka Yoka metode [30]

Prednosti korištenja metode Poka Yoke su:

- Smanjuje se ili izbjegava rizik od pogrešaka i nesukladnosti.
- Operater se može usredotočiti na operacije koje dodaju vrijednost, umjesto da troše vrijeme na sprječavanje pogreške,
- poboljšanje kvalitete na početku procesa,
- metodu je lako i jeftino implementirati.

3.2.3.8. Brain Storm

BRAIN STORM	Eng. Brainstorming Hrv Metoda prikupljanja ideja	Metoda

Brainstorming je metoda koja se koristi za prikupljanje ideja. Nositelj pojma je Alex Osborn koji je postavio temelje, smjernice i relacije u izazivanju ideja. Ova metoda smatra se jednim od najproduktivnijih načina za prikupljanje ideja. U kratkom vremenu skup sudionika koncentrira se na nove ideje tako da često nastane prava oluja mozgova. U igru ulaze sve ideje, a pobjeđuje najbolja ideja.

Temelj ove metode je izazivanje ideja (jedna ideja izazove drugu). Pomoću ove metode iskorištava se najbolji potencijal, a to je ljudski um. Ideje, znanja i mišljenja ljudi iskorištavaju se za rješavanje problema u organizaciji [4].

Primjena metode [4]:

1. Odabrati mjerodavan tim i voditelja tima,
2. Upoznati članove tima s pravilima metode,
3. Jasno definirati problem,
4. Osigurati potrebno vrijeme za razmišljanje,
5. Svi članovi tima moraju sudjelovati,
6. Potrebno je generirati što više ideja,
7. Ne dozvoliti diskusiju u timu,
8. Potrebno je zapisati svaku ideju,
9. Osigurati vrijeme za inkubaciju ideja,
10. Isključiti kritiku,
11. Osigurati dobru pripremu svim sudionicima,
12. Može se veća grupa podijeliti na manje grupe s konkretnim zadatkom.

Metoda pruža zabavan način da se pronađu nove ideje i da se sve sudionike potakne na smišljanje novih ideja i razmišljanje. Glavni cilj brainstorminga je skupiti što veći broj ideja, dakle kvantiteta je u ovom slučaju važnija od kvalitete.

3.2.3.9. QFD

QFD	Eng. Quality Function Deployment	Metoda

QFD je metoda koja se koristi za prepoznavanje zahtjeva kupaca. Pomaže odrediti prioritete za poboljšanje procesa ili proizvoda kako bi se zadovoljili zahtjevi kupaca. Metoda je razvijena u Japanu i služi kako bi se čuo glas kupca, ona pretvara zahtjev kupca u kvantitativne parametre [31].

3.2.3.10. QRQC

QRQC	Eng. Quick Response Quality Control [32]	Alat

QRQC alat služi za rješavanje problema u proizvodnji.

Kada se pojavi problem potrebno je:

1. Djelovati odmah
2. Ne kriviti nikoga
3. Koristiti PDCA ciklus
4. Osnažiti uporabu ANDON uređaja za rješavanje i otkrivanje nepravilnosti.

3.2.3.11. A3

A3	Eng. A3 report Hrv. A3 izvještaj	Metoda

A3 izvještaj u Toyoti je standardna metoda za rješavanje problema. Praksa sastavljanja A3 izvještaja zahtjeva da se na jedan papir veličine A3 stavi potencijalni problem, analiza problema, potrebne korektivne radnje i plan djelovanja [8].

Naziv je dobio po formatu papira na kojem se izrađuje, a koristi se da se na A3 formatu papira prikaže cijela slika stanja procesa.

Primjer izvještaja A3 nalazi se u prilogu.

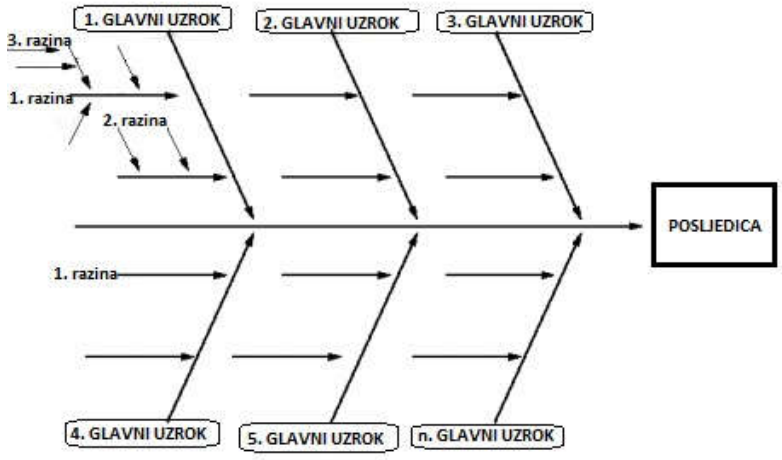
3.2.3.12. Ishikawa Diagram

ISHIKAWA DIAGRAM	Hrv. Dijagram uzroka i posljedica [4]	Alat

Dijagram uzroka i posljedica naziva se još i Ishikawa dijagram po svome izumitelju. U literaturi moguće ga je naći i pod nazivom riblja kost jer podsjeća na strukturu riblje kosti. Ovaj dijagram pomaže na jednostavan i vizualan način pokazati odnos problema i uzroka koji na njega utječu. Primjenom ovog dijagram olakšava se rješavanje problema- često se koristi u kombinaciji s drugim alatima (npr. poslije provedenog Brainstorminga ili poslije provedene Pareto analize).

Postupak crtanja dijagrama (slika 3.2.3.12.1) [4]:

1. Prva aktivnost je utvrđivanje problema ili posljedica, koja se unosi na desnu stranu dijagrama,
2. Nakon toga potrebno je utvrditi glavne uzroke i unijeti ih na lijevu stranu dijagrama (maksimalno 3-4 uzroka),
3. Za svaki glavni uzrok potrebno je utvrditi poduzroke te ih unijeti na dijagram (uzorak prve razine),
4. Zatim je potrebno identificirati uzroke druge i treće razine te ih unijeti na dijagram.



Slika 3.2.3.12.1 Postupak crtanja Ishikawa dijagrama, prema [4]

U proizvodnim organizacijama uzroci problema mogu se tražiti:

- Strojevima,
- Ljudima,
- Metodama rada,
- Materijalima i
- Okolini

3.2.3.13. 5W

5W	Eng. 5 x Why Hrv. 5 x Zašto	Metoda

Praksa neprestanog ponavljanja „zašto“, kad god se pojavi problem koristi se kako bi se otišlo dalje od posljedica problema sve do samog korijena uzroka problema. Metoda „5 x Zašto“ se koristi za identifikaciju pravih uzroka problema koji se javljaju u proizvodnji. Cilj ove metode nije u ispravljanju posljedica problema nego je cilj pronaći sam korijen uzroka problema kako bismo bili sigurni da se to više neće ponoviti. Specifičan broj pet nije konačan broj, ponekad je dobro postavljati pitanje zašto, sve dok se ne pronađe pravi uzrok problema i ukloni. Primjer obrasca za 5W metodu nalazi se u prilogu.

3.2.3.14. Pareto Analysis

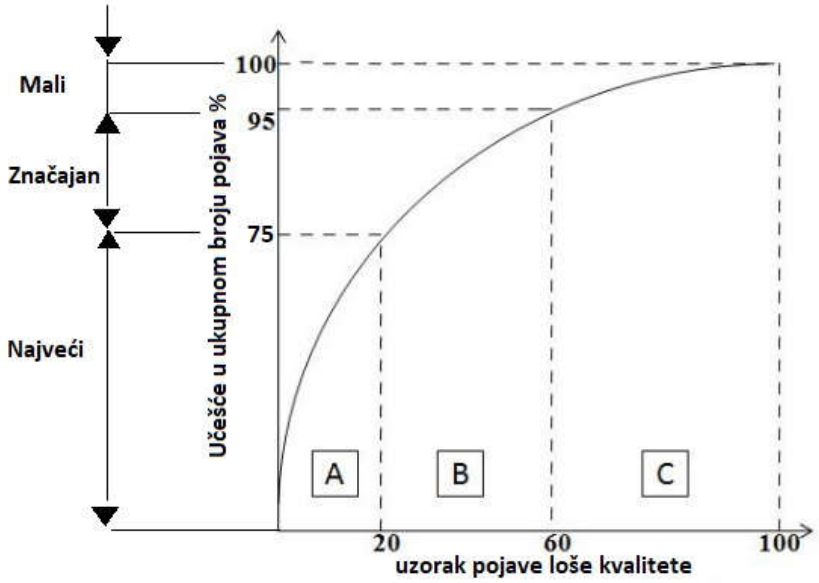
PARETO ANALYSIS	Pareto analiza	Alat

Pareto princip objašnjava pojavu „bitne manjine i nevažne većine“. Princip se primjenjuje za analizu u skoro svim područjima rada. U sustavu kvalitete ovaj princip se koristi za analizu troškova loše kvalitete (troškovi koji nastaju uslijed škarta, interne i vanjske dorade te reklamacija). Pareto princip poznat je pod nazivom ABC analiza ili dijagram prioriteta. Ovom analizom prikupljaju se podaci, zatim se sređuju (tablično) i na kraju grafički prikazuju.

Kod materijala ili poluproizvoda Pareto analiza se primjenjuje za istraživanje onih materijala ili poluproizvoda koji se najviše troše, odnosno koji izazivaju najveće troškove.

Postupak izrade Pareto dijagrama:

1. donošenje odluke i problemu koji će se promatrati,
2. odabrati mjerilo,
3. odrediti vremenski period u kojem se vrši promatranje,
4. prikupiti informacije i podatke,
5. formirati tablicu
6. nacrtati ABC dijagram,
7. analizirati rezultate.



Slika 3.2.3.14.1 ABC dijagram, prema [4]

Najvažnija faza u primjeni je analiza podataka i njihov grafički prikaz. Posebna pozornost pridaje se izgledu kumulativne linije iz kojeg se uočavaju tri polja ABC (slika 3.2.3.14.1).

Svako polje ima svoj stupanj značajnosti [4]:

- A – polje najvećeg prirasta promatranih čimbenika, najčešće polje u kojem se nalazi vrlo mali broj utjecajnih čimbenika
- B – polje značajnog prirasta promatranih čimbenika, najčešće polje u kojem se nalazi manji broj utjecajnih čimbenika,
- C – polje malog prirasta promatranih čimbenika, najčešće polje u kojem se nalazi najveći broj utjecajnih čimbenika.

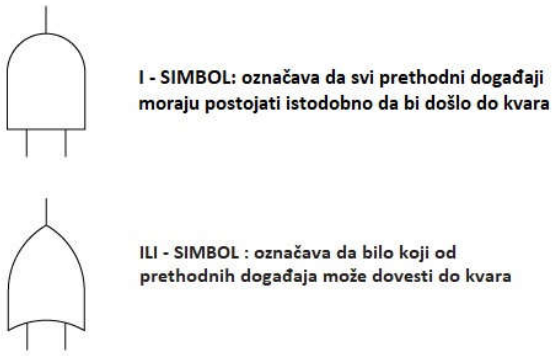
3.2.3.15. RCA

RCA	Eng. Root Cause Analysis Hrv. Analiza značajnih gubitaka	Alat
„RCA“ je koristan alat koji pomaže otkriti što, kako i zašto je došlo do nesukladnosti te pomaže odrediti koje promjene je potrebno poduzeti.		

3.2.3.16. Fault Tree Analysis

FAULT TREE ANALYSIS	Hrv. Dijagram stablo grešaka	Alat

Dijagram „Stablo grešaka“ pomaže grafički prikazati greške i njihove uzroke.
Analiza počinje glavnom greškom (kvarom) te se identificiraju svi uzroci koji su doveli do kvara. Potencijalni uzroci se dalje razgranaju sve do najniže razine.
Postoje dva logička simbola koja služe za predstavljanje potencijalnog uzroka kvara (slika 3.2.3.16.1).

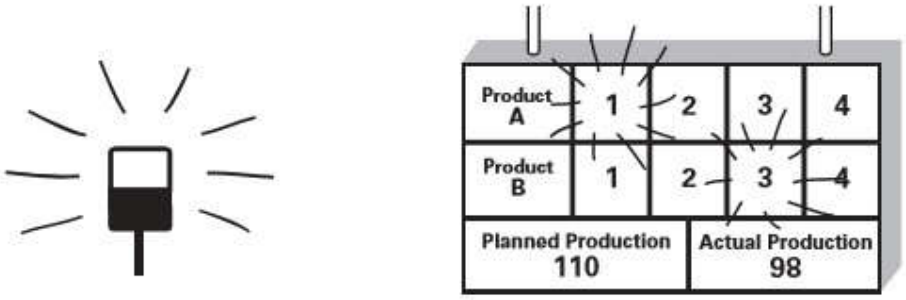


Slika 3.2.3.16.1 Logički simboli dijagrama stablo grešaka, prema [33]

3.2.3.17. Andon

ANDON	Eng. Sign/signal Hrv. lampa	Alat

Andon je alat za vizualno upravljanje. Signalizira status operacije (koji strojevi rade), svaki problem (zastoj stroja, problem kvalitete, nedostatak materijala, pogreške alata, kašnjenja operatera itd.) te potrebne radnje (izmjene).
Andon se također može koristit za prikaz statusa proizvodnje u smislu broja planiranih jedinica u odnosu na stvarni broj proizvedenih jedinica.
Tipični Andon je nadzemna ploča s redovima brojeva koji odgovaraju broju radne stanice ili stroja (Slika 3.2.3.17.1). Broj svijetli kada senzor na stroju detektira problem ili kada problem detektira sam operater na stroju. Zahtjeva se brza reakcija voditelja tima na uklanjanju problema [8].



Slika 3.2.3.17.1 Primjer jednostavnog i kompleksnog „ANDON“ uređaja, prema [8]

.

3.2.3.18. 8D

8D	Eight Disciplines 8 disciplina	Metoda

8D je metoda rješavanja problema. Razvila ju je automobilska industrija Ford 1987. godine. Metoda se koristi za identifikaciju i rješavanje problema i nesukladnosti te za sprječavanje njihovog pojavljivanja [34]. Uočava se 8 faza gdje se nakon svake faze postavlja logičko pitanje: „zadovoljni?“. Odgovori mogu biti „da“ ili „ne“. Ako je odgovor potvrdan, prelazi se na sljedeću fazu.

Metoda se sastoji od 8 koraka ili disciplina [4]:

1. Formiranje tima stručnjaka
2. Definiranje problema
3. Poduzimanje privremenih mjera,
4. Traženje korijenskog uzroka problema,
5. Izbor i verifikacija rješenja,
6. Provedba korektivnih mjera,
7. Sprječavanje ponavljanja problema,
8. Zahvala timu na uspješnom rješavanju problema.

3.3. „Krov“ Lean kuće

Krov kuće predstavlja ciljeve „Lean“ proizvodnje, a oni se postižu ako je proizvodnja usredotočena na zahtjeve kupca. To se postiže ako se pruža kvalitetan proizvod po razumnoj cijeni u najkraćem vremenu.

Usredotočiti se na zahtjeve kupca moguće je kroz pet principa „Lean“ proizvodnje [1]:

1. **Definiranje vrijednosti**

Treba razumjeti što je za kupca vrijednost odnosno što kupac želi kupiti. Treba analizirati potrebe kupaca i osobine proizvoda. Ako proizvod ima osobinu koja ne predstavlja kupcu vrijednost, kupac neće biti zainteresiran za proizvod. Zatim je potrebno odrediti koje aktivnosti dodaju vrijednost, a koje ne dodaju vrijednost proizvodu. Aktivnosti koje ne dodaju vrijednost potrebno je analizirati i odrediti jesu ili neophodni, a ako nisu potrebno je eliminirati ih. Moraju se smišljati pravi proizvodi i moraju se proizvoditi na pravi način.

2. **Tok vrijednosti**

Treba definirati tokove materijala i sve aktivnosti koje se poduzimaju od preuzimanja narudžbe od kupca do isporuke gotovog proizvoda kupcu. Cilj je odrediti grupe proizvoda, te mapirati tokove vrijednosti sa što više detaljnih kvantitativnih informacija o procesu. Kvantitativne informacije uključuju vrijeme trajanja operacija, vrijeme potrebno za čitav tehnološki ciklus, kapacitet strojeva, vrijeme trajanja operacije od strane radnika, čekanje, pripremno završno vrijeme, vrijeme transporta, tok informacija. Kada se informacije prikupe potrebno je napraviti mapu toka vrijednosti (VSM), točno onako kakav je tok sa svim manama i problemima.
Analiza procesa poslovanja sa aspekta dodavanja vrijednosti nam jasno ukazuje na tri vrste aktivnosti:

- aktivnosti koje dodaju vrijednost (VAT)
- aktivnosti koje ne dodaju vrijednost (NVAT)
- aktivnosti koje ne dodaju vrijednost (WT)

3. **Kontinuirani tok proizvodnje**

Nakon mapiranja toka vrijednosti potrebno je sagledati proces za svaku grupu proizvoda i dobro analizirati čitav proces. Zatim je potrebno odrediti takt proizvodnje i na temelju takta projektirati kontinuirani tok. Kontinuirani tok treba što bolje zadovoljavati princip prelaska predmeta rada s

operacije na operaciju, tako da eliminira vrijeme predmeta u procesu rada koje ne dodaje vrijednost proizvodu. Nakon toga je potrebno projektirati radne jedinice gdje god je to moguće pridržavajući se pravila o kontinuiranom toku. Kada se napravi mapa budućeg neprekidnog toka treba odmah krenuti s implementacijom. To znači da čim se projektira kontinuirani tok, treba ga odmah implementirati a eventualne propuste i novonastale probleme rješavati korak po korak.

Za postizanje protočnosti bitni su:

- razumijevanje vrste vremena u procesu,
- kontrola odvijanja procesa,
- eliminiranje uskih grla i zastoja,
- eliminiranje neplanirane dorade.

4. Povlačenje proizvodnje

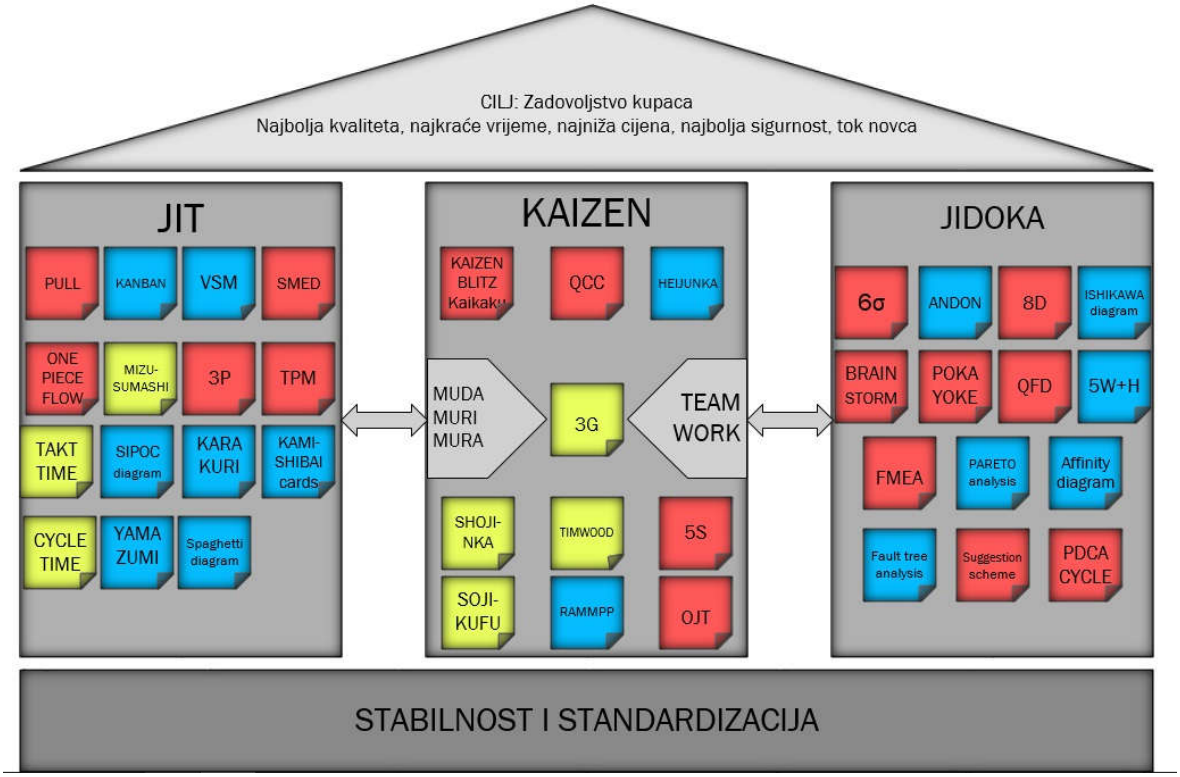
Povlačenje proizvodnje (eng. „pull“) je jedan od temeljnih principa „Lean“ proizvodnje i poslovanja. Povlačenje proizvodnje započinje od strane kupca i to kupovinom ili narudžbom određene količine proizvoda. Svaki proizvod prolazi kroz određene procese i pripadajuće specifične aktivnosti u poduzeću, a koje tvore lanac vrijednosti dotičnog proizvoda. Nakon što se od strane kupca pojavi potreba za proizvodom, svaki korak u lancu vrijednosti prenosi informaciju na prethodni korak u procesu da postoji potreba za određenom količinom materijala, dijelova ili proizvoda. Na taj način informacija putuje duž lanca vrijednosti i pokreće proces u kojem se odvijaju sve specifične aktivnosti potrebne da bi se od sirovina ili početnih materijala dobio gotov proizvod i isporučio kupcu. Na taj način se gubi potreba za planiranom proizvodnjom i sprječava nepotrebno gomilanje zaliha.

5. Težnja za savršenstvom

Potrebno je težiti savršenstvu u svakom aspektu poslovanja, te u odnosima s kupcima i dobavljačima. Težnja za savršenstvom predstavlja kontinuirano usavršavanje („Kaizen“) svih procesa i aktivnosti u poduzeću. Ovaj proces se ne smije prestati odvijati jer nam osigurava prednost pred konkurencijom. Također, „Lean“ sustav nalaže da se konstantno održavaju kaizen radionice u svrhu usavršavanja raznih procesa u poduzeću. U „Lean“ poduzeću je odgovornost za savršenstvo usmjerena na sve zaposlene, jer će se samo na taj način poduzeće i zaista kretati ka savršenstvu.

4. Zaključak

Tema ovog završnog rada bila je „demistifikacija pojmova vezanih u metodologiju Lean proizvodnje“, pri čemu je zbog opsežnosti posla naglasak stavljen samo na „stupove“ Lean kuće. Ovim radom samo je zagrebena površina onoga što se inače krije iza Lean proizvodnje. Razvoj i usavršavanje metoda i alata ovog sustava doveo je do toga da njihova implementacija u poduzeća danas postaje sve više poželjna. Poduzeća koja žele ostati na tržištu, okreću se svojim kupcima i njihovim zahtjevima. Danas cijenu proizvoda ili usluge određuju kupci, a oni postaju sve zahtjevniji. Kupci žele kvalitetan proizvod, po nižoj cijeni i u što kraćem vremenu. Primjenom osnovnih i naprednih Lean metoda i alata u poduzeću se unaprjeđuju procesi i povećava se efikasnost, raste prihod i dobit, poboljšava se naplata potraživanja, produljuju rokovi plaćanja dobavljačima, smanjuju zalihe sirovina, materijala i gotovih proizvoda i brojni drugi pozitivni efekti. Do danas je razvijeno mnogo alata, metoda i pojmova koji se povezuju s Lean proizvodnjom. Lean ne preza ni od primjene drugih alata koji su razvijeni, kao što su matematički i statistički alati te alati i metode teorije menadžmenta. Uvođenje Lean proizvodnog sustava jedinstven je proces za svako poduzeće, i timovi zaduženi za proces poboljšanja odlučuju koje alate i metode će primijeniti. U sklopu ovog završnog rada napravljen je grafički prikaz „kuće“ Lean proizvodnje na temelju demistificiranih pojmova. Koje alate i metode uzeti nije bio lagan zadatak, jer svaki pridonosi uvođenju sustava na svoj način i sve ovisi od osobnog odabira koji odabrati. Odabir ovisi i o problemu koji se želi riješiti ili o cilju koji se želi postići.. Grafički prikaz (slika 4.1) „kuće“ je trenutno osobno mišljenje kako bi trebala izgledati za ovaj završni rad.



Slika 4.1 „Kuća“ Lean proizvodnje

U Varaždinu, 21. kolovoz 2017.

Sveučilište
Sjever



IZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

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

Ja, ANA-MARIE PINTARIĆ pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključiva autorica završnog rada pod naslovom
DEMISTIFIKACIJA POJMOVA VEZANIH UZ METODOLOGIJU LEAN PROIZVODNJE te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Studentica:
Ana-Marie Pintarić

Ana-Marie Pintarić
(vlastoručni potpis)

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

Ja, ANA-MARIE PINTARIĆ neopozivo izjavljujem da sam suglasna s javnom objavom završnog rada pod naslovom DEMISTIFIKACIJA POJMOVA VEZNAIH UZ METODOLOGIJU LEAN PROIZVODNJE čiji sam autorica.

Studentica:
Ana-Marie Pintarić

Ana-Marie Pintarić
(vlastoručni potpis)

5. Literatura

[1] A.Bertina: Implementacija Lean managementa u poduzeću, Diplomski rad, FSB, Zagreb, 2009.
[2] https://www.slideshare.net/enateduardo/the-house-of-lean-manufacturing-lean-management-v22 dostupno 23.06.2017.
[3] https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/10_05_2012__16882_UZIP_-_Lean_proizvodnja.pdf dostupno: 23.06.2017.
[4] Ž. Kondić, A. Čikić: Upravljanje kvalitetom u mehatronici, Bjelovar, 2011
[5] http://www.svijet-kvalitete.com/index.php/najave/3511-lean-metodologija-upravljanja-proizvodnjom dostupno 23.06.2017.
[6] S. Martinčević-Mikić: Implementacija lean i TPS sustava u proizvodnim poduzećima, Diplomski rad, FSB, Zagreb, 2008
[7] https://www.graphicproducts.com/articles/house-of-lean/ dostupno 23.06.2017.
[8] The Lean Enterprise Institute Cambridge,MA: LEAN LEXICON a graphical glossary for Lean Thinkers, 4th Edition, USA, 2008
[9] http://www.mpnlsolutions.com/id4.html. Dostupno 23.06.2017.
[10] I. Bister: Poboljšavanje proizvodnih procesa, Diplomski rad, FSB, Zagreb, 2015.
[11] https://www.scribd.com/doc/2058917/Lean-Manufacturing-3M-27s-Case-Study dostupno 24.06.2017.
[12] https://kaizeninstituteindia.wordpress.com/2013/05/03/kamishibai/ dostupno26.06.2017
[13] http://robertbcamp.blogspot.hr/2015/08/kamishibai-boards.html dostupno 26.06.2017
[14] https://www.isixsigma.com/tools-templates/sipoc-copis/sipoc-diagram/ dostupno 26.06.2017.
[15] https://blogs.mtu.edu/improvement/author/meganj/page/2/ dostupno 26.06.2017.
[16] http://leanmanufacturingpdf.com/yamazumi-chart/ dostupno 23.06.2017.
[17] http://leanconstructionblog.com/Teaching-Lean-Construction-Pull-And-Flow.html dostupno 23.06.2017.
[18] http://waset.org/publications/5790/applying-lean-principles-tools-and-techniques-in-set-parts-supply-implementation dostupno 23.06.2017.
[19] S. Novak: Primjena Lean sustava u servisnoj djelatnosti, Diplomski rad, FSB, Zagreb, 2009.
[20] http://www.leanhealthcareexchange.com/?p=159 dostupno 24.06.2017.
[21] http://michelbaudin.com/2013/09/17/what-is-karakuri-kaizen/ dostupno 24.06.2017.
[22] https://www.slideshare.net/enateduardo/chemical-process-shutdown-and-lean-4-ways-to-raise-solutiondostupno 24.06.2017.
[23] https://blog.leanstack.com/minimum-viable-product-mvp-7e280b0b9418 dostupno 24.06.2017.
[24] http://www.six-sigma-material.com/Spaghetti-Diagram.html dostupno 24.06.2017.
[25] http://www.1000ventures.com/business_guide/mgmt_kaizen_tqc_main.html dostupno 25.06.2017.
[26] https://blog.gembaacademy.com/2007/02/01/how_to_motivate_people_to_chan_2/ dostupno 27.06.2017.
[27] I. Lekić: Primjena SMED metode pri izmjeni alata, Diplomski rad, FSB, Zagreb, 2014.
[28] https://www.slideshare.net/arwilliamson/rammpp-matrix-productivity-tool dostupno 01.07.2017.
[29] http://sixsigmastudyguide.com/affinity-diagram/ dostupno 02.07.2017.
[30] http://pdcahome.com/english/124/poka-yoke-a-method-to-create-a-safe-design/ dostupno 07.2017.
[31] https://www.isixsigma.com/dictionary/quality-function-deployment/ dostupno 01.07.2017.
[32] http://www.apilean.com/en/qrqc-and-you-what-did-you-improve-yesterday/ dostupno 28.06.2017
[33] https://www.qualitydigest.com/inside/lean-article/062816-fault-tree-analysis-and-its-common-symbols.html dostupno 03.07.2017.
[34] https://www.isixsigma.com/dictionary/8-d-process/ dostupno 04.07.2017.
[35] https://www.slideshare.net/CharlesCotter/root-cause-analysis-tools-and-process dostupno 04.07.2017.

Popis slika

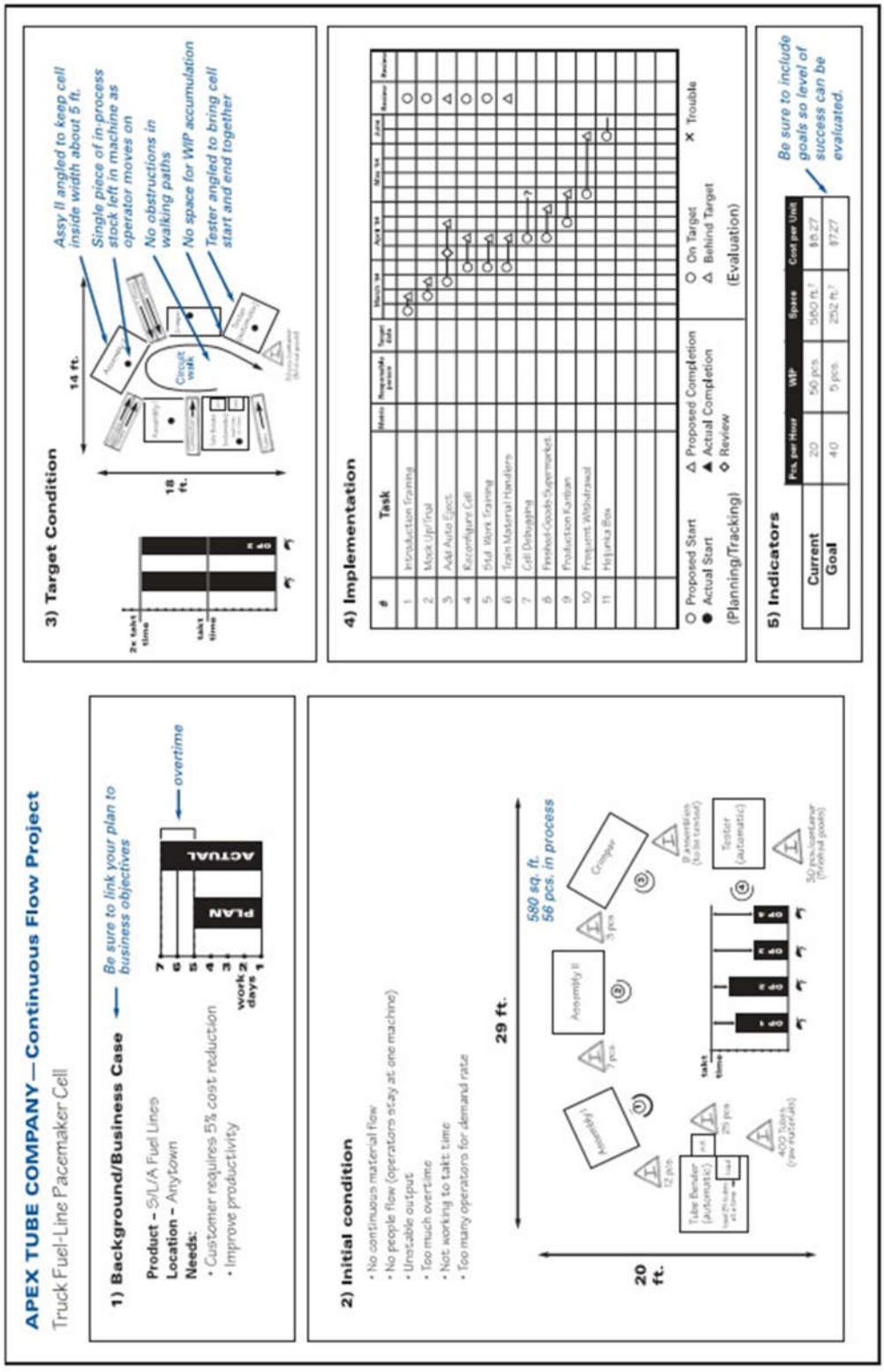
Slika 1.1 „Kuća“ Lean proizvodnje [2] 2
Slika 3.1 TPS „kuća“, prema [8] 5
Slika 3.2.1.1.1 Jednokomadna proizvodnja, prema [8] 9
Slika 3.2.1.2.1 Primjer „VSM“ mape trenutnog stanja [10] 11
Slika 3.2.1.2.2 Primjer „VSM“ mape budućeg stanja [10] 11
Slika 3.2.1.5.1 Primjer Kamishibai ploče [13] 12
Slika 3.2.1.8.1 SIPOC dijagram, prema [15] 14
Slika 3.2.1.9.1 Prikaz Push i Pull metode, prema [1] 15
Slika 3.2.1.11.1 Primjer Yamazumi grafikona, prema [17] 16
Slika 3.2.1.15.1 Karakuri uređaj [21] 19
Slika 3.2.1.16.1 5S [8] 20
Slika 3.2.1.18.1 Primjer brze izmjene alata primjenom SMED metode [8] 22
Slika 3.2.1.21.1 Primjer Spaghetti dijagrama, prema [8] 23
Slika3.2.1.22.1 Tipovi Kanbana [10] 24
Slika 3.2.2.9.1 Muri, Mura. Muda, prema[8] 30
Slika 3.2.2.11.1 Uravnoteženje proizvodnje prema vrsti proizvoda [8] 32
Slika 3.2.3.7.1 Primjer Poka Yoka metode [30] 38
Slika 3.2.3.12.1 Postupak crtanja Ishikawa dijagrama, prema [4] 41
Slika 3.2.3.14.1 ABC dijagram, prema [4] 43
Slika 3.2.3.16.1 Logički simboli dijagrama stablo grešaka, prema [33] 44
Slika 3.2.3.17.1 Primjer jednostavnog i kompleksnog „ANDON“ uređaja, prema [8] 45
Slika 4.1 „Kuća“ Lean proizvodnje 49

Popis tablica

Tablica 1.1 Tablica sistematizacije pojmova 1
Tablica 3.2.2.10.1 Primjer RAMMPP matrice [19] 31
Tablica 3.2.3.2.1 PDCA aktivnosti [4] 34

Prilozi

PRILOG 1. A3 Izvještaj [8]



PRILOG 2. 5W metoda [35]

