

# Integralni vitki menadžment

---

**Antolković, Ivica**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2020**

*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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:235:238743>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-09-14**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# **DIPLOMSKI RAD**

**Ivica Antolković**

Zagreb, 2020.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# DIPLOMSKI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Nedeljko Štefanić

Student:

Ivica Antolković

Zagreb, 2020.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno uz pomoć prof. dr. sc. Nedeljka Štefanića, koristeći znanja stečena tijekom studija te navedenu literaturu.

Zahvaljujem se svim djelatnicima poduzeća Metal-elektro d.d koji su mi pomogli u izradi rada sa bitnim informacijama i savjetima i što su mi omogućili da napravim diplomski rad na njihovom primjeru.

Posebno se zahvaljujem svom mentoru prof. dr. sc. Nedeljku Štefaniću na stručnoj pomoći tijekom izrade rada te na ukazanom povjerenju, trudu i strpljenju. Hvala na savjetima i utrošenom vremenu, temeljitosti te velikoj motivaciji prilikom izrade rada.

Na kraju, velika zahvala ide mojoj cijeloj obitelji koji su mi bili najveća podrška i motivacija tokom mojeg dosadašnjeg školovanja i uz čiju sam pomoć došao do ovog velikog uspjeha.

Ivica Antolković



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomске ispite  
Povjerenstvo za diplomске radove studija strojarstva za smjerove:  
proizvodno inženjerstvo, računalno inženjerstvo, industrijsko inženjerstvo i menadžment,  
inženjerstvo materijala te mehatronika i robotika

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum:	Prilog:
Klasa: 602 - 04 / 20 - 6 / 3	
Ur. broj: 15 - 1703 - 20 -	

### DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **IVICA ANTOLKOVIĆ** Mat. br.: 0035202015

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Integralni Vitki menadžment**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Integral Lean Management**

Opis zadatka:

Vitki menadžment jedan je od najprimjenjivanih koncepata proizvodnog menadžmenta koji je svoju primjenu pronašao i u proizvodnim i u uslužnim poduzećima. Snaga ovog koncepta i proizvodne filozofije, koja originalno potječe iz japanske tvornice automobila Toyota, leži u velikom broju vrlo efikasnih alata i tehnika, poput: 5S, VSM, Kaizen, SMED, Standardizirani rad, Jidoka, Heijunka, Kanban i mnogi drugi. Prilikom implementacije Vitkog menadžmenta, poduzeća primjenjuju svaki alat pojedinačno, što čini da navedeni proces može trajati i preko dvije godine. U vrijeme pojave Industrije 4.0, pred menadžment poduzeća se postavlja zahtjev brzog i efikasnog uvođenja Vitkih alata.

U radu je potrebno obraditi sljedeće:

1. Definirati i detaljno objasniti pojmove: Toyotina proizvodna filozofija, Vitki menadžment.
  2. Opisati detaljno najmanje četiri alata Vitkog menadžmenta.
  3. Razraditi sustav integralnog Vitkog menadžmenta.
  4. Koncipirati sustav istovremene primjene najmanje tri alata Vitkog menadžmenta.
  5. Na primjeru proizvoljnog proizvodnog poduzeća primijeniti Integralni Vitki menadžment.
  6. Razviti sustav pokazatelja kojima se prati provedba Integralnog Vitkog menadžmenta te izraditi programsku podršku.
  7. Proanalizirati postignute rezultate i navesti moguća dodatna poboljšanja.
- U radu je potrebno navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:  
30. travnja 2020.

Rok predaje rada:  
2. srpnja 2020.

Predvišeni datum obrane:  
6. srpnja do 10. srpnja 2020.

Zadatak zadao:

prof. dr. sc. Nedeljko Štefanić

Predsjednica Povjerenstva:

prof. dr. sc. Biserka Runje

## SADRŽAJ

SADRŽAJ .....	I
POPIS SLIKA .....	III
POPIS TABLICA.....	IV
POPIS OZNAKA .....	V
SAŽETAK.....	VI
SUMMARY .....	VII
1. UVOD.....	1
2. Toyotina proizvodna filozofija .....	2
3. Vitki menadžment.....	4
4. 7+1 vrsta gubitaka .....	9
4.1. Prekomjerna proizvodnja .....	9
4.2. Transport .....	9
4.3. Čekanje.....	9
4.4. Prekomjerna obrada .....	10
4.5. Zalihe .....	10
4.6. Nepotrebni pokreti .....	10
4.7. Škart .....	10
4.8. Nedovoljno korištenje potencijala zaposlenika.....	10
5. Pet osnovnih principa vitkog menadžmenta .....	11
5.1. Vrijednost proizvoda.....	11
5.2. Lanac (tok) vrijednosti .....	11
5.3. Kontinuirani tok proizvodnje .....	13
5.4. Povlačenje (eng. pull) .....	13
5.5. Perfekcija .....	14
6. 5 S metodologija.....	16
6.1. Sortirati ( <i>eng. sort, jap. seiri</i> ).....	16
6.2. Postaviti na mjesto ( <i>eng. straighten, jap. seiton</i> ).....	16
6.3. Očistiti ( <i>eng. scrub, jap. seiso</i> ) .....	17
6.4. Standardizirati ( <i>eng. standardize, jap. seiketsu</i> ) .....	17
6.5. Održati ( <i>eng. sustain, jap. shitsuke</i> ).....	17
7. KANBAN .....	18
8. Dokazivanje pogreške ( <i>jap. Poka-Yoke</i> ).....	19
9. Kaizen .....	20
9.1. Definiranje problema .....	21
9.2. Analiza uzroka problema .....	22
9.3. Osmišljavanje i izbor rješenja .....	22
9.4. Plan implementacije.....	23

---

9.5. Implementacija rješenja .....	23
9.6. Verifikacija i prilagođavanje.....	24
10. 5 ZAŠTO (eng. 5 WHY).....	26
11. Mapiranje toka vrijednosti (eng. Value Stream Mapping, VSM).....	27
12. Metrika vitkog menadžmenta .....	30
13. Cjelokupno produktivno održavanje (TPM).....	32
14. Integralni vitki menadžment .....	33
14.1. O poduzeću Metal-elektro d.d.....	33
14.2. Primjena alata vitkog menadžmenta .....	38
14.2.1. Način rada poduzeća – od narudžbe do transporta gotovog proizvoda .....	39
14.2.2. Rješavanje problema u proizvodnji.....	40
14.2.3. Vitki menadžment u tehničkoj pripremi rada .....	46
15. ZAKLJUČAK.....	47
16. LITERATURA .....	48

**POPIS SLIKA**

Slika 1. Shema postupka vitkog menadžmenta [9] .....	6
Slika 2. Neki od alata vitkog menadžmenta [9] .....	8
Slika 3. Aktivnosti u lancu vrijednosti [11] .....	12
Slika 4. Povlačenje proizvodnje ( <i>eng. pull</i> ) [10].....	14
Slika 5. Sudionici provedbe Kaizen [9] .....	20
Slika 6. Shema provedbe Kaizen metode [9] .....	21
Slika 7. Primjer provedbe alata „5 zašto“ [9].....	26
Slika 8. Proces mapiranja toka vrijednosti [13] .....	27
Slika 9. Plinski ormar [14] Slika 10. Razvod srednjeg napona [14] .....	34
Slika 11. Laser za rezanje metala [15] .....	35
Slika 12. Robot za zavarivanje [14] .....	35
Slika 13. ME PARK parkirne platforme [14] .....	36
Slika 14. ME PARK parkirne platforme – tip A2 i A4 [14] .....	37
Slika 15. Platforme za prijevoz automobila [14].....	38
Slika 16. Postolja poljoprivrednih strojeva [14].....	38
Slika 17. Označavanje pozicija izrezanih na laseru .....	40
Slika 18. Police za odlaganje izrezanih pozicija .....	41
Slika 19. Radno mjesto prije provedbe „5 S“ alata .....	43
Slika 20. Označavanje crvene zone.....	43
Slika 21. Polica za alat .....	44
Slika 22. Žuta zona.....	45
Slika 23. Zelena zona i organizirani radni prostor .....	45



**POPIS TABLICA**

Tablica 1. Usporedba metrike automobilske industrije u SAD-u i Japanu [2] .....	5
Tablica 2. Usporedba podataka proizvodnje automobila u Japanu i SAD-u [2].....	5
Tablica 3. Usporedba proizvodnih ciljeva u obrtništvu, masovnoj i vitkoj proizvodnji [9] .....	7

---

**POPIS OZNAKA**

<b>Oznaka</b>	<b>Opis</b>
TMC	Toyota Motor Company
GM	General Motors
TPS	Toyotin proizvodni sustav
IMVP	International Motor Vehicle Program
PDCA	<i>eng. Plan, Do, Check, Act</i>
VSM	Mapiranje toka vrijednosti ( <i>eng. Value Stream Mapping</i> )
EPEI	<i>eng. Every Part Every Interval</i>
TPM	Cjelokupno produktivno održavanje ( <i>eng. Total productive maintenance</i> )

**SAŽETAK**

Danas je konkurencija na tržištu jako velika. Svako poduzeće teži ka proizvodnji što boljeg i konkurentnijeg proizvoda. No, često je teško postići kontinuirani tok proizvodnje pa poduzeća, potaknuta problemima unutar proizvodnje, posežu za rješenjima, a kao najbolje rješenje pokazuje se uvođenje vitkog menadžmenta u poduzeće.

U ovom diplomskom radu detaljno je opisan vitki menadžment, njegovi alati i primjena. Opisana je primjena integralnog vitkog menadžmenta na primjeru poduzeća Metal-elektro d.d. Prilikom implementacije integralnog vitkog menadžmenta, korištena su tri alata vitkog menadžmenta: otkrivanje pogreške, 5S metoda i standardizacija. Detaljno je opisano i fotografijama prikazano stanje u proizvodnji prije i nakon uvođenja integralnog vitkog menadžmenta.

Ključne riječi: integralni vitki menadžment, pogreške, 5S metoda, standardizacija

---

**SUMMARY**

Today, the competition in the market is very high. Every company strives to produce the best and most competitive product. However, it is often difficult to achieve a continuous flow of production, so companies, driven by problems within production, reach for solutions, and one of the best solutions is the implementation of lean management.

This master's thesis describes the lean management, its tools and application, in detail. The application of integrated lean management is described on the company Metal-elektro d.d. During the implementation of integrated lean management, three lean management tools were used: error detection, 5S method and standardization. The state of production before and after the implementation of integrated lean management is described in detail and shown in photographs.

Key words: integral lean management, error, 5S method, standardization

## 1. UVOD

Cilj svakog poduzeća je uspješnost poslovanja uz zadovoljstvo kupca, radnika i poslodavca. U svijetu industrije, konkurencija je velika te se treba težiti ka proizvodnji uz što manje gubitaka u proizvodnji, povećanju produktivnosti, što manjim troškovima proizvodnje i konkurentnim proizvodima na tržištu. Najlakši put ka tome cilju je uz primjenu vitkog menadžmenta koji koristi razne alate kako bi se poboljšala proizvodnja.

Vitki menadžment (*eng. Lean management*) potječe iz Japana, gdje su nastali mnogi alati koji se koriste za unapređenje proizvodnje. Integralni vitki menadžment je primjena više vitkih alata istovremeno što omogućuje lakšu provedbu vitkog menadžmenta u poduzeću uz brže rješavanje postojećeg problema.

Nužno je upoznati sve radnike koji su sudionici proizvodnog procesa sa problemima u proizvodnji i potaknuti ih na drukčije razmišljanje i motivirati ih kako bi se izbjeglo nastajanje pogrešaka unutar proizvodnog procesa. Za provođenje integralnog vitkog menadžmenta potrebno je zalaganje svih zaposlenika.

## 2. Toyotina proizvodna filozofija

Evolucija proizvodnih sustava usko je povezana s pričom iz *Toyota Motor Company* (TMC), koja svoje korijene vuče od oko 1918. godine, kada je Sakichi Toyoda, koji je posjedovao patent za automatski tkalački stroj koji je unaprijedio industriju tkanja, pokrenuo svoj posao. Nakon prodaje patenta 1929. godine, tvrtka se ponovno pronašla u automobilskoj industriji kojom su u to vrijeme u Japanu dominirale lokalne podružnice Forda i General Motorsa (GM).

Proizvodnja kamiona i automobila započela je 1935. godine, a 1937. godine formalno je uključena TMC.

Do 1950. godine cjelokupna japanska autoindustrija proizvodila je godišnju proizvodnju ekvivalentnu tri dana američke proizvodnje automobila; otprilike u to doba kada je Eiji Toyoda poslan u SAD radi proučavanja proizvodnih metoda. Još jedan cijenjeni zaposlenik TMC-a, Taiichi Ohno, koji se pridružio kompaniji 1943., pridružio se Toyodi i zaključio da zapadni proizvodni sustavi imaju dvije glavne mane [1]:

- Proizvodnja komponenti u velikim serijama rezultirala je velikim zalihama i
- Metode su preferirale veliku proizvodnju pred preferencijama kupaca.

Malo po malo, kroz mnogo iteracija, Toyotin proizvodni sustav (TPS) se razvijao i pružio alat koji je koristio inovacije i opće znanje i koji je dobro funkcionirao u okruženju s različitim kulturološkim vrijednostima u usporedbi sa zapadnim zemljama. Tek 1965., kada je sustav prebačen i na TMC-ove dobavljače, TPS je počeo dolaziti do izražaja, no to je uglavnom bilo nezapaženo do 1973. kada je naftna kriza zahvatila globalnu automobilsku industriju.

Razlike u performansama između Toyote i drugih proizvođača automobila istaknute su 1990. godine u knjizi *The machine that changed the world* [2], u kojoj je uveden izraz "vitka" proizvodnja. Istraživanje Toyotinog modela navelo je autore da predlože tezu o „prenošenju“ koja je podržala koncept da su proizvodni problemi i tehnologije univerzalni problemi s kojima se menadžment suočava i da se ti koncepti mogu oponašati u ne-japanskim poduzećima. [3] U sljedećih nekoliko godina proces "produljenja" ubrzan je izvještajima zapadnih tvrtki u različitim sektorima, koji su uključivali principe vitkog menadžmenta uključujući [4]:

- Određivanje vrijednosti kupca,
- Upravljanje tokom vrijednosti,
- Razvijanje sposobnosti toka proizvodnje,

- Upotreba „pull“ mehanizama za održavanje protoka materijala kod ograničenih operacija,
- Težnja savršenstvu smanjujući na nulu sve oblike "otpada".

Određivanje vrijednosti kupca bilo je presudno u odstupanju od fokusiranosti na proizvodnoj podlozi prema pristupu koji je želio poboljšati tu vrijednost dodavanjem značajki proizvoda / usluge uz uklanjanje rasipnih aktivnosti. Kao takva, vrijednost je povezana sa zahtjevima kupca, a upravo će kupac utvrditi što čini „otpad“ (*jap. muda*), a što ne [5].

„Lean“ je koncept s više strana i zahtijeva od organizacija da ulažu napore u više dimenzija istovremeno; neki smatraju uspješnom implementacijom postizanje glavnih strateških komponenti „lean-a“, provedbom prakse za podršku operativnim aspektima i pružanjem dokaza da su poboljšanja dugoročno održiva [6].

Jasno je da ovaj ambiciozni pristup zahtijeva duboku predanost i postavlja ljestvicu koja utječe na organizaciju na svim razinama. Pitanje je kako se može procijeniti je li tvrtka spremna za tako drastične promjene i što će joj trebati da osigura uspješan proces transformacije; vjerojatno je lakše dati odgovor na sljedeće komplementarno pitanje: Koji su glavni razlozi za neuspjehe u tvrtkama koje su pokušale implementirati „lean“? Razlozi su predstavljeni kao nedostatak autonomije tima, nedostatak organizacijske komunikacije, organizacijske inertnosti i nedostatak zanimanja za „lean“ [6]. Drugi glavni čimbenik je da „lean“ pruža načela za teorijsku učinkovitost koja podrazumijeva veću proizvodnju s manjom radnom snagom, stoga se radnici mogu zabrinuti za gubitak svog posla [7].

### 3. Vitki menadžment

*“Becoming ‘lean’ is a process of eliminating waste with the goal of creating value.” [8]*

Koncept vitke proizvodnje temelji se na kontinuiranom poboljšanju sustava, u malim koracima, fokusiranom na odstranjivanju gubitaka (rasipanja, prekomjernost u bilo kojem obliku), s ciljem postizanja kompetitivnosti. Sve odluke moraju biti donesene u okviru strategije poslovanja kako bi se oblikovao suvisao, iznutra stabilan sustav. Također, cilj vitkog menadžmenta je stvaranje takvog koncepta proizvodnje koji odskače od konkurentnih poduzeća.

Povijest vitkog menadžmenta kreće u Japanu što je već detaljnije opisano u proizvodnom sistemu Toyote. Glavni cilj Toyode bio je sustići Ameriku za 3 godine što je jedina nada za opstanak. Toyodi se na putovanju u Michigan pridružio i Taiichi Ohno te su uspješno identificirali ključ Fordovog uspjeha.

Prvi put je pojam „*lean*“ upotrijebljen u magisteriju Johna Kraficka (MIT student), istraživača u sklopu „*International Motor Vehicle Program*“ (IMVP). Glavni cilj je bio smanjiti ljudski napor, uz manje pogonskog prostora, manje ulaganja u alate i strojeve, smanjenjem skladišta i uz što manje radnih sati razviti konkurentan proizvod i poboljšati cjelokupnu proizvodnju. Pojam „*lean*“ je detaljnije predstavljen u knjizi „*The machine that changed the world*“ [2], koja je bila rezultat istraživačkog rada IMVP-a, a gdje su autori prvi put opisali razlike između japanske i zapadne automobilske industrije, tablice 1 i 2.



**Tablica 1.** Usporedba metrike automobilske industrije u SAD-u i Japanu [2]

METRIKA	JAPAN	SAD
<i>Output:</i>		
PRODUKTIVNOST (sati/vozilo)	16,8	25,1
KVALITETA (pogreške/100 vozila)	60,0	82,3
<i>Radna snaga:</i>		
% RADNIKA U TIMOVIMA	69,3	17,3
BROJ VRSTA POSLOVA	11,9	67,1
PRIJEDLOZI/ZAPOSELNIK	61,6	0,4
<i>Layout:</i>		
PROSTOR (m <sup>2</sup> /vozilo/godišnje)	5,7	7,8
PROSTOR ZA DORADE I POPRAVKE (% prostora za montažu)	4,1	12,9
ZALIHE (dani)	0,2	2,9

**Tablica 2.** Usporedba podataka proizvodnje automobila u Japanu i SAD-u [2]

RAZVOJ PROIZVODA	JAPAN	SAD
Broj utrošenih sati u konstruiranju (milijuni)	1,7	3,1
Broj utrošenih sati u razvoju (mjeseci)	46,2	60,4
Broj zaposlenih u razvojnim timovima	485	903
Udio dobavljača u inženjeringu	51%	14%
Udio u kašnjenju s isporukom	1 in 6	1 in 2
Vrijeme izrade prototipa (mjeseci)	6,2	12,4
Vrijeme od početka proizvodnje do prodaje prvog vozila (mjeseci)	1	4

Na slici 1 prikazana je shema procesa uvođenja vitkog menadžmenta u neko poduzeće sa prikazanim fazama i određenim korištenim alatima sa kratkim opisima alata.



Slika 1. Shema postupka vitkog menadžmenta [9]

U masovnoj proizvodnji imamo drugačiju podjelu poslova, rade se velike serije sa malom raznolikosti proizvoda, niski su troškovi, automatizirani strojevi, ali nastaju velike zalihe proizvoda „dovoljno dobre“ kvalitete. Kod Toyotinog proizvodnog sistema (vitka proizvodnja) radi se o velikoj varijabilnosti proizvoda, radi se na malim serijama i stvaraju se male količine zaliha. Takva proizvodnja je fleksibilna i rezultira proizvodima visoke kvalitete. U tablici 3 prikazana je usporedba proizvodnje kod obrtnika, masovne proizvodnje i vitke proizvodnje.

**Tablica 3.** Usporedba proizvodnih ciljeva u obrtništvu, masovnoj i vitkoj proizvodnji [9]

	OBRTNIŠTVO	MASOVNA PROIZVODNJA	VITKA PROIZVODNJA
<b>Fokus</b>	Zadatak	Proizvod	Kupac
<b>Aktivnost</b>	Pojedinačni proizvodi	Velike količine	Sinkronizirani tok i povlačenje
<b>Cilj</b>	Vještina	Smanjenje troškova i povećanje efikasnosti	Eliminiranje gubitaka i dodavanja vrijednosti proizvodu
<b>Kvaliteta</b>	Dio vještine (integrirana)	Kontrola (faza nakon proizvodnje)	Ugrađena u proizvod u fazi konstrukcije i proizvodnje
<b>Poslovna strategija</b>	Prilagođavanje korisniku	Ekonomija obujma i automatizacije	Fleksibilnost i prilagodljivost
<b>Poboljšanja</b>	Konstantan rad na poboljšanju vještine	Periodično i ciljana edukacija eksperata	Kontinuirano usavršavanje zaposlenika

Osnovno načelo vitke proizvodnje je da se proizvodi točno ono što kupac ili klijent želi, tj. vrstu, kvalitetu i količinu proizvoda izravno diktira potražnja tržišta. Tako implementirana proizvodna filozofija skraćuje vrijeme od narudžbe kupca do isporuke gotovog proizvoda, eliminirajući sve izvore rasipanja (gubitaka) u proizvodnom procesu. Vitki alati nisu nastali iz teoretskog razmatranja, već su prvo razvijeni u praksi, a tek su kasnije uobličeni i razrađeni od strane znanstvenika, slika 2 [9].



Slika 2. Neki od alata vitkog menadžmenta [9]

## 4. 7+1 vrsta gubitaka

Ono o čemu se prvo govori kod vitkog menadžmenta je rasipanje (*eng. waste, jap. muda*). Pod pojmom rasipanja misli se na one elemente proizvodnog procesa koji ne sadrže nikakvu vrijednost, tj. to su aktivnosti koje ne donose direktnu vrijednost proizvodu [9]:

- prekomjerna proizvodnja,
- transport,
- čekanje/zastoji,
- nepotrebni pokreti,
- prekomjerna obrada,
- škart,
- zalihe,
- nedovoljno korištenje potencijala zaposlenika.

### 4.1. Prekomjerna proizvodnja

Prekomjerna proizvodnja odnosi se na stvaranje proizvoda koji se ne mogu plasirati na tržištu. Uključene su operacije koje nisu neophodne isto kao i stvaranje dokumentacije koju nitko ne zahtijeva ili koja se uopće neće kasnije koristiti. Do prekomjerne proizvodnje dolazi i zbog lošeg predviđanja prodaje, tj. zahtjeva tržišta, zbog slanja uputa prema previše ili premalo ljudi, a također i zbog proizvodnje „za svaki slučaj“.

### 4.2. Transport

Kod transporta do rasipanja dolazi zbog nepotrebnog kretanja materijala ili obradaka između operacija ili između skladišnih površina. Također se ovdje govori i o neučinkovitom transportu informacija i neuspješnoj komunikaciji zbog koje dolazi do gubitka podataka, nekompatibilnosti i nepouzdanosti informacija.

### 4.3. Čekanje

Do rasipanja dolazi zbog prevelikog vremena čekanja materijala između operacija, čekanja radnika na strojevima ili materijala potrebnog za proizvodnju, a što je opet rezultat loše

planirane proizvodnje. Uz to probleme stvaraju i čekanja na podatke, rezultate testova, informacije, odluke, potpise, odobrenja, isporuku i slično.

#### **4.4. Prekomjerna obrada**

Prekomjerna obrada rezultat je predimenzioniranih strojeva, krive ili nedostajuće tehnološke opreme, pripremno-završnog vremena, čišćenja između obrade ili loše konstrukcije proizvoda, koja zahtijeva previše koraka obrade (kompleksan proizvod).

#### **4.5. Zalihe**

Visoke zalihe povezane su sa prekomjernom proizvodnjom („zamrznuti kapital“ u skladištima). Dolazi do punjenja skladišta i manjka mjesta za odlaganje novih proizvoda koji čekaju isporuku kupcu.

#### **4.6. Nepotrebni pokreti**

Nepotrebni pokreti posljedica su lošeg rasporeda strojeva (nepotrebno gibanje radnika), loše ergonomije radnog mjesta. Ljudi se trebaju udaljavati sa svog radnog mjesta kako bi došli do potrebnih informacija vezanih za njihovu radnu jedinicu. Također su nepotrebni pokreti i naknadne obrade proizvoda kako bi se kompenzirali neki nedostaci u toku proizvodnje.

#### **4.7. Škart**

Do škarta dolazi zbog nepotpunih, netočnih i nepravodobnih informacija. Zbog grešaka dolazi do prekida toka, stvara se nepotrebno vrijeme i troškovi za analizu i otklanjanje pogrešaka.

#### **4.8. Nedovoljno korištenje potencijala zaposlenika**

Glavni problem je neuključivanje zaposlenika u aktivnosti poboljšanja proizvodnih procesa i neuključivanje u Kaizen radionice. Razgovor sa zaposlenicima je kao takav iznimno bitan pri uvođenju „leana“ u proizvodne procese nekog poduzeća.

## 5. Pet osnovnih principa vitkog menadžmenta

Postoji pet osnovnih principa vitkog menadžmenta, a to su [10]:

1. precizno definiranje **vrijednosti** proizvoda sa stajališta kupca,
2. prepoznavanje **toka vrijednosti** (*eng. value stream*) – **lanca vrijednosti**, za određenu vrstu proizvoda
3. ujednačeni i kontinuirani **tok proizvodnje** (tok materijala i informacija)
4. **povlačenje** (*eng. pull*) proizvoda kroz cjelokupan proces proizvodnje
5. težnja ka **savršenstvu**

### 5.1. Vrijednost proizvoda

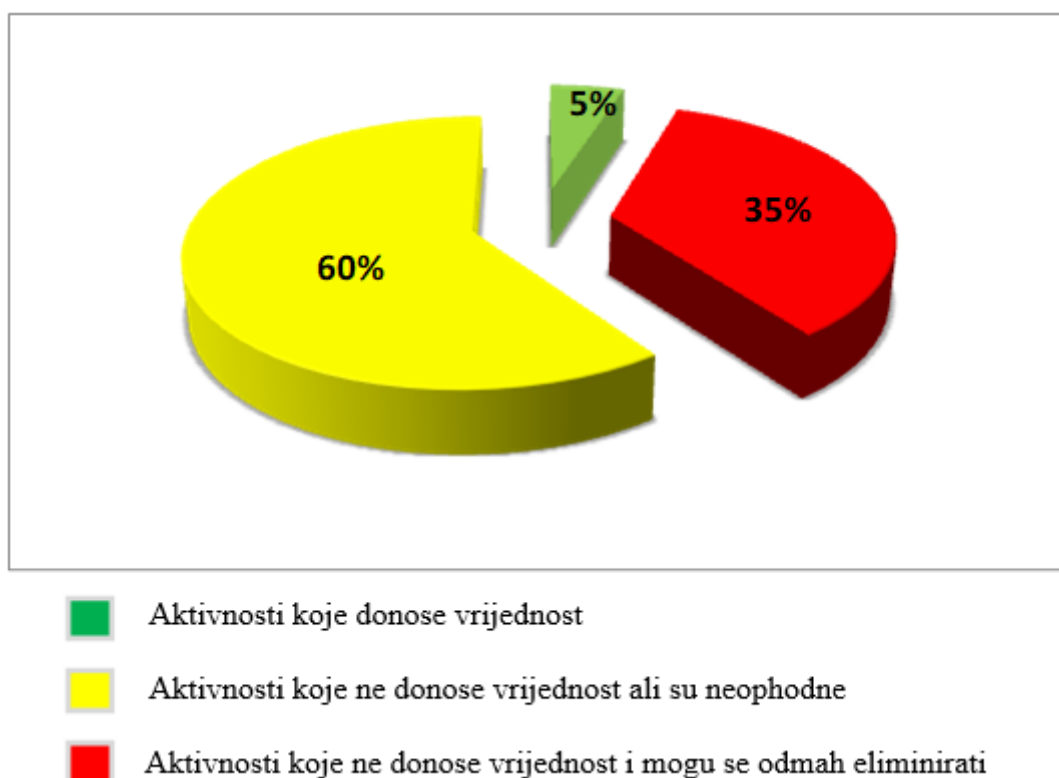
Prvi i osnovni princip je „vrijednost i gubitak“ (*eng. value & waste*). Kao vrijednost za kupca se može definirati ono što je kupac spreman platiti, odnosno, gleda se na to da određeni proizvod ili usluga ispunjava svoju zadaću – zadovoljenje potreba i želja kupca ili klijenta. Kada se tako definira vrijednost, onda kreće uspješna proizvodnja i poslovanje. Najveća je važnost odrediti vrijednost za kupca. Ako proizvod ima kvalitetu koja kupcu ne predstavlja dodatnu vrijednost, kupac ne pokazuje zainteresiranost za proizvod i traži bolji proizvod od konkurencije. Prije svega bi trebalo analizirati potrebe kupca i kvalitetu proizvoda. Da se to omogući, potrebno je ocijeniti učinkovitost u pogledu korisnika, proizvoda, analize profitabilnosti i slično, mjerenjem uz pomoć ključnih indikatora poslovanja, kao što su prodaja prema kupcima, prodaja prema proizvodima, profitabilnost po kupcima, profitabilnost po proizvodima. Nakon toga treba odrediti koji su to točno procesi koji dodaju vrijednost proizvodu, a koji ne dodaju. Procese koji ne dodaju vrijednost potrebno je dodatno ispitati i odrediti jesu li neophodni ili ih se može eliminirati.

### 5.2. Lanac (tok) vrijednosti

Tok vrijednosti se odnosi na sve aktivnosti, sve procese i sve tokove u proizvodnji, bilo materijalne ili financijske, potrebne da se od sirovine dobije gotov proizvod. Odnosno, to su sve aktivnosti koje stvaraju vrijednost, a počinju od sirovine ili od početne informacije, a završava sa kupcem, odnosno korisnikom. Cilj je da se prepoznaju svi oblici rasipanja (*jap. muda*), analizira trenutno stanje i osmisli plan poboljšanja. Potrebno je definirati mjerljive

ciljeve, vrijeme do kad se trebaju ostvariti te sve odgovorne osobe. Također je potrebno što više kvantitativnih informacija koje uključuju vrijeme trajanja operacija, vrijeme potrebno za tehnološki ciklus, kapacitet strojeva, vrijeme trajanja rada, čekanje, pripremno-završno vrijeme, vrijeme transporta, tok informacija. Kada se informacije prikupe, potrebno je napraviti mapu toka vrijednosti, točno prema toku i sa svim nedostacima. Analiza procesa poslovanja s aspekta dodavanja vrijednosti jasno ukazuje na tri vrste aktivnosti, slika 3:

- 1) Aktivnosti koje su neophodne i koje direktno stvaraju vrijednost – procesi obrade i oblikovanja materijala, zaštita materijala, montaža i ostalo,
- 2) Aktivnosti koje su neophodne za odvijanje cjelokupnog procesa, ali direktno ne stvaraju vrijednost – kontrola kvalitete, transport, skladištenje,
- 3) Aktivnosti koje nisu neophodne i koje ne stvaraju, odnosno ne dodaju vrijednost pa se stoga mogu odmah ukloniti.



Slika 3. Aktivnosti u lancu vrijednosti [11]



Utjecaji koji imaju aktivnosti koje ne donose vrijednost, ali su neophodne moraju biti minimizirani, dok aktivnosti koje ne donose vrijednosti i nisu neophodne moraju biti uklonjene iz procesa. Kreiranjem tokova vrijednosti dobije se logički dijagram u kojem je vidljiv svaki korak proizvodnje – od narudžbe do isporuke proizvoda. Takav prikaz toka smanjuje troškove proizvodnje, poboljšava tok i iskorištenje resursa te povećava produktivnost.

### 5.3. Kontinuirani tok proizvodnje

Ovdje se vodi za time da tijek procesa bude ujednačen i kontinuiran, što znači da se sve aktivnosti, procesi i svi tokovi dovedu u vezu počevši od sirovine. Tok proizvodnje zahtijeva [10]:

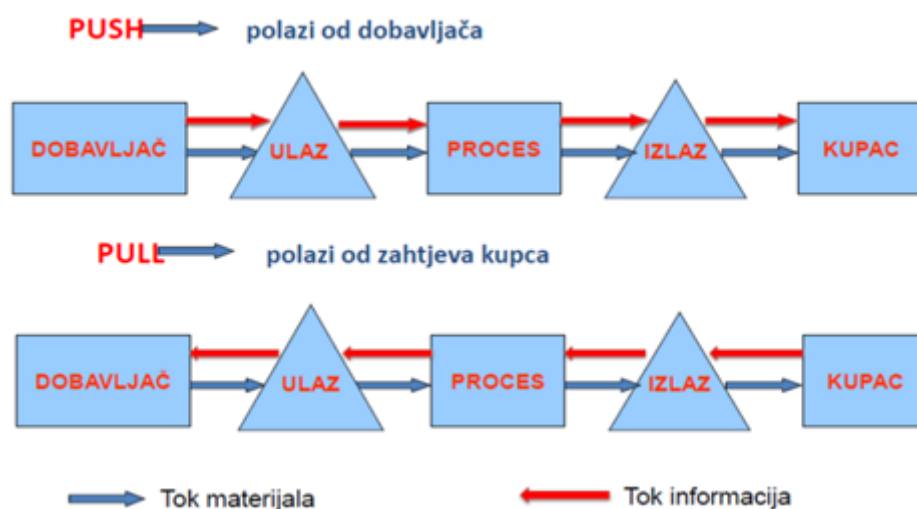
- upravljanje vremenom (metrika procesa) – ciklus uključuje vrijeme obrade i vrijeme čekanja,
- kontrolirane procese,
- uklanjanje uskih grla i zastoja,
- uklanjanje neplaniranog rada.

Kada je precizno definirana vrijednost proizvoda ili usluge te je provedena analiza lanca vrijednosti, a nepotrebne aktivnosti uklonjene su iz procesa, može se pristupiti preoblikovanju preostalih koraka i pripadajućih aktivnosti – u cilju ujednačenog i neometanog tijeka procesa. To najčešće uključuje reorganizaciju cjelokupnog proizvodnog pogona, odnosno ljudi i opreme. Ovdje je najvažnije usmjeriti se na objekt analize odnosno proizvod koji prolazi kroz proces dodavanja vrijednosti od nabave sirovina, preko proizvodnje i na kraju do isporuke kupcima. U niti jednom trenutku ne smije se izgubiti nadzor ili kontrola nad proizvodom i u svakom trenutku mora biti potpuno jasno u kojoj fazi procesa se proizvod nalazi i zašto [12].

### 5.4. Povlačenje (eng. pull)

Kod masovne proizvodnje, svaka operacija funkcionira sama za sebe, proizvodi prema rasporedu dobivenim iz odjela planiranja proizvodnje, nevezano što slijedeća operacija treba, slika 4. Proizvodnja se „gura“ prema kupcu (eng. *push*), umjesto da se iz proizvodnje „izvlači“

(eng. *pull*) upravo ono što kupac želi. Kod vitke proizvodnje se proizvodi baš ono što kupac želi, kada želi, koju količinu želi i uz što manje gubitaka. Povlačenje proizvodnje počinje od strane kupca, narudžbom ili kupovinom određene količine nekog proizvoda. Svaki proizvod prolazi kroz određene procese i pripadajuće aktivnosti u poduzeću, a koje tvore lanac vrijednosti proizvoda. Nakon što je od strane kupca inicirana potražnja za proizvodom, svaki korak u lancu vrijednosti prenosi informaciju na prethodni korak u procesu da postoji potreba za određenom količinom materijala, dijelova ili proizvoda. Informacija putuje duž lanca vrijednosti i pokreće proces u kojem se odvijaju sve specifične aktivnosti potrebne kako bi se od sirovina ili početnih materijala dobio gotov proizvod i isporučio kupcu, odnosno zamijenio onaj kupljeni. Na taj se način gubi potreba za planiranom proizvodnjom i sprječava nepotrebno gomilanje zaliha [12].



Slika 4. Povlačenje proizvodnje (eng. *pull*) [10]

## 5.5. Perfekcija

Perfekcija, odnosno težnja ka savršenstvu je također cilj vitkog menadžmenta. Cilj je zadovoljstvo kupca i ispunjavanje svih njegovih zahtjeva na brz i efikasan način uz minimalno rasipanje. Ovdje se to odnosi na kontinuirano usavršavanje svih procesa i aktivnosti u poduzeću, odnosno na Kaizen. Ovaj proces ne smije stati jer je garancija da poduzeće ima prednost pred konkurencijom. Da se to ostvari, proizvođači bi trebali kontinuirano ocjenjivati vrijednosti koje isporučuju kupcima, njihov cjelokupni lanac vrijednosti sa kontinuiranim poboljšanjem procesa i smanjivanjem napora, vremena, prostora, troškova i grešaka. Cilj je neumorno uklanjanje

aktivnosti koje ne donose vrijednost, ne poboljšavaju tok ili bolje zadovoljavaju potražnju kupaca diljem cijelog lanca nabave. Kako bi se usavršili razni procesi unutar poduzeća, neophodno je održavati Kaizen radionice i odgovornost je potrebno usmjeriti na sve zaposlene.

## 6. 5 S metodologija

5 S je koncept koji potiče iz Toyotinih pogona, a glavni mu je cilj poboljšanje načina rada unutar tvornice ili bilo kakve druge organizacije. Odnosi se na 5 riječi iz japanskog jezika: *seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu* i *shisuke*. Provedba ovog alata izuzetno je bitna za uspjeh uvođenja vitkog menadžmenta u poduzeće. Za cilj ima povećati efikasnost na mikro razini i organizirati radni prostor te ga održavati čistim, urednim, pristupačnim i sigurnim. S vremenom se u nekim literaturama pojavljuje i šesti „S“, kao oznaka za sigurnost, a odnosi se na uspostavu neprekidnog sustava unapređenja sigurnosti na radu i zaštite okoliša [13].

### 6.1. Sortirati (*eng. sort, jap. seiri*)

Sortiranje u proizvodnji znači identificirati sve stvari nepotrebne za rad, odnosno proizvodnju, i eliminirati ih iz radnog prostora. Nakon toga potrebno je odabrati alate neophodne za rad, a alate i materijale koji nisu često korišteni potrebno je staviti u zasebna spremišta. Stvari, stare alate, materijale koji se uopće ne koriste, potrebno je baciti! Sortiranje rezultira oslobođenim prostorom i lakšim pronalaskom potrebnih stvari.

### 6.2. Postaviti na mjesto (*eng. straighten, jap. seiton*)

Dovesti u red radno mjesto znači sistematski posložiti stvari s ciljem da ih možemo jednostavno koristiti te da ih svatko može pronaći. Shodno tome, često korišten alat mora biti smješten u blizini mjesta gdje se koristi, alati koji se koriste zajedno moraju biti smješteni zajedno na odgovarajućem mjestu i alat treba biti spremljen prema onom redoslijedu kojim se i koristi. U ovom koraku potrebno je etiketiranje, odnosno, potrebno je označiti svako mjesto na kojem se nešto nalazi i samo ta određena stvar može se nalaziti na tom mjestu. Također, često korišten alat treba biti smješten na lako dostupnom mjestu da se izbjegne nepotrebno saginjanje, istezanje ili pretjerano hodanje. Označavanje treba biti razumljivo i jednostavno kako bi se kasnije stvari vratile na svoje mjesto bez problema.

### **6.3. Očistiti (eng. scrub, jap. seiso)**

Sve alate i radni prostor treba održavati i čistiti. Nije dovoljno jednom očistiti radno mjesto, nužno je redovno čišćenje, obično na dnevnoj bazi jer se u suprotnom sve vraća na staro. Potrebno je identificirati mjesta čišćenja i odgovornost je svakog djelatnika da održava radno mjesto čistim. Postavljaju se ciljevi i radi se na tome da se postignu. Efekti ove primjene su lakše otkrivanje grešaka, prostor postaje više dopadljiv kupcu, stvara se bolja radna okolina, povećava se produktivnost i smanjuje se mogućnost ozljede na radu.

### **6.4. Standardizirati (eng. standardize, jap. seiketsu)**

U ovom koraku uspostavljamo standardne rutine i pretvaramo ih u navike. Jedan od najvećih problema je kako izbjeći vraćanje starim navikama. Za početak je dobro postaviti pisane standarde, procedure na plakatima s uočljivim natpisima i slično. Potrebno je uspostaviti standarde i standardne procedure, na radna mjesta uvesti vizualnu kontrolu, održavati radno mjesto s ciljem lakšeg pronalaska pogreške te provoditi kontinuirano unaprjeđenje kroz kontinuiranu provjeru i provođenje akcijskog plana.

### **6.5. Održati (eng. sustain, jap. shitsuke)**

Samodisciplina je najkompleksniji zadatak jer nije dovoljno povremeno počistiti radno mjesto kako bi odali dojam organizacije i čistoće, već je potrebno održavati taj red i prilagođavati se novonastalim uvjetima. Bilo bi dobro ugraditi vizualnu komunikaciju umjesto verbalne, osigurati da „5S“ postane rutina, održavati sva uvedena unaprjeđenja, nadograđivati postojeće i održavati dogovorene procedure.

Važno je za napomenuti da dobar „5S“ mora imati sigurnost ukomponiranu u svaki od svojih koraka pa nije potrebno sigurnost naglašavati kao zasebni korak [13].

---

## 7. KANBAN

Dolazi od riječi „*kan*“ što znači vizualno i „*ban*“ što znači ploča ili kartica. To je signalni sustav, a koristi kartice kojima signalizira potrebu za određenim artiklom, odnosno dijelom. Kanban je metoda koja se temelji na stalnom praćenju stanja i nabavi materijala koja je regulirana potražnjom na tržištu. Ta cijela metoda inspirirana je sustavom punjenja polica koji se koristi u samoposlugama, gdje kupci sami biraju robu s polica. Da bi taj sustav funkcionirao, mora se voditi računa o tome da police budu stalno popunjene. Roba koja se potroši, ili će biti uskoro potrošena, mora se naručiti kako bi bila na vrijeme dostavljena.

Kanban zapravo u prijevodu znači kartica, a tako se ta metoda i realizira. Kartice ispunjavaju radnici i na njima upisuju podatke o materijalu ili poluproizvodu koji im je potreban u proizvodnji (šifra proizvoda, naziv, jedinica pakiranja, broj komada). Takve kartice zapravo predstavljaju radne naloge, a svaki radnik prima i zadaje naloge samo za materijale i poluproizvode koje on koristi.

## **8. Dokazivanje pogreške (jap. *Poka-Yoke*)**

Dokazivanje pogreške je alat nastao kao produkt shvaćanja ograničenja statističke kontrole koja sama po sebi ne smanjuje broj pogrešaka na nulu. Osnovna ideja bila je zaustavljanje procesa kada god se pojavi pogreška, a u cilju definiranja uzroka i onemogućavanja ponavljajućeg izvora pogreške.

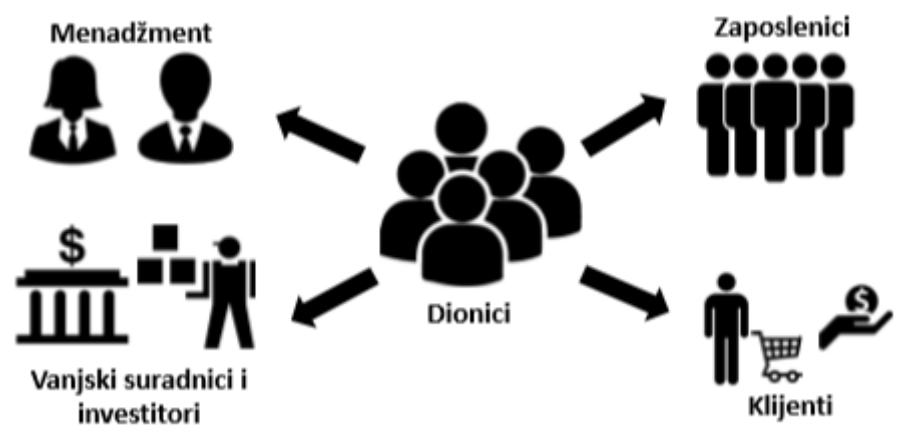
Ključni dio ove procedure je aktivno sudjelovanje u proizvodnji zbog utvrđivanja pogrešaka, prije nego što one postanu nesukladnosti. Statistička kontrola nije prijeko potrebna za postizanje operacija bez pogrešaka jer se s pomoću mehanizma „*Poka-Yoke*“ postiže i ono što bi možda bilo nemoguće s metodom kontrole kvalitete. Suvremeni strojevi i transportna sredstva opremljena su sustavima zaštite od pogrešnog rukovanja. Najčešće se ne mogu pokrenuti ako nisu zadovoljeni svi sigurnosni uvjeti i ako nisu postavljeni zadani parametri usklađeni s nacrtom. Stoga se „*PokaYoke*“ može promatrati s aspekta informatičke sigurnosti (neovlašteno mijenjanje performansi strojeva ili izmjene nacрта), te nadgledavanje funkcioniranja automatike koja onemogućava nepravilan rad [12].

## 9. Kaizen

Metode industrijskog inženjerstva prenesene su u program „Obuke unutar industrije“ koji se provodio u Japanu i Toyoti te su temelj razvoja Kaizena.

Kaizen je pristup koji pretpostavlja stalna poboljšanja uz uključenost svih zaposlenika - od menadžmenta do radnika. U ovom pristupu alati nisu važni koliko način razmišljanja njihovog korisnika. Svrha Kaizena je ostvarenje poboljšanja procesa uz razvoj vještina zaposlenika. Ako nema mjerljivih poboljšanja, Kaizen je neefikasno korištenje resursa.

Glavni preduvjet Kaizena je „*Respect for people*“, odnosno poštovanje prema svim dionicima procesa. Nitko neće podržavati kontinuirana poboljšanja ako nije ispunjen ovaj preduvjet, slika 5.



Slika 5. Sudionici provedbe Kaizen [9]

Kaizen metodi se pristupa uz slijedeće uvjete, prikazane i na slici 6:

- Prakticiranje istraživanja i prikupljanja činjenica sa stvarnog izvora ili procesa
- Izbjegavanje donošenja odluka na temelju predrasuda
- Temeljnost kod proučavanja istraživanog procesa
- Staložen i racionalan stav kod provedbe Kaizena.





Slika 6. Shema provedbe Kaizen metode [9]

Unutar Kaizen metode prolazi se kroz 6 koraka (prema PDCA ciklusu):

1. Definiranje problema
2. Analiza uzroka problema
3. Osmišljavanje i izbor rješenja
4. Razvoj plana implementacije
5. Implementacija rješenja
6. Verifikacija i prilagođavanje.

### 9.1. Definiranje problema

Da bi situacija bila definirana kao problem, potrebno je znati slijedeće:

- Stvarni trenutni učinak procesa – trend
- Ciljani učinak procesa – standard
- Veličinu problema – razlika između stvarnog i ciljanog stanja
- Karakteristiku problema.

Ova faza je izuzetno važna te je velik udio vremena nužno posvetiti detaljnom shvaćanju situacije i definiranju problema. Cilj ove faze je jasan prikaz situacije kako bi se mogla napraviti što preciznija procjena, temeljena na stvarnim činjenicama i podacima.

Za detekciju problema, koriste se alati i tehnike:

- Usporedba sa standardom – osnovna tehnika usporedbe trenutnih rezultata procesa sa standardom
- Analitička ploča (*eng. White board*) – mogućnost praćenja procesa u kratkim vremenskim intervalima, kroz usporedbu planiranog i ostvarenog
- 7+1 vrsta gubitaka – traženje potencijala za poboljšanje kroz detekciju 8 vrsta gubitaka. Cilj je kvantitativno definiranje gubitaka.

## **9.2. Analiza uzroka problema**

Ova faza je ključ za pronalazak i razumijevanje potencijalnih uzroka. Fokus treba biti na najznačajnijim uzrocima. Analiza je vremenski najduža faza. Uvijek je moguće naći probleme koji potječu od uzorka izvan kontrole osoba odgovornih za rješenje problema te se treba fokusirati na probleme koji su u domeni rješavatelja.

Cilj ove faze je razumijevanje i pronalazak dovoljnog broja uzroka, čija će korekcija rezultirati rješenjem stvarnog problema.

U analizi se koriste brojni alati kao što su „5 zašto“, Ishikawa dijagram, studija vremena, dijagram kretanja, analiza rada i slično.

## **9.3. Osmišljavanje i izbor rješenja**

Ova se faza vodi za citatom: „*Kako uvijek postoji više uzroka problema, tako uvijek postoji više od jednog rješenja problema*“. Bitan aspekt je kreativnost kod rješavanja problema. Razumijevanje uzroka omogućuje stvaranje većeg broja rješenja.

Kod ove faze bitno je:

- Razmatranje svih mogućnosti
- Sužavanje liste ideja
- Evaluacija temeljena na 5 kriterija
- Usvajanje rješenja za testiranje
- Testiranje ideje – simulacija
- Izbor najboljeg rješenja.

Cilj je zadržati fokus na rješenjima koja su u okviru kontrole i odgovornosti odgovornih za rješavanje problema te su jednostavna i brza za implementaciju.

#### **9.4. Plan implementacije**

PDCA ciklus nalaže da se uvijek krene sa planom. U ovom koraku se razvija akcijski plan implementacije kreiranih i usvojenih rješenja. Dnevni Kaizen ne zahtjeva detaljno planiranje i usmjeren je na mala i brza poboljšanja. Problemi koji prelaze nekoliko funkcijskih granica organizacije, iziskuju detaljan plan, koordinaciju i odobrenje aktivnosti. Najvažniji cilj ove faze je razviti dosljedan i razumljiv plan, koji će biti prihvaćen od svih zainteresiranih strana.

#### **9.5. Implementacija rješenja**

Rezultati su dobri onoliko koliko je dobra analiza na kojoj je temeljen plan i koliko je kvalitetna implementacija. Stav i vodstvo igraju važnu ulogu kod uspjeha implementacije. Uobičajeno je da se prilikom implementacije rješenja uvide dodatne prilike za poboljšanja.

Cilj je prevesti plan sa papira u konkretne i učinkovite aktivnosti koje će dovesti do poboljšanja istraživane situacije.

Problemi do kojih može doći prilikom implementacije:

- Komunikacijski propusti – nedostatak komunikacije sa sudionicima procesa koji će biti predmet promjena
- Nedostatak obuke i radnih uputa – rezultati Kaizena su ograničeni zbog otpora sudionika procesa u slučaju nedostatne obuke.

U slučaju da promjenu provodi manji tim ključnih ljudi, potrebno je planirati obuku učesnika procesa kako bi se izbjegao otpor promjenama i ograničeni rezultati Kaizena.

## **9.6. Verifikacija i prilagodavanje**

Nužna je provjera rezultata provedenih faza kako bi se ustanovila stvarna razina ostvarenih poboljšanja za uspjeh Kaizen metode. Promatraju se promjene koje su provedene, a sa svrhom potvrde ciljanih rezultata. Nije neuobičajeno da rješenja stvore nove probleme koji mogu biti vezani uz prilagodbu na novi način rada.

Cilj ove faze je uz visoku razinu povjerenja potvrditi da su provedene aktivnosti na uzrocima problema dovele do mjerljivih rezultata.

Postoje dvije razine rezultata:

- I. Razina – rezultati izravno vezani uz uzrok problema koji se rješava
- II. Razina – rezultati vezani uz stvarni problem na višoj razini.

Fokus verifikacije je na rezultatima II. razine. Ako su pravi uzroci problema identificirani i riješeni, poboljšanja se moraju odraziti na pokazateljima više razine – stvarnom problemu.

Po završetku Kaizen aktivnosti, nužno je ažurirati postojeće standarde i procedure vezane za poboljšano stanje i procese. Potrebno je razviti plan u kojem će biti jasno definirane odgovornosti za održavanje postignutih rezultata i daljnja poboljšanja na dnevnoj razini. Rezultati četo nisu održivi zbog nedefiniranih odgovornosti.

Metodologija primjene Kaizena se može opisati prema PDCA (*eng. Plan, Do, Check, Act*) ciklusu:

- Planiraj – kreiranje plana promjena i identificiranje specifičnih stvari koje je potrebno promijeniti te definiranje koraka koji se moraju poduzeti i pretpostavljanje rezultata ostvarenih promjena
- Učini – izvršavanje plana u probnom okruženju
- Provjeri – ispitivanje posljedica promjena koje moraju rezultirati unapređenjem procesa da bi se primijenile na poslovanje
- Djeluj – primjena prihvaćenih promjena na širem uzorku i njihovo uvođenje u standardne operativne procedure.

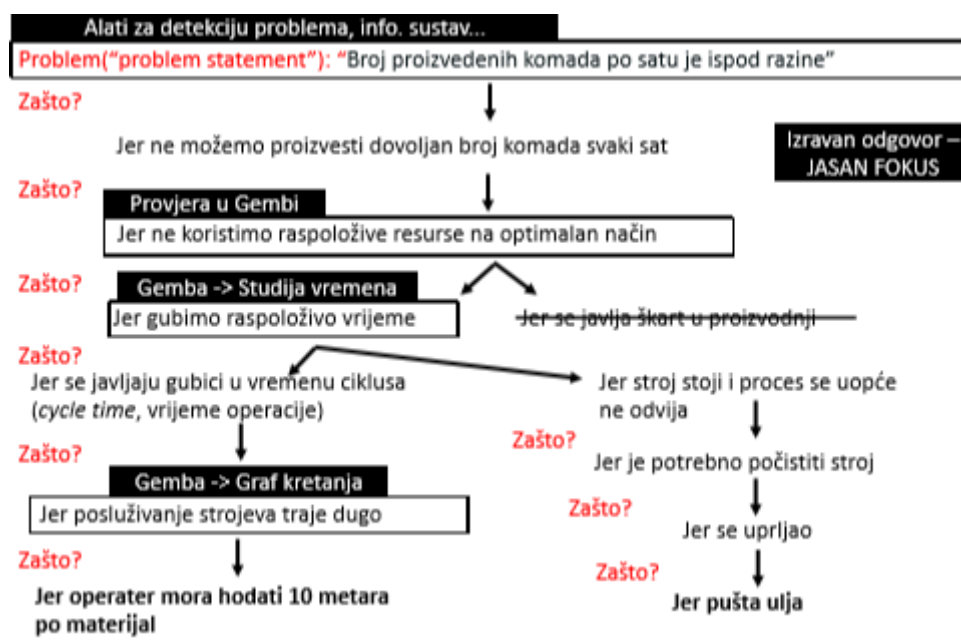
## 10. 5 ZAŠTO (eng. 5 WHY)

Ovaj alat vitkog menadžmenta koristi se za detekciju problema u poduzeću, odnosno u proizvodnji. Cilj je doći do problema koji stvara greške i rasipanja unutar nekog proizvodnog procesa te na temelju identificiranog problema predložiti konačno rješenje kojim se eliminiraju gubici i unapređuje sama proizvodnja, slika 7.

Potrebno je izbjegavati „šablonsko“ korištenje alata kako bi se izbjegla moguća posljedica – preskakanje karika u uzročno-posljedičnom lancu. Budući da svaki problem ima više uzroka, nužno je zadržati fokus na najznačajnijim uzrocima. Također je bitno bazirati se na samim problemima i traženju rješenja, a ne tražiti krivca nekog problema.

Postoje 3 koraka u alatu „5 zašto“:

1. Provjeriti problem na mjestu njegove pojave
2. Odgovor na svako „zašto“ mora biti utemeljen na provjerenim činjenicama
3. Koristiti „5 zato jer...“ s ciljem provjere povezanosti odgovora i ispravnosti logičnog razmišljanja

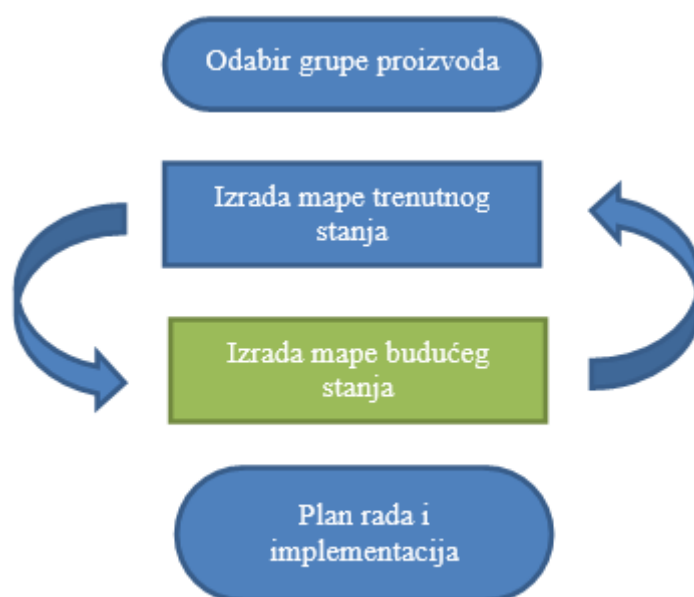


Slika 7. Primjer provedbe alata „5 zašto“ [9]

## 11. Mapiranje toka vrijednosti (eng. Value Stream Mapping, VSM)

Mapiranje toka vrijednosti je način mapiranja svih aktivnosti, procesa te materijalnih i informacijskih tokova, počevši od sirovog materijala pa sve do gotovog proizvoda, tj. sve do kupca [13].

Mapiranje vrijednosti omogućuje da se na jednom mjestu prikaže tijek svih koraka u proizvodnji, kao i tijek informacija. Tada je moguće uočiti koje aktivnosti ne stvaraju vrijednost. Mapiranje, samo po sebi, ne bi trebalo predstavljati nikakvu novost u proizvodnim sustavima. Organizacija rada, postojeća ili redefinirana, shematski je postavljena i u pravilu jasna menadžmentu i zaposlenicima. Tijekovi materijala i provjere izvršenih faza definirani su dijagramima toka, tokovima materijala, transportnim tokovima i sličnim analitičkim i grafičkim prikazima, kojima se vizualno prikazuje slijed zbivanja u proizvodnom procesu. Ono što razlikuje „lean“ sustav mapiranja vrijednosti od običnog mapiranja je to što su u njemu uključene prostorne i vremenske komponente, koje će pokazati koliko pojedini proces vremenski traje, u kojem dijelu pogona se odvija, koliki je neophodan broj izvršioca, koji strojevi se koriste, gdje su locirani i koliko traje njihov takt izrade te ostali potrebni podatci. Kada se takvom zapisu pridoda i tijek informacija, kako bi bilo vidljivo gdje se kreiraju podatci te tko ih i kada dobiva, dobije se cjelovita veza fizičkog i informacijskog tijeka proizvodnog procesa [12]. Slika 8 prikazuje proces mapiranja toka vrijednosti.



Slika 8. Proces mapiranja toka vrijednosti [13]

Podatci potrebni pri snimanju trenutnoga stanja [13]:

- Radno vrijeme proizvodnog pogona,
- Raspored dobave sirovog materijala i otpreme gotovih proizvoda,
- Informacijski tok između dobavljača i kupca,
- Takt proizvodnje,
- Pripremno – završno vrijeme,
- Pouzdanost stroja, raspoloživost stroja,
- Veličina serija,
- Broj radnika,
- Broj varijanti proizvoda,
- Raspoloživo radno vrijeme, rad u smjenama, trajanje pauze,
- Količina prekovremenoga rada,
- Postotak škarta, postotak naknadnog rada,
- Zalihe između i na pojedinim proizvodnim koracima,
- Tok informacija: kako se zna kada i što treba proces proizvesti? Kako se planira proizvodnja?

Principi transformacije mape trenutnoga stanja u mapu budućeg stanja [13]:

- Proizvodnja prema taktu kupca,
- Proizvodnja za isporuku ili samoposlugu gotovih proizvoda,
- Primjena kontinuiranog toka,
- Povlačenje materijala iz samoposluga,
- Definiranje procesa za upravljanje proizvodnjom,
- Balansiranje vrijednosti proizvodnje prema procesu djelovanja takta (Heijunka),
- Definiranje količine koraka rada u procesu davatelja takta,
- Skraćenje EPEI (*eng. Every Part Every Interval*),
- Definiranje potrebnih unaprijeđenja (Kaizen).



Mapiranjem vrijednosti moguće je prepoznati mjesta na kojima dolazi do nepotrebnih (povećanih) troškova ljudskog rada, energije, trošenja strojeva te mjesta na kojima dolazi do pogrešaka.

Mapiranje toka vrijednosti je vizualni alat koji se koristi u Toyotinoj proizvodnji. Pomoću VSM-a je omogućeno lakše prikazivanje procesa, a time i vođenje pojedinačnih procesa. Osnovni princip vitke proizvodnje je smanjiti količinu otpada u operacijama, defekte i veliku potrošnju materijala. Kako bi se vizualno prikazalo gdje otpad nastaje, i tu se koristi VSM. VSM se također koristi kako bi se procijenilo trenutno stanje proizvodnje te kasnije poboljšalo. Mapiranje vrijednosti je proces planiranja i povezivanja svih „*lean*“ inicijativa kroz sistematsko prikupljanje podataka i analizu. Tok vrijednosti sastoji se od svih aktivnosti koje su potrebne kako bi se proizvod doveo kroz glavni tok, počevši od sirovine do kupca. Krajnji cilj VSM –a je identificirati sve vrste gubitaka kroz tok vrijednosti te ih eliminirati. Na tržištu danas postoji niz različitih alata za optimiziranje operacija unutar nabavnog lanca, međutim većina ne uspijeva pokazati i vizualizirati čitav niz operacija i resursa kroz cijeli lanac. Pomoću VSM –a dobiva se sveukupna slika, a ne samo određeni proces.

Osnovni koraci mapiranja toka vrijednosti su:

- Posvećivanje vitkom menadžmentu
- Odabir toka vrijednosti
- Učenje o vitkom menadžmentu
- Mapiranje trenutnog stanja
- Otkrivanje „*lean*“ metrike
- Mapiranje budućeg stanja
- Stvaranje Kaizen planova
- Implementiranje Kaizen planova.

## 12. Metrika vitkog menadžmenta

Nakon što se dokumentira trenutno stanje potrebno je izraditi „lean“ metriku koja pomaže u postizanju budućeg stanja. „Lean“ metrika omogućava pokretanje poboljšanja i eliminaciju gubitaka u procesima. Prilikom promatranja performansa proizvodnje potrebno je zabilježiti i najmanji napredak. Prilikom postavljanja metrike korisno je dobiti uvid u financijski utjecaj uvođenja poboljšavanja kao što su povećanje obrtaja zaliha, smanjenje rada u procesu, smanjenja vremena izmjene alata itd. Osnove „lean“ metrike su:

- Obrtaj zaliha,
- Dostupna količina zaliha u danima,
- Rad u procesu,
- Škart,
- Ciklus proizvodnje,
- Pouzdanost sustava,
- Raspoloživost,
- Vrijeme ciklusa,
- Postotak pravovremeno isporučenih narudžbi,
- Sigurnosne bilješke.

Od metrike se zahtijeva da u potpunosti bude razumljiva i lako dostupna. Da bi se identificirala i koristila metrika, potrebno je:

- Uključiti ljude odgovorne za implementaciju promjena
- Prikupiti i pregledati podatke po potrebi
- Prikupiti podatke gdje su najkorisniji
- Omogućiti pristupačnost podataka
- Omogućiti olakšano prikupljanje podataka

Koraci prilikom identificiranja „lean“ metrike su:

- 1) Pregledati listu osnovnih metrika i specifičnih prodajnih ciljeva ili nekih drugih ciljeva poboljšanja koji su dokumentirani i prije postavljeni te postaviti osnovnu listu potrebne metrike
- 2) Iniciranje sastanaka sa menadžmentom kako bi se osigurao pristanak i predanost metrici
- 3) Utvrđivanje načina na koji će se izračunavati metrika
- 4) Izračunati osnovne mjere iz podataka prikupljenih tokom procesa mapiranja trenutnog stanja te objaviti sve podatke na oglasnoj ploči.

### 13. Cjelokupno produktivno održavanje (TPM)

TPM (*eng. Total Productive Maintenance*) predstavlja koncept organiziranosti poduzeća koji se temelji na kreativnom nastojanju svih zaposlenika, sa zajedničkim ciljem: poboljšati uspješnost poduzeća. Namjera uvođenja TPM je omogućiti djelovanje opreme na prirodnoj razini sposobnosti sa što većim povratom investicija. TPM se temelji na sedam stupova:

1. Autonomno održavanje – usmjereno je razvijanju operatera kako bi bili sposobni izvoditi male radove održavanja
2. Mala poboljšanja (Kaizen) – kontinuirano se provode uz suradnju svih zaposlenika, bez velikih investicija mogu utjecati na otklanjanje malih gubitaka na radnom mjestu, a koja znatno utječu na učinkovitost
3. Planirano održavanje – koje odražava politike održavanja: postići i uzdržavati raspoloživost opreme, optimirati troškove održavanja, smanjiti zalihe rezervnih dijelova i poboljšati pouzdanost strojeva i pogodnost za održavanje
4. Održavanje kvalitete s ciljem otklanjanja nesukladnosti na sustavan način – najprije se prepoznaju oni dijelovi opreme koji trenutno izazivaju nesukladnosti, zatim oni koji su potencijalna prijetnja nesukladnostima te sprječavanje pogrešaka pomoću održavanja besprijekornog stanja opreme
5. Obučavanje – kontinuirana obuka zaposlenika
6. TPM režijskih prostora (uredi, kancelarijska oprema)
7. Sigurnost, zdravlje i okoliš [12].

TPM je isto kao i prethodno analizirani alati, pod različitim nazivima i kraticama, prisutan u proizvodnim procesima koji u kombinaciji predstavljaju vitki način proizvodnje.

## 14. Integralni vitki menadžment

Integralnim vitkim menadžmentom smatra se kombinacija više vitkih alata koji se koriste za poboljšanje proizvodnog procesa. Otkrivanjem pogrešaka i uklanjanjem problema, dolazi do ubrzanja proizvodnog procesa, smanjenja škartu i mnogih drugih rezultata koji dovode do povećanja produktivnosti.

U ovom radu, opisan je postupak provedbe integralnog vitkog menadžmenta u poduzeću Metal-elektro d.d. Kao alati vitkog menadžmenta korišteni su:

- otkrivanje problema,
- primjena 5S metode i
- standardizacija.

### 14.1. O poduzeću Metal-elektro d.d.

Metal-elektro d.d. je poduzeće koje uspješno posluje od 1960. godine, privatizirano je i ima certifikat ISO 9001:2008 od 2000. godine. Osnovna djelatnost je metaloprerađivačka i elektrotehnička.

Metal elektro d.d. utemeljen je u Zagrebu 1960. godine pod nazivom „Elektroprodukt“ pod kojim je djelovalo do 1981. godine kada mijenja naziv u sadašnje ime. Metal-elektro trenutno zapošljava 90 djelatnika i ostvaruje godišnji prihod od cca 5 000 000 €. Privatizirana je firma i radi prema Zakonu o trgovačkim društvima Republike Hrvatske. Unazad nekoliko godina svoje proizvode su plasirali i u Italiju, Njemačku, Austriju, Poljsku, Bosnu i Hercegovinu, Kosovo, Makedoniju, Srbiju, Crnu Goru, Sloveniju, Grčku, itd., a trenutno im je izvoz više od 70% ukupnog prometa.

Daljnji rast i razvoj, Metal-elektro ostvaruje proširivanjem asortimana novim proizvodima, što se kod njih može vidjeti i otvaranjem novog programa parkirnih sistema koji se najčešće koriste u stambenim zgradama ili u bilo kakvim objektima gdje se javlja problem sa nedostatkom parkirnih mjesta.

Metal-elektro d.d. zapošljava 90 djelatnika gdje ima visokokvalificirane radnike i stručno osoblje, diplomirane inženjere i tehničare. Renomirani je proizvođač opreme za elektrodistribuciju, a unazad nekoliko godina ima 50 %-tnu stopu izvoza na zahtjevno europsko tržište gdje proizvodi razne metalne konstrukcije za poznate europske proizvođače [14].

Od 1990. godine Metal-elektro je dopunio proizvodni program sa programom za elektroprivredu koji sada zauzima značajno mjesto u proizvodnom kapacitetu Metal-elektra. Kroz to vrijeme proširuje se proizvodni program sa izradom posuda pod pritiskom, metalnih stupova za rasvjetu, metalnih konstrukcija, rasvjetnih tijela, grijaćih tijela i eksplozivno zaštićenih tijela, uređaja za željeznicu i servis elektrotehničkih aparata i ostalih vlastitih proizvoda. U tom programu proizvodi nekoliko vrsta rastavljača za vanjsku montažu do 36 kV, stupnih i kablskih trafostanica 20(10)/0,42 kV te su do sada na tržištu isporučili preko 10000 raznih rastavljača i rastavljač-sklopki, preko 1500 trafostanica na čelično-rešetkastom i betonskom stupu i više od 2300 niskonaponskih sklopnih blokova, slike 9 i 10.



**Slika 9. Plinski ormar [14]**



**Slika 10. Razvod srednjeg napona [14]**

U svojoj djelatnosti koriste razne napredne strojeve, robote i alate. Neki od njih su: roboti za precizno zavarivanje (PANASONIC TL-2000, PANASONIC TA-1400), CNC probijačica „AMADA 258 EUROPE“, plazma rezačica, CNC savijačice, škare za rezanje lima „ERMAKSAN HGD-3100-10“, itd. Od ostale opreme posjeduju alate za strojnu obradu i glodanje, tokarske strojeve, ekscentar preše do 250 tona, automat za dužno i za kružno zavarivanje, valjke za savijanje, tračne pile, stupne bušilice, itd. Od novijih strojeva mogu se izdvojiti dva lasera marke NUKON za rezanje lima koji se koriste u pripremnom dijelu proizvodnje, ali i za usluge rezanja za razne domaće tvrtke, slika 11 [14].



**Slika 11. Laser za rezanje metala [15]**

Za zavarivanje elemenata do 2.5 i do 4 metra duljine, Metal-elektro koristi robotsko zavarivanje, slika 12, koristeći MIG/MAG postupak s mogućnosti zavarivanja konstrukcijskog i nehrđajućeg čelika. Uz to imaju mogućnost probijanja limova do 6 mm debljine i maksimalnih dimenzija ploče 1250 x 3000 mm. Za rezanje limova debljine do 20 mm koriste lasere i plazmu, ovisno o vrsti materijala, a do 100 mm debljine koriste plinsko rezanje. Pomoću savijačica vrše savijanje limova do 4 m duljine i maksimalne debljine lima 12 mm (ovisno o duljini i čvrstoći materijala). Osim navedenih djelatnosti, Metal-elektro se bavi i izradom raznih čeličnih konstrukcija u građevini, rezanjem lima na škarama duljine do 3 metra, maksimalne debljine do 10 mm, strojnom obradom metala, probijanjem i štancanjem metala na ekscentar prešama do 250 t te manualnim zavarivanjem MIG/MAG i TIG postupkom atestiranih zavarivača [14].



**Slika 12. Robot za zavarivanje [14]**

Kao odgovor na rastući problem nedostatka parkirnih mjesta u urbanim područjima, Metal-elektro d.d. je razvio troškovno efikasan parkirni sustav pod nazivom ME PARK. Ovakvi parkirni sustavi od jednog parkirnog mjesta mogu napraviti dva (tip A2) ili tri (tip A3) parkirna mjesta. Sustav elektro-hidraulikom podiže ili spušta platformu tako da se vozila mogu parkirati na više razina. ME PARK tip N2 upotrebljava se u situacijama kada je limitirana visina parkirnog prostora. Ovako posebno razvijeni mehanizam štedi parkirni prostor. Prostor u zemlji omogućuje nezavisno parkiranje – sva vozila mogu izaći iz parkirnog sustava bez micanja drugih vozila.

ME PARK je prikladan za sve tipove osobnih vozila. Koriste se standardne dimenzije platformi, ali prema zahtjevu kupca mogu se izraditi i druge dimenzije. Dostupne su i dvostruke verzije platforme (tipovi A4, A6 i N4), slike 13 i 14. Njihova prednost je što su ekonomične i zauzimaju manju širinu od dvije jednostruke platforme. Također imaju više mjesta za parkiranje vozila na parkirno mjesto kao i za ulazak i izlazak iz vozila.



Slika 13. ME PARK parkirne platforme [14]

Mjesta za korištenja ovakvih parkirnih platformi su raznovrsna: poslovni i privatni objekti, komercijalna parkirališta, trgovački centri, aerodromi, hoteli, bolnice i slično.



Kao osnovna obilježja ME PARK parkirnih sistema mogu se izdvojiti:

- unutarnja i vanjska uporaba,
- montaža kompletnog sustava,
- maksimalna masa vozila do 2600 kg,
- neovisni parkirni sistemi,
- vruće cinčanje protiv korozije,
- dva hidraulična cilindra,
- sigurnosna brava,
- sigurnosno tipkalo,
- proizvodnja za Hrvatsku, Srbiju, Bosnu i Hercegovinu i Sloveniju.



**Slika 14. ME PARK parkirne platforme – tip A2 i A4 [14]**

U suradnji sa talijanskom tvrtkom ROLFO, već dugi niz godina, proizvode platforme za prijevoz automobila, slika 15. Ova talijanska tvrtka čini najveći udio izvoza Metal-elektra. Druga talijanska tvrtka sa kojom surađuju je Caffini, za koju proizvode postolja poljoprivrednih strojeva već nekoliko godina te su druga najvažnija tvrtka u izvozu Metal-elektra, slika 16.



**Slika 15. Platforme za prijevoz automobila [14]**



**Slika 16. Postolja poljoprivrednih strojeva [14]**

#### **14.2. Primjena alata vitkog menadžmenta**

Prije provođenja vitkog menadžmenta u poduzeću, potrebno je provesti edukaciju svih zaposlenika kako bi bili upoznati sa vitkom metodologijom i sa alatima koje nudi. Potrebno je osvijestiti radnike i upoznati ih sa problematikom poduzeća radi lakše implementacije rješenja i zajedničkog rada.

Tvrtka Metal-elektro d.d. odlučila se za provođenje vitkog menadžmenta zbog unapređenja svoje proizvodnje kako bi se eliminirali gubici u proizvodnji i kako bi se spriječio konstantni dolazak reklamacija od strane kupaca. Reklamacije su posljedica proizvodnje počevši već od pripremnog dijela, odnosno, problemi nastaju već i kod same organizacije od strane tehnologa i inženjera. Loša organizacija, priprema rada, needuciranost radnika, upoznavanje s greškama i problemima unutar proizvodnje, nered na radnim mjestima, zastoji strojeva, dekoncentracija radnika, sve to utječe na tok proizvodnje i na kraju rezultira reklamacijom i povratom proizvoda. Samim time, automatski se povećavaju troškovi proizvodnje zbog neplaniranih događanja, a troškove snosi poduzeće, a ne kupac.

Vitki menadžment djeluje ciljano na problem i pokušava ga riješiti s ciljem da se isti više ne ponavlja te da se proizvodnja ubrza i unaprijedi, što je prvenstveno navelo Metal-elektro d.d. na poduzimanje ovog rješenja.

Vitki menadžment provodi se u cijelom poduzeću, počevši od komercijale, nabave materijala i tehničke pripreme rada pa sve do proizvodnje koja se odvija na više radnih jedinica.

#### ***14.2.1. Način rada poduzeća – od narudžbe do transporta gotovog proizvoda***

Kada se obavi razgovor sa kupcem i kada on pošalje svoju narudžbu, kreće se sa tehničkom pripremom rada gdje tehnolog određuje koji proizvodni procesi su potrebni za izradu naručenih proizvoda. Također, potrebno je naručiti sav potreban materijal i provjeriti dostupnost svih strojeva i alata u proizvodnji.

Proizvodnja kreće u pripremnom dijelu gdje se odvija rezanje metala na laseru ili plazmi, nakon čega odlazi u drugi dio pripreme gdje se odvijaju procesi probijanja i savijanja na CNC strojevima ako je to potrebno. Takvi poluproizvodi odvoze se dalje na potrebne radne jedinice. Ako je propisano od strane kupca i tehnologa, poluproizvodi prije slijedeće operacije odlaze na vruće cinčanje ili na neki drugi postupak korozivne zaštite kod kooperanata te se nakon toga vraćaju u proizvodni proces unutar poduzeća.

U fazi nakon pripremnog dijela, slijedi montaža gdje se odvija postupak zavarivanja, brušenja, bušenja i čišćenja konstrukcija te se na kraju vrši kontrola proizvoda. Također i već gotove konstrukcije obično odlaze na postupak vrućeg cinčanja od strane kooperanta te je i nakon toga potrebno provesti kontrolu zbog nastanka mogućih deformacija, loše provedbe cinčanja i

sličnih problema koji se često javljaju uslijed tog postupka. Nakon završne kontrole, proizvod odlazi na skladište sve do dolaska transporta.

#### 14.2.2. Rješavanje problema u proizvodnji

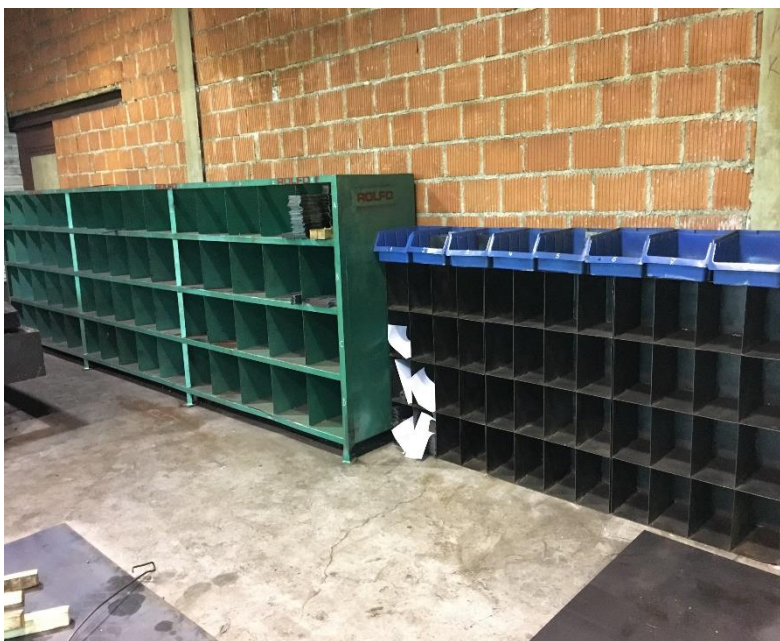
Budući da ipak konstantno dolazi do reklamacija, očito je da se u samom proizvodnom procesu negdje javlja problem koji je potrebno riješiti uz pomoć vitkog menadžmenta. Počelo se sa primjenom integralnog vitkog menadžmenta u pripremnom dijelu proizvodnje te je u nastavku ovog rada detaljnije opisan sam postupak primjene i na kraju dobiveni rezultati.

U pripremnom dijelu proizvodnje nalaze se dva lasera za rezanje metala, tri CNC stroja za probijanje metala, CNC škare za rezanje te dvije CNC savijačice.

Lasersko rezanje je prvi proizvodni proces u kojem operater dobiva materijal sa skladišta u obliku metalnih limova različitih dimenzija. Operater unosi CNC program u računalo lasera i unosi potrebne parametre rezanja, ovisno o debljini metalnog lima i vrsti materijala. Po završetku procesa rezanja, izrezane pozicije su posebno označene i razvrstane na police. Tako označene pozicije, lako se pronalaze i odvođe na slijedeću operaciju – savijanje, probijanje, zavarivanje i slično. Do prije uvođenja vitkog menadžmenta, izrezane pozicije nisu bile označene, niti su bile skladištene na pravilan način, što je usporavalo tok proizvodnje, a ovom metodom je to promijenjeno i dovedeno u red, slike 17 i 18.



Slika 17. Označavanje pozicija izrezanih na laseru



**Slika 18. Police za odlaganje izrezanih pozicija**

CNC stroj na kojem se provodi postupak savijanja raznih pozicija je savijačica koja ima silu savijanja od 600 tona i duljinu linije savijanja do 4000 mm. Strojem upravlja operater koji, prije samog postupka savijanja, prvo unosi parametre savijanja u računalo savijačice, priprema pozicije potrebne za savijanje i nakon toga može krenuti sa radom.

Dolaskom u dio pripreme gdje se nalaze CNC savijačice, odmah su bili vidljivi problemi koje je prvo trebalo rješavati 5S metodologijom, slika 19.

Radno okruženje je neorganizirano i zakrčeno nepotrebnim stvarima, kao što su nerazvrstani alati, neiskorišteni materijal, škart, višak pozicija i slično, koje nisu skladištene na odgovarajući način. Ne postoje police za držanje alata, niti su definirana mjesta za palete na kojima bi se odlagale ulazne pozicije, gotovi proizvodi i potencijalni škart. Na radnom mjestu je vidljivo i dosta otpada kao što su vrećice, plastične boce, folije i slično. Sve navedeno usporava rad radnika i dovodi do stvaranja novih pogrešaka koje stvaraju gubitke.

Praćenjem rada operatera na CNC savijačici, zabilježeno je da se troši više vremena na izradu jednog komada nego što je to propisano od strane tehnologa. Svaki radnik, operater na CNC stroju, trebao bi imati točno propisano vrijeme koje je potrebno za izvršenje savijanja jedne pozicije ili cijele serije.

Ukupno vrijeme izrade koje je potrebno da bi se izveo neki tehnološki proces se sastoji od ovih vremena:

- **pripremno-završno vrijeme** ( $t_{PZ}$ ), potrebno za pripremu radnog mjesta i uređenje istog nakon rada,
- **tehnološko vrijeme** ( $t_t$ ) označuje ono vrijeme koje je potrebno za izvršavanje efektivnog rada, odnosno vrijeme kada se događa promjena oblika, dimenzije ili strukture materijala, neovisno obavlja li se ručno ili strojem,
- **pomoćno vrijeme** ( $t_p$ ) je vrijeme potrebno za obavljanje pomoćnih poslova koji omogućuju da se izvedu tehnološke operacije izrade,
- **dodatno vrijeme** ( $t_d$ ) služi za kompenzaciju onih gubitaka koje radnik ima u tijeku dana, a nije za njih kriv. [9]

Tehnološko i pomoćno vrijeme zajedno se nazivaju vremenom izrade i to je vrijeme kada se nešto događa na izratku, odnosno predmetu obrade. Uz poznati broj komada u seriji ( $N$ ), moguće je utvrditi komadno vrijeme izrade ( $t_1$ ) koje predstavlja vrijeme izrade jednog komada u seriji, a računa se prema navedenom izrazu:

$$t_1 = \frac{t_{PZ}}{N} + t_t + t_p.$$

Prema tome je, u ovom slučaju, zabilježeno da je kod radnika na savijačici preveliko pripremno-završno vrijeme zbog nepripremljene radne jedinice, radnog okruženja i nepravilnog skladištenja alata. Previše se vremena troši na traženje samog alata i vršenje izmjene alata. Što se tiče tehnološkog vremena, radnik iskoristi propisano vrijeme, ali se gubici stvaraju kada provjerava dimenzije svakog komada zbog svoje nesigurnosti i moguće krivo unesenih parametara savijanja. Prilikom operacije savijanja, često se dogodi da radnik pogriješi u savijanju i tako stvara škart, a sve je posljedica slabe koncentracije i motivacije za rad. To zahtijeva rezanje nove pozicije, transport od lasera do savijačice i dok se to ne izvrši, stroj stoji i stvaraju se zastoji u toku proizvodnje.



**Slika 19. Radno mjesto prije provedbe „5 S“ alata**

Shodno problemima, krenulo se sa rješavanjem i uređivanjem radnog mjesta. Kada se upoznalo radnike sa problemima i kada im je objašnjen akcijski plan, prvo se označila crvena zona u koju se odlažu sve nepotrebne stvari i koje nisu više za daljnju upotrebu, slika 20. Ta se zona brzo popunila sa dugo nekorištenim materijalom, škartom i raznim pozicijama koje se više neće koristiti, ali i sa materijalom koji je još moguće iskoristiti te je potrebno nakon odlaganja u crvenu zonu što brže odrediti mjesto gdje će taj materijal ili alati biti skladišteni.



**Slika 20. Označavanje crvene zone**

Kada se eliminiralo sve nepotrebno, potrebno je odrediti mjesto na koji će se odložiti alati potreban za rad. Napravljene su police isključivo za tu namjenu i na tom mjestu ne smije se nalaziti nikakvih drugih stvari, slika 21. Cijeli prostor oko stroja, i sami stroj, je detaljno očišćen i postao je vizualno motivirajući za rad operatera.



**Slika 21. Polica za alat**

Kako bi se točno znalo na kojem mjestu materijal ulazi u rad, a gdje izlazi poluproizvod ili gotov proizvod, označeno je žutom bojom mjesto na koje se viličarom dovozi paleta sa poluproizvodima, a zelenom bojom označena je zona na koje operater odlaže pozicije nakon završetka procesa savijanja, slike 22 i 23. Time se znatno olakšao rad viličarista i samog radnika za strojom, koji je znatno ubrzao svoj rad, odnosno smanjio vrijeme proizvodnog procesa.





**Slika 22. Žuta zona**



**Slika 23. Zelena zona i organizirani radni prostor**

Nakon uvedenih promjena, najbitniji cilj je standardizacija. Potrebno je održavati sve uvedene promjene. Sav alat treba biti na točno određenom mjestu isto kao i materijal potreban za rad. Uz razgovor sa radnicima, potrebno je potaknuti ih da gledaju na svoj rad očima kupca i da se potrudite raditi svoj posao savjesno, ukloniti probleme s ciljem da više ne dolazi do ponavljanja istih i sve sa ciljem povećanja produktivnosti proizvodnog procesa.

Nakon provedenih alata vitkog menadžmenta, ponovno se pratio rad radnika na savijačici i zabilježeni su podaci. Vrijeme izmjene alata se smanjilo jer je sada alat na točno označenom mjestu i lako dostupan operateru. Radnik zadužen za transport izrezanih pozicija od lasera do savijačice bez problema je preuzeo izrezane pozicije koje su sada jasno označene i točno se zna što je na redu za savijanje te nije potrebno traženje tih pozicija. Pozicije su dovezene u žutu zonu i po izmjeni alata, radnik odmah počinje sa savijanjem. Zbog organiziranosti radnog prostora, radnicima raste motivacija i koncentracija te ne dolazi do pojave škarta budući da se radnike upoznao sa problemima i na koje potencijalne pogreške moraju pripaziti. Nakon izvršenja operacije savijanja, radnik odlaže gotove poluproizvode na paletu u zelenoj zoni te se po izvršenju cijele operacije te pozicije transportiraju u daljnju proizvodnju. Radnik čisti svoju radnu jedinicu i mijenja alat za savijanje novih pozicija koje dolaze sa operacije rezanja.

Nakon uvedenih promjena, uvidom u tok proizvodnje, više ne dolazi do nastanka škarta i kvaliteta gotovih proizvoda je daleko bolja nego prije uvođenja integralnog vitkog menadžmenta. Radnici su motiviraniji i održavaju svoje radne jedinice i produktivnost je u vidljivom porastu. Nema zastoja pa je tok proizvodnje konstantan.

#### **14.2.3. Vitki menadžment u tehničkoj pripremi rada**

Vitki menadžment je uveden i u tehničkoj pripremi rada gdje su pregledani, od strane tehnologa, svi nacrti koji su potrebni radnicima na CNC strojevima i u dijelu proizvodnje gdje se vrši zavarivanje, bušenje, brušenje i montaža. To obuhvaća kontrolu svih kota na crtežu, a one najbitnije, koje zahtijevaju dodatnu kontrolu po izvršenju određene operacije, su dodatno naznačene kako bi radnicima u proizvodnji bilo lakše uočiti gdje može doći do potencijalnih pogrešaka. Također se pažnja posvećuje tome da je cijeli crtež detaljno kotiran kako radnik u proizvodnji ne bi trebao, i ne smije, sam preračunavati neke mjere na crtežu. Na nacрте su od strane tehnologa stavljene opaske i komentari kako bi se smanjila mogućnost pogreške u proizvodnji.

---

## **15. ZAKLJUČAK**

Uvođenjem integralnog vitkog menadžmenta u poduzeće Metal-elektro d.d. riješio se problem sa zastojima u proizvodnji te konstantnim ponavljanjem reklamacija od strane kupca. Korišteni su alati: otkrivanje pogreške, 5S metodologija i standardizacija.

U procesu implementacije sudjelovali su svi zaposlenici, direktor, komercijalni djelatnici, tehnolozi, radnici u proizvodnji, skladištari i svi drugi sudionici proizvodnog procesa. Proces uvođenja vitkog menadžmenta je relativno dug i zahtijeva mnogo truda i volje, no na kraju rezultira na najbolji mogući način. Eliminiraju se gubici i škart, raste produktivnost poduzeća, smanjuju se reklamacije na proizvodima i radnici postaju motiviraniji za rad što je svakako bio cilj ovog procesa.

Uz pomoć integralnog vitkog menadžmenta, poduzeća postaju konkurentnija na tržištu. Nude kvalitetnije proizvode i dobivaju kvalitetnu radnu snagu te plasiraju svoje proizvode na domaćem i stranom tržištu.

---

**16. LITERATURA**

- [1] Holweg M. The genealogy of lean production. *J Oper Manag.* 2007;25:420–37
- [2] Womack JP, Jones DT, Roods D. *The Machine that Changed the World.* New York: Rawson Associates Scribner; 1990.
- [3] Application of lean thinking to health care: issues and observations. Joosten T, Bongers I, Janssen R. *Int J Qual Health Care.* 2009 Oct; 21(5):341-7
- [4] Kollberg B, Dahlgaard JJ, Brehmer P-O. Measuring lean initiatives in health care services: issues and findings. *Int J Prod Perform Manag.* 2006;56:7–24.
- [5] Scherrer-Rathje M, Boyle TA, Deflorin P. Lean, take two! Reflections from the second attempt at lean implementation. *Business Horizons.* 2009;52(1):79–88.
- [6] Joseph Juran: overcoming resistance to organisational change. Best M, Neuhauser D *Qual Saf Health Care.* 2006.
- [7] Sim KL, Rogers JW. Implementing lean production systems: barriers to change. *Manage Res News.* 2008;32(1):37–49.
- [8] *Lean Enterprise Value: Insights from MIT's Lean Aerospace Initiative*, grupa autora
- [9] Štefanić N., *Autorizirana predavanja, Zavod za industrijsko inženjerstvo, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb*
- [10] Štefanić, N.: *Lean management (upravljanje): Povećanje učinkovitosti poduzeća primjenom Lean managementa*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zavod za industrijsko inženjerstvo, Zagreb, 2011.
- [11] Štefanić, N., Tošanović, N.: *Upravljanje znanjem i promjenama, Lean proizvodnja*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb
- [12] Bukša, T.: *Diferencijacija upravljanja kvalitetom kod cikličkih projekata u brodograđevnoj industriji*, Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet, Rijeka, 2012.
- [13] Štefanić, N., Veža, I.: *Lean menadžment priručnik proizvodnja i usluge*, Zagreb, 2012
- [14] [www.metal-elektro.hr](http://www.metal-elektro.hr)
- [15] <https://en.nukon.bg/>