



Society of Production  
Engineering

# SPMS 2018

## 37. Savetovanje Proizvodnog mašinstva Srbije

# ICPE-S 2018

37<sup>th</sup> International Conference on Production  
Engineering of Serbia



Faculty of Engineering  
University of Kragujevac

Kragujevac, Serbia, 25 – 26. October 2018

## LEAN PROIZVODNJA - POLAZ ZA USPEŠNU PRIMENU

Saša RANĐELOVIĆ<sup>1\*</sup>, Aleksandar ĐORĐEVIĆ<sup>2</sup>, Milan ERIĆ<sup>3</sup>, Slobodan MITROVIĆ<sup>3</sup>, Miladin STEFANOVIĆ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Hexagon Manufacturing Intelligence Office Srbija, sasa.randjelovic@hexagon.com;

<sup>2</sup>Visoka tehnička škola strukovnih studija, Srbija, adjordjevic@kg.ac.rs

<sup>3</sup>Fakultet inženjerskih nauka, Srbija, ericmkg.ac.rs, boban@kg.ac.rs, miladin@kg.ac.rs,

**Apstrakt:** U periodu posle 1990. godine širom sveta je primetna tranzicija sa sistema serijske ili masovne proizvodnje na integrisane proizvodne sisteme. Shvatajući potencijal integrisanih proizvodnih sistema kod kojih se ostvaruju smanjeni troškovi izbegavanjem otpada mnoga preduzeća slede primer Toyota-e i pokušavaju da poboljšaju performanse svojih proizvodnih sistema primenjivanjem koncepata i metoda Lean proizvodnje. Koncept Lean proizvodnje nudi strategiju kojom se eliminiše otpad, postiže visoki kvalitet procesa i proizvoda i smanjuje vreme koje je potrebno da se novi proizvod nađe na tržištu. Ovakav koncept je uspešno primenjen kod velikih preduzeća dok se mala i srednja preduzeća susreću sa problemima kada pokušavaju da implementiraju koncepte i metode Lean proizvodnje. To je prouzrokovano različitim efektima Lean metoda na proizvodnju u zavisnosti od uslova u proizvodnji koji se odnose na različitost proizvoda i njihove količine, varijacije procesa, vremena trajanja procesa itd. S obzirom da u Srbiji gotovo da ne postoji preduzeće koje koristi prednosti koncepta Lean proizvodnje ovaj rad predstavlja kratki pregled istorijata nastanka Lean proizvodnje, njenih osnovnih ciljeva i principa i tehnika i alata koji se pri tome koriste kao i pregled najznačajnije literature koja se bavi ovom tematikom.

**Ključne reči:** Lean proizvodnja, otpad, VSM, JIT, kanban, 5S, Poka-Yoke, TQM, TPM

### 1. UVOD

Lean proizvodnja je proizvodni sistem, odnosno filozofija, koji je originalno razvila Toyota pod nazivom Toyota Production System (TPS), danas takav sistem prilagođen svojim potrebama i promenjenog imena (n.pr. Delphi Manufacturing System) koriste mnogi proizvođači širom sveta. Lean je proizvodna praksa kojom se smatra da je trošenje resursa za postizanje bilo kojeg cilja, osim dodavanja vrednosti proizvodu namenjenom kupcu, rasipničko i samim tim takvi procesi postaju meta eliminacije. Posmatrano iz perspektive potrošača, koji koristi proizvod ili uslugu, vrednost se definiše kao bilo koja akcija ili

proces koji potrošač želi da plati. Lean proizvodnja je varijacija na temu efikasnosti baziranoj na optimizaciji toka procesa, ona predstavlja današnji primer teme kojoj je u ljudskoj istoriji posvećeno veoma mnogo vremena a odnosi se na povećanje efikasnosti, smanjenje otpada i korišćenje empirijskih metoda za donošenje odluka o tome šta treba činiti sa stvarima. Kao takva ona je samo poglavlje u širem kontekstu koji uključuje ideje kao što su narodne mudrosti o štedljivosti, studije vremena, studije pokreta i njihove efikasnosti, Taylor-izam i Ford-izam. Lean proizvodnja se često smatra preciznijom verzijom predhodnih radova poznatih lidera,

kao što su Taylor i Ford, s tim što su u obzir uzete i greške koje su oni napravili.

Principi Lean proizvodnje dolaze iz Japanske proizvodne industrije, termin Lean je prvi upotrebio John Krafcik 1988. godine u radu „Triumph of the Lean Production System“ (1). Pre nego što je došao na MIT Krafcik je bio inženjer kontrole u Toyota California a svoja istraživanja je nastavio u International Motor Vehicle Program (IMVP) na MIT-u. James Womack, Daniel Jones i Daniel Roos su na osnovu rada u IMVP objavili knjigu koja je postala svetski bestseller „The Machine That Changed the World“ (2). Potpuni pregled rada IMVP kao i način na koji je skovan termin Lean je dao Holweg 2007. godine (3). Po ovim autorima Lean proizvodnja je set alata (mapiranje toka vrednosti, 5S, Kanban, poka-yoke) koji pomažu u identifikaciji i eliminaciji otpada (muda), čijom se eliminacijom smanjuju troškovi proizvodnje i vreme izrade a pri tome se povećava kvalitet.

Postoji i drugi pristup, koji je promovisala Toyota, u kome se fokusira na poboljšanje toka rada (glatki protok), eliminišući neujednačenost (mura) u sistemu a ne samo na težnju ka eliminisanju otpada.

Razlika između ova dva pristupa je samo u načinu eliminaciji otpada. Primenom kontinualnog protoka se eliminiše otpad sam po sebi ali se zadržavaju problemi kvaliteta koji su već postojali. Prednost ovakvog pristupa je u tome što se dobija šira perspektiva sistema dok kod fokusiranja na otklanjanje otpada ponekad dolazi do pogrešnih pretpostavki perspektive sistema. Oba pristupa se mogu posmatrati kao niz labavo povezanih konkurentnih principa koji imaju isti cilj a to je redukcija troškova eliminacijom otpada. U ove principe spadaju pull procesing, perfect first-time quality, minimiziranje otpada, kontinualna poboljšanja, fleksibilnost, stvaranje i održavanje veza sa dobavljačima, autonomation, uravnotežavanje opterećenja i toka proizvodnje i vizuelna kontrola. Drugi pristup je pragmatičan, s obzirom da je nastao 1948 godine, i rezultat je

kontinualnih poboljšanja u okviru Toyota proizvodnih pogona.

Lean proizvodnja je revolucija proizvodnog procesa. Bitno je naglasiti da ona ne predstavlja fino podešene postojeće proizvodne procese već je potpuno novi koncept. Konceptualno se razlikuje od tradicionalnih proizvodnih procesa, n.pr. tradicionalni proizvodni proces je zasnovan na inventaru dok se u novom konceptu postavlja pitanje uloge inventara i definiše ga kao otpad sam po sebi i u isto vreme reflektuje nesavršenosti koje sistem ima. Princip na kome funkcioniše ovakav koncept je veoma jednostavan. Na primer, ovakav koncept identifikuje činjenicu da potrošač neće plaćati greške već samo vrednost proizvoda ili usluge koju dobija. Menja se način kojim ljudi gledaju na proizvodne procese, naterao je ljude da na vrednost robe ili usluge gledaju sa tačke gledišta kupca a ne sa interne tačke gledišta proizvođača.

## 2. DEFINICIJA OTPADA

Kao što je već pomenuto u konceptu Lean proizvodnje otpadom se smatra sve što ne dodaje vrednost konačnom proizvodu (4). Originalno u Toyota Taiichi Ohno i Dr Sheigo Shingo su identifikovali tri vrste otpada: muda (japanska reč koja označava rasipničku aktivnost), muri (nerazumnost) i mura (neujednačenost). Primena Lean koncepta u mnogim preduzećima se uglavnom svodi na eliminaciju prve vrste otpada koja obuhvata 7 različitih otpada, eliminacijom bar jednog od njih se utiče i na druge otpade a samim tim i na ceo sistem:

Transport. Nepotrebno kretanje radnog komada za vreme proizvodnog procesa. Transport ne dodaje nikakvu vrednost konačnom proizvodu, nepotrebni transportom se može oštetiti radni komad, povećati trajanje celokupnog procesa. Samim postojanjem potrebe za transportom pojavljuju se i troškovi koji se tiču samog transporta a odnose se na održavanje inventara koji se koristi za transport, gorivo itd. Ovaj otpad se može eliminisati redizajnom celokupnog radnog prostora i odgovarajućim rasporedom mašina u njemu.

Inventar. Posedovanje prekomernog inventara je rasipničko zato što mašine koje nisu

iskorišćene ne daju nikakvu vrednost konačnom proizvodu a pored toga to su uglavnom investicije koje zahtevaju veće količine novca. Ovo se ne odnosi samo na mašine već i na gomilanje zaliha između operacija ili zaliha neprodatog konačnog proizvoda. Sa ovim u vezi postoji engleski termin Work in Progress (WIP) , koji takođe spada u ovu kategoriju otpada, i on je direktno povezan sa prekomernom proizvodnjom i čekanjem. WIP je „ogledalo“ otpada koji postoje u sistemu. Svrstan je u otpad iz više razloga, on blokira novac u formi nedovršenih proizvoda, smanjuje fleksibilnost celog sistema i skriva moguća odstupanja od propisanog kvaliteta.

Kretanje. Prekomerno kretanje koje ljudi ili oprema izvode kako bi se obavila neka operacija. Ovaj otpad se često previdi. Prilikom obavljanja određenog posla ljudi ponavljaju svoje pokrete, premeštaju radni komad sa jednog mesta na drugo, savijaju se kako bi ga dohvatili ili se mašine premešta iz jednog u drugi radni položaj. Ukoliko se uradi studija vremena potrebnog za svaku operaciju na svakom radnom mestu primetiće se da je procenat nepotrebnih pokreta veoma visok. Razlog za prekomerno kretanje nekada su banalne stvari kao što su osvetljenje, neergonomske stolice, nepravilan rasporeda alata, odnosno neprimereno organizovano radno mesto. Ovakvo radno mesto dovodi do brzog zamora ljudi i mogućnosti povreda na radnom mestu. Kako bi se smanjila ova vrsta otpada preporučuje se detaljna studija svakog radnog mesta i nakon toga njihova reorganizacija kako bi efikasnost svakog radnog mesta ponaosob postala veća. Ponekad se uvođenjem jednostavnih promena, kao što je na primer uvođenje ergonomskih stolica sa točkovima, mogu postići velike uštede u vremenu potrebnom za obavljanje pojedinih operacija.

Čekanje. Čekanje na sledeći korak u proizvodnji. Studije su pokazale da kod serijske proizvodnje 90% vremena dobra čekaju da budu procesirana, što znači da kada ne bi bilo čekanja proizvod bi mogao da se završi za samo jednu desetinu vremena koje se troši za proizvodnju. Pomenuto je već da se kao posledica čekanja pojavljuje WIP.

Prekomerna proizvodnja. Ova vrsta otpada se u konvencijalnom razmišljanju ne smatra otpadom ali ukoliko postoji proizvod koji se ne može prodati onda on definitivno predstavlja otpad. Proizvodnjom proizvoda ukoliko za njih na tržištu ne postoji tražnja se gomilaju troškovi. Posmatrano sa šire tačke gledišta prekomerna proizvodnja je isto kao i proizvodnja proizvoda ili usluge pre nego što se za njima pojavi potreba. Lean konceptom, kao što je već rečeno, se prednost daje pull proizvodnji, što znači da čim se proizvod završi on će odmah biti isporučen i prodat na tržištu. Prekomernom proizvodnjom se remeti ta relacija pa je onda potrebno da se na tržištu stvori veštačka tražnja za tim proizvodom korišćenjem različitih marketinških metoda, što stvara nove troškove. Posmatrano u užem smislu, prekomerna proizvodnja može značiti i proizvodnju dela proizvoda koji trenutno nije tražen na montažnoj traci ili u procesu posle njega. U oba slučaja je potrebno negde skladištiti prekomerno proizvedene delove ili ceo proizvod što opet uvećava troškove.

Prekomerno procesiranje. To je posledica korišćenja neadekvatnih alata ili grešaka prilikom koncipiranja proizvoda zbog nejasnih potreba potrošača. Ovakav otpad se može smanjiti korišćenjem adekvatnog alata za odgovarajuću operaciju, to ne znači da se trebaju koristiti skupi i komplikovani alati. Toyota je ovakav otpad smanjila uvođenjem automatizacije pojedinih radnih mesta a ne celih proizvodnih linija. Iskustva iz Toyota pokazuju da se prilikom automatizovanja pojedinih operacija najbolji rezultati postižu ako se prilikom uvođenja novih automatizovanih mašina vrše konsultacije sa radnicima koji su predhodno obavljali poslove koji se sada automatizuju.

Defekti. Ovaj otpad obuhvata sve aktivnosti koje su povezane sa otkrivanjem i otklanjanjem defekata koji nastaju u proizvodnji. Ukoliko se pojave defektni proizvodi onda je repromaterijal, vreme i trud koji su uloženi u njegovu izradu otpad. Najgora varijanta je da defektni proizvod dođe na tržište, na taj način se ne baca samo repromaterijal, vreme i trud već i imidž preduzeća može biti narušen. Rešenje za otklanjanje ovakvog otpada može biti nabavka kvalitetnog repromaterijala, edukacija ljudskih

resursa, i najbitnije dizajniranje celog procesa proizvodnje tako da je proizvodnja moguća samo na jedan ispravan način.

Kasnije su ovoj listi otpada dodati i drugi otpadi kao proizvodnja proizvoda koji ne zadovoljava potrebe potrošača (5) ili neiskorišćenost ljudskih resursa itd., kompletna lista starih (originalnih 7 otpada) i novih otpada se može naći na drugom mestu (6).

### 3. OSNOVNI CILJEVI I PRINCIPI LEAN PROIZVODNJE

Osnovni ciljevi Lean proizvodnje se razlikuju u zavisnosti od autora. Po nekim autorima cilj je uvećanja profita organizacije (4, 7, 8) dok je po drugim cilj postići poboljšanja koja će se ticati kupaca (5, 9, 10). Najčešće pominjani ciljevi su: poboljšanje kvaliteta, kako bi preduzeće bilo kompetentno na tržištu mora razumeti želje potrošača i da na osnovu toga isplanira proizvodni proces koji će ispuniti njihova očekivanja; eliminacija otpada, otpadom se smatra svaka aktivnost koja troši vreme, resurse ili prostor preduzeća a ne dodaje vrednost proizvodu ili usluzi; skraćanje vremena, skraćanje vremena svih aktivnosti u proizvodnom procesu je najefektivniji način za smanjenje troškova i eliminaciju otpada; smanjenje ukupnih troškova, kako bi se smanjili ukupni troškovi preduzeće mora proizvoditi tačno onoliko kolika je potreba kupaca, na taj način se izbegava skladištenje.

Strateški elementi Lean proizvodnje mogu biti veoma kompleksni i oni obuhvataju više elemenata, identifikovana su četiri različita pojma (11):

1. Lean kao stanje ili cilj (*Being Lean*)
2. Lean kao kontinualni proces promena (*Become Lean*)
3. Lean kao set alata i metoda (*Doing Lean/Toolbox Lean*)
4. Lean kao filozofija (*Lean Thinking*).

Lean proizvodnja funkcioniše na jednostavnom principu i bazirana je na sagledavanju ukupne slike o celom preduzeću. Po ovom principu preduzeće se posmatra kao jedna celina a ne kao skup zasebnih entiteta (konstrukcija, proizvodnja, nabavka...). Čak se i

optimizacija u pojedinim odeljenjima u Lean konceptu posmatra kao pretnja za celu organizaciju. Osnovni princip Lean proizvodnje je kontinualna proizvodnja na osnovu potražnje tržišta. Suština koncepta je kontinualno poboljšanje proizvoda i proizvodnje kao i eliminisanje aktivnosti koje ne dodaju vrednost proizvodu. Benefiti ovakvog koncepta su skraćanje vremena celog ciklusa proizvodnje, smanjenje inventara, povećanje produktivnosti i povećanje korišćenja kapitalne opreme preduzeća (11).

Kada se sagleda ukupna slika celog preduzeća potrebno je proučiti sve probleme, njihovi uzroke i pronaći rešenja za njih. Kada se otkrije uzrok i pronađe rešenje potrebno je primeniti ga i pratiti kako se to reflektuje na konačni ishod. Na ovaj način se problemi stalno otkrivaju i rešavaju što dovodi do cikličnih kontinualnih poboljšanja. Ovo je ciklični koncept Lean proizvodnje (*Kaizen*). Ovim konceptom se smatra da su sve aktivnosti međusobno povezane i da se poboljšanjem na jednom mestu u sistemu utiče na poboljšanje celog sistema.

### 4. TEHNIKE I ALATI LEAN PROIZVODNJE

U osnovi tehnika Lean proizvodnje se sastoji od 4 koraka: identifikovanje činjenice da postoje otpadi koji se trebaju otkloniti, analiza otpada i pronalaženje uzroka njihovog postojanja, pronalaženje rešenja za eliminisanje uzroka postojanja otpada i primena rešenja.

Kada se završe ova 4 koraka kreće se ponovo iz početka. U svakom od pomenutih koraka se koriste mnogi alati koji mogu pomoći postizanju ciljeva postavljenih u bilo kom koraku. U daljem tekstu će biti opisani pojedini najčešće korišćeni alati u Lean proizvodnji.

Mapiranje toga vrednosti (*Value Stream Mapping - VSM*) je vizuelni alat koji se koristi za vizuelizaciju i eliminaciju otpada u Lean proizvodnji. Međutim on se može koristiti i u drugim funkcijama organizacije, ne samo u proizvodnji, kao što su snabdevanje, lanac snabdevanja itd. Ovim alatom se mapiraju svi procesi i aktivnosti koje se izvode kako bi se određeni proizvod ili usluga materijalizovali. Mapiraju se svi procesi i aktivnosti od

narudžbine određenog proizvoda ili usluge do njihove prodaje na tržištu. Kada se izvrši mapiranje svih aktivnosti onda se one mogu podeliti u dve celine (12) na aktivnosti koje dodaju vrednost proizvodu i aktivnosti koje ne dodaju vrednost proizvodu. Nakon toga se aktivnosti koje ne dodaju vrednost konačnom proizvodu mogu podeliti na aktivnosti koje se mogu izbeći i na aktivnosti koje se ne mogu izbeći. Ovako mapirane aktivnosti predstavljaju trenutno stanje. Sledeći korak je postavljanje ciljeva odnosno određivanje vizije budućeg stanja. U finalnom koraku je potrebno napraviti novu mapu toka vrednosti u kojoj će se naći samo aktivnosti koje dodaju vrednost proizvodu i aktivnosti koje ne dodaju vrednost proizvodu a ne mogu se izbeći.

JIT (*Just in Time*) je kičma Lean proizvodnje. Inicijalno, JIT razvijen u Toyota, je bio namenjen unapređenju same proizvodnje zbog čega se i danas često koristi termin JIT proizvodnja. Međutim, JIT se sastoji od tri glavna dela (13): JIT nabavka, JIT proizvodnja i JIT distribucija. Cilj JIT nabavke je da se sav neophodan repromaterijal naručuje onda kada je to potrebno proizvodnji. Nabavka se vrši u manjim kontinualnim serijama što omogućuje kontinualni tok proizvodnje i istovremeno se smanjuju troškovi skladištenja i mogućnost degradacije repromaterijala u njima. Cilj JIT proizvodnje je proizvodnja samo kada je ona potrebna t.j. samo kada je naručena od kupaca. Ovo se odnosi i na procese u samoj fabrici, radni komadi se obrađuju samo kada su povučeni sa operacijom koja sledi posle. Posledica ovakve proizvodnje je smanjenje zaliha, smanjenje WIP-a i skraćanje vremena izrade, samim tim se povećava fleksibilnost cele organizacije. Cilj JIT distribucije je da se finalni proizvod ili usluga distribuira potrošačima kontinualno u malim količinama. Da bi se ovo postiglo potrebno je uspostaviti dobar sistem upravljanja transportnim sredstvima. Na ovaj način se izbegava skladištenje gotovih proizvoda a samim tim se smanjuju i troškovi koji su u vezi sa tim.

Jedna od fundamentalnih razlika ovakvog koncepta proizvodnje u odnosu na druge je rad u radnim ćelijama a ne na pokretnoj traci. Radna ćelija se najčešće organizuje u obliku latiničnog

slova U. U jednoj radnoj ćeliji je 3-12 radnika u zavisnosti od složenosti posla koji se obavlja u njoj i postoji onoliko radnih ćelija koliko je potrebno da bi se ceo proizvod doveo do svog konačnog oblika. Radnici u ovakvim ćelijama su najčešće sposobni da obavljaju više različitih poslova u skladu sa potrebama. Najveća prednost ovakve organizacije je manja potreba za transportom između radnih stanica kao i manje pokreta potrebnih da se realizuje određena operacija. Na ovaj način se značajno smanjuje prekomerana proizvodnja i povećava se fleksibilnost prilikom prelaska sa proizvodnje jedne vrste proizvoda na drugu.

Kanban je jedan od najpopularnijih alata Lean proizvodnje. Kanban se fokusira na smanjenje prekomerne proizvodnje i predstavlja veoma jednostavan i efektivni koncept. Postoje dva tipa kanbana: povratni Kanban i proizvodni Kanban. Povratni Kanban predstavlja potrebe procesa u odnosu na proces koji je pre njega. Sa druge strane proizvodni Kanban specifikuje količinu proizvoda koji se trebaju proizvesti u sledećem proizvodnom koraku od dobara koje se proizvode u predhodnom koraku. Kanban je najčešće u obliku kartica koje sadrže detalje o proizvodu, kvantitet i lokaciju skladištenja određenog proizvoda. Mnoge kompanije su razvile elektronske sisteme za Kanban (14, 15), odnosno E-Kanban sisteme, kojima se eliminišu moguće greške prilikom unosa podataka na kartice kao i mogućnost gubljenja kartica.

Najčešće korišćeni alat za standardizaciju u Lean proizvodnji je koncept 5S. Ovu metodologiju organizacije radnog okruženja je razvio Hiroyuki Hirano (16), i predstavlja strukturu programa poboljšanja. Identifikovao je 5 jasno uočljivih koraka koji se nadovezuju jedan na drugog: *Seiri* (sortiranje), *Seiton* (ispravljanje, dovođenje u red), *Seiso* (sistematsko čišćenje), *Seiketsu* (standardizacija) i *Shitsuke* (održivost). U praksi se pokazalo da je za uspeh sprovođenja 5S u organizaciji potrebno da svi shvate zbog čega se on koristi i šta su očekivani ciljevi (17).

Poka-yoke je alat koji pomaže operaterima na mašinama da izbegnu greške u proizvodnji. Cilj ovog alata je eliminisanje defekata prevencijom, njihovo eliminisanje i motrenje na moguće ljudske greške. *Shigeo Shingo* je prepoznao tri

tipova poka-yoka za detektovanje i sprečavanje pojave grešaka u proizvodnji (18): metoda kontakta (identifikuju se defekti testiranjem oblika, veličine, boje ili drugih fizičkih atributa), metoda konstantnog broja (Fixed Value Method) (upozorava operatera ukoliko nije napravljen određeni broj pokreta), sekventna metoda (Motion step/Sequent Method) (određuje da li se prate propisani koraci u procesu). Greške u proizvodnom sistemu su neizbežne ali pravilnom upotrebom poka-yoka greške se mogu brzo otkriti i otkloniti što će rezultovati smanjenjem troškova koji su nastajali kao posledica grešaka (19).

Proizvodni sistem u konceptu Lean proizvodnje funkcioniše u ritmu koji postavljaju potrošači. Ovaj ritam je poznat kao vreme trajanja ciklusa (Takt Time odnosno Cycle Time). Vreme trajanja ciklusa se računa za bilo koju aktivnost u poslovnom okruženju a najčešće za proizvodne aktivnosti kod kojih se proizvod kreće duž proizvodne linije.

TQM je integrativna filozofija kojom se teži kontinualnom unapređivanju kvaliteta proizvodnih procesa i proizvoda (20). Funkcioniše na principu da kvalitet proizvodnih procesa i proizvoda zavisi od svakog ko je uključen u proizvodnju i potrošnju ponuđenog proizvoda. U šest empirijskih studija (21) je identifikovano 9 TQM praksi: razvoj proizvoda u timovima koji će obuhvatati predstavnike svih funkcija u jednoj organizaciji, upravljanje procesom, upravljanje lancem snabdevanja, uzimanje u obzir potrošačkih potreba, informacije i povratne informacije, liderstvo, strateško planiranje, obuka odnosno edukacija u svim funkcijama organizacije i uključivanje zaposlenih u procese donošenja odluka. Lean proizvodnja zavisi od kontinualnog toka vrednosti pa se svaki prekid u radu smatra otpadom. Najčešće do prekida rada dolazi zbog kvarova na mašinama i zbog toga je funkcija održavanja u preduzeću koji koristi ovakav koncept proizvodnje veoma značajna. Ukoliko dođe do prekida rada na jednoj mašini to može da prouzrokuje prestanak rada cele proizvodne linije a s obzirom da u ovakvom konceptu proizvodnje ne postoji WIP to znači da vreme koje je izgubljeno zbog prekida rada predstavlja

otpad. Alat kojim se obezbeđuje kontinualan tok rada proizvodne linije je TPM.

SMED (Single Minute Exchange of Die) alatom se obezbeđuje brza i efikasna konverzija proizvodnih procesa. Fraza „single minute“ na znači da se zamena alata vrši za jedan minut već da to treba trajati manje od 10 minuta. Alat je razvio Shigeo Shingo (22), tokom 50-ih i 60-ih godina 20-og veka, konsultujući se sa organizacijama koje su proizvodile automobile, uključujući i Toyota, kod kojih je dolazilo do prekida toka rada zbog potrebe da se na pojedinim mestima u proizvodnom sistemu vrše zamene komplikovanih alata. Prepoznato je 8 tehnika koje se trebaju razmotriti prilikom implementacije SMED-a: odvajanje internih i eksternih operacija podešavanja, konverzija internih operacija podešavanja u eksterne, standardizacija funkcije, korišćenje funkcionalnih stega, korišćenje funkcionalnih otvora za pričvršćivanje alata, usvajanje paralelnih operacija, eliminisanje podešavanja i mehanizacija.

## 5. ZAKLJUČAK

Lean proizvodnja je koncept i njegova implementacija u industriji se treba pažljivo analizirati i segmentisati u niz konkretnih faza i akcija. Sa tim u vezi su identifikovani koraci koji se trebaju slediti kako bi se došlo do idealnog Lean proizvodnog sistema (23). Lean proizvodnja, kao potpuno novi koncept razmišljanja, se pokazala u praksi kao veoma uspešna pa su principi kontinualnog usavršavanja proizvodnog sistema i neprekidnog traženja načina za potpunu eliminaciju otpada iz jedne organizacije pronašli svoju primenu u mnogim drugim oblastima. U najmanju ruku koncept redukcije, odnosno potpune eliminacije otpada, bi trebao biti prihvaćen u svakoj organizacionoj celini.

Ovaj rad je podržan projektom TR-35021 i III-44010, koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

## LITERATURA

- [1] Krafcik, John F. (1988); „Triumph of the Lean Production System“, Sloan Management Review 30

- [2] Womack, J. P, Jones, D. T. & Daniel Roos (1990); „The Machine That Changed the World“
- [3] Holweg, Mathias (2007); „The Genealogy of Lean Production“, Journal of Operations Management 25
- [4] Ohno, T, (1988); „Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production“, Portland: Productivity Press
- [5] Womack, J. P. & Jones, D. T. (2003): „Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation“, New York Free Press
- [6] Bicheno, J. & Holweg, M. (2009): „The Lean Toolbox“, PICSIE Books
- [7] Feld, W.M. (2001); „Lean Manufacturing: Tools, Techniques and How to Use Them“, Boca Raton: St, Lucie Press
- [8] Liker J.K. (2004); „The Toyota Way: 14 Management Principles From the World’s Greatest Manufacturer“, New York: McGraw Hill
- [9] Dennis, P. (2002); „Lean Production Simplified: A Plain Language Guide to the World’s Most Powerfull Production System“, New York: Productivity Press
- [10] Bicheno, J. (2004): „The New Lean Toolbox: Towards Fast, Flexible Flow“, Buckingham: PICSIE Books
- [11] Petersen, J. (2009): „Defining Lean Production: Some Conceptual and Practical Issues“, The TQM Journal 21
- [12] Rother, Mike (2009): „Toyota kata“, McGraw Hill
- [13] Hirano, Hiroyuki & Makota, Furuya (2006): „JIT is Flow: Practice and Principles of Lean Manufacturing“, PCS Press Inc.
- [14] Vernyi, Bruce & Vinus, Tonya (2005): „Easing into E-Kanban“, IndustryWeek, Retrieved April 12 2008
- [15] Drickhamer, David (2005): „The Kanban E-olution“, Material Handling Management
- [16] Hirano, Hiroyuki (1996): „5 Pillars of the Visual Workspace“, Productivity Press
- [17] Eaton, Mark & Carpenter, Keith: „5S for Everyone“, UK Institute of Operations Management
- [18] Shingo, Shigeo (2009): „Poka Yoke or Mistake Proofing“, The Quality Portal
- [19] Shingo, Shigeo (2009): „Pokayoke“, The Manufacturing Advisory Service in the South West (MAS-SW)
- [20] Ahire, S. L. (1997): „Management Science - Total Quality Management Interfaces: An Integrative Framework“, Interfaces 27
- [21] Cua, K. O., McKone, K. E. & Shroeder, R. G. (2001): „Relationships Between Implementation of TQM, JIT and TPM and Manufacturing Performance“, Journal of Operations Management 28
- [22] Shingo, Shigeo (1985): „A Revolution in Manufacturing: The SMED System“, Productivity Press
- [23] Akin O. Akinlawon, Managing Director, Manufacturing Solutions/Industrial Automation Group, Comdisco Inc.: „Thinking of Lean Manufacturing Systems“

## LEAN PRODUCTION – AN ENTRANCE FOR SUCCESSFUL APPLICATION

**Abstract:** *In the period after 1990, the transition from the serial or mass production system to an integrated production systems is noticeable throughout the world. Recognizing the potential of integrated production systems where with the waste avoidance reduced costs occur, many companies follow the example of Toyota and try to improve the performance of their production systems by applying the concepts and methods of Lean production. The Lean Manufacturing concept offers a strategy that eliminates waste, achieves high quality processes and products, and reduces the time it takes for the new product to make to the market. Such a concept has been successfully applied within large enterprises, while small and medium enterprises are faced with problems when trying to implement concepts and methods of Lean production. This is due to the different effects of the Lean production method, depending on the production conditions that relate to the product's diversity and their quantity, process variations, process time, etc. Considering that there is almost no company in Serbia that uses the advantages of the Lean production concept, this paper presents a brief overview of the history of the Lean production, its basic goals and principles and the techniques and tools used, as well as the overview of the most important literature dealing with this topic.*

**Keywords:** *Lean production, waste, VSM, JIT, kanban, 5S, Poka-Yoke, TQM, TPM*