

UNAPREĐENJE PROIZVODNOG SISTEMA „UKS SHOP“ PRIMENOM LEAN ALATA IMPROVEMENT OF THE PRODUCTION SYSTEM 'UKS SHOP' THROUGH THE APPLICATION OF LEAN TOOLS

Ana Roksandić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – INDUSTRIJSKO INŽENJERSTVO I INŽENJERSKI MENADŽMENT

Kratak sadržaj – *Ovaj rad istražuje teorijske osnove i praktičnu primenu LEAN metodologije u unapređenju efikasnosti proizvodnog sistema. Praktična primena unapređenja sprovedena je u proizvodnom sistemu „UKS Shop“, specijalizovanom za izradu proizvoda od drveta. Kroz analizu LEAN principa, alata i metoda, kao i kroz konkretne primere njihove primene u praksi, rad pruža uvid u koristi primene LEAN koncepta u proizvodnom sistemu, sa ciljem eliminacije gubitaka, poboljšanja kvaliteta proizvodnje i smanjenja troškova.*

Ključne reči: *LEAN, tok proizvodnje, proizvodni proces, proizvodni sistem, gubici, 5S, VSM, Kaizen, kontinuirano unapređenje, standardizacija*

Abstract – *This paper explores the theoretical foundations and practical application of the LEAN methodology in improving the efficiency of a production system. The practical implementation of improvements was carried out in the production system 'UKS Shop', specialized in manufacturing wooden products. Through the analysis of LEAN principles, tools, and methods, as well as through examples of their application in practice, the paper provides insight into the benefits of implementing the LEAN concept in the production system, aiming to eliminate waste, improve production quality, and reduce costs.*

Keywords: *LEAN, production flow, manufacturing process, production system, waste, 5S, VSM, Kaizen, continuous improvement, standardization*

1 UVOD

Tema ovog rada je upoznavanje sa LEAN metodologijom kao i primena njenih alata u cilju unapređenja proizvodnog sistema.

LEAN metodologija je pristup koji se primenjuje u kompanijama, pre svega u industriji, i koji teži ka tome da se eliminišu gubici i nepotrebne aktivnosti u cilju kontinuiranog poboljšanja efikasnosti, kvaliteta proizvoda ili usluga i smanjenja troškova. Prvi deo ovog rada je teorijski i njegov cilj je upoznavanje sa LEAN konceptom,

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji je mentor bio prof. dr Aleksandar Rikalović.

od istorije nastanka, preko principa, alata i metoda koje se primenjuju, dok drugi deo rada predstavlja praktičnu primenu ovih alata u konkretnom proizvodnom sistemu.

Cilj praktičnog dela ovog rada jeste da prikaže kako se primenom LEAN alata dolazi do poboljšanja proizvodnog procesa na primeru malog proizvodnog sistema, kompanije za proizvodnju proizvoda od drveta.

2 NASTANAK I DEFINICIJA LEAN-A

2.2 Kompanija Toyota - rađanje LEAN filozofije

Prekretnica za proizvodni sistem *Toyote* dogodila se početkom pedesetih godina dvadesetog veka, kada je generalni direktor *Eiji Toyoda* zajedno sa šefom pogona *Taiichi Ohno* otputovao u Ameriku sa namerom da poseti *Fordovu* fabriku *River Rouge* u Mičigenu.

Ohno je bio impresioniran posetom američkom supermarketu. Odlučio je da po ugledu na supermarket napravi model proizvodne linije *Toyote*, koristeći ideju da se proizvodi samo onoliko delova koliko je potrebno u određenom trenutku. Tako je nastao koncept *Just-in-time* proizvodnje, gde se u svakoj fazi proizvodi samo onoliko delova koliko je potrošeno u prethodnoj fazi [1].

U kombinaciji sa kulturom kontinuiranog inkrementalnog poboljšanja nazvanom *Kaizen*, *Toyota* je postala poznata po pravljenu pouzdanih i pristupačnih automobila.

Novi, unapređeni model proizvodne linije poznat je pod nazivom *Toyota Production System* smatra se rađanjem *LEAN* filozofije, jer obuhvata sve aspekte na jednom mestu, iako su neke metode već bile primenjivane, kao što je slučaj sa fabrikom *Ford*.

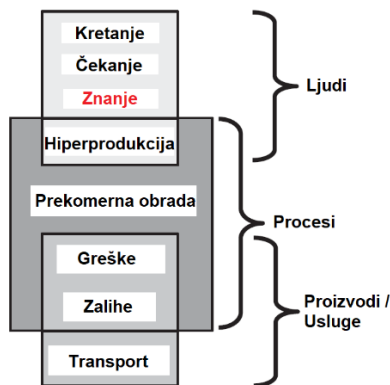
2.3 Uvođenje pojma LEAN proizvodnja

Pojam *LEAN* prvi put kao takav počinje da se pojavljuje u stručnoj literaturi devedesetih godina 20. veka. Ovaj pojam vezuje se za istraživanje na *MIT univerzitetu* (*Massachusetts Institute of Technology*) koje je sprovedeno u cilju predviđanja budućnosti automobilske industrije na globalnom nivou. Kao rezultat ovog velikog istraživanja nastala je knjiga *The Machine That Changed the World* [2]. Glavni autor ove knjige *James Womack* uvodi pojam *LEAN* direktno povezujući ga sa *TPS* (*Toyota Production System*) principima proizvodnje.

2.4 Identifikovanje i eliminacija otpada

Glavni fokus *TPS* je eliminacija otpada kako bi se smanjili troškovi. Najjednostavniji način za identifikovanje otpada jeste postavljanje pitanja da li

nešto stvara vrednost i ukoliko dodaje vrednost, možemo smatrati da nije otpad, a ukoliko ne dodaje smatramo ga otpadom. Naravno, u praksi identifikovanje otpada je mnogo složenija procedura, s obzirom na to da je jedan proizvodni sistem složena struktura. Zbog toga je izvršena kategorizacija gubitaka na sedam vrsta koje su grupisane prema tome na šta se odnose (ljudi, procesi i proizvodi/usluge), što je prikazano na slici 1 [6]. Znanje je dodato kao osmi vid gubitka, a odnosi se na pojavu kada znanje i umeće zaposlenih nisu u potpunosti iskorišćeni.



Slika 1: LEAN : 7+1 (8) gubitaka

3 METODE I ALATI LEAN KONCEPTA

3.1 5S metoda

5S metoda predstavlja sistematičan prilaz organizivanju i upravljanju kojim se odstranjuje otpad i oslobađa se gubitaka koji proizilaze iz neurednog radnog prostora. Osnovni cilj 5S metode je da stvori viši stepen kulture i efikasnosti na radnom mestu. Takođe 5S primenjujemo kako bismo ostvarili viši stepen bezbednosti, efikasnosti i napretka u jednom proizvodnom sistemu.

5S je proizašao iz pet japanskih reči koje počinju slovom S [3]:

- *Seiri* - Sortirati
- *Seiton* - Organizovati
- *Seiso* - Čistiti
- *Seiketsu* - Standardizovati
- *Shitsuke* - Održavati

Navedene reči opisuju kako organizovati radno mesto identifikacijom i uređenjem potrebnih predmeta, održavanjem radnog okruženja i svih pripadajućih elemenata, kao i načinom održavanja novog uređenja. Primena 5S metode izvodi se u pet koraka gde se u svakom primenjuje jedno od pet S.

3.2 Vizuelni menadžment

Vizuelni menadžment je alat koji je usko povezan sa 5S, odnosno on se primenjuje prilikom primene 5S metode.

Ovaj alat služi da stvori takvo radno okruženje da ono samo sebe objašnjava. To se postiže primenom mnoštva različitih vizuelnih tehnika koje služe da olakšaju radniku snalaženje u prostoru, snalaženje u procesu proizvodnje, upravljanju mašinama, korišćenjem alata i održavanju istog. Takođe, podrazumeva i oznake i bezbednosna uputstva za rukovanje i mere opreza prilikom korišćenja

mašina i alata čime se povećava ukupna bezbednost na radnom mestu.

3.3 Standardizovane radne procedure

Standardizovane radne procedure predstavljaju detaljni dokument i vizuelni sistem na osnovu kog radnici izvršavaju niz unapred definisanih aktivnosti, a njihovo uvođenje ima za cilj da se aktivnosti izvrše na najbolji mogući način i bez gubitaka.

Standardizovani rad baziran na *TPS (Toyota Production System)* na prvom nivou proizvodnje se sastoji od 3 osnovna elementa [4]:

- *Vreme takta i vreme ciklusa*: vreme takta predstavlja vreme koje je potrebno da se jedan proizvod završi od početka do kraja prema zahtevu kupca i dostavi kupcu, a vreme ciklusa je vreme koje je potrebno da se jedan proizvod proizvede i direktno zavisi od ograničenja procesa i operacija.
- *Sekvenca*: određivanje najboljeg redosleda aktivnosti ili koraka koji treba da se obave kako bi se proizveo proizvod, a da pri tom budu u skladu i sa rasporedom postrojenja, mašina, opreme itd. Raspored aktivnosti se kreira tako da svaki korak prati logički sled: prvo se izvršava aktivnost A, pa onda B, C itd.
- *Standardni rad u procesu - SWIP (Standard Work in Process)*: količina „stvari“ (materijal, delovi, informacija...) koja se nalazi u procesu proizvodnje mora biti tačno onolika koliko je potrebno, bez viška ili manjka.

3.4 Mapiranje toka stvaranja nove vrednosti

Mapiranje toka vrednosti (*Value-stream mapping - VSM*) predstavlja jedan od osnovnih alata *LEAN*-a koji na efikasan način prikazuje tok procesa, materijala i informacija od trenutka pristizanja porudžbine do isporuke gotovog proizvoda. Kao takav, *VSM* se smatra jednim od najboljih alata za identifikovanje gubitaka i razumevanje onoga šta se zaista dešava u proizvodnom procesu. Postoje dva tipa *VSM*-a: *VSM* trenutnog stanja i *VSM* budućeg stanja [6].

3.5 Kaizen

Kaizen je pojam koji je nastao spajanjem dve japanske reči: *kai* što znači promena i *zen* što znači dobro. Bukvalan prevod bio bi promena na bolje, ali pravi smisao jeste vršiti promene zarad boljitka [5].

U osnovi kontinuirani proces *Kaizen* aktivnosti je zasnovan na primeni *PDCA (Plan-Do-Check-Act)* ciklusa.

Pre svega potrebno je da se identifikuje oblast u kojoj je potrebno izvršiti poboljšanje, a zatim sledi:

- **Planiranje**: kreiranje plana za unapređenje;
- **Sprovođenje**: implementacija aktivnosti koje su isplanirane u prethodnoj fazi;
- **Provera**: vršenje revizije sprovedenih postupaka;
- **Delovanje**: donošenje odluka kako dalje delovati. Ukoliko su ciljevi ostvareni, proces se

smatra završenim, a ukoliko ne, radi se na ispravljanju grešaka i ciklus se dalje ponavlja sve dok se ne dođe do željenih rezultata.

4 PRIMENA LEAN ALATA U PROIZVODNOM SISTEMU „UKS SHOP”

4.1 Primena 5S metode u „UKS Shop”-u

4.1.1 Sortirati (1S - Seiri)

Svi predmeti koji su nepotrebni označeni su sa crvenim tagom i smešteni su na lokacije koje služe za njihovo odlaganje ili su uklonjeni.

4.1.2 Organizovati (2S - Seiton)

Drugi korak 5S metode je organizovanje alata, opreme i prostora tako da se maksimalno poveća njihova upotrebna vrednost, odnosno da se oni što efikasnije iskoriste.

Police za alat, boje, lakove i lepak su bile potpuno neorganizovane i prljave što je prikazano na slici 2.



Slika 2: 5S - Organizovanje (stanje pre) - Police

Zbog ograničenog vremena boravka u radionici, organizovanje policia nije moglo odmah biti realizovano. S toga je za vlasnika radionice pripremljen grafički prikaz, odnosno 3D model koji je urađen u programu *Sketchup* i koji predstavlja predlog za organizovanje i uređenje policia.



Slika 3: 5S - Organizovanje (stanje posle) - Police

4.1.3 Čistiti (3S - Seiso)

Uvedeno je novo pravilo, a to je da se svakog vikenda nakon završenog rada radni prostor čisti kako bi bio pripremljen za narednu proizvodnju.

4.1.4 Standardizovati (4S - Seiketsu)

Četvrti korak 5S metode podrazumeva standardizaciju. U slučaju preduzeća „UKS Shop”, predloženo je da se primene sledeće standardizacije:

- Standardizacija rada i
- Standardizacija održavanja radnog prostora

4.1.5 Održavati (5S - Shitsuke)

Još neki od načina na koje postizemo održavanje jesu:

- Periodična provera da li su prva četiri S u potpunosti primenjena;
- Prihvatanje 5S aktivnosti od strane zaposlenih kao deo svakodnevnog rada, a ne kao iznuđene aktivnosti;
- Vršenje redovne provere sprovođenja prva tri S;

4.2 Standardizovane radne procedure u „UKS Shop”-u

U „UKS Shop”-u su standardizovane sledeće procedure:

- Procedura rukovanja CNC mašinom
- Procedura rukovanja električnom šmirglom
- Procedura rukovanja glodalicom za obaranje ivica
- Procedura montiranja ploče na CNC mašinu
- Procedura za praćenje poručivanja i prijem materijala

Određivanje takta proizvodnje

Takt proizvodnje takođe spada u standardizovanu radnu proceduru jer omogućava organizaciju posla i planiranje aktivnosti u skladu sa zahtevima tržišta.

Utvrđivanje broja osoblja

Određivanje broja radnika takođe je svrstano u standardizovani radni postupak. Ukoliko dođe do promene parametara koji utiču na takt proizvodnje, potrebno je da se utvrdi da li je trenutni broj radnika dovoljan.

4.3 Mapiranje toka stvaranja nove vrednosti u „UKS Shop”-u

4.3.1 Odabir proizvoda predstavnika

Prvi korak je odabir proizvoda predstavnika. S obzirom na to da se u „UKS Shop”-u proizvode različiti proizvodi i da svaki od njih proizvodi na drugačiji način, prvi korak jeste da se odabere proizvod predstavnik, odnosno proizvod čiji će se proces proizvodnje dalje analizirati i usavršavati. Odabrani proizvod predstavnik je drvena kutija za nakit.

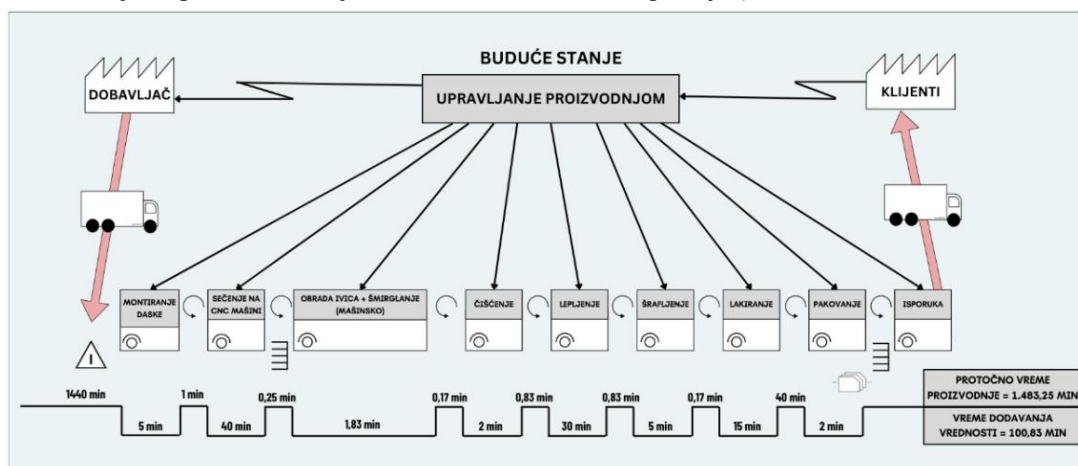
4.3.2 Kreiranje mape trenutnog stanja

Na osnovu aktivnosti trenutnog stanja toka materijala i procesa proizvodnje proizvoda predstavnika prikazanim u kreirana je mapa toka stvaranja nove vrednosti trenutnog stanja.

4.3.3 Kreiranje mape budućeg stanja

Nakon primene *LEAN* alata na trenutno stanje, kreirano je buduće stanje toka proizvodnje. Na osnovu aktivnosti budućeg stanja toka materijala i procesa proizvodnje

proizvoda, kreirana je mapa toka stvaranja nove vrednosti budućeg stanja (slika 4)



Slika 4: VSM budućeg stanja

4.3.4 Poređenje trenutnog i unapređenog (budućeg) stanja

Tabela 1: Rezultat razlike u vremenu između trenutnog i budućeg stanja

TRENUTNO - BUDUĆE	
Opis	Vreme [min]
Vreme dodavanja vrednosti (ušteta)	21,58
Protočno vreme proizvodnje (ušteta)	4,00
UKUPNO (ušteta)	25,58

Primenom *LEAN* alata je u budućem stanju proizvodnog sistema uštedeno 25,58 minuta, od kojih je 21,58 minuta uštedeno u vremenu koje dodaje vrednost i 4 minuta u protočnom vremenu proizvodnje.

4.4 Primena Kaizen-a u „UKS Shop”-u

Na primeru „UKS Shop”-a prepoznamo primenu *Kaizen*-a u tome da su se sve promene uvele postepeno i da su se mašine postepeno zamenjivale novijim i automatizovanim modelima. Takođe, vlasnik je taj koji uviđa nedostatke i koji daje predloge za unapređenje. Iako preduzeće opslužuje samo jedan čovek, on je fokusiran na kontinualno poboljšanje i spreman je da istraži nove mogućnosti i poslušava predloge stručnjaka.

Jedan od primera primene *Kaizen*-a jeste da je vlasnik uočio da je lakiranje jedna od operacija koja troši najviše vremena, ali ne zato što ono samo po sebi dugo traje, već zato što lakovi koje trenutno koristi zahtevaju duži period sušenja. S toga je on istražio lakove za drvo koji se trenutno nude na tržištu i nabavio je novi brzосуšeći premaz koji je ubrzao proces sušenja i obezbedio dugotrajniju zaštitu drveta.

5 ZAKLJUČAK

Ovo istraživanje naglašava značaj kontinuiranog unapređenja proizvodnog procesa i angažmana zaposlenih u postizanju tog unapređenja.

U preduzeću „UKS Shop” primenom *LEAN* alata poput *5S* metode, standardizacije radnih postupaka i mapiranja toka stvaranja novih vrednosti postignuta su unapređenja u organizaciji radnog prostora, *Lead time* je smanjen za 25,58 minuta i poboljšana je kvaliteta proizvodnje.

Spremnost radnika za uvođenjem novih tehnika u cilju kontinuiranog poboljšanja posebno je vidljiva nakon upoznavanja sa *LEAN* filozofijom i *Kaizen*-om.

Rezultati ovog rada mogu poslužiti kao inspiracija drugim preduzećima u sličnim industrijama i podstaći ih da primene *LEAN* principe i postignu slična poboljšanja.

6 LITERATURA

- [1] Hoelt S. (2010), *Stories from My Sensei: Two Decades of Lessons Learned Implementing Toyota-Style Systems*, Productivity Press, Sjedinjene Američke Države
- [2] Womack J., Jones D., Roos D. (1990), *The Machine That Changed the World, slobodna štampa*, Sjedinjene Američke Države
- [3] Visco, D. (2016), *5S Made Easy: A Step-by-Step Guide to Implementing and Sustaining Your 5S Program*, CRS Press, Taylor & Francis Group, Sjedinjene Američke Države
- [4] Shook, J. (2022), *How Standardized Work Integrates People with Process*, The Lean Enterprise Institute, Inc, Sjedinjene Američke Države
- [5] Rikalović A., Bajić B. (2022), *Slajdovi sa predavanja i vežbi iz predmeta Proizvodne strategije na master studijama inženjerskog menadžmenta*, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu
- [6] Earley J. (2016), *The Lean Book of Lean: A Concise Guide to Lean Management for Life and Business*, Wiley, Velika Britanija

Kratka biografija:



Ana Roksandić je rođena u Šapcu 1994. godine. Osnovne studije na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, smer Računarstvo i automatika, završila je 2017. godine. Na istom fakultetu, 2022. godine upisuje master studije na studijskom programu Inženjerski menadžment, usmerenje Projektni menadžment, koje završava 2024. godine.
Kontakt: roksandic.ana@gmail.com