

**UNAPREĐENJE PROCESA PROIZVODNJE SOBNIH VRATA  
KROZ PRIMENU LEAN ALATA**

**IMPROVEMENT OF THE ROOM DOOR PRODUCTION PROCESS  
THROUGH THE APPLICATION OF LEAN TOOLS**

**Jovana N. Perić**

Univerziteta u Kragujevcu, Fakultet za mašinstvo i građevinarstvo, Kraljevo

**Rezime:** U radu se iznosi način kako da se, putem smanjenja proizvodnih gubitaka, u pogonu preduzeća za proizvodnju sobnih vrata smanji vreme izrade proizvoda. Kreiranjem trenutne karte toka vredosti pogona za proizvodnju uočeni su nedostaci, koji se kroz primenu lean alata mogu otkloniti. Uvođenjem ćelijske proizvodnje, supermarket sistema i kanban sistema na najbolji način se može smanjiti vreme izrade proizvoda koje predstavlja glavni resurs proizvodnog pogona. Crtanje karte budućeg toka stanja, čiji je smisao uklanjanje proizvodnih gubitaka, predstavljala inovaciju koja se postepeno uvodi u proces proizvodnje. Uklanjanje gubitaka sa proizvodnih površina je istovremeno praćeno unapređenjem kvaliteta proizvoda, fleksibilnošću i brzinom reagovanja na zahteve zainteresovanih strana.

**Ključne reči:** Proizvodnja sobnih vrata, lean alati, karta toka vrednosti, ćelijska proizvodnja, supermarket sistem, kanban sistem, unapređenje kvaliteta.

**Summary:** The paper presents a way to reduce the time of product production in the room door manufacturing plant by reducing production losses. By creating a current flow chart of the value of the production plant, shortcomings were noticed, which can be eliminated through the application of lean tools. The introduction of cell production, supermarket systems and Kanban systems can best reduce product production time, which is the main resource of the production plant. Drawing a map of the future course of the situation, the meaning of which is the elimination of production losses, is an innovation that is gradually being introduced into the production process. Elimination of losses from production areas is simultaneously accompanied by improvement of product quality, flexibility and speed of response to stakeholder requests.

**Keywords:** Production of room doors, lean tools, value flow map, cell production, supermarket system, kanban system, quality improvement.

## 1. UVOD

Različita preduzeća raznih delatnosti širom sveta su prepoznala teorijske i praktične aspekte lean koncepta proizvodnje, sa ciljem sistematskog unapređenja poslovnih procesa. Primenu ovog koncepta mogu praktikovati preduzeća svih vrsta i veličina, pri čemu je moguće postići kontinualna dugoročna poboljšanja. Takođe, lean koncept je sa proizvodnje prebačen na ostale delatnosti kao što su priprema proizvodnje, razvoj, transport, logistika, a primena ovog koncepta počela je u administraciji gde pokazuje veliki potencijal.

Danas, u korporativnom poslovnom svetu izraz "lean" se koristi da označi savremenu, uspešnu poslovnu filozofiju, tj. proizvodnju svetske klase kvaliteta. Cilj ove filozofije je da omogućiti preduzećima da u uslovima rastuće konkurencije, opadanja lojalnosti kupaca, konstantnih tehnoloških inovacija, drastičnog skraćivanja životnog veka proizvoda, ostvari zadovoljavajuću, ako ne i vodeću, tržišnu poziciju. Tajna ili ključ uspeha lean koncepta upravljanja proizvodnim operacijama leži u težnji za eliminisanjem svih vrsta gubitka i rasipanja proizvodnih resursa. Lean koncept, takođe, insistira i na prvobitnom pravilnom izvođenju svake produktivne aktivnosti. Naime popravljajući delova, nema grešaka, sve mora da funkcioniše besprekorno onda kada treba i u meri u kojoj treba. Zato je vrlo bitno prepoznati, ne samo problem u procesu poslovanja, nego i njegovu pozadinu, tj. uzrok problema.

Kao najbolji način za uočavanje grešaka i rasipanja proizvodnih resursa koji se javljaju u toku procesa proizvodnje jeste izrada trenutne karte toka vrednosti proizvodnog pogona. U ovom slučaju, objekat posmatranja je pogon za proizvodnju sobnih vrata. Cilj istraživanja je smanjenje vremena izrade proizvoda, koje je ujedno i glavni resurs ovog pogona, putem eliminacije proizvodnih gubitaka koji se javljaju u toku procesa proizvodnje.

Nakon kreiranja karte trenutnog stanja toka vrednosti moguće je postići detaljan uvid u trenutno stanje preduzeća i lako se mogu uočiti gubici koji prouzrokuju zastoje i kašnjenje u toku proizvodnog procesa. Ovi gubici se mogu otkloniti primenom lean alata u procesu proizvodnje.

Posle primene boljeg načina organizacije procesa proizvodnje i smanjenja gubitaka, čime se ostvaruje viši novo kvaliteta proizvoda, ponovo se pristupa crtanju karte toka vrednosti koja predstavlja buduće stanje koje će biti primenjeno nakon primene određenih lean alata.

## 2. PROCES IZRADE SOBNIH VRATA

Sobna vrata se izrađuju od medijapana (skraćeni komercijalni naziv - MDF) i mogu biti presvučena PVC ili CPL folijom u raznim dezenima. Sobna vrata, koja su prikazana na slici 1, se sastoje od tri glavna elementa: dovratnik vrata, pervajz lajsne, krilo vrata (plot).



*Slika 1. Izgled sobnih vrata u preseku*

## **2.1 Tehnološki proces izrade dovratnika vrata**

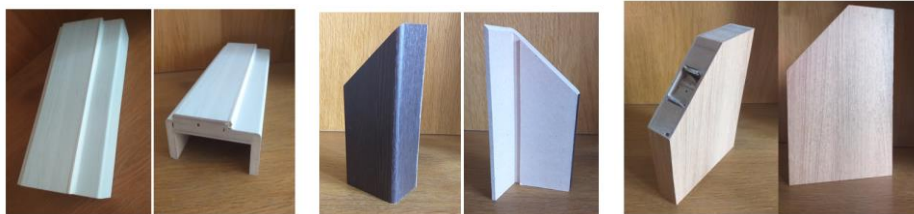
Tehnološki proces izrade dovratnika vrata sastoji se od sledećih tehnoloških operacija: sečenje medjapana iz tabli; obrada falčeva; presvlačenje folije; sečenje gera, bušenje i kraćenje na meru; spajanje dovratnika i predhodno izrađene pervajz lajsne; pakovanje. Kao krajnji proizvod svih tehnoloških operacije dobija se finalni proizvod prikazan na slici 2.

## **2.2 Tehnološki proces izrade pervajz lajsne**

Tehnološki proces izrade pervajz lajsne se sastoji od sledećih tehnoloških operacija: sečenje pera i tela pervajza iz tabli medjapana koje se odvija uporedno; lepljenje pervajz lajsne; presvlačenje folije; sečenje gera i kraćenje na meru. Kao krajnji proizvod svih tehnoloških operacije dobija se finalni proizvod prikazan na slici 3.

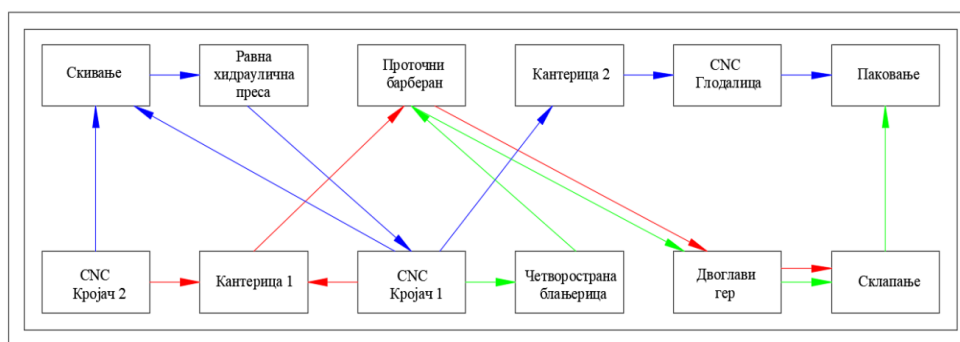
## **2.3 Tehnološki proces izrade krila vrata (plota)**

Tehnološki proces izrade krila vrata se sastoji od sledećih tehnoloških operacija: sečenje štafni i sečenje obloga iz tabli medjapana; ručno skivanje ramova i lepljenje folije na obloge; lepljenje obloge za ram; formatizovanje na meru; kantovanje; bušenje brave. Kao krajnji proizvod svih tehnoloških operacije dobija se finalni proizvod prikazan na slici 4.



*Slika 2. Izgled dovratnika Slika 3. Izgled pervajza Slika 4. Izgled krila vrata*

Dispozicioni crtež pogona proizvodnje, na kome je pokazan detaljni raspored mašinskog dela opreme koji se koristi u navedenim tehnološkim procesima potrebnim za izradu proizvoda, prikazan je na slici 5.



*Slika 5. Dispozicija pogona proizvodnje sobnih vrata*

Različitim bojama se mogu prikazati putanje proizvoda, tj. put kojim sirovi matereijal prolazi kroz tehnološke operacije da bi se došlo do gotvog proizvoda. Zelenom bojom se može prikazati putanja kojom se izrađuje dovratnik vrata. Crvenom bojom se može prikazati putanja kojom se izrađuje pervajz lajsna, a plavom bojom se može prikazati pokazati putanja kojom se izrađuje krilo vrata (plot).

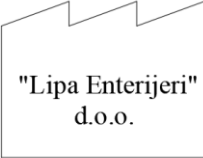
### 3. KREIRANJE TRENUTNE KARTE TOKA VREDNOSTI

Karta toka vrednosti je prvi korak koji preduzeće treba da preduzme u kreiranju sveobuhvatnog plana za primenu lean inicijative. Lean inicijativa započinje sa konsenzusom zaposlenih o trenutnom stanju odvijanja poslova u preduzeću, nakon čega se pristupa crtanju trenutne karte toka vrednosti koja koristi jedinstvene grafičke simbole ili ikone za prikazivanje redosleda aktivnosti i kretanja informacija i materijala u obavljanju poslova u preduzeću. Karta trenutnog stanja toka vrednosti takođe obezbeđuje način da se lako identifikuju i eliminišu oblasti u kojima se pojavljuju proizvodni gubici, koji utiču na povećanje glavnog

vremena izrade proizvoda. Ovde se prikazuje primer izrade karte trenutnog stanja toka vrednosti za proizvodnju dovratnika vrata.

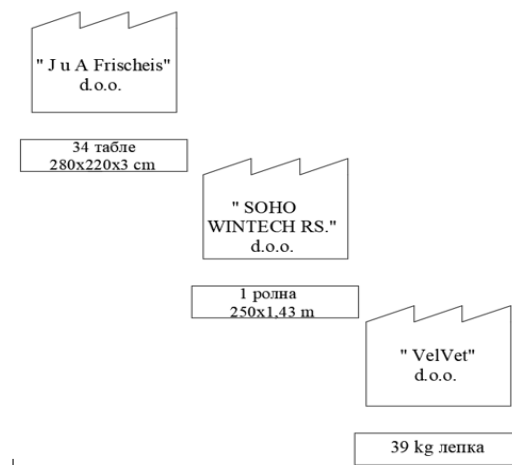
### 3.1 Kreiranje trenutne karte toka vrednosti za dovratnik vrata

Kreiranje trenutne karte toka vrednosti za izradu dovratnika vrata počinje od kraja proizvodnog lanca, dakle od kupca. Prva "kućica" koja se na karti toka vrednosti nalazi u desnom gornjem uglu je "kućica kupca" tj. organizacije od koje se naručuje proizvod. Ispod "kućice kupca" nalazi se "kućica podataka" gde se upisuju podaci o zahtevima kupca: mesečna količina, način pakovanja proizvoda, broj smena proizvodnje. Ovo je grafički pokazano na slici 6.

|                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>"Lipa Enterijeri"<br>d.o.o. |
| 150 комада<br>за једну конкуренцу<br>фирму месечно                                                               |
| Паковање=20 ком                                                                                                  |
| 1 смена                                                                                                          |

Slika 6. "Kućica kupca" i "kućica podataka"

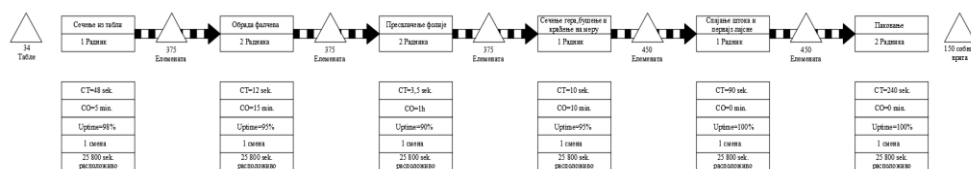
Druga "kućica" koja se nalazi na karti toka vrednosti je "kućica dobavljača", tj. organizacije od koje se naručuje sirovi material koji se koristi za izradu dovratnika vrata. Ispod "kućice dobavljača" nalazi se "kućica podataka" gde se upisuju podaci o potrebama materijala koji se poručuje: količina proizvoda. Ovo je pokazano na slici 7.



Slika 7. "Kućica dobavljača" i "kućica podataka"

Drugi korak u crtanju trenutne karte toka vrednosti je crtaje "procesne kucice", gde se unose procesi (operacije) koji se obavljaju pri izradi dovratnika vrata, kao što su: sečenje medjapana iz table; obrada falčeva; presvlačenje folije; sečenje gera, kraćenje na meru i bušenje; spajanje dovratnika sa pervajz lajsnom; pakovanje.

Između "procesnih kućica" se nalaze ikone koje pokazuju kako se pomera materijal između procesa. Na ikone za pomeranje materijala nanose se ikone koje pokazuju zalihe (broj komada komponenti koji je proizveden na prethodnoj tehnološkoj operaciji). Ispod "procesne kućice" nalaze se "kucića podataka", gde se upisuju podaci o zahtevima procesa: ciklusno vreme, vreme promene sistema, iskorišćenost mašine i raspoloživo vreme (slika 8).



Slika 8. "Procesne kućice" i "kućice podataka"

Treći korak u crtanju je prikazivanje toka materijala od dobavljača do proizvođača i od proizvođača do kupca, gde je tačno pokazana količina materijala i gotovih proizvoda koji se transportuju kao i vremenski period transporta. Trenutni tok vrednosti informacija najčešće se sastoji od: razmena informacija između kupca i preduzeća i razmena informacija između dobavljača i preduzeća. Tok informacije izgleda ovako: kupac šalje 30-to dnevnu (tridesetdnevnu) prognozu svojih potreba

The diagram illustrates a project network for a road construction project. It features a central box for 'Сечење из табли' (Cutting from tables) with the following parameters: CT=48 sek., CO=5 min., Uptime=98%, 1 shift, and 25 800 sek. available. The project starts with '1 u Afrikshejt d.o.o.' and ends with '1 u Afrikshejt d.o.o.'. The network includes various tasks and their durations, connected by arrows indicating dependencies. Key tasks include 'Плановање и управљање пројектом' (Project planning and management), 'Радови на локалу' (Local works), 'Сечење из табли' (Cutting from tables), 'Спојна линија' (Splice line), and 'Покривање' (Covering). The diagram also includes a central box for 'Сечење из табли' with specific parameters: CT=48 sek., CO=5 min., Uptime=98%, 1 shift, and 25 800 sek. available. The project starts with '1 u Afrikshejt d.o.o.' and ends with '1 u Afrikshejt d.o.o.'. The network includes various tasks and their durations, connected by arrows indicating dependencies. Key tasks include 'Плановање и управљање пројектом' (Project planning and management), 'Радови на локалу' (Local works), 'Сечење из табли' (Cutting from tables), 'Спојна линија' (Splice line), and 'Покривање' (Covering).

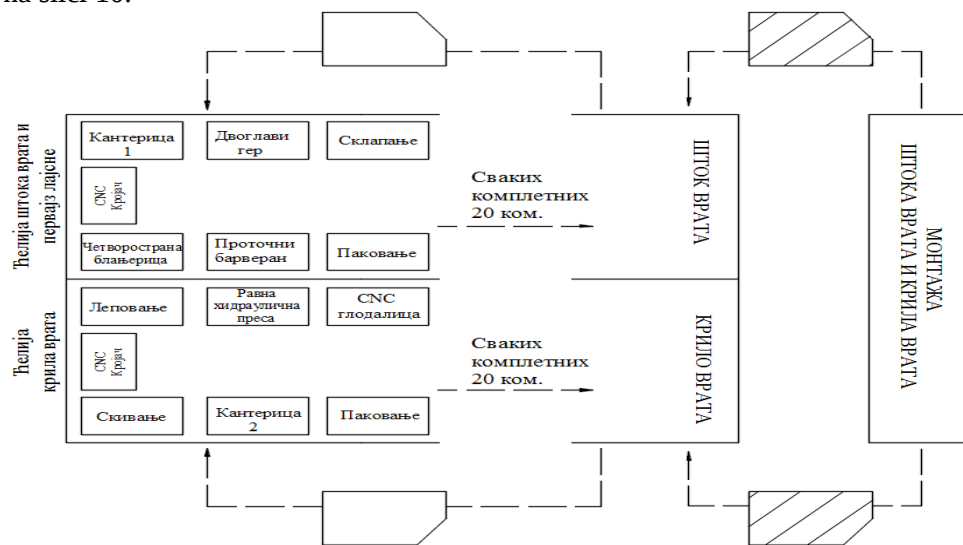
Na sličan način se vrši kreiranje trenutne mape toka vrednosti i u pogonima za proizvodnju pervajza lajsne i krila vrata (plota).

Nakon crtanja karte trenutnog stanja toka vrednosti, pristupa se traženju najboljeg rešenja za unapređenje proizvodnog pogona za proizvodnju sobnih vrata. To rešenje se ogleda u smanjenju proizvodnih gubitaka i skraćenju vremena izrade proizvoda, kao i doprinosu u kvalitetu samog proizvoda. Zahvaljujući "procesnim kućicama" gde se unose važni podaci o zahtevima zadatog procesa (operacija) i uz pomoć vremenske linije uočeno je da je najbolji način za unapređenje - skraćenje glavnog vremena proizvodnje.

471

- uvođenja ćelijske proizvodnje,
- uvođenja supermarket sistema ili tržišnog prostora u proizvodnju
- korišćenja Kanban sistema.

Nakon primene ćelijske proizvodnje, supermarket sistema i kanban sistema, dispozicija pogona proizvodnje sobnih vrata ima novi oblik, kao što je prikazano na slici 10.



Slika 10. Dispozicioni crtež pogona za proizvodnju nakon primene lean tehnika

#### 4.1 Ћелиjska proizvodnja

Ћелиjska proizvodnja je jedan od osnovnih lean alata koji obezbeđuje ispunjenje jednog od lean principa, a to je tok jednog komada. Ћелиjska proizvodnja se odnosi na proizvodni sistem u kome se oprema i radne stanice raspoređuju u efikasnom redosledu, koji omogućava kontinualno i nesmetano kretanje zaliha i materijala za izradu proizvoda, od početka do kraja u pojedinačnom toku procesa. Pri tome nastaje minimalni transport i vreme čekanja, ili bilo kakva kašnjenja po tom pitanju. Ћелиjska proizvodnja daje fleksibilnost kupcima pri izboru željenog proizvoda. Pretvaranje fabrike / laboratorije u ćelijsku proizvodnju znači eliminaciju rasipanja (gubitaka) iz procesa i operacija.

#### 4.2 Supermarket sistem ili tržišni prstor

Lean preduzeća koriste supermarket sistem ili tržišni prostor da bi ostvarili Just-In-Time (upravo na vreme) nivo zaliha.

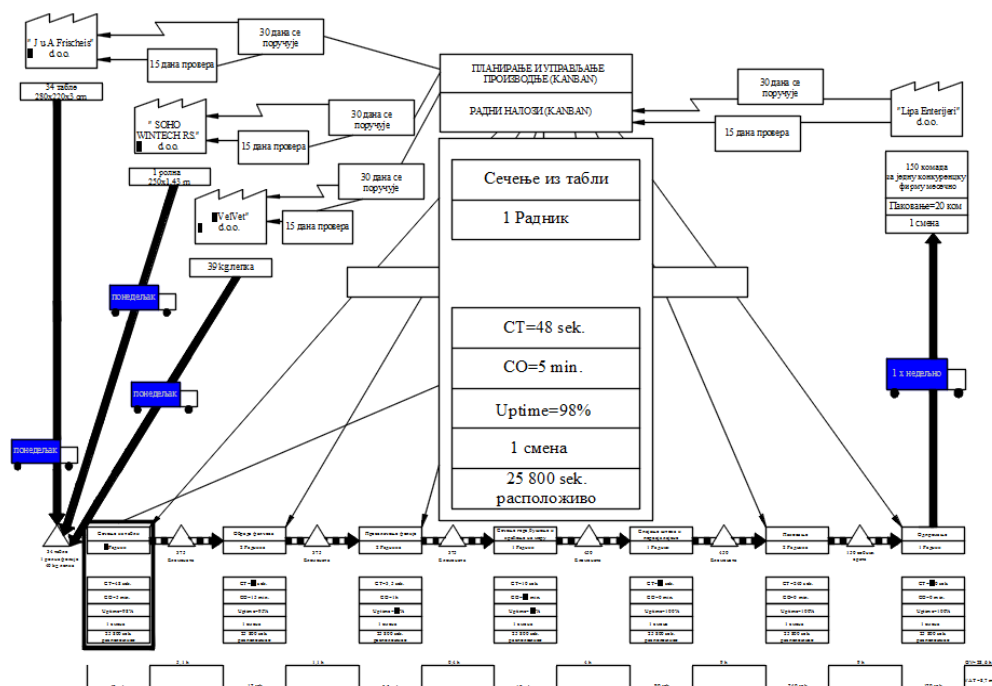
### 4.3 Kanban sistem

Kanban sistem je metoda korišćenja karti (metalnih pločica) kao vizuelnog znaka (simbola) koji se koristi za aktiviranje i upravljanje toka materijala ili delova, koji se odvija tokom procesa proizvodnje. Kroz ovaj sistem sinhronizuju se tehnološki procesi kao i procesi nabavke materijala i komponenti koje se isporučuju od spoljnih dobavljača. Kanban metalna pločica se kreće zajedno sa i/ili materijalom između tehnoloških procesa. Tačnije, kada nekom procesu nedostaje materijal ili delovi on šalje odgovarajući Kanban dobavljaču tako da Kanban tada ima funkciju porudžbenice. U realnoj poslovnoj praksi moguće je identifikovati tri tipa Kanbana za "povlačenje" koji imaju istu svrhu, a to je povlačenje materijala.

- Kanban kupca: Kanban se koristi za pomeranje materijala od skladišta gotovih proizvoda do lokacije kupca.
- Kanban pomeranja materijala: Kanban se koristi za pomeranje materijala od magacina sirovih proizvoda do tehnoloških operacija, i/ili od jedne tehnološke operacije na drugu.
- Kanban dobavljača: Koristi se za pomeranje materijala od spoljnog dobavljača do skladišta sirovog materijala proizvođača.

## 5. KARTA TOKA VREDNOSTI BUDUĆEG STANJA

Kao krajnji proces primene lean koncepta proizvodnje kreirana je nova karta toka vrednosti za do vratnik vrata, koja je prikazana na slici 11, a koja predstavlja buduće stanje proizvodnog pogona. Kreiranje karte budućeg stanja se odvija po istom principu kao i kod kreiranja karte trenutnog stanja, samo što su ovde primenjeni lean alati koji u velikoj meri doprinose smanjenju vremena izvršavanja operacija procesa i eliminaciji proizvodnih gubitaka.



Slika 11. Karta budućeg toka stanja za dovratnik vrata

## 6. DOPRINOS REALNOJ PROIZVODNJI PRIMENOM LEAN ALATA

Uvođenjem ćelijske proizvodnje u proizvodni pogon za proizvodnju sobnih vrata omogućava se da jedan radnik može da opsluži više mašina u toku jednog radnog dana. To omogućava veću iskorišćenost i opreme i radnika, a takođe olakšava transport materijala između tehnoloških operacija. Time se olakšava i razmena informacija između radnika na mašinama. Krajnji doprinos predstavlja i smanjenje glavnog vremena procesa proizvodnje, što je i bio glavni cilj ovog istraživanja.

Primenom supermarket sistema kod proizvodnog pogona za proizvodnju sobnih vrata omogućena je i vizuelna kontrola zaliha. Jednim pogledom na supermarket ima se uvid u količine zaliha koje se nalaze u supermarketu. Kada se supermarket napuni sa potrebnim zalihama traženog dela proizvoda - proizvodnja tog dela se zaustavlja, što može sprečiti prekomernu proizvodnju čime se rešava problem gubitaka u toku proizvodnje.

Korišćenje Kanban sistema u pogonu za proizvodnju sobnih vrata doprinosi sigurnijem i efikasnijem transportu:

- sirovog materijala od dobavljača do kupca,
- gotovih proizvoda u skladište

- delova proizvoda sa jedne na drugu tehnološku operaciju.

Kanban sistem predstavlja istovremeno i sredstvo kontrole, koje omogućava sprečavanje prekomerne proizvodnje.

## 7. ZAKLJUČAK

S obzirom na velike mogućnosti lean koncepta proizvodnje prilikom primene u različitim vrstama delatnosti preduzeća, u ovom radu su pokazane neke od teorijskih i praktičnih aspekata ovog koncepta proizvodnje i upravljanja.

Konkretna primena jednog od najvažnijih lean alata, a to je kreiranje trenutne karte toka vrednosti, omogućila je detaljan uvid u trenutno stanje preduzeća. Ovo je od ključne važnosti za dalju primenu lean alata koji omogućavaju preduzeću dalje skraćanje vremena izrade proizvoda i smanjenje proizvodnih gubitaka.

Ponovnim crtanjem karte toka vrednosti budućeg stanja, nastalog nakon primene lean alata i njenim upoređivanjem sa kartom trenutnog stanja, dobijeni rezultati pokazuju da se 150 komada kompletno izrađenih sobnih vrata, koja su se proizvodila za 120,9 radnih sati, posle uvođenja nekih elemenata lean koncepta proizvodnje i upravljanja, proizvodi za 109,2 radnih sati, što znači da je proizvodnja na mesečnom nivou povećana, što je i bio cilj primene lean koncepta proizvodnje i upravljanja.

## LITERATURA

- [1] Perić J. N.: Unapređenje proizvodnje sobnih vrata kroz implementaciju lean alata, Master rad, Fakultet za mašinstvo i građevinarstvo, Kraljevo, 2019.
- [2] Đapić M.: Lineativni proizvodni sistemi, Fakultet za mašinstvo i građevinarstvo, Kraljevo 2016.
- [16] Liker J. K.: The Toyota Way. 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer, McGraw-Hill, New York, 2004.
- [9] Liker J. K., Meier D.: The Toyota Way Fieldbook. A Practical Guide for Implementing Toyota's 4Ps, McGraw-Hill, New York, 2006.
- [5] Murugesan V. M. et al.: Manufacturing process improvement using Lean tools, ANNALS of Faculty Engineering Hunedoara, International Journal of Engineering, 2016.
- [6] Martinčević Mikić S.: Implementacija lean i TPS sustava u proizvodnim poduzećima, Diplomski rad, FSB, Zagreb, 2008.