



PRIMENA POKA-YOKE UREĐAJA U INDUSTRIJI NAMEŠTAJA

APPLICATION OF THE POKA-JOKE DEVICES IN THE FURNITURE INDUSTRY

Dajana Matijević Jekić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – INDUSTRIJSKO INŽENJERSTVO

Kratak sadržaj – Značajne mere preduzete u pogledu poslovanja svoj fokus usmeravaju ka kontinualnom unapređenju kako konkretnih proizvodnih procesa, tako i poslovanja preduzeća u celini. Upravo na takvim osnovama preteča efektivnog poslovanja u okvirima turbulentnih odnosa tržišta temelji se na implementaciji Lean prilaza. Ovaj rad demonstrira primenu Poka-Yoke uređaja u industriji nameštaja, čija su rešenja detaljno objašnjena i uvedena u proces proizvodnje posmatranog preduzeća..

Ključne reči: Proizvodni sistemi, Lean, industrija nameštaja

Abstract – The significant measures taken in terms of operations direct their focus towards the continuous improvement of both specific production processes and the operation of the company as a whole. It is precisely on such foundations that the forerunner of effective business in the framework of turbulent market relations is based on the implementation of the Lean approach. This paper demonstrates the application of the Poka-Yoke devices in the furniture industry, the solutions of which are explained in detail and introduced into the production process of the observed company.

Keywords: Production systems, Lean, Furniture Industry

1. UVOD

Sve kompleksnije promene koje zahvataju poslovnu sferu današnjice predstavljaju stalnu kategoriju čija se učestalost i u budućem periodu može očekivati. Novi okviri ponašanja ljudi, pa samim tim i kompleksnije potrebe koje oni ističu ispoljavaju se u sve većoj tražnji za određenim proizvodima kako po pitanju količine, tako i po pitanju raznovrsnosti. Upravo takva potreba za sve dinamičnijim tempom zadovoljenja potreba potencijalnih kupaca navela je mnoga preduzeća da preduzmu značajne mere kako bi svoja poslovanja uskladila sa aktuelnim trendovima današnjice.

Lean koncept proizvodnje ima za cilj da identifikuje i eliminiše gubitake u proizvodnom procesu i generalno u svim procesima u preduzeću, kako bi se postigla maksimizirana brzina i fleksibilnost procesa sa ciljem da se proizvod dostavi u pravo vreme, proizvede sa što manjom potrošnjom resursa, proizvede kvalitetnije od konkurentskog proizvoda, proizvede brže i jeftinije od konkurentskog, uz umanjene što je moguće više gubitaka u procesu proizvodnje [1].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada, čiji mentor je bio prof. dr Nemanja Sremčev.

Proizvodni sistemi predstavljaju skup tehnoloških sistema i informacionih i energetskih struktura uređen na način koji obezbeđuje izvođenje procesa rada - skupa informacija u tokovima sistema [2]. U savremenom svetu sa sve većim brojem uslužnih i digitalnih sistema, proizvodni sistemi i dalje imaju veliki značaj kako na doprinos razvoja društva tako i na stabilnost društva.

Lean prilaz/proizvodnja/menadžment ili popularnije nazvan samo Lean predstavlja najbolju proizvodnu strategiju/filozofiju današnjice Lean menadžment je vrhunac višedecenijskog kontinuiranog usavršavanja u oblasti industrijskog inženjerstva i menadžmenta [3].

2. LEAN ISTORIJA I OSNOVE

Nastanak Lean filozofije je najviše vezan za razvoj Toyota-inog proizvodnog sistema odnosno Just in Time (JIT) sistema sa kraja 1940-ih godina, međutim prema nekim istorijskim izvorima pojedini elementi Lean filozofije datiraju mnogo ranije, elementi kao upotreba formalnih instrukcija za posao 50 godina pre Hrista, montažne linije sa zamenljivim delovima iz AD 1440 u Arsenalu Venecije, i upotreba raspodele rada i radnika od strane kineskog cara Jao još 2300 godina pre Hrista [4].

Iako je veliki broj ljudi doprineo razvoju Lean-a do onoga što je danas jedan čovek se izdvaja, to je Taiichi Ohno. Ohno je čovek koji je odgovoran za veliki napredak koji je Toyota napravila nakon II svetskog rata, on je takođe i postavio osnove Lean filozofije. Kako se Lean filozofija fokusira na stvaranje vrednosti i eliminisanje gubitaka Ohno je identifikovao tri tipa gubitaka [5]:

1. **MUDA** znači rasipanje, beskorisnost i uzaludnost, što je u suprotnosti sa dodavanjem vrednosti.
2. **MURA** znači neravnomernost, neujednačenost i nedoslednost. MURA je razlog postojanja bilo kog od sedam gubitaka MUDA.
3. **MURI** znači preopterećenost, izvan svoje moći, preteranost. MURI može da bude rezultat mure i u nekim slučajevima bude uzrokovan preteranim uklanjanjem MUDA (otpada) iz procesa.

Svi tipovi gubitaka ne doprinose i otežavaju stvaranje vrednosti, samim tim definisani su i principi putem kojih se bori protiv tipova gubitaka njihovom identifikacijom i eliminacijom [5]:

1. **Vrednost (Value)** - Vrednost prema Lean-u se može definisati samo krajnji kupac. A svrshodno je samo kada se izražava u smislu određenog proizvoda (dobra ili usluge, a često i jednog i drugog odjednom) koji zadovoljava potrebe kupca po određenoj ceni u određeno vreme.

- Tok vrednosti (Value stream)**- Tok vrednosti je skup svih specifičnih radnji potrebnih za provođenje određenog proizvoda
- Tok (Flow)** - Jednom kada je vrednost precizno navedena, tok vrednosti za određeni proizvod koji je u potpunosti mapiran od strane poslovnog preduzeća, i očigledni koraci koji prouzrokuju gubitke eliminisani, vreme je za sledeći korak tok, odnosno kontinuirani tok tako da vrednost teče kroz sve korake procesa bez gubitaka.
- Povlačenje proizvodnje (Pull)** – dobra ili usluge treba proizvoditi samo kada za njima postoji potreba odnosno kada kupac zahteva određenu vrednost.
- Savršenstvo (Perfection)** - Kako organizacije počinju precizno da navode vrednost, identifikuju ceo tok vrednosti, prave korake za kreiranje vrednosti za određene proizvode neprekidno i puštaju kupce da izvlače vrednost iz preduzeća, počinju ne samo da se smanjuje napor, vreme, prostor, troškovi i greške dok nude proizvod koji je sve bliže onome što kupac zapravo želi, već se kontinualno traže i otkrivaju novi načini kako da se proces stvaranja vrednosti učini još savršenijim.

3. KOMPANIJA W

Privatna kompanija „W“ osnovana je 2012.godine. Delatnost ove kompanije je proizvodnja nameštaja za kuhinje, dnevne sobe, spavaće sobe, kupatila i poslovni prostor. Salon nameštaja „W” nalazi se u Novom Sadu. Proizvodnja nameštaja obuhvata proizvodnju nameštaja i srodnih proizvoda od svih materijala osim od kamena, betona i keramike.

Postupci izrade nameštaja jesu standardizovani postupci obrade materijala i sklapanja komponenti, uključujući sečenje, oblikovanje, izlivanje u kalupe i laminiranje. Estetika i funkcionalnost predstavljaju značajan deo proizvodnog procesa.

Specifičnost oblika tradicionalnog stila izrade nameštaja zahteva pažljivu obradu krivolinijskih detalja pri oblikovanju, pripremi i pri samoj završnoj obradi. Detalji nameštaja modernog enterijera traže visoku preciznost krojenja i pripreme za završnu obradu u cilju postizanja urednih i besprekornih spojeva i površina prilikom montaže nameštaja.

3.1 Proizvodni program

U okviru proizvodnog programa salona nameštaja „W” nalaze se sledeće kategorije:

- Izrada nameštaja za kupatila;
- Izrada nameštaja za kuhinje;
- Izrada nameštaja za dnevne sobe;
- Izrada nameštaja za spavaće sobe;
- Izrada nameštaja za poslovni prostor.

Orman je proizvod koji se izrađuje u stolarskoj radionici. Pored primene u kućnim uslovima imaju primenu i u kancelarijskim uslovima (za odlaganje dokumenata). U kućnim uslovima služi za skladištenje garderobe.

Mogu imati različit raspored pregrada i fioka (koje može da definiše korisnik za koga izrađujemo orman). Takođe,

po potrebi (u zavisnosti od želja korisnika) mogu se menjati dimenzije ormara (širina, visina, dužina). Boja kao i spoljni dizajn ormara mogu se menjati po potrebi i želji korisnika. Vreme trajanja svake od operacija je dato u tabeli 1.

Tabela 1. Vremena trajanja operacija rada

Naziv operacije:	t _{io}	t _{ip}	t _{id}	t _{ii}
Obaranje ivica bočnih strana	0,137	1,86	0,4	2,397
Oblikovanje ivice donje stranice	0,12	1,14	0,253	1,515
Rezanje zadnje ploče	0,086	1,46	0,309	1,542
Spajanje desne stranice sa donjom pločom	0,21	2,46	2,08	4,75
Spajanje leve stranice sa donjom pločom	0,21	4,15	0,594	4,95
Spajanje desne stranice sa gornjom pločom	0,88	1,952	1,06	3,892
Spajanje leve stranice sa gornjom pločom	0,48	2,586	0,826	3,892
Postavljanje zadnje ploče	0,186	0,98	0,2323	1,3992
Postavljanje srednje pregrade	0,34	4,45	0,958	5,748
Σ(min):				30,09

4. PRIMENJENI LEAN ALATI

Za izradu rešenja problema i ubrzanje procesa proizvodnje nameštaja korišćen je Poka-Yoke alat, kojim postupkom je razvijeno dva uređaja za sprečavanje grešaka i ubrzanje procesa izrade.

Poka-Yoke - Tokom proizvodnje radnici će se suočiti sa nizom interaktivnih poslova, pogotovo kod proizvodnje veće količine proizvoda koji im mogu skrenuti pažnju, a kada im skrene pažnja javiće se greške koje mogu dovesti do defektnih proizvoda, alat koji je namenjen za sprečavanje nastanka ovih grešaka ili svođenje njih na minimum jeste Poka-Yoke.

Shigeo Shingo je predstavio koncept poka-jama dok je bio industrijski inženjer u Toyota Motor Corporation. Početni naziv metode je bio Baka-Yoke, što znači „Izbegavanje Budale“, ovaj termin je bio pogrđan za radnike pa se stoga naziv promenio u Poka-Yoke. Poka-Yoke je japanska reč koja znači „Izbegavanje Greške“. Napravljen je od dve reči Greška (Poka) i Izbegavanje (Yokeru) i njegova svrha je da eliminiše nedostatke proizvoda sprečavanjem, ispravljanjem ili skretanjem pažnje na ljudske greške dok se javljaju [6], na taj način sprečava da greške ili defekti nastave dalje u procesu i na kraju dođu do kupca.

Procesi treba da budu napravljeni tako da operateri ne treba puno da razmišljaju o operacijama koje obavljaju, treba da budu laki za izvođenje i tako napravljeni da obezbeđuju u kontinuitetu stabilnu proizvodnju i sa stanovništva kvaliteta i sa stanovništva efikasnosti, kako

bi se takvi procesi napravili postoje određena pravila Poka-Yoke koja treba da se primene [7]:

- Poka-Yoke treba da bude ugrađen u proces, a ne dodatni posao;
- Treba da imaju efikasan dizajn sa stanovništva troškova;
- Treba da nuda jednostavnog dizajna – da ne komplikuju proces;
- Da kontrolišu realni problem – treba se koristiti tamo gde postoji rizik;
- Ne smeju usporavati operatera, niti stvarati rizik po zdravlje i sigurnost radnika.

Kaizen - Kaizen je filozofija koja je označava proces stalnog ili kontinualnog postepenog unapređenja standardnog načina rada [8], koji se primenjuje na nivou celog preduzeća i u kojem učestvuju svi zaposleni, gde se svi u sistemu podstiču da predlažu moguća unapređenja načina rada.

Kaizen je primenjen tako što je prikazan problem nepotrebnih pokreta radnika i grešaka u kvalitetu proizvoda koji je rešen tako što su eliminisani nepotrebnii pokreti promenom pozicije alata i ugrađivanjem Poka-Yoke uređaja za sprečavanje greške.

5. RAZVIJENA POKA-YOKE REŠENJA

Malim i kontinualnim unapređenjima na dugoročnom nivou postiže se velike uštede i velika poboljšanja u svim procesima u preduzeću.

U svakoj kompaniji, pa i onoj najbolje organizovanoj postoje mogućnosti za unapređenje. Time se bavi Kaizen. On predstavlja postepeno i kontinuirano unapređenje načina i organizacije rada, kvaliteta proizvoda i usluga, procesa, korporativne kulture, ljudskih resursa, odnosa sa kupcima i dobavljačima i svega što se tiče poslovanja jedne kompanije. Time se utiče ne samo na unutrašnje faktore, nego i na spoljne.

Jedan od glavnih predmeta rada koji su od prodavanijih proizvoda u preduzeću jeste viseći element. Ovaj viseći element prikazan je u prethodnoj tački u smislu operacija koje se obavljaju i pokazan je na slici 1.



Slika 1. Proizvod viseći element

5.1 Ugaoni alat za bočne stranice

Problem jeste u tome, da kada se spajaju stanice, uzima se lenjir i meri se gde treba da se izbuši rupa za zavrtnj koji će se postaviti kao element spoja dva dela. Prvi alat koji će se uvesti jeste ugaoni alat (Slika 2).



Slika 2. Ugaoni alat

Ugaoni alat se koristi kako bi se fiksirao položaj gde treba da radnik prvo izbuši rupu, pa posle da i zavrtnj zavrtnj. Otvori rupa su u prečniku 3 cm i obezbeđuju da burgija može nesmetano da prođe kroz nju. Razmak između rupa je 15cm i kako se sa obe strane može koristiti alat, to omogućava da se na svakih 15cm zavrtnu dva elementa, što na ovom radnom elementu znači da će 3 zavrtnja biti uvrnuta na svakom spoju i time i zagantovati kvalitet spoja, a i uz upotrebu alata smanjiti vreme trajanja operacije (sl. 3).



Slika 3. Obeležavanje ugaonim alatom

5.2 Alat za srednju ploču

Alat bi služio da smanji ukupno vreme trajanja operacije spajanja srednje ploče bi imao još veći uticaj na smanjenje ukupnog vremena. Alat je takođe izrađen od drveta kao i prethoni alat i sastoji se iz dva elementa: ploče i držača (Slika 4). Alat ima u sklopu svoje drške udubljenje i to udubljenje se pozicionira u ploču kako bi se fiksiralo, te se namesti tako što se pribije uz spoljnu ploču



Slika 4. Alat za srednju ploču

U tabeli 2 prikazuju se trajanja vremena i efekti uvođenja novog alata u proces proizvodnje visećih elemenata. Sa ovim se vidi da je sada ukupno vreme skraćeno na $\Sigma t_{ii} = 22,122$. Ovo znači da se sada na svaka $22,122 / 4 = 5,53$ minuta može očekivati da će novi proizvod izaći iz pogona, što obezbeđuje neometanu proizvodnju u proizvodnom sistemu. Empirijski je pokazano da efekat većeg kapaciteta rada bio neophodan.

Tabela 2. Vremena trajanja operacija rada nakon oba unapređenja

Naziv operacije:	t_{io}	t_{ip}	t_{id}	t_{ii}
Obaranje ivica bočnih strana	0,137	1,86	0,4	2,397
Oblikovanje ivice donje stranice	0,12	1,14	0,253	1,515
Rezanje zadnje ploče	0,086	1,46	0,309	1,542
Spajanje desne stranice sa donjom pločom				3,15
Spajanje leve stranice sa donjom pločom				3,35
Spajanje desne stranice sa gornjom pločom				2,390
Spajanje leve stranice sa gornjom pločom				2,525
Postavljanje zadnje ploče	0,186	0,98	0,2323	1,3992
Postavljanje srednje pregrade				3,85
$\Sigma(\text{min}):$				22,122

6. ZAKLJUČAK

Potrebno je naglasiti da je LEAN koncept kontinuiran proces i da se cela filozofija preduzeća mora prilagoditi konstantnom unapređenju procesa i eliminisanju gubitaka da bi poboljšanja koja su uvedena imala dugoročan efekat. Dakle, neophodno je da svi radnici u „W“ prihvate ovaj pristup i da učestvuju u procesu unapređenja dajući svoja mišljenja i ideje. Samo na ovaj način će preduzeće obezbediti kontinuiran rast i razvoj. Iz konkretnog primera primene Poka-Yoke alata u ovom radu zaključuje se da vremena pojedinih operacija mogu da se značajno smanje, što znači da se uz implementaciju ovog rešenja može odgovoriti na nove zahteve tržišta uz minimalna novčana ulaganja, a radnicima će se značajno olakšati posao.

Na ovom primeru videli smo da se implementacijom malih unapređenja (u ovom slučaju Poka-Yoke uređaja) mogu postići odgovarajući rezultati, što je i suština Lean. Potrebno je skratiti sve gubitke vremena gde god je to moguće, olakšati rad i sve održavati čisto i organizovano kako bi se imao bolji pregled rada i kako bi sve moglo da se isprati od prve do poslednje operacije (pa čak i ako se načine neke greške ili dođe do određenih otkaza brzo i efikasno može da se reaguje).

7. LITERATURA

- [1] J. Womack and D. Jones, Lean thinking. London: Free Press, 2003. pp. 15-90, 349.
- [2] D. Zelenović „PROJEKTOVANJE PROIZVODNIH SISTEMA“, Fakultet Organizacionih Nauka, 2021.
- [3] C. Protzman et al., „Brief History of Lean“, The Lean Practitioner’s Field Book, pp. 2-1-2-36, 2018. Dostupno: 10.4324/9781315373843-3 [Pristupljeno 18 Avgust 2021].
- [4] Iuga, Maria & Kifor, Claudiu. (2013). *Lean manufacturing: The when, the where, the who*. Land Forces Academy Review. 18. 404-410.
- [5] J. Womack, D. Jones and D. Roos, Machine that changed the world, the. New York: Simon & Schuster, 1990, pp. 48-71.
- [6] M. Dudek-Burlikowska and D. Szewieczek, „The Poka-Yoke method as an improving quality tool of operations in the process“, Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, vol. 36, no. 1, pp. 95-102, 2009
- [7] J. Tisbury, Your 60 Minute Lean Business - Jidoka, 1st ed. 2014, pp. 7-15.
- [8] J. Chen, J. Dugger and B. Hammer, „A Kaizen Based Approach for Cellular Manufacturing System Design: A Case Study“, *The Journal of Technology Studies*, vol. 27, no. 2, 2001. Dostupno: 10.21061/jots.v27i2.a.3 [Pristupljeno 8 Septembra 2021].

Kratka biografija:



Dajana Matijević Jekić rođena je u Vinkovcima 1984. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Industrijskog inženjerstva – Primena Poka-Yoke uređaja u industriji nameštaja, odbranila je 2023.god. Kontakt: dajana.matijevic.j@gmail.com