FBIM Transactions
DOI 10.12709/fbim.10.10.01.02

UNAPRJEĐENJE PROCESA UPRAVLJANJA REPROMATERIJALOM UPORABOM ODABRANIH LEAN ALATA

IMPROVING THE RAW MATERIAL MANAGEMENT PROCESS USING SELECTED LEAN TOOLS

Mario Bogdanović
Istarsko Veleučilište - Universita Istriana di scienze applicate, Pula, Hrvatska
https://orcid.org/0000-0003-3049-5342

Filip Bartolić
Nezavisni istraživač, Sveta Nedelja, Hrvatska

©MESTE
JEL kategorija rada: **L63, M11, M21**

Sažetak

Primjenom procesnog menadžmenta i odabranih lean alata kreirana je metodologija za unaprjeđenje procesa upravljanja repromaterijalom u proizvodnom procesu tvornice koja proizvodi tehničke proizvode visoke tehnologije za svjetsko tržište. Ekspliciran je način provođenja procesnog projekta unaprjeđenja procesnom metodologijom sa svim fazama životnog ciklusa uz aplikaciju odabranih potpornih lean alata (uzročno-posljedični dijagram, A3 alat). Tako je rješavan inače „teško rješiv" problem suboptimalnosti upravljanja repromaterijalima te je korjenito unaprjeđena proizvodnost otklonom uskih grla. Ponuđena procesno-projektna metodologija za unaprjeđenje proizvodnje može biti primjenjiva u svim tvornicama visoke tehnologije koje se susreću s problemom optimizacije upravljanja repromaterijalom i problemom optimalizacije proizvodnog procesa. Empirijski su riješena tri istraživačka problema i potvrđene su sukladne hipoteze: a) u postojećem procesu upravljanja repromaterijalima tvornice otkrivene su značajne suboptimalnosti i njihovi uzročni čimbenici; b) proces je preoblikovan temeljem analize stanja i pomoću lean alata kako bi se povećala proizvodnost proizvodne linije; c) striktnim pridržavanjem procesa rada prema novom (preoblikovanom) procesnom modelu u fazi implementacije te nadzorom i kontrolom procesa pomoću indikatora postignuta je stabilnost procesa (tijekom tromjesečne faze implementacije). Optimizacijom upravljanja repromaterijalom omogućuje se besprijekoran rad proizvodne linije bez uskih grla i zastoja. Empirijski istražen i u praksi potvrđen način procesnog unaprjeđenja na području suboptimalnog upravljanja repromaterijalima kojima se opslužuje proizvodna linija, putokaz je za sve visoko tehnološke proizvodne tvrtke koje se suočavaju s istim ili sličnim problemima optimalizacije.

Address of the corresponding author:
Mario Bogdanović
mbogdan2011@gmail.com

Ključne riječi: *procesni menadžment, procesno unaprjeđenje, lean alati, uzročno-posljedični dijagram, vitka proizvodnja, proizvodi visoke tehnologije.*

Abstract

Through process management and selected lean tools, it is created the methodology for raw material management improvement in the production process of the factory which produces high-tech products for the international market. It is explicated the way of process project implementation by process methodology with all phases of the living cycle and with selected lean tools (cause-effect diagram, A3). In this way, it is solved otherwise "difficult to solve" problem of suboptimal raw material management and radical productivity improvement by means of bottleneck removal. It is offered a process-project methodology for production improvement which can be used in all high-tech factories and deals with the raw material management and production optimization problem. In an empirical way there are solved three research problems and are confirmed consistent hypotheses: a) in the existing process of raw material management in the factory are found significant suboptimality and their causal factors were discovered; b) the process is redesigned by the state analysis and by lean tools in order to improve the productivity of the production line; c) by strictly adhering the work process according to new (redesigned) process model in the implementation and monitoring phase by means of indicators it is achieved the process stability (during tree month implementation phase). By raw material management optimization, it is enabled the almost perfect operation of the line without bottlenecks and downtime. Empirically researched and in practice confirmed method of process improvement in the field of suboptimal raw material management which serve the production line, is a signpost for all high-tech production companies that face the same or similar optimization problems.

Keywords: *process management, process improvement, lean tools, cause-effect diagram, lean production, high-tech products.*

1 UVOD

Cilj svake napredne industrijske proizvodnje je optimiziranje transformacijskih proizvodnih procesa čime se ujedno optimizira poslovna djelotvornost. Proizvodna djelotvornost u pravilu je u funkciji poslovne djelotvornosti (jer se prihod ostvaruje izvan organizacije, odnosno na tržištu), ali bez proizvodne uspješnosti teško je ostvariva poslovna uspješnost. Stoga je proizvodni cilj otkriti, smanjiti i/ili eliminirati različite suboptimalnosti/nedjelotvornosti koje se javljaju u proizvodnom procesu. Proces se pritom može definirati kao skup logički povezanih zadataka koji se izvršavaju s ciljem postizanja željenog poslovnog ishoda (Fabac, 2017, str. 22).

Budući da se proizvodnja suštinski sastoji od procesa[1] (niza aktivnosti koje treba obaviti u nekom logičnom redoslijedu), procese je potrebno sustavno analizirati i utvrditi uzroke suboptimalnosti (neprimjerenosti, nekvalitete), sukladno mogućnostima preoblikovati, tako preoblikovane implementirati u pogonu/tvornici, nadzirati (da se utvrde mogući aktualni nedostaci i da se procesna provedba ustabili) kontrolirati (uspoređivati bivšu/planiranu i aktualnu uspješnost te korigirati). Disciplina koja se time bavi je procesni menadžment s poznatim fazama u svom životnom ciklusu: identifikacija procesa, spoznaja i modeliranje procesa, analiziranje postojećih procesa, preoblikovanje procesa, implementacija preoblikovanog procesa te nadzor i kontrola procesa (Dumas, La Rosa, Mendling, & Reijers, 2013).

Kao potpora procesnom menadžmentu osim kvalitativnih i kvantitativnih analitičkih postupaka koji se poglavito primjenjuju u fazi analize, mogu poslužiti različiti alati, tehnike, metode, postupci. U proizvodnji su najpoznatiji tzv. lean alati koji su velikim dijelom rezultat uspješne proizvodne prakse u proizvodnim tvornicama (npr. Toyotinim pogonima). Vitka (engl. lean)[2] proizvodnja je

[1] Pri identifikaciji procesa radi lakšeg upravljanja složenošću izrađuje se procesna hijerarhija, u kojoj se procesi analitički dijele na podprocese, podprocesi na aktivnosti, aktivnosti na zadatke, zadaci na korake, pa se procesi mogu raščlaniti na 5 hijerarhijskih razina (Vukšić-Bosilj, Hernaus, & Kovačič, 2008, str. 10-11), uobičajeno se raščlanjuju do razine aktivnosti, a praktično u težnji ka savršenstvu i na niže razine.

[2] Vitka proizvodnja je metoda proizvodnje koja nastoji minimizirati otpad, generirati kvalitetu i poboljšati

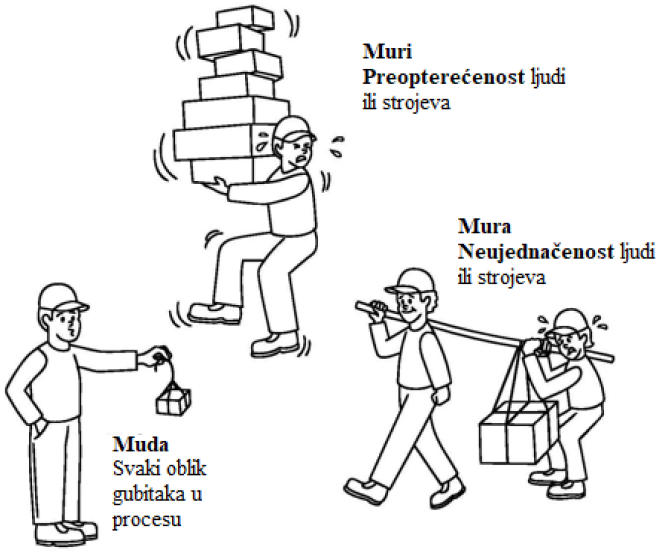
praksa koja podrazumijeva da je svaki utrošak resursa na nešto što ne stvara vrijednost zapravo rasipanje (engl. waste) i kao takvo se treba eliminirati iz procesa. Termin „lean“ javlja se prilikom usporedbe japanske proizvodnje automobila u Toyoti s američkim načinom u General Motorsu (Womack, Jones, & Roos, 2007 (1990)) gdje se Toyotin način pokazao superiornim po brojnim parametrima.[3] Svako rasipanje košta, što se posljedično odražava na uspješnost tvrtke. Vitka proizvodnja se može opisati pomoću pet osnovnih principa ili karakteristika koji prikazuju opću sliku i predstavljaju bazu razumijevanja takvog sustava, a to su:

1. *Definiranje vrijednosti* (engl. value). Vrijednost treba definirati s pozicije kupca (ono što je kupac spreman platiti) i onda raditi na tome.
2. *Tijek/lanac (dodavanja)vrijednosti* (engl. value stream). Potrebno je razlučiti aktivnosti u tvrtki koje dodaju vrijednost proizvodu/usluzi (engl. value add) od onih aktivnosti koje su nužne za poslovanje (engl. business value add), ali ne dodaju vrijednost proizvodu te one koje nisu neophodne (engl. waste ili non value add) (Dumas, La Rosa, Mendling, & Reijers, 2013, str. 185-189). Smanjivanjem i uklanjanjem nepotrebnih procesa, podprocesa, aktivnosti, zadataka, koraka osim smanjivanja troškova kupci dobivaju ono što vrjednuju, a poslovni proces ono što je nužno za njegovu djelotvornost.
3. *Ujednačenost i kontinuiranost toka proizvodnje* (engl. flow). Cilj vitke proizvodnje je da proizvodnja teče glatko, da nema tzv. uskih grla (zastoja) u procesima. Neki postupci za osiguravanje nesmetanog toka vrijednosti su: raspodjela proizvodnog procesa na manje dijelove, ponovno konfiguriranje aktivnosti u procesu, ujednačavanje opterećenja aktivnosti, stvaranje međufunkcijskih odjela i osposobljavanje zaposlenika da budu višestruko vješti i prilagodljivi.
4. *Poticanje/iniciranje proizvodnje* (engl. pull). Iniciranje/stimuliranje proizvodnje u vitkoj proizvodnji započinje potražnjom (od strane kupca), a kad je inicirana potražnja (potreba za proizvodom, pokreće se proizvodni proces). U suprotnom javlja se problematika suvišne/prekomjerne proizvodnje koja košta.
5. *Težnja za savršenstvom* (japanski: kaizen; engl. strive for perfection). Kaizen se sadržajno može definirati i kao „rastavljanje na sastavne dijelove i ponovno sastavljanje“. Nalaže da treba promatrati neki proces kako bi ga se rastavilo na aktivnosti (ili manje dijelove, npr. zadatke, korake, te tada zasebno svaku aktivnost ili dio aktivnosti pokušavati unaprijediti. Nakon sastavljanja unaprjeđenih aktivnosti/dijelova aktivnosti sam proces je uobičajeno jednostavniji i lakši za provedbu. Kaizen je smislen jedino ako je dugoročan, te pokazuje brze rezultate s malim, individualnim doprinosima najnižoj razini organizacije ili toku vrijednosti. Kaizen se temelji na nekoliko poslovnih pravila: ne smije se prihvaćati postojeće stanje; treba podržavati pozitivan pristup (usmjerenost); ne smije se tražiti izgovore i opravdanja već ustrajati na rješavanju problema; treba podržavati akcije i provoditi ideje; treba koristiti postojeća znanja i vještine u timskom radu (Bartolić, 2021).

Svaki poslovni proces dodaje vrijednost ili stvara gubitke prilikom proizvodnje robe ili usluga. Vitka proizvodnja nastoji stvoriti sustav u kojem svi procesi stvaraju vrijednost, a to se postiže eliminacijom procesa koji stvaraju gubitke. Ideja o uklanjanju gubitaka potječe iz Toyotinog proizvodnog sustava, a razvio ju je glavni inženjer Taiichi Ohno, koji se smatra jednim od utemeljitelja vitke proizvodnje. Taiichi Ohno opisao je tri velike prepreke koje mogu negativno utjecati na radne procese u tvrtki: muda (gubici), muri (preopterećenje) i mura (neujednačenost) koje su prikazane slikom 1.

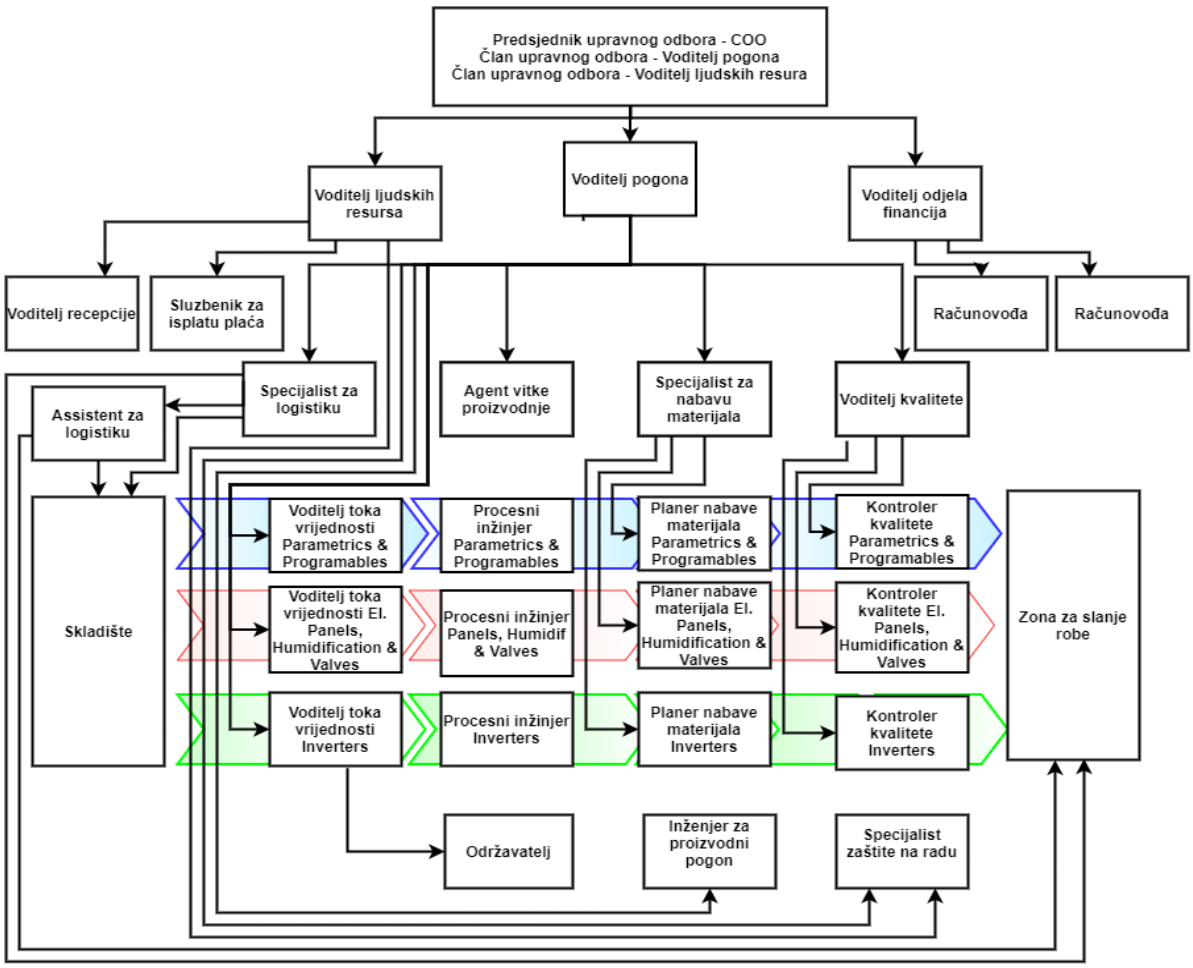
produktivnost, ukratko njen krajnji cilj je postići optimalnu (savršenu) proizvodnju, koja će se neprestano prilagođavati novim zahtjevima („kaizen“ proizvodnju).

[3] Prema navedenom izvoru usporedba po nekim parametrima za Japan/USA (1980.) bila je sljedeća (Produktivnost=16,8/25,1 h za 1 automobil; Pogreške na 100 vozila=60/82,3; Prijedlozi zaposlenika= 61,6/0,4; Zalihe=0,2/2,9, itd.).



Slika 1. Nepoželjne situacije u proizvodnji: muda, muri i mura

Izvor: (Nunes, 2013)



Slika 2. Organigram tvrtke

Izvor: objekt istraživanja.

Vitka proizvodnja navodi 7 (sedam) glavnih područja u kojima procesi stvaraju gubitke, a to su: gubici u transportu, gubici prekomjernog inventara/zaliha, gubici suvišnog kretanja, gubici zbog čekanja, gubici prekomjerne proizvodnje, gubici prekomjerne obrade i gubitci zbog nastale greške/nepravilnosti unutar tvrtke. Vitka proizvodnja temelji se na sprječavanje pojave defekata, a neke od metoda su tzv. zaštita od ljudskih grešaka (jap. poka yoke) i metoda „nula defekata" (engl. zero defects). Vitka proizvodnja važna je za poboljšanje kvalitete i odlično se može kombinirati sa nekoliko važnih alata kvalitativne i kvalitativne procesne analize.[4]

U ovom radu pri rješavanju procesnih problema adaptiraju se prigodni analitički alati u kontekstu realizacije lean proizvodnje u metodološkom okviru procesnog menadžmenta (cjelokupnog životnog ciklusa) s ciljem unaprjeđenja procesnog modela upravljanja repromaterijalom i njegove implementacije do stupnja potvrde validnosti i stabilnosti.

2 OBJEKT ISTRAŽIVANJA – PROCESNO ORGANIZIRANA PROIZVODNA TVRTKA

Istraživanje za potrebe ovog rada provedeno je u procesno organiziranoj proizvodnoj organizaciji koja koristi načela vitke proizvodnje, ima organizirana šest zasebnih tokova (lanaca) vrijednosti i tri multifunkcionalna tima. Svrha takve organizacije je davanje primata proizvodnoj aktivnosti (onoj koja stvara vrijednost stvaranjem novih proizvoda).[5]

Kao što je vidljivo na slici 2. u tvrtki su formirani sljedeći odjeli: odjel logistike, odjel kontrole kvalitete, odjel financija, odjel upravljanja ljudskim resursima, odjel upravljanja vitkom proizvodnjom, odjel inženjera i odjel održavanja. Uloga svih odjela je podržavanje i unaprjeđenje proizvodnih procesa. Svaki tok vrijednosti sastoji se od definiranog multifunkcijskog tima čija je zadaća praćenje dnevnih mjera performansi procesa. Ukoliko dolazi do odstupanja od ciljnih performansi, odgovorni zaposlenici identificiraju mjesta gubitka ili uzroke zbog kojih dnevni cilj nije ostvaren, te se tako osigurava neometan tok vrijednosti. Svakom procesnom timu omogućen je visok stupanj autonomije pri donošenja odluka, a budući da je tim smješten unutar toka vrijednosti u jednoj prostornoj zoni, komunikacija se najčešće odvija direktno i verbalno, brz je prijenos informacija između članova tima što omogućava brzu reakciju.

Iako organizacija tima na ovaj procesni način ima brojne prednosti kao što su primjerice: produktivnost, brzina, fleksibilnost, učinkovitost, promicanje timskog rada i suradnje, a može poboljšati i motivaciju (donošenjem odluka, dijeljenjem odgovornosti, doprinosom organizaciji), ima i svoje nedostatke, kao što su primjerice: dvosmislena odgovornost, preopterećenost pojedinih članova tima, u slučaju da nema voditelja, česta pojava je neodlučnost u donošenju odluka, privatne nesuglasice između članova, koje utječu na performanse, kao i teško te dugotrajno određivanje poslovnih procesa oko kojih će se organizirati poslovanje, potrebne promjene u organizacijskoj kulturi, u opisima poslova, filozofiji menadžmenta, sustavima informiranja, sustavima nagrađivanja pri čemu tradicionalni menadžeri teško prihvaćaju novu ulogu trenera (facilitatora), a zaposlenici trebaju steći vještine timskog rada, a usto je moguće i ograničenje razvoja specijalističkog, funkcijskog znanja (Buble, 2006).

3 ISTRAŽIVANJE PROCESA UPRAVLJANJA REPROMATERIJALOM U TVORNICI

3.1 Svrha, ciljevi, problemi i hipoteze istraživanja

Svrha (najopćiji cilj)[6] ovog istraživanja je pokazati metodologiju za unaprjeđenje proizvodnih

[4] U kvalitativne tehnike procesne analize mogu se osnovno ubrojiti: a) analiza dodane vrijednosti (klasifikacija vrijednosti i eliminacija otpada; b) analiza temeljnog uzroka (uzročno posljedični dijagram i zašto-zašto dijagram); c) Dokumentiranje problema i procjena utjecaja (registar problema, Pareto analiza i PICK grafikoni). Osim kvalitativne procesne analize, u praksi se koriste i kvantitativne procesne analize koje se bave: a) mjerenjem performansi, b) analizom procesnog toka, c) redovima čekanja, d) simulacijama (Dumas, La Rosa, Mendling, & Reijers, 2013, str. 185-251).

[5] Zbog zamolbe Uprave tvrtke (poslovna tajna), objekt istraživanja odnosno ime/naziv tvrtke gdje je istraživanje provedeno se ne navodi.

[6] Svrha se postiže sumativnim djelovanjem ostvarenosti više različitih ciljeva. Svrha je opća dok su ciljevi određeni konkretnim prilikama i namjerama te očitovani

procesa pomoću procesnog menadžmenta i odabranih lean alata. Specifični ciljevi istraživanja se definiraju kroz istraživačke probleme čijim rješavanjem se ostvaruje svrha. Primjerice, pripremni cilj za aplikaciju metodologije (prvu fazu identifikacije procesa) je razumijevanja sadašnjeg procesa kretanja, skladištenja i dostupnosti repromaterijala kako bi se moglo pristupiti ostalim fazama procesnog menadžmenta (u okviru definirane metodologije) koja svaka ima svoj cilj i potciljeve.

Metodološki okvir za rješavanje problematike unaprjeđenja upravljanje repromaterijalom za proizvodne potrebe je metodologija procesnog menadžmenta u punom opsegu (sve faze životnog ciklusa)[7], te potporni alati vitke proizvodnje (poglavito korišteni u fazi analize procesa). U kontekstu primjene faza procesnog menadžmenta i alata vitke proizvodnje definirani su sljedeći problemi i sukladne hipoteze:

P1. Kakav je postojeći proces upravljanja repromaterijalima u tvornici?

H1. U postojećem procesu upravljanja materijalima u tvornici postoje suboptimalnosti (nedostatci/poteškoće/ problemi) koje je poželjno optimizirati.

P2. Kako treba preoblikovati proces upravljanja materijalima da se otklone uočene suboptimalnosti?

H2. Proces treba preoblikovati sukladno prijedlozima temeljenim na analizi trenutnog stanja i odstupanju od željenog stanja kako bi se povećala efikasnost proizvodne linije.

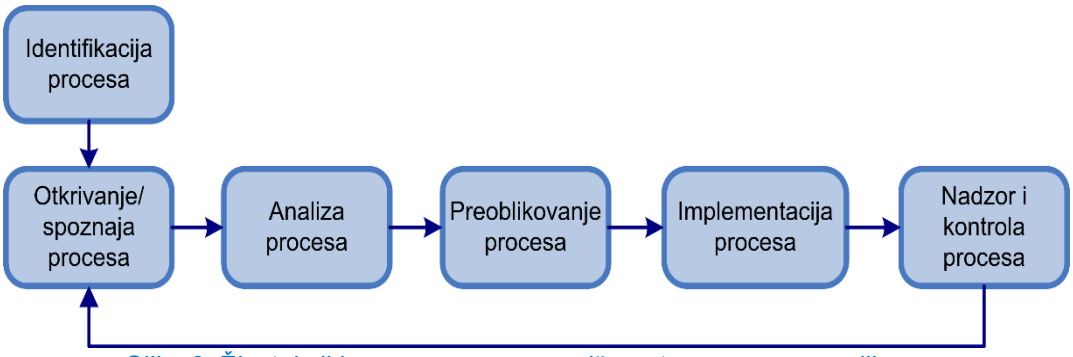
P3. Kako povećati vjerojatnost da preoblikovani/ novi proces upravljanja materijalima rezultira boljim rezultatima/djelotvornošću u proizvodnji u odnosu na stari proces?

H3. Bolje rezultate novo oblikovanog procesa upravljanja materijalima moguće je postići striktnim pridržavanjem rada prema novom modeliranom procesu, a što se provjerava sustavnim opažanjem, promatranjem i registriranjem rezultata novog preoblikovanog procesa, te nadzorom i kontrolom procesa pomoću sustava indikatora.

3.2 Postupak istraživanja procesa upravljanja materijalima za proizvodne potrebe tvornice

Istraživački problemi inicirani su problemom efikasnosti proizvodne linije zbog postojećeg procesa upravljanja repromaterijalima, tako da postavljeni istraživački problemi uz metodološka unaprijeđena imaju karakter primijenjenog istraživanja, jer su izraz uočenih problema u stvarnoj organizacijskoj praksi, konkretnije upravljanju repromaterijalima u skladištu i proizvodnom pogonu (liniji) tvrtke.

Istraživački postupak se odvijao prema koncepciji procesnog menadžmenta po fazama životnog ciklusa koji obuhvaća sljedeće faze: identifikacija, otkrivanje/modeliranje, analiza, preoblikovanje, implementaciju, nadzor i kontrola (slika 3).



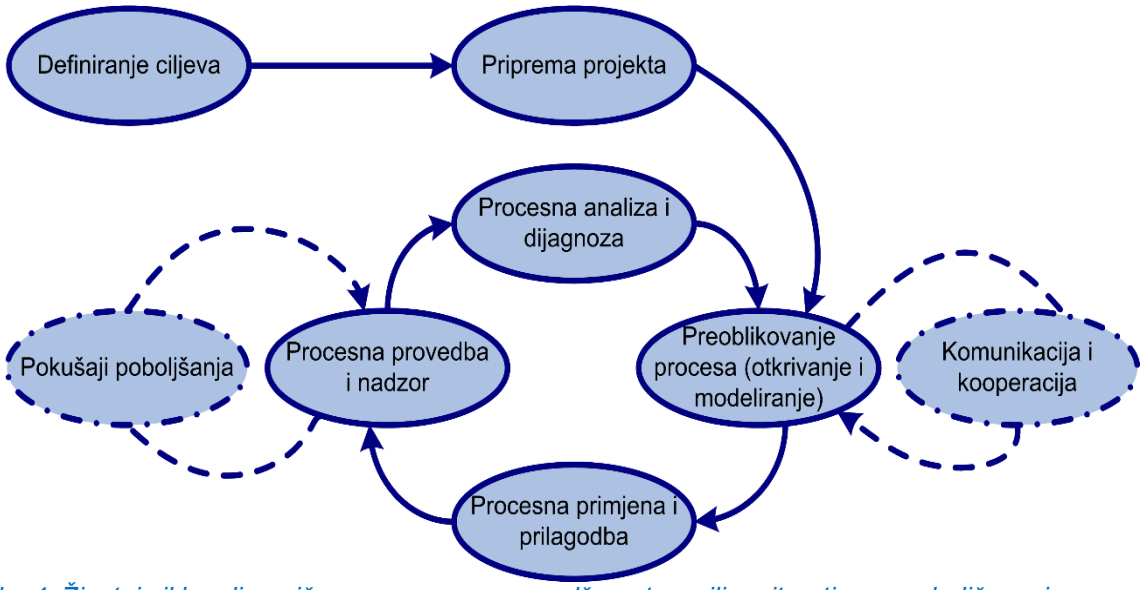
Slika 3. Životni ciklus procesnog menadžmenta u procesnom dijagramu
Izvor: (Szelagowski, 2018, str. 207)

u konkretnim postupcima (Pastuović, 1999, str. 133-134).

[7] Tipične faze (životnog ciklusa) procesnog menadžmenta su struci (procesnim inženjerima i menadžerima) kao i akademskoj znanosti koja se bavi procesnim menadžmentom općepoznate, izučavaju se danas na kolegijima procesnog menadžmenta i srodnim kolegijima više svjetski poznatih sveučilišta, a odnose se na identifikaciju, uviđanje/modeliranje, analizu postojećeg procesnog modela, preoblikovanje, implementaciju te nadzor i kontrolu procesa. Za detalje vidjeti (Dumas, La Rosa, Mendling, & Reijers, 2013).

Navedena metodologija procesnog menadžmenta primijenjena je u definiranim problemima (1. istraživački problem obuhvaća faze identifikacije i modeliranja postojećeg procesa; 2. istraživački problem obuhvaća faze analize i preoblikovanja procesa; 3 istraživački problem obuhvaća fazu implementacije, nadzora i kontrole).

Za dinamične procesne projekte koji trebaju upravljati još neotkrivenim znanjem i prilagoditi rezultate postojećem kontekstu i ograničenjima može se koristiti dinamički procesni model koji predstavlja razradu osnovnog modela, a prikazan je slikom 4.



Slika 4. Životni ciklus dinamičnog procesnog menadžmenta s ciljem iterativnog poboljšavanja procesa
Izvor: (Szelagowski, 2018, str. 208).

Prema ovom modelu procesnog menadžmenta nakon definiranja željenih ciljeva i pripreme za preoblikovanje procesa (proces poboljšanja procesa) započinje projektni ciklus gdje se preoblikovani proces testira, analizira, implementira, poboljšava u interaktivnom modusu. U ovom radu iterativni modus primjenjivao se u fazama implementacije, nadzora i kontrole kada je preoblikovani model tijekom višemjesečnog razdoblja bio podvrgnut iterativnoj proceduri dinamičkog procesnog menadžmenta.

3.2.1 Postupak istraživanja za prvi istraživački problem

U prvoj fazi definirani su podprocesi upravljanja repromaterijalima za potrebe proizvodnje. U ovoj fazi prikupljeni su podaci kako bi se stekao uvid u postojeći proces upravljanja repromaterijalima, te se popisuju procesi koji su predmet istraživanja. Da bi se ispravno identificirali svi odvijajući procesi, podprocesi i aktivnosti potrebno je bilo prikupiti primarne podatke metodom sustavnog promatranja, opažanja i registriranja, a rezultati su bilježeni u kvantitativnom i kvalitativnom iskazu. Nakon uvida u proces (njegovu spoznaju) on se modelirao grafičkom metodom za modeliranje poslovnih procesa BPMN (engl. acr. „Business Process Modeling and Notation“).[8]

Modelirani (spoznati) postojeći proces upravljanja repromaterijalima bio je spreman za analizu u sljedećoj fazi s ciljem uočavanja (otkrivanja) suboptimalnosti pojedinih aktivnosti.

3.2.2 Postupak istraživanja za drugi istraživački problem

U ovoj fazi istraživanja opisano je preoblikovanje procesa upravljanja repromaterijalima, provedena je uzročno-posljedična analiza koja utvrđuje

[8] Pored osnovne grafičke metode za modeliranje poslovnih procesa (BPMN) u upotrebi su i sljedeće metode: Data Flow Diagram (DFD diagram), Integrated Definition Methods (IDEF Methods), Event-Driven Process Chain diagram (EPC diagram), Structured Analysis and Design Tehniques diagram (SADT diagram), Unified Modeling Language diagram (UML diagram) (Bosilj Vukšić, Hernaus i Kovačič, 2008, str. 152-153).

odnose između negativnih učinaka i njegovih uzroka. Rezultati su predočeni uzročno-posljedičnim dijagramom (engl. cause-effect dijagram).[9] Ova faza istraživanja započeta je identifikacijom osnovnih uzroka te klasifikacijom u kategorije: okolina, čovjek, metoda i materijal,[10] te se potom za svaki od navedenih problema temeljem analize jaza (engl. gap analysis) koja se bavi se mjerenjem razlika između utvrđenog i željenog stanja, postigao uvid u odstupanje od zadanog cilja. Zatim se temeljem uvida u suboptimalnosti starog procesa, preoblikovao i modelirao novi procesni model upravljanja repromaterijalom.

3.2.3 Postupak istraživanja za treći istraživački problem

U ovoj fazi istraživanja provedena je analiza modeliranog i identificiranog proces uz pomoć A3 alata kojim se najprije ukratko opisuje pozadinsko stanje problema, te se zatim svaki od navedenih problema kvantificira kako bi bili mjerljivi naknadno dobiveni rezultati. Nakon toga postavljeni su željeni ciljevi koje novoprojektirani proces treba ostvariti. Nakon definiranih ciljeva napravljena je analiza odstupanja postojećeg stanja od zadanog cilja te su predložene protumjere koje će dovesti do ostvarenja ciljeva. Izabrane protumjere za uzroke subotimalnosti dobivene su „brainstorming“ metodom zajedno sa specijalistima unutar tima. Nakon toga uporabom Gantt dijagrama[11] definirane su akcije i plan implementacije pojedinih akcija, te su prikazani rezultati putem stupčastog grafikona koji ilustrira raspored projekta kao i implementaciju te načine nadzora i kontrole novog preoblikovanog procesa kako bi se verificirala djelotvornost novo-modeliranog procesa.

Zadnja faza A3 alata jest verifikacija dobivenih rezultata. Prema opće poznatoj Demingovoj PDCA[12] metodi, na kojoj se bazirao A3 alat, finalna provjera je korak koji utvrđuje da li su shvaćeni uzroci i posljedice povezane sa procesnim problemom koji se rješava. Završno, nakon demonstracije da su predložene protumjere rezultirale dosezanjem željenog stanja, stvoren je novi standard pomoću kojeg se osigurava da je novo poboljšano stanje stabilno i održivo.

4 REZULTATI I DISKUSIJA REZULTATA ISTRAŽIVANJA PROCESA UPRAVLJANJA REPROMATERIJALIMA ZA PROIZVODNE POTREBE

Rezultati su prikazani i diskutirani prema definiranim problemima i sukladnim hipotezama s time da prvi problem metodološki obuhvaća tri životne faze procesnog menadžmenta: identifikaciju, spoznaju/modeliranje procesa i njegovu analizu); drugi istraživački problem obuhvaća samo fazu preoblikovanja procesa sukladno uočenim suboptimalnostima, a treći istraživački problem obuhvaća posljednje dvije faze procesnog menadžmenta: implementaciju te nadzor i kontrolu novomodeliranog procesa.

4.1 Rezultati i diskusija odgovora na prvi istraživački problem (identifikacija, modeliranje i analiza)

4.1.1 Rezultati i diskusija prvog istraživačkog problema (identifikacije problema upravljanja repromaterijalima)

Temeljem detaljnog snimanja postojećeg procesa upravljanja repromaterijalima (uključeni su stručnjaci područja i procesni analitičari) utvrđeno je da se temeljni proces upravljanja repromaterijalima sastoji se od dva podprocesa:

A. Podproces skladištenja repromaterijala
B. Podprocesa upravljanja repromaterijalima u proizvodnji.

U fazi identifikacije kako bi se objektivno prikupili podaci procesa upravljanja materijala i sustavno ih prikazali radi lakše identifikacije podijeljeni su na

[9] Drugi nazivi za ovaj dijagram je dijagram riblje kosti (engl. fishbone diagram), ili Ishikawa dijagram prema njegovom zagovorniku Kaouru Ishikawi, jednom od pionira u polju menadžmenta kvalitete (Dumas, La Rosa, Mendling, & Reijers, 2013, str. 194)
[10] Ova alternativna kategorizacija poznata je kao 4P's (Policies, Procedures, People and Plan/Equipment). Poznatija je kategorizacija na 6 elemenata (Strojevi/tehnologija; Metoda/proces; Materijal; Čovjek; Mjerenja; Milje/okolina). Cf. Dumas at al. (Dumas, La Rosa, Mendling, & Reijers, 2013, str. 191-195).
[11] Gantt-ov dijagram je uobičajena jednostavna tehnike za prezentiranje faza i aktivnosti nekog projeka.
[12] PDCA=engleski akronim od Plan; Do; Check; Act.

dva gore navedena podprocesa i njihove manje dijelove - aktivnosti.

A. Podproces skladištenja repromaterijala sastoji se od sljedećih aktivnosti:
   1. Ulaz repromaterijala
   2. Izrada, ispunjavanje dokumentacije o zaprimanju repromaterijala
   3. Premještanje repromaterijala u dio pogona u koji se skladišti
   4. Provjera lokacije

      4.1. Lokacija postoji

      4.1.1. Odlaganje repromaterijala

      4.2. Lokacija ne postoji

      4.2.1. Skladištar nasumično odlaže repromaterijal na prvo slobodno mjesto

      4.3. Postoji lokacija, ali nema prostora za odložiti repromaterijal

      4.3.1. Skladištar nasumično odlaže repromaterijal na prvo slobodno mjesto

B) Podproces upravljanja repromaterijalima u proizvodnji sastoji se od sljedećih aktivnosti:

1. Automatizirana linija upućuje signal radniku (operateru)
2. Operater pregledava kod i pripadajuću lokaciju
3. Provjera lokacije

   3.1. Repromaterijal ima lokaciju i repromaterijal je na lokaciji

   3.1.1. Operater uzima potreban repromaterijal te odlazi u liniju

   3.1.2. Nadopuna repromaterijala u liniju

   3.2. Repromaterijal nema definiranu lokaciju

   3.2.1. Operater počinje nasumično pretraživati sav nesortirani repromaterijal

   3.2.1.1. Pronađen repromaterijal

   3.2.1.1.1. Nadopuna repromaterijala u liniju

   3.2.1.2. Repromaterijal nije pronađen

   3.2.1.2.1. Operater se konzultira sa planerom proizvodnje

   3.2.1.2.2. Podešavanje linije za proizvodnju drugog modela

   3.3. Repromaterijal ima lokaciju, ali se ne nalazi na lokaciji

   3.3.1. Operater počinje nasumično pretraživati sav nesortirani repromaterijal

   3.3.1.1. Pronađen repromaterijal

   3.3.1.1.1. Nadopuna repromaterijala u liniju

   3.3.1.2. Repromaterijal nije pronađen

   3.3.1.2.1. Operater se konzultira sa planerom proizvodnje

   3.3.1.2.2. Podešavanje linije za proizvodnju drugog modela

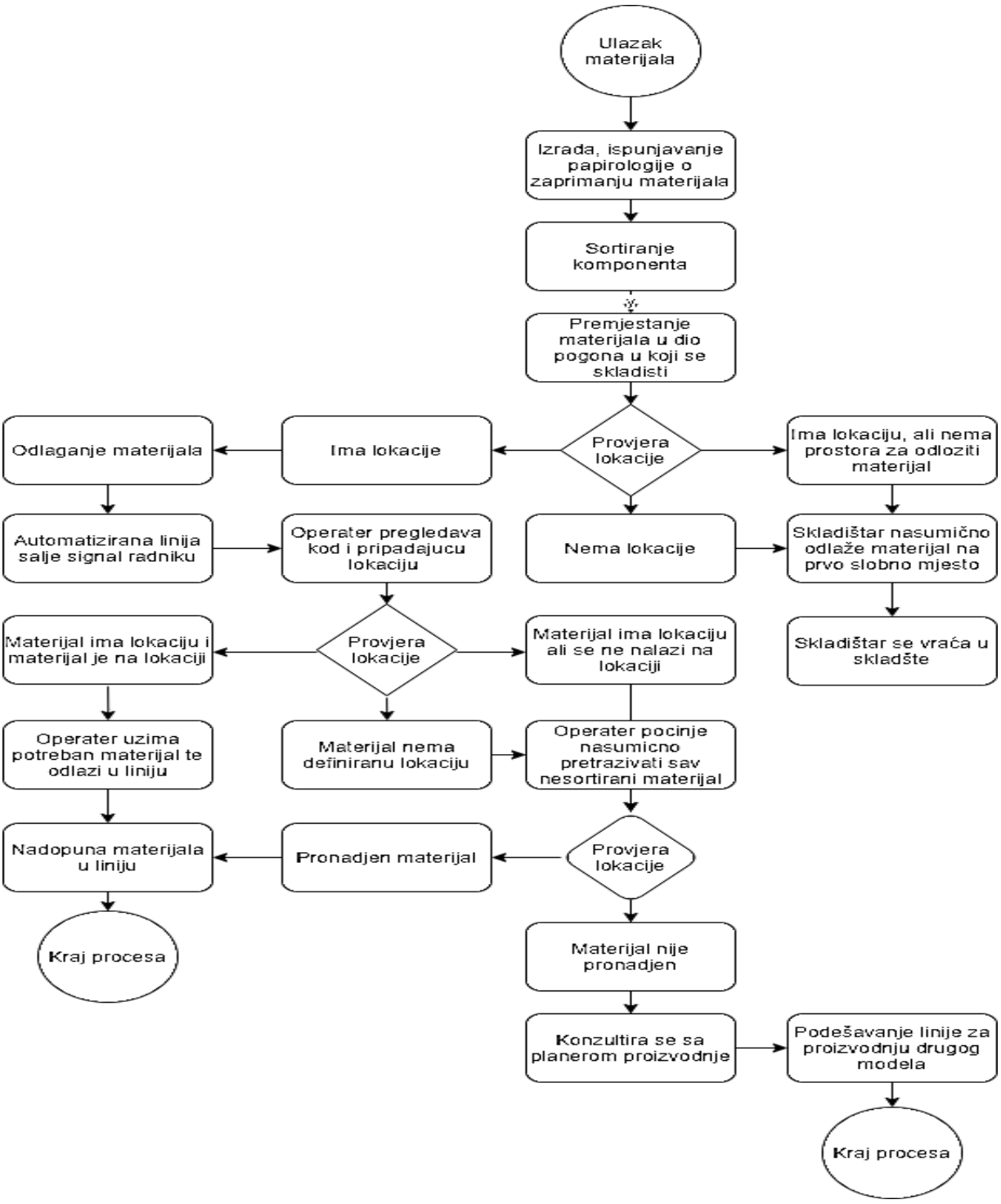
Nakon što je identificiran temeljni proces i detaljno opisane aktivnosti[13] koje su sadržaj procesa, izrađen je temeljni procesni model.

4.1.2 Rezultati i diskusija prvog istraživačkog problema (spoznaja/modeliranje procesa upravljanja repromaterijalima)

Nakon identifikacije ciljnih procesa (popisa aktivnosti), trebalo je otkriti način odvijanja procesa prema aktivnostima te ga nacrtati kako bi bio vizualno pregledan. Proces onakav kakav je (engl. „as it is/was“) bio prije procesnog unaprjeđenja modeliran je i predočen slikom 5.

Kada je precizno utvrđeno kako se u stvarnosti odvija proces bilo je bitno kvalitetno ga analizirati te utvrditi njegove karakteristike, poglavito aktivnosti koje nisu na zadovoljavajućoj razini (mogle bi i trebaju biti bolje). Prema modelu već na prvi pogled vidljiva je problematika suboptimalnog skladištenja repromaterijala i njegovog traženja, ponekad i nenalaženja čime se u značajnoj mjeri smanjuje proizvodna djelotvornost.

[13] U ovom radu se radi sažetosti prikaza detaljno ne opisuju identificirane procesne aktivnosti.



Slika 5. Modelirani proces protoka materijala prije procesnog unaprjeđivanja
Izvor: rezultati istraživanja autora.

4.1.3 Rezultati i diskusija prvog istraživačkog problema (analiza postojećeg procesa upravljanja repromaterijalima)

Analiza je osnova za procesna poboljšanja i preoblikovanje postojećeg procesnog modela. Stoga se u nastavku istraživanja koriste lean alati kao analitička sredstva (kvalitativne analize) kako bi se mogao dobiti uvid u kompleksnu uzročnu problematiku suboptimalnosti i nakon toga izvršiti izbore za procesna poboljšanja.

4.1.3.1 Analitička pozadina problema upravljanja repromaterijalima

Upotrebom A3 lean alata[14] prvo su utvrđeni problemi postojećeg procesa koji se trebaju riješiti. To su:

a) Linija zaustavljena zbog „nedostatka" repromaterijala (repromaterijal je unutar tvrtke, ali nije ga moguće locirati). Korištenjem formulara za dnevnu kontrolu (engl. daily controll form) može ga se kvantificirati i jednostavno pratiti.
b) Ne postoje precizne lokacije (upute) za skladištenje i pronalazak svake komponente (repromaterijala).
c) Skladištari ne sortiraju komponente i ne pokušavaju pravilno skladištit komponente koje imaju lokaciju.
d) Operateri gube vrijeme tražeći komponentu.
e) Neadekvatan generički opis postojećih lokacija (32 stalaže imaju identičnu poziciju, dakle nemaju definiranu poziciju).
f) Stalaže nisu predviđene i konstruirane da skladište kolute (komponente repromaterijala) promjera 33 cm i veće.
g) Problem za sigurnost operatera i rizik od oštećenja repromaterijala zbog neprimjerenog odlaganja repromaterijala.
h) Knjigovodstveni troškovi otpisa repromaterijala.

Postupak A3 može pružiti strukturu i dokumentaciju kontinuiranog napretka. Uz projektne mape, mnoge organizacije koriste proces A3 kako bi upravljali svojim kontinuiranim naporima za poboljšanje procesa.

4.1.3.2 Analiza trenutnog stanja upravljanja repromaterijala

U ovoj fazi istraživanja utvrđeni problemi iz prethodne faze definirani su kvantitativnim mjerama. Tako je utvrđeno:

a) Utvrđene su prekomjerne zalihe. Umjesto 7.400 jedinica koja je izračunata kao sigurnosna zaliha u skladištu je zabilježeno 12.000 jedinica. Najčešći razlozi ovakvom stanju bili su: prekomjerno naručivanje repromaterijala, naručivanje nepotrebnog repromaterijala i u nešto manje češćem slučaju repromaterijal kojem je istekao proizvodni vijek i ne može ga se više koristiti.
b) Nedostatni raspoloživi skladišni prostor i neadekvatne stalaže za skladištenje repromaterijala većih dimenzija. Utvrđeno je da skladišni prostor dužine 127 metara nedovoljan te da veći repromaterijal (promjera 28-38 cm s obzirom na dimenziju stalaža) ne može biti optimalno skladišten već se ostavlja prigodno.
c) Zastoj jedne proizvodne linije zbog traženja repromaterijala je 15 minuta, a s obzirom na rad u 3 smjene na 3 linije riječ je o zastoju (gubitku) od 135 minuta dnevno.[15]
d) U proizvodnoj zoni utvrđen je značajan broj paleta s nesortiranim repromaterijalom (čak N=16).
e) Prekomjerne zalihe repromaterijala u pogonu zauzimale su 60 m^2.

4.1.3.3 Definiranje ciljeva unaprjeđenja procesa upravljanja repromaterijalima

Temeljem prethodnih faza (A3 dokumenta) definirani su sljedeći ciljevi sukladno procjeni dostižiovg stanja:

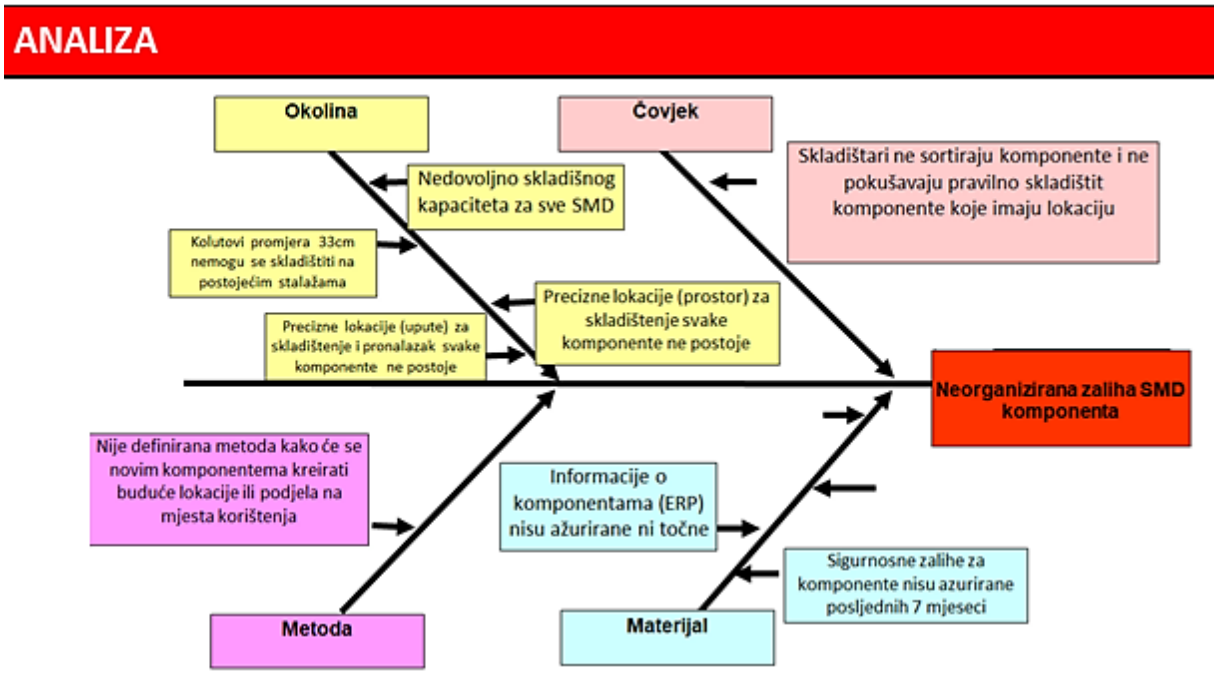
a) Treba kreirati skladišni prostor 139 metara dužine (umjesto prijašnjih 127 metara dužine). Ovakvo proširenje je planirano temeljem analize dimenzija repromaterijala.
b) Svakoj komponenti treba dodijeliti specifičnu lokaciju (od 900 komponenti izračunato je da 25% komponenti ili njih 225 nema lokaciju u sustavu).
c) Vrijeme zastoja linije treba reducirati na 0 minuta (umjesto prijašnjih 15 minuta).
d) Treba reducirati broj paleta sa nesortiranim komponentama na maksimalno N=5 (umjesto prijašnjih N=16).
e) Treba smanjiti okupiranost pogona prekomjernim repromaterijalom na maksimum 10 m2 (umjesto prijašnjih 60 m^2).
f) Treba kreirati skladišni sustav (predimenzionirati stelaže) gdje će biti moguće točno uskladištiti repromaterijal većih dimenzija (većih od 26 cm promjera).

Temeljem usporedbe trenutnog stanja sa željenim stanjem na jednom listu papira (vizualno i pojednostavljeno) prikazani su rezultati provedene

[14] Riječ je o alatu na kojem se na A3 formatu papira nalazi sve što je potrebno za rješavanje nekog problema. Glavna metoda je metoda uvida, odnosno zdravim razumom uz verbalno logičke metode analize i sinteze uočavaju se i zapisuju problemi te osmišljavaju rješenja.

[15] Izračun zastoja=15 min. x 3 linije x 3 smjene=135 minuta zastoja dnevno.

analize po područjima kojima pripadaju (okolina, čovjek, metoda, materijal) s definiranim uzrocima pomoću uzročno-posljedičnog dijagrama na slici 6.



Slika 6. Segment analize A3 dokumenta korištenjem uzročno posljedičnog dijagrama
Izvor: rezultati istraživanja autora.

Identifikacijom i modeliranjem postojećeg procesa upravljanja repromaterijalima te uvidom da postoje očigledne (engl. "face validity") suboptimalnosti u procesu, kao i analitički utvrđeni uzročni čimbenici suboptimalnosti, riješen je prvi istraživački problem i potvrđena je prva istraživačka hipoteza.

4.2 Rezultati i diskusija odgovora na drugi istraživački problem (preoblikovanje procesa)

Temeljem identificiranog i modeliranog procesa upravljanja repromaterijalima te provedene analize njegovog funkcioniranja (suboptimalnosti i njihovih uzroka) nedvojbeno je utvrđeno da u postojećem procesu upravljanja repromaterijalima postoje subotmalnosti koje treba (poželjno je) optimizirati. Također izvršene uzročno-posljedične analize uputile su na način kako treba preoblikovati proces upravljanja repromaterijalom da bi bio djelotvorniji.

Kako bi se proces upravljanja repromaterijalima kvalitetno preoblikovao bilo je potrebno osim uzroka, definiranog cilja i izabrane protumjere definirati odgovorne izvršitelja koji će planom implementacije definirati plan izvršenja procesa.

U cilju osmišljavanja djelotvornih mjera za suočavanje s brojnim čimbenicima suboptimalnog upravljanja repromaterijalima korišteni su resursi timskog rada i oluje mozgova (engl. brainstorming). Rezultati navedenih aktivnosti pokazali su:

1. Problem A3 – Koluti velikih dimenzija ne mogu se skladištiti. U početku izrade A3 dokumenta, ovaj problem postavljao se kao jedan od najosnovnijih uzroka, nemogućnosti sortiranja i skladištenja komponenti. Koluti većih dimenzija od 27 centimetara promjera nemoguće je odlagati u trenutnoj konfiguraciji staleža. Odabrano je rješenje: Modifikacija postojećih polica na način da se jasno definiraju različite dimenzije gornjih i donjih razina u stelaži koje će služiti skladištenju prema veličini kolutova gdje su proizvodne komponente.
2. Problem A3 – Nedovoljno kapaciteta za potrebe skladištenja svih SMD koluta. Prijedlog rješenja: Nabavka novih stelaža, koji će povećati skladišni kapacitet.
3. Problem A3 – Specifična lokacija svih SMD komponenti. Prijedlog rješenja: Analiza svih SMD komponenti. Prijedlog za novi izračun novog pristupa skladištenja SMD komponenti

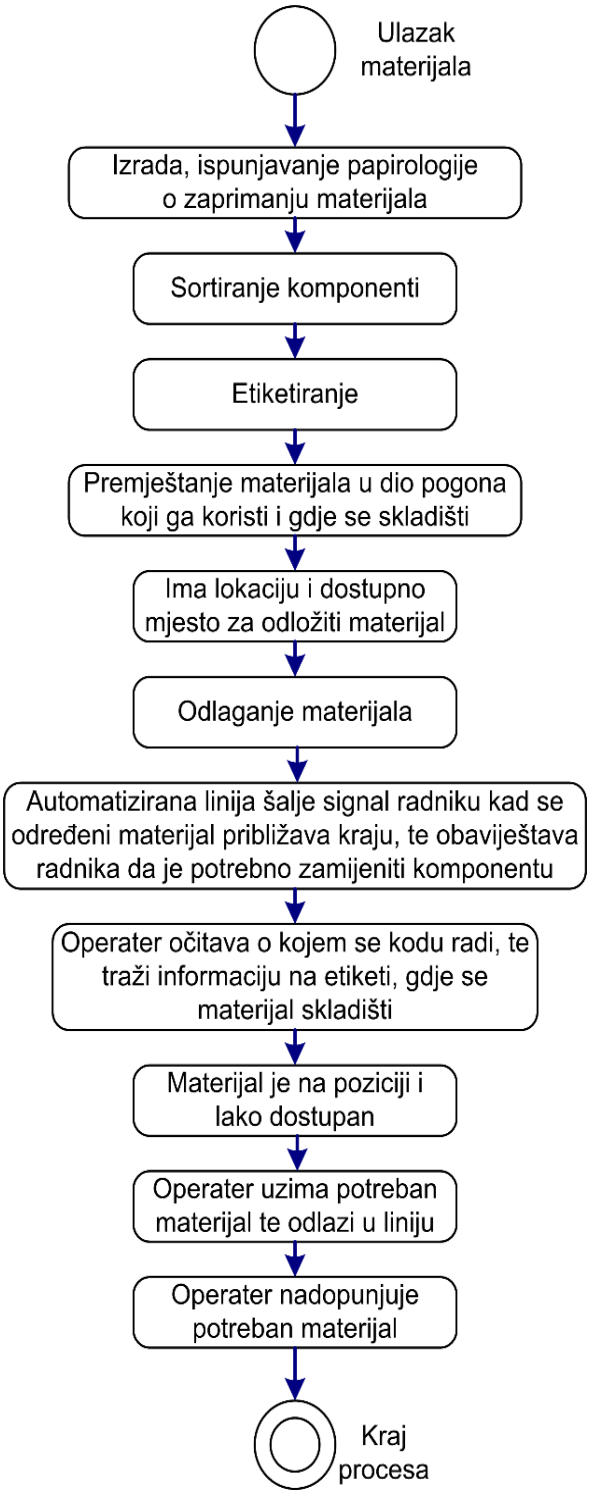
uključivat će: Kod komponente, Prognozu (engl. forecast), Stroj na kojem se troši najviše komponenti, Broj komponenti po kolutu, Minimalna narudžba definirana od strane dobavljača (MOQ), Sigurnosna zaliha (SS), Najveća vrijednosti između MOQ/SS, Broj koluta koda, Širina po kodu. Pomoću navedenih parametra izračunata je potrebna dužina za svaki SMD kod.

4. Problem A3 – Lokacije fizički nisu označene. Prijedlog rješenja – Definicija lokacije, primjena vizualnog menadžmenta. SMD skladište posjeduje N=28 stelaža, a svaka stelaža sadrži 4 police. Kapacitet SMD skladište iznosi N=116 polica koje je potrebno precizno definirati i svakoj dodijeliti zasebnu lokaciju. Prihvaćeni prijedlog je označavanje svake stelaže i svake police na način da operater dobije jasnu informaciju gdje treba biti uskladišten pojedini materijal. Prikazana metoda označavanja koristit će se brojevima za oznake stelaže, a slovima za oznaku police na kojoj se SMD materijal odlaže.
5. Problem A3 – Operateri iz skladišta ostavljaju SMD komponente nesortirane. Prijedlog rješenja: edukacija i „poka yoke“ pristup. Skladištar tijekom procesa skladištenja, nesortirane komponente ostavlja na kolicima ili na paletama na podu kraj proizvodne linije. Da bi se ovom problemu pristupilo, potrebno je bilo riješiti osnovne uzroke koje su spomenuti, a to su: a) mogućnost skladištenja repromaterijala svih veličina i b) mogućnost skladištenja zaliha koje će se definirati temeljem analize. Pri završetku implementacije, dogovorena je edukacija svih uključenih.
6. Problem A3 – Nije definirana zadužena osoba za skladištenje novih kodova (novog repromaterijala). Prijedlog rješenja: Prilikom implementacije novih linija, voditelj unutar proizvodnje zadužen je da komponente koje pripadaju novoj liniji osigura poziciju, i kreira lokaciju u Oracle sistemu.
7. Problem A3 – Informacije o komponentama su nepotpune ili netočne. Prijedlog rješenja: Prilikom kreiranja lokacije za komponente, fizički je potrebno provjeriti dva parametra: a) broj komponenti po kolutu i b) veličinu koluta. Nakon što se obavi kontrola komponenti, te informacije potrebno je ispraviti u informacijskom sustavu.
8. Problem A3 – Zalihe kojih je potrebno imati na stanju nisu ažurirane. Rješenje problema: Koristeći kreiranu analizu kontaktirati sjedište kompanije da se unesu nove vrijednosti. Vrijednosti moraju biti provjerene od odijela Logistike, te za unos će se dogovorit sa odjelom Poslovne informatike.

Završetkom definiranja potrebnih aktivnosti bilo je potrebno opisati i grafički predstavi novi proces upravljanja repromaterijalima. Preoblikovan proces sastoji se od:

1. Ulaz repromaterijala. Unaprijeđeni proces započinje kao i prijašnji ulaskom repromaterijala u proizvodni pogon.
2. Izrada, popunjavanje dokumentacije o primitku. Skladišni operater potom izrađuje svu potrebnu dokumentaciju kako bi se repromaterijal uspješno zaprimio.
3. Sortiranje komponenti. Skladišni operater zaprimljeni repromaterijal potom sortira po lokacijama.
4. Etiketiranje. Koristeći Zebra printer koji je povezan sa Oracle sistemom (ERP) izbacuju se etikete koda sa lokacijom.
5. Premještanje repromaterijala u skladište na stelaže. Sortirani i etiketirani repromaterijal skladišni operater premješta kraj SMD linije.
6. Repromaterijal ima označeno lokaciju i mjesta za odložiti komponente.
7. Odlaganje repromaterijala. Skladišni operator odlaže materijal te se zatim vraća u skladište te nastavlja druge aktivnosti.
8. SMD linija operateru šalju upozorenje. U proizvodnji automatizirana linija šalje signal operateru da će se određena komponenta uskoro potrošiti.
9. Operater očitava o kojem se kodu radi, te odlazi na lokaciju. Operater zatim pregledava komponentu o kojoj se radi, te gdje se ona točno nalazi u skladištu. Operater zatim odlazi na tu lokaciju.
10. Materijal se nalazi na polici, i dostupan je.
11. Operater prikuplja repromaterijal te odlazi u proizvodnu liniju.
12. Operater nadopunjuje repromaterijal.

Nakon rješavanja uzroka problema upravljanja materijalima slikom 7. predočen je novi poboljšani proces upravljanja repromaterijalima u tvornici.



Slika 7. Unaprijeđeni proces upravljanja (protoka) repromaterijala
Izvor: rezultati istraživanja autora.

Provjerom šest ciljnih stanja postavljenih na početku ustanovljeni su rezultati unaprijeđenog procesa sa definiranim ciljem, i to:

1. Osiguran je skladišni prostor od 139 metara dužine. Dodatno se povećao skladišni kapacitet, koji sada iznosi 152 metara dužine.
2. Svaka komponenta ima dodijeljena lokaciju. Na temelju provedene analize i specificiranjem skladišnog prostora po kodu, iskoristivost stelaža iznosi potencijalno 100%.
3. Reducirano je vrijeme zastoja linije na 0 minuta. SMD linije kroz period od 3 mjeseca promatranja nisu prijavile niti jedan zastoj linije zbog nedostatka materijala.
4. Reduciran broj nerazvrstanih paleta na maksimalno N=5 paleta komponenata. Uklonjene su sve palete nesortiranog materijala, te time premašio prvotno zadani cilj.
5. Optimiziran je i smanjen je okupirani prostor za komponente na 10 m². Uklanjanjem paleta i uklanjanjem kolica za nesortirane komponente skladišni prostor se kompletno oslobodio zakrčenja, te je time premašen prvotni cilj.
6. Kreiranje skladišnog sistema u kojemu se SMD koluti svih veličina mogu ispravno skladištiti. Trenutna konfiguracija polica omogućuje skladištenje koluta s komponentama do 43 cm promjera.

Ovim načinom istraživanja pokazala se poznata mudrost, da se prilikom rješavanja bilo kojeg problema treba rukovoditi **pronalaženjem uzroka** i njegovog rješavanja. Kao optimalni pristup pri rješavanju organizacijskih problema pokazala se: identifikacija uzroka, analiza uz tim specijalista, te izbor i implementacija ispravno odabranih protumjera. Od vrijednih lean alata korisnim se pokazalo korištenjem uzročno-posljedičnog dijagrama, analiza jaza te uporabom A3 alata (bazirana na Demingovoj PDCA metodologiji). Tako je uspješno riješen drugi istraživački problem te je potvrđena druga postavljena istraživačka hipoteza.

4.3 Rezultati i diskusija trećeg istraživačkog problema (implementacija, nadzor i kontrola procesa)

Novopostavljen model upućen je u implementaciju s intenzivnim i sustavnim nadzorom i kontrolom. S ciljem osiguranja ostvarenog napretka

preoblikovanih procesa, definirane su metode i alati za provjeru i podržavanje održivosti novog procesa upravljanja repromaterijalima.

Revizijom standardnih radnih procedura (engl. standard operating procedure) kao i komunikacijom novog načina rada svim uključenim procesnim akterima, smanjene su greške tijekom prijelaznog razdoblja rada u novom procesu. Za provjeru oscilacija u novom procesu korišten je formular dnevne kontrole, pomoću kojeg se brzo moglo uočiti svako pogoršanje procesa. Za prva tri mjeseca od preoblikovanja procesa provođene su mjesečne revizije na temelju prvotno zadanih ciljeva, a intenzivan i sustavan nadzor i kontrola provođen je tijekom šest mjeseci od početka implementacije novog procesnog modela.

Završetkom faze implementacije, bilo je potrebno utvrditi efikasnost novog preoblikovanog procesa te ostvarenost postavljenih ciljeva. Kvaliteta i izvrsnost u upravljanju procesima (menadžmentu procesa) ne mogu se dosegnuti bez nadzorne kontrolne funkcije.[16] Kontrolni mehanizmi i alati koji su korišteni pri nadzoru i kontroli unaprjeđenja procesa bili su:

1. Vrijeme zastoja linije zbog repromaterijala

   Alat kojim se može koristiti je dnevna kontrola (engl. daily control), sa dodatkom 4M metode. Taj standard popunjava operater, a menadžment ga koristi radi stjecanja uvida u stabilnost procesa. U slučaju pogoršanja procesa, može se djelovati na vrijeme te se time onemogućava gomilanja ili dodatno pogoršanje u procesu. Ukoliko operater nije u stanju proizvoditi, bilježi to 4M metodom[17] i navodi razlog zbog kojeg linija nije proizvela zadani broj komada koji je definiran normom. Unutar promatranog razdoblja od 3 mjeseca od izvođenja projekta, nije se zabilježio zastoj linije zbog nedostatka ili nemogućnosti pronalaska materijala, te se time dobila potvrda o stabilnosti procesa.

2. Iskoristivost prostora zbog optimizacije polica na stelažama za skladištenja repromaterijala

   Svakih mjesec dana, izvršena je kontrola prostora, i mjereno je jesu li i dalje 60 m2 kojih se oslobodilo tokom procesnog projekta dostupno za instalaciju nove linije. Mjerenjem se to potvrdilo te je sukladno tome predstavljen novi tlocrt proizvodnje za instalaciju dodatne SMD linije.[18]

3. Vrijeme odlaganja i pronalaska repromaterijala

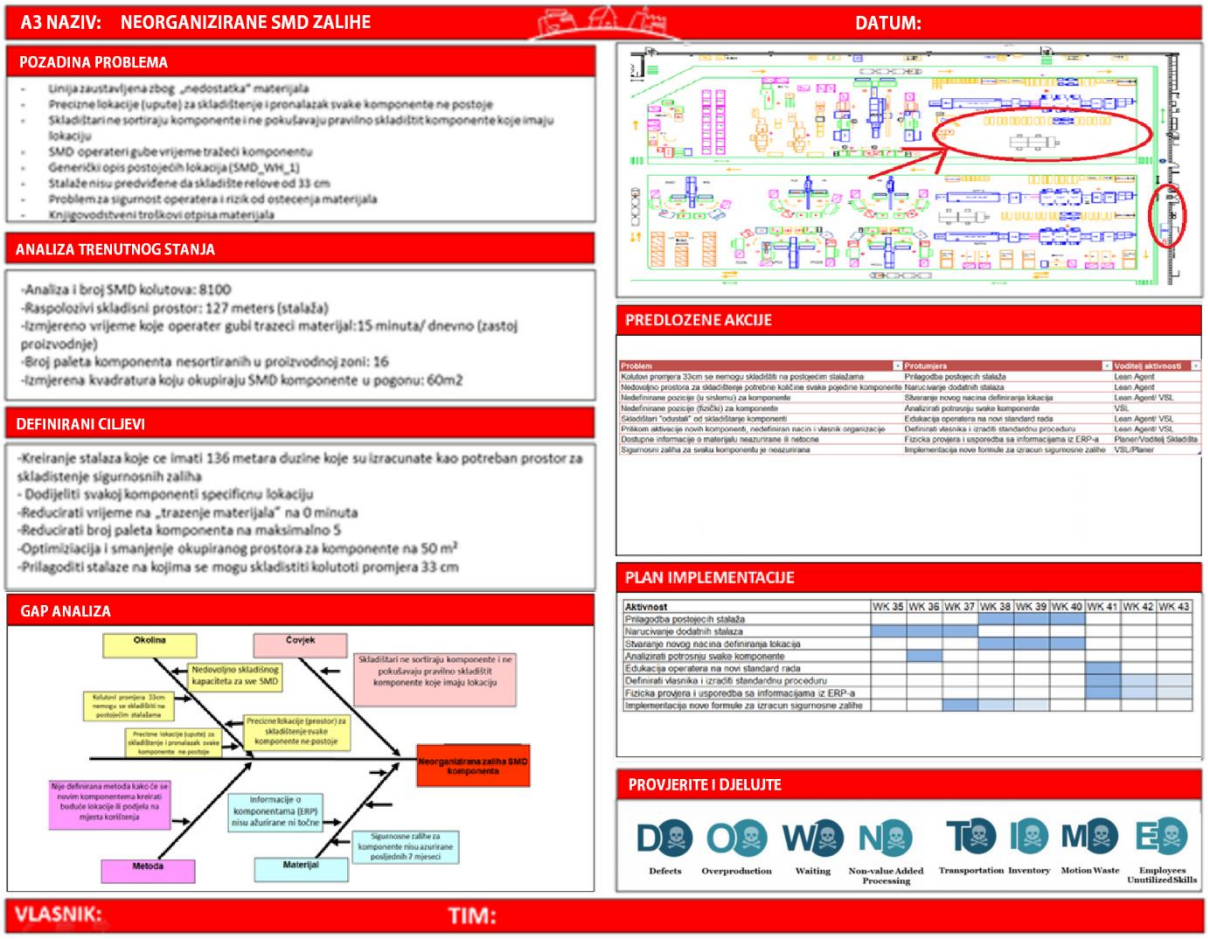
   Mjerenjem se dobila potvrda da skladišni operater više ne gubi vrijeme tražeći poziciju za odlaganje repromaterijala, te se također mjerenjem operatera SMD linije pokazalo da više ne traže potrebni repromaterijal. Kako bi se kratkoročno primijetile oscilacije procesa, svakodnevno su potrebni sastanci gdje voditelji linija i skladišta prijavljuju gubitke ili predstavljaju ideje poboljšanja. Također je promatrano stanje procesa tijekom tri mjeseca od trenutka implementacije novog načina skladištenja repromaterijala te je potvrđena stabilnost odnosno održivost novog procesa bez potrebe za dodatnim kontrolama. Tokom promatranog perioda od 3 mjeseca praćenja u linije nisu ni jednom doživjele zaustavljanje zbog repromaterijala.

Završetkom razdoblja praćenja (nadzora), upisani su posljednji podaci u A3 dokument, i cijeli procesni projekt opisan je na 1 komadu papira, koji se zatim arhivirao, zbog potencijalnih budućih potreba korištenja podataka i rezultata upravljanja repromaterijalima u procesu proizvodnje, te kao polazišna točka u slučaju pokretanja novih projekata. Izgled A3 dokumenta prikazan je slikom 8.

[16] Nadzor (engl. monitoring) odgovara na pitanje: „Što se sada događa u procesu?“, a kontrola uspoređuje aktualno sa prethodnim procesnim postignućima. Od proaktivnih mjera za procesno unaprjeđenje mogu se spomenuti metode: a) Pretpostavljanje (Što bi se moglo dogoditi?); b) Predviđanje (Što će se vjerojatno dogoditi?) i c) Propisivanje mjera (Što je potrebno poduzeti da se izbjegne neželjeno, a potakne željeno?).

[17] 4M = engl. akronim od Man; Machine, Material, Method - sumarni uzročni čimbenici koji su utjecali na zastoj procesa, a čine uzročno-posljedični dijagram (dijagram riblje kosti ili Ishikawa dijagram).

[18] SMD-linija je tehnološka kratica koja specificira visoku tehnologiju koja služi za proizvodnju tehničkih proizvoda.



Slika 8. A3 projekt unaprjeđenja upravljanja repromaterijalom prema A3 alatu
Izvor: rezultati istraživanja autora.

Provjerom ostvarenosti definiranih ciljeva (N=6-vidjeti u slici br. 8) s početka istraživanja utvrđeno je da su proizvodni učinci premašili očekivane vrijednosti. Mjerenje djelotvornosti novog procesnog modela u fazi implementacije intenzivno se provodilo u trajanju od 3 mjeseca, gdje je mjesečno izvršena kontrola svih 6 ciljeva, i opće stanja SMD skladišta. Budući da nakon 3 mjeseca nisu zamijećene nikakve indikacije da je novi proces nestabilan, ili da je potreban dodatni nadzor, kontrola ili dodatna aktivnost, nije bilo potrebe, da se ponovo pokreće ciklus procesnog menadžmenta niti PDCA ciklus, već se odlučilo zaključiti istraživanje, i popisati dobivene rezultate. Tako je završetkom implementacijske faze te uspostavom nadzora i kontrole procesa uspješno riješen treći istraživački problem te je potvrđena treća istraživačka hipoteza.

5 ZAKLJUČAK

Da bi proizvodna unaprjeđenja bila moguća ključno je kreirati dobru metodologiju za konkretna procesna unaprjeđenja. U ovom radu kreirana je metodologija za unaprjeđenje procesa upravljanja repromaterijalom u proizvodnom procesu tvornice koja proizvodi tehničke proizvoda visoke tehnologije za svjetsko tržište adaptacijom procesnog menadžmenta, lean proizvodnje i sukladnih lean alata.

Korištenjem faza procesnog menadžmenta identificirao se i modelirao postojeći proces upravljanja repromaterijalom. Zatim se analizirao postojeći proces upravljanja materijalom navođenjem prednosti i nedostataka postojećeg procesa, te se kreirao novi poboljšani proces. U svrhu toga korišten je A3 alat. Također je definiran i način nadzora i kontrole novog procesa upravljanja materijalom kako bi se dokazalo da je novi proces zaista bolji i efikasniji.

Kreirana metodologija i njena implementacija polučila je značajne rezultate. Iz perspektive operatera stvoreno je sigurno radno okruženje, sa organiziranim skladištem komponenti u kojem je

jednostavno raditi. Iz perspektive poboljšavanja metode rada s repromaterijalom svaka komponenta dobila je oznaku za skladištenje, i na svakoj polici osigurao se prostor za svaku komponentu, a postignuto je da se sortiranje i skladištenje materijala odvija bez zastoja. Također unaprijeđena je metoda skladištenja koja se sada definira po prostoru za ukupnu zalihu komponenti. Tokom kreiranja skladišta sve komponente se fizički pregledalo, te su nepotpune ili krive informacije korigirane u informacijskom sustavu. Zaustavljena je praksa gdje skladišni operateri odlažu komponente po podu ili paletama, te nakon unaprjeđenja skladištari imaju preciznu i valjanu informaciju gdje i kako trebaju skladištiti, pa je uz osiguran prostor za skladištenje, osigurana nesmetana aktivnost skladištenja. Povećan je kapacitet skladišta za N=20 dodatnih stelaža, te su napravljene preinake omogućile skladištenje kolutova komponenti od 43 cm promjera. Na proizvodne linije od preoblikovanja skladište, nije zabilježeno zaustavljanje zbog nedostatka materijala, te je time uštađeno 115 minuta kapaciteta proizvodne linije koje su linije dnevno provodile u zastojima.

Na ovakav sustavan način primijenjena su znanja procesnog menadžmenta u unaprjeđenju neophodnog procesa upravljanja repromaterijala čime se poboljšala proizvodna sposobnost u istraživanoj tvrtki, ali i postavilo metodološki okvir za optimalizaciju upravljanja repromaterijalima za sve proizvodne tvrtke visoke tehnologije. Ekspliciran je način provođenja procesnog projekta unaprjeđenja procesnom metodologijom sa svim fazama životnog ciklusa uz aplikaciju odabranih potpornih lean alata (uzročno-posljedični dijagram, A3). Tako je rješavan inače „teško rješiv“ problem suboptimalnosti upravljanja repromaterijalima, a ujedno je korjenito unaprjeđena proizvodnost otklonom uskih grla.

Ponuđena procesno-projektna metodologija za unaprjeđenje proizvodnje može biti primjenjiva u svim tvornicama visoke tehnologije koje se susreću s problemom optimizacije upravljanja repromaterijalom i problemom optimalizacije proizvodnog procesa. Empirijski su riješena sva tri postavljena istraživačka problema i potvrđene su sukladne hipoteze: a) u postojećem procesu upravljanja repromaterijalima tvornice otkrivene su značajne suboptimalnosti i njihovi uzročni čimbenici; b) proces je preoblikovan temeljem analize stanja i pomoću lean alata kako bi se povećala proizvodnost proizvodne linije; c) striktnim pridržavanjem procesa rada prema novom (preoblikovanom) procesnom modelu u fazi implementacije te nadzorom i kontrolom procesa pomoću indikatora postignuta je stabilnost procesa (tijekom tromjesečne faze implementacije).

Optimizacijom upravljanja repromaterijalom omogućuje se besprijekoran rad proizvodne linije bez uskih grla i zastoja. Empirijski istražen i u praksi potvrđen način procesnog unaprjeđenja na području suboptimalnog upravljanja repromaterijalima kojima se opslužuje proizvodna linija, putokaz je za sve visoko tehnološke proizvodne tvrtke koje se suočavaju s istim ili sličnim problemima optimalizacije proizvodne linije.

CITIRANA DJELA

Bartolić, F. (2021). *Unaprjeđenje poslovnih procesa uporabom lean alata.* Pula: Istarsko veleučilište-Universita Istriana di scienze applicate.

Buble, M. (2006). *Menadžment.* Split: Ekonomski fakultet Sveučilišta u Splitu.

Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H. A. (2013). *Fundamentals of Business Process Management.* Heidelberg - New York – Dordrecht – London: Springer Verlag. Dohvaćeno iz https://repository.dinus.ac.id/docs/ajar/Fundamentals_of_Business_Process_Management_1.pdf

Fabac, R. (2017). *Dizajniranje organizacije i upravljanje promjenama-projektni pristup.* Zagreb: Naklada Slap.

Nunes, A. (10. 04 2013). *An excellent explanation for Muda, Mura and Muri ...* Preuzeto 01. 09 2021 iz http://operationstechsys.blogspot.com: http://operationstechsys.blogspot.com/2013/04/an-excellent-explanation-for-muda-mura.html

Pastuović, N. (1999). *Edukologija: integralna znanost o sustavu cjeloživotnog obrazovanja i odgoja.* Zagreb: Znamen.

Szelagowski, M. (2018). Evolution of the BPM lifecycle. *Communication Papers of the Federated Conference on Computer Science and Information Systems, 17*, 205–211. doi:10.15439/2018F46

Vukšić-Bosilj, V., Hernaus, T., Kovačič, A. (2008). *Upravljanje poslovnim procesima.* Zagreb: Školska knjiga.

Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (2007 (1990)). *The Machine That Changed the World: How Lean Production Revolutionized the Global Car Wars (The Story of Lean Production-Toyota's Secret Weapon in the Global Car Wars that is Revolutionizing World Industry).* London-New York-Sydney-Toronto: Simon & Schuster.

Received for publication: 19.12.2021.
Revision received: 06.02.2022.
Accepted for publication: 05.04.2022.

Kako citirati ovaj rad? / How to cite this article?

*Style – **APA** Sixth Edition:*

Bogdanović, M., & Bartolić, F. (2022, 04 15). Unaprjeđenje procesa upravljanja repromaterijalom uporabom odabranih lean alata. (Z. Čekerevac, Ur.) *FBIM Transactions, 10*(1), 9-26. doi:10.12709/fbim.10.10.01.02

*Style – **Chicago** Sixteenth Edition:*

Bogdanović, Mario, i Filip Bartolić. „Unaprjeđenje procesa upravljanja repromaterijalom uporabom odabranih lean alata.“ Urednik Zoran Čekerevac. *FBIM Transactions* (MESTE) 10, br. 1 (04 2022): 9-26.

*Style – **GOST** Name Sort:*

Bogdanović Mario i Bartolić Filip Unaprjeđenje procesa upravljanja repromaterijalom uporabom odabranih lean alata [Časopis] // FBIM Transactions / ur. Čekerevac Zoran. - Beograd : MESTE, 15 04 2022. - 1 : T. 10. - str. 9-26.

*Style – **Harvard** Anglia:*

Bogdanović, M. & Bartolić, F., 2022. Unaprjeđenje procesa upravljanja repromaterijalom uporabom odabranih lean alata. *FBIM Transactions,* 15 04, 10(1), pp. 9-26.

Style – **ISO 690** Numerical Reference:

Unaprjeđenje procesa upravljanja repromaterijalom uporabom odabranih lean alata. **Bogdanović, Mario i Bartolić, Filip.** [ur.] Zoran Čekerevac. 1, Beograd : MESTE, 15 04 2022, FBIM Transactions, T. 10, str. 9-26.