

PRINCIPI LEAN KONCEPTA U PROIZVODNIM PROCESIMA

PRINCIPLES OF THE LEAN CONCEPT IN PRODUCTION PROCESSES

Dejana Brujić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – *Lean proizvodnja predstavlja jedan kompletan sistem upravljanja preduzećem sa ciljem da se eliminišu gubici. Primenom lean alata koji su sastavni deo Lean koncepta omogućuje se da preduzeće poveća produktivnost, obezbedi visok kvalitet proizvoda i snizi cene svojih proizvoda.*

Ključne reči: *Lean principi, Lean instrumenti, proizvodni proces*

Abstract – Lean production is a complete system of enterprise management with the aim of eliminating losses. By applying the lean concept, it enables the company to increase productivity, ensure high product quality and lower the prices of its products.

Keywords: *lean principles, lean instruments, production processes*

1. UVOD

Današnji visokokonkurentni i nepredvidivi uslovi poslovanja uneli su značajne novine na svetskom tržištu, namećući svim učesnicima novu poslovnu filozofiju “kupac u fokusu”. Današnji kupci su postali povlašćeni jer proizvodnja i broj proizvođača prevazilaze broj kupaca. Kupci su postali zahtevniji po pitanju boja, oblika i brzine dobijanja željenog proizvoda.

Kako bi ostali konkurenti na tržištu i ostvarili profit, proizvođači moraju da oslušuju potrebe kupaca. Iz tih razloga kao i zbog povećanog unapređenja tehnologije, proizvođači moraju da projektuju proizvodne sisteme koji su sposobni da u najkraćem roku odgovore na zahteve kupca. Pri tome je neophodno da troškovi proizvodnje budu svedeni na minimum, proizvod treba da bude jeftin a kvalitet treba maksimalno da zadovolji potrebe kupca.

Lean sistem proizvodnje omogućuje da se postigne maksimalan kvalitet proizvodnih procesa, identifikovanjem i eliminisanjem nepotrebnih i rasipničkih aktivnosti pri čemu se pažnja usmerava isključivo na ono što stvara vrednost sa stanovišta kupca.

Sa razvojem Lean-a razvijao se i veliki broj alata i metoda, čija je osnovna funkcija da pomognu pri projektovanju proizvodnih sistema zasnovanih na Lean konceptu kao i da ukažu na manjkavost postojećih sistema.

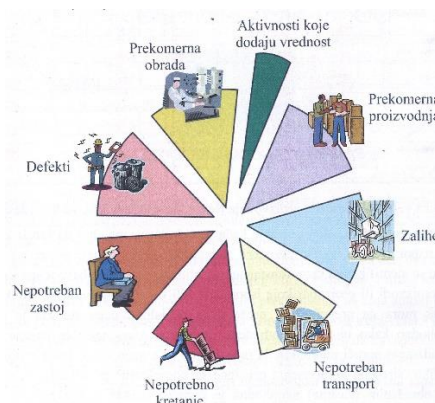
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Igor Peško.

2. ISTORIJA LEAN FILOZOFIJE

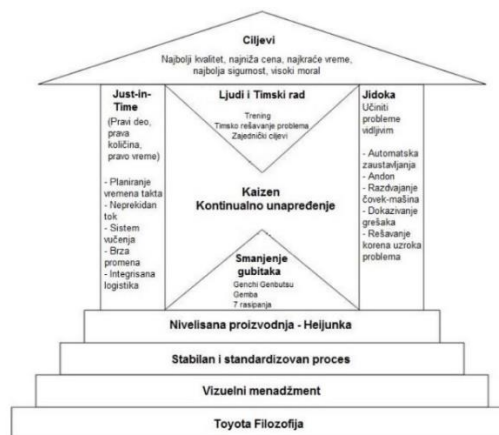
Lean filozofija je Tojotin proizvodni sistem (eng. Toyota Production System - TPS) koji je nastao početkom 50-tih godina prošlog veka i nastavio je da se razvija do danas. Osnova TPS-a je eliminacija nepotrebnih troškova i njihovo sveukupno smanjenje a osnovni cilj je apsolutna eliminacija gubitaka. Taiichi Ohno je definisao sedam tipova gubitaka u TPS-u koji mogu nastati u različitim fazama nastanka proizvoda. To su:

1. Prekomerna proizvodnja (eng. Over production)
2. Nepotreban transport (eng. Unnecessary transportation)
3. Nepotreban zastoje - čekanje (eng. Waste)
4. Prekomerna obrada (eng. Over processing)
5. Zalihe (eng. Overstock)
6. Nepotrebno kretanje (eng. Unnecessary motion)
7. Defekti (eng. Defects) [1]



Slika 1. Sedam Lean gubitaka [1]

Rezultat Lean filozofije je stvaranje fleksibilnih preduzeća koji su u stanju da odgovore na zahteve kupca bez stvaranja zastoja u proizvodnji.

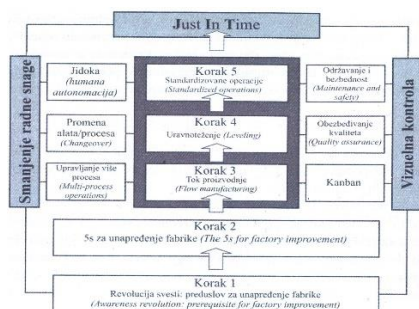


Slika 2. Metode i tehnike Lean koncepta – *Lean kuća* [3]

Dva osnovna stuba TPS koncepta čine: Just in Time (JIT) i Jidoka.

2.1. Just In Time proizvodnja

JIT proizvodnja obezbeđuje da se za proizvodni proces obezbedi tačno određena količina materijala, u tačno određeno vreme. Kako bi se sproveo JIT proizvodni sistem neophodno je da se uvedu sledeća unapređenja: tok proizvodnje, upravljanje više procesa, kanban, smanjenje radne snage, vizuelna kontrola, utavnoteženje, izmena, obezbeđivanje kvaliteta, standardizovanje operacija, inteligentna autonomacija, održavanje i bezbednost.



Slika 3. Koraci pri uspostavljanju JIT proizvodnje [1]

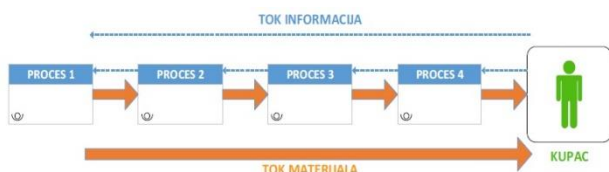
Samo ukoliko se sprovedu svi koraci JIT proizvodnje, preduzeće može u potpunosti uspostaviti JIT proizvodnju. Isto tako od ključnog značaja za pravilnu implementaciju je kompletno angazovanje svih zaposlenih počevši od vrha menadžmenta do radnika na proizvodnoj liniji.

2.1.1 Čelijska proizvodnja

Osnovni zadatak JIT proizvodnje je kontrola zaliha. To se postiže poručivanjem i korišćenjem sirovina za proizvodnju samo onih proizvoda koji ispunjavaju zahteve kupca. Na taj način se smanjuje lead time i što je važnije "zarobljeni" kapital preduzeća između procesa ne postoji. Uspešno upravljanje nedostacima u preduzeću postiže se implementacijom čelijske proizvodnje. Čelijska proizvodnja predstavlja jedan od osnovnih Lean koncepta koji obezbeđuju ispunjenje Lean principa i to:

1. Pull sistem
2. Kontinualni tok proizvodnje
3. Takt time

Pull sistem je ključan za tok informacija. Aktivnosti se izvršavaju na osnovu informacija koje dolaze od subjekta koji zahteva aktivnost. Tok informacija je suprotnog smera od toka proizvodnje što za rezultat obezbeđuje snabdevanje sirovinama samo onda kada su potrebni u potrebnim količinama i na tačno određenom mestu.



Slika 4. Koraci pri uspostavljanju JIT proizvodnje [2]

Kontinualan tok proizvodnje se uspostavlja kada se eliminišu nepotrebna zaustavljanja toka proizvoda između procesa. Neraskidivo je povezan sa pull sistemom što za

rezultat daje smanjenje lead time proizvoda kao i smanjenje nepotrebnih zaliha.

Takt time je vreme koje je potrebno za proizvodnju jednog proizvoda. Može da se izračuna jednačinom 1.

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Ukupno vreme u radu za jedan radni dan}}{\text{Zahtevi kupca na nivou jednog dana}} \quad (1)$$

Svaki proces mora da ima definisano vreme ciklusa kako bi se ispunili zahtevi definisani takt time-om. Vreme ciklusa se zasniva na raspoloživosti celokupnog proizvodnog procesa i može da se izračuna pomoću izraza 2 :

$$\text{Vreme ciklusa} = \frac{\text{Ukupno vreme u radu za jedan radni dan}}{\text{Ukupan broj proizvoda za jedan dan}} \quad (2)$$

Uspostavljanjem čelijske proizvodnje koja može imati raspored u obliku slova "U" ili "C", potrebno je odrediti broj radnika koji će obavljati dati proizvodni proces. Može da se odredi pomoću izraza 3.

$$\text{Broj radnika} = \frac{\text{Ukupno vreme u radu za jedan proces}}{\text{Takt time}} \quad (3)$$

Primena čelijskog rasporeda omogućava da se smanji potreban prostor za 60%, zalihe za više od 70%, produktivnost oko 50% i lead time za oko 70%.

2.2. Jidoka

Jidoka predstavlja automatizovani sistem sa ljudskim dodirrom. To znači da je sistem u stanju da detektuje pojavu greške na proizvodu, automatski se zaustavi i obavesti operatera o nastanku greške (pomoću andon semafora ili zvučnog signala). Jidoka koristi tehniku poput poka-yoke alata koji je odličan za prevenciju i eliminaciju greške na izvoru njihovog nastanka. Svaki put kada se pojavi škart potrebno je utvrditi uzroke njegove pojave pomoću metode 5 zašto. Najveći uzroci pojave škarta mogu da bude loš kvalitet sirovine, neadekvatna radna procedura, ljudska greška, kvar na mašini itd.

3. OSNOVNI PRINCIPI LEAN KONCEPTA

Lean predstavlja pristup kako uraditi više sa manje resursa (manje vremena, manje prostora i manje napora) sa ciljem da se zadovolje svi zahtevi kupca.

Osnovni principi lean koncepta su:

1. Prepoznavanje gubitaka (eng. waste)
Kako je kupac u glavnom fokusu, sve što ne dovodi do stvaranja vrednosti iz korisnikove perspektive predstavlja trošak i treba ga eliminisati.
2. Standardizacija procesa (eng. process standardization)
Standardizacija jasno definiše sve aktivnosti koje je potrebno izvršiti čime se obezbeđuje stabilna proizvodnja bez obzira na to koji je radnik izvršava.
3. Neprekidan tok (eng. sustained flow)
Uspostavljanjem neprekidnog toka eliminišu se uska grla, čekanje i prekidi u proizvodnim procesima.
4. Sistem vučenja (eng. Pull System)
Pull sistem jeste koncept koji se zasniva na principu povlačenja resursa u tačno određenom trenutku.
5. Kvalitet na izvoru (eng. quality at source)

Cilj lean koncepta je da se greške u proizvodnji otkriju u samom nastajanju.

6. Kontinualno unapređenje (jap. Kaizen)

Neprekidno traganje ka savršenstvu u proizvodnji postiže se konstantnim uklanjanjem gubitaka iz proizvodnje. Da bi se to sprovelo neophodno je da svi zaposleni budu uključeni u ovaj kontinualan proces [4].

3.1. Osnovni principi pri implementaciji Lean proizvodnje

Primarni cilj svakog preduzeća jeste da ostvari vodeću poziciju na tržištu. Usled rastuće konkurencije, konstantnih tehnoloških inovacija, opadanja lojalnosti kupaca, a kao rezultat višegodišnjeg savladavanja postojećih problema u proizvodnim sistemima Lean proizvodnja se može definisati kroz pet osnovnih principa:



Slika 5. Pet osnovnih Lean principa [1]

1. Definisanje vrednosti proizvoda (eng. Identify value)- Pošto krajnju vrednost proizvoda definiše kupac, neophodno je izvršiti analizu potreba i definisati koje aktivnosti stvaraju vrednost a koje ne. Aktivnosti koje se sprovode u procesu proizvodnje mogu se podeliti na:

- Aktivnosti koje dodaju vrednost (eng. VAA- Value Added Activities) – to su aktivnosti koje je kupac spreman da plati.
- Aktivnosti koje ne dodaju vrednost, ali su neophodne (eng. SVAA – Semi Value Added Activities)
- Aktivnosti koje ne dodaju vrednost i mogu se odmah eliminisati (eng. NVAA – Non Value Added Activities)



Slika 6. Udeo aktivnosti koje dodaju vrednost u proizvodnom procesu [1]

2. Identifikovanje toka vrednosti za određenu vrstu proizvoda (eng. Map the value stream) - Tok vrednosti predstavlja skup svih aktivnosti koje dodaju i koje nedodaju vrednost u toku jednog procesa - od sirovine do kupca. Identifikacijom se

utvrđuje koje sve aktivnosti ne dodaju vrednost i koje je potrebno eliminisati.

3. Kreiranje neprekidnog toka vrednosti proizvodnje (eng. create flow) – podrazumeva grafičku prezentaciju toka vrednosti. Mapom toka vrednosti se vizuelno predstavljaju svi koraci u nekom procesu, pa se na taj način lakše uočavaju gubici koji utiču na pojavu prekida u toku vrednosti. Nakon toga je potrebno odrediti takt proizvodnje i na osnovu takta projektovati neprekidan tok. Na taj način se eliminiše vreme predmeta u procesu koji ne dodaju vrednost.
4. Princip vučenja ili sistem povlačenja proizvoda kroz celu proizvodnju (eng. Establish pull) – odnosi se na pokretanje proizvodnje isključivo na zahtev kupca. Cilj sistema povlačenja zasniva se na proizvodnji samo onoga što je potrebno i kada je potrebno jer u suprotnom dolazi do prekomerne proizvodnje koji predstavlja fundamentalni gubitak koji utiče na sve ostale procese. Težnja lean preduzeća jeste da smanji vreme od porudžbine od kupca što se postiže jakom dvosmernom komunikacijom između marketinga i proizvodnje.
5. Težnja ka savršenstvu (eng. Seek perfection) – predstavlja neprekidno usavršavanje u proizvodnji i poslovanju kako bi se ostvarila potpuna eliminacija gubitaka a to zahteva uključenost svih zaposlenih.

Ako se svi principi efikasno implementiraju u preduzeće i sprovede svakodnevno, takvo preduzeće će imati:

- smanjene zalihe,
- skraćeno vreme ciklus proizvodnje,
- povećan kvalitet proizvoda,
- povećanu efikasnost radnika,
- smanjen broj otkaza mašina,
- povećanu iskorištenost mašina i prostora,
- smanjena skladišta.

3.2. Ključni indikatori performansi

Ključni indikatori performansi (eng. Key Performance Indicators) – KPI su jedinice za merenje performansi industrijskog postrojenja ili njegovog pojedinačnog segmenta, koji se analiziraju od strane menadžmenta.

Odabir pravih performansi i njihovih indikatora u praksi je vrlo komplikovan. Najveći izazov je kako od nekoliko stotina pa čak i hiljada mogućih pokazatelja odabrati dvadesetak ključnih i kako utvrditi da li su oni zaista ključni za poslovanje.

Identifikacija ključnih indikatora performansi uključuje pristup od vrha ka osnovi piramide. Počinje definisanjem vizije, ciljeva i strategije preduzeća, a zatim se definišu relevantne funkcije i kritični faktori uspeha.



Slika 7. Mesto KPI u strategijskoj piramidi odlučivanja [1]

Najčešće korišćeni indikatori performansi u proizvodnim procesima su :

1. Produktivnost

Produktivnost se ne vezuje za brzinu već za tempo proizvodnje. Do unapređenja produktivnosti dolazi sa smanjivanjem korišćenja opreme i ostalih resursa, manje uloženog napora i manjim brojem radnika. Produktivnost direktno utiče na troškove pa je neophodno da fokus bude na efikasnosti radnika jer radnici direktno dodaju vrednost proizvodu.

2. Kvalitet

Kvalitet je jedan od ključnih indikatora performansi koje je moguće pratiti kako eksterno tako i interno. Jedan od eksternog načina praćenja kvaliteta proizvodnje je broj žalbi kupaca u toku meseca kao i troškovi koji proisteknu prilikom rešavanja istih. Troškovi u internim procesima mogu da se odnose na troškove popravki, troškove koji se odnose na količinu otpada nastalog u toku proizvodnog procesa, kao i procenat proizvoda lošeg kvaliteta. Postupci koji se sprovode u cilju povećanja kvaliteta jeste eliminisanje svih navedenih.

3. Zalihe

Prekomerne zalihe akumuliraju veliku količinu novca i uzročnici su velikih problema i gubitaka u preduzeću. Ovaj tip gubitaka uključuje delove, poluproizvode i gotove proizvode. Zalihe su značajan parametar kako bi se ostvarila niža cena, kvalitet i brža isporuka. Cena je značajno niža ukoliko ne postoje nepotrebne zalihe, kvalitet je viši ukoliko su oštećenja proizvoda ređa isporuka je brža ukoliko se eliminiše transport proizvoda od jednog mesta do drugog.

4. Iskorišćenje prostora

Slobodan prostor u preduzeću je jedan vid luksuza a iznajmljivanje ili kupovina prostora je jedan od najvećih finansijskih opterećenja. Svrha prostora u preduzećima je podrška aktivnostima koje dodaju vrednost proizvodu. Efikasnim iskorišćenjem prostora, postiže se bolja preglednost čitavog preduzeća, samim tim olakšan je transport proizvoda i delova unutar proizvodnog procesa što dovodi do kraćeg lead time-a.

5. Realno vreme proizvodnje

Ovo vreme predstavlja vreme koje proizvod provede u proizvodnom procesu i ima direktan uticaj na vreme isporuke. Sto više vremena proizvod provede u proizvodnom procesu to kupac više čeka na isporuku. Suština je smanjiti lead time tj. smanjiti rastojanje proizvodnog procesa od ulaza – porudžbine do izlaza – finalnog proizvoda.

4. ZAKLJUČAK

Koncept Lean proizvodnje jeste maksimalno ispunjenje zahteva kupaca, smanjenje svih poznatih gubitaka uz unapređenje znanja i veština radnika, proizvodnih procesa, vremena i cene proizvoda. Sve u cilju projektovanja fleksibilnih proizvodnih sistema. Fleksibilna preduzeća imaju takve sisteme koji su u stanju da se brzo adaptiraju na novonastale zahteve tržišta bez da moraju da zaustave kompletnu proizvodnju.

Svako preduzeće je drugačije i kao ključ za pravilnu implementaciju lean alata leži u definisanju i preciznom analiziranju proizvodnih procesa takvih kakvi jesu. Koncept i pristup vođeja mora da odgovara specifičnim potrebama tog preduzeća. Na osnovu rezultata dobijenih sprovođenjem detaljnih analiza, odlučuje se koji će se alati primeniti.

Najveća prednost Lean metoda je veza između smanjenja troškova, unapređenja produktivnosti i kvaliteta. Jedinstvenost Lean-a se ogleda u uključivanju zaposlenih, timskom radu i kontinualnom unapređenju.

Rezultat Lean filozofije ogleda se u stvaranju fleksibilnih proizvodnih sistema koji na zahteve kupaca odgovaraju u najkraćem roku bez stvaranja rastoja u proizvodnji. To je upravo ono što današnji zahtevi tržišta nameću.

5. LITERATURA

- [1] Mačuzić, Đapan, Lean koncept u upravljanju proizvodnjom
- [2] Dragan Dragičević, Metoda za projektovanje i optimizaciju sistema za montažu zasnovanih na lean konceptu
- [3] <https://docplayer.net/95452243-Logo-lean-prof-dr-peda-milosavljevic-oktobar-2016.html>
- [4] <https://www.process.st/lean-manufacturing-principles/>
- [5] <https://www.slideshare.net/adrianlsmith/agile-and-alen-for-construction-9384237>

Kratka biografija:



Dejana Brujić rođena je u Bačkoj Palanci 1986. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva – Organizacija i tehnologija građenja odbranila je 2021. god.
kontakt: denny.brujic@gmail.com