

PRIMJENA KAIZEN METODOLOGIJE U PROIZVODNJI

Kelenc, Marsel

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:386887>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-06**



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
STROJARSKI ODJEL
PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ STROJARSTVA

MARSEL KELENC

**PRIMJENA KAIZEN METODOLOGIJE U
PROIZVODNJI**

ZAVRŠNI RAD

KARLOVAC, 2023.

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
STROJARSKI ODJEL
PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ STROJARSTVA

MARSEL KELENC


**PRIMJENA KAIZEN METODOLOGIJE U
PROIZVODNJI**

ZAVRŠNI RAD

Doc.dr.sc. Srđan Medić

KARLOVAC, 2023.

 VELEUČILIŠTE U KARLOVCU Karlovac University of Applied Sciences	Klasa: 602-11/___-01/___
	ZADATAK ZAVRŠNOG / DIPLOMSKOG RADA

Ime i prezime	Marsel Kelenc		
OIB / JMBG			
Adresa			
Tel. / Mob./e-mail			
Matični broj studenta			
JMBAG			
Studij (staviti znak X ispred odgovarajućeg studija)	<input checked="" type="checkbox"/> preddiplomski	<input type="checkbox"/> specijalistički diplomski	
Naziv studija			
Godina upisa			
Datum podnošenja molbe			
Vlastoručni potpis studenta/studentice			
Naslov teme na hrvatskom: Primjena KAIZEN metodologije u proizvodnji			
Naslov teme na engleskom: Implementation of KAIZEN methodology in production			
Opis zadatka: Teoretski obraditi KAIZEN metodologiju s osvrtom na alate koji se upotrebljavaju u primjeni KAIZEN metodologije. Usporediti KAIZEN i LEAN te prikazati sličnosti i razlike istih. Na praktičnom primjeru konkretno prikazati primjenu KAIZEN metodologije u proizvodnoj organizaciji.			
Mentor: 	Predsjednik Ispitnog povjerenstva:		

IZJAVA

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

Ovim putem bih se zahvalio svom mentoru, profesoru doc. dr. sc. Srđanu Mediću na pomoći tokom izrade rada, te komentoru gospodinu Ivici Zagorcu iz firme Končar Energetski Transformatori, na pruženom vremenu i korisnim informacijama.

Karlovac, 13.6.2023.

Marsel Kelenc

SAŽETAK

PRIMJENA KAIZEN METODOLOGIJE U PROIZVODNJI

Zadana tema ovog završnog rada je Primjena KAIZEN metodologije u proizvodnji. Rad se sastoji od teorijskog i praktičnog dijela. Teorijski dio obuhvaća općenit uvod u samo značenje kaizena, nakon kojeg slijedi pregled povijesti same metodologije te principa kojima se potrebno voditi u kaizen metodologiji. Daljnja poglavlja opisuju neke od mnogobrojnih alata koji se koriste u svrhu primjene Kaizen metodologije i načina razmišljanja.

Na praktičnom dijelu rada konkretno je prikazana primjena kaizena na primjeru poduzeća Končar energetske transformatori, na kojem je jasno vidljiva implementacija kaizena u poduzeće korištenjem jednog od mnogobrojnih dostupnih lean alata.

Ukratko, sama srž kaizena se zasniva na principu primjene malih, kontinuiranih poboljšanja, kako bi se smanjili ili po mogućnosti potpuno otklonili gubici, te kako bi bila povećana produktivnost, efektivnost i efikasnost poduzeća u pitanju. Jednostavno primjenjiva metoda, čiji su rezultati u velikoj većini slučajeva odmah vidljivi i osjetni.

Ključne riječi: kaizen, proizvodnja, poboljšanje

SUMMARY

IMPLEMENTATION OF KAIZEN METHODOLOGY IN PRODUCTION

The topic of this thesis is Implementation of KAIZEN methodology in production, which consists of a theoretical, as well as a practical section. The theoretical section itself contains a general introduction to Kaizen and its significance. Continuing further, it touches upon the history of the Kaizen methodology, and the principles which should be honored within Kaizen, if one wished to stay true to the methodology. Further sections describe the various tools used within the Kaizen methodology, using which one can apply the methodology.

The practical section contains a concrete example of how Koncar, a power transformers manufacturing company, used one of the many available lean tools to improve a manufacturing process, thereby showing how Kaizen is used at a commercial level.

In short, the whole concept of Kaizen rests on the application of small, continuous improvements, which help reduce or fully eliminate waste, increase productivity, effectiveness and efficiency of the manufacturing process of the company in question. To conclude, it is an effective method, which is not difficult to implement, and its results are often immediately noticeable.

Keywords: kaizen, production, improvement

SADRŽAJ

ZADATAK ZAVRŠNOG / DIPLOMSKOG RADA.....	I
IZJAVA.....	II
SAŽETAK.....	III
SUMMARY	IV
SADRŽAJ	V
POPIS SLIKA	VI
POPIS OZNAKA	VII
1. UVOD	1
2. ŠTO JE KAIZEN, ZNAČENJE I KAKO FUNKCIONIRA	2
3. POVIJEST KAIZENA	4
4. USPOREDBA KAIZEN I LEAN PROIZVODNJE.....	6
5. DESET PRINCIPA KAIZENA	8
6. IMPLEMENTACIJA KAIZENA PUTEM CIKLUSA KONTINUIRANOG POBOLJŠANJA (PDCA CIKLUS).....	9
6.1 Tok ciklusa kontinuiranog poboljšanja.....	9
7. LEAN ALATI.....	11
7.1 Pet puta zašto.....	11
7.2 Dijagram uzroka i posljedica – Ishikawa dijagram	12
7.3 KAIZEN 5S metoda	13
8. KAIZEN DOGAĐAJ (en. KAIZEN EVENT).....	14
8.1 Dijagram toka.....	15
9. PRAKTIČNI DIO.....	16
9.1 KONČAR – Energetski transformatori d.o.o.	16
9.2 SMED – Smanjenje pripremno-završnog vremena stroja	17
9.3 Primjena SMED-a u proizvodnji u KPT-u	18
9.3.1 Snimanje pripremno-završnog vremena stroja za rezanje lima.....	18
9.3.2 Evidencija vremena trajanja aktivnosti	20
9.3.3 Evidencija prijeđenog puta tokom obavljanja aktivnosti	21
9.3.4 Analiza na osnovu zabilježenih podataka.....	22
9.3.5 Traženje mogućih poboljšanja (E CRS).....	24
9.3.6 Dizajniranje novog procesa	25
ZAKLJUČAK	27
LITERATURA	28

POPIS SLIKA

Slika 1 Značenje riječi kaizen [11].....	2
Slika 2 Prikaz sedam tipova gubitaka [12].....	7
Slika 3 Prikaz Ciklusa kontinuiranog poboljšanja [13].....	10
Slika 4 Prikaz dijagrama uzroka i problema u obliku riblje kosti [14]	12
Slika 5 Prikaz 5S metode [15].....	13
Slika 6 Provođenje KAIZEN radionice u Končaru [11]	14
Slika 7 Primjer dijagrama toka [7]	15
Slika 8 SMED graf - odnos vremena utrošenog za izmjenu alata i obima proizvodnje [11].....	17
Slika 9 Radnik A na pripremi programa za rezanje [11]	19
Slika 10 Evidencija utrošenog vremena na obavljanje aktivnosti Radnika A [11].....	20
Slika 11 Špageti dijagram prijedženog puta radnika B [11]	21
Slika 12 Dio tablice koja objedinjuje evidenciju puta te tranjanja svake aktivnosti [11]	22
Slika 13 Špageti dijagram prijedženog puta oba radnika tokom obavljanja aktivnosti [11]	23
Slika 14 Novi SMED proces [11].....	25
Slika 15 Skraćenje vremena izmjene alata za oba radnika [11]	26
Slika 16 Skraćenje vremena prijedženog puta za oba radnika [11]	26

POPIS OZNAKA

<i>Oznaka</i>	<i>Mjerna jedinica</i>	<i>Značenje</i>
s	m	prijeđeni put
h	m	visina transformatora
m	t	masa transformatora
P	MVA	snaga transformatora
V	kV	napon transformatora
t	min	utrošeno vrijeme

1. UVOD

Kaizen metodologija, ili drugim riječima Kaizen metoda ima za cilj kontinuirano unaprjeđivanje i usavršavanje već standardiziranih programa i procesa nekog proizvodnog okruženja, na način da se modificiraju ili potpuno uklone oni dijelovi procesa koji koče tečnu proizvodnju. Kaizen se također primjenjuje i kod poboljšanja pružanja usluga, kod upravljanja organizacija, u sferama zdravstva, bankarstva, psihoterapije, pa čak i u upravljanju države (vlada neke države). Razlog tome je što Kaizen izvorno nije samo metoda koja obuhvaća načine i alate kako unaprijediti neki proces, već je također japanska filozofija i način razmišljanja kojim se osoba može voditi. Smisao Kaizena kao filozofije je kontinuirano unaprjeđenje, bilo kada, bilo gdje, svakog detalja. Poanta je da se osoba nikad ne zadovolji nečime, već da uvijek teži tome da poboljša bilo koji aspekt, kako svog poslovnog, tako i osobnog života. Konačno, kaizen kao metoda unaprjeđenja procesa proizvodnje teži k tome da obuhvati svakog radnika, počevši od radnika u pogonu, pa sve do menađera, upravitelja i voditelja te šefa neke tvornice ili tvrtke. Krajnji cilj je da svi koji su vezani uz tu organizaciju mogu dati vlastiti prijedlog i time pridonijeti poboljšanju u svakom spektru organizacije.

2. ŠTO JE KAIZEN, ZNAČENJE I KAKO FUNKCIONIRA

Riječ Kaizen dolazi iz japanskog jezika, te je skovana od dvije riječi, kai i zen, gdje „kai“ znači promjena, a „zen“ znači dobro. Kaizen se dakle prevodi kao „promjena na bolje“. (Slika 1.)

KAIZEN



Slika 1 Značenje riječi kaizen [11]

Kaizen je pristup organiziranju aktivnosti koji se temelji na zdravom razumu, samodisciplini, redu i ekonomiji. Kaizen metoda je jedan od glavnih komponenata lean proizvodnje. Cilj lean proizvodnje ukratko je smanjiti gubitak i povećati produktivnost. Gubitak je bilo što, za što kupac smatra da ne pridodaje dodanu vrijednost proizvodu, tj. nešto za što ne žele izdvojiti novac.

Pod pojmom Kaizen se podrazumijeva bilo koja aktivnost čiji je cilj kontinuirano unaprjeđenje svih funkcija i procesa neke proizvodnje, i u kojoj sudjeluju svi članovi proizvodnje, od radnika u pogonu pa sve do izvršnog direktora.

Jedna od zadaća kaizena je unaprijediti proces proizvodnje, a ne biti fokusiran samo na izbacivanje proizvoda na tržište. Glavna je zadaća Kaizena poboljšavanje kvalitete rada unutar neke organizacije, a Kaizen aktivnosti uključuju sve zaposlenike

neke tvrtke ili tvornice, i čiji je cilj unaprijediti učinak na svakoj razini, zadovoljiti kvalitetu, trošak, radnu snagu, raspored te proizvodnju novih proizvoda. [2]

3. POVIJEST KAIZENA

Kao što je već spomenuto u prethodnom poglavlju, Kaizen je pojam koji dolazi iz japanskog jezika, skovan je od dvije riječi, "kai" i "zen". Smisao riječi „kai“ je - promjena, a riječi „zen“ - dobro. Kaizen se stoga prevodi kao „promjena na bolje“. No bitno je naglasiti kako je riječ kaizen zapravo kineskog podrijetla i može se dovesti u vezu s razdobljem Qing dinastije u Kini, koje je trajalo od 1644. do 1911. godine. Pojam Kaizen je i tada imao značenje poboljšanja, no nije se koristio u suvremenom smislu u kojem se danas koristi, u kontekstu lean proizvodnje i poboljšanja proizvodnih ili poslovnih procesa.

Pojam Kaizen se u ranom 20.-om stoljeću postepeno pojavljuje u japanskoj literaturi, iako se svojevremeno pojam nije koristio u većoj populaciji. Riječ se koristila u tadašnjoj tehničkoj literaturi te nije prelazila u govorni jezik. Početkom 20.-og stoljeća dolazi do unaprjeđenja metoda zahvaljujući Industrijskom inženjerskom pokretu koji je odvijao u SAD-u. Literaturni radovi američkih industrijskih inženjera te inženjera strojarstva poput Frederick Winslow Taylor-a, Frank Bunker Gilbreth-a i Lillian Moller Gilbreth počeli su dobivati na popularnosti te su prijevodi tih knjiga na japanski jezik potaknuli i utjecali na suvremeno značenje koje se pridodaje riječi Kaizen.

Pojam Kaizen se unutar tvrtke Toyota širi tokom razdoblja 1950-ih i 1960-ih godina kao trajni dio razvoja Toyotinog proizvodnog sustava (TPS). Tadašnji prioritet bio je razvoj ljudi koji bi analizirali i unaprjeđivali radne metode unutar Toyote. S tim ciljem je razvijen "Kaizen tečaj" u Toyotinom Odjelu za obrazovanje te je tečaj osamostaljen kao trening već dugi niz godina. Postoji broj oblika ovog tečaja koji su korišteni tokom godina otkad je tečaj izrađen te primjenjivan za obuku, i nije moguće navesti svaki njegov oblik, no moguće je primijetiti neke od glavnih elemenata koji su sadržani u svakom obliku tečaja, koji se također održavaju u tadanšnjim oblicima tečaja.

Pojam Kaizen koji se tada vezivao uz poboljšanje procesa u Japanu svoje značenje u Američkom poslovnom jeziku dobiva 1986. godine objavom knjige "Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success" koju je napisao Masaaki Imai, japanski teoretičar organizacije i savjetnik za upravljanje poznat po svojem radu na upravljanju kvalitetom, posebno na području kaizena.

Tek kroz primjenu lean načela i alata Zapad počinje razumijeti suštinu Kaizena, koja seže daleko izvan procesa poboljšanja. [16]

4. USPOREDBA KAIZEN I LEAN PROIZVODNJE

Iako je koncept kontinuiranje proizvodnje kaizena u samoj srži lean proizvodnje, jer je na kraju ipak lean metodologija proizašla iz kaizena metodologije, postoje određene razlike između te dvije metodologije. Kaizen, što u prijevodu znači promjena na bolje, kao koncept za zadaću ima kontinuirano poboljšanje, što je dugotrajan proces. Kaizen je moguće ponajprije smatrati kao određen način razmišljanja, ili filozofija. Ovim načinom razmišljanja, koje se steče na edukacijama unutar organizacije, otvara se mogućnost uočavanja onih dijelova nekog procesa koji koče tečnu proizvodnju. Nakon uočavanja neželjenih ili nepotrebnih dijelova procesa, potrebno je eliminirati ili unaprijediti taj dio. Krajnji je cilj kaizena otkloniti one elemente proizvodnje koji ne stvaraju dodanu vrijednost, putem poboljšanja kvalitete, povećanja efikasnosti, smanjenja prekomjerne proizvodnje i smanjivanja nepotrebnih aktivnosti. Time je moguće postignuti značajne uštede novca i vremena. Jedan od glavnih elementa kaizena je uključivanje svih zaposlenika, od onih u pogonu pa sve do onih na rukovodećim pozicijama, u donošenje odluka, što omogućava svačije sudjelovanje i doprinos poboljšanju protočnosti proizvodnog procesa.

Lean, jednako kao i kaizen, ima za cilj uklanjanje onih dijelova procesa koji ne doprinose dodanu vrijednost, iz gledišta kupca. U lean metodologiji točno su definirani dijelovi procesa koji ne doprinose stvaranju dodane vrijednosti, koji su sažeti pod konceptom naziva Sedam oblika gubitaka (jap. muda). Koristeći se ovim sistemom koji opisuje koji točne korake i postupke koji stvaraju dodanu vrijednost, a koji ne, moguće je identificirati i smanjiti gubitak. [3]

1. *Čekanje*. Proizvod čeka dugo vrijeme na obradu, što ne pridonosi dodanoj vrijednosti te koči ostale procese.
2. *Prekomjerna proizvodnja*. Prekomjerna proizvodnja za posljedicu ima još veću prekomjernu proizvodnju, i dovodi do povećanja sadržaja za skladištenje, što za posljedicu ima dodatnu potrošnju na skladištenje, i prostor. Kupac nema nikakve koristi od ovoga.
3. *Prekomjerna obrada*. Do ovoga dolazi kada se proizvod nepotrebno obrađuje, iako su zahtjevi kupca već zadovoljeni. Najbanalniji primjer bi bio stavljanje dva premaza, iako je kupcu dovoljan jedan.
4. *Prijevoz*. Svaki put kada se materijal prevozi postoji mogućnost da dođe do njegovog oštećenja, ili nepotrebnih odgoda.

5. *Nepotrebno kretanje*. Ovo se odnosi na štetu koja nastaje na strojevima s vremenom, ili nepotrebno naprezanje radnika. Pod nepotrebno kretanje spadaju i događaji tokom kojih dolazi do ozljeda radnika ili oštećenja strojeva.
6. *Inventar*. Bilo u obliku čistih obradaka, obradaka koji su u procesu obrade, ili već dovršeni proizvodi, bilo kakav dodatan inventar predstavlja sadržaj koji ne proizvodi dodanu vrijednost.
7. *Proizvodnja škarta ili oštećenja*. Ako dođe do oštećenja, bilo kakva naknadna potrebna obrada da bi se greška ispravila predstavlja trošak. (slika 2.) [1]



Slika 2 Prikaz sedam tipova gubitaka [12]

5. DESET PRINCIPA KAIZENA

Postoji deset principa u kaizen metodi kojima se osoba može voditi ukoliko želi primijeniti Kaizen:

1. Kontinuirano unaprjeđenje svega
2. Napuštanje zastarjelih, „tradicionalnih“ koncepata
3. Potrebno je izbjavati traženje izliki i savjetuje se uvijek pronaći način da se nešto postigne
4. Potrebno je usprotiviti se statusu quo (trenutnom poretku ili stanju) i pokušati uvesti nove metode, a ne odustati prije nego se uopće pokuša
5. Ako postoji problem, potrebno je riješiti ga odmah
6. Potrebno je poduprijeti sve da se priključe rješavanju problema, nikoga se ne smije ignorirati ili izostaviti
7. Savjetuje se pokušati doći do informacija tako da se ispita više ljudi
8. Prije donošenja odluke, savjetuje se koristiti metodu 5 puta „zašto“ (the 5 „why“ method)
9. Potrebno je biti ekonomičan, sačuvati novac pomoću malih poboljšanja te iskoristiti sačuvan novac za još veća poboljšanja
10. Potrebno je zapamtiti da poboljšanjima nema kraja, nikada se ne smije prestati s unaprijeđenjima

6. IMPLEMENTACIJA KAIZENA PUTEM CIKLUSA KONTINUIRANOG POBOLJŠANJA (PDCA CIKLUS)

U ovom poglavlju bit će objašnjen Ciklus kontinuiranog poboljšanja. To je dakle sistematična metoda koja se sastoji od sedam koraka koji jasno objašnjavaju kako pronaći i identificirati problem, ili možda kakvu priliku, te na koji način pristupiti pronalaženju rješenja, i na poslijetku kako implementirati spomenuta rješenja.

Jedan od načina na koji zaposlenici neke tvrtke mogu pristupiti implementiranju kaizena u njihovo radno okruženje je postupanje po principu nazvanom Ciklus kontinuiranog poboljšanja, i varijacijama na taj princip, jedan od istaknutijih nazvan PDCA (engl. Plan, do, check, act) ciklus.

6.1 Tok ciklusa kontinuiranog poboljšanja

1. *Uključivanje zaposlenika u raspravu.* Kako je već prije spomenuto, filozofija kaizena se bazira na sudjelovanje zaposlenika svih razina, te shodno tome treba težiti svačijem sudjelovanju u pronalasku postojećih problema, što više ljudi sudjeluje, to je lakše identificirati problem. Čest način na koji se ovo izvodi je tako da se formiraju manje grupe ljudi koji su zaduženi za prikupljanje što je više moguće informacija od ostatka zaposlenika.
2. *Pronalaženje problema.* Koristeći informacije stečene od svih zaposlenika, sastavit će se lista problema i/ili potencijalnih prilika. Lista nije uvijek nužna, ali je poželjna ukoliko postoji velik broj problema.
3. *Izrada rješenja.* U ovom koraku želi se potaknuti zaposlenike da sudjeluju u pronalasku rješenja, potiče se njihova kreativnost i prikupljaju sve ideje zaposlenika. Na kraju se odabire rješenje koje se čini najbolje.
4. *Testiranje rješenja.* Sada je potrebno implementirati odabrano rješenje te je cilj da svi zaposlenici sudjeluju u provedbi istog kako bi implementacija bila uspješna.
5. *Analiziranje rezultata.* Provjerava se uspješnost uvedenog rješenja u različitim intervalima njegove provedbe, od početka pa do kraja izvedbe, i odabire se jedna osoba koja će služiti kao „kontaktna osoba“, to jest netko kome se svaki radnik može obratiti tokom provedbe rješenja. Na kraju se ocjenjuje koliko je rješenje zapravo uspješno i zadovoljavajuće, ili postoji još prostora za promjenu.

6. *Standardiziranje*. Ukoliko dođe do zaključka da su rezultati urodili plodom, rješenje se prihvaća i implementira u radno okruženje i organizaciju.
7. *Ponoviti*. Potrebno je ponavljati sve postupke kontinuirano kako bi dosljednost bila osigurana, to jest kontinuirano unaprjeđivati organizaciju. Svaki put kada se pojavi bilo kakav problem moguće je prionuti korištenju ove vrlo efektivne metode. [4] (slika 3.)



Slika 3 Prikaz Ciklusa kontinuiranog poboljšanja [13]

7. LEAN ALATI

7.1 Pet puta zašto

Pet puta zašto je jednostavna interogativna metoda kojom se pokušava utvrditi odnos uzroka i posljedica kako bi se došlo do korijena problema. Način na koji se to postiže je tako da se postavi pitanje *zašto* po mogućnosti najviše pet puta, jer nastavi li se s pitanjima *zašto* moguće je da se situacija samo nepotrebno i dodatno zakomplicira, stoga je potrebno stati nakon nekoliko puta. Ovaj koncept je razvio Sakitchi Toyoda, osnivač Toyote.

Banalni primjer ove metode, koja nije samo primjenjiva u proizvodnji već i u ostalim područjima života, glasilo bi ovako:

Osoba je motornim vozilom prošla na crveno svjetlo na semaforu. Ovo je problem, i potrebno je doći do uzroka.

- Postavlja se pitanje zašto prvi put: Jer je osoba kasnila na posao.
- Zašto? Jer se kasno probudila i ustala iz kreveta.
- Zašto? Jer joj se alarm pokvario ili je ostao bez baterije.
- Zašto? Jer nije provjerila radi li.
- Zašto? Zaboravila je to sinoć učiniti. (Ovo se smatra uzrokom problema, iako je moguće unedogled nastaviti postavljati pitanja, što nije efektivno.)

7.2 Dijagram uzroka i posljedica – Ishikawa dijagram

Dijagram uzroka i posljedica, također nazivan Ishikawa dijagramom ili dijagramom riblje kosti, je jednostavna analitička tehnika za prikaz i analizu uzroka i problema unutar radnog okruženja ili organizacije. [5]

Razvio ga je Kaoru Ishikawa, profesor inženjerskog odsjeka Fakulteta Tokyo.

Koristi se u kontroli i potrazi za uzrocima loše kvalitete proizvoda. Često se koristi kao alat za pronalazak rješenja tokom takozvanog brainstorming-a, ili kaizen događaja (engl. Kaizen event). Ova tehnika se koristi zajedno sa *Ciklusom* ili *Dijagramom kontinuiranog poboljšanja*, sa svrhom sistematičnog pretraživanja potencijalnih uzroka i njihovog vizualnog prikazivanja u obliku riblje kosti. (slika 4.)



Slika 4 Prikaz dijagrama uzroka i problema u obliku riblje kosti [14]

7.3 KAIZEN 5S metoda

Kaizen 5S je naziv za sistem ili metodu koja potiče iz Japana i fokusira se na stvaranje idealnog radnog okruženja. 5S (pet puta S) je zajedničko ime za pet japanskih (ili engleskih) riječi koje počinju na slovo S, i koje označavaju područja na koje bi se organizacija morala fokusirati ako želi stvoriti idealno okruženje. [4] (slika 5.)

Bit ovog sistema je stvoriti vizualni red, postići organizaciju, potaknuti čistoću, uvesti standardizaciju u svrhu povećanja dobiti, poboljšanja efikasnosti, pružanja bolje usluge te povišenja sigurnosti.

Ovdje je navedeno pet spomenutih S riječi koje opisuju principe, i značenja tih riječi:

- Sortirati (jap. Seiri; en. Sort) – Razdvojiti potrebne i nepotrebne predmete u radnom okruženju, i riješiti se nepotrebnih (obratci, alati, sirovci)
- Urediti, dovesti u red (jap. Seiton; en. Set in order) – Postaviti predmete ili alate kako bi pristup alatima bio što jednostavniji, na način koji ima najviše smisla za rad
- Dovedi do sjaja (jap. Seiso; en. Shine (cleanliness) – Radno okruženje održavati čistim
- Standardizirati (jap. Seiketsu; en. Standardize) – Sistematizirati pospremanje radnog okruženja
- Održavati (jap. Shitsuke; en. Sustain (discipline) – Nastaviti s naporima



Slika 5 Prikaz 5S metode [15]

8. KAIZEN DOGAĐAJ (en. KAIZEN EVENT)

Kaizen događaj ili event je naziv za bilo koju radnju, čiji cilj je poboljšanje postojećeg procesa. To je sastanak između voditelja procesa i zaposlenika, za vrijeme kojeg sudionici pokušavaju pronaći poboljšanje nekom procesu koje je u njihovom dosegu.

Kaizen događaj je alat pomoću kojeg se u izravni kontakt dovodi operatere na stroju, radnike i ostale zaposlenike, voditelje i vlasnike, mapira postojeći proces koristeći dijagram toka, poboljšava trenutni proces i pritom se pazi da su svi uključeni u odlučivanje. To je vrlo efikasan način da se brzo unaprijedi proces. [6]

Kaizen event može biti fokusiran na provođenje 5S sistema, ili Ciklusa kontinuiranog poboljšanja, znači bilo čega što dovodi do nekakvog poboljšanja bilo kakvog procesa.

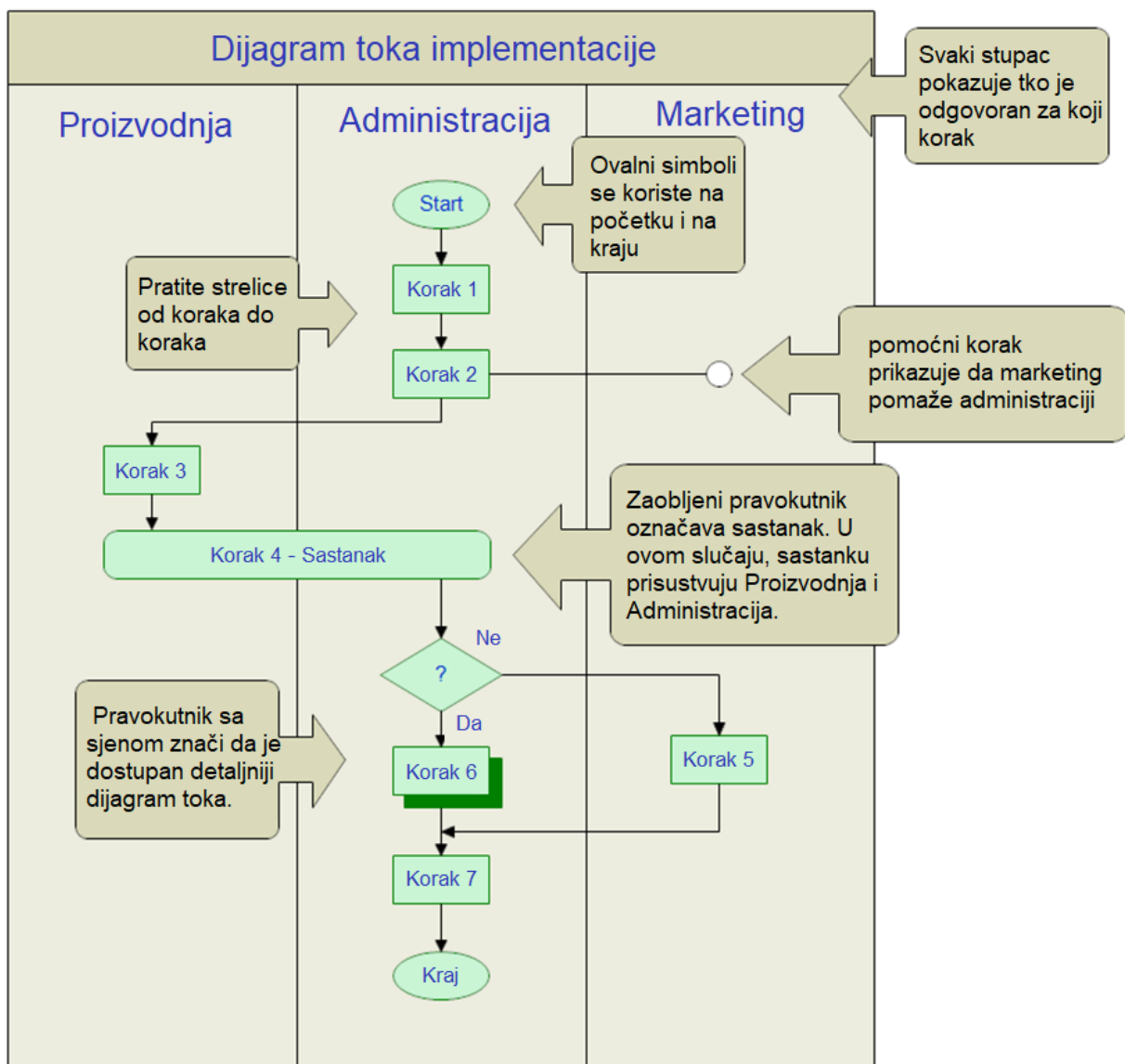


Slika 6 Provođenje KAIZEN radionice u Končaru [11]

8.1 Dijagram toka

Dijagram toka prikazuje korake u nekom procesu, i tko sudjeluje u nekom koraku, bio to pojedinac ili grupa ljudi. Dijagram toka ima dvije glavne stavke, to je redosljed koraka u nekom procesu, i tko je odgovoran za bilo koji korak. [7] (slika 6.)

Prednost dijagrama toka je u tome što pokazuje na kojem točno koraku rad prelazi s jedne osobe na drugu. Na tim mjestima prelaska obično dolazi do nesporazuma i grešaka.



Slika 7 Primjer dijagrama toka [7]

9. PRAKTIČNI DIO

Kaizen je, kako je prethodno opisano, japanska filozofija kontinuiranih poboljšanja s ciljem unaprjeđenja proizvodnje. Neka od poboljšanja koje se žele postići su: eliminiranje otpada, smanjivanje i uklanjanje grešaka te ono što će u ovom praktičnom dijelu biti detaljnije opisano, povećanje produktivnosti. U svrhu postizanja spomenutih poboljšanja, primjenjuju se mnogobrojni lean alate, tj. metode u tu svrhu. Jedan od tih alata je SMED, što je skraćenica za „Single Minute Exchange of Dyes“, ili prevedeno na hrvatski, skraćenje pripremno-završnog vremena radne operacije. Na konkretnom primjeru bit će prikazano kako je KPT, tj. Končar - Energetski transformatori primjenio SMED metodologiju kako bi skratio put koji Končarovi radnici prijeđu tokom obavljanja posla, te smanjio vrijeme koje je potrebno da se stroj ponovo stavi u funkciju nakon zaustavljanja njegovog rada.

9.1 KONČAR – Energetski transformatori d.o.o.

Končar – Energetski transformatori d.o.o., poznati još kao KPT (engl. Končar – Power Transformers Ltd.) u mješovitom je vlasništvu dviju tvrtki, Končar – Elektroindustrije d.d. i Siemens Energy, te se bavi prodajom, razvojem, projektiranjem, proizvodnjom, ispitivanjem i servisiranjem energetskih transformatora. 1945. godine započinje proizvodnjom energetskih transformatora u sklopu poduzeća „Rade Končar“, koje je nastalo na temeljima firme „Siemens“, sa hrvatskim sjedištem u Zagrebu, osnovano 1921. godine.

Transformatori su nerijetko dimenzija većih od 10 m u visinu, mase 500 tona, što je ekvivalentno masi od oko 300 automobila, sastavljeni su od oko 12 000 različitih dijelova, i mogu postići cijenu do €4.000.000,00, jednako vrijednosti od oko 40 stanova od 60 kvadratnih metara.

Neki od KPT-ovih proizvoda su:

- Generatorski transformatori - snage do 1000 MVA i napona do 550 kV
- Veliki prijenosni transformatori i autotransformatori – snage do 1000 MVA i napona od 145 kV do 550 kV
- Transformatori za istosmjerni prijenos (HVDC) – napona do 550 kV
- Transformatori za posebne namjene, od kojih su neki: pećni i ispravljački transformatori, transformatori za željeznice

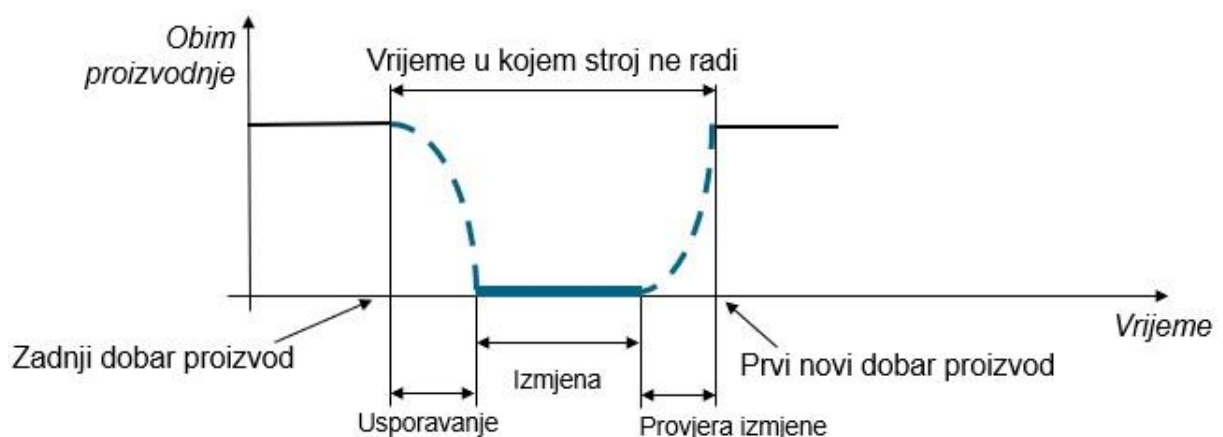
KPT izvozi svoje proizvode u skoro polovinu zemalja svijeta, bazirano na Končarovim podacima iz 2016. god, te su njegovi godišnji prihodi oko €300,000,000 godišnje.

9.2 SMED – Smanjenje pripremno-završnog vremena stroja

SMED, skraćeno za Single-Minute Exchange of Dye, ili prevedeno na hrvatski, Skraćenje pripremno-završnog vremena stroja, je sistem koji se u ovom slučaju koristi u proizvodnji za smanjenje vremena koje je potrebno za vraćanje stroja u funkciju nakon njegovog zaustavljanja, kako bi na primjer alat koji stroj koristi bio izmijenjen. Primjena SMED-a u proizvodnom pogonu nam omogućava bolju iskoristivost stroja, proizvodnju u manjim serijama, smanjenje zaliha te brži odziv na zahtjeve kupaca.

Smanjenje pripremno-završnog vremena postižemo na sljedeći način:

- Pojednostavljenjem operacija
- Eliminiranjem nepotrebnih operacija
- Kombiniranjem više operacija zajedno
- Smanjenjem prijeđenog puta
- Kreiranjem standardiziranih radnih uputa



Slika 8 SMED graf - odnos vremena utrošenog za izmjenu alata i obima proizvodnje [11]

9.3 Primjena SMED-a u proizvodnji u KPT-u

U ovom poglavlju bit će opširno opisano na koji način je KPT primjenio filozofiju Kaizena koristeći lean alat SMED, tj. smanjenje pripremno-završnog vremena stroja u svrhu poboljšanja i unaprjeđivanja vlastite proizvodnje smanjenjem vremena potrebnog za izmjenu alata, te skraćanjem puta koji radnici prijeđu u pogonu kako bi obavili potrebne radne zadatke koji ulaze u pripremu alata.

Primjer na kojem će biti objašnjena primjena SMED-a u KPT-u dotiče se procesa pripreme stroja za rezanje trafo lima, u kojem sudjeluju dva Končareva radnika.

Postoji broj koraka kojima se moguće voditi sa svrhom postizanja teoretskih poboljšanja te pretakanja teorije u realnost. Koraci se najvjerojatnije razlikuju ovisno o kojem se poduzeću radi, no u slučaju KPT-ove primjene SMED alata, zabilježeni su sljedeći koraci:

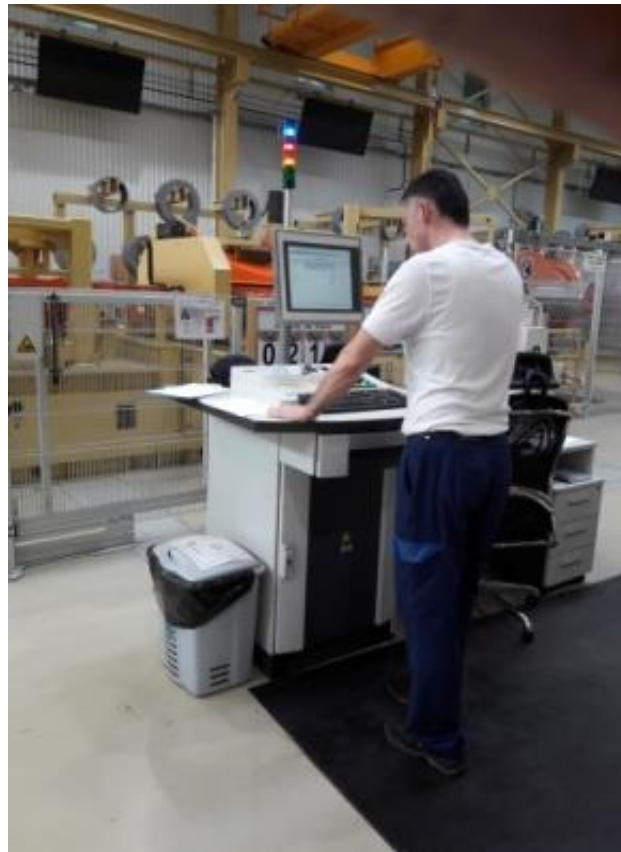
1. Snimanje pripremno-završnog vremena stroja
2. Analiza na osnovu zabilježenih podataka
3. Traženje mogućih poboljšanja (ECRS)
4. Sastanak radi implementacije mjera
5. Dizajniranje novog procesa

9.3.1 Snimanje pripremno-završnog vremena stroja za rezanje lima

Kao prvi korak uzima se snimanje pripremno-završnog vremena stroja, tj. vremena potrebnog da se stroj ponovo pokrene te nastavi s radom nakon njegovog prvotnog zaustavljanja. Zaustavljanje može biti iz više razloga, kao npr. zbog izmjene alata i materijala za rezanje, uklanjanja izrezanog materijala itd. Cilj ovog koraka je, kako se iz imena može zaključiti, „snimiti“ vrijeme, tj. napraviti evidenciju duljine trajanja radnih zadataka, ali i eventualnog puta koji radnici prijeđu tokom obavljanja tih radnih zadataka koji su potrebni za ponovno pokretanje stroja nakon njegovog zaustavljanja.

U ovom slučaju radi se o stroju za rezanje lima, te dva radnika sudjeluju u procesu pripreme stroja za rad. Proces podrazumijeva broj faza koje je potrebno obaviti kako bi stroj bio spreman za nastavak rada nakon prekida. Te faze su: odlaganje izrezanih pozicija, priprema programa za rezanje, zamjena kolutova(materijala za rezanje), te izmjena alata stroja. Zadatak prvog radnika (radnik A) je odlaganje izrezanih pozicija i priprema programa za rezanje, dok je zadatak drugog (radnik B) zamjena kolutova

(materijala za rezanje) te izmjena alata stroja. Za obavljanje navedenih faza radnici će utrošiti vrijeme, ali će i također prijeći određen put tokom obavljanja određenih radnih zadataka. Iz tog razloga se vode evidencije obje dimenzije: utrošenog vremena i prijeđenog puta radnika.



Slika 9 Radnik A na pripremi programa za rezanje [11]

9.3.2 Evidencija vremena trajanja aktivnosti

Vodi se precizna evidencija vremena potrebnog za obavljanje svake pojedinačne aktivnosti koja je uključena u neku fazu. Za primjer se može uzeti faza odlaganja izrezanih pozicija, gdje se prati vrijeme potrebno za obavljanje aktivnosti kao što su izvlačenje kolica na koja će se odlagati izrezani materijal, vrijeme potrebno za stavljanje spomenutog materijala na kolica itd.

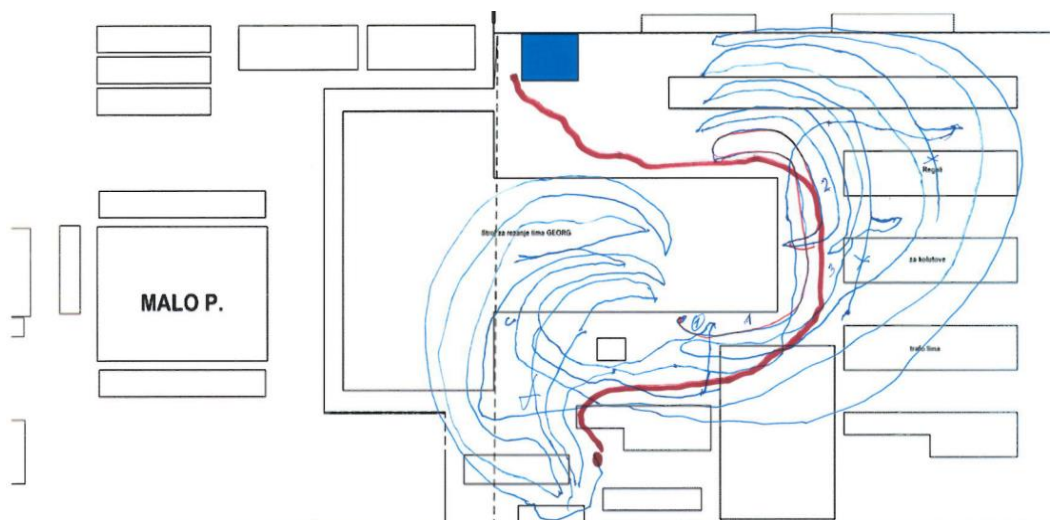
Evidenciju izvršava voditelj koji prati trajanje svake aktivnosti, te se ti podaci kasnije upisuju u tablicu iz koje se jasno vidi o kojoj se fazi procesa radi, redni broj koraka, aktivnost te vrijeme trajanja aktivnosti izraženo u minutama. Na temelju primjera faze odlaganja može se zaključiti kako je u prosjeku dovoljna minuta do dvije za obavljanje svake aktivnosti.

Naziv procesa				
OP. 1				
Faza procesa	Rb.	Aktivnost	Vrijeme trajanja aktivnosti (min)	
			Poč	Kraj
OPLODITAJE	1.	izvlačenje kolica	14.58	14.59
	2.	kvadriranje prečke na 1 kolica G	14.59	14.59
	3.	diženje platformi	14.57	14.58
	4.	odlaganje na kraj 1 kolica	14.58	14.59
	5.	kvadriranje prečke na kol. D	14.59	15.00
	6.	spuštanje platformi	15.01	15.02
	7.	odlaganje na kraj kolica	15.02	15.03
	8.	kvadriranje prečke na 2 kol. G	15.01	15.04
	9.	podizanje platformi	15.04	15.05
	10.	spuštanje na kraj kolica	15.05	15.06
	11.	kvadriranje prečke na 2. kol. D	15.06	15.07
	12.	spuštanje platformi	15.07	15.08
	13.	odlaganje na kraj kolica	15.08	15.09

Slika 10 Evidencija utrošenog vremena na obavljanje aktivnosti Radnika A [11]

9.3.3 Evidencija prijeđenog puta tokom obavljanja aktivnosti

Osim što je potrebno voditi računa o vremenu potrebnom za izvršenje neke faze, također je potrebno uzeti u obzir i prijeđeni put koji radnici prijeđu tokom odlaganja izrezanih pozicija, ili put prijeđen kako bi izmjenili alat stoja, u slučaju ako gdje se potrebni alatni dijelovi nalaze u nekom drugom dijelu radionice, za razliku od toga kada bi se potrebni dijelovi nalazili svega nadohvat ruke. Prijedeđeni put se bilježi pomoću evidencijskog alata koji se zove *Špageti dijagram*. To je dijagram na kojem se nalazi tlocrt pogona/radnog mjesta, te zaposlenik zadužen za praćenje prijeđenog puta radnika može jednostavno pomoću olovke pratiti kretanje radnika. Na kraju se dobiva dijagram kretanja čiji oblik podsjeća na tradicionalnu talijansku namirnicu, otkuda dobiva svoje ime.



Slika 11 Špageti dijagram prijeđenog puta radnika B [11]

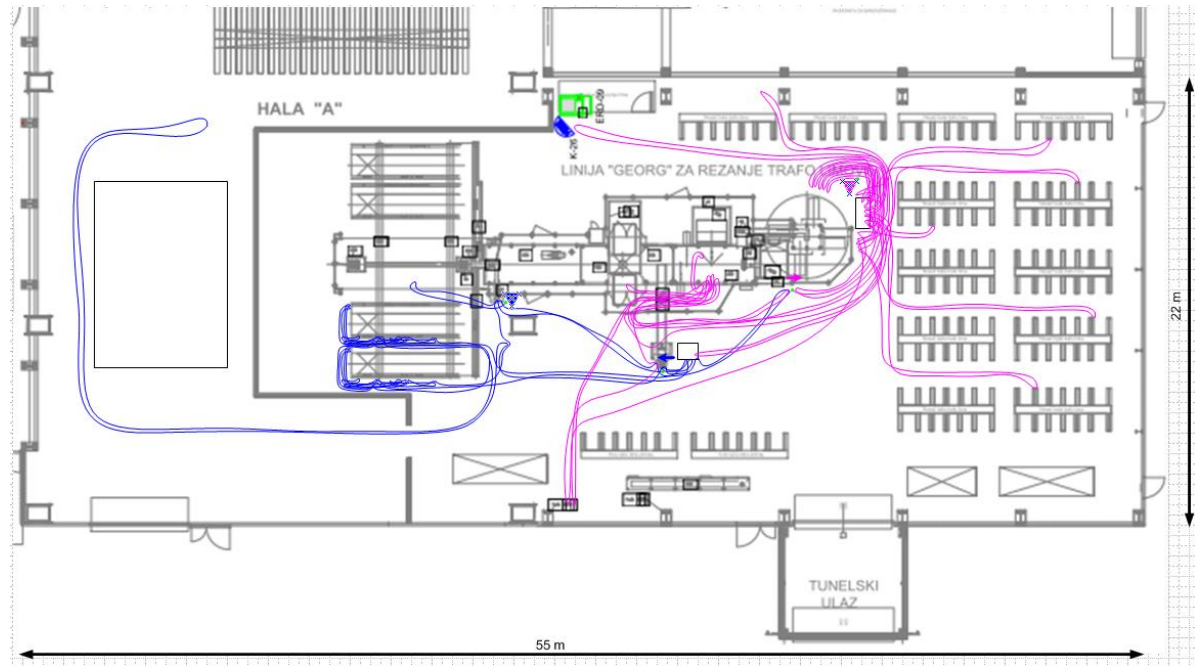
9.3.4 Analiza na osnovu zabilježenih podataka

Nakon obavljene evidencije puta te vremena svi podaci se unose u tablicu u svrhu jasnog prikaza svake pojedinačne aktivnosti, njenog trajanja te prijeđenog puta tokom obavljanja iste. Pomoću ove tablice možemo odrediti ukupan protok vremena te cjelokupan prijeđeni put svih aktivnosti zajedno, što znači da je sada zabilježena precizna informacija o trajanju i putu svake pojedinačne faze te zaključno cjelokupnog procesa pripremo-završnog vremena stroja. Postoji takoreći početna mjerna točka koju će biti moguće usporediti sa podacima koje će biti prikupljeni nakon primjene nadolazećih poboljšanja, te će jasno biti vidljive vrijednosti uštede vremena i puta.

Konačni rezultati snimanja ukupnog puta i vremena svih aktivnosti koje ulaze u pripremo-završno vrijeme stroja za rezanje lima navode kako je Radnik 1 utrošio 48 minuta na obavljanje aktivnosti te prešao ukupan put od 262 metra, dok je u slučaju Radnika 2 utrošeno vrijeme podjednako (48 minuta), dok put koji je radnik prešao iznosi 439 metara.

Faza	Radnik 1				Vrijeme			Radnik 2				Faza
	Aktivnost	s (m)	t (min)		t (min)	s (m)		Aktivnost				
B/PO	Početak	↓	↓	14:52	↓	↓	Početak		Skidanje i odlaganje kolotov sa nosača buhnljeva			
	Odlazak do vagona za izrezani trafo lim i postavljanje vagona u položaj za odlaganje	8,5	2	14:52	1		Izvlačenje lima iz stroja i okretanje pozicije nosača					
				14:53	1	14	Skidanje 1. koluta sa nosača (uz pomoć kuke), vaganje i zapisivanje podataka na kolut flomasterom					
	Uzimanje daljinskog upravljača dizalice i kvačenje paketa na 1. vagonu gore	6,5	3	14:54	1	3,5	Skeniranje bar koda na 1. kolutu					
				14:55	1	4,5	Transport 1. koluta i odlaganje na regal					
				14:56	1	9,5	Upisivanje podataka na mag. karticu, odlaganje kartice na ploču i okretanje pozicije nosača buhnljeva					
	Dizanje platformi vagona, micanje zaštitne ograde i spuštanje potpornih stupova	13,5	1	14:57	1	17	Upravljanje dizalice do nosača, skidanje 2. koluta, vaganje i zapisivanje podataka na kolut flomasterom					
	Odlaganje paketa na kraj 1. vagona dole	1	1	14:58	1	4	Skeniranje bar koda na 2. kolutu					
	Kvačenje paketa na 1. vagonu dole	1	2	14:59	1	11,5	Transport 2. koluta i odlaganje na regal					

Slika 12 Dio tablice koja objedinjuje evidenciju puta te trajanja svake aktivnosti [11]



Slika 13 Špageti dijagram prijednog puta oba radnika tokom obavljanja aktivnosti [11]

9.3.5 Traženje mogućih poboljšanja (E CRS)

Koristeći se prethodno navedenim metodama skraćanja pripremno-završnog vremena puta koji su navedeni u jednom od prethodnih poglavlja (SMED – smanjenje pripremno-završnog vremena stroja), moguće je smanjiti vremenske gubitke. Nadalje se potrebno voditi principom ECRS-a: eliminacija, kombinacija, redistribucija te simplifikacija, ili pojednostavnjenje. Opširnije to znači da je moguće pojednostaviti određene operacije, eliminirati one nepotrebne, spojiti više operacija u jednu, smanjiti prijedni put, ili kreirati nekakve standardizirane radne upute sa svrhom standardizacije određenih postupaka, te eliminacije ljudskog faktora greške. Upravo tim principima se Končar vodio u ovom slučaju, te su predložena sljedeća poboljšanja:

- Obilježavanje izrezanih pozicija prije odlaganja
- Istovremeno skidanje i stavljanje kolutova
- Unaprjeđenje barkod sustava za evidenciju utroška trafo lima
- Priprema stroja za zamjenu alata pri izmjeni kolutova
- Priprema kolica sa potrebnim alatom za izmjenu alata stroja

Sveukupno je predloženo pet poboljšanja te su ista implementirana nakon što je održan sastanak sa radnicima koji su uključeni u proces. Na sastanku su izneseni rezultati analize utroška vremena i puta, te načini na koji bi se taj utrošak smanjio. Mjere su implementirane unutar tjedan dana, nakon što su svi prijedlozi prihvaćeni.

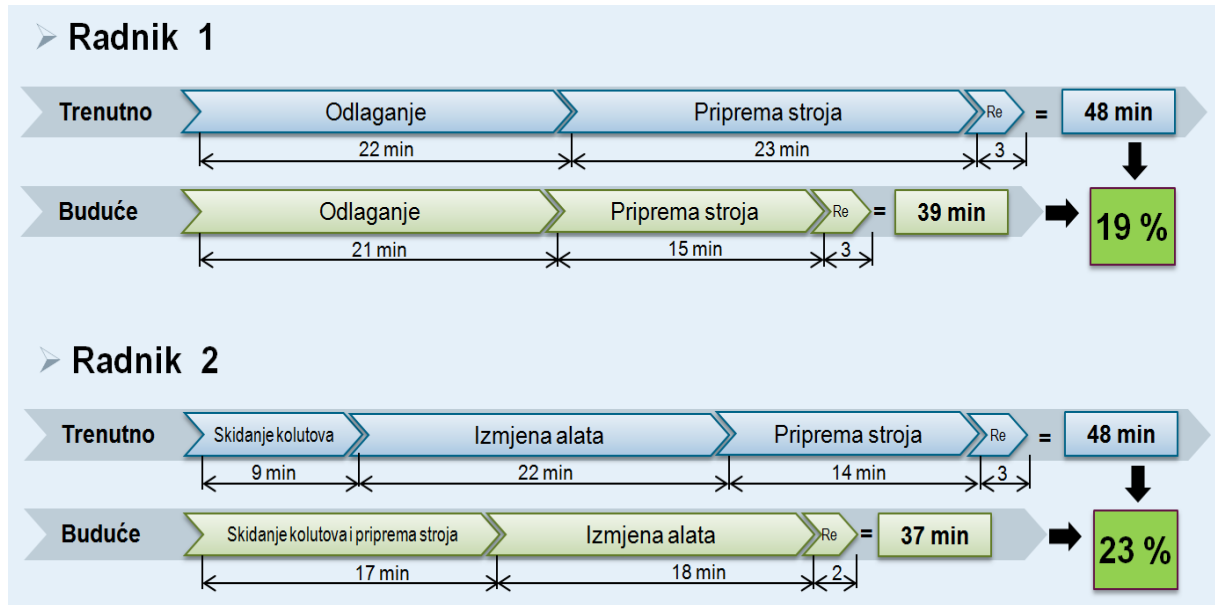
9.3.6 Dizajniranje novog procesa

Nakon što su dogovorena poboljšanja prihvaćena, uzimajući ista u obzir, tako je dizajniran novi proces kojim se radnici mogu voditi, s ciljem smanjenja utroška vremena.

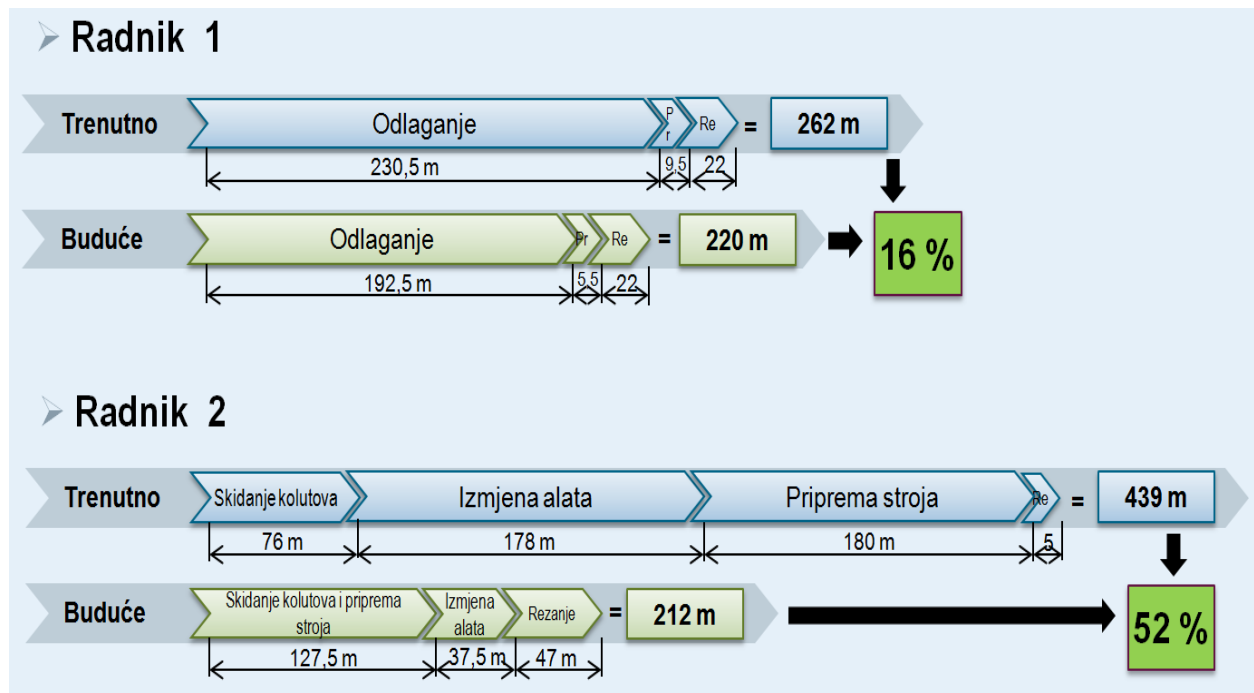
Faza	Radnik 1				Vrijeme	Radnik 2				Faza
	Aktivnost	RB	s (m)	t (min)		t (min)	s (m)	RB	Aktivnost	
Priprema	Pripremiti češalj za odlaganje, pripremiti dokumentaciju za rezanje G-J: nove jezgre								Staviti 1. kolut za rezanje G-J na nosač bubnjeva (32-37), pripremiti potreban alat i pribor za izmjenu štanice	Priprema
	Početak	↓	↓	↓	14:52	↓	↓	↓	Početak	
	Uzimanje kartica za obilježavanje paketa, odlazak do vagona za izrezani trafo lim i postavljanje vagona u položaj za odlaganje	1	8,5	2	14:52	1		1 (C13)	Izvlačenje lima iz stroja, okretanje pozicije nosača i širenje vodilica lima	Odlaganje i priprema
	Obilježavanje paketa na 2. vagonu, uzimanje daljinskog upravljača i obilježavanje paketa na 1. vagonu	2 (R15)	14,5	1	14:53	1	12	2	Skidanje 1. koluta sa nosača (uz pomoć kuke), vaganje i zapisivanje podataka na kolut flomasterom	
	Kvačenje paketa na 1. vagonu gore	3		3	14:54	1	6,5	3	Upisivanje podataka u Evidenciju utroška trafo lima, skeniranje bar koda na 1. kolutu	
					14:55	1	5	4 (C38)	Uzimanje mag. kartice 2. potrebnog koluta, transport 1. koluta i odlaganje istog na regal	
					14:56	1	15	5 (R38)	Upisivanje podataka na mag. karticu, upravljanje dizalice do regalnog mjesta 2. potrebnog koluta	
					14:57	1	13,5	6 (R39)	Uzimanje koluta, odlaganje mag. kartice na regal i transport 2. potrebnog koluta do nosača bubnjeva	
	Micanje zaštitne ograde, dizanje platformi vagona, i	4 (R20)	17	1	14:58	1	15	7 (R40)	Odlaganje kartice na ploču, upisivanje podataka sa	

Slika 14 Novi SMED proces [11]

Nadalje, nakon što su radnici počeli raditi uputno prema novom procesu, bilo je moguće ponovno napraviti evidenciju kako bi jasno mogli prikazati rezultate primjenjenih poboljšanja. Praćen je novi utrošak vremena svakog zadatka unutar faze procesa, i puta prijeđenog tokom obavljanja istog. Rezultati jasno daju do znanja da su poboljšanja dovela do smanjenja utrošenog vremena i puta. Tako sada radnik 1 na obavljanje svog dijela zadatka tokom izmjene alata utroši 39 minuta i prijeđe put od 220 metra, dok u slučaju radnika 2 utrošeno vrijeme iznosi 37 minuta i prijeđeni put je smanjen na 212 metara, za razliku od početnih 439 metara, što je smanjenje od čak više od 50%. U svakom slučaju, skraćeni su utrošak puta te vremena u slučaju oba radnika.



Slika 15 Skraćenje vremena izmjene alata za oba radnika [11]



Slika 16 Skraćenje vremena prijeđenog puta za oba radnika [11]

ZAKLJUČAK

Jedna od zadaća kaizena je unaprijediti proces proizvodnje, a ne isključivo fokusiranje samo na izbacivanje proizvoda na tržište. Kaizen metodologija svojom primjenom ukratko omogućava da se modificiraju ili potpuno uklone oni dijelovi procesa koji koče tečnu proizvodnju, u cilju povećanja produktivnosti, efektivnosti, efikasnosti te smanjivanja trajanja nekog procesa unutar neke organizacije. Kaizen se zasniva se na principu malih, kontinuiranih poboljšanja već standardiziranih programa i procesa nekog proizvodnog okruženja, obuhvaća te koristi razne lean alate koji omogućavaju postizanje željenog učinka, jednostavno je primjenjiv, te su rezultati vrlo često odmah vidljivi i osjetni. Također, jedna od značajki kaizena je obuhvaćanje svih radnika, od onih u pogonu pa sve do onih na rukovodećim pozicijama te je potrebno saslušati svačiji prijedlog, koji je zatim moguće iskoristiti za unaprjeđenje funkcioniranja organizacije, što za uzvrat ne samo da pridonosi poboljšanju tečnosti proizvodnje ili bilo kojeg drugog aspekta rada neke organizacije, već i omogućava radnicima da osjećaju kako imaju neki doprinos, što podiže moral unutar organizacije. Može se zaključiti kako ova metoda omogućava postepenu, osjetnu promjenu unutar organizacije ili poduzeća pomoću zajedničkog efekta mnogobrojnih malih poboljšanja.

LITERATURA

- [1] <https://www.kanbanchi.com/what-is-kaizen>
- [2] <https://www.clarityvisualmanagement.com/definition/total-quality-control-tqc/>
- [3] https://en.wikipedia.org/wiki/Taiichi_Ohno
- [4] <https://searcherp.techtarget.com/definition/kaizen-or-continuous-improvement>
- [5] <https://managementmania.com/en/ishikawa-diagram>
- [6] <https://www.isixsigma.com/dictionary/kaizen-event/>
- [7] https://www.rff.com/deployment_flowchart.php
- [8] <https://kpt.hr>
- [9] <https://www.leanproduction.com/smed/>
- [10] <https://crm.org/articles/the-history-of-kaizen>
- [11] ustupljeni, izvorni materijali KPT-a
- [12] <https://kanbanize.com/lean-management/value-waste/7-wastes-of-lean>
- [13] <https://www.techtarget.com/searchcio/definition/Total-Quality-Management>
- [14] <https://www.conceptdraw.com/>
- [15] <https://www.6sigma.us/six-sigma-articles/understanding-5ss-of-kaizen/>
- [16] Postupak implementacije Kaizen metode na primjeru poduzeća Oprema d.d. – Kučko Zrinka