

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Svetlana Vukšić

Zagreb, 2015.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Nedeljko Štefanić

Student:

Svetlana Vukšić

Zagreb, 2015.

IZJAVA

Izjavljujem da sam ovaj rad izradila samostalno koristeći znanja stečena tijekom studija, te koristeći stručnu literaturu i uz konzultacije s mentorom prof.dr.sc. Nedeljkom Štefanićem i asistentom Mirom Hegedićem.

Svetlana Vukšić

ZAHVALA

Zahvaljujem se svom mentoru prof.dr.sc. Nedeljku Štefaniću i asistentu Miri Hegediću na pruženoj stručnoj pomoći pri izradi završnog rada.

Zahvaljujem se cijenjenom direktoru HSTec-a g. Željku Goji i zaposlenicima na uloženom trudu i vremenu tijekom moga posjeta poduzeću.

Posebno se zahvaljujem svojoj obitelji na pruženoj pomoći i podršci.



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomске ispite
Povjerenstvo za završne 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:	

ZAVRŠNI ZADATAK

Student: SVETLANA VUKŠIĆ Mat. br.: 0035187866

Naslov rada na hrvatskom jeziku: PRIMJENA 5S ALATA U PROIZVODNJI

Naslov rada na engleskom jeziku: APPLYING 5S TOOL IN MANUFACTURING

Opis zadatka:

Učinkovitost proizvodnih i poslovnih procesa nekog poduzeća može se značajno poboljšati primjenom alata vitkog menadžmenta. Navedeni koncept je proizašao iz Toyotinog proizvodnog sustava i prilagođen je uvjetima rada na zapadu. Posebnu efikasnost pokazao je kod upravljanja resursima koji se koriste u procesima.

U radu je potrebno:

- Opisati procesni pristup poduzeću s posebnim naglaskom na resurse poduzeća,
- Detaljno opisati najvažnije alate vitkog menadžmenta,
- Na proizvoljno odabranom poduzeću primijeniti najmanje dva alata vitkog menadžmenta od kojih jedan treba biti 5S alat,
- Procijeniti postignute uštede,
- Standardizirati predloške za implementaciju odabranih alata.

Zadatak zadan:

25. studenog 2014.

Zadatak zadao:

Rok predaje rada:

1. rok: 26. veljače 2015.

2. rok: 17. rujna 2015.

Predviđeni datumi obrane:

1. rok: 2., 3., i 4. ožujka 2015.

2. rok: 21., 22., i 23. rujna 2015.

Predsjednik Povjerenstva:

Prof. dr. sc. Nedeljko Štefanić

Prof. dr. sc. Zoran Kunica

SADRŽAJ

POPIS SLIKA	VIII
POPIS TABLICA.....	X
SAŽETAK	XI
SUMMARY	XII
1. UVOD.....	1
2. PROCESNI PRISTUP PODUZEĆU	2
2.1. Definicija procesnog pristupa	2
2.2. Procesna hijerarhija	3
2.3. Karakteristike procesa.....	6
2.3.1. Podjela aktivnosti u procesu	8
2.3.2. Vrste gubitaka u procesu.....	9
2.4. Koncept procesnog pristupa	11
3. LEAN MENADŽMENT	12
3.1. Lean alati	15
3.1.1. Kaizen	15
3.1.2. 5S	17
3.1.3. Just in Time – JIT	20
3.1.4. Kanban	21
3.1.5. Jidoka	23
3.1.6. SMED	24
3.1.7. Poka Yoke	25
3.1.8. Andon	27
3.1.9. VSM.....	30

4. PRIMJENA 5S I VSM METODE U PRAKSI	33
4.1. O HSTec-u	33
4.2. Primjena 5S alata i procjena postignutih ušteda	37
4.2.1. Sortiranje	37
4.2.2. Dovođenje u red	38
4.2.3. Čišćenje.....	43
4.2.4. Standardizacija	46
4.2.5. Samodisciplina	47
4.3. Uvođenje VSM metode i procjena postignutih ušteda.....	49
4.3.1. Tehnološki proces izrade prednjeg ležaja	50
4.3.2. Mapa sadašnjeg stanja	52
4.3.3. Moguća poboljšanja	53
4.3.4. Mapa budućeg stanja.....	54
4.3.5. Procjena uspješnosti novog načina rada	55
5. ZAKLJUČAK.....	56
6. LITERATURA	58
PRILOZI.....	60

POPIS SLIKA

Slika 1. Proces pretvorbe inputa u output [1].....	3
Slika 2. Primjer hijerarhije procesa	5
Slika 3. Zastupljenost aktivnosti u procesu.....	8
Slika 4. Osam vrsta gubitaka	9
Slika 5. Lean principi	13
Slika 6. Lean alati	14
Slika 7. Kaizen.....	15
Slika 8. PDCA ciklus.....	17
Slika 9. 5S	18
Slika 10. Današnje kanban kartice[13]	22
Slika 11. Utjecaj SMED-a na skraćanje vremena izmjene alata [17]	25
Slika 12. OS2 port [20].....	26
Slika 13. Poka yoke uređaj (detekcija greške očitavanjem bar koda) [21].....	27
Slika 14. Andon svjetlo	30
Slika 15. Koraci mapiranja toka vrijednosti	31
Slika 16. Neki od simbola VSM-a [24].....	32
Slika 17. HSTec.....	33
Slika 18. Projektiranje proizvoda	34
Slika 19. ZEISS Contura G2 koordinatni mjerni stroj.....	34
Slika 20. HSTec proizvodi.....	35
Slika 21. "Red Tag" oznake	Error! Bookmark not defined.
Slika 22. "Red Tag area"	37
Slika 23. Dijelovi nisu na svome mjestu (prije).....	38
Slika 24. Dijelovi su na svome mjestu (poslije).....	38
Slika 25. Brtve (oring)	39
Slika 26. Trenutni način označavanja (skoro potpuno neprimjetno)	40
Slika 27. Novi način označavanja	40
Slika 28. Priručno skladište.....	41
Slika 29. Novi vidljiviji način označavanja.....	41
Slika 30. Razbacani ostatak dijelova	42

Slika 31. Pribor za čišćenje.....	43
Slika 32. Loše iskorišten prostor.....	44
Slika 33. Skladište	45
Slika 34. Način skladištenja prije 5S.....	46
Slika 35. Način skladištenja poslije 5S	46
Slika 36. Grafički prikaz rezultata	47
Slika 37. Mapa sadašnjeg stanja.....	52
Slika 38. Mapa budućeg stanja.....	54

POPIS TABLICA

Tablica 1. Suma bodova	47
Tablica 2. Pregled stanja (5S metoda)	48
Tablica 3. Tehnološki proces izrade prednjeg ležaja	50
Tablica 4. Usporedba sadašnjeg i budućeg stanja	55

SAŽETAK

U ovom radu će prvo biti opisan procesni pristup poduzeću, zatim slijedi kratki uvod u Lean menadžment i vrste gubitaka koji nastaju u proizvodnji ali naglasak je na Lean alatima koji su detaljno opisani u radu. Najmanje dva alata vitkog menadžmenta od kojih jedan mora biti 5S bilo je potrebno primijeniti na proizvoljno odabranom poduzeću koje je u ovom slučaju bila tvrtka HSTec iz Zadra. Opisano je i slikama prikazano stanje prije, za vrijeme i nakon uvođenja 5S metode te prikazane procijenjene postignute uštede. Drugi primijenjeni alat je VSM (engl. Value Stream Mapping) odnosno mapiranje toka vrijednosti koji omogućuje vizualizaciju toka vrijednosti tj. uvid u tok materijala i tok informacija. Mapa toka vrijednosti je izrađena za jednu familiju proizvoda pri čemu je prvo izrađena mapa sadašnjeg stanja, a na temelju te mape i predloženih poboljšanja i mapa budućeg stanja. Također su date procjene postignute uštede pomoću izračuna efikasnosti ciklusa i sistematizirani gubici u procesu izrade prednjeg ležaja.

Ključne riječi: procesni pristup, 5S, VSM

SUMMARY

This paper first describes process approach to company, followed by a brief introduction to Lean management and forms of waste that arise in the production but the emphasis is on Lean tools that are described in detail. At least two tools of Lean management, of which one was 5S, is applied to the arbitrarily selected company which is in this case a company HSTec from Zadar. The condition before, during and after the introduction of the 5S method and the estimated saving are described and shown in pictures. The second tool applied is VSM (Value Stream Mapping) which enables to visualize the flow of values ie. access to material flow and information flow. Value Stream Map is made for a family of products with the first map made for the current state, and based on that map and proposed improvements future state map was made. Also, estimated savings are provided by calculating the efficiency of the cycle and systematic losses in the process of making front bearing retainer.

Keywords: process approach, 5S, VSM

1. UVOD

U svrhu stvaranja što efikasnijeg poduzeća pojavio se procesni pristup, koji se za razliku od tradicionalne organizacije temelji upravo na procesu a proces je mehanizam koji stvara proizvode i temelj je svake organizacije. Time se postiže uvid u sve aktivnosti unutar procesa i eliminira usmjerenost na ljude čime prestaju rivalstva i poboljšava se komunikacija i suradnja zaposlenika što naravno dovodi do povećanja efikasnosti.

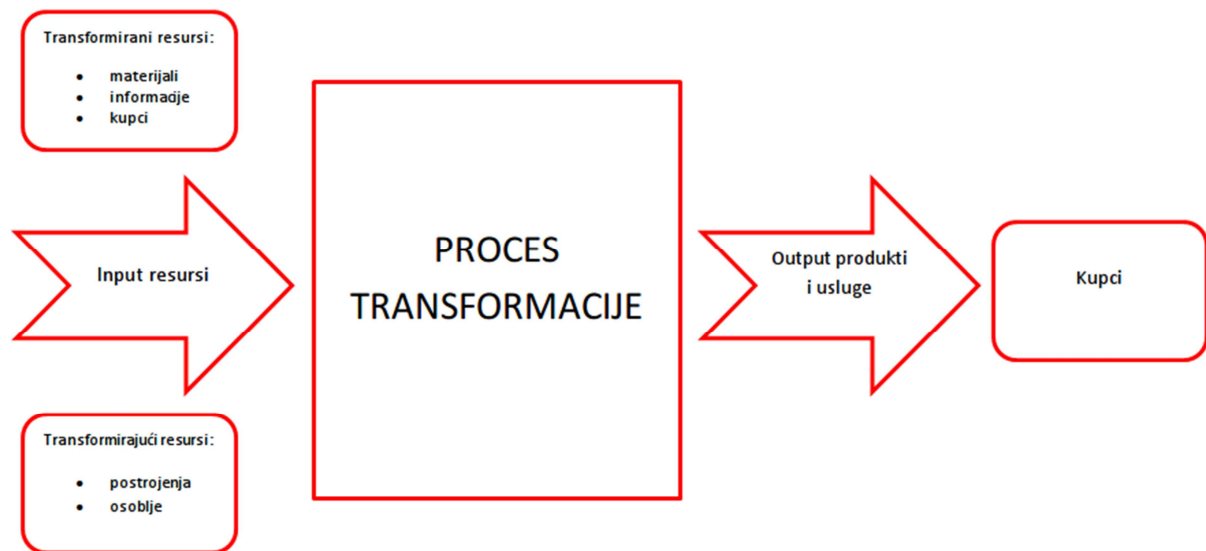
Cilj svakog poduzeća je opstati i biti uspješan u današnjem konkurentnom globalnom sustavu a to podrazumijeva učiniti kupca zadovoljnim i kvalitetom i kvantitetom proizvoda ili usluge uz naravno što manje troškove i što veći profit odnosno stvarati brzo, jeftino i sigurno. Da bi se održao takav tempo potrebna su kontinuirana poboljšanja i usavršavanja cijelog proizvodnog sustava. Tu se vrlo uspješnim pokazao Lean (vitki) menadžment te njegovi principi i alati.

Tema ovog rada je upravo jedan od alata vitkog menadžmenta a to je 5S, alat čiji su rezultati implementacije skoro pa trenutno vidljivi. A svojom implementacijom donosi velike uštede prostora a i vremena, rad postaje brži i smanjuje se stres i umor zaposlenih. Uz taj alat opisan je i primijenjen i drugi Lean alat, to je u ovom slučaju VSM (engl. Value Stream Mapping) odnosno mapiranje toka vrijednosti koji vizualizira tok materijala i informacija i čini gubitke lako vidljivima, a kada uvidimo gubitke težimo poboljšanjima i njihovoj eliminaciji. Uz to je opisan primjer primjene i postignutih ušteda primjenom ova dva alata u tvrtki HSTec iz Zadra.

2. PROCESNI PRISTUP PODUZEĆU

2.1. Definicija procesnog pristupa

Procesni pristup pojavio se zbog neefikasnosti tradicionalne organizacije s ciljem stvaranja efikasne organizacije. U svakoj organizaciji mehanizam koji kreira proizvode je proces, to je skup mjera koje iz inputa proizvode mješavinu proizvoda i usluga odnosno output, te tvori „mrežu“ unutar organizacije i njen je temelj. Svaki je proces u isto vrijeme i dobavljač i kupac drugim procesima unutar organizacije. Ovaj koncept pruža mogućnost analiziranja aktivnosti unutar organizacije i time poboljšanja odnosa prema „unutarnjem kupcu“ što dovodi do veće efikasnosti cijele organizacije. Ovakvim pogledom na organizaciju proces predstavlja njenu jezgru, a ne proizvod ili usluga. Zbog orijentiranosti na poslovne funkcije tradicionalno poduzeće nema kvalitetan pristup procesu, te se unutar organizacije stvaraju rivalstva, dolazi do loše komunikacije, zastoja, različitih ciljeva unutar odjela i slabe fokusiranosti na kupca. Kod poduzeća koja su usmjerena na proces stvara se bolja komunikacija, smanjuje rivalstvo i rascjepkanost odgovornosti te u konačnici bolja fokusiranost na kupca [1,2].



Slika 1. Proces pretvorbe inputa u output [1]

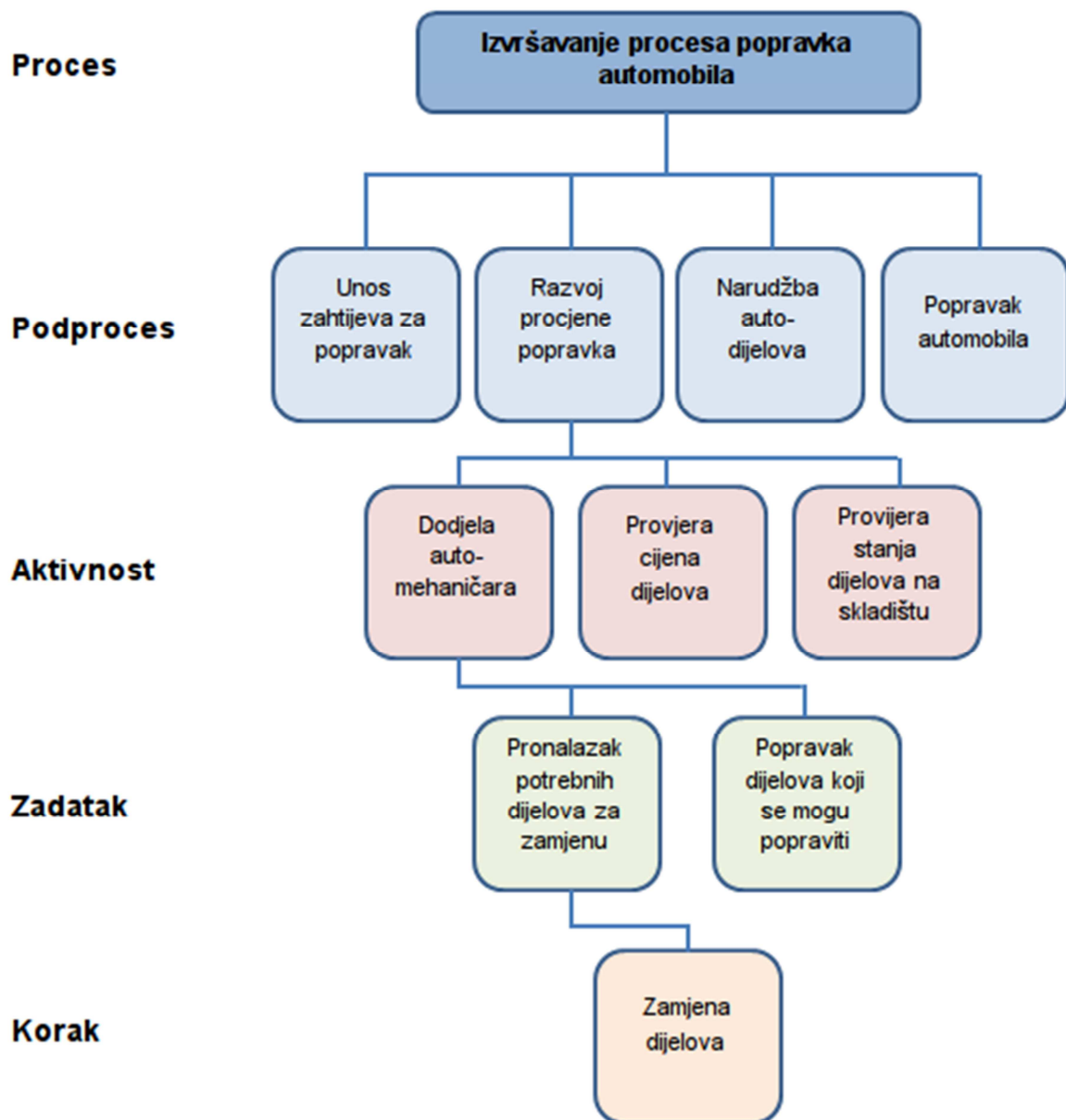
2.2. Procesna hijerarhija

Poslovni procesi organizacijskim strukturama i sustavima daju značenje i oblikuju njihov izgled i operacije. Poslovni procesi se trebaju definirati tako da zaposlenici bolje razumiju svoju ulogu, odgovornost, ovisnost i način obavljanja posla. Svaka aktivnost koju zaposlenik obavlja zapravo je dio jednog šireg procesa. Problem koji se nameće je kako odrediti razliku između poslovnih procesa koji se međusobno isprepleću prilikom obavljanja aktivnosti. Procesni na najvišoj razini samo su dio cijele organizacije, jer se ispod njih nalaze brojni potporni procesi koji se ne smiju zanemariti. Rješenje tog problema E.H.Melan našao je u utvrđivanju procesne hijerarhije. On predlaže hijerarhijsku klasifikaciju procesa s obzirom na razinu detaljnosti do četvrte razine, a to su zadatci. Ipak, njegovoj klasifikaciji se može dodati i peta razina, a to su koraci, pa imamo:

- procesi
- potproces
- aktivnosti
- zadatci

- koraci

Jednom utvrđena, procesna hijerarhija, mora se poštovati. Procesna hijerarhija posebice dolazi do izražaja u ključnim poslovnim procesima, koji se protežu kroz cijelu organizaciju. Ti ključni poslovni procesi sastavljeni su od više potprocesa, koji djeluju svaki u svom području. Potprocesi se mogu podijeliti na aktivnosti kojima se organizacija zapravo bavi. Gledajući još detaljnije, aktivnosti se dijele na zadatke, a svaki zadatak ima svoje korake izvođenja [2].



Slika 2. Primjer hijerarhije procesa

Prema A.Kovačiću i V.Bosilj Vukšić osnovna obilježja poslovnih procesa su:

- svaki proces ima svrhu, vlasnika, početak i završetak
- u proces ulaze inputi, a izlaze outputi
- na temelju ulaza i izlaza procesa lako se utvrđuju uspješnost procesa
- proces je sastavljen od sekvencijski izvedenih aktivnosti

- kako bi proces opstao, treba imati poznate unutarnje i/ili vanjske potrošače i dobavljače
- unaprjeđenje procesa je neizbježno

Da bi proces bio uspješan potrebno je zadovoljit i ove uvjete[2]:

- proces treba biti usmjeren na kupce
- proces treba imati sposobnog vlasnika procesa
- proces je razumljiv svima i u odlučivanje su uključeni svi oni koji sudjeluju u procesu
- outputi procesa trebaju stalno pružati dodanu vrijednost
- postavljene su mjere uspješnosti i učinkovitosti procesa
- nužno je neprekidno unaprjeđenje procesa

2.3. Karakteristike procesa

Iako su svi procesi slični u tom da transformiraju inpute, razlikuju se u brojnim segmentima od kojih su posebno važna slijedeća četiri:

1. Volumen outputa
2. Raznolikost outputa
3. Varijacije u potražnji outputa
4. Razina vidljivosti koju kupac ima o proizvodnji outputa

Volumen outputa

Volumen outputa predstavlja količinu proizvoda/usluga koje poduzeće proizvede. Kada je volumen outputa velik dolazi do ponavljajućih zadataka koji se provode, te sistematizacije posla gdje standardne procedure određuju kako će se koji dio posla obavljati. Pošto su zadatci sistematizirani i ponavljajući isplati se ulagati u specijalizirane alate. Sve to daje nisku proizvodnu cijenu komada. U slučaju kada je volumen outputa malen izostaju elementi sistematizacije i ponavljanja te je manja

isplativost ulaganja u specijaliziranu opremu. Sve to rezultira većom proizvodnom cijenom komada.

Raznolikost outputa

Raznolikost outputa utječe na fleksibilnost poduzeća. Što je raznolikost veća to poduzeće mora biti fleksibilnije čime se povećava zahtjevnost procesa. Dok manja raznolikost pruža standardizirani i ustaljeni proces što rezultira manjom cijenom proizvoda i usluga.

Varijacije u potražnji outputa

Varijacije u potražnji outputa zahtijevaju predviđanja potražnje tržišta i time promjene u poduzeću. Ovakve promjene utječu na korištenje resursa i ljudstva što se odražava na cijenu proizvoda.

Razina vidljivosti

Ovisno o razini vidljivosti proizvodnje mijenja se odnos kupca prema poduzeću i obrnuto. Primjer različite razine vidljivosti je trgovac koji radi na dva različita načina, u dućanu ili u web-trgovini. U dućanu, gdje je visoka vidljivost, kupac ima relativno nisku toleranciju za čekanje i može otići ako mu se nešto ne sviđa. Kupčeva percepcija je bitnija od objektivnih kriterija, stoga operacije visoke vidljivosttrebaju osoblje dobrih komunikacijskih vještina. Također, kupac je dio operacije i može tražiti nešto čega u dućanu nema zbog čega operacije visoke vidljivosti teško postižu visoku produktivnost resursa što ih čini operacijama visokih cijena. S druge strane operacija niske vidljivosti, web-trgovina, nema vremenski pritisak kupca, vrijeme koje prođe od narudžbe do isporuke ne mora biti u minutama kao kod dućana nego mogu proći sati, čak i dani. Ovo omogućava standardizaciju zadataka i osoblje koje ne treba visoke komunikacijske sposobnosti. Također, operacije niske vidljivosti, kao web-trgovina, mogu biti centralizirane na jednom(fizičkom) mjestu dok dućani zahtijevaju više lokacija blizu centara potražnje. Sve to rezultira manjim cijenama u web-baziranim operacijama nego u dućanima [1].

2.3.1. Podjela aktivnosti u procesu

Aktivnosti koje dodaju vrijednost (VAT – Value Added Time)

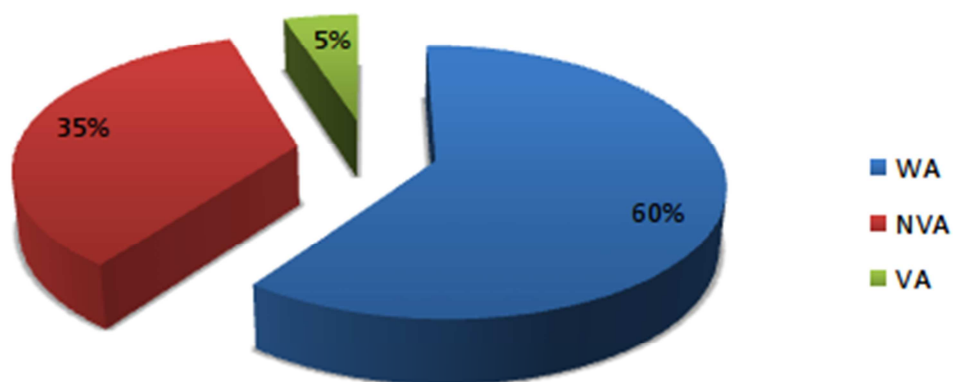
- predstavljaju direktan rad
- transformacija materijala, informacija ili ljudi u oblike tražene vrjednosti
- kupac ih je spreman platiti

Aktivnosti koje ne dodaju vrijednost ali su neophodne (NVAT – Non Value Added Time)

- aktivnosti koje se ne mogu eliminirati iz procesa
- ne stvaraju vrijednost
- neophodni gubitak
- kontrola kvalitete, mjerenja, pripremno-završna vremena strojeva

Aktivnosti koje ne dodaju vrijednost - čisti gubitak (WT - Waste Time)

- troše resurse
- 8 vrsta gubitaka (čekanje, transport, zalihe...)
- kupac ih nije spreman platiti



Slika 3. Zastupljenost aktivnosti u procesu

Dokazano je da aktivnosti koje direktno dodaju vrijednost proizvodu čine samo 5% udjela, dok aktivnosti koje predstavljaju čisti gubitak u prosjeku imaju udio od nevjerovatnih 60% te na aktivnosti koje predstavljaju neophodni gubitak a ne donose vrijednost otpada ostalih 35% [3,4].

2.3.2. Vrste gubitaka u procesu



Slika 4. Osam vrsta gubitaka

Postoji osam vrsta gubitaka čija se sistematizacija može primijeniti na bilo kojem poduzeću i osnova su Lean koncepta kojem je cilj eliminirati gubitke.

Vrste gubitaka[5]:

1. Škart

Prekid toka zbog grešaka, posljedice su nepotrebni troškovi, vremena i prostor za otklanjanje. Najčešće nastaje zbog nepotpunih i netočnih informacija.

2. Nepotrebne zalihe

Prekomjerna proizvodnja („zamrznuti kapital“). Loša procjena prodaje tj. zahtjeva tržišta i proizvodnja „za svaki slučaj“.

3. Nepotrebni pokreti

Ljudi se moraju kretati kako bi došli do informacija, nepotrebno gibanje radnika zbog lošeg rasporeda strojeva i loše ergonomije radnog mjesta.

4. Čekanje

Čekanje na isporuku, čekanje radnika na strojevima ili na materijal, čekanje na podatke, potpis, odobrenje itd. Nužno je ujednačiti i sinkronizirati proizvodnju

5. Prekomjerna obrada

Predetaljna obrada ili previše procesa obrade. Uzrok su predimenzionirani strojevi, kriva tehnološka oprema, loša konstrukcija proizvoda i prekompleksni proizvodi

6. Transport

Nepotrebno kretanje obradaka između operacija, neučinkovit transport informacija, neuspješna komunikacija. Uzrok je korištenje neučinkovitog rasporeda kretanja materijala, stoga je potrebno napraviti bolji međusobni raspored pojedinih operacija

7. Prekomjerna proizvodnja

Proizvodnja proizvoda koji se ne mogu plasirati na tržište, loše predviđanje prodaje i proizvodnja „ za svaki slučaj “.

8. Nedovoljno korištenje ljudskih potencijala (potencijala zaposlenih)

Neiskorištenost kreativnosti i inovativnosti radnika, upravo radnici su najveća vrijednost i potencijal poduzeća.

2.4. Koncept procesnog pristupa

Procesni pristup omogućuje potrebno uklapanje, osiguravajući da se stvarna radna praksa jasno poveže s cjelokupnim funkcioniranjem poduzeća. Promatranjem organizacije iz perspektive njezinih poslovnih procesa dobiva se vjerodostojnija slika poslovanja. Procesni pristup naglašava veze između aktivnosti. Nažalost, ipak, mnogi još ne shvaćaju procesni pristup, zaposlenici najčešće promatraju samo svoju ulogu unutar organizacije, ne razmišljajući o cjelokupnom procesu te zbog nedostataka potrebnih informacija ne mogu poduzeti odgovarajuće promjene, stvaraju nepotrebna međusobna rivalstva i slično.

Menadžeri i zaposlenici teško uočavaju i razumijevaju:

- koji procesi postoje u organizaciji, kako su povezani i kako pridonose ostvarivanju organizacijskih ciljeva
- koji su procesi važni za ostvarivanje strategije poduzeća
- gdje i kada započinje, odnosno završava pojedini proces
- koji su ljudi uključeni u pojedine procese
- koji su resursi potrebni za obavljanje pojedinih procesa
- koji su procesi interni, a koji uključuju poslovne partnere (dobavljači, potrošači)
- koji procesi omogućuju stvaranje konkretne dodane vrijednosti proizvodima ili uslugama, a koji su potporni ili administrativni

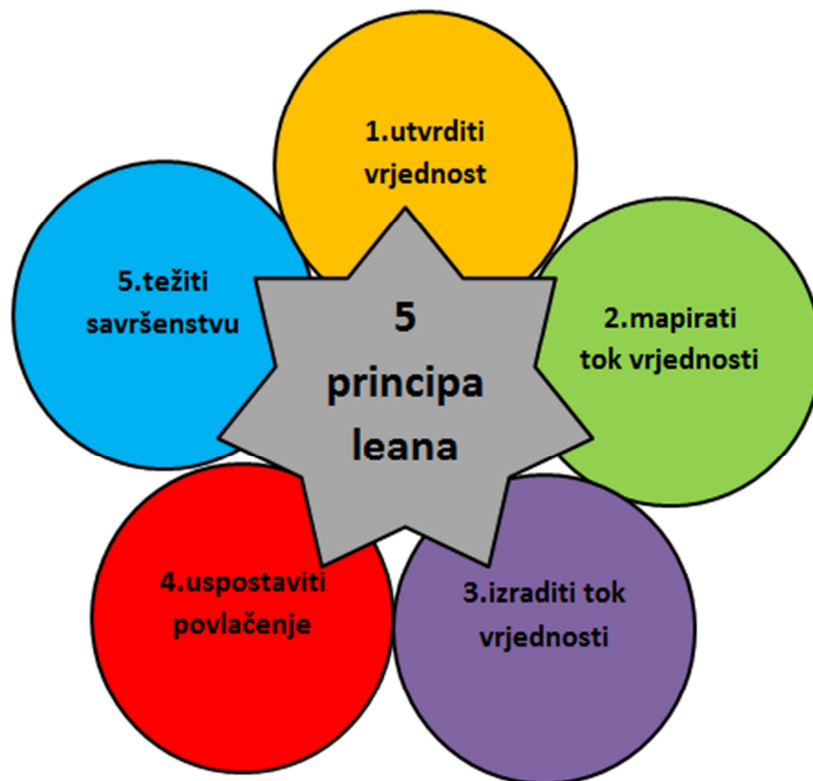
Procesni pristup znači velik odmak od uobičajene usmjerenosti na ljude. Organizacije koje se odluče za procesni pristup trebaju biti svjesne odupiranja koje će doživjeti zbog uvođenja novog poslovnog koncepta. Upravo zbog toga, svako poduzeće treba utvrditi kolika je razina potrebna, odnosno treba biti svjesna da je prijelaz na procesni pristup dugoročna i potpuna promjena trenutnog viđenja poslovanja [2].

3. LEAN MENADŽMENT

Pojam „Lean“ znači „vitak“ i zasniva se na konstantnom traženju i otklanjanju gubitaka odnosno proizvodnji i pružanju usluga sa što manje zaliha, pogona, prostora, ljudskog rada, zastoja, kapitala, neispravnih proizvoda, čekanja i svega što ne dodaje vrijednost proizvodu. Poboljšavanjem operacija unutar procesa dolazi se do smanjenja troškova.

Pet osnovnih Lean principa su:

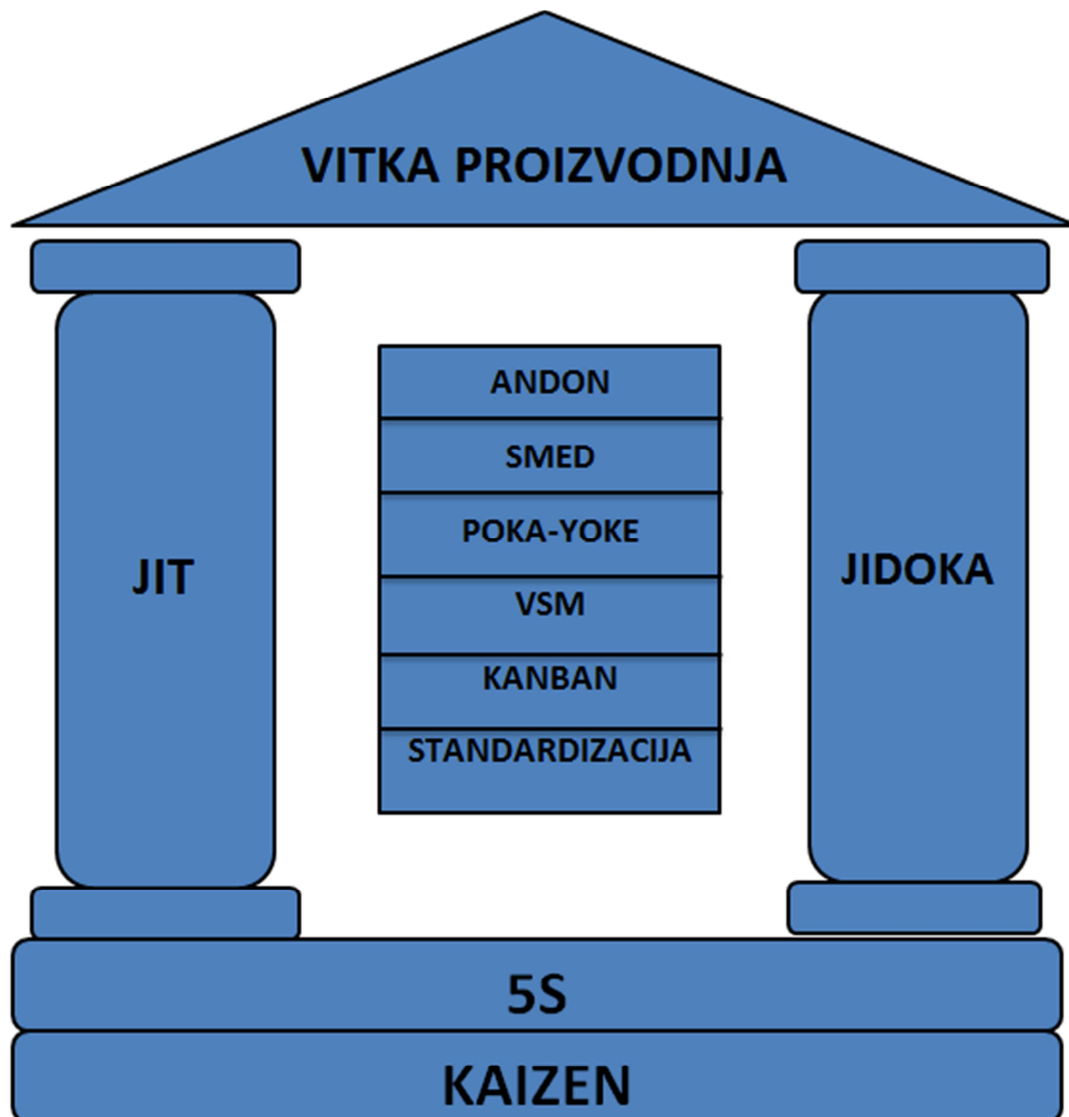
1. Utvrditi vrijednost za kupca – odnosi se na točno definiranje vrijednosti proizvoda iz perspektive krajnjeg kupca, odnosno potrebno je ispuniti kupčeve zahtjeve i očekivanja na vrijeme i za odgovarajuću cijenu. Aktivnosti u lancu vrijednosti dijele se u tri skupine kao što je navedeno u poglavlju 1.3.1.
2. Mapirati tok vrijednosti – tok vrijednosti se promatra od kraja odnosno od strane kupca i prati se do izvora/početka. Koristi se kako bi se pokazao optimalniji redoslijed za poslovne aktivnosti, njihovu povezanost i doprinos poslovanju.
3. Izraditi tok vrijednosti – grafički prikaz toka vrijednosti. Crta se od sirovog materijala sve do isporuke gotov proizvoda ili usluge kupcu. Mapa toka vrijednosti pokazuje gdje pojedine aktivnosti donose vrijednost za kupca, a gdje nepokazuje tok informacija, pruža kompletnu vremensku prezentaciju toka aktivnosti i uvijek ima kupca u središtu.
4. Uspostaviti povlačenje – pokretanje proizvodnje na zahtjev kupca, odnosno ni jedan artikl se bi trebao proizvoditi bez zahtjeva. Zahtjev kupca pokreće proizvodnju.
5. Težiti savršenstvu – neprekidno traganje za savršenstvom u proizvodnji s potpunom eliminacijom gubitaka. Beskonačan proces konstantnog unaprjeđenja efikasnosti, smanjenja troškova i poboljšanja kvalitete.



Slika 5. Lean principi

Kako bi se eliminirali gubici i time skratilo vrijeme od narudžbe kupca do isporuke gotovog proizvoda Lean menadžment koristi svoje alate kao što su:

- Kaizen – poslovna filozofija života i rada koja se temelji na svakodnevnim malim poboljšanjima i unaprjeđenjima procesa u tvrtki
- 5S – pristup za poboljšanje načina rada unutar poduzeća
- Jidoka – automatizacija s ljudskom inteligencijom
- Just-in-time – koncept proizvodnje i nabave čiji je cilj reducirati zalihe i troškove transporta.
- Kanban - metoda kontrole zaliha i naručivanja
- SMED (Single digit Minute Exchange of Die) – brza izmjena alata
- Andon - omogućuje nadzor većeg broja proizvodnih procesa koji se u isto vrijeme odvijaju na više različitih strojeva
- Poka-yoke – metoda za onemogućavanje grešaka u proizvodnji
- VSM – vizualizacija tokova materijala i tokova informacija
- ...



Slika 6. Lean alati

Lean koncept stvara proizvodni sistem zasnovan na potrebama kupaca i kontinuiranim unaprjeđenjem u svim procesima rada, time poduzeće postaje fleksibilno, učinkovito i spremno na izazove tržišta. Za to su potrebni ljudi koji imaju sposobnost, volju, vještinu i znanje [6,7].

3.1. Lean alati

3.1.1. Kaizen

Japanska poslovna filozofija života i rada, fokusirana na kontinuirano poboljšanje. Ovaj pojam skovao je „otac“ Toyotinovog sustava proizvodnje Taiichi Ohno, pri čemu „kai“ znači promjena i „zen“ uvidjeti. Bit Kaizen-a je promjena na bolje odnosno smanjenje gubitaka unutar poduzeća.



Slika 7. Kaizen

Kaizen je proces koji, kada se pravilno uradi eliminira pretjerano teški rad, humanizira radno mjesto i uči ljude kako da obilježe i eliminiraju škart u procesu poslovanja. Element za Kaizen može biti pojedinac, male grupe ili velike grupe ili cijeli sustav. Najčešće su u pitanju lokalna poboljšanja u okviru radne stanice.

Postoji nekoliko različitih Kaizen aktivnosti, sve imaju isti cilj (eliminiranje gubitaka) ali se razlikuju po mjestu i dužini odvijanja i sudionicima.

1. Kontinuirano unaprjeđenje – mala poboljšanja, kontinuirani koraci i taktičke inicijative. Malobrojna dnevna poboljšanja provedena u svakoj poslovnoj funkciji na kraju se počinju akumulirati i tvore velike dobitke.
2. Gemba Kaizen – „gemba“ prevedeno s japanskog označava „pravo mjesto“, što bi u poduzeću predstavljalo sam proizvodni pogon. Odnosno, Gemba Kaizen su Kaizen aktivnosti koje se odvijaju u proizvodnji.
3. Sistem Kaizen – Kaizen koji predstavlja radikalno unaprjeđenje procesa u svrhu eliminiranja svih onih gubitaka koji ne dodaju vrijednost proizvodu.
4. Kaizen događaj – je planirana aktivnost u kojoj tim zaposlenika pokušava unaprijediti neki aspekt svog poduzeća, ima cilj brzo otkrivanje uzroka

problema i brzu implementaciju rješenja. Prije početka aktivnosti potrebno je utvrditi problem, odrediti tim i odabrati vođu tima, odrediti cilj unaprjeđenja, mjere koje će se koristiti i vrijeme trajanja.

5. Kaizen blic –planirani Kaizen događaj u trajanju 3-5 dana. Glavni cilj je brzo unaprjeđenje.

Kaizen mora biti pažljivo pripremljen, efikasno vođen i implementiran ako se žele postići uspješni rezultati. Ako se aktivnosti ne sprovedu po odgovarajućem redosljedu dolazi do konfuzije i loših rezultata. Vrijeme Kaizen događaja može se podijeliti u 3 velike cjeline : 40% vremena bi trebalo potrošiti na pripremu, 40% na pronalaženje rješenja te 20% vremena na implementaciju rješenja [8].

Principi Kaizena su:

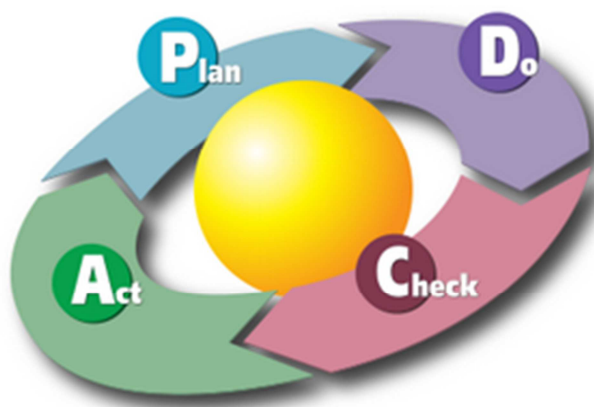
- glavna prednost poduzeća su njeni radnici
- unaprjeđenje procesa će se prije ostvariti malim unaprjeđenjima nego naglo, sve odjednom
- čim se ukaže mogućnost potrebno je implementirati unaprjeđenje
- preporuke za unaprjeđenje moraju biti bazirane na kvalitativnim i statističkim metodama procesa

Pomoću ovih principa lako se može napraviti procedura koju je potrebno poštovati svaki put kada se Kaizen aktivnost provodi.

Kaizen aktivnost se temelji na Demingovom krugu kvaliteta (PDCA) s četiri osnovne aktivnosti koje treba provesti : planiranje (Plan), sprovođenje (Do), provjera (Check) i djelovanje (Act).

1. Planiraj – kreiranje plana promjena i identificiranje specifične stvari koje se žele promijeniti. Definiranje koraka koje je potrebno poduzeti i pretpostavljanje rezultata tih promjena.
2. Uradi – izvršenje plana u probnom okruženju. Testiranje promjene na umanjenoj skali (malom uzorku) u svrhu ispitivanja rezultata predložene promjene.

3. Provjeri – ispitivanje rezultata testa. Potrebno je uvjeriti se da je unaprjeđenje procesa ostvareno, ako je dokazana profitabilnost promjene potrebno ju je primijeniti na poslovanje ukoliko nije, probava se ponovo s drugom promjenom.
4. Djeluj – primjena promjene na cjelokupnom poslovanju, uvođenje promjene u standardne operative procedure.



Slika 8. PDCA ciklus

Predmet unaprjeđenja može biti bilo što: kvaliteta proizvoda, organizacija poslovanja, prodaja, usluživanje, komunikacija itd. Projektni tim najčešće radi u vrijeme radnog vremena zbog važnosti da se Kaizen doživi kao bilo koji drugi uobičajeni proces rada, da postane radna aktivnost koja se redovno provodi po unaprijed definiranom rasporedu. Projektni tim mora biti pravilno odabran, odnosno tim trebaju sačinjavati radnici koji su upoznati s procesom u kojem je problem pronađen te je potrebno educirati tim o statističkim i kvantitativnim metodama koje će primjenjivati za opisivanje i rješavanje problema. S obzirom da znanja koja posjeduju članovi tima najčešće nisu dovoljna za rješavanje problema potrebno je angažirati stručnjake van poduzeća[9].

3.1.2. 5S

Predstavlja skup pravila za organiziranje radnog prostora. To je najlakše primjenjiv alat Lean koncepta i njegovi rezultati su vidljivo gotovo pa trenutno. Termin 5S predstavlja akronim japanskih riječi: Seiri – sortiranje, Seiton – urednost, Seiso –

čistoća, Seiketsu – savršenstvo i Shitsuke – disciplina, a ujedno vrijedi i za engleske izraze: Sort, Set in order, Shine, Standardize i Sustain.



Slika 9. 5S

1. Seiri/Sort – sortiranje

Predstavlja razvrstavanje materijala, alata i opreme prema svrsi i stupnju upotrebe. Potrebno je eliminirati sve stvari koje su nepotrebne za rad te ih eliminirati iz radnog prostora, stvari koje se uopće ne koriste baciti. Odvaja se bitno od nebitnog i zadržava samo ono potrebno. Nakon ovog koraka dobivamo slobodni prostor, olakšava se protok materijala i ljudi i lako pronalazimo stvari koje nam trebaju.

2. Seiton/Set in order – red

Urediti prostore tako da predmeti veće važnosti budu na dohvat ruke, sistematski posloženi da ih možemo jednostavno koristiti i da ih svatko može lako pronaći. Svaki predmet ima određeno mjesto gdje pripada. Npr. često korištene rezervne dijelove ostaviti u priručnom skladištu, a dijelove koji se rijetko koriste prenjeti u glavno skladište rezervnih dijelova.. Predmeti koji se redovno upotrebljavaju trebaju dobiti stalno mjesto te alate koji se zajedno koriste zajedno ih i smjestiti. Obavezno označavanje i ergonomija.

3. Seiso/Shine – čišćenje

Neophodno je očistiti cijelo radno područje i svu opremu. Nije dovoljno jednom očistiti radni prostor, potrebno je redovito čišćenje, najčešće na dnevnoj bazi jer se u suprotnom sve vraća na staro. Također je potrebno definirati način i sredstva za čišćenje tj. ispisati procedure koje je potrebno poštovati.

4. Seiketsu/Standardize – standardizacija

Kako bi prva tri zadatka postala pravila i prešli u naviku potrebno je da se zaposleni i nadređeni dogovore na koji način će se provoditi 5S aktivnosti i definirati proceduru. Postavljaju se pisani standardi i procedure na plakatima kako bi se izbjeglo vraćanje na staro. Procedure koje su usvojene moraju se primjenjivati. [wikipedija,5S]

5. Shitsuke/Sustain – održavanje

Posljednji najkompleksniji ali najvažniji korak 5S metode u proizvodnom sustavu je održavanje postignutog stanja. Održavanjem obuka i osiguravanjem svih potrebnih sredstava potrebno je pružiti podršku radnicima da što efikasnije obavljaju zadatke 5S metode.

Implementacijom 5S postiže se [10,11] :

- čisto radno mjesto
- lakša manipulacija materijalom u radnom prostoru
- smanjenje vremena traženja određenih predmeta
- umanjenje putanje kretanja
- uvećana površina radnog prostora
- smanjenje vremena rada i praznog hoda
- manji stres i umor
- brži rad
- veća spremnost na nove zadatke
- brži rad

3.1.3. Just in Time – JIT

Koncept proizvodnje i nabavke temeljen na principu – dio za ugradnju je potreban proizvodnom procesu samo u onom trenutku u kome taj dio treba biti ugrađen tj. ni prije ni poslije. Počeo se primjenjivati još u Fordovim tvornicama ali je pravo priznanje dobio tek 70-tih godina prošlog stoljeća. Cilj mu je reducirati troškove i transporta i zalihe (zalihe postoje jer su dijelovi kupljeni prije nego su bili potrebni, vjerojatno zbog nesigurnosti isporuka i raznih pogodnosti pri kupovini). Ovakav način proizvodnje postiže se preciznim planiranjem proizvodnje. Da bi se JIT ostvario potrebno je stvoriti jaku vezu i dugoročnu suradnju između kooperanata i glavnog proizvođača. Kooperanti se stimuliraju za što intenzivniju suradnju s poduzećem kako bi JIT funkcionirao glatko. Kooperantima se daju točne procedure za proizvodnju dijelova kako bi kvaliteta bila visoka a škart sveden na nulu. Kako bi se pojednostavio proizvodni proces teži se što manjem broju različitih dijelova pri proizvodnji nekog proizvoda, tako i kooperanti imaju više interesa za suradnju samo s jednim kupcem, jer u tom slučaju mogu proizvoditi grupu sličnih dijelova koja će popuniti njihove proizvodne kapacitete. Konstantno unaprjeđenje JIT-a je ključno kako bi se dijelovi proizvodnje smanjili, a transport manjih količina bio konkurentan masovnoj proizvodnji.

Planiranje proizvodnje se bazira na dva principa:

1. Pull princip

Proizvedeni dijelovi se kreću suprotno od toka informacija koje stižu od kupca pa je planiranje proizvodnje bazirano na potrošnji.

2. Push princip

Dijelovi se proizvode prema pretpostavci potrošnje na tržištu tj. procjeni proizvođača. Reakcija na promjene i probleme je spora [12].

JIT alat radi na principu Pull. Prednosti JIT:

- smanjenje troškova

- veća fleksibilnost
- poboljšani kvalitet
- povećana produktivnost
- manji prostor

3.1.4. Kanban

Japanska riječ koja se prevodi kao „kartica“. Kartice se nalaze prikačene na kontejnere u kojima su određeni dijelovi potrebni za proizvodnju. Tek kada se dijelovi iz kontejnera počnu koristiti u proizvodnom procesu, s kontejnera se skida kartica i stavlja na ploču. Postavljena kartica na signalizacijsku ploču predstavlja signal da je nova količina dijelova potrebna proizvodnji. Ovim principom se izbjegava prekomjerna proizvodnja. Kanban sustav predstavlja način kontinuiranog rada svih proizvodnih procesa a da ne ostanu bez predmeta rada putem vizualne signalizacije. Vizualna signalizacija olakšava upravljanje sustavom jer menadžeri mogu trenutno da vide stanje zaliha u radnim jedinicama. Kako je tehnologija napredovala tako su i kanban kartice i signalizacijske ploče pa su se kartice umjesto stavljanja na signalizacijsku ploču počele poništavati očitavanjem bar koda. Kada se bar kod očita kartica se baca, a poništavanje kartice je signal informacijskom sustavu da je potreban novi kanban za taj dio.

Postoje četiri osnovne informacije koje kanban kartica mora sadržavati, a to su :

- broj dijela
- opis
- razina dopune
- količina

U kanban sustavu primjenjuje se podjela rada odnosno rukovatelji materijalom se brinu o dopuni kanban kontejnera dok radnici na montaži trebaju što manje vremena trošiti na donošenje potrebnih dijelova ili bilo kakvih nepotrebnih pokreta. To se postiže odabirom dobrog položaja i načina postavljanja kontejnera. Najbolji položaj je na dohvat ruke ali pod uvjetom da to ne bude iza leđa.

Svako radno mjesto je opremljeno vizualnom signalizacijom – semaforom koji je postavljen visoko da rukovatelji materijalom lako mogu uočiti promjenu. Upaljeno zeleno svjetlo znači da je sve u redu. Žuto svjetlo se aktivira kada radnik potroši sve dijelove iz pripremljenog kontejnera i ujedno je znak rukovatelju materijala da dođe i preuzme prazni, a donese puni kontejner. To vrijeme je frekvencija dopune, ako dopuna kontejnera prekorači dužinu frekvencije dopune radnik pali crveno svjetlo koje obavještava menadžera da postoji problem nedostatka materijala i da ga je potrebno riješiti. Na početku primjene kanban sustava se zbog neuigranosti radnika i kooperanata ostavlja veća količina zaliha koja se uhodavanjem sustava smanjuje sve do konačnog cilja tj. potpune minimalizacije zaliha jer kanban nedozvoljava proizvodnju proizvoda za kojeg nema kupca[12].

Pravilnom implementacijom kanban sustava postiže se:

- smanjenje nedovršene proizvodnje
- unaprjeđenje toka materijala
- sprječava se prekomjerna proizvodnja
- lakše upravljanje proizvodnjom zbog vizualnih signala
- veća fleksibilnost proizvodnje



Slika 10. Današnje kanban kartice[13]

3.1.5. Jidoka

Jidoka se prema literaturnim zapisima može izraziti kao automatizacija s ljudskom inteligencijom. Primjenom Jidoka uređaja u automatiziranim procesima omogućena je „svjesnost“ automatiziranog procesa te će on biti u stanju detektirati procesne kvarove ili defektne proizvode, sam se zaustaviti, istražiti uzrok zaustavljanja i poduzeti protumjere te alarmirati operatora zaduženog za kontrolu procesa.

Povijesni razvoj Jidoka seže početkom 1900-ih godina kada je Taichi Ohno implementirao izum koji je detektirao pucanje konca na razboju, a razboj bi, po detekciji, momentalno prestao sa radom. Zatim bi se utvrdilo zašto je došlo do problema i ponovno pokrenuo proces. Taichi Ohno opisuje ovaj alat kao jedan od stupova TPS-a (engl. Toyota Production System). Prema njegovim riječima mehanizam je izumio Sakichi Toyoda. (Prema nekim izvorima izumitelj mehanizma je bio njegov sin Kiichirou Toyoda, osnivač kompanije Toyota Motors). Kao i kod ostalih Leanelemenata karakterizira ga jednostavna ideja i implementacija te ideje vode prema važnim unapređenjima u proizvodnji [14].

Koncept automatizirane linije se koristio kako bi se olakšao posao radnicima i minimizirao faktor ljudske pogreške. Ako uređaj otkrije defekt ili problem u procesu proizvodnje dolazi do automatskog zaustavljanja procesa. Najčešći uzroci zaustavljanja procesa proizvodnje su: neprimjereni operativni postupci, pretjerane varijacije parametara u operacijama, neispravna sirovina za proizvodnju, ljudska ili pogreška stroja. Jidoka mehanizam je razvijen zbog mnogo razloga, neki od njih su: pretjerana proizvodnja dobara (proizvoda), izgubljenog vremena prilikom proizvodnje u stroju, gubitka vremena zbog transporta neispravnog materija s jednog na drugo mjesto, gubitka vremena zbog ponovne obrade neispravnog dijela (proizvoda), gubitka vremena zbog inventara i dr.

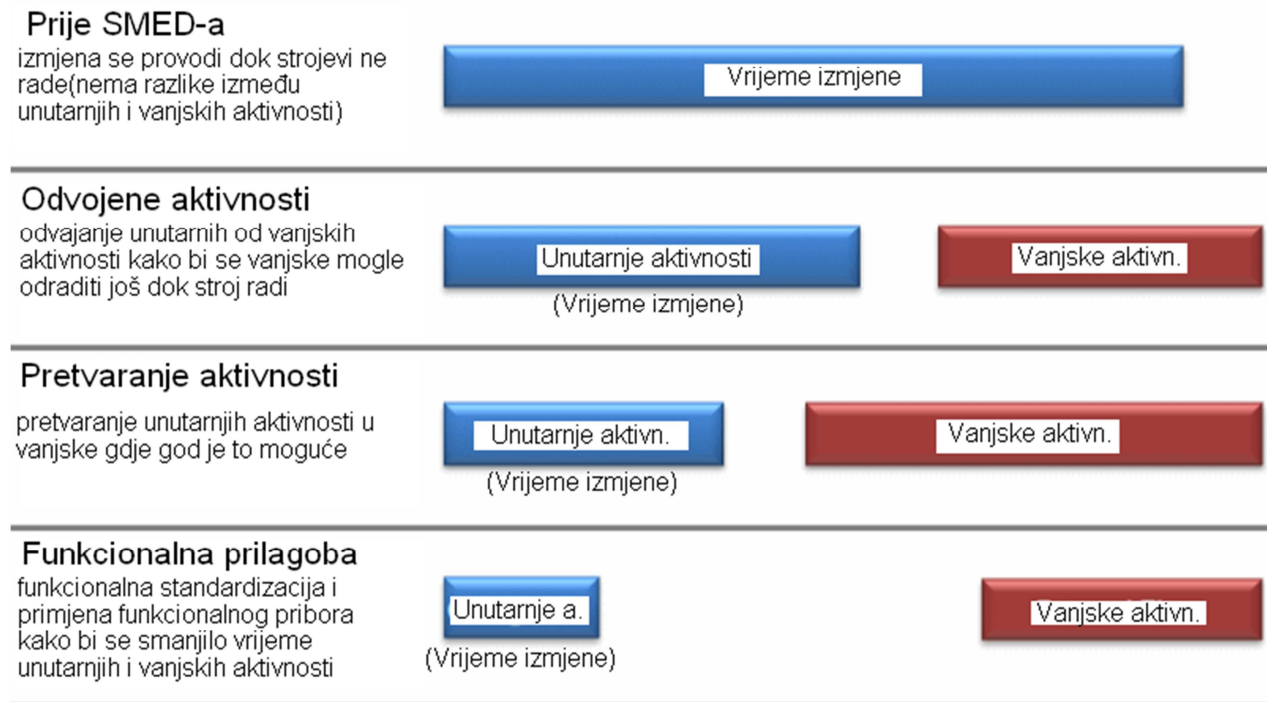
Iz gore navedenih razloga pribjeglo se primjeni Jidoka uređaja. Svrha primjene Jidoka uređaja je neposredno dijagnosticiranje kvara te njegovo uklanjanje. Time je minimiziran faktor ljudske procjene na kvalitetu proizvoda te će radnik biti samo pažljiv kada se proces zaustavi. Također je olakšan sekvencijalni pregled sastavnica

uređaja čime se u konačnici postiže zadovoljavajuća kvaliteta proizvoda te su smanjena opterećenja radnika s tehničkim kontrolama kvalitete proizvoda. Kontrolu proizvodnje sada vrši uređaj te kada dođe do njegovog prestanka rada, zadužena ili stručna osoba tada radi na uklanjanju problema koji je rezultirao prestankom rada uređaja. Jidoka uređaj istražuje uzrok problema i poduzima nužne korake kako se ovaj tip kvara ne bi više dogodio. Kvar se može spriječiti primjenom Poka Yoke tehnike. Neke od prednosti koje se postižu njegovom primjenom su: pomaže pri otkrivanju problema u ranijim fazama (proizvodnje), pomaže pri nastajanju svjetskih organizacija, ljudska inteligencija je ugrađena u automatizirani stroj (uređaj), proizvedeni su produkti bez kvarova, značajno povećava produktivnost organizacije [15,16].

3.1.6. SMED

Single-Minute Exchange of Die (SMED) bazira se na brzom izmjeni alata u svrhu poboljšanja toka materijala. SMED označava izmjenu alata u jednoznamenastom broju minuta. SMED koncept započeo je krajem 1950-ih, početkom 1960-ih godina kada je Shigeo Shingo za Toyotu radio na smanjenju zagušenja na prešama za modeliranje karoserije. Implementacija SMED-a provodi se u osam koraka:

1. Odvajanje vanjskih i unutarnjih aktivnosti (vanjske aktivnosti mogu se provoditi dok stroj radi, dok se unutarnje mogu provoditi isključivo dok stroj ne radi)
2. Pretvaranje (gdje je moguće) vanjskih u unutarnje aktivnosti (npr. predzagrijavanje alata)
3. Funkcionalna standardizacija – npr. dimenzije koje su značajne za stezanje alata (svugdje isti podmetači)
4. Funkcionalni pribori za stezanje – npr. uređaji za stezanje konstruirani za stezanje u što kraćem vremenu
5. Upotreba prethodno podešenih stega
6. Paralelne operacije – skraćivanje vremena paralelnim radom više radnika
7. Eliminiranje podešavanja – npr. upotrebom čepova i graničnika
8. Mehanizacija – upotreba hidraulike ili pneumatike pri stezanju alata



Slika 11. Utjecaj SMED-a na skraćanje vremena izmjene alata [17]

Provođenjem ovih koraka u Toyoti vrijeme izmjene nekih alata koje je nekad trajalo više sati smanjeno je na samo nekoliko minuta. Međutim, snaga SMED-a nije samo u brzini izmjene alata već i u mnogim drugim efektima do kojih dolazi, a to su [18,19] :

- proizvodnja bez zaliha koja omogućava brzu promjenu asortimana
- povećanje proizvodnje, tj. smanjeno vrijeme proizvodnje
- eliminiranje neiskoristivih zaliha do kojih je dolazilo kod izmjena modela i pogrešnih procjena potražnja
- nema gubitaka u obliku propadanja robe
- novi stavovi o mogućnosti kontrole procesa među osobljem

3.1.7. Poka Yoke

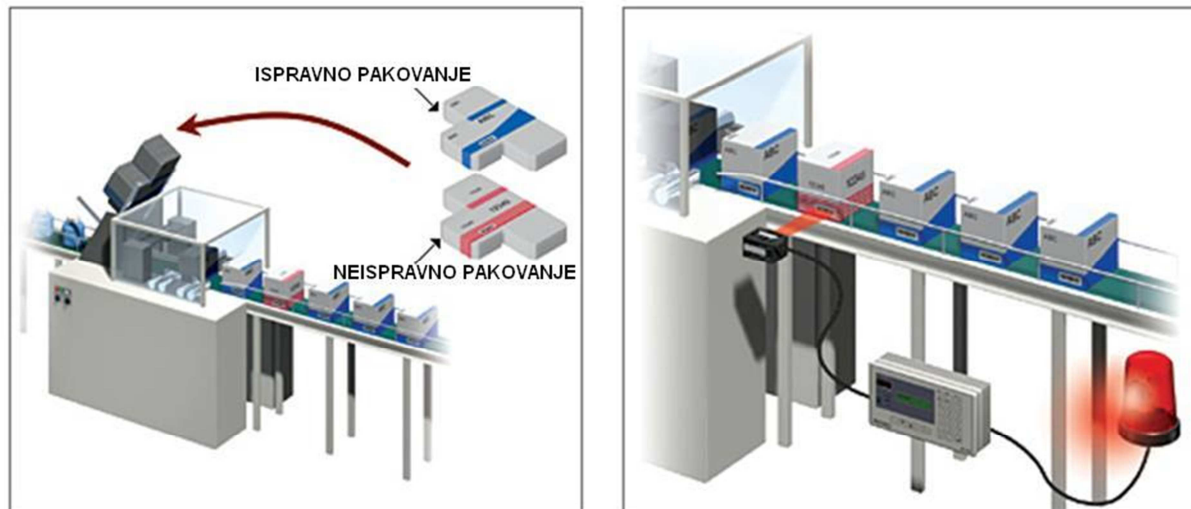
Metoda za onemogućavanje grešaka u proizvodnji. Prevedeno s japanskog „poka“ znači greška a „yoke“ sprječavanje. Najjednostavniji primjer poka yoke metode bi bio ako uzmemo da je na određenom radnom mjestu potrebno učvrstiti 5 vijaka, onda bi

poka yoke bila kutija s 5 zapakiranih vijaka. Ukoliko u kutiji ostane neki vijak znači da proizvod nije pravilno obrađen. Još jedan oblik poka yoke metode je pojednostavljenje uređaja i operacija. Bilo to oblikom, bojom ili na neki drugi način. Npr. Otvor rezervoara na automobilu ima tri poka yoke sistema: čep je nemoguće prejako stegnuti, zatim nemoguće ga je izgubiti jer je pričvršćen te promjer cijevi za punjenje odgovara otvoru rezervoara. Primjer je i OS2 port za miša na matičnoj ploči računala. Priključak odgovara samo na jednoj poziciji a i port i priključak na mišu su najčešće zelene boje pa i taj čimbenik umanjuje mogućnost greške. To je jednim dijelom standardizacija, a jednim poka yoke metoda, a Leanteži upravo i jednom i drugom.



Slika 12. OS2 port [20]

Radnici ne vole monotone, ponavljajuće poslove, ali oni se svejedno moraju uraditi. Tada se koriste poka yoke uređaji koji ne dozvoljavaju da dođe do greške. Radnici su rasterećeni obaveze provjeravanja proizvoda pa novonastalo vrijeme mogu iskoristiti za rad na drugim aktivnostima. Poka yoke uređaji najčešće ne iziskuju velike investicije a pomažu minimizirati varijacije proizvoda. Ovi uređaji su konstruirani tako da ne dozvole greške u procesu obrade, a da bi projektiranje poka yoke uređaja bilo efikasno potrebna je precizna analiza proizvodnih procesa.



Slika 13. Poka yoke uređaj (detekcija greške očitavanjem bar koda) [21]

Potrebna su četiri koraka u procesu razvijanja pokayoke uređaja:

1. Opisati potencijalnu grešku na proizvodu i izračunati koliko se često greška pojavljuje
2. Odrediti stroj koji uzrokuje greške na proizvodu i stroj gdje se te greške mogu otkriti (najčešće nije riječ o istom stroju)
3. Izolirati strojeve i utvrditi zašto dolazi do greške u procesu obrade. Problemi mogu biti neprecizni mjerači, nedostatak informacija, neodgovarajući alat itd.
4. Kada se utvrdi korijen problema konstruira se pokayoke uređaj. Potrebno je konstruirati što jednostavniji uređaj jer se manje kvare i lakše se kontroliraju.

Ovi uređaji smanjuju stres, mogućnost greške i olakšavaju posao radnicima [12].

3.1.8. Andon

Riječ *Andon* je japanskog podrijetla i znači *papirnat svjetiljka (lampa)*. Jedan je od najčešćih oblika i glavnih alata vizualnog upravljanja koji se primjenjuje u Lean menadžmentu i temelj je za Jidoka metodu. Sudjeluje u ostvarenju kontinuiranosti i pouzdanosti proizvodnih procesa te daje informacije u realnom vremenu o eventualnim promjenama u procesu kao što su prelazak na sljedeći korak (fazu), pogreške i zastoji.

Omogućuje nadzor većeg broja proizvodnih procesa koji se u istovrijeme odvijaju na više različitih strojeva pri čemu osoba koja je zadužena za njihov nadzor i otklon greške može relativno jednostavno pogledom na stroj (točnije Andon, svjetlosnu signalizaciju) odrediti trenutno stanje procesa pa i samog stroja. Kod pojave eventualnih smetnji dolazi do uočljive promjene na signalizaciji koja se vidi i pri većim udaljenostima (npr. prestanak zelenog svjetla i prelazak na crveno ili žuto) može brzo i jednostavno uočiti gdje je došlo do zastoja u procesu proizvodnje. Najčešće se jednostavno i uspješno primjenjuju u proizvodnim i montažnim trakama te mogu biti obrazložene kao trošak pri čemu je njegov iznos pomnožen s brojem zaustavljenih linija. Uloga Andona nije samo da usmjeri pogled nadzorne osobe prema nastalom zastoju u proizvodnom procesu već mora biti točno definirano što koja signalizacija znači i kako je potrebno ponašati se u skladu s utvrđenim stanjem stroja, odnosno procesa. Jedna od najbitnijih karakteristika Andona je da ta signalizacija mora biti uočljiva iz dovoljne udaljenosti te je potrebno detaljno definirati koje je radnje potrebno poduzeti pri određenoj signalizaciji kao npr. boji svjetla. Jedino dobro uočljiva signalizacija s prethodno definiranim koracima ima svrhu kvalitetnog nadzora procesa i održanje njegove konstantnosti i uhodanosti uz minimalne troškove zastoja.

Dobar primjer Andona je kontrolna ploča bilo kojeg automobila. Ako se upali lampica koja prikazuje crpku za gorivo, znamo da je potrebno otići u obližnju benzinsku postaju i dopuniti spremnik gorivom kako ne bi došlo do nestanka goriva koje sa sobom može vući različite negativne posljedice. Andon je vrlo uspješan alat pri minimiziranju pogrešaka u nekom procesu jer ih lako prikazuje te na temelju prikaza i prethodno definiranog postupka reakcije na taj prikaz se brzo reagira i sa smanjenim gubicima pogreške otklone.

Prikaz jedne situacije koja naglašava značaj Andona u 7 točaka

1. radnik ne može naći alat potreban za obavljanje određenog koraka pri sklapanju proizvoda
2. s obzirom da se radi o dobro uhodanom pogonu za sklapanje, radnik nema mnogo vremena pri nalaženju potrebnog alata da ne dođe do zastoja stoga pritišće prekidač koji aktivira žuto svjetlo na njegovoj radnoj stanici (potrebno

je imati na umu da je prethodno definirano za koju situaciju dolazi do aktivacije kojeg svijetla signalizacije)

3. prekidač može biti povezan sa Andon kontrolnom pločom pri čemu u ovom slučaju dolazi do dodatne aktivacije svjetla na kontrolnoj ploči koja je u vidnom polju osobe zadužene za nadgledanje i otklon greške
4. osoba zadužena za nadgledanje procesa sklapanja i otklon eventualnih grešaka dolazi do tog radnog mjesta pri čemu je dolaskom u radni prostor jasno uočljivo koje radno mjesto javlja problem jer je signalizacija adekvatno postavljena
5. s obzirom da dolazi do prekoračenja vremena predviđenog za sklapanje tog dijela proizvoda, te zadužena osoba ne može u kratko vrijeme otkriti poteškoću-naći alat, stoga mora pritisnuti prekidač koji aktivira crveno svjetlo na signalizaciji
6. pri aktivaciji crvenog svjetla, na radno mjesto dolazi osoba (ili skupina ljudi) koja između ostalog ima sa sobom alat koji nedostaje te rad na toj stanici se može nesmetano nastaviti odvijati
7. osoba zadužena za nadgledavanje bilježi nastali problem, s obzirom da je otklonjena posljedica, uzrok (nestanak alata) je i dalje ostao neriješen. Sljedeći korak pri ostvarenju konstantnog i uhodanog procesa sklapanja bi bio otkrivanje problema nestanka alata i njegovo rješavanje.

Prilikom implementacije Andon-a u neki od proizvodnih sustava potrebno je imati na umu da treba osigurati pravovremenu i uvijek prisutnu reakciju na aktivirani signal. U suprotnom bi se moglo pojaviti da, pri nepouzdanom signalizacijskom sustavu unatoč pojavi smetnje, radnik na toj stanici ne aktivira prekidač za javljanje smetnje jer zna da njegov signal neće biti primijećen i adekvatno obrađen. Zbog toga osoba (ili skupina ljudi) koja je zadužena za otklanjanjenastalih poteškoća s obzirom na definiranu vrstu signalizacije ne detektira problem i nije ga sposoban trajno ukloniti, a to za sobom vuče mogućnost da će ubuduće biti sve više takvih poteškoća koji će na kraju dovesti do puno većih problema kojima se tada neće znati pristupiti na pravi način.

Andon se sastoji od:

- skupa različito obojanih Andon svjetla

Svakom statusu radnog mjesta je pridruženo određeno svjetlo pri čemu bi zeleno svjetlo označavalo normalan rad, žuto da je potrebna pomoć, a crveno (uz moguća akustična upozorenja) da je došlo ili će doći do totalnog zastoja radnog mjesta.



Slika 14. Andon svjetlo

- Andon displej ili Andon kontrolna ploča

Služi za prikaz i nadzor većeg dijela ili cijelog pogona pri čemu postoje dvije verzije:

- a) služi za signalizaciju kada su sve radne stanice spremne za sljedeći korak, najviše se primjenjuje za ručno unaprjeđenje proizvoda
- b) služi za prikaz na kojoj radnoj stanici je nastao problem, pri aktiviranju prekidača dolazi do aktivacije definiranog svijetla

- Andon je direktno povezan sa strojem

Služi za automatsku aktivaciju signalizacije pri pojavi greške koja se detektira pomoću različitih tipova senzora.

Vođe tima su obučene što trebaju poduzeti kada dođe do aktiviranja Andona. Montažne linije su najčešće podijeljene u segmentima tako da ako dođe do zaustavljanja jednog dijela linije, drugi dio linije može nastaviti s normalnim radom sve dok ne ostane bez predmeta rada. Na taj način se izbjegava zaustavljanje rada cijele tvornice koji bi uzrokovao velike gubitke u proizvodnji[22].

3.1.9. VSM

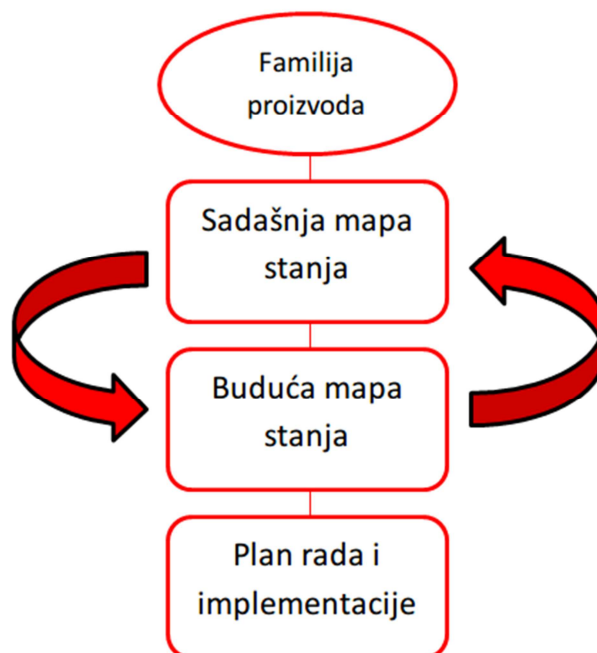
Mapiranje toka vrijednosti je alat koji koristimo kako bi vizualizirali tokove materijala i informacija koji se javljaju kad proizvod prolazi tokom vrijednosti. Prati se putanja

proizvodnje proizvoda od kupca do dobavljača i pažljivo crta vizualni prikaz svakog procesa u toku materijala i informacija. Zatim je potrebno postaviti ključna pitanja te pomoću njih nacrtati novu mapu stanja koja prikazuje kako bi izgledali novi tokovi materijala i informacija.

Mapiranje toka vrijednosti:

- pomaže da se vide izvori gubitaka u tokovima vrijednosti
- vizualizira proces u proizvodnji
- pokazuje vezu između toka materijala i toka informacija

Prvi korak je odabir familije proizvoda, odnosno grupe proizvoda koja prolazi kroz slične procese u tijeku svoje proizvodnje. Mapiranje toka vrijednosti slijedi korake prikazane na Slici 15 iz koje se može primijetiti da strelice između sadašnje i buduće mape idu u oba smjera što znači da su kreiranje sadašnje i buduće mape stanja izmiješane aktivnosti. Zadnji korak je izrada plana na koji način će se sve što je predloženo u budućoj mapi u stvarnosti primijeniti u proces. Kako bi se ostvarilo stalno usavršavanje procesa i osigurala konkurentnost potrebno je stalno ponavljati postupak izrade buduće mape nakon primjene poboljšanja iz prethodne mape[23].



Slika 15. Koraci mapiranja toka vrijednosti

Pri kreiranju mapa koriste se simboli koji označavaju dijelove procesa.



Zalihe

- Predstavlja *skladište* ulaznih materijala ili gotovih proizvoda, kao i rad u procesu (Work In Process – WIP)



Pošiljke

- Predstavlja tok sirovina od dobavljača do tvornice ili tok gotovih proizvoda od tvornice do kupca



Kamion

- Pošiljke od dobavljača ili do kupca pomoću kamiona



Supermarket

- *Kontrolirano* međuskladište između procesa/operacija
- Niska količina zaliha povezana Kanban karticama – povlačenje i nadopunjavanje zaliha samo po potrebi
- Smanjuje zalihe te sprječava *prekomjernu* proizvodnju



Povlačenje

- Simbol *povlačenja* materijala između supermarketa i nizvodnih procesa u lancu vrijednosti



Guranje

- Predstavlja *guranje* materijala od jedne operacije do druge
- Guranje materijala znači da prethodna operacija u lancu vrijednosti proizvodi bez obzira zahtijeva li to sljedeća operacija ili ne

Slika 16. Neki od simbola VSM-a [24]

4. PRIMJENA 5S I VSM METODE U PRAKSI

4.1. O HSTec-u

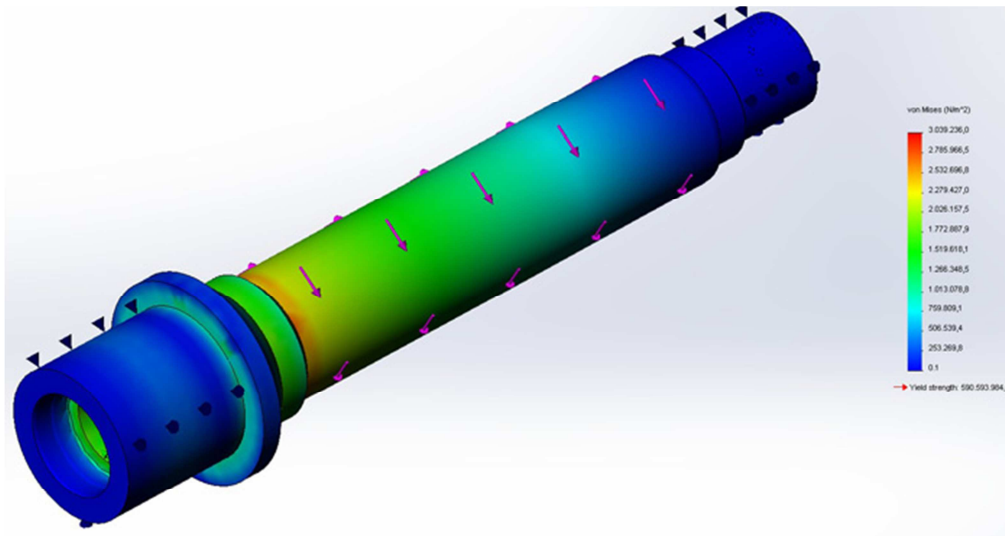


Slika 17. HSTec

HSTec je tvrtka osnovana 1997. u suradnji s tvrtkom SAS Zadar i njemačkom tvrtkom Bosch-Rexroth. Nalazi se u Zadru, a specijalizirana je za razvoj, projektiranje i proizvodnju visokobrzinskih elektromotornih vretena, direktnih pogona i druge visokobrzinske tehnike te za projektiranje, inženjering i automatizaciju specijalnih obradnih strojeva i sustava.

HSTec-ov razvojni tim nudi usluge razvoja, projektiranja, proračuna i optimizacije te proizvodnje i montaže komponenata obradnih strojeva prema zahtjevima kupca. Visoki standardi kontrole kvalitete proizvoda nastavljaju se i nakon prodaje pomoću upravljanja cjelokupnim životnim ciklusom proizvoda.

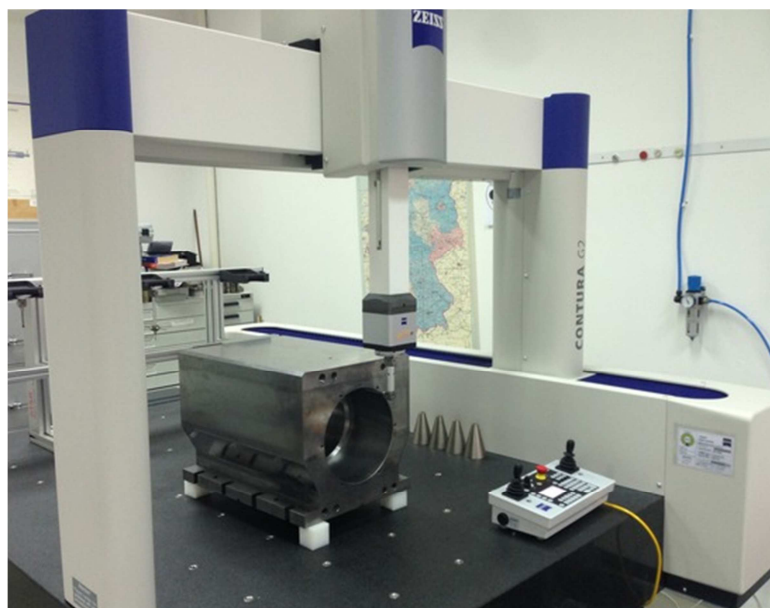
Projektiranje proizvoda, proračuni i analize se izrađuju u AutoCAD, SolidWorks i RobotStudio programskim paketima.



Slika 18. Projektiranje proizvoda

HSTec ima prototipnu i maloserijsku proizvodnju visoko preciznih pozicija:

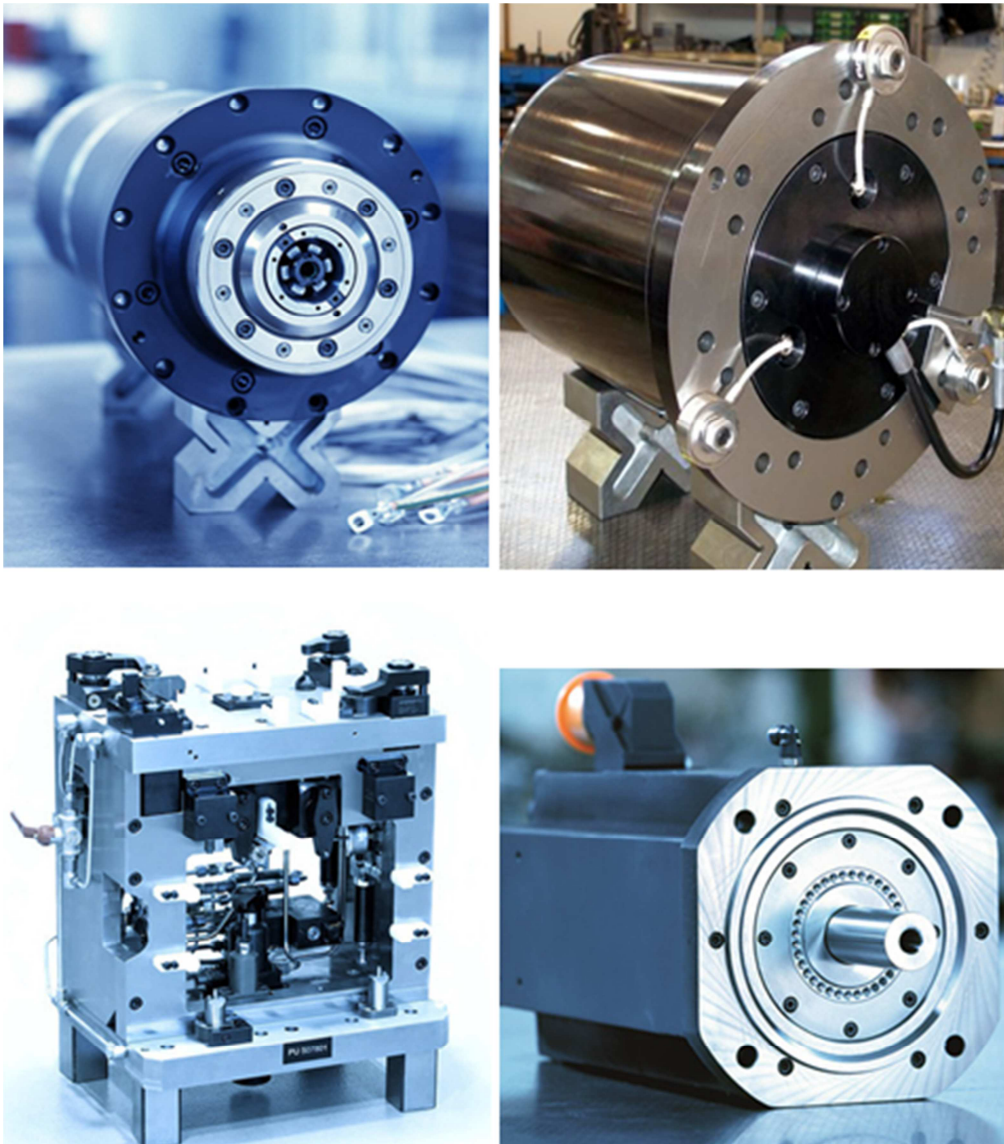
- klasično i CNC tokarenje
- klasično i CNC glodanje
- precizno ravno i okruglo brušenje
- precizna koordinatna obrada
- ZEISS Contura G2 koordinatni mjerni stroj



Slika 19. ZEISS Contura G2 koordinatni mjerni stroj

Proizvodi i usluge:

- HSM – motorna vretena
- HSS – motorna vretena
- HSA – specijalni direkt pogoni
- HSK – komponente obradnih strojeva
- HSW – strojevi i uređaji
- HSR – robotska automatizacija
- servis i popravci pogonskih jedinki



Slika 20. HSTec proizvodi

HSTEC zastupa svjetski poznate tvrtke iz područja automatizacije za tržište Republike Hrvatske [25] :

- ABB Robotics - HSTEC je službeni implementacijski partner tvrtke ABB za područje robotske automatizacije
- Balluff - elektronski i elektromehanički, rotirajući i linearni mjerni senzori
- Rexroth Bosch - servomotori, regulirani pogoni i upravljanja
- Alpha Getriebe - zupčani prijenosnici, elektromehanički pogonski sustavi
- Mitutoyo - mjerni uređaji

4.2. Primjena 5S alata i procjena postignutih ušteda

4.2.1. Sortiranje

Prvo je potrebno razvrstati materijal prema svrsi, odbaciti sve nepotrebno i zadržati samo ono potrebno. Time oslobađamo prostor nepotrebnih stvari koje samo smetaju. Sve nepotrebne stvari se označe crvenom oznakom **Error! Reference source not found.** i premještaju u prostor za crvene oznake koji prikazuje Slika 22.



Slika 21. "Red Tag" oznake



Slika 22. "Red Tag area"

4.2.2. Dovođenje u red

Drugi korak je urediti prostor. Potrebno je da svi dijelovi odnosno skupina dijelova dobije svoje stalno mjesto ovisno o količini cijeli regal ili policu. Odnosno svaki dio mora imati svoje mjesto i na tom mjestu mora biti.



Slika 23. Dijelovi nisu na svome mjestu (prije)

Slika 23. prikazuje slične dijelove koji su razbacani te ovakav nered uzrokuje dodatni posao jer je potrebno mjerenje da bi se dijelovi koji nisu na svom mjestu mogli „prepoznati“ i svrstati na pravo mjesto. Mjerenje je neophodno s obzirom na sličnost dijelova i nemogućnost izravnog prepoznavanja i razlikovanja.



Slika 24. Dijelovi su na svome mjestu (poslije)

Potrebno je urediti i pruručno skladište kako bi se eliminirao nepotrebn hod do skladišta kada su u pitanju često korišteni dijelovi, što će omogućiti brži rad. Kako bi uvijek mogli prepoznati dijelove i u najkraćem mogućem vremenu pronaći željeni dio

potrebno je sve dijelove označiti, navesti njihov broj pod kojim su uvedeni u sustav te dimenzije, odnosno karakteristike kojima se razlikuju od ostalih dijelova iz svoje skupine. Standardizacijom se postiže da svako tko dođe sa strane može na isti način obaviti posao kao i onaj tko je zaposlen tu, čime se jako olakšava uvođenje novozaposlenih u posao.

Npr. brtve (*engl.oring*) uz broj pod kojim su uvedene u sustav potrebno je navesti promjer (fi) te debljinu i posložiti ih prema promjeru (Φ) i prema debljini. Jer trenutno stanje prikazano na slici iziskuje previše vremena i uzrokuje stres radniku koji pokušava naći brtvu koja mu je potrebna.



Slika 25. Brtve (oring)

Da bi u ovom trenutku radnik pronašao uzmimo npr. brtve (*engl.oring*) $\Phi 39$ i debljine 1.5 potrebne su mu čak 2min i 25s, a kada se svaka nalazi na svom označenom mjestu potraga će trajati svega 30s ili manje što je ušteda od čak 80% vremena odnosno 1min i 55s.



Slika 26. Trenutni način označavanja (skoro potpuno neprimjetno)

Također trenutni način označavanja podrazumijeva da se na istom mjestu nalaze brtve u rasponu npr. od $\Phi 45$ – $\Phi 49$ što otežava potragu posebno kad uzmemo u obzir da na tom istom mjestu postoje i brtve različite debljine istog promjera. Stoga je potrebno svaki fi posebno odlagati jer se tako potraga minimizira samo na debljinu brtve.

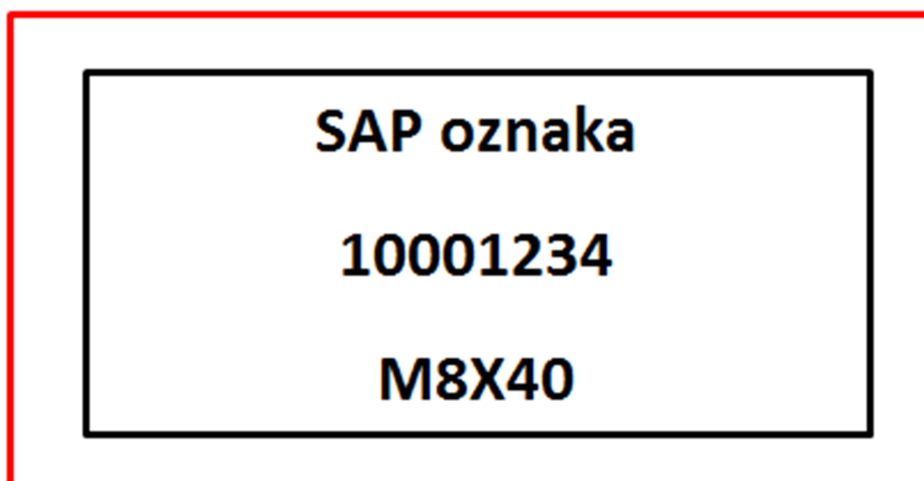


Slika 27. Novi način označavanja

U priručnom skladištu je slično stanje, oznake ili ne postoje ili su neuredne i slabo vidljive, stoga radnik kada mu je potreban vijak mora prvo mjeriti da bi utvrdio da je upravo to vijak po koji je došao. To mu uvelike oduzima vrijeme i uzrokuje stres i povećani umor. Odnosno priručno skladište time gubi svoju funkciju i umjesto skraćanja vremena traženja uzrokuje komplikacije mjerenjem. Potrebno je jasno i vidljivo označavanje što je što.



Slika 28. Priručno skladište



Slika 29. Novi vidljiviji način označavanja

Potrebno je sve unijeti u računalni sustav (poduzeće trenutno koristi SAP softver) pod brojem, odnosno svaki dio treba sadržavati SAP oznaku te navesti postojeće stanje odnosno količinu i redovito po promjeni odmah ju i bilježiti. Tako da se dijelovi automatski naručuju po postizanju određenog nivoa.

Trenutno se u sustav roba unosi kao:

- kupovna 1000_ _ _ _
- proizvodna 2000_ _ _ _
- gotovi proizvodi 3000_ _ _ _

No, problem predstavlja što nakon konstrukcije gotovog proizvoda ostane nekoliko komada viška kupovnih i proizvodnih dijelova koji su korišteni za njegovu proizvodnju te se oni dalje razbacuju po skladištu što uzrokuje uz nered i zagušenje skladišta i gubitke jer bi se ti dijelovi mogli upotrijebiti u nekom drugom procesu za neki drugi proizvod.



Slika 30. Razbacani ostatak dijelova

Primjenom 5S alata u ovom slučaju konkretno dovođenjem u red i unošenjem u sustav mogli bi lako evidentirati izmjenu stanja količine i imati uvid u konačno stanje te planirati i iskoristiti preostale dijelove za neki drugi proizvod.

4.2.3. Čišćenje

U trećem koraku je potrebno očistiti cijelo skladište i svu opremu te održavati postignuto stanje čistoće. Za to su nam potrebna sredstva za čišćenje.



Slika 31. Pribor za čišćenje



Slika 32. Loše iskorišten prostor

Kutije sa Slika 32.je potrebno potpuno ukloniti, počistiti pod i paučinu već spomenutim sredstvima za čišćenje. Kad bi navedena tri koraka proveli u ovom dijelu skladišta koji je prikazan slikom dobili bi više od 6 m² slobodnog prostora, a time uveli i red i riješili bi se nepotrebnih stvari.



Slika 33. Skladište

Provođenjem prva tri koraka u ovom dijelu skladišta postigla bi se ušteda prostora od par kvadratnih metara i uvelike olakšao pristup preostalim potrebnim stvarima, što bi uzrokovalo i vremenske uštede u potrazi za željenim dijelom.

Nepotrebni hod se može eliminirati u skladištu tako da na ulaznom dijelu skladišta imamo regale/police sa češće korištenim dijelovima a udaljavanjem od ulaza idemo prema rjeđe korištenim dijelovima. Potrebno je da ti regali/police budu pristupačni i da se sa njih jednostavno izuzima potrebni dio. Ovim vremenskim i prostornim uštedama postizemo ergonomiju tj. izbjegava se nepotrebno hodanje, saginjanje, istežanje i živciranje (stres zbog nemogućnosti pronalaska željenog dijela).

4.2.4. Standardizacija

Zatim slijedi standardizacija, koja zapravo predstavlja kontrolu provođenja prva tri koraka, odnosno nužno je da prva tri koraka pređu u naviku radnicima kako bi se održalo postignuto stanje.



Slika 34. Način skladištenja prije 5S



Slika 35. Način skladištenja poslije 5S

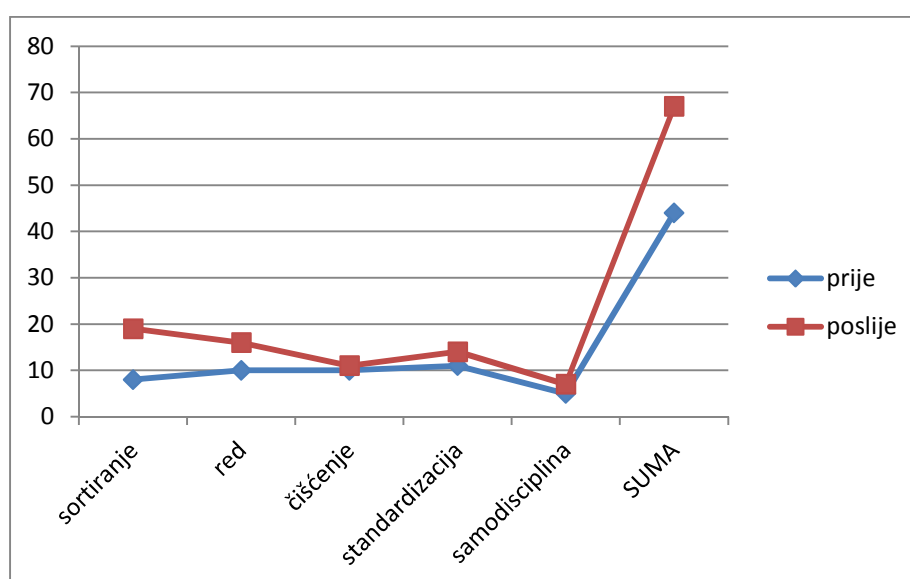
4.2.5. Samodisciplina

Peti, zadnji ali i vjerojatno najteži korak je samodisciplina, odnosno potrebno je održati postignuto stanje. Nužna je kontinuirana provjera stanja. Rezultate je moguće vidjeti nakon određenog vremena. Potrebno je poticati radnike da održe postignuto stanje i podsjećati ih da održavaju red postavljanjem plakata.

UError! Reference source not found. prikazan je odnos prijašnjeg i sadašnjeg stanja i prema sustavu bodovanja u kojem je 1 – jako negativan rezultat i 5 – jako pozitivan rezultat izračunata suma bodova prema kojoj se vidi poboljšanje stanja, no pravi rezultati će biti vidljivi tek nakon nekog vremena. Navedeni rezultati su prikazani i u grafičkom obliku Slika 36.

Tablica 1. Suma bodova

	prije	sad	za 1mj
sortiranje	8	19	
red	10	16	
čišćenje	10	11	
standardizacija	11	14	
samodisciplina	5	7	
SUMA	44	67	



Slika 36. Grafički prikaz rezultata

Tablica 2. Pregled stanja (5S metoda)

	1 - jako loše, 5-jako dobro	STANJE PRIJE					TRENUTNO STANJE					STANJE NAKON 1mj				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	postoje li nepotrebni predmeti u skl.	x						x								
	nepotrebni predmeti ometaju		x						x							
sortiranje	bilo ko može lako razl. potrebno/nepotr.		x						x							
	potpuno nepotrebne stvari su bačene	x							x							
	lako pronalaženje potrebnih predmeta		x						x							
	svaki predmet ima mjesto gdje pripada		x						x							
	često korišteni dijelovi u priručnom skl.			x					x							
red	svaki predmet je na svome mjestu		x						x							
	svaki predmet je vidljivo i jasno označen		x						x							
	lakoća pronalaska željenog predmeta	x							x							
	skladište je prljavo		x						x							
	skladište se redovno čisti		x						x							
čišćenje	čistoća se provjerava	x					x									
	materijal za čišćenje lako dostupan		x						x							
	predmeti skladištenja su čisti			x					x							
	redovito se čisti		x						x							
	smeće se redovito baca			x					x							
standardiz	poštuju se oznake		x						x							
	stvari se vraćaju na svoje mjesto		x						x							
	bilo ko se može snaći u skladištu		x						x							
	zaposlenici znaju koga pitati za 5S	x							x							
	održavanje 5S sastanaka	x					x									
samodisci	poticanje radnika na 5S (nagrađivanje)	x					x									
	plakati	x					x									
	održava se postignuto stanje	x							x							

4.3. Uvođenje VSM metode i procjena postignutih ušteda

Izrada mape toka vrijednosti sadašnjeg stanja:

- hodati duž putanja materijala i informacija grupe dijelova za koju izrađujemo mapu i sakupljati informacije
- sakupiti podatke o svakom procesu
- početi od kraja toka vrijednosti i sakupljati informacije u obrnutom redoslijedu od toka vrijednosti
- mjeriti vrijeme potrebno za svaku operaciju na licu mjesta
- osobno mapirati cijeli tok vrijednosti
- izradu mape započeti već u proizvodnom pogonu

Prvo u gornjem desnom kutu papira nacrtati simbol za kupca, to može biti ili poduzeće ili osoba koja naručuje proizvod. Ispod simbola unijeti podatke o narudžbi:

- mjesečna količina proizvoda koja se naručuje
- broj komada u kutiji
- mjesečna frekvencija narudžbi
- ...

Zatim se crta osnovni proizvodni proces izrade i to od zadnje prema prvoj operaciji. Potrebno je sakupiti podatke:

- vrijeme ciklusa procesa
- pripremno – završno vrijeme stroja
- ukupno procesno vrijeme
- broj radnika
- raspoloživo radno vrijeme/rad u smjenama

Nakon što se nacrtaju sve potrebne operacije, u gornjem lijevom kutu nacrtava se simbol za dobavljača a ispod njega se piše:

- podaci o godišnjoj i mjesečnoj količini materijala
- frekvenciju dobave materijala

- količina materijala u jednoj pošiljci
- rok isporuke

Nakon što je izrađena mapa toka vrijednosti materijala ucrtavaju se oznake za tok informacija. Kod crtanja toka informacija potrebno je prikazati vezu između odjela planiranja proizvodnje te kupca i dobavljača, te način na koji se vrši upravljanje procesom proizvodnje. Ispod svega se nalazi vremenska linija koja prikazuje koliko iznose vodeće i procesno vrijeme po pojedinim operacijama. Nakon čega slijedi crtanje mape budućeg stanja koja uzima u obzir predložena poboljšanja [23].

4.3.1. Tehnološki proces izrade prednjeg ležaja

Kao primjer izrade mape toka vrijednosti uzet je prednji ležaj (FRONT BEARING RETAINER 640-04) te je prikazan njegov tehnološki proces.

Tablica 3. Tehnološki proces izrade prednjeg ležaja

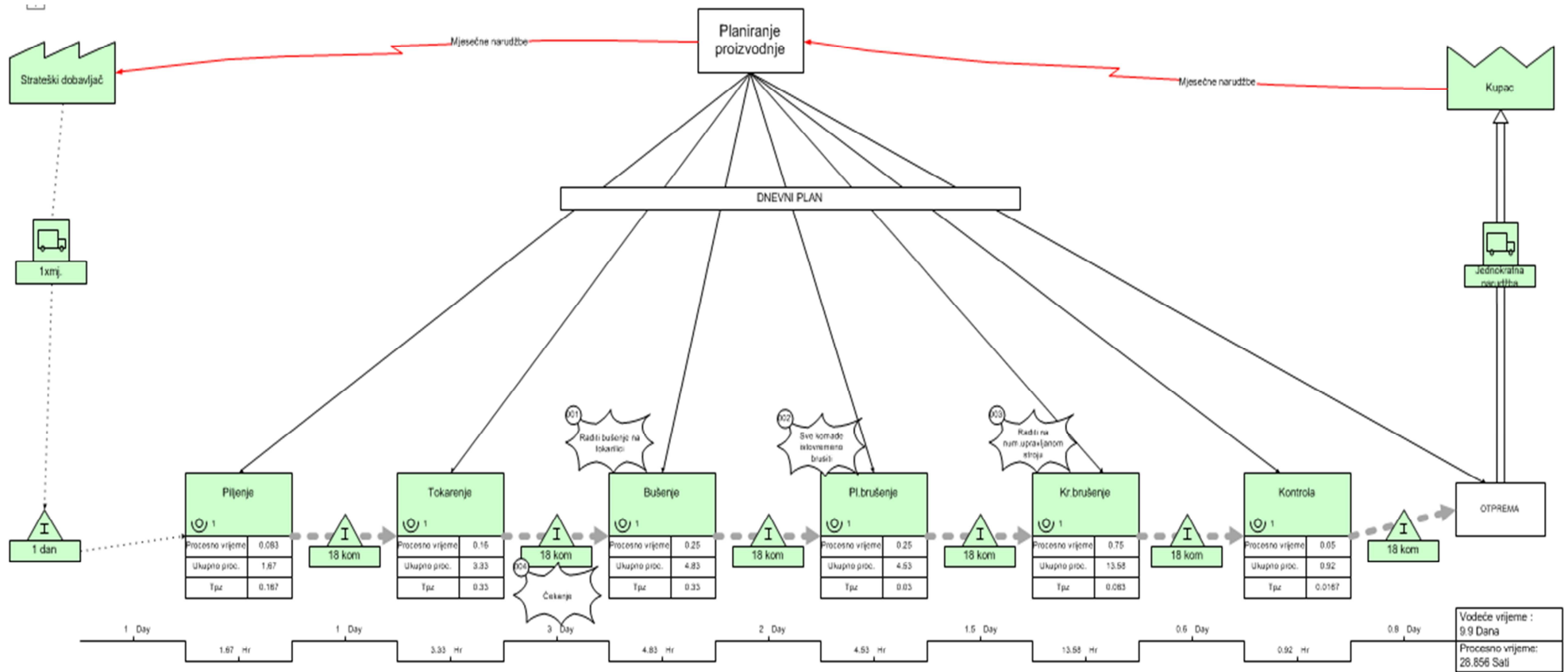
Slijed operacija	Radno mjesto	Tekst operacije	Tpz	t1	UKUPNO [h]
Operacija 0010	MR13100	ispilati komad zadane dužine iz okrugle šipke (čelik 20MnCr5 FI090)	10	5	1.67
Operacija 0020	MR13201	tokariti	20	10	3.33
Operacija 0030	MR13402	bušenje	20	15	4.83
Operacija 0040	MR13500	plansko brušenje	2	15	4.53
Operacija 0050	MR13503	okruglo brušenje	5	45	13.58
Operacija 0060	MR13700	kontrola	1	3	0.916
UKUPNO:					28.856

Iz Tablica 3. vidljivo je o kojim operacijama je riječ, iznos pripremno-završnog vremena za svaki stroj i procesno vrijeme, te da ukupno tehnološko vrijeme izrade iznosi 28.856 h a u nastavku će se vidjeti da stvarno ukupno vrijeme izrade iznosi daleko više. Stoga se postavlja pitanje od kud tako velika razlika između tehnološkog i stvarnog vremena izrade. Ukupno procesno vrijeme izračunato je množenjem broja dijelova u seriji (18 komada) i vrijednosti t_1 te zbrajanjem dobivenog iznosa sa pripremno-završnim vremenom (T_{pz}).

Ukupno procesno vrijeme = $(n * t_1) + T_{pz}$

Rad se obavlja u dvije smjene.

4.3.2. Mapa sadašnjeg stanja



Slika 37. Mapa sadašnjeg stanja

4.3.3. Moguća poboljšanja

- obavljanje brušenja na tokarilici, čime bi osim skraćanja korisnog vremena doveli i do eliminacije čak 3 dana gubitka
- planski brusiti svih 18 komada istovremeno, što traje 2h umjesto dosadašnjih 4.53 h
- kružno brušenje raditi na numerički upravljanom stroju što bi trajalo 5h umjesto dosadašnjih 13.58
- povlačeći supermarket

Efektivnost ciklusa proizvodnje:

$$Ec = \frac{T_{vat}}{T_c} * 100$$

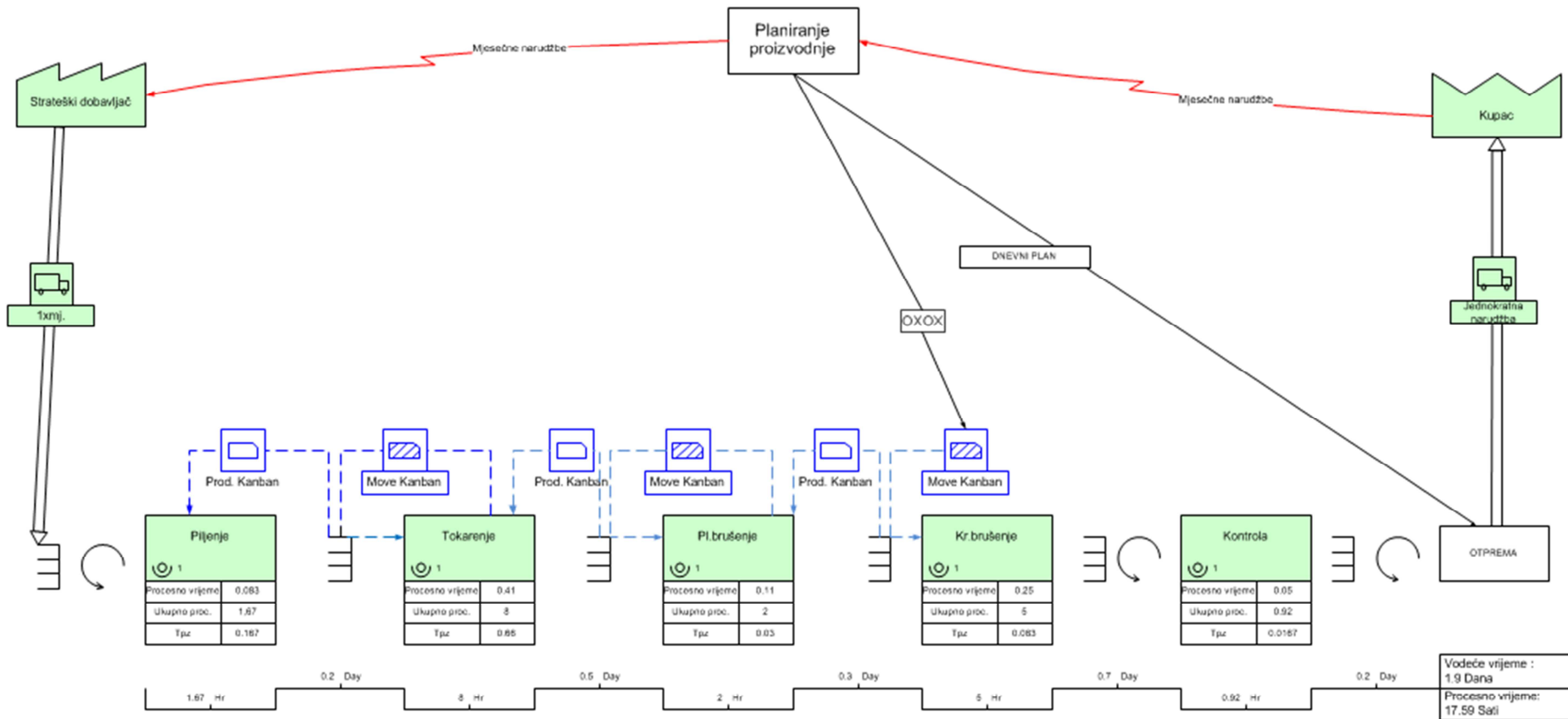
Ec – efikasnost ciklusa

Tvat – vrijeme aktivnosti koje donose vrijednost

Tc – vodeće vrijeme

$$Ec = \frac{T_{vat}}{T_c} * 100 = \frac{1.202}{9.9} = 12.15 \%$$

4.3.4. Mapa budućeg stanja



Slika 38. Mapa budućeg stanja

4.3.5. Procjena uspješnosti novog načina rada

Iz mape budućeg stanja vidljiva su sva planirana poboljšanja i promjene koja kada bi se uvela odnosno kada bi se ostvario takav tok vrijednosti efikasnost ciklusa bi porasla na čak 38,6 %.

$$Ec = \frac{T_{vat}}{T_c} * 100 = \frac{0.7329}{1.9} * 100 = \mathbf{38.6 \%}$$

Tablica 4. Usporedba sadašnjeg i budućeg stanja

	Sadašnje stanje	Buduće stanje
VAT	1.2 dana	0.73 dana
WT	8.7 dana	1.17 dana
Vodeće vrijeme	9.9 dana	1.9 dana
Efikasnost procesa	12.15 %	38.6 %

Osim smanjenja čistih gubitaka vidljivo je i smanjenje korisnog (proizvodnog) vremena što skupa čini da se 9.9 dana vodećeg vremena prema sadašnjem stanju smanji na samo 1.9 dana u budućem stanju ukoliko bi se primijenile sve predložene promjene odnosno smanjenje za 5.2 puta u odnosu na sadašnje stanje.

5. ZAKLJUČAK

Da bi poduzeće bilo što efikasnije potrebno je primjenjivati procesni pristup koji u centar pažnje stavlja proces, a upravo proces je jedna ili više aktivnosti koje dodaju vrijednost inputu i pretvaraju ga u output odnosno u proizvod ili uslugu koja će nam donjeti zaradu. Takvim pristupom postizemo i skretanje pozornosti s ljudi i eliminiramo njihova rivalstva a koncentraciju prebacujemo na aktivnosti procesa i zajednički cilj postizanja što veće efikasnosti poduzeća djelovanjem na sami proces.

Postoji osam vrsta gubitaka koje je potrebno što je više moguće eliminirati kako bi poduzeće bilo uspješnije odnosno kako bi dobit bila veća. Tu se efikasnim pokazao Lean (vitki) menadžment i primjena njegovim principa i alata.

Kako je tema rada „Primjena 5S alata u proizvodnji“ upravo je to jedan od Lean alata čija je implementacija u skladište poduzeća HSTec opisana i navedene procijenjene uštede. Opisano je i prikazano stanje u skladištu prije, za vrijeme i nakon implementacije 5S alata, navedene su procijenjene postignute uštede i grafički prikaz razlike procijenjenog stanja prije i poslije implementacije 5S. Procjena stanja se temelji na izrađenom predlošku koji se sastoji od 5x5 pitanja za svako S iz 5S metode, pri čemu odgovor može nositi od 1 do 5 bodova (1 - loše stanje, 5 - izvrsno stanje). Tako da je ukupna skala od 25 do 125 bodova, s obzirom na postignuti rezultat od samo 67 bodova vidljivo je da ima još puno prostora za poboljšanja, ali ipak je vidljiv i napredak u odnosu na početna 44 boda pa bi stoga definitivno preporučila nastavak rada na 5S metodi.

Drugi primijenjeni alat na istom poduzeću bio je VSM odnosno mapiranje toka vrijednosti kod kojeg sam crtanjem mape sadašnjeg stanja tj. vizualizacijom trenutnog stanja uz pomoć zaposlenika lako mogla uvidjeti gubitke i predlagati poboljšanja. Tako smo došli do ideje da se bušenje može obavljati na istom stroju kao tokarenje te tako eliminirali 3 dana gubitka- čekanja od piljenja do tokarenja, zatim da bi trebalo planski brusiti svih 18 komada odjednom što donosi uštedu od čak 2,53h proizvodnog vremena i još jedna velika ušteda proizvodnog vremena od 8,58h bi se

postigla kružnim brušenjem na numerički upravljanom stroju. Uz to bi se uvođenjem povlačećih supermarketa odnosno primjenom proizvodnog i povlačećeg kanbana skoro potpuno eliminirali čisti gubici (WT). Pomoću predloženih promjena nacrtana je mapa budućeg stanja i računanjem ciklusa efikasnosti došlo do rezultata 38.6 % što čini razliku od čak 26.45 % u odnosu na efikasnost sadašnjeg stanja koja je 12.15 %.

Postignutim rezultatima je još jednom dokazana uspješnost primjene Lean alata.

6. LITERATURA

- [1]. Slack N., Chambers S., Johnston R., Operations management, Sixth edition 2010., Prentice Hall Financial Times
- [2]. Bosilj Vukšić V., Hernaus T.; Kovačić A.: *Upravljanje poslovnim procesima*, Školska knjiga, Zagreb, 2008.
- [3]. <http://www.leanbih.com/index.php/hr/2012-10-11-14-27-40> (16.2.2015.)
- [4]. Štefanić N., Lean management
- [5]. <http://www.leanea.uns.ac.rs/?p=274> (16.2.2015)
- [6]. Prekajski, S, (2007) Analiza mogućnosti primene LEAN koncepta u domaćoj praksi, diplomski - master rad, Novi Sad, FTN.
- [7]. Štefanić N., Lean proizvodnja, materijali s predavanja UZIP
- [8]. <http://hr.wikipedia.org/wiki/Kaizen> (17.2.2015)
- [9]. Imai M., The Key To Japan's Competitive Success
- [10]. Hirano H., 5 Pillars of the Visual Workplace: The Sourcebook for 5S Implementation, 1995. Productivity Press, New York
- [11]. http://en.wikipedia.org/wiki/5S_%28methodology%29 (17.2.2015)
- [12]. Šingo, Š, (1995) Nova japanska proizvodna filozofija, Novi Sad, Prometej.
- [13]. <http://www.berlinerschrauben.de/bs/wEnglisch/pages/Service/Kanban-Mobil.DE.php> (17.2.2015.)
- [14]. <http://www.process-improvement-japan.com/toyota-history.html> (16.2.2015.)
- [15]. <http://en.wikipedia.org/wiki/Autonomation> (16.02.2015)
- [16]. <http://world-class-manufacturing.com/jidoka.html> (16.02.2015.)
- [17]. <http://www.leanproduction.com/smed.html> (15.02.2015.)
- [18]. http://en.wikipedia.org/wiki/Single-Minute_Exchange_of_Die (15.02.2015)
- [19]. http://www.fsb.unizg.hr/usb_frontend/files/1359365487-0-tehnolokapripremaproizvodnje_13_2012_2013.pdf (15.02.2015.)
- [20]. <http://hdtelevizija.com/2011/08/04/vizualni-vodic-prikljucci-i-sucelja-na-racunalima/> (14.02.2015.)
- [21]. <http://www1.keyence.com/topics/barcode/bl/pokayoke.php> (14.02.2015)
- [22]. <http://www.velaction.com/lean-andon/>(14.02.2015.)

- [23]. Rother, M., Shook, J., Learning to see, 1999.
- [24]. Štefanić N., Hegedić M., Mapiranje toka vrijednosti
- [25]. <http://www.hstec.hr/> (19.02.2015.)

PRILOZI

- I. Predložak za 5S metodu
- II. Predložak za VSM metodu

	1 - jako loše, 5-jako dobro	STANJE PRIJE					TRENUTNO STANJE					STANJE NAKON 1mj				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	postoje li nepotrebni predmeti u skl.															
	nepotrebni predmeti ometaju															
sortiranje	bilo ko može lako razl. potrebno/nepotr.															
	potpuno nepotrebne stvari su bačene															
	lako pronalaženje potrebnih predmeta															
	svaki predmet ima mjesto gdje pripada															
	često korišteni dijelovi u priručnom skl.															
red	svaki predmet je na svome mjestu															
	svaki predmet je vidljivo i jasno označen															
	lakoća pronalaska željenog predmeta															
	skladište je prljavo															
	skladište se redovno čisti															
čišćenje	čistoća se provjerava															
	materijal za čišćenje lako dostupan															
	predmeti skladištenja su čisti															
	redovito se čisti															
	smeće se redovito baca															
standardiz	poštuju se oznake															
	stvari se vraćaju na svoje mjesto															
	bilo ko se može snaći u skladištu															
	zaposlenici znaju koga pitati za 5S															
	održavanje 5S sastanaka															
samodisci	poticanje radnika na 5S (nagrađivanje)															
	plakati															
	održava se postignuto stanje															

Prilog 1. Predložak za 5S metodu

