Primjena alata vitkog menadžmenta pri izmjeni alata

Slamek, Antonio

Master's thesis / Diplomski rad

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:155287

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Antonio Slamek

Zagreb, 2015.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Mentor: Student:

Prof. dr. sc. Nedeljko Štefanić, dipl.ing. Antonio Slamek

Zagreb, 2015.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći stečena znanja tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se svojoj obitelji koja mi je bila velika potpora tijekom školovanja putem mnogobrojnih korisnih savjeta.

Također bih se želio zahvaliti svim zaposlenicima tvrtke Viadukt d.d. s kojima sam radio na praktičnome dijelu rada.

Posebno bih se želio zahvaliti svome mentoru prof.dr.sc. Nedeljku Štefaniću koji mi je svojim mnogobrojnim savjetima i znanjem pomogao pri pisanju ovog rada.

Antonio Slamek

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite

Povjerenstvo za diplomske ispite studija strojarstva za smjerove:
proizvodno inženjerstvo, računalno inženjerstvo, industrijsko inženjerstvo i menadžment, inženjerstvo materijala i mehatronika i robotika

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur.broj:	

DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **ANTONIO SLAMEK** Mat. br.: 0035179911

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **PRIMJENA ALATA VITKOG MENADŽMENTA PRI IZMJENI ALATA**

Naslov rada na engleskom jeziku: **APLICATION OF LEAN MANAGEMENT TOOLS FOR CHANGE OVER PROCESS**

Opis zadatka:

Alati Vitkog menadžmenta pokazali su se vrlo uspješni pri unapređenju proizvodnih i uslužnih procesa. Kod pojedinih vrsta proizvodnji, između 10% i 20% trajanja ciklusa proizvodnje otpada na izmjenu alata. Pri tome se značajna skraćenja vremena proizvodnje pri izmjeni alata mogu postići primjenom alata Vitkog menadžmenta poput Kaizena i SMED-a. SMED alat i metodologija razvijeni su u Japanu od strane Shingeo Shinga i od tada je svoju učinkovitost pokazala na velikom broju primjera. Iskustva iz prakse pokazala su da se vrijeme izmjene alata može smanjiti sa jednog sata na svega nekoliko minuta.

U radu je potrebno:

- detaljno objasniti procesni pristup proizvodnji
- opisati osnovne principe i alate Vitkog menadžmenta te navesti područja primjene
- detaljno opisati SMED alat Vitkog menadžmenta
- na proizvoljno odabranom realnom primjeru iz prakse primijeniti SMED alat
- sistematizirati postignute ušteda
- postaviti metriku odabranih procesa
- razviti programsku podršku
- razraditi algoritam i metodologiju primjene SMED-a u proizvodnji
- sistematizirati programska rješenja koja se koriste pri izmjeni alata te ih testirati na odabranom primjeru iz prakse.

Zadatak zadan:	Rok predaje rada:	Predviđeni datum obrane:
13. studeni 2014.	15. siječnja 2015.	21., 22. i 23. siječnja 2015.

Zadatak zadao:

Štefanić v.

Prof.dr.sc. Nedeljko Štefanić

Predsjednik Povjerenstva:

Cajner

Prof. dr. sc. Franjo Cajner

SADRŽAJ:

1. UVOD 1

2. PROCESNI PRISTUP PROIZVODNJI..... 2

2.1. DEFINICIJA PROCESA 2

2.2. PROCESNI PRISTUP KOD PROIZVODNJE..... 4

2.3. PODJELA AKTIVNOSTI U PODUZEĆU 6

2.4. RAZVOJNE FAZE PROCESNOG PRISTUPA..... 8

2.4.1. Sustavan pristup organizaciji 8

2.4.2. Porterov koncept lanca vrijednosti..... 8

2.4.3 Potpuno upravljanje kvalitetom.. 9

2.4.4. Reinženjering poslovnih procesa 10

2.4.5. Filozofija šest sigma..... 11

2.5. OBILJEŽJA PROCESNE ORIJENTACIJE. 13

2.6. SLIČNOSTI I RAZLIKE IZMEĐU FUNKCIJSKI I PROCESNO ORIJENTIRANE ORGANIZACIJE 15

3. VITKI MENADŽMENT..... 18

3.1. DRUŠTVENI PREDUVJETI RAZVOJA VITKOG MENADŽMENTA..... 19

3.2. LEAN VODSTVO 20

3.3. PRINCIPI VITKOG MENADŽMENTA..... 23

3.4. ALATI VITKOG MENADŽMENTA 26

3.4.1. Kaizen..... 26

3.4.2. Kanban 28

3.4.3. JIT 30

3.4.4. Mapiranje toka vrijednosti 31

3.4.5. 5S 34

3.4.6. Poka Yoke 35

3.5. PODRUČJA PRIMJENE VITKOG MENADŽMENA..... 36

4. SINGLE – MINUTE EXCHANGE OF DIES (SMED) 39

4.1. UVOD U KORIŠTENJE SMED-A.....40

4.2. PRVI KORAK - PREPOZNAVANJE POČETNOG PODRUČJA PRIMJENE 41

4.3. DRUGI KORAK - PREPOZNAVANJE ELEMENATA 41

4.4. TREĆI KORAK - IZDVAJANJE VANJSKIH ELEMENA.....42

4.5. ČETVRTI KORAK - PRETVARANJE UNUTARNJIH (INTERNIH) ELEMENATA U VANJSKE (EKSTERNE) ELEMENTE 43

4.6. PETI KORAK - POJEDNOSTAVLJENJE OSTALIH ELEMENA.....44

4.7. DEFINIRANJE LINIJE KOJA PREDSTAVLJA OUTPUT ZA VRIJEME IZMJENE ALATA.....45

4.8. DEFINIRANJE LINIJE OUTPUTA KOJA SADRŽI PERIOD USPORAVANJA ZA VRIJEME IZMJENE ALATA 48

5. PRIMJENA SMED-A NA PROCES MONTAŽE I LAKIRANJA PREDNJEG BRANIKA OSOBNOG VOZILA MARKE PEUGEOT U PODUZEĆU VIADUKT D.D.....50

5.1. PODACI O PODUZEĆU VIADUKT D.D.....51

5.2. OPIS DJELATNOSTI PODUZEĆA 52

5.3. PODACI O PROCESU MONTAŽE I LAKIRANJA PREDNJEG BRANIKA.....54

5.4. RASPODJELA VREMENA UNUTAR PROCESA LAKIRANJA I MONTAŽE PREDNJEG BRANIKA (VA,NVA,WA) 63

5.5. POTREBAN BROJ RADNIKA I CIJENA PROCESA 65

5.6. DIJAGRAM TOKA PROCESA.....67

5.7. PRIMJENA SMED ALATA.....69

5.8. PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA 76

6. ZAKLJUČAK..... 80

LITERATURA..... 81

PRILOZI..... 83

POPIS SLIKA:

Slika 1. Shematski prikaz zbivanja u proizvodnom sustavu [3] 3

Slika 2. Strateška perspektiva [1] 4

Slika 3. Organizacijska perspektiva [1] 5

Slika 4. Operativna perspektiva [1] 6

Slika 5. Udjeli pojedinih tipova aktivnosti u procesu [2] 7

Slika 6. Generički lanac vrijednosti [1] 9

Slika 7. Različiti pristupi inicijativi Šest Sigma [1] 12

Slika 8. Segmenti Lean proizvodnje [7] 20

Slika 9. Principi Lean vodstva [8] 22

Slika 10. 5 principa Vitkog menadžmenta [2] 23

Slika 11. 7 vrsta gubitaka vitkog menadžmenta [9] 25

Slika 12. Vremenska usporedba menadžmenta inovacija i Kaizena [11] 28

Slika 13. Podsustavi Kanban sustava [13] 30

Slika 14. Just in time sustav [15] 31

Slika 15. Prikaz osnovnih simbola mapiranja toka vrijednosti [24] 33

Slika 16. 5S [17] 35

Slika 17. Poka Yoke metoda [19] 36

Slika 18. Definiranje linije outputa za vrijeme izmjene alata [21] 45

Slika 19. Definiranje linije outputa koja sadrži period usporavanja za vrijeme izmjene alata [21] 48

Slika 20. Proces montaže i lakiranja prednjeg branika 55

Slika 21. Autopraona poduzeća Viadukt d.d. 56

Slika 22. Osobni automobil nakon demontaže prednjeg branika 57

Slika 23. Boje i lakovi 57

Slika 24. Upuhivanje toplog zraka 58

Slika 25. Odvod onečišćenog zraka 58

Slika 26. Rotacijska brusilica 59

Slika 27. Kompresor za tlačenje zraka 60

Slika 28. Zaštitna maska za špricanje 60

Slika 29. Šprica za lakiranje 61

Slika 30. Završetak montaže prednjeg branika 62

Slika 31. Udjeli pojedinih tipova aktivnosti u procesu lakiranja i montaže prednjeg branika.....64

Slika 32. Dijagram toka procesa 68

Slika 33. Skil Aku odvijač [25]..... 78

POPIS TABLICA:

Tablica 1. Definicije procesa [1] 2

Tablica 2. Sličnosti i razlike između funkcijski i procesne organizacijske strukture [1] 15

Tablica 3. Usporedba menadžmenta inovacija i Kaizena [1].....27

Tablica 4. Primjer SMED forme [22].....50

Tablica 5. Osnovni podaci o poduzeću Viadukt d.d. [23].....51

Tablica 6. Raspodjela vremena unutar aktivnosti.....63

Tablica 7. Broj radnika u procesu 65

Tablica 8. Cijena procesa 66

Tablica 9. Popis aktivnosti i njihova podjela odgovornosti između ljudskog faktora i faktora izmjene opreme 69

Tablica 10. Popis eksternih aktivnosti 70

Tablica 11. SMED forma za proces lakiranja i montaže prednjeg branika.....72

Tablica 12. Usporedba trenutnog i predloženog stanja 76

POPIS OZNAKA:

VA	Value - added activity
NVA	Non - value - added activity
WA	Waste activity
ERO	Eliminirati, reducirati, optimizirati
TQM	Total Quality Management
BPR	Business Process Reengineering
DMAIC	Define, Measure, Analyze, Improve, Control
JIT	Just in time
VSM	Value stream mapping
SMED	Single - Minute Exchange of Dies
OEE	Overall Equipment Effectiveness
TPM	Total Productive Maintenance
NATM	Nova austrijska tunelska metoda

SAŽETAK:

Vitki menadžment poslovna je filozofija organizacije usmjerena na smanjenje operativnih troškova, odnosno svih oblika gubitaka i rasipanja, kako bi se na taj način povećao uspjeh organizacije. Pretpostavlja kontinuiranu, detaljnu i integrativnu primjenu skupa načela, metoda i djelovanja za efikasno i efektivno planiranje, izvršavanje i kontrolu ukupnog lanca stvaranja vrijednosti proizvoda i usluga. Kako bi se eliminirali gubici, vitki menadžment koristi brojne alate kao što su: Kaizen, Kanban, 5S, Just in time, Mapiranje toka vrijednosti, Poka Yoke, SMED, itd. U diplomskom radu naglašen je alat Single - Minute Exchange of Die (SMED). SMED je sustav za značajno smanjenje vremena koje je potrebno za potpunu promjenu opreme. Cilj SMED sustava je pretvoriti što više koraka promjene opreme u eksterne aktivnosti, odnosno u one aktivnosti koje se mogu odvijati tijekom rada opreme. SMED alat i tehnologija razvijeni su u Japanu od strane Shingeo Shinga i od tada su svoju učinkovitost pokazali na velikom broju primjera. Praktični dio diplomskog rada sadrži implementiranje SMED-a na proces montaže i lakiranja prednjeg branika osobnog automobila marke Peugeout u poduzeću Viadukt d.d.

Ključne riječi: proces, vitki menadžment, SMED

SUMMARY:

Lean management is a business philosophy of company organization focused on reducing operating costs and all forms of losses and wast in order to increase the success of the organization. It represents a continuous, thorough and integrative application of a set of principles, methods and activities for efficient and effective planning, execution and control of the overall chain of creating the value of products and services. In order to eliminate losses, lean management uses a number of tools such as: Kaizen, Kanban, 5S, Just in Time, Value Stream Mapping, Poka Yoke, SMED, etc. This thesis focuses on the tool Single – Minute Exchange of Die (SMED). SMED is a system which is used to significantly reduce the time needed for a complete change of the equipment. The goal of the SMED system is to convert as many multistep changes as possible into external activities or the activities that can take place during the operation of the equipment. SMED tools and technologies have been developed in Japan by Shingeo Shing and since then have demonstrated its effectiveness on a large number of examples. The practical part of the thesis contains the implementation of SMED in the process of assembling and painting the front bumper of a car of the Peugeot brand produced by the company Viadukt d.d. (Inc.)

Keywords: process, lean management, SMED

1. UVOD

U današnje vrijeme konkurencija na svim područjima je velika. Iz tog razloga, teško je izdvojiti se među ostalima i biti lider na zahtjevnom tržištu. Sve organizacije nastoje smanjiti troškove, proširiti ponudu, biti fleksibilne, imati kvalitetne proizvode itd. Međutim puno efikasniji način izdvajanja implementiranje je vitkog menadžmenta putem njegovih mnogobrojnih uspješnih alata.

Vitki menadžment znači stvaranje veće vrijednosti za kupca sa što manje resursa. Vitki menadžment značajno smanjuje mogućnost grešaka i zastoja u proizvodnji ili poslovanju u odnosu na tradicionalne poslovne sustave. Pojam vitak slikovito opisuje temeljnu postavku koncepta: proizvoditi ili pružati usluge sa što manje zaliha, pogona, kapitala, ljudskog rada, neispravnih proizvoda, zastoja, čekanja i svega što ne dodaje vrijednost proizvodu ili usluzi uz istodobnu proizvodnju onakvog proizvoda kakvog kupac želi.

Cilj je diplomskog rada proučiti tehnike, metode, alate i procese vitkog menadžmenta. Naglasak je na alatu SMED, koji predstavlja sustav za značajno smanjenje vremena koje je potrebno za potpunu promjenu opreme. Osnova SMED sustava pretvorba je što više internih aktivnosti u eksterne, odnosno u one aktivnosti koje se mogu odvijati tijekom rada opreme.

Diplomski je rad podijeljen na šest različitih cjelina. Nakon uvoda slijedi poglavlje u kojem se obrađuje procesni pristup proizvodnji. U trećem se poglavlju proučava vitki menadžment, te alati vitkog menadžmenta koji se koriste u svrhu unaprjeđenja. Četvrto poglavlje nam donosi detaljan opis SMED alata i metodologije kroz 5 koraka. Praktični se dio diplomskog rada nalazi u petom poglavlju, te opisuje proces montaže i lakiranja prednjeg branika u poduzeću Viadukt d.d., te govori o uštedama i skraćenom vremenu proizvodnje. Posljednje poglavlje predstavlja zaključak u kojem će se sistematizirati cjelokupan diplomski rad. Nakon zaključka još predstoji popis literature i prilozi.

2. PROCESNI PRISTUP PROIZVODNJI

2.1. DEFINICIJA PROCESA

Riječ proces potječe od latinske riječi processus, što znači ići prema naprijed. Popularnost samog izraza rezultirala je brojnim definicijama poslovnih procesa. Većina definicija se temelji na literaturi o reinženjeringu poslovnih procesa nastaloj 1990-ih godina. [1]

Tablica 1 - Definicije procesa [1]

M.Hammer i J.Champy (1993.)	Usredotočili su se na eksterni utjecaj procesa, ističući kako je proces skup aktivnosti pri kojima se iskorištava jedan ili više inputa i stvara output, donoseći vrijednost potrošaču.
T.H.Davenport (1993.)	Proces je specifičan redoslijed radnih aktivnosti u vremenu i prostoru, sa svojim početkom i završetkom te utvrđenim inputima i outputima, odnosno strukturom djelovanja.
J.H.Harrington (1991.)	Prema njemu, u poslovnim se procesima iskorištavaju organizacijski resursi kako bi se postigli planirani rezultati.
O. Rentzhog (1998.)	Nudi drugačije objašnjenje, koje uključuje dodavanje vrijednosti, ali govori o ponavljanju procesa. Za njega je proces aktivnost ili skup povezanih aktivnosti kojima se inputi pretvaraju u outpute za potrošače tijekom neprestanog ponavljanja.
G. A. Rummler i A.P.Brache (1995.)	Upravljanje procesima opisuju kao način upravljanja praznim prostorom na organizacijskom dijagramu. Žele reći kako procesi zbog svoje horizontalne prirode obuhvaćuju prostor između različitih poslovnih funkcija u organizaciji, jer se upravo između funkcijskih organizacijskih jedinica pojavljuju brojni problemi i prazni hodovi.

Uzevši u obzir sve prethodno navedene definicije poslovnih procesa, može se reći da je poslovni proces strukturiran, analitičan međufunkcijski skup aktivnosti koji zahtijeva neprestano unaprjeđivanje. Riječ je o aktivnostima jasno utvrđenih početkom i završetkom, tijekom kojih se u više ili manje stalnim intervalima stvara vrijednost za potrošače.

Da bi se proces odvijao, potrebno je da, osim objekta na kojem se proces zbiva, postoji: [3]

- Sustav u kojem se proces zbiva
- Energija pomoću koje će se obaviti rad
- Informacije pomoću kojih će proces biti vođen (upravljan) željenom rezultatu



Slika 1. Shematski prikaz zbivanja u proizvodnom sustavu [3]

U proizvodni se sustav dovode sirovine, energija i informacije, a nakon pretvorbe sirovina koje su podvrgnute djelovanju procesa iz sustava izlaze proizvodi i otpad (suvišan materijal uklonjen u procesu i neispravni proizvodi koji su škart). [3]

2.2. PROCESNI PRISTUP KOD PROIZVODNJE

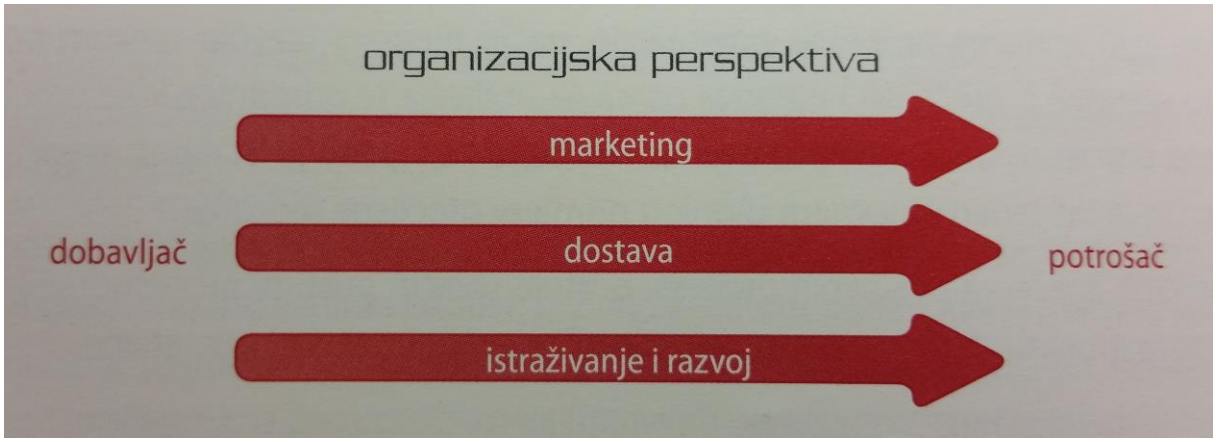
Postoje 3 perspektive iz kojih se može promatrati procesni pristup kod proizvodnje: [1]

- Strateška perspektiva – Usredotočena je na strateške procese pri kojima se resursi iskorištavaju kako bi se zadovoljile potrebe potrošača. Perspektiva je sveobuhvatna zato što su uključeni i dobavljači, tj. potrebe potrošača i tržišnih segmenata koje se nastoje strateški uskladiti mogućnostima i tehnološkim rješenjima poduzeća. Pritom je najvažnije prilagođavanje procesnog portfelja poduzeća, pri čemu se mogu mijenjati proizvodi, potrošači i tehnološka rješenja.



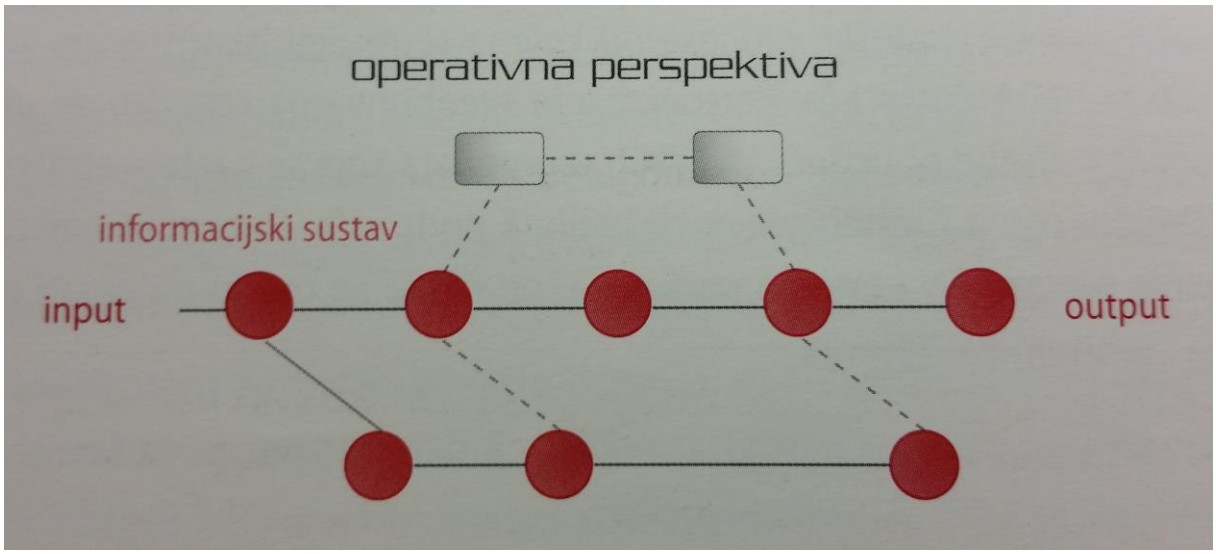
Slika 2 - Strateška perspektiva [1]

- Organizacijska perspektiva - Usredotočuje se na ključne, odnosno na kritične poslovne procese poduzeća. Naglasak je na razvoju tih poslovnih procesa već utvrđenim segmentima potrošača, dobavljača i proizvoda/usluga.



Slika 3 - Organizacijska perspektiva [1]

- Operativna perspektiva – Bavi se operativnim procesima točno određenih inputima i outputima, pri čemu je poznat sam proces i njegovi outputi (proizvodi ili usluge) odnosno potrošači. U samom povezivanju brojnih procesnih čvorišta, koja nastaju zbog isprepletenosti većeg broja poslovnih procesa, važnu ulogu ima informacijska tehnologija.



Slika 4 – Operativna perspektiva [1]

Procesni je pristup posebno koristan ako su poslovni procesi utvrđeni na strateškoj razini i iz perspektive potrošača (izvana prema unutra). Kada su poslovni procesi utvrđeni na operativnoj razini, često započinju i završavaju unutar organizacijskih funkcijskih jedinica. U protivnome, poslovni se procesi međufunkcijski protežu cjelokupnom organizacijom.

2.3. PODJELA AKTIVNOSTI U PODUZEĆU

U procesima postoje tri tipa aktivnosti: [2]

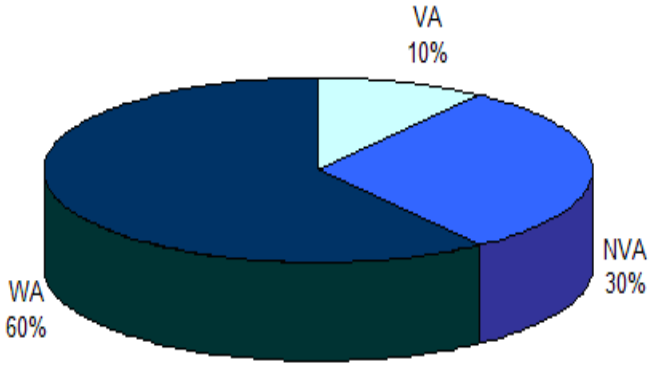
- Aktivnosti koje dodaju vrijednost proizvodu (VA[1]) predstavljaju direktan rad, odnosno transformiraju materijal, informaciju i klijente u oblike koji imaju povećanu vrijednost. Kupac ih je spreman platiti.

[1] eng. Value-added activity – aktivnost koja dodaje vrijednost

- Aktivnosti koje ne dodaju vrijednost proizvodu (NVA[2]) su aktivnosti koje ne možemo eliminirati iz procesa jer mu osiguravaju kvalitetu ili ih moramo izvršiti zbog zakonskih regulativa. Takve aktivnosti kupac nevoljko plaća, a primjeri su kontrola kvalitete, mjerenja, pripremno-završna vremena strojeva itd.

- Aktivnosti koje predstavljaju čisti gubitak (WA[3]) su aktivnosti koje nastojimo u potpunosti eliminirati iz procesa jer troše resurse, kupac ih ne želi platiti, a ne dodaju apsolutno nikakvu vrijednost proizvodu. Prema lean konceptu postoji osam vrsta takvih aktivnosti: prekomjerna proizvodnja, transport, čekanje, prekomjerna obrada, zalihe, nepotrebni pokreti, škart i nedovoljno iskorištenje potencijala zaposlenika. [2]

Ustanovljeno je da aktivnosti koje predstavljaju gubitak imaju prosječan udio od čak 60% u procesima, aktivnosti koje ne dodaju vrijednost proizvodu imaju udio od 30-ak %, a aktivnosti koje direktno dodaju vrijednost proizvodu imaju udio od tek 10%.



Slika 5. Udjeli pojedinih tipova aktivnosti u procesu [2]

[2] eng. Non-value-added activity – aktivnost koja ne dodaje vrijednost
[3] eng. Waste Activity – aktivnost koja je gubitak

Očito je da je ovakva situacija vrlo nepovoljna jer glavninu vremena zauzimaju aktivnosti koje kupac ne želi platiti. Zbog toga potrebno je primijeniti ERO[4] strategiju – nastoji se eliminirati aktivnosti koje predstavljaju čisti gubitak, reducirati aktivnosti koje ne dodaju vrijednost proizvodu i optimirati aktivnosti koje dodaju vrijednost proizvodu.

2.4. RAZVOJNE FAZE PROCESNOG PRISTUPA

2.4.1. Sustavan pristup organizaciji

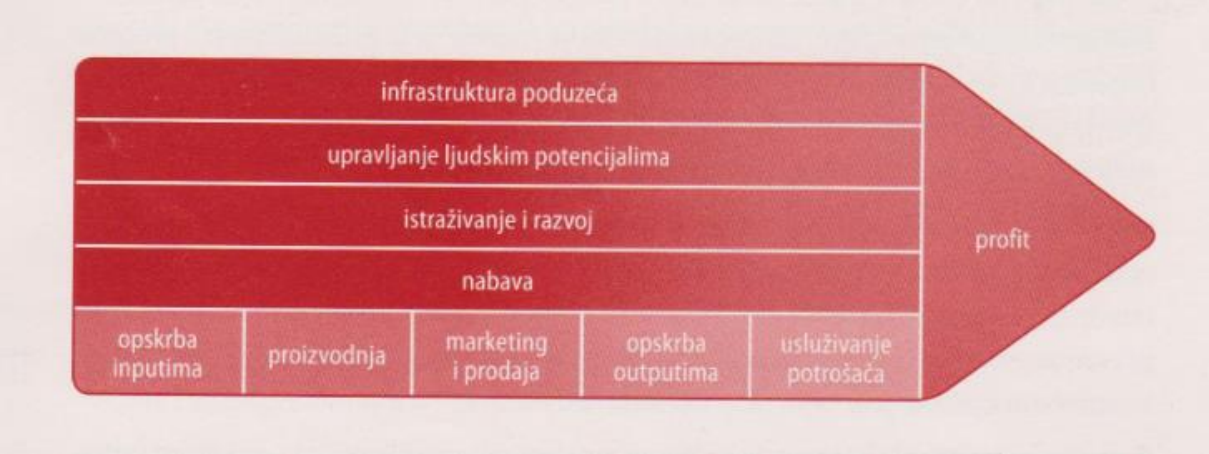
Procesno razmišljanje zapravo je podskup sustavnog razmišljanja. U sustavnom je razmišljanju naglasak na razumijevanju organizacije kao cjeline, a procesno se razmišljanje usredotočuje na dio sustava koji proizvodi specifične rezultate. Zahvaljujući svojim obilježjima, sustavni pristup pruža novi stav prema analizi i redizajnu poslovnih procesa. Najvažnije je razmišljati o poslovnom procesu kao cjelini, odnosno treba shvatiti kako se specifični proces uklapa u veći proces, a u konačnici u lanac vrijednosti. [1]

2.4.2. Porterov koncept lanca vrijednosti

M.E.Porter može se nazvati pokretačem usmjeravanja pozornosti na poslovne procese; iznio je koncept poduzeća kao lanca vrijednosti – sveobuhvatnog skupa svih aktivnosti koje su potrebne za oblikovanje, promicanje i pružanje podrške proizvodnoj liniji. Porter ističe potrebu upravljanja procesima te praćenja i mjerenja ostvarenja postavljenih ciljeva, i to na razini procesa u cjelini i na razini potprocesa, aktivnosti i konkretnih radnih zadataka. Ideja lanca vrijednosti uvedena je kako bi se naglasilo da kompanije trebaju razmišljati o procesima kao entitetima koji započinju

[4] ERO – eliminirati, reducirati, optimizirati

razvojem novih proizvoda i zahtjevima potrošača, a završavaju zadovoljavanjem potreba potrošača. Aktivnosti unutar lanca vrijednosti mogu se podijeliti na primarne i sekundarne, slično podjeli poslovnih procesa na ključne i potporne procese. Pristup lanca vrijednosti najviša je razina promatranja poslovne aktivnosti unutar organizacije, odnosno između organizacija. Za razliku od njega, procesni je pristup usmjeren prije svega na optimizaciju aktivnosti unutar organizacije.



Slika 6 – Generički lanac vrijednosti [1]

2.4.3. Potpuno upravljanje kvalitetom

Potpuno upravljanje kvalitetom (TQM)[5] definira se kao pristup poboljšanja učinkovitosti i fleksibilnosti poduzeća kao cjeline. Potpunim upravljanjem kvalitetom nastoje se, uz minimalne troškove, zadovoljiti potrebe i očekivanja potrošača, i to kontinuiranim unaprjeđivanjem. Riječ je o dugotrajnom procesu u kojem se razvijaju ne samo procesi i proizvodi,već i ljudi. Cilj je ostvariti zavidnu razinu interne kontrole, jer ako je interna kvaliteta slaba, teško će se moći postići dostatna eksterna kvaliteta.

[5] eng. Total Quality Management - potpuno upravljanje kvalitetom

Osnovna načela potpunog upravljanja kvalitetom jesu: [1]

- kontinuirano unaprjeđivanje poslovnih procesa
- znanje o procesima
- usmjerenost na potrošače
- predanost
- primjena „odozdo prema gore“
- potpuna uključenost
- timski rad
- ulaganje u ljude

Danas se manje govori o potpunom upravljanju kvalitetom, a više o filozofiji šest sigma.

2.4.4. Reinženjering poslovnih procesa

Reinženjering poslovnih procesa (BPR)[6] temeljito je promišljanje i radikalno redizajniranje poslovnih procesa radi postizanja osjetnih poboljšanja troškova, kvalitete, usluga i brzine - kritičnih suvremenih mjerila uspjeha. Primjenom procesne filozofije, koncept reinženjeringa djeluje na temeljite promjene cjelokupne organizacije, i to utjecajem na njezine najvažnije komponente: organizacijsku strukturu, način obavljanja operativnih poslova u organizaciji (samim time i na položaj zaposlenika) i sustav upravljanja. Ipak, treba istaknuti da je reinženjering poslovnih procesa organiziran samo na projektnoj osnovi, kako nije koncept, tj. nije cjelokupan i jedinstven način upravljanja organizacijom. Reinženjering poslovnih procesa, za razliku od filozofije potpunog upravljanja kvalitetom, temelji se ponajprije na projektnoj osnovi, čime se vremenski ograničava njegovo trajanje. Procesna je orijentacija najvažniji element reinženjeringa poslovnih procesa. Točnije, popularizirao je procesno razmišljanje i eksplicitno vlasništvo nad procesima. [1]

[6] Eng. Business Process Reengineering – reinženjering poslovnih procesa

2.4.5. Filozofija šest sigma

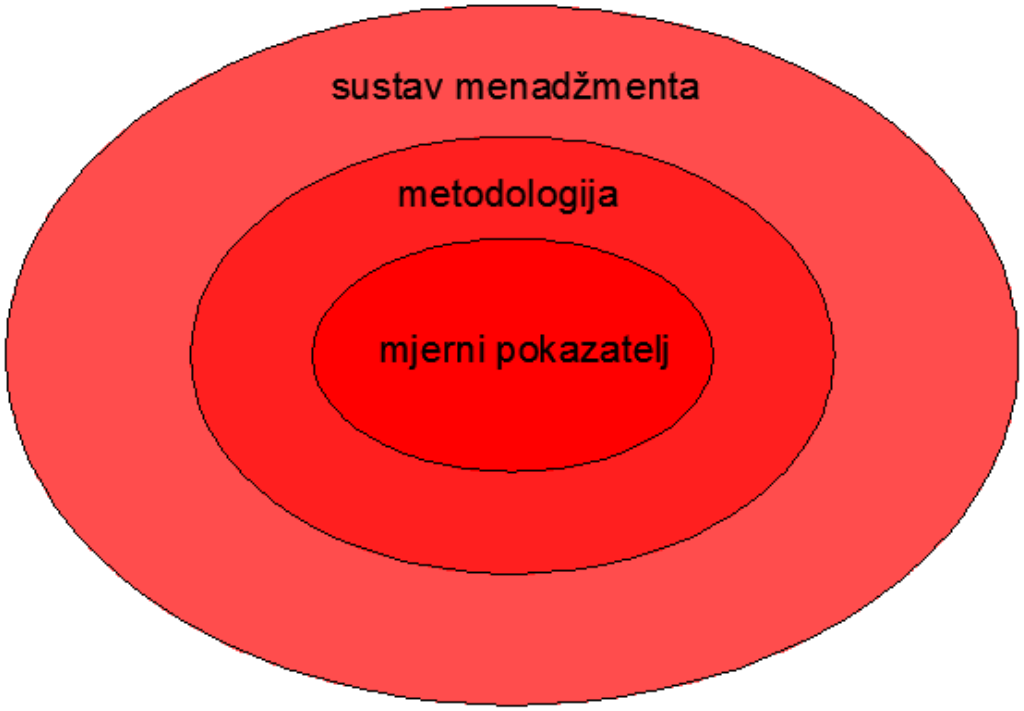
Šest sigma može se definirati kao program unaprjeđivanja kojemu je svrha smanjenje varijabilnosti i isključenje gotovo svih nedostataka proizvoda, procesa ili transakcije. U širem smislu, program šest sigma može se opisati kao strateška inicijativa kompanije za unaprjeđenje procesa s ciljem smanjivanja troškova i povećanja prihoda, tj. procesna učinkovitost. Sam pojam šest sigma temelji se na statističkoj mjeri koja označuje 3.4 pogreške, tj. nedostataka na milijun prilika.

U samoj su srži filozofije šest sigma sljedeća polazišta: [1]

- svaka aktivnost ili zadatak mogu se shvatiti kao proces ili dio procesa
- svaki se proces može procijeniti prema prosječnoj uspješnosti i varijaciji
- procesi su optimalni kada su rezultati procesa na očekivanoj razini, uz minimalnu varijaciju

Ipak, svaka organizacija različito gleda na inicijativu šest sigma. Prema T. McCartyu, L. Danielsu, M. Bremeru i P. Gupti ona se može sagledati na tri razine: [1]

- kao mjerni pokazatelj
- kao metodologija
- kao sustav menadžmenta



Slika 7 - Različiti pristupi inicijativi šest sigma [1]

Šest sigma kao mjerni pokazatelj primjenjuje se za utvrđivanje uspješnosti poslovnog procesa, ali i rezultata unaprjeđenja. Riječ je o standardnom pokazatelju koji pokazuje stupanj kontrole nad poslovnim procesom radi postizanja željene uspješnosti. Stoga ga kompanije sve češće primjenjuju za mjerenje kvalitete svojih proizvoda/usluga, odnosno samih poslovnih procesa.

Šest sigma kao sustav menadžmenta usredotočuje se na četiri ključna područja: [1]

- razumijevanje i zadovoljavanje potrebe potrošača
- usklađivanje ključnih poslovnih procesa kako bi se zadovoljile potrebe potrošača
- provođenje kompleksnih analiza podataka kako bi se razumjela i smanjila varijacija u ključnim poslovnim procesima
- poticanje brzog i održivog unaprjeđivanja poslovnih procesa

Šest sigma kao metodologija koristi DMAIC[7] metodologiju za analizu poslovnih procesa radi otkrivanja glavnih izvora neprihvatljive varijacije i razvoja rješenja. Nastoje se isključiti ili smanjiti pogreške i varijacije. Primjenom mjernih pokazatelja i njihovim uključivanjem pomoću DMAIC tehnologije, šest sigma postaje snažan model rješavanja problema i provođenja kontinuiranog unaprjeđenja.

2.5. OBILJEŽJA PROCESNE ORIJENTACIJE

Posebno je važno istaknuti horizontalnu (lateralnu) komunikaciju kao jedno od najvažnijih obilježja. Naime, nedostatak komunikacije među odjelima često može biti jedna od najvećih zapreka provedbi djelotvornih promjena. Lateralnom komunikacijom prevladavaju se te zapreke među odjelima i zaposlenicima omogućuje da koordinacijom lakše ostvare organizacijske ciljeve. Uvođenjem specifičnih mehanizama (veza) potiče se međufunkcijska interakcija kao važan element poslovnih procesa. P.E.D. Love i A.Gunasekaran su osmislili 10 načela koja su bit horizontalne organizacije: [1]

- Organiziranje oko poslovnih procesa, ne oko radnih zadataka
- Snižavanje hijerarhije smanjivanjem dijelova radnog toka i broja aktivnosti koje ne stvaraju dodanu vrijednost
- Davanje ovlasti za procese i procesne mjerne pokazatelje
- Povezivanje ciljeva uspješnosti sa zadovoljstvom potrošača
- Postavljanje timova, a ne pojedinaca, kao temelja uspješnosti poslovanja i organizacijskog dizajna
- Što češće kombiniranje menadžerskih i nemenadžerskih aktivnosti
- Shvaćanje višestrukih kompetencija kao pravila, a ne kao iznimke

[7] eng. Define, Measure, Analyze, Improve, Control – definiraj, izmjeri, analiziraj, poboljšaj, kontroliraj

- Informiranje i treniranje zaposlenih na načelu „točno na vrijeme“ (JIT[8]), a ne na načelu kako nešto „trebaju znati“
- Optimiziranje i poboljšanje kontakata s potrošačima i dobavljačima
- Nagrađivanje individualnih vještina i timskih postignuća, a ne samo individualnih postignuća

Uz horizontalnu komunikaciju, ključno je obilježje procesno orijentirane organizacije i postojanje nove uloge, nazvane vlasništvo nad procesima (tj.vlasnik procesa), te raspoređivanje ciljeva i resursa poduzeća funkcijskim jedinicama putem poslovnih procesa. Time se osigurava da funkcijske jedinice budu potpuno usklađene i sposobne odgovoriti novim potrebama poslovnih procesa koje podupiru.

Nedostatak je procesne organizacijske strukture to što donosi više štete nego koristi ako menadžeri pažljivo ne odrede ključne poslovne procese za stvaranje vrijednosti za potrošače. Određivanje poslovnih procesa oko kojih se treba organizirati poslovanje može biti vrlo teško i dugotrajno. Pomak prema procesnoj organizacijskoj strukturi zahtijeva mnogo vremena zato što su nužne promjene u kulturi, u opisima poslova, u filozofiji menadžmenta te u sustavima informiranja i nagrađivanja. Tradicionalni, funkcijski menadžeri teško prihvaćaju situaciju u kojoj se moraju odreći dijela svoje moći i autoriteta kako bi djelovali poput trenera i biti promicatelji procesnog tima. Zaposlenici moraju svladati vještine učinkovitog rada u timovima. Ne smije se zanemariti važnost informacijskih sustava i njihove uporabe u procesno orijentiranoj organizaciji, jer omogućuju lakšu, jednostavniju i bržu prilagodbu na poslovne procese. Informacijska tehnologija jedan je od glavnih čimbenika koji omogućava odvijanje poslovnih procesa preko funkcijskih i organizacijskih granica.

[8] Eng. Just in time – točno na vrijeme

2.6. SLIČNOSTI I RAZLIKE IZMEĐU FUNKCIJSKI I PROCESNO ORIJENTIRANE ORGANIZACIJE

Sličnosti i razlike između funkcijski i procesno orijentirane organizacije ću predočiti pomoću tablice.

Tablica 2 – Sličnosti i razlike između funkcijske i procesne organizacijske strukture [1]

Kategorija	Funkcijska organizacijska struktura	Procesna organizacijska struktura
ORGANIZACIJSKO TEŽIŠTE		
Glavno težište	Poslovne funkcije	Poslovni procesi
Uklađenost s organizacijskim ciljevima i misijom	Nerazumijevanje misije i ciljeva organizacije	Usredotočenost na misiju i na organizacijske ciljeve
Proizvod	Jednostavan, standardiziran proizvod	Fleksibilan proizvod prilagodljiv potrošaču
Usredotočenost na zapsolenike	Zaposlenici funkcijski usmjereni na zadovoljavanje nadređenih	Zaposlenici procesno orijentirani na zadovoljavanje potrebe potrošača
Osnovne organizacijske jedinice	Poslovne funkcije	Procesni timovi
Radni zadaci, poslovi	Radni zadaci i poslovi usko su definirani	Radni zadaci i poslovi širokog su opsega i fleksibilni
Način upravljanja	Centralizacija	Decentralizacija
Ključna osoba	Direktor odjela (poslovne	Vlasnik procesa

	funkcije)	
Ključna osoba	Direktor odjela (poslovne funkcije)	
Dubina organizacije	Visoka (hijerarhijska)	Plitka
Vrsta strukture	Mehanicistička/birokratska	Organska
OPERATIVNI PROCESI		
Radni tokovi	Isprekidani	Pojednostavnjeni/povezani
(sub)Optimizacija	Suboptimizacija operacija zbog optimizacije pojedinih funkcija	Optimizacija procesa iako uvjetuje suboptimizaciju pojedinih funkcija
Tehnologija	Specifična	Fleksibilna
Utvrđivanje odgovornosti	Subjekt pogreške	Uzrok pogreške
Svrha kontrole	Ispravljanje pogrešaka	Smanjenje varijacije
Mjerenje uspješnosti	Rezultati	Rezultati i procesi
Provođenje kontrole	Naknadna kontrola (nakon pojavljivanja problema)	Preventivna kontrola
Raspodjela resursa	Konkurencija	Zajednički resursi
ZAPOSLENICI		
Vještine zaposlenika	Individualna i funkcijska specijalizacija	Povezivanje vještina (široke kompetencije)
Sustav nagrađivanja	Na temelju funkcijskog doprinosa	Na temelju organizacijskog doprinosa
Fleksibilnost	Nema fleksibilnosti	Fleksibilnost pri promjeni
Način ponašanja prema zaposlenicima	Upravljanje zaposlenicima	Razvijanje zaposlenika
Odgovornost	Uska	Široka

KOMUNIKACIJA/KOORDINACIJA		
Smjer	Vertikalan	Horizontalan
Protočnost	Zapreke između odjela	Organizacija bez granica
Najčešći oblik komunikacije	Nadređeni/podređeni	Dobavljač/potrošač
Koordinacija funkcija	Funkcije ne surađuju	Međufunkcijska suradnja
Brzina	Spor protok informacija	Brz protok informacija
Razumijevanje posla	Razumijevanje posla samo svoje organizacijske jedinice	Razumijevanje povezanosti s ostalim organizacijskim jedinicama
Raspodjela informacija	Međufunkcijske jedinice nemaju redovito potrebne informacije	Informacije od zajedničkog interesa rutinski se prosljeđuju međufunkcijskim jedinicama
ORGANIZACIJSKA KULTURA		
Promjene	Nesklonost promjenama	Sklonost promjenama
Način razmišljanja	Kratkoročno razmišljanje	Dugoročno razmišljanje – pružanje potpore
Vrsta kulture	Individualistička kultura	Timski rad

Zbog višeslojnih razlika analizirana su dva organizacijska oblika na temelju šest kategorija: organizacijsko težište, strukturni elementi, operativni procesi, zaposlenici, komunikacija i organizacijska kultura. Iz tablice je vidljivo da je procesno organizacijsko rješenje u mnogim aspektima bolje od tradicionalne funkcijske organizacijske strukture.

3. VITKI MENADŽMENT

Tvrtke svih veličina i oblika, od industrijskih giganata, preko srednjih i malih tvrtki do mikro tvrtki, danas se suočavaju s mnogobrojnim izazovima vlastitog opstanka. U vrlo teškom vremenu recesije i financijske krize uobičajena je reakcija smanjenje troškova na bilo koji način, zbog čega se rukovodstva tvrtki najčešće ne odlučuju za nove programe unaprjeđenja i/ili ubrzavanje programa koji se nalaze u realizaciji. [4]

No jedan od načina kako se poslovanje može unaprijediti te smanjiti troškove i maksimizirati dobit, a na zadovoljstvo i kupca i proizvođača, je i implementacijom vitkog menadžmenta. Vitki menadžment (Lean[9]) temelji se na lean proizvodnji. Neki od uspješnih začetnika i praktičara takvog sustava su: Toyota, Ford, Harley-Davidson i drugi. Zanimljivo je kako su oni razvili i implementirali taj sustav upravo kako bi novim pristupima izbjegli bankrot.

U današnje se doba sve odvija brzo, odnosno tempo je života brz, a tako i tempo poslovanja. Iz tog razloga, tvrtke ne bi trebale djelovati reaktivno, odnosno rješavati tzv. hitne slučajeve kada se oni pojave. U tom slučaju, jako malo vremena i pažnje se posvećuje analizi pravih razloga za neučinkovitost procesa i sustava. Ukoliko je pravilno implementiran, vitki menadžment može otkloniti takve probleme i donijeti poboljšanja i u tom segmentu.

Lean organizacija omogućuje održavanje proizvodnje s manje osoblja, proizvodnih površina i investicija, te manje ulaganja u istraživanje i razvoj. Lean organizacije u stanju su proizvoditi veći broj varijanti proizvoda uz visok stupanj kakvoće. One su organizacije koje uče, koje prolaze kroz kontinuirani proces poboljšanja. Pritom je timski rad temelj oblikovanja takvih organizacija. Takav menadžment pokušava povezati prednost masovne proizvodnje s prednostima obrtničke proizvodnje.

[9] eng. Lean – vitki menadžment

Vitki menadžment poslovna je filozofija na razini organizacije usmjerena na smanjenje operativnih troškova, odnosno svih oblika gubitaka i rasipanja, kako bi se na taj način povećao uspjeh organizacije. Pretpostavlja kontinuiranu, detaljnu i integrativnu primjenu skupa načela, metoda i djelovanja za efikasno i efektivno planiranje, izvršavanje i kontrolu ukupnog lanca stvaranja vrijednosti proizvoda i usluga. [5]

Takav menadžment može se tumačiti i kao stvaranje veće vrijednosti za kupca, koristeći manji broj resursa. Organizacija koja je temeljena na lean sustavu poslovanja mora znati što njihovi kupci zahtijevaju i prema tome fokusirati svoje ključne procese kako bi kontinuirano stvarali dodanu vrijednost za kupca. U tome je zapravo jedna od ključnih stvari eliminiranje gubitaka u cjelokupnom sustavu, a ne samo u određenim dijelovima koji zahtijevaju npr. manje resurse, ljudski napor, manje vremena kako bi se izradio proizvod ili usluga. Vitki menadžment znantno smanjuje mogućnost grešaka i zastoja u poslovnim procesima, nego što se ti zastoji i greške mogu smanjiti u tradicionalnim sustavima.

3.1. DRUŠTVENI PREDUVJETI RAZVOJA VITKOG MENADŽMENTA

Vitki je menadžment izvorno razvijen kao odgovor na strateške izazove. Nastao je kod japanskih menadžera, u ranim 60-ima kao odgovor na prijetnju masovne proizvodnje SAD-a, za koje se smatralo da posjeduje superiornu tehnologiju. Japanskim je menadžerima bio izazov spojiti učinkovitost s fleksibilnošću da bi se moglo konkurirati cijenom, ali i kvalitetom i raznolikošću. [5]

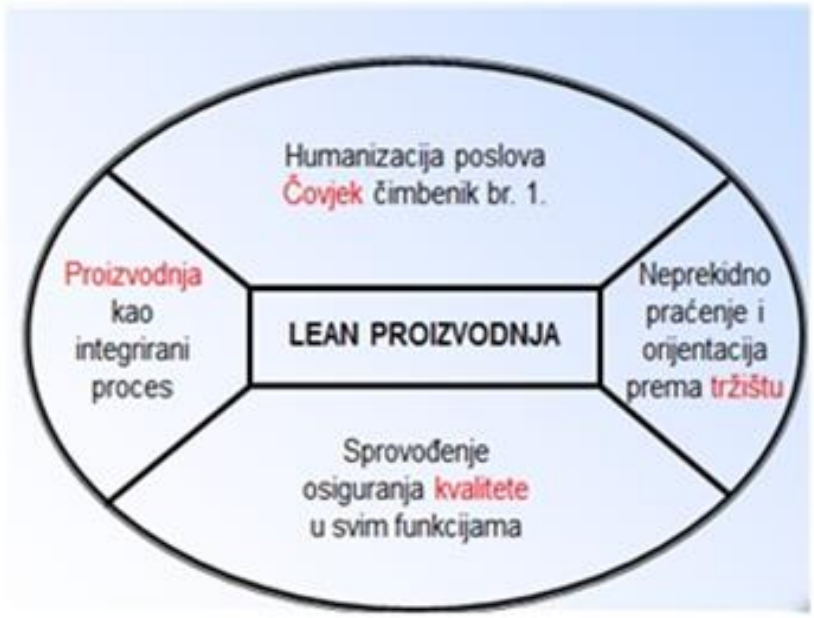
Vanjski izazovi mogu utjecati na vitki menadžment na dva načina: [6]

- Promjene na tržištu i u konkurenciji mogu utjecati na ekonomske aspekte sistema
- Promjene u društvu – radnici mogu odbiti zahtjeve koje nameće lean proizvodnja

Vitki menadžment temelji se na načelima lean proizvodnje, koja se sastoji u tome da u svim fazama proizvodnog procesa rade visokokvalificirani zaposlenici, koji su usredotočeni na detalje i

rješavanje problema radi smanjenja pogreški te povećanja kvalitete i produktivnosti. [6]

Na slici 8 su prikazani segmenti lean proizvodnje.



Slika 8 – Segmenti lean proizvodnje [7]

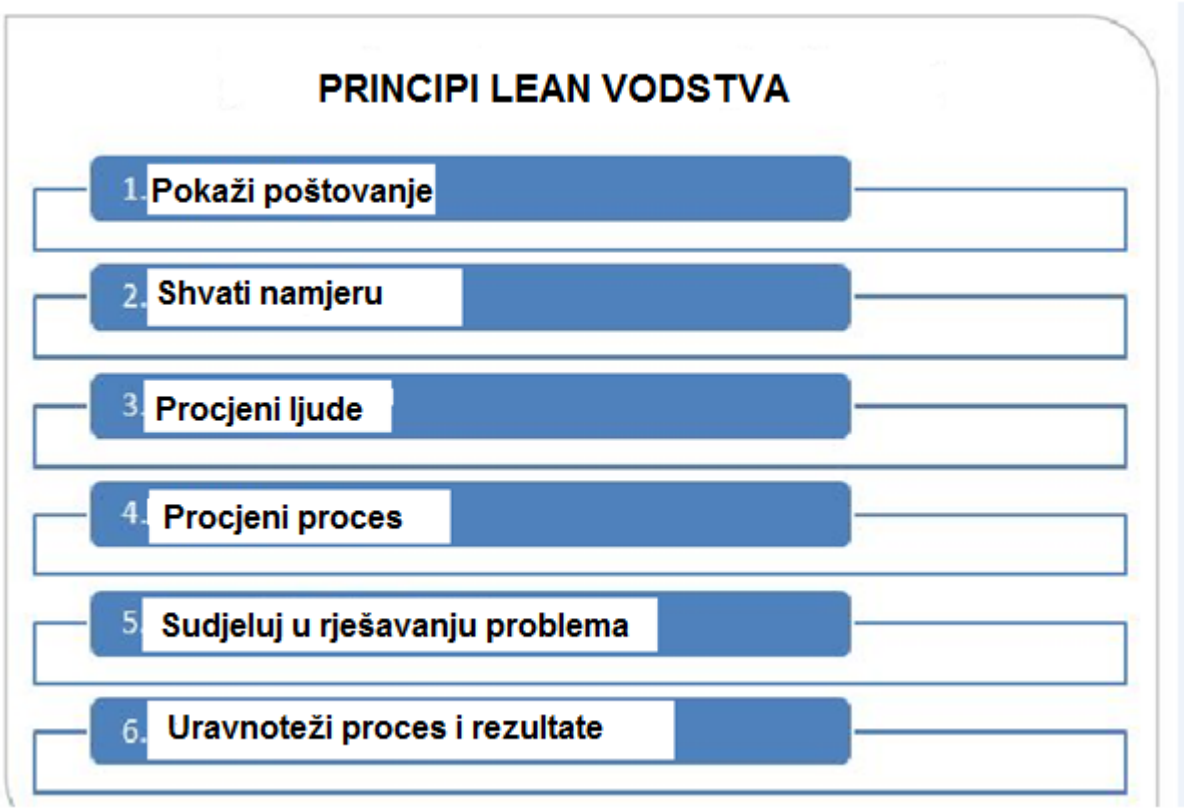
3.2. LEAN VODSTVO

S pojmom vitkog menadžmenta u uskoj je vezi i pojam lean vodstva. Pod lean vodstvo misli se na djelotvorno i uspješno vodstvo koje je najprimjerenije za naredna razdoblja turbulencije i neizvjesnosti, te osigurava potpun i cjeloviti pristup svakom pojedincu, grupi i organizaciji. Osnovna je karakteristika tog stila vodstva kontinuirano poboljšanje proizvodnje, u kojoj se traže svi oni mehanizmi koji pridonose stvaranju dodane vrijednosti, a

istodobno se minimiziraju i eliminiraju svi nepotrebni gubitci. Takva vrsta opimizacije unutar bilo kojeg sustava nije moguća bez efikasnog i efektivnog vodstva. Takvo vodstvo osigurava svakoj organizaciji potrebnu transformaciju te kreativno, inovativno i sustavno mišljenje kao i pozitivnu poslovnu kulturu. [5]

Vrhovni menadžment osigurava viziju, organizaciju, kontrolu i upravljanje, a vitki menadžment osigurava potrebnu kompetentnost, visoku razinu zajedništva i motivaciju za postizanje zajedničkih ciljeva i ostvarivanje boljih rezultata. Lean vođe poslovno dolaze do izražaja u današnjim uvjetima globalizacije, koji praktički i zahtijevaju nove oblike vodstva. [5]

Promjene i nepredvidivi izazovi jačaju vještine lean vođa, te im pomažu da oni i njihove organizacije budu spremni za nove izazove. Oni ne gube vrijeme na nepotrebne rituale i njihova je najveća prednost brzina. Obogaćuju se radeći u pozitivnom okruženju sa svojim kolegama. Ne koriste se agresivnim metodama da bi pridobili svoje sljedbenike. Lean vođe omogućuju svojim sljedbenicima prilike kako bi i oni zadovoljili svoje potrebe za razmišljanjem, kreativnošću, isticanjem kroz akcije i slično. Zato sljedbenici u ovom tipu vodstva ne mogu ne slijediti vođu. Lean vođe rijetko griješe. Oni vode na način koji povezuje pojedinačnu, grupnu i organizacijsku dinamiku. [5]



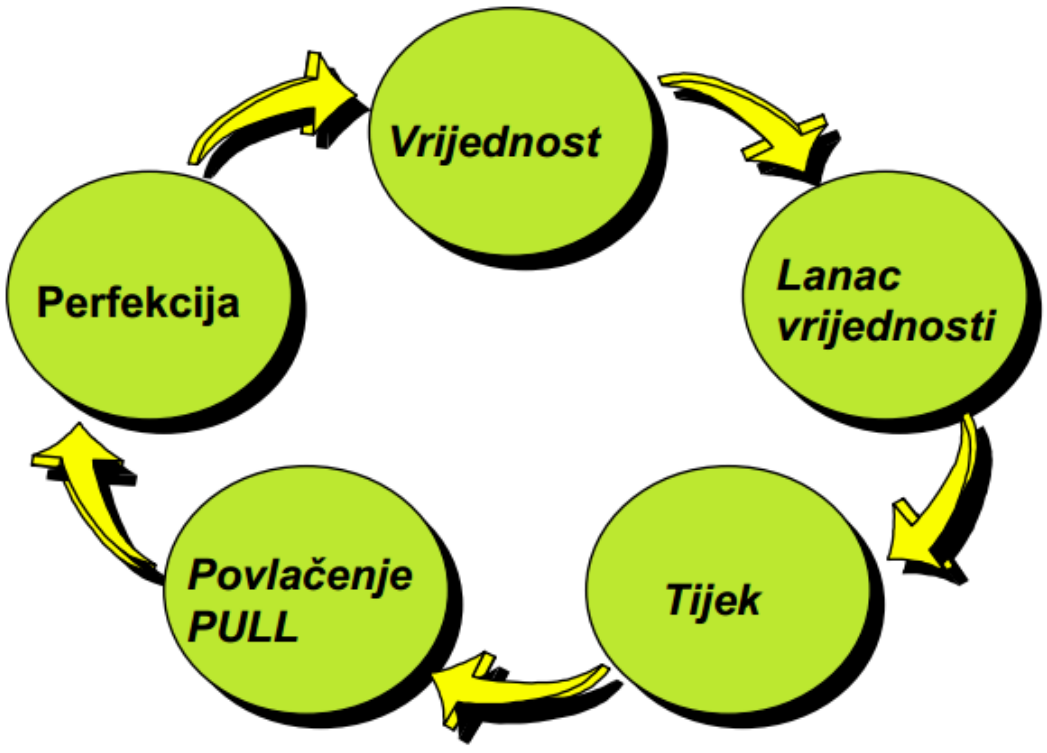
Slika 9 – Principi lean vodstva [8]

Lean vodstvo kombinira i druge oblike i stilove vodstva te kao takvo zapravo predstavlja novi pogled na vodstvo po pitanju učinkovitosti u novom okruženju u novim poslovnim uvjetima gdje nema puno prostora za promašaje i krive odluke. Lean vodstvo smatra se jednim od najdjelotvornijih i najučinkovitijih vodstva.

3.3. PRINCIPI VITKOG MENADŽMENTA

Postoje 5 osnovnih principa vitkog menadžmenta koji su postavljeni u knjizi *Lean Thinking* J. Womacka i D. Jonesa. 5 osnovnih principa vitkog menadžmenta su: [2]

- Vrijednost
- Lanac vrijednsoti
- Tijek
- Povlačenje
- Pefekcija

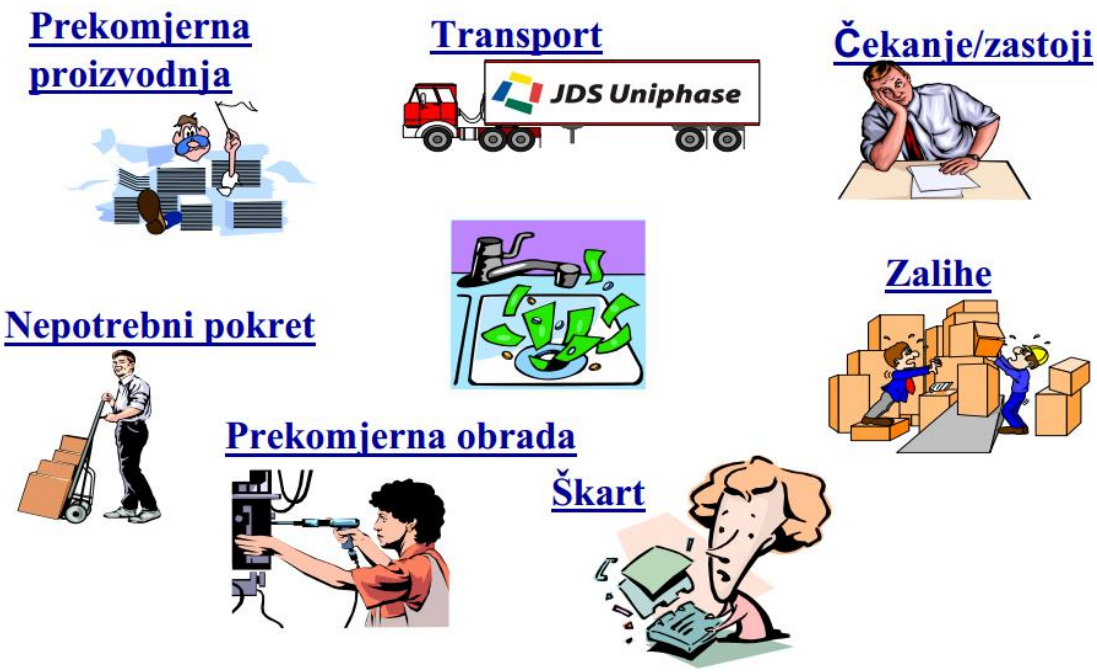


Slika 10 – 5 principa vitkog menadžmenta [2]

1. Vrijednost – Identificirati i izraditi proizvode ili usluge koje dodaju novu vrijednost prema klijentovim očekivanjima, osiguravajući puno zadovoljsto klijenta i iznad toga.
2. Tok vrijednosti – Identificirati vitalne korake koji omogućuju efektivnu produktivnost ili tok rada uslužne djelatnosti. Identificirati nepotrebne korake koji rezultiraju gubitcima. Optimizirati tok rada tako što će se eliminirati korake koji ne donose novu vrijednost, te ponovno uspostaviti tok vrijednosti.
3. Tijek – Eliminirati korake u radnom tijeku koji stvaraju prekidanje, vraćanje tijeka, odgađanje ili destrukciju. Kreirati efektivne korake bez negativnih efekata da bi se kreirao tijek vrijednosti.
4. Povlačenje – Opskrbljivanje samo na zahtijev. Proizvoditi onda kada klijent povuče, da se ne bi gubili ili gomilali resursi.
5. Savršenstvo – Težiti savršenstvu tako što će se uzastopno pri otkrivanju uklanjati slojeve koji stvaraju gubitke.

Vitki menadžment također definira i 7 vrsta gubitaka: [9]

- Prekomjerna proizvodnja
- Transport
- Čekanje/zastoji
- Nepotrebni pokret
- Prekomjerna obrada
- Škart
- Zalihe



Slika 11 – 7 vrsta gubitaka vitkog menadžmenta [9]

1. Prekomjerna proizvodnja – Stvaranje proizvoda koji se ne mogu plasirati na tržištu, izvođenje operacija koje nisu neophodne, stvaranje dokumentacije koju nitko ne zahtijeva ili koja uopće neće kasnije koristiti, loše predviđanje (procjena) prodaje tj. zahtijeva tržišta, slanje uputa prema previše ljudi (ili obratno) i proizvodnja „za svaki slučaj.“
2. Transport – Nepotrebno kretanje materijala (obradaka) između operacija ili između skladišnih površina, korištenje starih, neučinkovitih layouta[10] kretanja materijala, neučinkovit transport informacija i neuspješna komunikacija (npr. gubitak podataka).
3. Čekanje – Vrijeme čekanja materijala između operacija, čekanje radnika na strojevima,čekanje na podatke, rezultate testova, odluke, potpise i čekanje na isporuku (npr. kasni sirovina).

[10] eng. Layout – raspored, razmještaj

4. Prekomjerna obrada – Predimenzionirani strojevi, kriva ili nedostajuća tehnološka oprema, pripremno - završno vrijeme, čišćenje između obrade i loša konstrukcija proizvoda koja zahtijeva previše koraka obrade (kompleksan prouzvod).
5. Zalihe – Visoke zalihe povezane su sa prekomjernom proizvodnjom („zamrznuti kapital“ u skladištima)
6. Nepotrebni pokreti – Loš raspored strojeva (nepotrebno gibanje radnika), loša ergonomija radnog mjesta, ljudi se trebaju kretati kako bi došli do informacija i nepotreban ručni rad kako bi se kompenzirali neki nedostaci proizvodnje.
7. Škart – Prekid toka zbog grešaka, nepotrebna vremena, nepotrebni troškovi i nepotpune, netočne, nepravodobne informacije.

3.4. ALATI VITKOG MENADŽMENTA

Kako bi se eliminirali gubitci lean menadžment koristi brojne alate kao što su: Kaizen, Kanban, 5S, JIT, Mapiranje toka vrijednosti, TPM, Poka Yoke, Jidoka, Metodologija 20 ključeva, SMED itd... U ovom poglavlju spomenut ću neke od najvažnijih i najkorištenijih lean alata (SMED ću spomenuti u sljedećem poglavlju). Svaki se alat koristi u najpogodnijoj situaciji, odnosno nisu svi alati za uporabu u istom procesu ili za određeni problem.

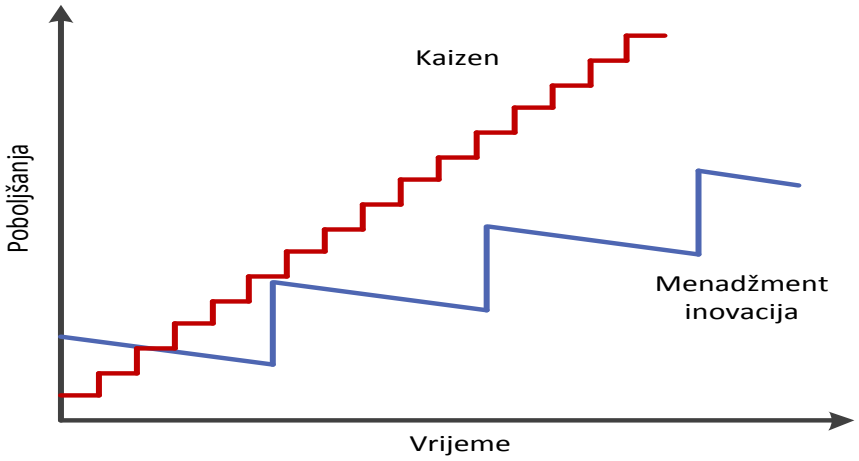
3.4.1. KAIZEN

Kaizen označava japansku poslovnu filozofiju života i rada: potraga za kontinuiranim poboljšanjem i unaprjeđivanjem svih procesa u tvrtci. Prisutan je u najvećem broju japanskih tvrtki, gdje je Kaizen način života na radnom mjestu, od ureda predsjednika uprave pa sve do

običnog radnika, i koji može bitno pridonijeti uspješnosti i konkurentnosti tvrtke. Jezgra Kaizena su mala, ali kontinuirana poboljšanja u procesima i standardima na radnom mjestu. Bit je svega pronaći način kako bi razmišljanje o poboljšanjima postalo dio redovnih aktivnosti svakog radnika u tvrtci, svakog dana u tjednu. Da bi se razumjelo što Kaizen ustvari jest, korisno je pogledati razliku između njega i tradicionalne zapadne metode uvođenja inovacija. [10]

Tablica 3 - Usporedba menadžmenta inovacija i Kaizena [11]

Usporedba menadžmenta inovacija i kaizena	
Menadžment inovacija	Kaizen
Kreativnost	Sposobnost prilagođavanju
Individualnost	Timski rad
Traženje novih tehnologija	Poboljšavanje starih tehnologija
Potrebna velika ulaganja	Mala ulaganja
Kratkotrajna korist	Dugoročna korist
Ograničene povratne veze i informacije	Jake povratne veze i informacije
Sudjelovanje nekoliko izabranih lidera	Sudjelovanje svakog radnika
Informacije samo za odabrane osobe	Informacije za sve osobe
Adaptacija na brzi rast gospodarstva	Adaptacija na spori, ali kontinuirani rast gospodarstva
Orijentacijska tehnika	Orijentacija na ljude



Slika 12 - Vremenska usporedba menadžmenta inovacija i Kaizena [11]

Da bih najbolje objasnio Kaizen, navest ću osnovne značajke Kaizena: [12]

- 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)

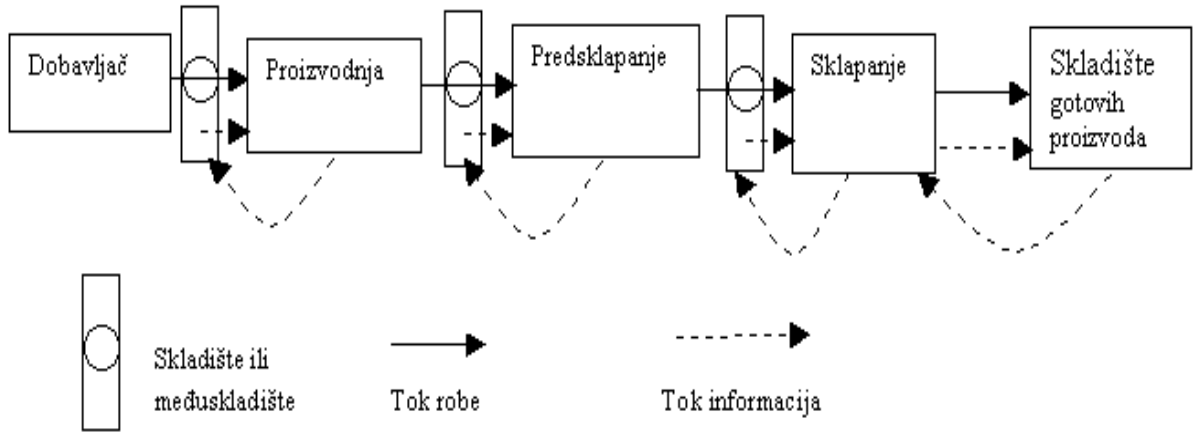
3.4.2. KANBAN

Kanban sustav primjenjuje se u Toyoti, a ime mu dolazi od japanske riječi kanban što znači kartica. U pitanju je kartica materijalnog knjigovodstva na kojima su se vodile stanja materijala, proizvoda, poluproizvoda i dijelova, a druga vrsta kartice služila je za vođenje

potreba za materijalom, poluproizvodima i dijelovima u proizvodnji. Upotrebljavale su se u to vrijeme jer elektronički informacijski sustav nije mogao pružati potrebnu ažurnost koju zahtjeva takav sustav. Daljnjim razvojem informatičkih tehnologija Kanban sustav je danas u potpunosti podržan elektroničkom obradom podataka.

Kod Kanban sustava u Toyoti protok materijala organiziran je po načelu samoposluživanja. Potrošač može sa skladišta uzeti bilo koju količinu proizvoda, za koju u tom trenutku ima potražnju. Kanban sustav prati potrošnju i kad se zalihe smanje na signalnu razinu, pokreće se proizvodnja i popunjavanje skladišta. Prednost je kamban sustava bolje reagiranje na želje potrošača, u pogledu rokova isporuke, količina i specifikacija proizvoda. Protok materijala uvjetovan je potrošnjom proizvoda.

U Kanban sustavu izdvojili su se samoregulirajući podsustavi. Nabava se temelji na načelo samoposluživanja; time se izdvajaju nezavisne cjeline, a ne centralizirano upravljanje materijalnim tokovima. Nezavisne cjeline povezane su međuskladištima. Načelo samoposluživanja primjenjuje se upotrebom materijalnih kartica. U njih radnici unose sve podatke o zahtijevanom materijalu, poluproizvodu ili proizvodu, te zahtijevanu količinu i oblike prijevoza. Radnik ispunjenu karticu prosljeđuje izvršitelju koji po njezinom primitku priprema izvršenje narudžbe i njezin prijevoz te započinje s izvršenjem narudžbe. Ovako je ostvaren izravan odnos između potraživača i pomiritelja bez potrebe za dodatnom kontrolom i planiranjem. [13]



Slika 13 - Podsustavi kanban sustava [13]

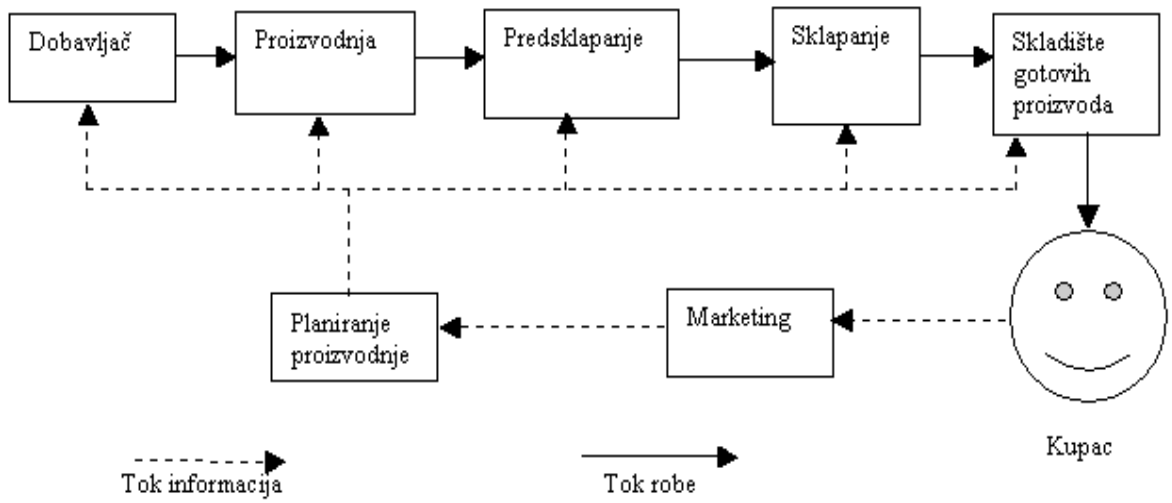
3.4.3. JIT[11]

JIT menadžment specifičan je oblik upravljanja proizvodnjom i zalihama, razvijen u Japanu i prihvaćen u cijelom svijetu. Zasniva se na koncepciji proizvodnje bez zaliha i skladišta, te je poznat kao proizvodnja bez skladištenja. Dobavljači isporučuju komponente neophodne proizvodnji neposredno prije montaže u pogonu. JIT menedžment zahtijeva izuzetno dobro planiranje i organizaciju rada i jasno definirane ugovorne obveze te strogo poštovanje rokova isporuke. Za ove ili slične metode koriste se još i nazivi nulte zalihe, proizvodnja bez zaliha i upravljanje kontrolom zaliha.[14]

Just in Time tip je proizvodnje koji u suvremenim uvjetima ima slijedeće značajke: [15]

- Proizvodnja po narudžbi
- Proizvodnja u malim serijama
- Proizvodnja bez grešaka tj. nula grešaka
- Proizvodnja sa najkraćim ciklusom izrade
- Proizvodnja bez skladišta
- Proizvodnja bez zaliha

[11] eng. JIT (Just in time) – točno na vrijeme



Slika 14 – Just in time sustav [15]

Da bi se ostvarila proizvodnja Just in Time, odnosno proizvodnja u pravo vrijeme potrebno je sljedeće: [15]

- Znati što tržište traži
- Precizno planirati proizvodnju
- Usavršiti proces proizvodnje

Povećanje produktivnosti, smanjenje vremena ciklusa i pripreme, smanjenje troškova, smanjenje škarta, ukidanje skladišta i zaliha, osnove su na kojima se razvila Just in Time proizvodnja.

3.4.4. MAPIRANJE TOKA VRIJEDNOSTI

Kada govorimo o toku vrijednosti podrazumijevamo sve aktivnosti u nekom procesu (one koje dodaju vrijednost proizvodu i one koje ne dodaju vrijednost proizvodu), koje su

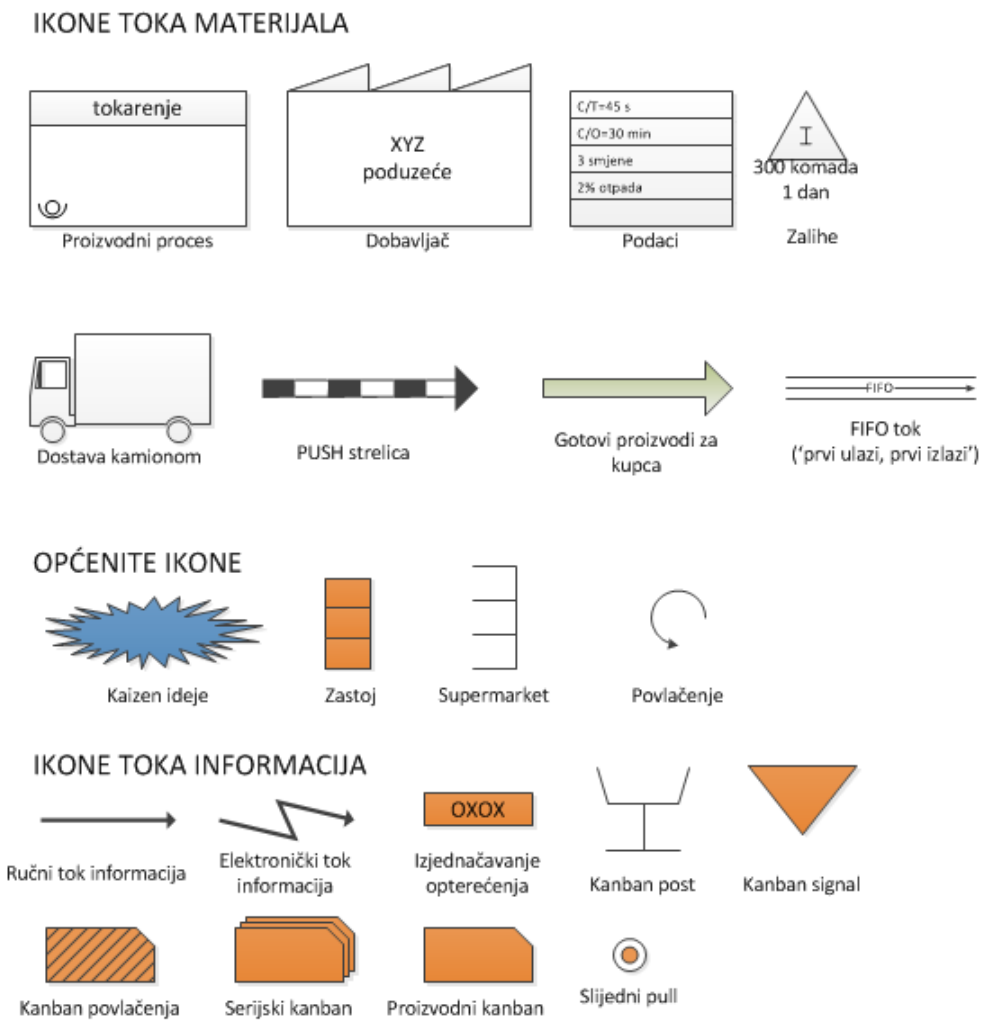
potrebne da bi se od ulaznih vrijednosti (inputa) stvorili korisni proizvodi ili usluge (outputi). Promatranje procesa s perspektive toka vrijednosti omogućuje unaprijeđenje ne samo pojedinačnog procesa, već cijele jedne cijeline.

Mapiranje toka vrijednosti nije kompliciran alat za koji su potrebna napredna softverska riješenja,već papir i olovka. VSM[12] je alat koji nam pomaže vizualizirat i shvatiti tokove materijala i informacija tokom procesne transformacije. Pojednostavljeno,potrebno je pratiti proizvod kroz njegov put od naruđžbe do isporuke te pažljivo vizualizirati svaku operaciju u toku materijala i informacija. Nakon toga, postavljanjem niza pitanja dolazimo do izrade mape budućega stanja. [16]

Zašto koristiti mapiranje toka vrijednosti: [16]

- Pomaže pri vizualizaciji ne samo jednoga procesa,nego cijeline. Omogućava nam da vidimo sve tokove u procesu
- Identificira gubitke i njihove izvore
- Koristi više različitih, već dokazanih alata leana
- Pruža osnovu za izradu plana implementacije, naziva ga se još i nacrtom plana implementacije
- Za razliku od ostalih alata koji su više usredotočeni na kvantitativne pokazatelje efikasnosti procesa, VSM je kvalitativna metoda koja do detalja razrađuje kako bi neko postrojenje trebalo funkcionirati, te kako optimirati kvantitativne značajke nekog procesa

[12] Eng. Value stream mapping



Slika 15 – Prikaz osnovnih simbola mapiranja toka vrijednosti [16]

Moguće je razviti i vlastite ikone, ali onda se te ikone moraju koristiti konzistentno, a djelatnici tvrtke trebaju biti upoznati s njima kako ne bi došlo do zabune.

3.4.5. 5S

5S osnovni je alat vizualnog menadžmenta; pristup poboljšanju načina rada unutar tvornice ili bilo kakve druge organizacije primjenom rješenja za osiguranje čistoće, sigurnosti i standardizacije radnih mjesta. U tu svrhu koristi se navedenih 5 koraka, tj. aktivnosti:[2]

Seiri (sortiranje) ⇒ U prvom koraku potrebno je sortirati alate i pomoćnu opremu. Identificirajte predmete nepotrebne za obavljanje rada, a zatim ih uklonite iz svog područja rada. Alate i naprave koji se rjeđe koriste treba staviti u posebna spremišta koja nisu predaleko, ali koja ne smetaju pri obavljanju glavnog posla. Nakon ovog prvog koraka, primjećuje se kako se puno lakše pronalaze stvari neophodne za rad, a micanjem nepotrebnih alata oslobađamo prostor.

Seiton (red) ⇒ Nakon soritranja potrebno je rasporediti korištenu opremu. Stvari koje koristimo trebaju biti sistematski posložene, tako da ih možemo jednostavno koristiti i da ih svatko može lako pronaći. Stvari se moraju organizirati tako da svaki predmet ima određeno mjesto na koje pripada. Primjerice, vrlo je efikasno etiketiranje alata koji su namjenjeni za neku određenu radnju. Svo označavanje i etiketiranje trebalo bi svima biti jasno i logičko.

Seiso (čišćenje) ⇒ Stanje koje je u prva dva koraka postignuto potrebno je i zadržati. Treba steći naviku u čišćenju radnog prostora, budući otpad i prljavština na radnom mjestu nisu nikako prihvatljivi. Dakle, treba usvojiti čišćenje na dnevnoj bazi kako se loše navike ne bi vratile.

Seiketsu (standardizacija) ⇒ U ovom koraku uspostavljaju se standardne rutine i pretvara ih se u navike. Jedan od najvećih problema je kako izbjeći vraćanje starim navikama. Za početak

je dobro postaviti pisane standarde i procedure na plakatima (uočljivi natpisi), čija će implementacija postati dio politike tvrtke.

Shitsuke(samodisciplina) ⇒ U posljednjem koraku postavite 5S standard kao naviku. Postignuti red potrebno je održavati i prilagođavati se svim novim uvjetima, te tako odolijevati povratku u nered i iz svega izvući pouku.



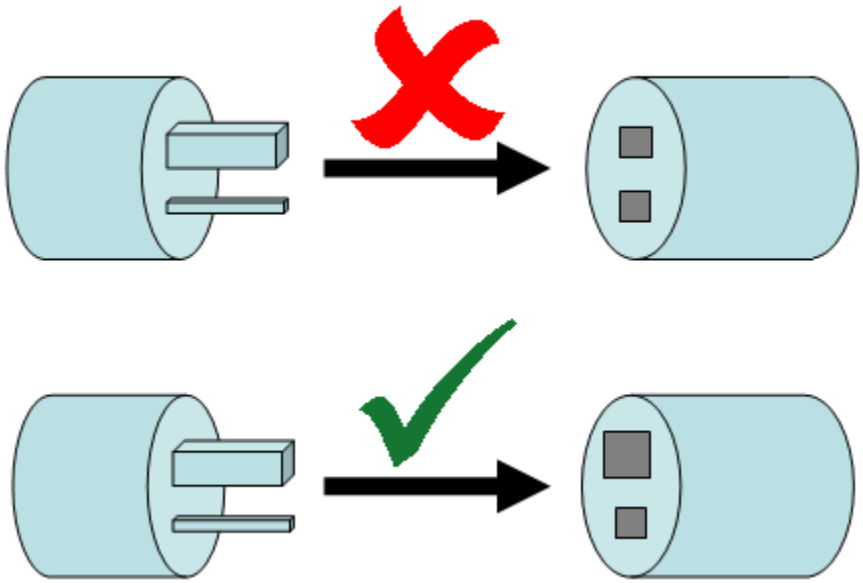
Slika 16 – 5S [17]

3.4.6. POKA YOKE

Japanski izraz Poka Yoke (sprječavanje slučajnih grešaka) predstavlja princip koji obuhvaća tehničke izvedbe i objekte za brzo otkrivanje grešaka i njihovo sprječavanje. Osnova Poka Yoke metode je u razumjevanju i shvaćanju činjenice da ne postoji čovjek i sistem koji su u stanju u potpunosti sprječiti slučajne pogreške.

S Poka Yoke metodom, uz primjenu jednostavnih i djelotvornih sistema, sprječava se da greška rada i djelovanja u proizvodnom procesu bude prenesena na krajnji proizvod. Pri

tome Poka Yoke cilja na primjenu uglavnom tehničkih pomoćnih sredstava. Rješenja su uglavnom financijski povoljna i mogu se odmah primjeniti. [18]



Slika 17 – Poka Yoke metoda [19]

Na slici 17 prikazan je jednostavan prikaz Poka Yoke metode. Slika prikazuje utor za miš na matičnoj ploči računala. Nemoguće je priključiti miš pogrešno jer priključak odgovara samo jednoj poziciji. Najčešće su utor i priključak na mišu zelene boje, tako da i taj faktor umanjuje mogućnost pogrešnog instaliranja.

3.5. PODRUČJA PRIMJENE VITKOG MENADŽMENTA

Današnja teška situacija u gospodarstvu može biti upravo pravi trenutak za početak primjene lean koncepta. Kriza olakšava primjenu novih paradigmi, a lean programi mogu se samostalno financirati te ne zahtijevaju neka posebna i nova financijska sredstva. Također, lean programi vrlo brzo poboljšavaju novčani tijek, što je posebno važno u krizi kada je

kreditiranje podosta ograničeno. U ovim kriznim vremenima, organizacija koja želi implementirati lean sustav mora napustiti reaktivni stil upravljanja gdje se vrijeme troši za rješavanje hitnih slučajeva i gdje se ono u vrlo maloj mjeri posvećuje rješavanju korijenskih uzroka onih procesa i sustava koji nisu djelotvorni.

Primjena vitkog menadžmenta omogućuje: [4]

- pravovremenost isporuka
- fleksibilnost i pripravnost na zahtjeve tržišta
- smanjenje kapitala vezanog u zalihama
- poboljšanje protočnosti procesa
- eliminaciju aktivnosti koje ne dodaju vrijednost
- bolju iskorištenost prostornih resursa
- bolju iskorištenost ljudskih resursa
- neprestano povećanje znanja
- promjenu kulture organizacije
- poboljšanje kvalitete i zadovoljstvo kupca
- poboljšanje organizacije rada i zadovoljstvo zaposlenika
- brže postizanje operativne izvrsnosti

Otpori uvođenju vitkog menadžmenta potječu od nerazumijevanja, straha od gubitka posla, te općenito dovođenja radnika u lošiju situaciju. Zbog toga se kod uvođenja lean sustava treba pobrinuti o sljedećem: [4]

- da sam vrh (top menadžer,direktor) bude upoznat sa svim prednostima koje lean proizvodnja donosi, ali i s tehnikama i metodama koje se primjenjuju, te tek tada da odluče hoće li uvesti taj način proizvodnje i koje osobe će to provesti

- u kontaktu sa zaposlenicima menadžment mora ukloniti strahove vezane uz lošiji položaj i objasniti im prednosti koje će imati ukoliko se lean proizvodnja uvede u poduzeće,
- potrebno je uvesti i trajnu izobrazbu zaposlenika kako bi isti bili upoznati s lean proizvodnjom i metodama za ostvarenje lean proizvodnje,
- mora postojati dobar odnos između poduzeća koja su uvela lean proizvodnju, te je poželjno koristiti stručnjake za to područje.

4. SINGLE – MINUTE EXCHANGE OF DIES (SMED)

SMED je sustav za značajno smanjenje vremena koje je potrebno za potpunu promjenu opreme. Osnova je SMED sustava pretvoriti što više koraka promjene opreme u eksterne, odnosno u one koji se mogu odvijati tijekom rada opreme. Također je cilj ubrzati i ostale korake. Pojam SMED dolazi iz cilja metode, odnosno smanjenja svih vremena promjene na jednoznamenkastu vremensku jedinicu (manje od 10 minuta). SMED alat i tehnologija razvijeni su u Japanu od strane Shingeo Shinga i od tada su svoju učinkovitost pokazali na velikom broju primjera. Iskustva iz prakse pokazala su da se vrijeme izmjene alata može smanjiti s jednog sata na svega nekoliko minuta. [20]

Uspješno proveden SMED sustav donijeti će nam sljedeće pozitivne promjene: [20]

- niži proizvodni troškovi (brža izmjena opreme smanjuje vrijeme zastoja)
- kvalitetniji i brži odgovori na potrebe kupaca
- fleksibilnije promjene na proizvodu
- smanjena potreba za skladišnom površinom zbog manjih veličina serija
- olakšana izrada novih proizvoda

Navest ću primjer mjenjanja automobilske gume koji će najlakše prikazati što je zapravo SMED. Prosječnom čovjeku treba otprilike 15 minuta za promjenu automobilske gume, dok NASCAR[13] timu treba manje od 15 sekundi za promjenu sve četiri automobilske gume. Kako je to moguće? Moguće je iz razloga jer NASCAR tim koristi tehniku za pripremanje i prije nego što vozaču pukne guma (ili se istroši). U prijevodu, ta tehnika zove se SMED iz razloga što se mehaničari pripreme unaprijed , koriste više

[13] eng. NASCAR pit crew – tim mehaničara u automobilskim utrkama

paralelnih koraka te stvaraju standardiziran i visoko optimiziran proces mjenjanja automobilske gume. U SMED-u promjena opreme sastoji se od nekoliko koraka koje zovemo elementi.

Postoje 2 tipa elementa: [20]

- unutarnji elementi (elementi koji moraju biti završeni dok promjena opreme nije aktivna)
- vanjski elementi (elementi koji mogu biti dovršeni za vrijeme promjene opreme)

4.1. UVOD U KORIŠTENJE SMED-a

Skoro svaka tvrtka koja se bavi proizvodnjom može imati koristi od SMED-a. Ipak, to ne znači da bi SMED trebao biti prioritet. U stvarnom svijetu, tvrke imaju ograničena sredstva, te bi resursi trebali biti usmjereni u onome smjeru gdje će dati najbolje rezultate. Za većinu bi kompanija prioriteti trebali biti pronaći proces u kojem se gubi korisno vrijeme te donošenje odluka o poboljšanjima koje se temelje na sigurnim informacijama i podacima. To znači da bi trebali napraviti sustav koji će prikupljati i analizirati podatke o svojstvima proizvodnje. Faktor koji mjerimo se zove OEE[14] (Overall Equipment Effectiveness) što bi značilo ukupna efektivnost opreme. Prema OEE gubitke u tvrtki dijelimo na 6 velikih kategorija. Cilj je da dobijemo jasnu sliku o gubljenju produktivnosti pomoću sustava za mjerenje proizvodne izvedbe koji uspješno prikuplja podatke u trajanju od minimalno 2 tjedna. U slučaju da promjena opreme predstavlja barem 20 % gubitaka, koristi se alat SMED. Ako promjena opreme predstavlja manje od 20 % gubitaka, koristimo druge alate, s time da prvo treba obratiti pozornost na TPM[15] program. [20]

[14] eng. OEE (Overall Equipment Effectiveness) – ukupna efektivnost opreme
[15] eng. TPM (Total Productive Maintenance) – ukupno produktivno održavanje

4.2. PRVI KORAK – PREPOZNAVANJE POČETNOG PODRUČJA PRIMJENE

U početnom koraku pri uvođenju SMED-a moramo izabrati koja ćemo područja neke proizvodnje prvo promatrati. Sustav koji promatramo u idealnom slučaju imao bi sljedeće karakteristike: [20]

- izmjena opreme dovoljno je vremenski duga da postoji prostora za poboljšanje, ali s druge strane ne smije biti previše duga, da ne bi bilo nemoguće izvesti poboljšanje
- postoje velike varijacije između vremena izmjene opreme (vrijeme izmjene u rasponu od jednog do tri sata)
- postoji više prilika za izmjenu opreme na tjednoj bazi (tako da predložena poboljšanja mogu biti brzo testirana)
- radnici koji poznaju opremu (osoblje za održavanje, osoblje za osiguranje kvalitete) su angažirani i motivirani
- oprema se smatra uskim grlom[16] ili ograničenom, poboljšanja i korist su trenutna

Kako bi se stvorila široka baza podrške za SMED projekt, uključuju se svi zaposlenici povezani s promatranim procesom te se stvara tim. Tim raspravlja i donosi odluke o tome koja će se oprema promatrati i izmjenjivati. Nakon što izaberu opremu, postavljaju osnovno vrijeme u kojem se vrijeme izmjene alata mora poboljšati.

4.3. DRUGI KORAK – PREPOZNAVANJE ELEMENATA

U ovom koraku timovi rade zajedno kako bi otkrili sve elemente izmjene opreme. Najučinkovitiji način kako bi se otkrili svi elementi izmjene opreme snimanje je cijelog postupka izmjene opreme, te izrada spiska svih elemenata nakon snimanja. [20]

[16] usko grlo – pojava u kojoj dolazi do manjka materijala za obradu pri izuzetno velikoj produktivnosti

Cjelokupno snimanje uključuje: [20]

- opis rada koji je izveden
- vremenske troškove (koliko je vremenski potrebno za izmjenu elemenata)

Neki od korisnih savjeta za drugi korak tj. za prepoznavanje elemenata: [20]

- prosječna će izmjena dati rezultat od 30 do 50 elemenata u dokumentaciji
- brza metoda za popisivanje elemenata bila bi da se zalijepe papirići na ploču po redoslijedu popisivanja i pojavljivanja elemenata tijekom procesa izmjene
- moramo zabilježiti ljudski faktor izmjene (elementi za koje je odgovoran radnik) i faktor opreme (elementi za koje je odgovorna oprema)
- elemente za koje je odgovoran ljudski faktor izmjene lakše je optimizirati
- za vrijeme snimanja postupka izmjene, moramo imati nekoliko radnika koji će sve to nadgledati i raditi bilješke jer oni mogu vidjeti neke stavke koje nisu na snimci
- drugi korak SMED-a svodi se isključivo na promatranje

Zaključak je drugog koraka dobivanje potpunog popisa vremena izmjene sa svojim opisima i utroškom vremena.

4.4. TREĆI KORAK – IZDVAJANJE VANJSKIH ELEMENATA

U ovom koraku izdvajamo vanjske elemente izmjene opreme, a vanjski elementi su oni elementi procesa izmjene koji se mogu odvijati tijekom rada opreme. Sva vremena mogu se prepoloviti u ovom koraku. Za svaki element postavlja se pitanje može li se na njemu obaviti izmjena tijekom rada sustava? Ako je odgovor da, element kategoriziramo kao eksterni element i trebamo ga ukloniti prije ili poslije izmjene opreme. [20]

Uobičajeni primjeri elemenata mogu biti:[20]

- popravljanje dijelova, alata i materijala
- pregled dijelova, alata i materijala
- aktivnosti čišćenja koje se mogu izvoditi za vrijeme procesa
- provjera kvalitete u zadnjem ciklusu proizvodnje

Nakon izdvajanja vanjskih odnosno eksternih elemenata, dobijemo dokumentaciju koju dijelimo na tri dijela:[20]

- popis eksternih elemenata (prije izmjene)
- popis internih elemenata
- popis eksternih elemenata (nakon izmjene)

4.5. ČETVRTI KORAK – PRETVARANJE UNUTARNJIH (INTERNIH) ELEMENATA U VANJSKE (EKSTERNE) ELEMENTE

U četvrtom se koraku pomno ispituje proces izmjene opreme s ciljem pretvaranja što je više moguće unutarnjih elemenata (internih) u vanjske (eksterne) elemente. Za svaki interni element tim postavlja pitanja: Ako postoji način da se ostvari pretvorba, koji bi to bio? Kako bismo izveli tu pretvorbu? Zatim se stvara lista elemenata koji su kandidati za daljnje aktivnosti. U listi elemenata treba odrediti prioritete, odnosno one elemente kod kojih bi pretvorba bila najjednostavnija i njih staviti na prvo mjesto. Nakon toga postavlja se analiza za cijenu troškova za svaki pojedini element. Analiza troška sastoji se od toga da se trošak mjeri prema cijeni potrebnog materijala i cijeni rada za izvođenje opreme, dok se analiza koristi gleda prema potrebnom vremenu za eliminaciju pojedinog elementa iz izmjene opreme. [20]

Nakon što se napravi lista prioriteta, može se krenuti s potrebnim promjenama. Slijede primjeri tehnika koje se koriste za pretvorbu elemenata iz internog u eksterni: [20]

- pripremanje dijelova unaprijed
- korištenje više alata (poravnjanje i ostale aktivnosti obavljaju se prije izmjene)
- modularizacija opreme
- modifikacija opreme

Zaključak četvrtog koraka bila bi ažurirana lista s popisom elemenata za izmjenu, koja će se sastojati od manje internih, a više eksternih elemenata.

4.6. PETI KORAK - POJEDNOSTAVLJENJE OSTALIH ELEMENATA

U zadnjem koraku preostali se elementi promatraju i traži se najjednostavniji i najbrži način za njihovo izvršavanje. Prioritet su interni elementi s ciljem smanjivanja vremena cijele izmjene. Za svaki element tim postavlja sljedeća pitanja: Kako se taj element može dovršiti u što manje vremena? Kako možemo pojednostaviti element? Zatim ponovno radimo analizu troškova za svaki pojedini element i analizu koristi kao i u prethodnom koraku. [20]

Sljedeće se tehnike upotrebljavaju u pojednostavljenju elemenata: [20]

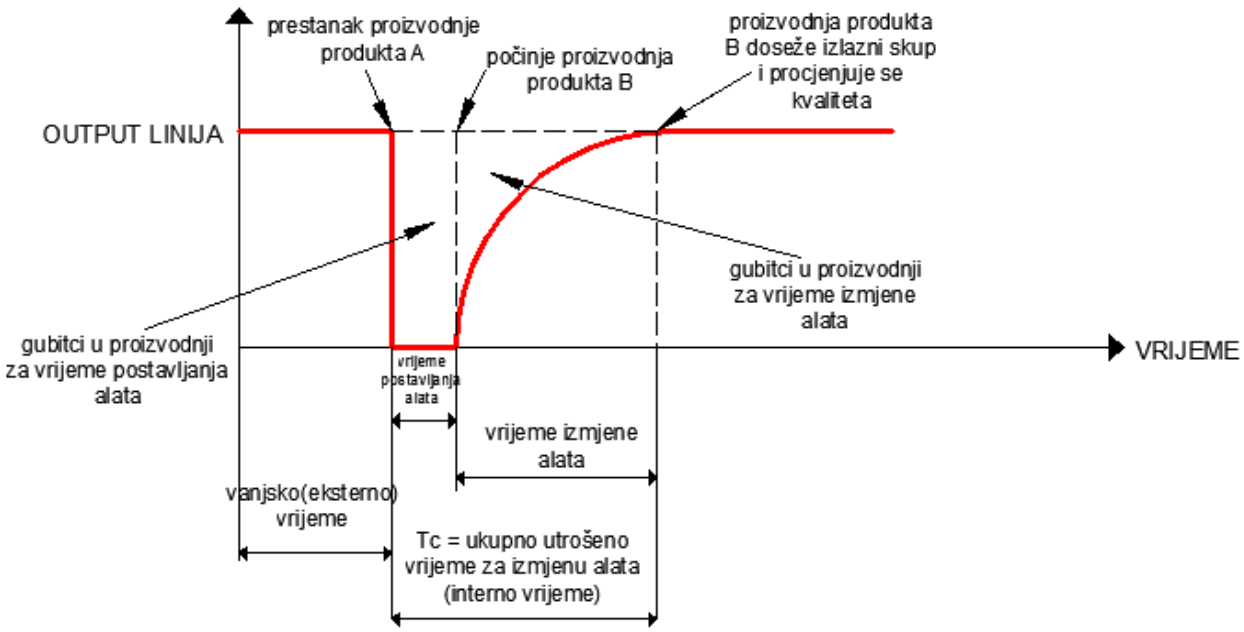
- uklanjanje vijaka (korištenje elemenata s bržim mehanizmom)
- eliminacija podešavanja (korištenje standardnih numeričkih postavki)
- eliminirati kretanje (reorganizirati radni prostor)
- eliminirati čekanje
- paralelno izvođenje operacija
- standardizacija alata (smanjivanje na ograničeni broj specijaliziranih alata)
- mehanizacija

Prilikom implementacije SMED-a postoje dvije kategorije poboljšanja:

- ljudska (postiže se pripremom i organizacijom)
- tehnička (postiže se inženjerstvom)

Iskustvo nam pokazuje da je ljudski element u pravilu brži i jeftiniji za poboljšanje u usporedbi s tehničkim elementom. Drugim rječima, rezultati kratkoročnog poboljšanja uvijek su postignuti reorganizacijom ljudi i poboljšanjem ljudskog elementa. Tehnička se poboljšanja dugoročno mogu pokazati korisnijima, ali moramo paziti da se ne bi previše usredotočili isključivo na tehničke elemente. Zaključak je da se prvo usredotočimo na ljudske elemente. [20]

4.7. DEFINIRANJE LINIJE KOJA PREDSTAVLJA OUTPUT ZA VRIJEME IZMJENE ALATA



Slika 18 – definiranje linije outputa za vrijeme izmjene alata [21]

Slijedi objašnjenje najvažnijih pojmova u grafu: [21]

Tc – ukupno utrošeno vrijeme za izmjenu alata (interno vrijeme):

- sadrži zbroj vremena postavljanja i vremena izmjene alata
- počinje u točki koja označava vrijeme postavljanja alata i traje sve do završetka izmjene alata, što je ujedno i točka koja označava kada proizvodnja određenog produkta dosegne izlazni skup
- u toj točki počinje procjena kvalitete

Vrijeme postavljanja alata:

- vrijeme definirano u intervalu u kojem se ne javlja proizvodnja
- bitno je postaviti razlike u tom vremenu između aktivnosti koje se javljaju za vrijeme postavljanja alata i aktivnosti koje su potrebne za postaviti alat
- npr. predpodešavanje alata aktivnost je podešavanja koja se javlja u vanjskom (eksternom) vremenu
- slično tomu, u mnogim izmjenama alata, konačno podešavanje alata javlja se jednom kada pripremljena proizvodnja započne u vremenu izmjene alata

Vrijeme izmjene alata:

- počinje kada započne proizvodnja produkta B, i traje sve dok postojana proizvodnja produkta B dosegne puni kapacitet na prihvatljivoj kvaliteti produkta
- u praktičnom iskustvu došlo se do zaključka da vrijeme izmjene alata može biti ubrzano do deset puta u vremenu postavljanja alata
- mnogi ljudi definiraju izmjenu alata kao vrijeme od započetog pa do završenog željenog dijela određenog produkta, ali ova definicija nije točna jer ne sadrži izvještaj o vremenu izmjene alata ili stroja gdje još nije postignuta puna proizvodnja (tj. ne sadrži vrijeme postavljanja alata i eksterno vrijeme)

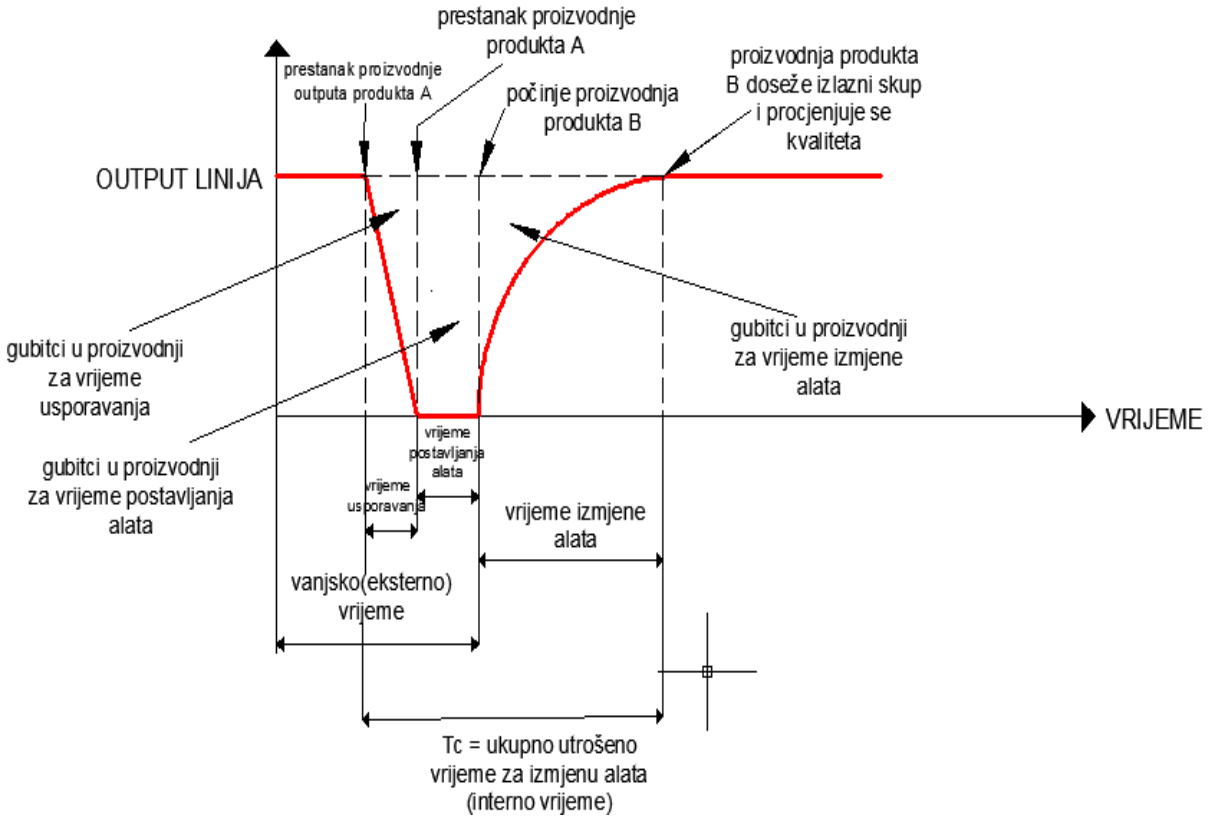
Interno (unutarnje) vrijeme:

- odnosi se na period za vrijeme izmjene alata kada još proizvodnja nije započela
- sastoji se od vremena postavljanja alata (treba biti oprezan da se u interne aktivnosti ne bi uključilo vrijeme izmjene alata)
- interne se aktivnosti ne mogu pojaviti za vrijeme eksternog vremena
- glavni je cilj prebaciti što je više moguće aktivnosti iz internog vremena u eksterno vrijeme
- fiksno vrijeme koje se ne može izvoditi tijekom rada stroja

Vanjsko (eksterno) vrijeme:

- eksterno se vrijeme odnosi na period prije prestanka proizvodnje produkta A
- često se koristi u povezivanju pripremnih aktivnosti
- vrijeme izmjene alata koje se može odvijati tijekom rada stroja

4.8. DEFINIRANJE LINIJE OUTPUTA KOJA SADRŽI PERIOD USPORAVANJA ZA VRIJEME IZMJENE ALATA



Slika 19 – definiranje linije outputa koja sadrži period usporavanja za vrijeme izmjene alata [21]

Kod slike 16 bitno je objasniti vrijeme usporavanja: [21]

Vrijeme usporavanja:

- počinje nakon prestanka proizvodnje produkta A, a završava u točki perioda postavljanja alata

- vrijeme usporavanja govori nam može li proizvodni proces pod nekim okolnostima ući u period usporavanja, što vidimo na slici 16 gdje se linija outputa linearno spušta (usporava) i na kraju zaustavlja

Proces izmjene alata sadrži brojne aktivnosti koje moraju biti uspješno obavljene. Aktivnosti moraju biti uspješno provođene prije nego što se linija outputa zaustavi, prije aktivnosti koja zaustavlja liniju i prije vremena izmjene alata. Neki zadaci zahtijevaju kompletnu izmjenu alata isključivo ljudskom aktivnošću. Ukoliko uspješno obavimo sve aktivnosti i ispoštujemo svih pet koraka SMED-a, uspjet ćemo znatno ubrzati proces izmjene alata što će se i dokazati u praktičnom dijelu diplomskog rada.

5. PRIMJENA SMED-A NA PROCES MONTAŽE I LAKIRANJA PREDNJEG BRANIKA OSOBNOG VOZILA MARKE PEUGEOT U PODUZEĆU VIADUKT D.D.

U praktičnome dijelu diplomskog rada opisano je poduzeće Viadukt d.d., te je naveden opis djelatnosti poduzeća. Nakon toga je temeljito opisan proces montaže i lakiranja prednjeg branika osobnog vozila, te je pomoću tablice i grafičkog prikaza navedena raspodjela vremena unutar procesa. Na kraju praktičnog djela je implementirano 5 koraka SMED alata, te su navedena poboljšanja uz koja će se proces moći odvijati mnogo brže. U tablici 6 možemo vidjeti izvornu verziju SMED forme koju će biti prevedena na hrvatski i detaljno ispunjena.

Tablica 4 – Primjer SMED forme [22]

Changeover Analysis

Machine / Equipment :		Change from:				Date:	Sheet #:	
Process Name:		Change to:				Name of observer:	Proposed	
No.	Description of Task	Clock Time	Task Time	Internal	External	Comments	New Internal Time	New External Time
	Total Time (seconds)		0				0	0

5.1. PODACI O PODUZEĆU VIADUKT D.D.

Viadukt d.d. je poduzeće koje se bavi izgradnjom brojnih cesta i autocesta, tunela i podzemnih objekata, gradnjom mostova, podvožnjaka, nadvožnjaka, sportskih objekata itd... Slijedi tablica 6 pomoću koje ću navesti osnovne podatke o poduzeću:

Tablica 5 – Osnovni podaci o poduzeću Viadukt d.d. [23]

Naziv tvrtke:	Graditeljsko dioničko društvo Viadukt
Skraćeni naziv:	Viadukt d.d.
Adresa sjedišta:	Zagreb, Kranjčevićeva 2
Osnovna djelatnost:	Graditeljstvo (visokogradnja i niskogradnja)
Pravni oblik:	Dioničko društvo
OIB:	74794390096
Matični broj (MB):	03273121
Matični broj subjekta (MBS):	080030416
Registarski sud:	Trgovački sud u Zagrebu
Temeljni kapital društva:	137.043.900,00 kuna u cijelosti uplaćen
Godina osnivanja:	1947
Ukupan broj dionica:	456 813
Nominalna vrijednost dionice:	300,00 kuna
Oznaka dionice:	VDKT-R-A
Poslovne banke:	Privredna banka Zagreb d.d., Hrvatska poštanska banka d.d., Hypo Alpe-Adria-Bank d.d., Erste&Steiermärkische Bank d.d.

Vizija je Viadukta d.d. biti društveno i ekološki osviješten regionalni lider niskogradnje s čvrstom usmjerenošću na daljnji razvoj i zadovoljavanje svih složenih potreba klijenata. Misija je graditi ceste i objekte koji povezuju generacije, te njegovati poslovnu izvrsnost i održivi razvoj uz radnike, koje smatraju svojim najvećim bogatstvom.

5.2. OPIS DJELATNOSTI PODUZEĆA

- Ceste - Od samih početaka sudjeluju u izgradnji brojnih cesta i autocesta. Ceste grade u svim kategorijama terena te saniraju i najsloženija klizišta. Izvode i radove obnove, tj. pojačanog održavanja, popravaka i rekonstrukcije ceste, s posebnim naglaskom na tankoslojnim površinskim obradama. Za izvođenje novih asfaltnih i betonskih kolničkih konstrukcija i autocesta koriste najsuvremeniju tehnologiju.

- Mostovi – U gradnji mostova, vijadukata, podvožnjaka i nadvožnjaka koriste širok spektar različitih tehnologija, te koriste sljedeće optimalne sustave i metode:

    - Mostovi izgrađeni na skelama
    - Montažna gradnja mostova
    - Uzdužno raščlanjeni mostovi
    - Slobodna konzolna gradnja
    - Zakretanje predgotovljenih lukova
    - Spajanje montažnih nosača ojačanih lukom
    - Potiskivanje segmenata rasponskog sklopa

- Tuneli – U izgradnji tunela i podzemnih objekata primjenjuju najsuvremenije tehnološke postupke kao što je NATM[17]. Najznačajnije karakteristike te metode su: primjenjivost u različitim geološkim uvjetima, visoka ekonomičnost određivanjem odgovarajućih podgradnih mjera, brzo prilagođavanje promjeni poprečnog presjeka iskopa i relativno mali investicijski troškovi. Najčešći načini iskopa su bušenje, te nakon toga miniranje i strojni iskop tunelskim bagerima u slabim stijenama.

- Pomorski radovi – Viadukt je posljednjih nekoliko godina proširio svoju djelatnost i na pomorske radove. U tu svrhu opremio se velikom plovećom dizalicom te opremom za probijanje čeličnih pilota. Trenutno izvode radove u nekoliko najvećih hrvatskih luka.

- Radovi u zračnim lukama – Tijekom godina stekli su veliko iskustvo na izgradnji i sanaciji pista i stajanki u zračnim lukama. Opremljeni su suvremenom mehanizacijom koja im omogućava asfaltiranje i betoniranje velikih površina u kratkom vremenskom roku što je osnovni zahtjev kod ovakve vrste radova. Trenutno u sklopu koncesijskog ugovora izvode velike radove na Zagrebačkoj zračnoj luci.

- Specijalni radovi – Specijalni radovi se odnose na: izgradnju zahtjevnih infrastrukturnih pomorskih objekata, poput marina, mostova, luka i lukobrana.

- Vodoprivredni projekti – Posljednih su godina djelatnost proširili i na izgradnju vodovoda i uređaja za pročišćavanje otpadnih voda.

[17] NATM – Nova austrijska tunelska metoda

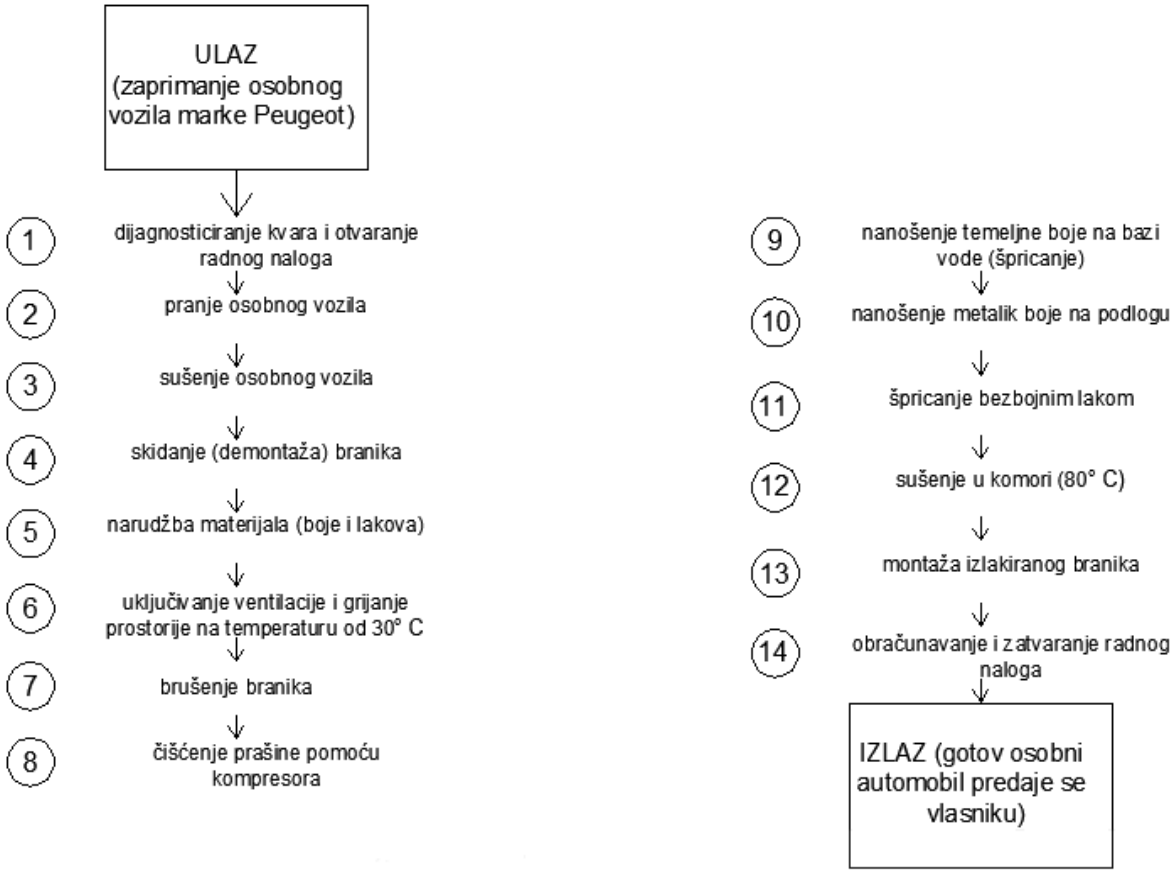
- Gospodarenje otpadom – Izgradnja novih, te sanacija i održavanje postojećih odlagališta otpada još su jedna od grana građevinarstva u kojoj posljednih godina Viadukt d.d. intenzivno sudjeluje. Suvremena mehanizacija im omogućuje izvođenje radova uz najviše ekološke standarde.

- Gradske ulice i trgovi – Grade i obnavljaju gradske trgove, ulice, pješačke hodnike i biciklističke staze. Radove izvode sukladno potrebama naručitelja i u tehnici popločenja betonskim i kamenim elementima različitih oblikovno-arhitektonskih rješenja.

- Visokogradnja – Sustavom montažne gradnje izvode objekte različitih namjena: industrijske pogone, skladišne objekte, sportske dvoranje, poslovne objekte i velike trgovačke centre. Grade objekte različitih veličina, od onih manjih, površine do 1000 m², do dosad najvećih izgrađenih, od 40 000 m². Elementi konstrukcija se proizvode u njihovoj tvornici betonskih elemenata u Pojatnom.

5.3. PODACI O PROCESU MONTAŽE I LAKIRANJA PREDNJEG BRANIKA

Viadukt d.d. zaprimilo je osobni automobil marke Peugeot, s razbijenim prednjim branikom. Zadatak je bio izvršiti demontažu prednjeg branika, naručiti novi prednji branik, izvršiti lakiranje na njemu te ga montirati.



Slika 20 – Proces montaže i lakiranja prednjeg branika

Slijedi opis te kratko pojašnjenje aktivnosti prilikom montaže i lakiranja prednjeg branika:

- **1 – dijagnosticiranje kvara i otvaranje radnog naloga** – Primljeno je osobno vozilo marke Peugeot s razbijenim prednjim branikom prilikom prometne nesreće. Zadatak je bio demontaža prednjeg razbijenog branika, te montaža novog i nalakiranog prednjeg branika. Radni nalog izdao se u obliku dokumenta, te služi praćenju radova koje će obaviti organizacijska jedinica poduzeća Viadukt d.d.

- **2 – pranje osobnog vozila** – Pranje kompletnog osobnog vozila izvršilo se u autopraoni poduzeća Viadukt d.d. koju možemo vidjeti na sljedećoj slici:



Slika 21 – Autopraona poduzeća Viadukt d.d.

- **3 – sušenje osobnog vozila -** Osobni automobil sušio se velikom količinom ventiliranog zraka. Postupak ventiliranog zraka koristio se zbog vremenskih uvjeta, jer je najbolji za zimsko vrijeme zbog olakšanog ispuhavanja sve vode s površina i kanala na osobnom vozilu.

- **4 – skidanje (demontaža) prednjeg branika –** Prednji branik su demontirali autolimari i automehaničari, te na slici možemo vidjeti kako je izgledao osobni automobil nakon demontaže:



Slika 22 – Osobni automobil nakon demontaže prednjeg branika

- **5 – narudžba materijala -** Slijedi narudžba boja i lakova, te novog prednjeg branika.



Slika 23- Boje i lakovi

- **6 – uključivanje ventilacije -** Uključuje se ventilacija te se prostorija grije na preporučljivu temperaturu od 30°C. Iz atmosfere kontinuirano se usisuje svježi zrak, koji se zagrijan dovodi u kabinu, dok se zrak iz kabine ispušta u atmosferu. Ventilacija u kabini mora ispunjavati sljedeće uvjete:

1) Odvoditi maglu nastalu štrcanjem laka i odvoditi zrak zasićen isparavanjem otapala

2) Dovoditi zagrijani i filtrirani zrak u kabinu za štrcanje kao zamjenu za odvedeni zrak, bez stvaranja propuha.

3) Osigurati da u kabinu za štrcanje ne ulaze čestice prašine i da magla od laka ne izlazi iz kabine.



Slika 24 – Upuhivanje toplog zraka



Slika 25 – Odvod onečišćenog zraka

- **7 – brušenje prednjeg branika –** Ravne se površine bruse pomoću rotacijske brusilice i brusnog papira, dok se zakrivljene površine bruse ručno. Površine moraju biti što glađe, ali bez sjaja.



Slika 26 – Rotacijska brusilica

- **8 – čišćenje prašine pomoću kompresora –** Pomoću kompresora čisti se prašina na osobnom vozilu, te u cijeloj radioni.



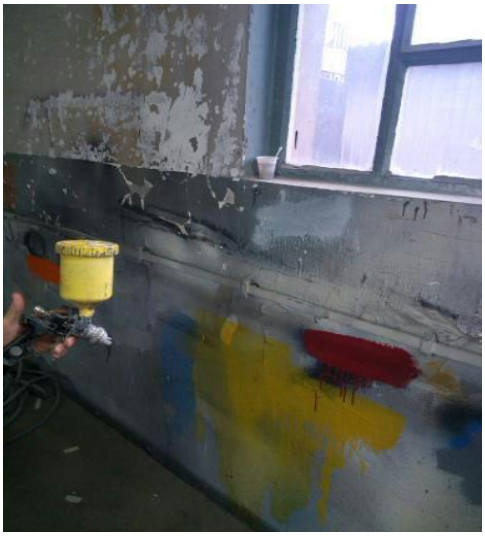
Slika 27 – Kompresor za tlačenje zraka

- **9 – nanošenje temeljne boje –** Nanosi se temeljna boja na bazi vode uz postupak špricanja. Nakon što se temeljna boja posušila, moramo je izbrusiti prije daljnje obrade.



Slika 28 – Zaštitna maska za špricanje

- **10 – nanošenje metalik boje na podlogu –** Na podlogu (prednji branik) nanosi se metalik boja pomoću špricanja. Metalik boja je dvokomponentna, te se sastoji od bezbojnog laka i metalik baze.



Slika 29 - Šprica za lakiranje

- **11 – špricanje bezbojnim lakom –** Bezbojnim se lakom šprica u svrhu zaštite. Šprica se pomoću pištolja za špricanje u najmanje dva sloja.

- **12 – sušenje u komori –** Nakon lakiranja prednji branik se ostavlja 5 do 10 minuta na temperaturi od 30° C (u koraku 7 zagrijali smo prostoriju na 30° C) kako ne bi ispario veći dio otapala. Zatim se stavljaju u komoru za sušenje u kojoj vladaju više temperature (oko 80° C). Moramo paziti da se ne stavi prebrzo jer iznenadno djelovanje viših temperatura zatvara gornje slojeve laka.

- **13 – montaža prednjeg branika –** Montažu kao i demontažu u koraku 4 izvode autolimari te na slici možemo vidjeti osobni automobil nakon demontaže:



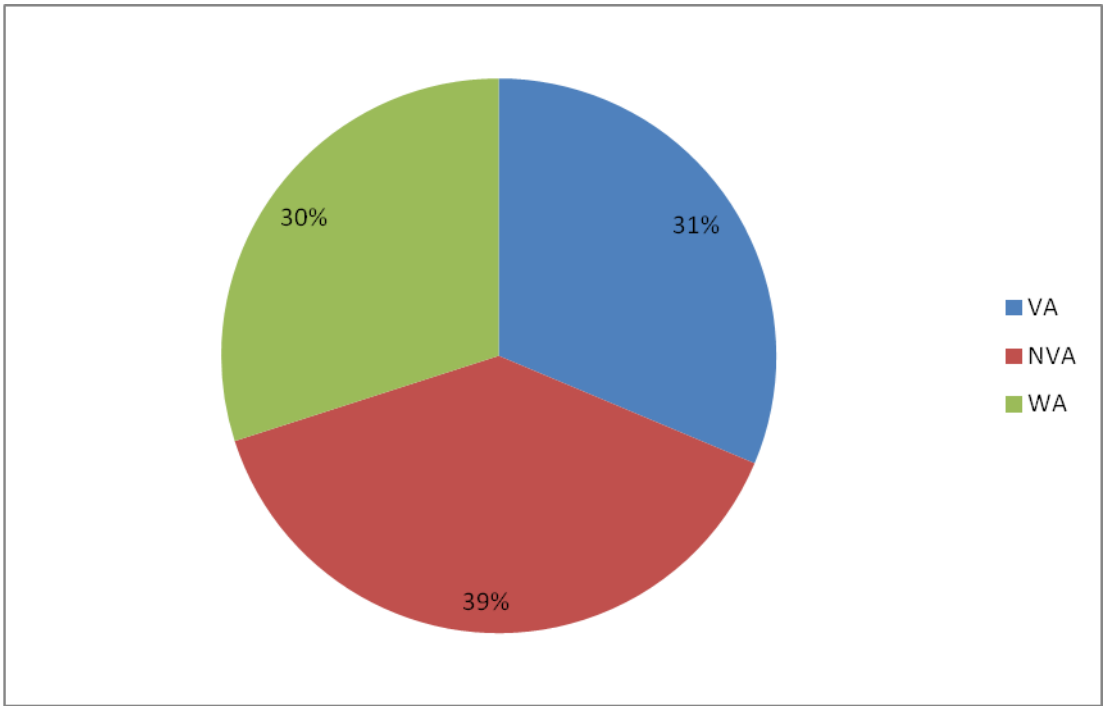
Slika 30 – Završetak montaže prednjeg branika

- **14 – obračunavanje i zatvaranje radnog naloga –** Zadnji korak sastoji se od zatvaranja radnog naloga uz naplatu te predavanja osobnog vozila vlasniku.

5.4. RASPODJELA VREMENA UNUTAR PROCESA LAKIRANJA I MONTAŽE PREDNJEG BRANIKA (VA, NVA, WA)

Tablica 6. Raspodjela vremena unutar aktivnosti

N°	AKTIVNOST	VA	NVA	WA
1	Dijagnosticiranje kvara i otvaranje radnog naloga	-	30 min	-
2	Pranje osobnog vozila	-	30 min	-
3	Sušenje osobnog vozila	-	-	25 min
4	Skidanje (demontaža) branika	-	30 min	-
5	Narudžba materijala (boje i lakova)	-	-	5 min
6	Uključivanje ventilacije i grijanje prostorije na temperaturu od 30°C	-	15 min	-
7	Brušenje branika	35 min	-	-
8	Čišćenje prašine pomoću kompresora	-	-	5 min
9	Nanošenje temeljne boje na bazi vode	27 min	-	-
10	Nanošenje metalik boje na podlogu	25 min	-	-
11	Špricanje bezbojnim lakom	28 min	-	-
12	Sušenje u komori (80°C)	-	-	75 min
13	Montaža izlakiranog branika	-	30 min	-
14	Obračunavanje i zatvaranje radnog naloga	-	10 min	-
	∑	115 min	145 min	110 min



Slika 31 - Udjeli pojedinih tipova aktivnosti u procesu lakiranja i montaže prednjeg branika

Na slici 28 možemo vidjeti grafički prikaz sa udjelima pojedinih tipova aktivnosti u procesu. U procesu montaže i lakiranja prednjeg branika, udio pojedinih tipova aktivnosti predstavlja barem 20 % gubitaka (točnije 30%), te je dopušteno korištenje alata SMED.

Ukupno vrijeme procesa montaže i lakiranja prednjeg branika iznosi 370 minuta (6 sati i 10 minuta), te će biti navedene odluke o poboljšanjima koje se temelje na sigurnim informacijama i podacima.

5.5. POTREBAN BROJ RADNIKA I CIJENA PROCESA

Slijedi tablica koja prikazuje potreban broj radnika za pojedinu aktivnosti.

Tablica 7. Broj radnika u procesu

N°	AKTIVNOST	BROJ RADNIKA	VRSTA RADNIKA
1	Dijagnosticiranje kvara i otvaranje radnog naloga	3	autolakirer i 2 autolimara
2	Pranje osobnog vozila	1	autolakirer
3	Sušenje osobnog vozila	0	-
4	Skidanje (demontaža) branika	2	2 autolimara
5	Narudžba materijala (boje i lakova)	1	autolakirer
6	Uključivanje ventilacije i grijanje prostorije na temperaturu od 30°C	1	autolakirer
7	Brušenje branika	1	autolakirer
8	Čišćenje prašine pomoću kompresora	1	autolakirer
9	Nanošenje temeljne boje na bazi vode	1	autolakirer
10	Nanošenje metalik boje na podlogu	1	autolakirer
11	Špricanje bezbojnim lakom	1	autolakirer
12	Sušenje u komori (80°C)	0	-
13	Montaža izlakiranog branika	2	2 autolimara
14	Obračunavanje i zatvaranje radnog naloga	1	autolakirer

Satnica srednjekvalificiranog autolakirera i autolimara jednaka je u poduzeću Viadukt d.d., te iznosi 30 kuna bruto, te 21 kunu neto. Cijena novog prednjeg branika za osobno vozilo marke Peugeot iznosi 500,00 kuna, cijena seta boja iznosi 450,00 kuna te je još utrošeno 130,00 kuna za potrošni materijal.

Tablica 8 – Cijena procesa

CIJENA	
RADNIK	**UKUPNO VRIJEME : 370 MINUTA**
AUTOLIMAR	185 kuna (bruto)
AUTOLIMAR	185 kuna (bruto)
AUTOLAKIRER	185 kuna (bruto)
OPREMA	
NOVI PREDNJI BRANIK	500 kuna
SET BOJA	450 kuna
POTROŠNI MATERIJAL	130 kuna
∑	**1635 kuna**

Poduzeće Viadukt d.d. potrošilo je 1635 kuna za proces lakiranja i montaže prednjeg branika osobnog vozila marke Peugeot. Račun za vlasnika osobnog vozila iznosio je 2462,50 kuna, te se može vidjeti da je poduzeće zaradilo 827,50 kuna čistog profita u navedenom procesu. Pomoću SMED-A moguće je skratiti vrijeme procesa, a samim time postići uštedu u troškovima poduzeća Viadukt d.d., te u konačnici povećati čisti profit.

5.6. DIJAGRAM TOKA PROCESA

Prvi korak u izradi dijagrama toka definiranje je jasnih granica sustava, ulaza i izlaza. Nakon što su granice definirane, dijagram toka procesa predstavlja vrijedan alat za razumijevanje i praćenje procesa pomoću grafičkih elemenata za označavanje aktivnosti, toka i skladištenja.

Simboli u dijagramu toka procesa su sljedeći:

- Pravokutnik: predstavlja aktivnosti u procesu

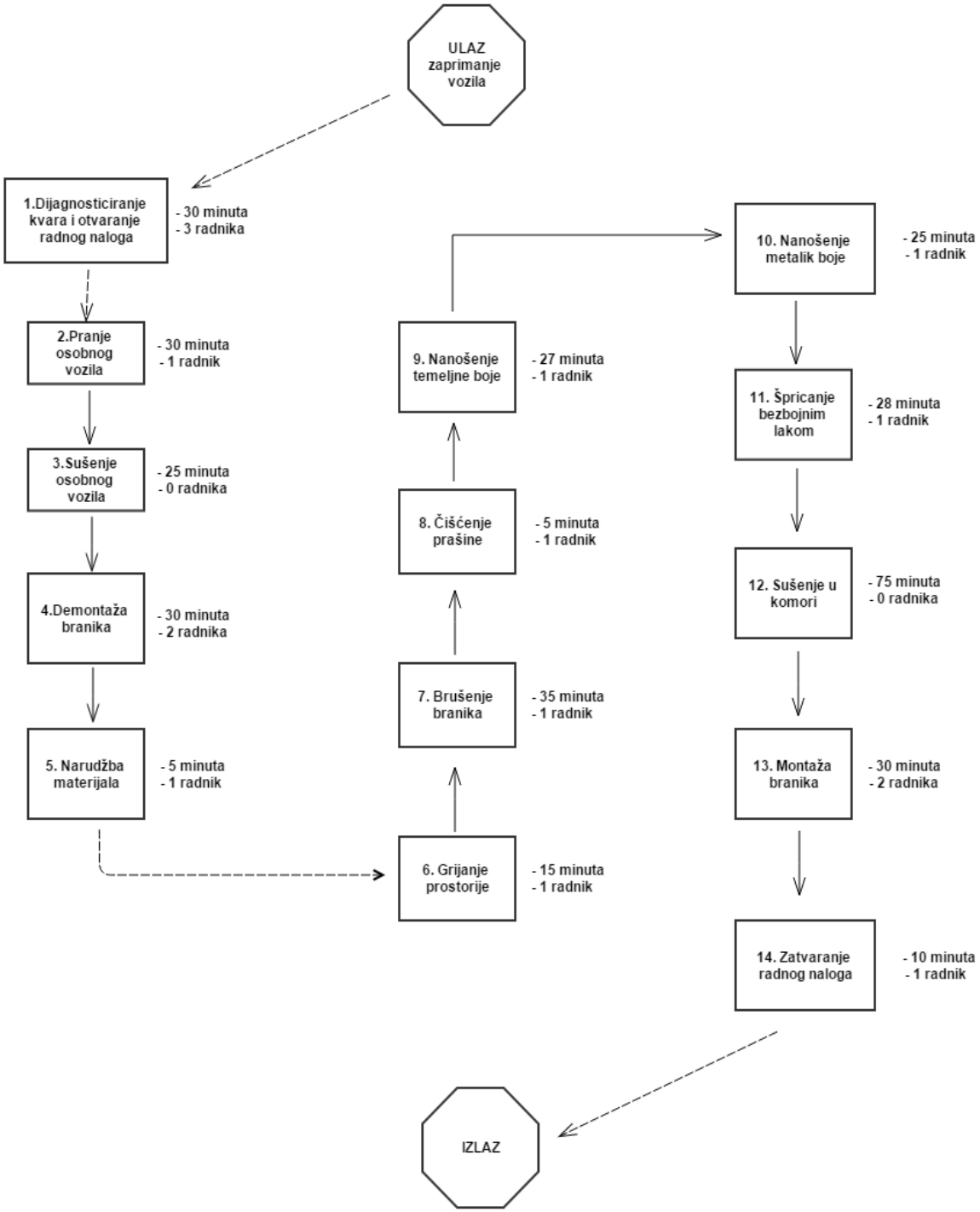
- Strelice: predstavljaju tokove, tokovi uključuju tok materijala i tok informacija. Tok informacija može obuhvaćati radne naloge i upute. Tok informacija može biti u obliku papira koja slijedi materijal (popratni list u kasnijem dijelu završnog rada), ili se može kretati odvojeno od materijala, najčešće ispred kako bi se pripremila oprema. Tok materijala obično predstavlja puna linija, a tok informacija isprekidana linija

- Obrnuti trokut: predstavlja skladištenje (inventar)

- Osmerokut: predstavlja ulaz i izlaz procesa

Kod izrade dijagrama toka najviše pozornosti treba posvetiti tome da dijagram toka što više predstavlja stvarno stanje procesa. Na primjer, ako je dijagram izrađen uporabom informacija dobivenih od zaposlenika, zaposlenici će vrlo često prikriti potencijalno problematične dijelove procesa. Osim toga, zaposlenici vrlo često znaju izvoditi neki dio procesa na svoju ruku suprotno planu izrade što, naravno u većini slučajeva neće otkriti osobi koja izrađuje dijagram. Česta je situacija da dvije osobe izrade različit dijagram toka jer svatko proces vizualizira na svoj način i daje važnost operacijama za koje on misli da

su važnije od drugih. Dijagram toka u svakom je slučaju koristan alat koji olakšava praćenje i analizu procesa pogotovo ako postoji puno aktivnosti u procesu. [24]



Slika 32 – Dijagram toka procesa

5.7. PRIMJENA SMED ALATA

U prvom koraku SMED-a promatran je sustav lakiranja i montaže prednjeg branika koji ima sve potrebne karakteristike za implementiranje SMED alata. Postoji prostor za poboljšanje u izmjeni opreme, postoje velike varijacije između vremena izmjene opreme te postoji više prilika za izmjenu opreme na tjednoj bazi. Međutim, sustav nije idealan iz razloga što radnici koji poznaju opremu (osoblje za lakiranje i osoblje za montažu i demontažu branika) nisu motivirani za preuzimanje novog znanja.

Drugi korak u potpunosti je objašnjen na slici 17 i u tablici 7. Na slici 17 naveden je cjelokupan proces lakiranja i montaže prednjeg branika, te u tablici 7 vidljivi su vremenski troškovi. U tablici 8 vidljivo je kako je proces lakiranja i montaže prednjeg branika idealan za optimizaciju, iz razloga što je za 12 od 14 aktivnosti odgovoran ljudski faktor kojega je puno lakše optimizirati za razliku od faktora opreme.

Tablica 9 – Popis aktivnosti i njihova podjela odgovornosti između ljudskog faktora i faktora izmjene opreme

N°	AKTIVNOST	LJUDSKI FAKTOR	FAKTOR OPREME
1	Dijagnosticiranje kvara i otvaranje radnog naloga	✓	
2	Pranje osobnog vozila	✓	
3	Sušenje osobnog vozila		✓
4	Skidanje (demontaža) branika	✓	
5	Narudžba materijala (boje i lakova)	✓	
6	Uključivanje ventilacije i grijanje	✓	

	prostorije na temperaturu od 30°C		
7	Brušenje branika	✓	
8	Čišćenje prašine pomoću kompresora	✓	
9	Nanošenje temeljne boje na bazi vode	✓	
10	Nanošenje metalik boje na podlogu	✓	
11	Špricanje bezbojnim lakom	✓	
12	Sušenje u komori (80°C)		✓
13	Montaža izlakiranog branika	✓	
14	Obračunavanje i zatvaranje radnog naloga	✓	

U trećem koraku izdvojeni su vanjski (eksterni) elementi (aktivnosti), te je napravljena tablica s popisom eksternih aktivnosti.

Tablica 10 – Popis eksternih aktivnosti

EKSTERNI ELEMENTI	
N°	**AKTIVNOST**
1.	Narudžba novog branika
2.	Izrada popisa boja i lakova
3.	Nabava potrebnog materijala
4.	Grijanje prostorije na temperaturu od 30°C

5.	Stavljanje brusnog papira na rotacijsku brusilicu
6.	Pregled pokrivenosti branika (kontrola kvalitete špricanja kod nanošenja temeljne boje)
7.	Pregled pokrivenosti branika (kontrola kvalitete špricanja metalik boje)
8.	Pregled pokrivenosti branika (kontrola kvalitete špricanja bezbojnim lakom)
9.	Dizanje temperature u prostoriji na 80°C zbog otparivanja vode

Ovih devet aktivnosti su izdvojene kao eksterne iz razloga što se mogu obavljati tijekom rada procesa.

U četvrtom koraku sljedeći elementi su pretvoreni iz internih u eksterne: skidanje vijaka u demontaži branika te pritezanje vijaka u montaži nalakiranog branika. Pretvoreni su u eksterne elemente zbog modifikacije opreme. Pritezanje vijaka se može puno brže i učinkovitije obaviti pomoću Skil Aku odvijača. Također se može skratiti vrijeme izvođenja aktivnosti tehnikom pripremanja aktivnosti unaprijed. Narudžba branika,nabava potrebnog materijala, izrada popisa boja i lakova, grijanje prostorije na temperaturu od 30°C i dizanje temperature u prostoriji na 80°C zbog otparivanja vode su aktivnosti koje se mogu pripremiti unaprijed.

U petom koraku se traži najjednostavniji i najbrži način za obavljanje aktivnosti, te su prioritet interne aktivnosti. Upotrijebljena je tehnika paralelnog izvođenja operacija za smanjenje vremena aktivnosti pranja osobnog vozila. Aktivnosti: skidanje prljavštine na vanjskoj površini osobnog vozila pomoću spužve i vode sa šamponom, te ispiranje vozila čistom vodom se mogu paralelno izvoditi uz uvjet da te aktivnosti izvode dva ili više radnika. Također treba naglasiti da se može uštedjeti vrijeme ukoliko se pranje osobnog automobila usredotoči isključivo na prednji dio osobnog vozila, iz razloga što se montira i lakira samo prednji branik.

Tablica 11 – SMED forma za proces lakiranja i montaže prednjeg branika

IME PROCESA:		**Proces montaže i lakiranja branika**						
N°	**BROJ AKTIVNOSTI:**	**OPIS AKTIVNOSTI:**	**UKUPNO VRIJEME:**	**TRENUTNO INTERNO VRIJEME:**	**TRENUTNO EKSTERNO VRIJEME:**	**KOMENTAR:**	**PREDLOŽENO INTERNO VRIJEME:**	**PREDLOŽENO EKSTERNO VRIJEME:**
1.	Dijagnosticiranje kvara i otvaranje radnog naloga	Primanje vozila	30 min	5 min	-	Izdavanje radnog naloga u obliku dokumenta	5 min	-
		Pregled vozila i utvrđivanje štete		20 min	-		20 min	-
		Prenošenje informacija o šteti te izrada radnog naloga		5 min	-		5 min	-
2.	Pranje osobnog vozila	Premještaj vozila u autopraonu	30 min	150 sek	-	Uz korištenje većeg broja radnika moguće je skratiti vrijeme pranja osobnog vozila	150 sek	-
		Uključivanje prekidača za pumpanje vode, te pranje pomoću pištolja		10 min	-		10 min	-
		Skidanje prljavštine na vanjskoj površini osobnog vozila pomoću spužve i vode sa šamponom		15 min	-		-	15 min
		Ispiranje vozila čistom vodom		150 sek	-		-	150 sek
3.	Sušenje osobnog vozila	Premještaj vozila u prostoriju sa grijanjem	25 min	2 min	-	Sušenje pomoću ventiliranog zraka	2 min	-
		Sušenje osobnog vozila		23 min	-		23 min	-
4.	Demontaža branika	Postavljanje vozila na dvostupnu dizalicu	30 min	1 min	-	Moguće je skratiti vrijeme skidanja vijaka	1 min	-
		Skidanje prednjih kotača i prednje zavjesnice		6 min	-		6 min	-
		Otvaranje poklopca motora		1 min	-		1 min	-

		Skidanje vijaka		3 min	-		-	3 min
		Odspajanje konektora		2 min	-		2 min	-
		Odspajanje cijevi perača fara		2 min	-		2 min	-
		Skidanje vijaka		3 min	-		-	3 min
		Odvajanje i skidanje prednjeg branika		10 min	-		10 min	-
		Narudžba novog branika		-	2 min		-	2 min
5.	Narudžba materijala	Izrada popisa boja i lakova	5 min	-	1 min	Moguće ju je izvršiti paralelno uz druge aktivnosti radi uštede vremena	-	1 min
		Nabava potrebnog materijala		-	4 min		-	4 min
6.	Uključivanje ventilacije i grijanje prostorije	Grijanje prostorije na temperaturu od 30 °C	15 min	-	15 min	Prostoriju je moguće već unaprijed zagrijati, točnije u nekoj prethodnoj aktivnosti	-	15 min
7.	Brušenje branika	Stavljanje brusnog papira na rotacijsku brusilicu	35 min	-	2 min	Brusni papir za rotacijsku brusilicu moguće je pripremiti dan ranije	-	2 min
		Brušenje ravnih površina pomoću brusilice		13 min	-		13 min	-
		Brušenje zakrivljenih površina ručno		20 min	-		20 min	-
8.	Čišćenje prašina	Uključivanje kompresora	5 min	5 sek	-	Potrebno je temeljito očistiti	5 sek	-
		Odprašivanje branika pomoću tlačnog zraka		3 min	-		3 min	-
		Brisanje površina branika od ostatka prašine		175 sek	-		175 sek	-

9.	Nanošenje temeljne boje	Nanošenje gotove boje u pištolj za špricanje	27 min	1 min	-	Moguće je skratiti kontrolu špricanja	1 min	-
		Špricanje površina		6 min	-		6 min	-
		Sušenje boje		15 min	-		15 min	-
		Pregled pokrivenosti branika (kontrola kvalitete špricanja)		-	5 min		-	5 min
10.	Nanošenje metalik boje	Nanošenje gotove metalik boje na branik u dva sloja	25 min	10 min	-	Moguće je skratiti kontrolu špricanja	10 min	-
		Sušenje metalik boje		10 min	-		10 min	-
		Pregled pokrivenosti branika (kontrola kvalitete špricanja)		-	5 min		-	5 min
11.	Špricanje bezbojnim lakom	Špricanje bezbojnim lakom na bazi vode u dva sloja	28 min	8 min	-	Moguće je skratiti kontrolu špricanja	8 min	-
		Sušenje bezbojnog laka		15 min	-		15 min	-
		Pregled pokrivenosti branika (kontrola kvalitete špricanje)		-	5 min		-	5 min
12.	Sušenje u komori	Dizanje temperature u prostoriji na 80 °C zbog otparivanja vode	75 min	-	15 min	U prethodnim aktivnostima zagrijavanje prostorije	-	15 min
		Sušenje u komori		60 min	-		60 min	-
13.	Montaža izlakiranog branika	Postaviti vozilo na dvostupnu dizalicu	30 min	1 min	-	Moguće je skratiti vrijeme pritezanja vijaka	1 min	-
		Otvaranje poklopca motora		1 min	-		1 min	-
		Pritezanje vijaka		3 min	-		-	3 min
		Montaža prednjih kotača i prednje zavjesnice		6 min	-		6 min	-
		Spajanje konektora		3 min	-		3 min	-
		Spajanje cijevi perača fara		3 min	-		3 min	-

		Pritezanje vijaka		3 min	-		-	3 min
		Montaža prednjeg branika		10 min	-		10 min	-
14.	Obračunavanje i zatvaranje radnog naloga	Predaja vozila vlasniku	10 min	3 min	-	Završetak procesa montaže i lakiranja branika	3 min	-
		Naplaćivanje		2 min	-		2 min	-
		Zatvaranje radnog naloga		5 min	-		5 min	-
			∑	**316 min**	**54 min**		**276,5 min**	**93,5 min**

U tablici sa SMED formom navedena je drugačija raspodjela vremena, te pretvaranje internih aktivnosti u eksterne. Također su navedeni detaljni opisi aktivnosti te trajanje njihovih internih i eksternih vremena. Interno vrijeme se skratilo sa 316 minuta na predloženih 276,5 minuta, dok se eksterno vrijeme produžilo sa 54 minute na predložene 93,5 minute.

5.8. PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA

Tablica 12 – Usporedba trenutnog i predloženog stanja

AKTIVNOST	TRENUTNO TRAJANJE	PREDLOŽENO TRAJANJE	POSTOTAK PROMJENE
Skidanje prljavštine na vanjskoj površini osobnog vozila pomoću spužve i vode sa šamponom	15 min	4 min	73,33 %
Ispiranje vozila čistom vodom	150 sek	0	Paralelno izvođenje aktivnosti
Skidanje vijaka	3 min	1 min	66,67 %
Skidanje vijaka	3 min	1 min	66,67 %
Pritezanje vijaka	3 min	1 min	66,67 %
Pritezanje vijaka	3 min	1 min	66,67 %
Narudžba novog branika	2 min	0	Paralelno izvođenje aktivnosti
Izrada popisa boja i lakova	1 min	0	Paralelno izvođenje aktivnosti
Nabava potrebnog materijala	4 min	0	Paralelno izvođenje aktivnosti

Grijanje prostorije na temperaturu od 30 °C	15 min	2 min	86,67 %
Stavljanje brusnog papira na rotacijsku brusilicu	2 min	0	Pripremiti dan ranije
Pregled pokrivenosti branika (kontrola kvalitete nanošenja temeljne boje)	5 min	1 min	80 %
Pregled pokrivenosti branika (kontrola kvalitete nanošenja metalik baze)	5 min	1 min	80 %
Pregled pokrivenosti branika (kontrola kvalitete špricanja bezbojnim lakom)	5 min	1 min	80 %
Dizanje temperature u prostoriji na 80 °C zbog otparivanja vode	15 min	2 min	86,67 %
Σ	**83,5 min**	**15 min**	

Aktivnost skidanje prljavštine na vanjskoj površini osobnog vozila pomoću spužve i vode sa šamponom može se skratiti sa 15 na 4 minute pomoću povećanja broja radnika (konkretno sa 1 na 3). Dok je promatrana ta aktivnost u Viaduktu d.d. primjećeno je da je prepuštena isključivo jednom radniku, te bi uz pomoć ostale dvojice aktivnost trajala znantno kraće. Aktivnost ispiranja vozila čistom vodom se može paralelno izvoditi uz aktivnost skidanja prljavštine, te je moguće aktivnost ispiranja potpuno vremenski

zanemariti. Skidanje vijaka u aktivnosti demontaža branika, te pritezanje vijaka u aktivnosti montaže branika obavljalo se pomoću viljuškastog ključa, ali bi se aktivnost brže obavila sa alatom Skil Aku odvijač, te bi se pojedini vijak mogao skinuti ili pritegnuti u vremenskom razdoblju od jedne minute.



Slika 33 – Skil Aku odvijač [25]

Cijena Skil Aku odvijača iznosi 199,00 kuna, te bi se ulaganje u odvijač dugoročno isplatilo. Sadrži automatsku blokadu vretena za ručno pritezanje ili otpuštanje vijaka i zavrtanja. Zavrtanje u uskim mjestima omogućuje kompaktni dizajn s mekanim rukohvatom, te se lako upravlja alatom pomoću prekidača naprijed/natrag.

Izrada popisa boje i lakova, narudžba novog branika te nabava potrebnog materijala pripadaju aktivnostima koje se mogu paralelno izvoditi uz aktivnost demontaže branike. Dva bi radnika trebala biti zadužena za demontažu branika, dok bi treći radnik obavljao spomenute aktivnosti. U tom bi slučaju navedene aktivnosti vremenski bile

potpuno zanemarive. Aktivnost grijanja prostorije na temperaturu od 30°C možemo skratiti tako da prostoriju zagrijemo za vrijeme obavljanja aktivnosti demontaže branika. Time bismo ih s početnih 15 minuta skratili na 2 minute koje bi se utrošile na provjeravanje točne temperature u prostoriji. Aktivnost stavljanja brusnog papira na rotacijsku brusilicu može se obaviti dan prije zaprimanja osobnog vozila Peugeot, te bi tako uštedjeli dodatne 2 minute u procesu. Pregled pokrivenosti branika možemo skratiti sa 5 minuta na 1 minutu, pomoću drugačije metode pregleda. Mislim da je dovoljno dodirom prsta provjeriti da li se boja dovoljno osušila, te vizualnim pregledom vidjeti da li je branik u željenoj količini pokriven bojom. Aktivnost dizanja temperature u prostoriji na 80°C može se ubrzati na isti način kao i aktivnost grijanja prostorije na 30°C. Potrebno je zagrijati prostoriju za vrijeme montaže branika, ali nikako ne bi smjeli zagrijati za vrijeme sušenja boja, jer bi prevelika temperatura bila štetna.

Konačan rezultat SMED-a skraćen je proces montaže i lakiranja prednjeg branika na osobnom vozilu marke Peugeot sa 370 minuta (6 sati i 10 minuta) na 301,5 minuta (5 sati i jedna minuta te 30 sekundi), što je u postotcima 18,51 %. Također treba naglasiti kako je proces lakiranja i montaže branika standardiziran proces, te je vrlo teško pronaći aktivnosti na kojima bi se vrijeme skratilo.

Uštedjelo se 31,67 kuna na satnici jednog srednjekvalificiranog radnika, što bi u prijevodu značilo ukupnu uštedu u iznosu od 95 kuna (troje radnika sudjelovalo u procesu). Naravno iznos nije prevelik, ali to je ušteda na samo jednome procesu. Kada bi uzeli u obzir da se mjesečno odradi u prosjeku 13 procesa lakiranja, dolazimo do uštede u iznosu od 1 235 kuna mjesečno, te 14 820 kuna godišnje, što je u današnjim vremenima značajan novac.

6. ZAKLJUČAK

Tema diplomskog rada bila je „Primjena alata vitkog menadžmenta pri izmjeni alata“, pri čemu je stavljen naglasak na procesni pristup proizvodnji i na alate vitkog menadžmenta. Smed je alat koji je implementiran u praktičnom dijelu diplomskog rada. Proces lakiranja i montaže prednjeg branika osobnog vozila marke Peugeot obrađen je pomoću 5 koraka SMED-a, te je izrađena tablica sa SMED formom koja detaljno prikazuje raspodjelu i vremensko trajanje aktivnosti u procesu.

Alat SMED koristi se u slučaju da promjena opreme predstavlja barem 20 % gubitaka. Ukoliko taj osnovni uvjet nije zadovoljen, nužno je odabrati jedan od ostalih alata vitkog menadžmenta. U procesu lakiranja, udio pojedinih tipova aktivnosti predstavljao je 30% gubitaka, te je alat SMED predstavljao prioritet. Proces je trajao 370 minuta (6 sati i 10 minuta), ali nakon upotrebe SMED-a skraćen je na 301,5 minuta (5 sati i jedna minuta te 30 sekundi), što je u postotcima 18,51%. Proces je skraćen pomoću pretvaranja brojnih internih aktivnosti u eksterne, pomoću paralelnog izvođenja operacija te pomoću modifikacije opreme.

Za razvoj SMED-a ponajviše je zaslužan Shigeo Shingo, te je utjecaj njegovog rada toliko velik da se pojam „SMED“ redovito koristi u akademskoj i industrijskoj zajednici do te mjere da je gotovo sinonim za „poboljšanje izmjene alata u proizvodnji.“ Shingov je rad nesumnjivo imao veliki utjecaj, ali mora se naglasiti da je SMED metoda namijenjena isključivo za razinu radionice, te se treba tako i koristiti.

Najbitnije kod Lean pristupa kontinuirano je unaprjeđenje i fleksibilnost u proizvodnji. Svako poduzeće koje prestane ulagati u nove tehnologije osuđeno je na propast, jer je opstanak na današnjem tržištu nemoguć ukoliko je proizvodnja statična. Poduzeća moraju biti dinamična i spremna na promjene.

LITERATURA:

[1] Vesna Bosilj Vukšić, Tomislav Hernaus, Andrej Kovačić, UPRAVLJANJE POSLOVNIM PROCESIMA ORGANIZACIJSKI I INFORMACIJSKI PRISTUP, Školska knjiga, Zagreb, 2008

[2] Materijali s predavanja: „Proizvodni menadžment“ 2012./2013., prof. dr.sc. Nedeljko Štefanić

[3] Grupa autora, Inženjerski priručnik IP4, proizvodno strojarstvo, Školska knjiga, Zagreb, 1998

[4] http://www.master-plm.net/phocadownload/userupload/6.1-20_Lean_2010_Web.pdf

[5] http://issuu.com/kvaliteta.net/docs/ercg_a_rad

[6] http://www.master-plm.net/phocadownload/userupload/6.1-20_Lean_2010_Web.pdf

[7] http://www.efst.hr/nastava/90/predavanja_org_4.ppt

[8] http://www.leancor.com/webinar-slides-lean-leadership/

[9] http://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/20 09 2011_14682 Osnove menadzmenta-LEAN.pdf

[10] http://kaizen-promotions.com/Philosophy.php

[11] Štefanić Nedeljko, Tošanović Nataša: Lean proizvodnja, predavanje, Fakultet strojarstva i brodogradnje –Zavod za industrijsko inženjerstvo, 2011, Zagreb

[12] http://www.leanbih.com/index.php/hr/kaizen

[13] http://web.efzg.hr/dok/TRG//mdelic/mnab2014/Kanban%20sustav%20220414i.pdf

[14] http://limun.hr/main.aspx?id=10442&Page=%20(06.9.2014)

[15] http://www.leanbih.com/index.php/hr/just-in-time

[16] http://www.leanbih.com/index.php/hr/mapiranje-toka-vrijednosti

[17] http://leendosugoi.blogspot.com/2012/11/reflection-4.html

[18] http://www.leanbih.com/index.php/hr/poka-yoka

[19] http://tps-lean-posao.blogspot.com/2012/11/26-poka-yoke.html

[20] http://www.leanproduction.com/smed.html

[21] R.I.McIntosh, S.J.Culley, A.R.Mileham, G.W.Owen, IMPROVING CHANGEOVER PERFORMANCE, a strategy for becoming a lean, responsive manufacturer, Totenham Court Road, London, 2001

[22]http://www.qualitysupportgroup.com/Our%20Services_Documentation/Single%20Minute%20%20Exchange%20of%20Die%20SMED.html

[23] http://www.viadukt.hr

[24] http://www.netmba.com/operations/process/analysis/

[25] https://www.ealati.hr/proizvod/skil-aku-odvijac-2436-aa/

PRILOZI:

I. CD-R disc