

LEAN LOGISTIKA - IMPLEMENTACIJA LEAN METODE U PROIZVODNJI NA PRIMJERU TVRTKE PAN PARKET D.O.O.

Sever, Karlo

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Economics in Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Ekonomski fakultet u Osijeku**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:145:915150>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-31**



Repository / Repozitorij:

[EFOS REPOSITORY - Repository of the Faculty of Economics in Osijek](#)



Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Ekonomski fakultet u Osijeku

Diplomski studij Logistički menadžment

Karlo Sever

**LEAN LOGISTIKA – IMPLEMENTACIJA LEAN METODE U
PROIZVODNJI NA PRIMJERU TVRTKE PAN PARKET
D.O.O.**

Diplomski rad

Osijek, 2021.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Ekonomski fakultet u Osijeku

Diplomski studij Logistički menadžment

Karlo Sever

**LEAN LOGISTIKA – IMPLEMENTACIJA LEAN METODE U
PROIZVODNJI NA PRIMJERU TVRTKE PAN PARKET
D.O.O.**

Diplomski rad

Kolegij: Transport i skladištenje

JMBAG: 0149218096

e-mail: karlo.sever@efos.hr

Mentor: Prof. Dr. Sc. Davor Dujak

Osijek, 2021.

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

Faculty of Economics in Osijek

Graduate study of Logistics management

Karlo Sever


**LEAN LOGISTICS – IMPLEMENTATION OF THE LEAN
METHOD IN PRODUCTION ON THE EXAMPLE OF THE
PAN PARKET D.O.O. COMPANY**

Graduate paper

Osijek, 2021.

IZJAVA

O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI, PRAVU PRIJENOSA INTELEKTUALNOG VLASNIŠTVA, SUGLASNOSTI ZA OBJAVU U INSTITUCIJSKIM REPOZITORIJIMA I ISTOVJETNOSTI DIGITALNE I TISKANE VERZIJE RADA

1. Kojom izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je diplomski rad isključivo rezultat osobnoga rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu. Potvrđujem poštivanje nepovredivosti autorstva te točno citiranje radova drugih autora i referiranje na njih.
2. Kojom izjavljujem da je Ekonomski fakultet u Osijeku, bez naknade u vremenski i teritorijalno neograničenom opsegu, nositelj svih prava intelektualnoga vlasništva u odnosu na navedeni rad pod licencom *Creative Commons Imenovanje – Nekomercijalno – Dijeli pod istim uvjetima 3.0 Hrvatska*. 
3. Kojom izjavljujem da sam suglasan/suglasna da se trajno pohrani i objavi moj rad u institucijskom digitalnom repozitoriju Ekonomskoga fakulteta u Osijeku, repozitoriju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku te javno dostupnom repozitoriju Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu (u skladu s odredbama Zakona o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju, NN br. 123/03, 198/03, 105/04, 174/04, 02/07, 46/07, 45/09, 63/11, 94/13, 139/13, 101/14, 60/15).
4. Izjavljujem da sam autor/autorica predanog rada i da je sadržaj predane elektroničke datoteke u potpunosti istovjetan sa dovršenom tiskanom verzijom rada predanom u svrhu obrane istog.

Ime i prezime studenta: Karlo Sever

JMBAG: 0149218096

OIB: 33636041915

e-mail za kontakt: karlo.sever.os@gmail.com

Naziv studija: Diplomski studij Logistički menadžment

Naslov rada: Lean logistika – Implementacija lean metode u proizvodnji na primjeru tvrtke Pan Parket d.o.o.

Mentor diplomskog rada: Prof. Dr. Sc. Davor Dujak

U Osijeku, 08.09. 2021. godine

Potpis



Lean logistika – implementacija lean metode u proizvodnji na primjeru tvrtke Pan Parket d.o.o.

SAŽETAK

Unutar ovog diplomskog rada obrađena je tema *lean* metode u proizvodnji parketa u drvenoj industriji. Kao temelj istraživanja, analize i obrade podatka gledana je tvrtka Pan Parket d.o.o. Tvrtka u pitanju posluje već desetljećima te se bavi obradom, proizvodnjom te prodajom drvenih parketa. U diplomskom radu fokus će biti prikaz i analiza trenutnog stanja u proizvodnji. Pri izradi trenutnog i budućeg stanja, mapirat će se tok vrijednosti sadašnjeg i budućeg stanja. Nakon što je trenutno stanje analizirano, prezentirati će se idejno rješenje poboljšanja metode proizvodnje te okvirni izračun. Za poboljšanje proizvodnje koristiti će se *lean* metoda. Japanske tvornice elektroničkih uređaja i automobila tijekom prošlog stoljeća, razvile su metodu koja je kasnije postala poznata kao *lean* proizvodnja. Primorane nedostatkom resursa, japanske tvrtke neprestano su tražile način da smanje gubitke u proizvodnji, gledajući sve dijelove procesa te dizajn samog prostora. Obraćali su pozornost na svaki detalj, poziciju radnika te ponajviše vrijeme potrebno za završetak svake radnje. Učinak je ubrzo bio vidljiv. Proizvodnja se vremenski utrostručila, dok su se pozivi telefonskoj službi za korisnike uvelike smanjili. *Lean* metoda u proizvodnji donosi velike uštede u vremenu, prostoru, radnoj snazi te u konačnici novčano, što je vidljivo u gotovo svim primjerima implementacije kroz povijest.

Ključne riječi: Lean metoda, parket, mapiranje toka vrijednosti, proizvodnja, ušteda, poboljšanje, vrijeme

Lean logistics – implementation of the lean method in production on the example of the Pan Parket d.o.o. company

ABSTRACT

Within this graduate paper, the topic of the *lean* method in the production of parquet in the wood industry is addressed. As a basis for research, analysis and data processing, the company Pan Parket d.o.o. was taken. The company in question has been operating for decades and is engaged in the processing, production and sale of wood flooring. In the paper, the focus will be on the presentation and analysis of the current state of production. When creating the current and future state, the flow of values of the present and future state will be mapped. After the current situation is analyzed, the conceptual solution for improving the production method and an approximate calculation will be presented. The *lean* method will be used to improve production. Japanese electronics and car factories over the past century developed a method that later became known as *lean* manufacturing. Forced by a lack of resources, Japanese companies were constantly looking for a way to reduce production losses by looking at parts of the process and the design of the space itself. They paid attention to every detail, the position of the workers and most of all the time needed to complete each action. The effect was visible immediately. Production tripled in time, while calls to customer service fell sharply. The *lean* method in production brings great savings in time, space, labor and ultimately money, which is evident in almost all examples of implementation throughout history

Keywords: Lean method, parquet, value stream mapping, production, savings, improvement, time

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA	2
2.1. Predmet istraživanja	2
2.2. Hipoteze	2
2.3. Metode istraživanja	3
2.4. Izvori podataka	3
3. LEAN U PROIZVODNJI	4
3.1. Principi u lean-u	6
3.2. Glavne komponente lean-a	8
3.3. Implementacija lean-a	9
3.4. Proizvodnja u drvenoj industriji	12
3.5. Lean u prerađivačkoj industriji	14
4. MAPIRANJE TOKA VRIJEDNOSTI U LEAN-U	17
4.1. Koraci aktivnosti mapiranja toka vrijednosti	18
4.2. Mjerila i simboli korišteni u mapiranju toka vrijednosti	23
5. IMPLEMENTACIJA LEAN-A U PAN PARKET D.O.O.	26
5.1. O tvrtki Pan Parket d.o.o.	26
5.2. Specifikacija proizvoda tvrtke Pan Parket d.o.o.	27
5.3. Trenutno stanje proizvodnje tvrtke Pan Parket d.o.o.	31
5.4. Buduće stanje proizvodnje tvrtke Pan Parket d.o.o.	40
6. RASPRAVA	47
6.1. Komentar rezultata	47
6.2. Testiranje hipoteza	48
7. ZAKLJUČAK	50
POPIS ILUSTRACIJA, GRAFIKONA I TABLICA	53

PREDGOVOR

Lean metoda se u proizvodnji u Japanu koristi već 70 godina te ima veliku ulogu u napretku japanske proizvodnje i velikom ekonomskom rastu te države. U današnje vrijeme, metoda je nakon dugog niza godina u korištenju uvelike napredovala te je usavršena. Danas se koristi u velikom broju proizvođačkih, skladišnih i transportnih tvrtki te ima veliku važnost globalno ali i u Hrvatskoj. Sve više tvrtki se odlučuje na korištenje nekoliko nadasve jednostavnih ali korisnih principa koji mijenjaju poslovanje u velikom obujmu

Tijekom izrade rada iskreno želim zahvaliti mentoru: Prof. Dr. Sc. Davoru Dujaku, koji je vremenski nesebično nadzirao cjelokupni proces izrade rada od samog početka do završetka uz veliku dozu empatije i strpljenja te me svojim uputama, napucima i savjetima usmjerio prema kvalitetnoj izradi rada i odabiru tražene literature. Uz mentora, želim zahvaliti djelatnicama knjižnice na Ekonomskom fakultetu u Osijeku na predloženoj literaturi te odličnoj organizaciji poslovanja tijekom pandemije i ograničenog rada fakulteta i same knjižnice. Uz mentora i djelatnike, želim zahvaliti obitelji, prijateljima te zaručnici na podršci i motivaciji pri kompletiranju samog rada.

1. UVOD

Kako bi se na današnjem tržištu postalo konkurentno ili zauzelo neku od vodećih pozicija, potrebno je ispunjavati i zadovoljavati potrebe potrošača i krajnjih korisnika uz vrhunsku razinu ispostavljene usluge. Kako izlazna strana nije jedini pokazatelj uspješnosti i profita, potrebno je maksimalno smanjiti troškove i ukloniti otpad u proizvodnji gdje pri tome ne opada razina usluge. Svi ovi uvjeti ostvarivi su uvođenjem *lean* metodologije.

Lean metodologija poboljšava cijeli proces opskrbnog lanca, proizvodnje, transporta, skladištenja te sve procese od ulaska sirovine do izlaska završenog gotovog proizvoda. *Lean* metodologija primjenjuje se od nabave sirovina za proizvodnju tijekom cijelog procesa proizvodnje sve do isporuke proizvoda konačnom kupcu. Temelji se na principima kojima je glavni cilj uklanjanje otpada. Vrste otpada prema *lean*-u su: transport, zalihe, kretanje, čekanje, suvišna proizvodnja, suvišno procesiranje, nedostaci i vještine zaposlenika. *Lean* također zagovara konstantne kontrole, ispitivanja i pronalaženje problema u njihovim korijenima kako bi se mogli ne samo ispravljati već ukloniti prije nego li nastanu, dok se u većini tradicionalne proizvodnje, kontrola samih proizvoda vrši pri izlasku iz proizvodnog procesa te donosi velike gubitke i otpade. Glavne komponente *lean*-a su: Točno na vrijeme (engl. *just in time*), *Jidoka*, *Heijunka*, *SMED*, *5s* i *Kaizen* koji su detaljnije objašnjeni u nastavku rada.

Rad je podijeljen u sedam međusobno povezanih poglavlja. Uz uvod i metodologiju, rad se sastoji od teorijskih poglavlja: *Lean u proizvodnji* te *Mapiranje toka vrijednosti u lean-u* i od praktičnih i istraživačkih poglavlja: *Implementacija lean-a u Pan Parket-u* te *Rasprave*. Na kraju samog rada iznosi se zaključak te korištena literatura u pisanom i digitalnom smislu.

2. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Za istraživanje svih društvenih i gospodarskih pojava potrebno je poznavati metodologiju samog znanstvenog istraživanja. Metodologija samog istraživanja objašnjava i upućuje o općim znanjima samog procesa istraživanja te primjeni svih metoda i tehnika korištenih tijekom procesa istraživanja (Baban i dr., 2000: 73).

2.1. Predmet istraživanja

Pri opisu predmeta istraživanja potrebno je definirati predmet u cijelosti, učestalost ponavljanja, njegov uzrok, učinak određenog čimbenika, tijek problema, učinkovitost rješenja, pouzdanost te značaj. U slučaju ovog diplomskog rada sagledan je predmet proizvodnje parketa u tvrtki Pan Parket d.o.o. Gledajući predmet istraživanja, postavlja se problem proizvodnje te poboljšanje proizvodnje na temelju korištenja *lean* principa objašnjenim u prvoj polovini rada. *Lean* koncept proizvodnje predstavlja proizvodnju bez otpada, s maksimalnim učinkom, s minimalnim troškom, ali s uspješnim zadržavanjem maksimalne usluge prema kupcima. Osim samih *lean* principa, istražena je cjelokupna proizvodna linija ranije spomenute tvrtke, analizirani su njezini nedostaci ali i dobre strane. U konačnici cilj samog istraživanja je implementirati istražene *lean* principe na istraženu proizvodnju parketa tvrtke primjera. Provedeno je istraživanje te mjerenje učestalosti proizvodnje pojedinačnih dijelova proizvodnih procesa, uzroci spore proizvodnje, stvaranja otpada i škarta te gomilanje zaliha na skladištu. Nastavno tome izrađeno je idejno buduće rješenje, njegov tijek te učinkovitost skupa s izračunom, pouzdanosti i značajem samog istraživanja i prijedloga.

2.2. Hipoteze

S obzirom na prirodu rada i istraživanja, na činjenicu da je rad izrađen u svrhu poboljšanja određenog procesa proizvodnje, te sadrži početno i buduće stanje, potrebno je postaviti hipoteze za sam rad. U istraživačkom radu hipoteze predstavljaju ključno polazište samog rada. Određuju što se u radu treba koristiti, statističku obradu te zaključak istraživačkog rada. Hipoteze je potrebno postaviti precizno, ne trebaju biti postavljene preusko te moraju odgovarati podacima. S obzirom na naslov samog rada, nalažu se sljedeće hipoteze:

H1: Postoji negativna korelacija između potrebnog broja zaposlenika u proizvodnji i implementacije *lean* principa u proizvodnji.

H2: Postoji pozitivna korelacija između uštede na troškovima proizvodnje i implementacije *lean* principa u proizvodnji.

H3: Postoji pozitivna korelacija između zadovoljstva kupca i implementacije *lean* principa u proizvodnji.

H4: Postoji negativna korelacija između količine zaliha i otpada te implementacije *lean* principa u proizvodnji.

2.3. Metode istraživanja

Pri izradi diplomskog rada korištene su sljedeće glavne znanstvene metode: metoda indukcije, metoda dedukcije, povijesna metoda, metoda analize, metoda sinteze, metoda kauzalnog zaključivanja, metoda generalizacije, metoda apstrakcije, metoda klasifikacije. Uz glavne metode istraživanja korištene su i druge znanstvene metode poput mjerenja proizvodnih procesa na licu mjesta. Važno je osvrnuti se na primarne i sekundarne izvore podataka, gdje su određeni podaci istraživanja na licu mjesta te imena tvrtki poslovna tajna te u radu mogu biti izmijenjeni. Većina teorijskog istraživanja vrši se na temelju stručne literature navedene na kraju samog rada, dok je istraživanje praktičnog dijela rada izvršeno mjerenjem na licu mjesta i metodom intervjua zaposlenika skladišta i voditeljice skladišne otpreme.

2.4. Izvori podataka

Izvori podataka u ovome radu za teorijski dio rada potječu iz domaće i strane stručne literature. Većina stručne literature potječe iz zbirke knjižnice Ekonomskog fakulteta u Osijeku, dok je dio i sa internetskih izvora. Korištene su također službene stranice Hrvatskih šuma, Pan Parket-a i Toyote. Podaci za praktični dio rada, gdje se izrađuje mapiranje toka vrijednosti, mapa trenutnog i budućeg stanja prikupljeni su direktnim mjerenjem u tvornici pojedinačnih proizvodnih procesa. Svi izvori podataka navedeni su na završetku samog rada u poglavlju literature.

3. LEAN U PROIZVODNJI

Nakon drugog svjetskog rata, Japan je posljedično napadu SAD-a na japanski teritorij i industriju, pretrpio nedostatke u sirovinama, radnoj snazi, materijalima te financijskim sredstvima. Jedan od najpoznatijih proizvođača vozila današnjice, tvrtka *Toyota Motor Company* nije bila iznimka. Nakon mnogih bombardiranja, stradala je i tvornica *Toyote* dan prije kapitulacije Japana. Primorani ranije navedenim nedostacima, *Toyota* je krenula u stvaranje sustava za poboljšanje proizvodnje, optimizaciju zaliha, smanjenje dodatnih troškova te reguliranje prekomjerne proizvodnje proizvoda. Koncept *lean*-a se tako prvotno pojavljuje u Japanu, kao organizacija procesa u proizvodnji pod imenom TPS ili *Toyota Production System* (Prepričano prema službenoj stranici *Toyote*. Raspoloživo na: <https://global.toyota/en/company/vision-and-philosophy/production-system/> [Pristupljeno 21.04.2021]).

Jedna od glavnih karakteristika za poboljšanje učinkovitosti, tvrdi otac *lean*-a Taichii Ohno, bilo je trajno i kontinuirano uklanjanje otpada. Vrste otpada prema *lean*-u su sljedeće: transport, zalihe, kretanje, čekanje, suvišna proizvodnja i procesiranje, nedostaci te vještine zaposlenika. Kao što će i u nastavku samog rada biti korišteno, *lean* sadrži pet principa koji su ključni: definiraj vrijednost, identificiraj i mapiraj tok, kreiraj tok, tzv. *Pull* princip te konačno usavršavaj (Dujak i dr. 2020: 44). Kako navodi Clear (2018: 160) potrebno je obratiti pozornost na sve detalje, pa i na one da radnici ne gube vrijeme dok se okreću ili dok posežu prema alatu te na sam dizajn radnog prostora. Važna karakteristika TPS-a je proizvoditi prema narudžbama tržišta. Shigeo (1986: 98) smatra da se masovna proizvodnja većinom oslanja na očekivanu potražnju. Očekivana potražnja dobiva se istraživanjem tržišta i pomoću statističkih metoda za prognoziranje temeljenim na ranijim prodajama, međutim često je različita od stvarnosti. U *lean*-u se naprotiv upravlja proizvodnjom gledajući stvarnu potražnju na tržištu te je potrebno kreirati plan rada. Godišnji plan rada proizvodnje ispoljava broj automobila koji se procjenjuje za proizvodnju i prodaju koristeći ranije navedena istraživanja tržišta, dok se mjesečni plan pravi postepeno ovisno o stvarnoj potražnji. Shigeo (1986: 99) također navodi zaključak o značaju *lean*-a na sljedeći način: u proizvodnji smanjuje troškove pomoću uklanjanja otpada, proizvodnjom bez skladištenja se eliminira gubitak u višku na skladištu, vrijeme rada radnika se postiže principom najmanjeg mogućeg opsluživanja, proizvodnja u malim serijama, sinkronizacija te gašenje proizvodnje svega što stvarno nije potrebno ili proizvodnje po narudžbi.

Toyota Production System može se promatrati kroz dva fiktivna stupa *Toyota* kuće, navodi Taiichi Ohno. Na vrhu stupa nalaze se ciljevi (Kerber, Dreckshage, 2011: 9):

- Najviša kvaliteta,
- Najniža cijena,
- Najkraće vrijeme izvođenja.

Prvi stup kojim se dostiže cilj naziva se *Just in time* ili točno na vrijeme te sadrži sljedeće stavke (Kerber, Dreckshage, 2011: 11):

- Kontinuirani tokovi,
- Vrijeme takta,
- Tzv. *pull* princip u proizvodnji.

Drugi stup kojim se dostiže cilj naziva se *Jidoka* ili automatizacija sadrži sljedeće stavke (Kerber, Dreckshage, 2011: 12):

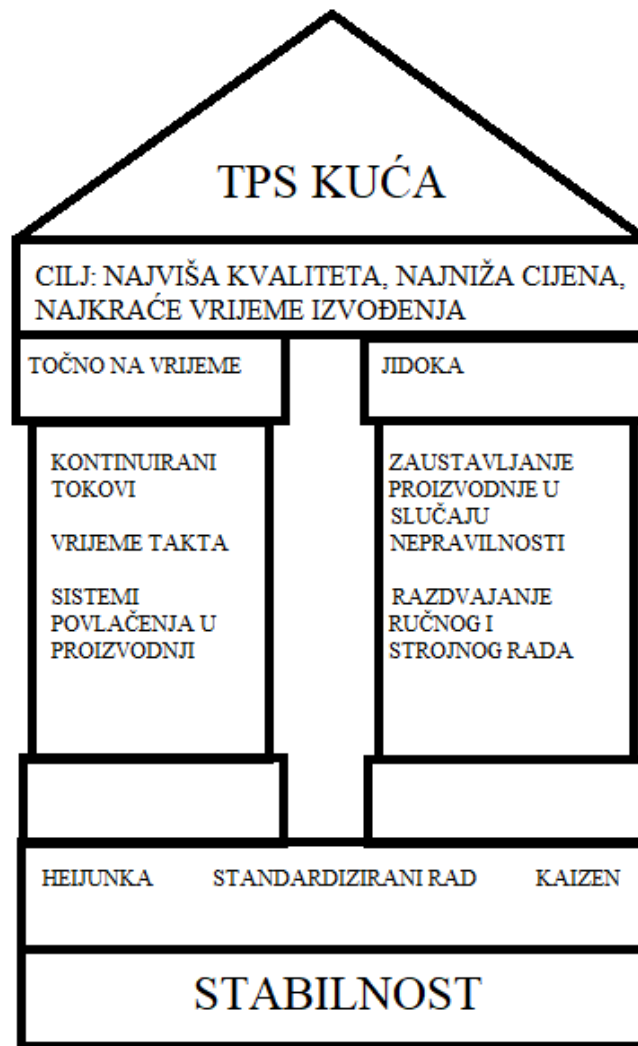
- Zaustavljanje proizvodnje te trenutno obavještanje o nedostacima ukoliko se dogode,
- Odvajanje ručnog i strojnog rada u proizvodnji.

Temelji ove fiktivne *Toyota* kuće koji su osnova postizanja cilja su sljedeći (Kerber, Dreckshage, 2011: 13):

- *Heijunka* ili izjednačavanje,
- Standardizirani procesi rada,
- *Kaizen* ili promjena na bolje,
- Stabilnost.

Taiichi Ohno je 1962. godine rekao kako su dva stupa *Toyota Production System*-a: točno na vrijeme i automatizacija, dok je alat za upravljanje ovim sustavom zadužen *kanban*.

Toyoti je trebalo 20 godina da metodu usavrši do današnje razine, dok se danas uvodi u puno kraćem vremenskom rasponu. Uvjet za implementaciju su strpljenje i odlučnost menadžmenta ali i zaposlenika koji u konačnici metodu i provode. Nije dovoljno metodu samo razumjeti kroz elemente nego i međusobni odnos svih elemenata (Shigeo, 1986: 183).



Slika br.1. Kuća Toyota Production System-a. (Izrada autora prema: Kerber, Dreckshage, 2011: 10)

Princip i struktura Toyota kuće prikazani su na slici br.1. Kao osnivač ovoga sustava, *Toyota* se na globalnom tržištu danas nalazi u samome vrhu. Učinak samoga sustava govori sam za sebe. *Toyotina* tvornica sa sjedištem u Missisippiu proizvodi dnevno 600 motornih vozila, dok 2000 zaposlenika napravi 200000 vozila godišnje.

3.1. Principi u lean-u

Lean započinje s kupcem. Potrebno je odrediti što stvara vrijednost za kupca iz njegove perspektive. Ovaj princip često započinje s pitanjem „Što je kupac spreman platiti?“. *Lean* u

ovom slučaju započinje određivanjem vrijednosti koju tvrtka pruža idućem članu opskrbnog lanca ili krajnjem kupcu. Često gledište proizvođača u ovom principu je gledanje kroz oči kupca te edukacija svih zaposlenika od menadžmenta do proizvodnje na isti način gledanja tijekom proizvodnog procesa (Kerber, Dreckshage, 2011: 7). Principi u *lean-u* te njihov redoslijed, od prvog do posljednjeg, prikazani su na slici br.2.



Slika br.2. Principi u *lean-u*. (Izrada autora prema Kerber, Dreckshage, 2011: 7)

Nakon specifikacije vrijednosti proizvoda, potrebno je identificirati sve korake tijekom cijelog toka vrijednosti. Vrijednosni tok predstavljaju sve aktivnosti koje vode od sirovine i materijala pa do konačnog proizvoda, nevezano dodaju li ili ne dodaju vrijednost samom proizvodu. Drugi opisi također su: *Od narudžbe do novca* te *od proizvodnog koncepta do lansiranja proizvoda*. Kako bi se ovaj princip lakše realizirao, koristi se proces mapiranja toka vrijednosti. Proces mapiranja toka vrijednosti digitalno i analitički označava sve dijelove, stavke i članove vrijednosnog toka, protok informacija, proizvoda, potrebno vrijeme te u konačnici nudi i izračun samih troškova. Danas je neizostavan dio u unaprjeđenju opskrbnog lanca i proizvodnje (Kerber, Dreckshage, 2011: 7).

Treći princip objašnjava kreiranje toka i ispunjavanje radnji koje potiču tok vrijednosti. Krajnji cilj ovoga principa je protok u jednom dijelu, nakon njega slijedi po redu *First-in-first-out* te na posljatku *Pull* strategija. Želja je ukloniti *Push* strategiju aktivnosti ili proizvoda zajedno s

uklanjanjem svih aktivnosti koje ne dodaju vrijednost. Ova radnja predstavlja i glavnu ideju *lean-a* što je uklanjanje otpada (Kerber, Dreckshage, 2011: 7).

Nakon kreiranja toka dolazi se do proizvodnje onih proizvoda koje kupci povlače *Just in time*, gdje ovaj princip vodi proizvodnju u atmosferu proizvodnje prema narudžbi. Sam proces započinje narudžbom kupca gdje se ne stvaraju nepotrebne zalihe u proizvodnji. Tijekom povlačenja koriste se *kanbani* povlačenja koji su detaljnije objašnjeni u nastavku rada. Primjer u proizvodnji može se gledati tako što nakon što radna stanica u proizvodnji potroši sve dijelove i materijale, putem *kanbana* povlačenja, isti materijali se nadopunjavaju bez straha od nestanka sirovina (Kerber, Dreckshage, 2011: 7).

Posljednji princip je težnja savršenstvu kontinuiranim uklanjanjem uzastopnih slojeva otpada. Predstavlja pristup trajnog poboljšanja o kojem se često govori tijekom rasprave o *lean-u*. Važno je znati da implementacija ovog principa nije moguća bez prethodna četiri te da je *lean* cjeloviti operativni sustav (Kerber, Dreckshage, 2011: 7).

3.2. Glavne komponente lean-a

Glavne komponente *lean-a* su: *Just in time*, *Jidoka*, *Heijunka*, *SMED*, *5s* i *Kaizen*. Proizvodna komponenta naziva *Just in time* (eng. Točno na vrijeme) predstavlja način proizvodnje unutar kojega se putem proračuna ostvaruje kratko vrijeme skladištenja sirovina i gotovih proizvoda ili se u potpunosti izbjegava skladištenje. . Shigeo (1986: 35) ju objašnjava kao sustav čiji je temeljni zadatak eliminacija svega što nije potrebno. Pomoću toga dobiva se kraće vrijeme izrade dijelova proizvodnje, sinkronizira proces rada i balansira kapacitet. Kroz povijest, koristi se od dvadesetih godina prošlog stoljeća u proizvodnji vozila od strane *Ford-a* te hamburgera od strane *Mcdonald's-a*, dok je *Toyota* u sedamdesetim godinama pokazala primjenjivost na sve industrije.

Jidoka je termin koji označava ručno ili automatsko zaustavljanje linije. Naziv te također spominje kao mogućnost da se sve operacije zaustave u određeno vrijeme kada se nađe na problem. Sastoji se od velikog broja elemenata, međutim svi elementi mogu se sažeti u ideju da loši ili nekompletni dijelovi ne mogu izaći iz trenutnog procesa u proizvodnji u sljedeći proces. Ideja ove komponente *lean-a* je da se svi problemi moraju rješavati čim se dogode ili uoče, umjesto na završetku proizvodnje pri završnoj inspekciji (Kerber, Dreckshage, 2011: 12).

Heijunka se definira kao distribucija proizvodnih kapaciteta jednako kroz vremenske intervale. Pretvara različite količine *kanbana* povlačenja i različitih potreba proizvodnih procesa u jednake i predvidljive proizvodne procese, gdje do izražaja i dolazi direktan prijevod s japanskog, izjednačavanje. Bitno je naglasiti da u svojoj srži ne izravnava samo proizvodne kapacitete već i proizvodni mix (Kerber, Dreckshage, 2011: 59). Jednostavnije rečeno, određuje redoslijed proizvodnje više različitih naručenih proizvoda u cilju zadovoljenja potrebe kupaca, bez stvaranja gubitaka i iskorištenja maksimuma proizvodnih kapaciteta.

SMED- Single minute exchange of dies (eng. Jednominutna izmjena matrice) je komponenta koja se u proizvodnji odnosi na *changeover time* (eng. Promjena alata/stroja). Cilj ove komponente je to vrijeme skratiti na što manju razinu kako bi se time povećao radni kapacitet strojeva i proizvodnje proizvoda. Sve to postiže se bez kupnje novih strojeva i zapošljavanja novih ljudi.

5S je komponenta ili alat koji sadrži pet aktivnosti sa svrhom lakšeg i bržeg snalaženja radnika, pronalaženja dijelova, alata te boljeg održavanja cijelog radnog mjesta i alata. 5s osim u proizvodnji može se i primjenjuje se u svim životnim i poslovnim područjima. Aktivnosti 5s-a su sljedeće: sortiraj, stavi u red, sjaj, standardiziraj, stavi u stanje održivosti. Putem uklanjanja sredstava, alata, paleta i ostalih nepotrebnih materijala, pravilnim označavanjem, redovitim čišćenjem i nadzorom te jasnim uputama za rad postiže se transparentna i jasna slika dijela procesa ili ukupnog procesa (Pandža, 2018: 274).

Kaizen je japanska riječ koja označava poboljšanje. On je dnevna aktivnost, čija svrha nadmašuje osnovno poboljšanje produktivnosti. Također je proces koji kada se napravi točno, oživljava radno mjesto, eliminira prekomjeran težak rad te uči ljude kako da eksperimentiraju na svojem radu koristeći znanstvene metode te kako da uče i uočavaju greške na radnom mjestu i uklanjaju otpad. *Kaizen* predstavlja kontinuirano poboljšanje cijelog vrijednosnog toka ili pojedinačnih procesa kako bi stvorio veću vrijednost uz manje otpada (Marchwinski, 2008: 40).

3.3. Implementacija lean-a

Alati *lean*-a služe kao sredstva za izgradnju, održavanje i poboljšanje. U svojim proteklih 30 godina, TPS je razradio mnoge načine otkrivanja i uklanjanja problema i grešaka koje ometaju stabilizirani protok te dovode do gubitaka. Ovo je rezultiralo stvaranjem jednodijelnog

toka i sustava povlačenja. Unutar sustava, ljudski i materijalni resursi su optimizirani tako što se raspoređuju samo oni koji su potrebni kako bi ispunili stopu kupovne potražnje. U *lean*-u se koristi termin pod nazivom vrijeme takta. Vrijeme takta definira ciklusno vrijeme koje je potrebno da se proizvede jedna jedinica proizvoda onim tempom koji je potreban da se ispuni potražnja kupca. Predstavlja ritam sinkronizacije svih resursa i operacija te opskrbljivanje potreba sustava kako bi se ostvarila potražnja i ne više od toga. Dizajniraju se operacije koje proizvode u ciklusima nešto kraćim od vremena takta kako bi se potražnja ostvarila u trenutno dostupnom radnom vremenu, s trenutno dostupnim resursima i radnom snagom a sve operacije se sinkroniziraju sa signalima povlačenja kupčeve potražnje. Procesi u *lean*-u donose vrlo brza poboljšanja jednostavnom primjenom na greške i nedostatke u vrijednosnom toku.

Lean također definira uloge za sve osobe u operacijskom sustavu proizvodnje uključujući menadžment. Provedba započinje u proizvodnji gdje su aktivnosti podijeljene u tri kategorije: one koje dodaju vrijednost, one koje ne dodaju vrijednost ili stvaraju otpad i one koje ne dodaju vrijednost ali su neophodne. Ove aktivnosti možemo promatrati kroz proizvodnju dijelova. Rukovanje dijelovima najveći je trošak i smatra se da ne dodaje vrijednost u ovom slučaju. Sama proizvodnja i sklapanje je aktivnost koja dodaje vrijednost, a kontrola kvalitete ne dodaje vrijednost ali je nužna. Tvrtke koje započinju implementaciju *lean*-a često imaju samo 65% svojih procesa u aktivnostima dodavanja vrijednosti i aktivnostima koje su nužne a ne dodaju vrijednost. Ovakav početni rezultat pruža priliku za 35% poboljšanja produktivnosti. Naknadna poboljšanja postižu se eliminacijom ili transferiranjem aktivnosti koje ne dodaju vrijednost na neiskorištene dionike procesa. Na primjer, u tvornicama su viličari ili nosači paleta ukrcani samo u smjeru odlaska ili dolaska u skladište. Ovo znači da su isti neiskorišteni barem 50% vremena. Standardiziranjem dizajna skladišta te posla zajedno s ostalim temeljima *lean*-a poboljšava postotak procesa koji dodaju vrijednost za sve operatere u postrojenju, proizvodnji ili skladištu. U ovom slučaju svaki zaposlenik ima standardiziran radni proces koji je ključan za predanost, odgovornost te postizanje boljih rezultata uklanjanjem otpada i izgradnju *lean* sustava. Standardizacija rada definira se za sve razine menadžmenta kao i za voditelja skladišta/proizvodnje. Voditelji moraju imati određenu vremensku strukturu u svom rasporedu za vrijeme u proizvodnji i skladištu. Dnevni raspored mora biti organiziran kako bi voditelji mogli promatrati sve operacije unutar određenog vremenskog razdoblja. Sa takvim pristupom i rasporedom, voditelji procjenjuju i kontroliraju standardizirane poslove i radnje, uče i poboljšavaju znanje radnika o *lean*-u i konstantnom usavršavanju, prate ranije otkrivena odstupanja sa svrhom osiguravanja korektivnih akcija i identificiraju sljedeće razine

poboljšanja cijelog sustava. Ovakav način vodstva ključan je ukoliko se *lean* planira provoditi i održati. Zajedno sa standardiziranim radom, voditelji moraju osigurati da se operacije u potpunosti poklapaju s godišnjim financijskim planom (Husby, Swartwood, 2009: 27). U Japanu, radnici su isključivo odgovorni za svoje radno mjesto te sve metode koje koriste. Osim odgovornosti radnika samih, provodi se konstantno obučavanje svih radnika. Svaki od njih pripada skupini koja se povremeno sastaje u raspravi tema vezanih uz posao. Te krugove poboljšanja rade sami radnici umjesto menadžmenta. Svrha krugova je lakša komunikacija između radnika, a ne rješavanje problema ili donošenje bitnih odluka. Na nekom od sastanaka, radnik može opisati i objasniti proizvode u procesu razvijanja. Na idućem sastanku, može se opisati praksa planiranja unutar kompanije, dok na sljedećem sastanku radnik može opisati što točno radi u poduzeću. Ovakva praksa pomaže radnicima u proširivanju vizije svog radnog mjesta, osigurava im znanje koje nije u njihovoj specijalnosti te pomaže u integraciji u samu organizaciju. Također imaju posebne treninge gdje se njihove određene specijalnosti poboljšavaju i unaprjeđuju, međutim glavni im je cilj da radnici nauče o svim poslovima u svome okruženju tvrtke (Schroeder, 1993: 727).

Lean alati koji se implementiraju za identifikaciju prilika za poboljšanje su vizualni menadžment i mapiranje toka vrijednosti. Mapiranje toka vrijednosti se primjenjuje na razini menadžmenta koji je odgovoran za poboljšanje i implementaciju *lean*-a. Vizualni menadžment se primjenjuje direktno na proizvodnji koje teže dugoročnim kontinuiranim poboljšanjima. Kroz vizualni menadžment vidljive su dnevne greške i devijacije te se otkrivaju korijeni problema i implementiraju trajna rješenja. Metoda otkrivanja korijena rješenja naziva se *Pet zašto?*. Prvo je potrebno zapitati se zašto se neki problem događa? Nakon odgovora na to pitanje, slijedi pitanje *Zašto se to događa?* Proces se ovim smjerom nastavlja kroz 5 pitanja sve dok se ne otkrije razlog ili korijen problema. Nakon otkrivanja, implementira se plan od 4 koraka: *Plan Do Check Act (PDCA)*. Ova jednostavna metoda temelji se na znanstvenoj metodi učevoj od strane Edwarda Deminga. Ovih nekoliko jednostavnih metoda i koraka dozvoljavaju voditelju pogona da uči te da ih primjenjuje.

Nakon provođenja inicijalnih procesa za implementaciju *lean*-a te poboljšanja trenutnog stanja, mora se definirati željeno buduće stanje. Ovaj proces ponavlja se zauvijek. Istovremeno u proizvodnji i skladištenju kontinuirano poboljšava svoje procese na dnevnoj bazi identificirajući nove otpade i gubitke. Svi prate jednaka 4 koraka: standardizacija, izravnavanje opterećenja, stabilizacija i stvaranje toka te konačno ponavljanje zauvijek.

Lean predstavlja jedinstveni sustav upravljanja. *Toyota*, proizvođač automobila koji svake godine ima najveći profit od svih proizvođača automobila koristi *lean* već pet desetljeća. Ova metoda dokazala se kao snažan operacijski model sa alatima koji uklanjaju otpad i stvaraju održivi operacijski sustav vođen dodavanjem vrijednosti za kupce. Predstavlja najsnažniji operacijski sustav poznat u današnje vrijeme te radi na kontinuiranom poboljšanju opskrbnog lanca svakog dana, zauvijek. (Husby, Swartwood, 2009: 33).

3.4. Proizvodnja u drvnoj industriji

U proteklih 10 godina, prerađivačka drvna industrija vratila se na dnevni red u Europi te se ističe kako Europa više nego ikada treba industriju i ona treba Europu. Europsko tržište sadrži 20 milijuna poduzetnika, 220 milijuna radnika i 500 milijuna potrošača, gdje je svako četvrto radno mjesto u privatnom sektoru u prerađivačkoj industriji a ista industrija iznosi čak 75% EU izvoza. Drvni sektor je među najstarijim prerađivačkim sektorima u Hrvatskoj te predstavlja stratešku granu domaćeg gospodarstva zajedno s poljoprivredom i turizmom. U slučaju Hrvatske, logičan je slijed razvitka ove industrije s obzirom na povoljno tlo, obilne šumske površine, jeftinu radnu snagu, dobru prometnu povezanost te izgrađene poslovne veze sa zemljama uvoznicama. Gledajući površinu Hrvatske od 87.661 km², šumsko područje iznosi 47% ukupne kopnene površine ili točnije 26.997 km² (Basarac Sertić, 2013: 29;54).

Proizvodnja kao proces gdje ljudi, dok koriste proizvodne snage te se povezuju proizvodnim odnosima, tako djelujući na prirodu i uspostavljajući međusobne odnose privlačila je pažnju oduvijek (Jakšić, 1985: 7). Upravljanje proizvodnjom u drvnoj industriji može se promatrati kroz više načina koji se međusobno razlikuju ovisno o uvjetima konkretne organizacije. Na sam način upravljanja utječe informacija da li je proizvodnja serijska, pojedinačna, masovna, komadna, kontinuirana te proizvodi li se roba široke potrošnje, oprema ili sirovine. Upravljanje proizvodnjom idejno treba skratiti rokove proizvodnje i ukloniti gubitke u proizvodnji. U nastavku su objašnjena 4 karakteristična modela proizvodnih sustava u drvnoj industriji: Proizvodni sustavi jednostavne strukture, redno složene strukture, paralelno složene strukture i redno-paralelno složene strukture.

Proizvodni sustavi jednostavne strukture vrše izradu proizvoda ili obradu sirovina samo u jednoj proizvodnoj fazi. Ovdje se mogu kao primjer uzeti pilane koje nemaju doradu. One su organizirane kao samostalni sustavi, gdje se sirovine kupuju na tržištu a isporučuju se poluproizvodi na tržištu kao osnova za izradu parketa ili sličnih proizvoda. U ovakvoj strukturi

proizvodnje prednost i efikasnost mogu se postići jedino optimizacijom proizvodnog programa, smanjivanjem ulaznih količina te veća efikasnost obrade (Figurić, 1989: 77).

Proizvodni sustavi redno složene strukture su sustavi gdje se završni proizvod obrađuje te mu se dodaje vrijednost kroz nekoliko procesa koji su redno i međusobno povezani. Svaki proces sadrži svoj ulaz i izlaz, gdje je ulaz iduće faze na izlazu trenutno gledajuće faze. Iz sustava postoji samo jedan izlaz koji je na kraju završne faze, dok sve faze imaju dodatne ulaze za ostale dijelove i proizvode kojima se dodaje vrijednost proizvodu. Karakteristična tvrtka za ovaj proizvodni sustav je proizvodnja namještaja unutar koje se vrši i piljenje, dorada, sušenje te svi elementi proizvodnje namještaja iz početne sirovine. Također važna je informacija kako u ovom sustavu samo završna faza isporučuje konačni proizvod a zasebne faze ne mogu (Figurić, 1989: 77).

Vrsta proizvodnih sustava složenih paralelno izgleda tako što se svaki proizvod obrađuje u jednoj fazi obrade u isto vrijeme, dok se u proizvodnji ukupno obrađuje više različitih vrsta proizvoda. Takav proizvodni sustav karakteriziraju heterogenost i diskontinuitet. Faze proizvodnje ne surađuju te su zasebne a njihovi ciljevi se isprepliću zbog istih resursa koji ulaze u proizvodnju. U ovom tipu proizvodnje može se proizvoditi velik broj proizvoda ali minimalno onoliko koliko ima faza složenih paralelno. Dobar primjer ove vrste proizvodnje u drvnjoj industriji je proizvodni kombinat s više proizvodnih programa, kao što su: iverica, parket, pelet, otpadno drvo, namještaj i slično.

Proizvodni sustav u drvnjoj industriji koji može imati velik broj mogućnosti naziva se redno-paralelni. On se sastoji od nekoliko faza prerade gdje svaka faza ima nekoliko ulaza i izlaza iz procesa. Najčešći su u drvnjoj industriji te vrlo dobro ekonomski pariraju s ostalima. Primjer ove vrste proizvodnje pilana koja dio svojih proizvoda prodaje dok dio prerađuje u daljnje gotove proizvode (Figurić, 1989: 78)

U drvnjoj industriji je moguće pravilno poslovanje i visok nivo produktivnosti ostvariti jedino uz zadovoljavanje projektno pretpostavljenih tehnološko-ekonomskih zahtjeva, dok se isti postižu primjenom upravljačkih sustava prilagođenih samoj proizvodnji. Kako bi se pravilno provela optimizacija i ostvarili ranije navedeni ciljevi potrebno je pronaći optimalni asortiman proizvoda gdje treba voditi računa o potražnji i iskorištavanju kapaciteta. Kako bi se optimalni asortiman odredio, postavlja se prosječna serija izrade određenog proizvoda, dohodak vezan uz njega i uz količinu ukupne proizvodnje. Druga faza optimizacije je optimizacija orijentacijskog terminiranja proizvodnje. Ovdje podaci o troškovima i vrijeme izrade dobivaju na značaju.

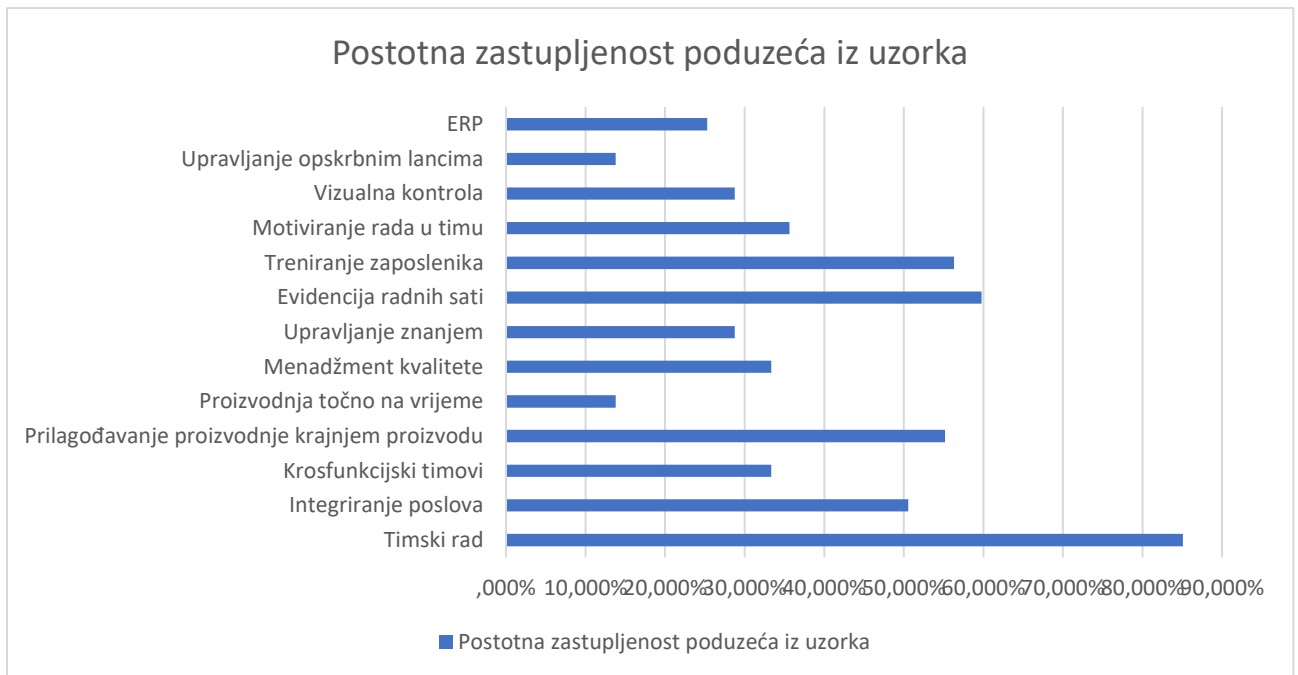
Nakon dvije faze optimizacije pristupa se optimizaciji zaliha te konačno pristupa krajnjem optimiziranom lansiranju proizvodnje.

3.5. Lean u prerađivačkoj industriji

U samim počecima smatralo se da se *lean* ne može primijeniti na procesnu industriju. Kasnije se ta pretpostavka ispostavila netočnom, međutim donesen je zaključak kako je teško isti primijeniti u industrijama gdje je potražnja promjenjiva te nema lojalnih potrošača te da starost poduzeća i veličina poduzeća uvelike utječu na upotrebljivost *lean*-a u proizvodnji. Odabrane su i analizirane najčešće prakse *lean*-a korištene u proizvodnji (Prester, Ivanko, 2011: 110):

- Timski rad,
- Integriranje poslova,
- Krosfunkcijski timovi,
- Prilagođavanje proizvodnje krajnjem proizvodu,
- Proizvodnja točno na vrijeme,
- Menadžment kvalitete,
- Upravljanje znanjem,
- Evidencija radnih sati,
- Treniranje zaposlenika,
- Motiviranje rada u tmu,
- Vizualna kontrola,
- Upravljanje opskrbnim lancima,
- ERP.

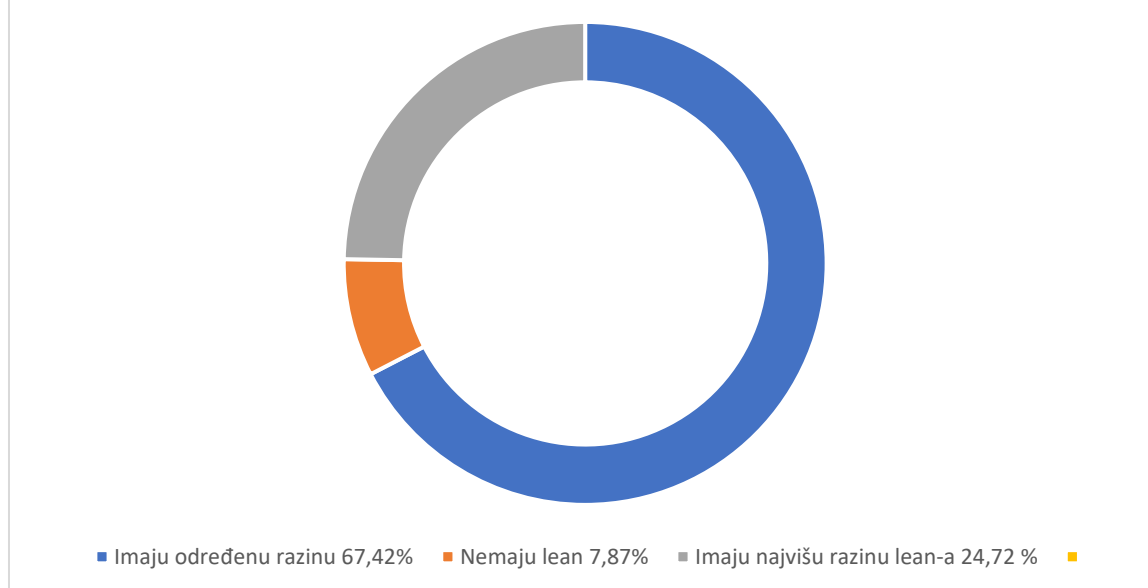
Podaci istraživanja su preuzeti iz Zbornika Ekonomskog fakulteta u Zagrebu, Vol. 9 No. 2, 2011. pod nazivom "*Rasprostranjenost lean koncepata u hrvatskoj prerađivačkoj industriji*" autora Jasne Prester i Filipa Ivanka te je provedeno 2009. godine i uključuje 20 tvrtki. Tvrtke koje su sudjelovale istraživanju broje više od 20 zaposlenika te nisu direktno upitane za korištenje *lean*-a, već po karakteristikama kako bi se dobila kompletna slika bez iskrivljenih rezultata.



Grafikon br.1. Postotna zastupljenost lean alata poduzeća iz uzorka. (Izrada autora prema *Rasprostranjenost lean koncepata u hrvatskoj prerađivačkoj industriji*. Raspoloživo na: <https://hrcak.srce.hr/74504> [Pristupljeno: 21.04.2021.])

Kako bi se dobila zastupljenost u postotku tvrtki, uzorak se podijelio na one koji nemaju *lean*, na one koji imaju određenu razinu tj. 1-7 koncepata, te one s više od 7 koncepata. Postotna zastupljenost *lean* alata poduzeća iz uzorka vidljiv je na grafikonu br.1; dok je postotak broja koncepata na razini poduzeća vidljiv u grafikonu br.2. Bhasin i Burcher (2006.) navode kako je za uspješno uvođenje *lean*-a potrebno imati barem 5 koncepata od navedenih.

Postotna razina lean-a u hrvatskoj prerađivačkoj industriji



Grafikon br.2. Postotna razina lean-a u hrvatskoj prerađivačkoj industriji iz uzorka istraživanja: *Rasprostranjenost lean koncepata u hrvatskoj prerađivačkoj industriji*.

Raspoloživo na: <https://hrcak.srce.hr/74504> [Pristupljeno: 21.04.2021.] . (Izrada autora)

Pretpostavlja se kako manja poduzeća nemaju sve sofisticirane softvere za upravljanje opskrbnim lancima i planiranje resursa poduzeća, već koriste jednostavnije alate intenzivno, dok je broj zaposlenika također proporcionalan i korištenju ostalih alata. Druga bitna stavka osim veličine poduzeća su kapaciteti proizvodnje. Ukoliko je poduzeće u manjku kapaciteta, zaposlenici nemaju dovoljno vremena i koncentracije na korištenje *lean* alata. Dok veličina i kapacitet poduzeća proporcionalno povećavaju korištenje *lean* alata, starost poduzeća raste obrnuto proporcionalno, tako što su poduzeća mlađa, veći je stupanj korištenja. Objašnjenje za drugo mjerilo može se shvatiti kroz činjenicu da su hrvatska poduzeća kasno počela s implementacijom i korištenjem *lean* alata i koncepata usprkos dugogodišnjem korištenju u inozemstvu i rezultatima istraživanja kako je stupanj upotrebe *lean*-a direktno povezan sa stupnjem ostvarivanja dobiti poduzeća (Prester, Ivanko, 2011: 119).

4. MAPIRANJE TOKA VRIJEDNOSTI U LEAN-U

U modernim proizvodnim tvrtkama te svim ostalim sudionicima opskrbnog lanca izvode se konstantni naponi i pokušaji kako bi se procesi unutar lanca provodili sa što većom uspješnošću. Podaci unutar lanca te informacije o količinama, proizvodima, sudionicima i tokovima prikupljaju se, razmjenjuju i obrađuju putem informacijskih i komunikacijskih tehnologija. Jedna od jednostavnih i potencijalnih tehnologija za optimizaciju opskrbnog lanca je mapiranje. Mapiranje toka vrijednosti nastaje putem prikupljanja više vrsta podataka i rezultira gledištem koje do sada nije bilo obuhvaćeno u cjelini. Sve mape ukazuju dva osnovna elementa: članove i tokove. Osim toga opisuje njihove karakteristike, smjerove toka, karakteristike aktivnosti i razine opskrbnog lanca. Mogu predstavljati ukupni opskrbni lanac ili samo izdvojiti njegov dio te dovode do jasnog razumijevanja pozicija svih članova u opskrbnom lancu i njegovih procesa (Dujak i dr. 2020: 26).

Proces mapiranja toka vrijednosti digitalno i analitički označava sve dijelove, stavke i članove vrijednosnog toka, protok informacija, proizvoda, potrebno vrijeme te u konačnici nudi i izračun samih troškova. Danas je neizostavan dio u unaprjeđenju opskrbnog lanca i proizvodnje. Mapiranje toka vrijednosti je alat unutar *lean* metode za procjenu i planiranje. Alat se sadrži od velikog broja simbola i uputa za izradu mape toka vrijednosti. Prije samog mapiranja vrijednosti, radnici moraju poznavati osnove mapiranja toka vrijednosti i *lean* metode. Proces mapiranja započinje s nabavom proizvoda od dobavljača koji se ucrtava te se nastavno na njega pojedinačnim koracima ucrtava ostatak članova i procesa, kao što su radne stanice, zalihe, otprema i slično. Nakon što se ucrtava trenutno stanje, pregledavaju se informacije te se daju prijedlozi gdje se može tok vrijednosti poboljšati. Nakon donošenja odluke o budućem stanju, posljedično izradi nekoliko verzija, izrađuje se konačna verzija budućeg stanja. Buduće stanje se tada uspoređuje s početnim, gdje je razlika odmah brojčano i vizualno evidentna. Najčešće početne promjene i razlike između stanja su: brža izmjena strojeva i alata, dizajn radnih stanica, supermarketi i signali (Husby, Swartwood, 2009: 28).

Dijagram toka u procesu mapiranja toka vrijednosti se sastoji od sljedećih koraka: potrebno je definirati procese koji trebaju biti prikazani te ih opisati i imenovati, definirati njihove razine, organizirati aktivnosti pravilnim redoslijedom i ucrtati strelice tokova i smjera. Dijagrami ili mape opskrbnog lanca uobičajeno su podijeljene u dvije skupine: mape temeljene na procesima ili aktivnostima i mape koje se temelje na odnosima. Mape koje se temelje na procesima se

koncentriraju na procese u entitetima opskrbnog lanca ili između entiteta te su taktičke prirode. Detaljnije su od mapa koje se temelje na odnosima te služe unaprjeđenju učinkovitosti kroz promjene trenutnih operacija. Mape koje se temelje na odnosima su strateške prirode te prikazuju širu sliku opskrbnog lanca s njegovim članovima, tokovima i odnosima (Dujak i dr. 2020: 28). Tijekom ovog rada na primjeru poduzeća Pan Parket d.o.o. za mapiranje toka vrijednosti korištene su mape koje se temelje na procesima.

4.1. Koraci aktivnosti mapiranja toka vrijednosti

Rother i Shook (2009) navode kako su koraci u aktivnosti mapiranja toka vrijednosti sljedeći: odabir obitelji proizvoda, crtanje trenutnog stanja, crtanje budućeg stanja, plan rada i implementacija. Prije početka mapiranja toka vrijednosti potrebno se usredotočiti na samo jednu obitelj proizvoda. Kupce zanimaju specifični proizvodi, a ne svi, te u tom slučaju ne treba mapirati sve. Mapiranje toka vrijednosti predstavlja hodanje i ucrtavanje svih koraka proizvodnje za jednu obitelj proizvoda od vrata do vrata u tvornici. Identifikacija obitelji proizvoda treba biti promatrana iz gledišta kupca. Obitelj proizvoda je grupa proizvoda koji prolaze kroz sličan proces proizvodnje te kroz jednake strojeve i alate. Pri odabiru je potrebno jasno utvrditi koja je obitelj proizvoda, koliko različitih završenih dijelova postoji u obitelji, kolika je potražnja i koliko učestalo.

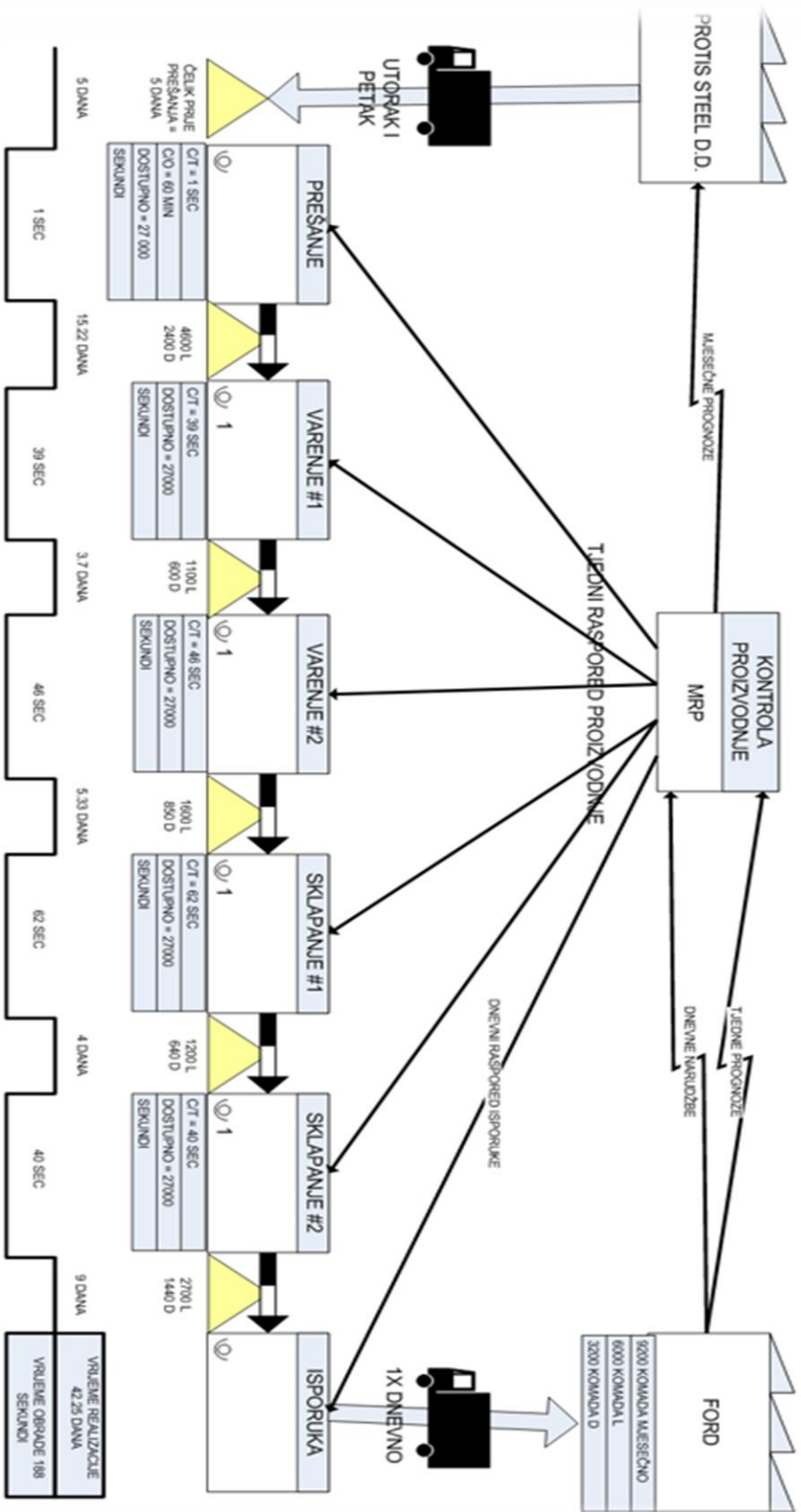
Sljedeći korak nakon odabira obitelji proizvoda je crtanje trenutnog stanja koje se izvodi prikupljanjem podataka iz same proizvodnje. Važno je napomenuti kako se u mapiranju toka vrijednosti koriste razni simboli navedeni te objašnjeni u nastavku rada. Crtanje trenutnog stanja započinje s potrebama kupca. Ucertava se ikona tvornice s imenom kupca, te ispod pravokutnik s podacima o kupčevim potrebama i potražnji ovisno o vrsti proizvoda i dijelova koje potražuje te vremenskom intervalu. Nakon obilježavanja kupca, sljedeći korak su osnovni procesi u proizvodnji, koji se označavaju pravokutnicima procesa (Rother, Shook, 2009: 12).

Svaki od procesa proizvodnje funkcionira na svoj način, mogu biti automatski ili ručni te se razlikovati po vremenu potrebnom za završetak određenog procesa. Unutar pravokutnika procesa potrebno je upisati vrijeme ciklusa, vrijeme prebacivanja, broj zaposlenika potrebnih za rad, vrijeme neprekidnog rada te dostupno radno vrijeme. Između procesa, pronalaze se mjesta gdje se nakuplja materijal. Ta mjesta je potrebno označiti i uvesti na mapu jer su to mjesta gdje tok staje. Označavaju se sa trokutom te se ispod njih upisuju količine i dostupno

vrijeme materijala. Nakon što su svi procesi ucrtani, potrebno je ucrtati dobavljača. Dobavljačeva ikona jednaka je kao i kupčeva, razlika je što se ispod dobavljača upisuje veličina pošiljke te pomoću ikone kamiona i strelice se upisuju učestalosti dostave prema proizvodnji. Sa druge, kupčeve strane, pomoću istih simbola ucrtava se učestalost isporuke gotove robe prema kupcu (Rother, Shook, 2009: 20).

Kako su glavni dijelovi svake mape toka vrijednost prema Dujaku i dr. (2020): informacijski tok, materijalni tok te vremenska linija, po završetku materijalnog toka potrebno je ucrtati informacijski. Informacijske tokove ucrtavamo pomoću strelica koje mogu biti ravne ili u obliku munje, ovisno o tome dali je tok informacija elektronički. Na vrhu mape ucrtava se još jedan pravokutnik procesa koji označava sustav planiranja i kreiranja rasporeda proizvodnje. Iz njega strelice informacijskih tokova odlaze prema dobavljaču te dolaze od strane kupca. Proces se nastavlja s kretanjima materijala između procesa proizvodnje.

U mapi trenutnog stanja većinom se koristi pretpostavka što sjedećem procesu treba. Nažalost, gotovo je nemoguće točno predvidjeti potrebe idućeg procesa. U slučaju predviđanja u proizvodnji koristi se *Push* sustav te se označava strelicom između procesa. Nakon što su svi dijelovi mape izmjereni, zabilježeni te ucrtani, vrijeme je za posljednji korak mape trenutnog stanja. Potrebno je ucrtati vremensku liniju ispod svih procesa i nakupina materijala, kako bi se dobilo konačno vrijeme realizacije jednog dijela kroz cijelu proizvodnju. Završetkom svih ovih koraka, dobiva se mapa trenutnog stanja koje je druga faza aktivnosti mapiranja toka vrijednosti, čiji je primjer vidljiv na slici br.3. (Rother, Shook, 2009: 30).

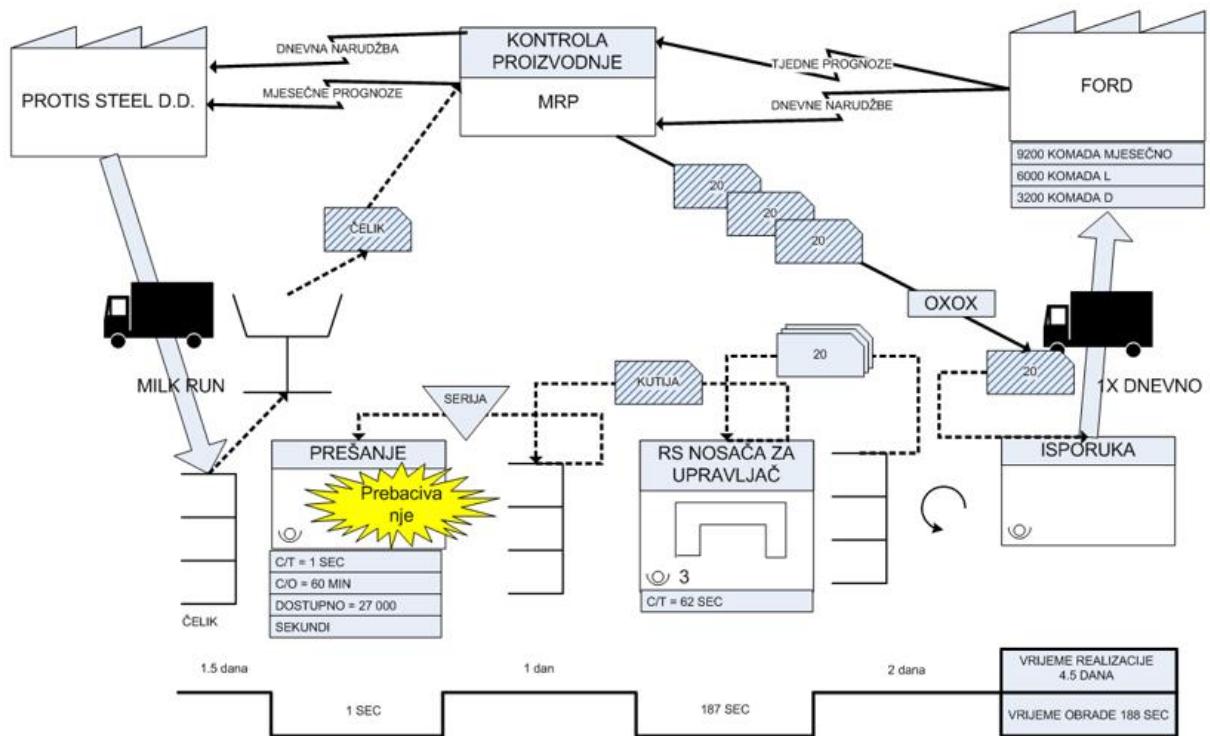


Slika br. 3. Trenutno stanje izmišljenog poduzeća Autoparts d.o.o. (Izrada autora)

Prije kretanja na treći korak i na izradu budućega stanja, potrebno je razumjeti kako u *lean* metodi proizvodnje, postoji želja za proizvodnjom u jednom procesu samo ono što je sljedećem procesu potrebno i kada mu je potrebno. Važno je povezati sve procese, od konačnog potrošača, sve do sirovina u glatkom toku bez prekida koji generira najkraće vrijeme, najvišu kvalitetu uz najniže troškove. Kako bi se gore navedene želje ispunile potrebno je poštovati nekoliko uputa nastalih u *Toyoti*. Za početak potrebno je proizvoditi prema vremenu takta koje je definirano u poglavlju 3.4. te je za lakšu izradu potrebno napraviti i grafikon vremena takta. Nastavno, potrebno je odrediti hoće li se proizvoditi za supermarket ili za isporuku i uvesti kontinuirane tokove gdje god je to moguće. Kontinuirani tok predstavlja proizvodnju jednog dijela u trenutku te prosljeđivanje tog dijela u sljedeću fazu procesa bez zaustavljanja i stvaranja otpada (Rother, Shook, 2009: 38).

Na nekim mjestima u proizvodnji, kontinuirani tokovi nisu mogući. Razlozi za to mogu biti: različito ciklično ili vrijeme izmjene, udaljenost između procesa i slično. Sve operacije je potrebno svesti na vrijeme približno vremenu takta te odrediti optimalan broj radnika za svaki proces. Pred procesima gdje kontinuirani tokovi nisu mogući, uputa je za postavljanje supermarketa za kontrolu proizvodnje te implementacija sustava povlačenja, gdje je potrebno obratiti pažnju prije implementacije da su kontinuirani tokovi uvršteni u sve procese u koje je moguće. Potrebno je s nabavom uspostaviti češće isporuke, tj. isporuke kada je proizvodnji potrebna količina sirovina za daljnju proizvodnju, bez gomilanja zaliha. Uvelike je potrebna upotreba *kanbana* između svih procesa u proizvodnji (Rother, Shook, 2009: 39).

Prema autorima Huang i Kusiak (1996) *Kanban* sustav se odvija unutar sustava povlačenja i služi kao jedan od načina informiranja kojim se nastavlja ili zaustavlja proizvodnja. U sustavu povlačenja proizvodnja trenutne faze ovisna je o potražnji svih ostalih faza koje tek slijede – na taj način stvoren je *kanban* sustav kojim se pojednostavljuje međusobna komunikacija i povećava se učinkovitost jer se zna što je točno potrebno u svakoj fazi proizvodnje.



Slika br. 4. Buduće stanje izmišljenog poduzeća Autoparts d.o.o. (Izrada autora)

Dakle, kada se dijelovi određenog materijala povuku od prethodne faze dolazi do povezanosti sa svim fazama i tako se uspostavlja međusobna komunikacija te automatski svaka određena faza prepoznaje kada i u kojoj količini treba proizvesti potrebne dijelove. Sve potrebne informacije kao što su količina proizvoda, kod proizvoda, informacije o nazivu i vrsti proizvoda lako se mogu dobiti iz *kanbana*. Informacijske kartice imaju veliku ulogu u *kanban* sustavu, kako bi upravljanje *kanbanima* što bolje funkcioniralo nije dopušteno miješanje kartica niti njihov gubitak. Nastavno, potrebno je razviti raspored proizvodnje te odrediti proces koji će biti pacemaker ili određivati tempo, a nastavno prema tom procesu odrediti proizvodnju različitih

dijelova jednako u vremenu ili ujednačiti proizvodni mix. Nakon toga potrebno je odrediti idealan volumen proizvodnje i omogućiti proizvodnju svakog dijela svaki dan tj. smanjiti potrebe zaliha u supermarketima. Nakon implementacije svih ovih koraka, računanjem i mjerenjem vremenskih i proizvodnih rezultata, razlika je drastična, kao što je vidljivo na izmišljenom primjeru slike br.4. (Rother, Shook, 2009: 79).

4.2. Mjerila i simboli korišteni u mapiranju toka vrijednosti

Kao što je već navedeno, sve mape toka vrijednosti sadrže tri glavna dijela (Dujak i dr. 2020: 31):

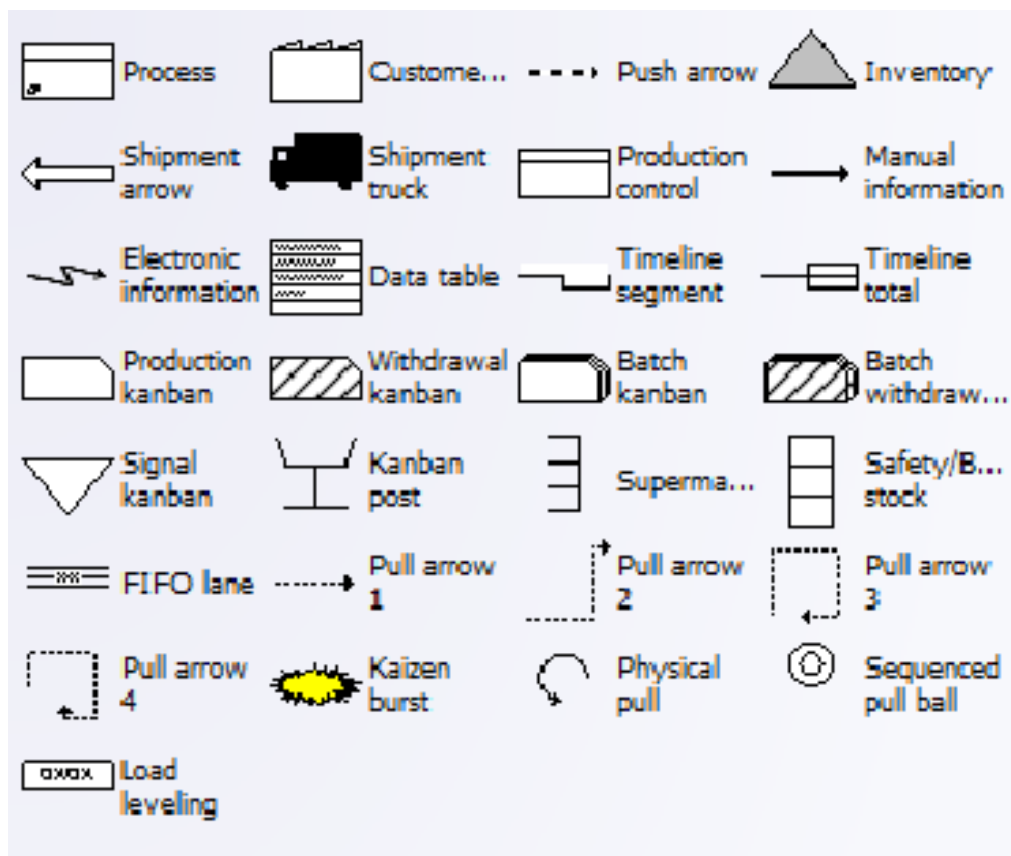
- Informacijski tok koji se nalazi na gornjem dijelu mape,
- Materijalni tok koji se nalazi na donjem dijelu mape,
- Vremenska linija koja se nalazi na dnu mape ispod materijalnog toka.

Kako bi mapa toka vrijednosti dala što točniju i vjernu sliku sadašnjeg i budućeg stanja, koriste se određena procesno orijentirana mjerila (Dujak i dr. 2020: 32):

- Vrijeme ciklusa predstavlja vrijeme koje je potrebno jednom dijelu za proizvodnju ili vrijeme koje je između završavanja proizvodnje jednog proizvoda i završavanja proizvodnje drugog proizvoda. Naziva se još i procesno vrijeme te se izražava u sekundama,
- Propusnost ili protok predstavlja prosječan broj proizvodnih jedinica koje se proizvedu u svim ili različitim dijelovima procesa u određenom vremenskom intervalu. Također predstavlja mjerilo s kojim se prati izvedba i recipročan je procesnom vremenu ili vremenu ciklusa,
- Vrijeme prebacivanja upotrebljava se u postrojenjima koja proizvode dvije ili više vrsta proizvoda. Predstavlja ono vrijeme koje je potrebno kako bi se proizvodnja prebacila s proizvodnje između više vrsta proizvoda,
- Vrijeme neprekidnog rada predstavlja iskorištenost stroja tijekom njegovog radnog vremena,
- Svaki dio svakih predstavlja veličinu proizvodne serije,
- Vrijeme realizacije ili dostave predstavlja jedno od najvažnijih mjerila te daje informaciju koliko je vremena potrebno proizvodu da prođe kroz cijeli proizvodni sustav ili tok vrijednosti u njegovoj cijelosti,

- Broj operatora ili radnika na određenom procesu predstavlja broj radnika na jednom stroju ili radnom mjestu koji izvršavaju određeni proces,
- Broj varijacija proizvoda definira razliku između proizvoda iste vrste gdje se najčešće radi o boji ili vrsti završne obrade,
- Veličina pakovanja prikazuje dimenzije i količinu sekundarnih pakiranja,
- Vrijeme rada predstavlja također jedno od najbitnijih mjerila te daje informaciju o vremenu rada u smjeni, umanjeno za vrijeme pauze te se izražava u sekundama,
- Vrijeme takta koje iznosi omjer učinkovitog radnog vremena u vremenskom razdoblju i potražnje kupca u tom istom razdoblju. Vrijeme takta služi za postavljanje tempa proizvodnje te je temeljni izračun za crtanje budućeg stanja.

Osim procesno orijentiranih mjerila, u mapiranju toka vrijednosti koristi se širok spektar simbola, neovisno radi li se mapiranje ručno na papiru, u *Visio Process Simulator-u*. Detaljan prikaz korištenih simbola objašnjen je u nastavku (Dujak i dr. 2020: 34).



Slika br. 5. Simboli za mapiranje toka vrijednosti u programu *Visio* (Izrada autora)

Simboli slijede respektivno (Dujak i dr. 2020: 35):

- Proces, kupac/dobavljač, materijalni tok/push strjelica, zaliha,
- Pošiljke, vanjske pošiljke, kontrola proizvodnje, ručne informacije,
- Elektroničke informacije, pravokutnik s podacima, segment vremenske trake, ukupni iznos vremenske trake,
- Proizvodni *kanban*, *kanban* za povlačenje, skupina *kanbana*, skupina *kanbana* za povlačenje,
- Signalni *kanban*, *kanban* pošta, supermarket, sigurnosne zalihe,
- *FIFO* traka, strjelica za povlačenje 1,2,3 i 4,
- *Kaizen* praksa, povlačenje materijala i izjednačavanje opterećenja.

5. IMPLEMENTACIJA LEAN-A U PAN PARKET D.O.O.

U nastavku je detaljnije objašnjena tvrtka koja služi kao primjer u radu i kao analizirani subjekt za postavljene hipoteze. Nastavno detaljima o tvrtki, predstavljeno je ranije pojašnjeno trenutno stanje zatečeno u proizvodnom pogonu tvrtke primjera, sa detaljno objašnjenim procesima proizvodnje te pripadajućim slikama procesa, obrada trenutnog stanja pri implementaciji metodologije *lean* sustava i konačno željeno buduće stanje proizvodnje.

5.1. O tvrtki Pan Parket d.o.o.

Prema podacima preuzetih sa službene stranice tvrtke, Pan parket posluje od 1996. godine s glavnom djelatnošću proizvodnje drvenih parketa ili djelatnosti grupe DD20 koja prema pravilniku o razvrstavanju poslovnih subjekata prema prema nacionalnoj klasifikaciji djelatnosti obuhvaća preradu drva i proizvodnje drvenih proizvoda. Tvrtka konstantno teži postupnom te ostvarivom povećanju prometa i proizvodnje velikim nizom aktivnosti kako bi se baza poslovanja poboljšala i učvrstila. Dugogodišnja tradicija drvne proizvodnje i prerade drveta na području samog sjedišta tvrtke, Čačinaca i Orahovice te županije u cijelosti uvelike olakšava odabir i obuku zaposlenika te cijeli kadrovski potencijal.

Nabava sirovina se vrši većinom na domaćem tržištu, uz dio uvoza koji rezultira iz sirovinskih kvoti Hrvatskih šuma d.o.o. Većina drvne sirovine se nabavlja od lokalnih proizvođača i pilana u obliku namjenskih drvenih elemenata ili piljenica, gdje se isto dobivaju od ranije spomenutih Hrvatskih šuma d.o.o. S obzirom da je orijentacija tvrtke izrada finalnog gotovog proizvoda spremnog za korištenje, s velikim postotkom dodane vrijednosti proizvodu, a 90% proizvoda je namijenjeno za izvoz u cijeli svijet, ostvaruju se posebna prava nabavke trupaca po posebnim uvjetima i prava na sklapanje ugovora za kupnju sirovine na nekoliko godina.

Tvrtka ne posjeduje vlastitu pilanu te s time svoja prava kupovine direktno prenosi na svoje dobavljače i pilane, sudjelujući s time u razvoju cijele regije i ostalih manjih subjekata kroz ugovore. Osim ulaganja u regiju i povoljnu poduzetničku klimu u okolini, tvrtka tim radnjama ima garantirano povoljne ulazne sirovine koje su potrebne za izradu kvalitetnih završnih proizvoda.

Za grad od oko 4000 stanovnika, tvrtka zapošljava ovisno o obujmu posla i sezoni između 130 i 180 djelatnika što čini velik postotak zaposlenika u tvrtki jednoga grada i okolice, dok

proizvode izvozi na sve naseljene kontinente osim Australije, uključujući SAD, Kanadu, Kinu i sve zemlje Europe (Preporučano sa službene stranice tvrtke Pan Parket d.o.o. Raspoloživo na: <https://pan-parket.hr/> [Pristupljeno 23.06.2021]).

5.2. Specifikacija proizvoda tvrtke Pan Parket d.o.o.

Tržište drvenih parketa sastoji se od nekoliko vrsta parketa, međutim većina potražnje i sa samim time i ponude koncentrira se na troslojne gotove parkete fiksnih dužina. Tržišta se većinom nalaze na područjima koja su te vrste proizvoda i parketa prihvatila, gdje se kroz iskustvo najviše ističe Europa kao glavno tržište. Sam zaključak ne dovodi isto u pitanje s obzirom da se parket u ovom obliku pojavljuje prvi puta prije 50 godina u Skandinaviji te se širi kontinentom i dalje.

Prema podacima službene stranice tvrtke Pan Parket d.o.o. tvrtka koristi više od 20 vrsta drveta iz kojih izrađuju parkete idućih karakteristika:

- Dimenzije parketa su 1800-2200 x 186-252 x 13,5 mm,
- Materijal parketa je većinom hrastovo drvo, dok postoje i mogućnosti bukve, javora, trešnje, oraha, kruške, kestena, jasena, bagrema i čak egzotičnih afričkih drveća,
- Slojevi parketa lijepljenjem tvore ravnu ploču, čija površina ovisi o vrsti parketa i načinu izrade te može biti savršene ravnine ili prirodnog izgleda s godovima. Samih slojeva je 3: donji sloj od 2 milimetra furnira jelovine, srednji sloj letvica jelovine od 8 milimetara te gornji završni sloj tvrdog drveta debljine 3,5 milimetara,
- Osim drveta, parketi se ovisno o želji kupca premazuju lakom do 5 slojeva, a slojeve parketa povezuje otporno ljepilo.

Vrste parketa u proizvodnji navedene su u nastavku teksta, skupa s njihovim specifikacijama, dok su svi podaci preuzeti sa službene stranice tvrtke Pan Parket d.o.o.:

- Jednolinijski parket predstavlja troslojni parket gotovog oblika uljene ili lakirane ploče koji sadrži sustav utora za slaganje te je izrađen od tri sloja: gornje lamele debljine 3,5 milimetara, srednje letvice debljine 8 milimetara te ljuštenog furnira debljine 2 milimetara. Površina samog proizvoda se izrađuje od plemenitih vrsta drveta. Različite vrste drveta ispoljuju različite stupnjeve tvrdoće mjerene Brinellovom skalom, gdje je

veća vrijednost samog mjerenja i veća tvrdoća te otpornost drveta. Modeli ove vrste parketa te njihove boje dostupne su na samoj stranici te su sljedeći: *Brast Maroon, Brast Havanna, Brast Cream, Brast Champagne, Brast Castle Brown, Brast Caramel, Brast Vintage, Brast Terra, Brast Storm, Brast Polar, Brast Mountain Natur, Brast Mountain Natur Object, Brast Mountain 24, Brast Alpin, Brast Cotton White, Brast Superwhite, Brast Sand, Brast Safari, Brast Pastel, Brast Shadow, Brast Deepfumed 24, Brast Tobacco, Američki Orah*. Dodatak nazivu parketa *Natur* predstavlja izgled i oblik pravog drveta dok dodatak *Object* predstavlja izgled I oblik parketa bez godova i izbočina tj. Ravan parket. Same specifikacije ove vrste parketa parketa su u nastavku:

DULJINA	1800 mm	2000 mm	2200 mm
ŠIRINA	185 mm	185 mm	185 mm
DEBLJINA	13,5 mm	13,5 mm	13,5 mm
GORNJI SLOJ	3,5 mm	3,5 mm	3,5 mm
BROJ PLOČA U PAKETU	6	6	6
SADRŽAJ PAKETA	1,998 m ²	2,22 m ²	2,442 m ²
BROJ PAKETA U PALETI	45	45	45
SADRŽAJ PALETE	89,91 m ²	99,9 m ²	109,89 m ²
TEŽINA PAKETA	14 kg	15,5 kg	17 kg
TEŽINA PALETE	650 kg	720 kg	790 kg
DIMENZIJE PAKETA	1800*930*800 mm	2000*195*82 mm	2200*195*82 mm
DIMENZIJE PALETE	1800*930*800 mm	2000*930*800 mm	2200*930*800 mm
POVRŠINSKA OBRADA	PRIRODNO OKSIDATIVNO ULJE		
SJAJ	MAT		
POSTAVA U VLAŽNE PROSTORIJE	NE		
DOSTUPNE KLASSE	NATUR / NATUR - OBJECT		
CERTIFIKATI	FSC / CE		
PREPORUČENO ZA	DNEVNE BORAVKE/SOBE/KUHINJE/JAVNE PROSTORIJE		
OTPORNOST NA VATRU	Dfl - S1		
POSTAVA NA PODNO GRIJANJE	DA		
MOGUĆNOST SPAJANJA	KLIK / UTOR -PERO		
MOGUĆNOST POSTAVE PARKETA	PLIVAJUĆI / PUNOPLOŠNO LJEPLJENJE		

Slika br. 6. Specifikacije jednolinijskog parketa (Izrađena tablica od strane autora prema podacima sa službene stranice tvrtke Pan Parket d.o.o. Raspoloživo na:

<https://pan-parket.hr/1-linijski-parket/> [Pristupljeno: 23.06.2021.]])

- Jednolinijski XL parket predstavlja troslojni parket gotovog oblika uljene ili lakirane ploče koji sadrži sustav utora za slaganje te je izrađen od tri sloja: gornje lamele debljine 3,5 milimetara, srednje letvice debljine 8 milimetara te ljuštenog furnira debljine 2 milimetra. Površina samog proizvoda se izrađuje od plemenitih vrsta drveta. Različite

vrste drveta ispoljuju različite stupnjeve tvrdoće mjerene Brinellovom skalom, gdje je veća vrijednost samog mjerenja i veća tvrdoća te otpornost drveta. Modeli ove vrste parketa te njihove boje dostupne su na samoj stranici te su sljedeći: *Hrast XL Champagne*, *Hrast XL Cotton White*, *Hrast XL Sand*, *Hrast XL Polar N Object*, *Hrast XL Super White N Object*, *Hrast XL Havanna*, *Hrast XL Pastel N Object*, *Hrast XL Vintage N*, *Hrast XL Caramel N Object*, *Hrast XL Maroon*, *Hrast XL Shadow*, *Hrast XL Storm*, *Hrast XL Smoked White*, *Hrast XL Mountain 72*, *Hrast XL Dark Smoked Alpin*, *Hrast XL Bourbon*, *Hrast XL Carbon*. Dodatak nazivu parketa *Natur* predstavlja izgled i oblik pravog drveta dok dodatak *Object* predstavlja izgled i oblik parketa bez godova i izbočina tj. Ravan parket. Same specifikacije ove vrste parketa su u nastavku:

DULJINA	1990 mm	2190 mm	2390 mm
ŠIRINA	252 mm	252 mm	252 mm
DEBLJINA	14,5 mm	14,5 mm	14,5 mm
GORNJI SLOJ	4,5 mm	4,5 mm	4,5 mm
BROJ PLOČA U PAKETU	4	4	4
SADRŽAJ PAKETA	2,006 m ²	2,208 m ²	2,409 m ²
BROJ PAKETA U PALETI	44	44	44
SADRŽAJ PALETE	88,264 m ²	97,15 m ²	105,996 m ²
TEŽINA PAKETA	16 kg	17,5 kg	19 kg
TEŽINA PALETE	725 kg	790 kg	855 kg
DIMENZIJE PAKETA	1990*262*60 mm	2190*262*60 mm	2390*262*60 mm
DIMENZIJE PALETE	1990*1050*750 mm	2190*1050*750 mm	2390*1050*750 mm
POVRŠINSKA OBRADA	PRIRODNO OKSIDATIVNO ULJE		
SJAJ	MAT		
POSTAVA U VLAŽNE PROSTORIJE	NE		
DOSTUPNE KLASSE	NATUR / NATUR - OBJECT		
CERTIFIKATI	FSC / CE		
PREPORUČENO ZA	DNEVNE BORAVKE/SOBE/KUHINJE/JAVNE PROSTORIJE		
OTPORNOST NA VATRU	Dfl - S1		
POSTAVA NA PODNO GRIJANJE	DA		
MOGUĆNOST SPAJANJA	UTOR-PERO		
MOGUĆNOST POSTAVE PARKETA	PUNOPLOŠNO LJEPLJENJE		

Slika br. 7. Specifikacije jednolinijskog XL parketa (Izrađena tablica od strane autora prema podacima sa službene stranice tvrtke Pan Parket d.o.o. Raspoloživo na: <https://pan-parket.hr/1-linijski-parket-xl/> [Pristupljeno: 23.06.2021.]

- Gotovi trolinijski parket, kao i protekla dva modela, predstavlja uljenu ili lakiranu ploču sa sustavom sklapanja i tri spojena sloja. Materijali izrade i sklapanja tri sloja jednaki

su kao i u jednolinijskom i jednolinijskom XL parketu te se također izrađuje od plemenitog drveta. Modeli dostupni za narudžbu su sljedeći: *Hrast, Hrast uljen, Dimljeni hrast, Orah, Iroko, Doussie, Trešnja, Javor, Bukva, Jasen, Bagrem, Wenge te Merbau*. Same specifikacije ove vrste parketa su u tablici u nastavku:

DULJINA	2200 mm
ŠIRINA	206 mm
DEBLJINA	13,5 mm
GORNJI SLOJ	3,5 mm
BROJ PLOČA U PAKETU	6
SADRŽAJ PAKETA	2,719 m ²
BROJ PAKETA U PALETI	45
SADRŽAJ PALETE	122,355 m ²
TEŽINA PAKETA	19 kg
TEŽINA PALETE	875 kg
DIMENZIJE PAKETA	2200*216*82 mm
DIMENZIJE PALETE	2200*1100*800 mm
POVRŠINSKA OBRADA	PRIRODNO OKSIDATIVNO ULJE
SJAJ	POLUMAT/MAT
POSTAVA U VLAŽNE PROSTORIJE	NE
DOSTUPNE KLASSE	EXTRA/ NATUR/ NATUR - OBJEKT/ RUSTIK
CERTIFIKATI	FSC / CE
PREPORUČENO ZA	DNEVNE BORAVKE/SOBE/KUHINJE/JAVNE PROSTORIJE
OTPORNOST NA VATRU	Dfl - S1
POSTAVA NA PODNO GRIJANJE	DA OSIM BUKVE, JASENA, JAVORA
MOGUĆNOST SPAJANJA	KLIK / UTOR - PERO
MOGUĆNOST POSTAVE PARKETA	PLIVAJUĆI/PUNOPLOŠNO LJEPLJENJE

Slika br. 8. Specifikacije trolinijskog parketa (Izrađena tablica od strane autora prema podacima sa službene stranice tvrtke Pan Parket d.o.o. Raspoloživo na: <https://pan-parket.hr/1-linijski-parket-xl/> [Pristupljeno: 23.06.2021.]

Dok je prvi dio specifikacija jasno objašnjen, površinska obrada može biti oksidativno ulje ili lak, dok klase predstavljaju kvalitetu završne obrade, vidljivost godova, izbočina i slično. Certifikati parketa su FSC i CE. FSC certifikat predstavlja „*Forest Stewardship Council*”, tj predstavlja certifikat da se šumom gospodari prema unaprijed određenim i vrlo strogim standardima vezanim uz ekološke, ekonomske i socijalne poglede. U Hrvatskoj, nositelj FSC certifikata od 2002. Godine su Hrvatske šume. Isti certifikat za sve nositelje predstavlja čast i priznanje u međunarodnom pogledu gospodarenja šumama. Također, Hrvatska je bila prva zemlja koja je u regiji mogla ponuditi

certificirane drvne proizvode (Prepričano sa službene stranice Hrvatskih šuma. Raspoloživo na: <https://www.hrsume.hr/index.php/hr/h-consult-doo/42-certifikati/certifikati/252-consult> [Pristupljeno 05.07.2021.]). CE certifikat je znak da su proizvodi usklađeni s direktivama pristupa Europske unije za sve proizvode koji se proizvode u Europskoj uniji i prodaju unutar ili izvan nje. Oznake Dfl-S1 predstavljaju mjerilo otpornosti na požar, građevnih proizvoda koji se ugrađuju u građevine prema Pravilniku o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara, na temelju članka 26. Stavka 1. Zakona o zaštiti od požara (Narodne novine br. 92/10) donešene od strane ministra unutarnjih poslova, uz suglasnost ministra graditeljstva i prostornog uređenja. Osim sigurnosnih, ekoloških i dimenzijskih specifikacija, također su navedeni načini spajanja te načini postavljanja, gdje plutajući predstavlja način slaganja na tanak sloj spužbe, dok punoplošno ljepljenje predstavlja ljepljenje parketa. Pri prodaji i montaži, preporuča se ljepljenje parketa, zbog sigurnosti i ponašanja samog drveta, dok je za kasniju izmjenu uvelike jednostavniji plutajući način.

5.3. Trenutno stanje proizvodnje tvrtke Pan Parket d.o.o.

U nastavku petog poglavlja rada, opisuje se proces mjerenja i ucrtavanja trenutnog ili „AS-IS“ stanja proizvodnje jedne linije dvije vrste proizvoda. S obzirom na veličinu tvornice i veliku paletu različitih proizvoda, proces je odabran i realiziran za jednu proizvodnu liniju, gledajući količinu i vrijeme isporuke materijala, sam proizvodni proces te konačno isporuku konačnom kupcu prema njegovoj mjesečnoj potražnji kvadratnih metara dvije vrste parketa.

Proces započinje na razini tvornice od vrata do vrata, gdje se ucrtavaju svi proizvodni procesi te se označavaju pripadajućim simbolima. Savjeti za uspješno mapiranje toka vrijednosti su sljedeći (Rother, Shook, 2009: 10):

- Prikupljanje informacija se vrši šetnjom uz proizvodnu liniju i tokove materijala i informacija,
- Mapiranje se započinje kratkom šetnjom kroz cijeli proizvodni proces kako bi se dobila ideja i osjećaj o tokovima unutar tvornice. Nakon kratke šetnje, potrebno je vratiti se na početak toka te krenuti s mjerenjem i crtanjem,

- Započinje se na isporuci dobara te se prati tok uzvodno, umjesto započinjanja na isporuci sirovina te odlaska nizvodno. Ovim putem dobiva se osjećaj o procesima koji najviše ovise o kupčevoj potražnji te se na taj način mogu oblikovati procesi na početku proizvodnje,
- Potrebno je koristiti štopericu te se ne oslanjati na brojeve koje niste osobno izmjerili. Brojkama i statistikama se često manipulira, moguće je zbog veće zarade, većeg broja ljudi te čak i zbog duže pauze. Mogućnost oblikovanja budućega stanja ovisi o točnosti mjerenja i osobnom trudu menadžera te se savjetuje višestruko mjerenje te uzimanje srednje vrijednosti. U našem slučaju, mjereno je tri puta,
- Potrebno je mapirati vrijednosni tok osobno, bez obzira na broj uključenih ljudi u proces mjerenja i mapiranja. Razlog ovomu je potreba da se cijeli proces razumije od početka do kraja kako bi se mogle uvesti promjene. Ako više ljudi vrši mapiranje određenih dijelova procesa, nitko od njih ne može shvatiti proces u cjelosti,
- Crtanje na licu mjesta se vrši u olovci. Ugrubo crtanje svakog procesa te upisivanje trajanja proizvodnje u tvornici vrši se ručno te se nakon cijelog procesa uvrštava u jedan od mnogih sustava za mapiranje toka vrijednosti.

S obzirom na velik broj proizvodnih linija, zaposlenika i raznoliku vrstu proizvoda, za potrebe diplomskog rada odabrana je proizvoda linija koja proizvodi dvije jednostavne linije parketa. U pitanju su oblici parketa: jednolinijski parket i jednolinijski XL parket, u *Mountain Natur* izvedbi, prirodnog izgleda, s vrlo malo dodatnih radnji završne obrade boje i godova. Proces izrade mape toka vrijednosti, prema gore navedenim uputama započinje se od kupca. S obzirom na analizu prodaje tvrtke Pan Parket d.o.o. kako je ranije navedeno u početku poglavlja, većina proizvoda ide u uvoz. Iz tog razloga za analizu zatraženi su podaci potražnje za tvrtku Nordan GmbH sa sjedištem u Kasselu u Njemačkoj te trgovinama i poslovnicama širom Europe.

Tvrtka Pan Parket d.o.o. vrši dnevne isporuke parketa u iznosu od 1000 metara kvadratnih prema poslovnicama u Njemačkoj, Švicarskoj, Sloveniji i Austriji te uskoro navodno i u planiranoj poslovnici u Zagrebu. Tvrtka Nordan GmbH ima mjesečnu potražnju u prosjeku od 20.000 kvadratnih metara analiziranog parketa u radu. Od tih 20.000 kvadratnih metara, potražnja je u iznosu od 12.000 kvadratnih metara jednolinijskog parketa i 8.000 kvadratnih metara jednolinijskog XL parketa, obično u omjeru 2/3:1/3.

Gledajući proizvodni proces ove obitelji proizvoda, procesi su sljedeći: *Schroeder*, brušenje parketa, lakiranje parketa, uljenje parketa, prešanje parketa, pakiranje parketa i konačno

isporuka samog parketa. Početak proizvodnje započinje se pri automatiziranoj izradi lamela na liniji raspiljivanja, koristeći stroj *Schroeder*. Pri izlasku lamela iz stroja, padaju na stol koji se okreće, gdje radnici uzimaju zalihe za sljedeći proizvodni proces ovisno o liniji parketa koja se proizvodi.

Stroj ima dvije jednake linije te na taj način ima dostupnih 54.000 sekundi radnog vremena, s vremenom ciklusa od 1,2 sekundi, međutim s vremenom postavljanja ili izmjene proizvodnje (eng. *Setup time*) dvije vrste parketa od 15 minuta. Fukncionira na principu gdje drveni elementi ulaze na pokretne trake i kreću se tim trakama u stroj. Na samom stroju nalaze se senzori koji reguliraju brzinu i položaj kretanja i pozicije elemenata, gdje ako elemenata nema, stroj se automatski zaustavlja. Nakon ulaska elemenata u stroj, dolaze na 4 valjka povezanih lancem za reguliranje pritiska s navojem i 7 pritiskivača pod pritiskom. Prva faza sastoji se od toga da 4 pile s jedne strane drvenog elementa i 4 s druge strane vrše predpiljenje, nakon toga putuje trakom do sljedećih 6 pile od čega 4 vrše piljenje u lamele, a zadnje dvije odstranjuju višak materijala. Stroj ima mogućnost ručnog upravljanja, ali je zapravo u potpunosti automatiziran te se kao takav i koristi, unosom programa za izradu lamela. Postoji mogućnost reguliranja brzine dolaska elemenata u stroj, međutim znaju se događati i problemi, u obliku spaljenog traga pile, prstena od piljevine i prasine i slično.



Slika br. 9. Okretni stol i rezultat stroja *Schroeder* (Izrada autora)

Nakon spremnih lamela za parket, slijedi proces brušenja. Proces brušenja za ove linije parketa izvode 2 radnika, gdje u smjeni imaju dostupnih 54.000 sekundi radnog vremena, završavaju 1080 kvadratnih metara drveta po smjeni, 135 kvadratnih metara po satu s vremenom ciklusa od 50 sekundi.



Slika br. 10. Proces brušenja (Izrada autora)

Nastavno na brušenje slijedi proces lakiranja. Lakiranje također izvode dvije osobe, dostupnog radnog vremena od 54.000 sekundi, obradi 1070 kvadratnih metara drveta po smjeni, 146 kvadratnih metara drveta po satu s vremenom ciklusa od 46 sekundi. Lakirnica sadrži valjak, transporter i ultraljubičasto zračenje putem lampi. Kod samog procesa lakiranja, sve ovisi o kupcu, koliko je parket debeo, na tu vrijednost se spuštaju valjci, špahtla i brusilica. Lak koji se koristi je proizvođača *Hesse*, međutim ovisno o željama kupca može se naručiti i poseban lak. Veća količina laka predstavlja i veći sjaj parketa.



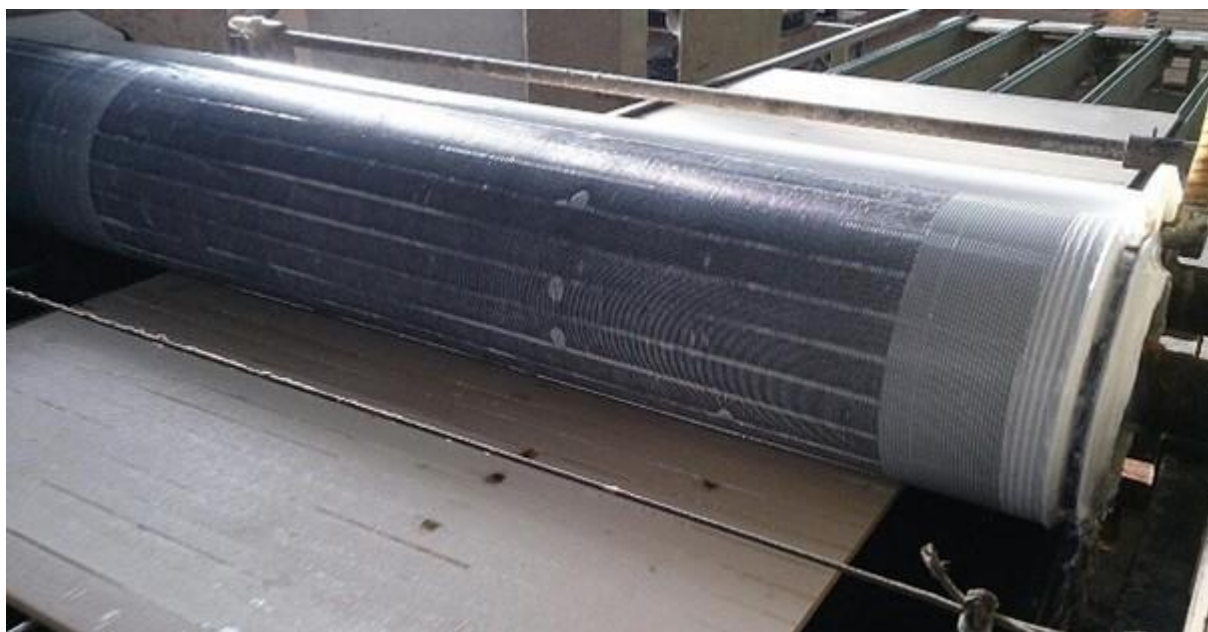
Slika br. 11. Proces lakiranja (Izrada autora)

Nakon procesa lakiranja, slijedi proces nanošenja ulja, prešanje, pakiranje te konačno isporuka. Proces lakiranja obavljaju dva radnika za ove vrste parketa, kao i na drugim procesima, dostupno radno vrijeme im je 54.000 sekundi, gdje obrade okvirno 1000 kvadratnih metara drvenih elemenata po smjeni i 124 kvadratnih metara drvenih elemenata po satu s prosječnim vremenom ciklusa od 54 sekundi. Na liniji za uljenje, radnik donosi parket te ga ručno slaže na transporter i lagano gura u valjke koji nanose sloj ulja na parket te se dalje transportira trakom do filca koji služi za kružno nanošenje boje na parket, nakon toga slijedi obrada četkanjem na izlazu iz linije koje služe za uklanjanje boje iz pora drveta.



Slika br. 12. Stroj za uljenje (Izrada autora)

Prešanje se izvodi tako što radnik dovozi gotov srednji sloj drveta koja uz sebe sadrži furnir. Podizač transportira srednji dio na traku koja lančanim prijenosom putuje do valjaka koji nanose ljepilo na gornji sloj te se tako nakon spajanja element kao cjelina transportira trakom u prešu i izlazi kao spojen proizvod. Na preši rade dva radnika za ovu vrstu parketa, mogu obraditi i do gotovo 1700 kvadratnih metara po smjeni ili 210 po satu s vremenom ciklusa od 32 sekunde.



Slika br. 13. Proces prešanja (Izrada autora)

Završni proces prije isporuke je pakiranje. Vrlo jednostavan proces koji se izvršava putem stroja za pakiranje. Radnici slažu gotove parkete na stroj koji ih vrti te umotava u foliju ovisno o kvadraturi i dimenzijama parketa. S obzirom na izvoz i na prodajne mogućnosti, kupci imaju

možnost izbora vrste pakovanja i stavljanja svoga imena i brenda. Ista folija i omot se uvrštavaju u sustav, te proizvodi izlaze spremni za maloprodaju trgovca naručitelja.

Kao i na ostalim procesima, 2 radnika, potrebno im je 48 sekundi za jedan kvadratni metar, 54.000 sekundi dostupno, 1120 kvadratnih metara po smjeni, 140 kvadratnih metara po satu. Nakon pakiranja vrši se isporuka od strane 4 djelatnika na pola radnog vremena, ovisno o potrebi te dobu dana kada odlaze kamioni.

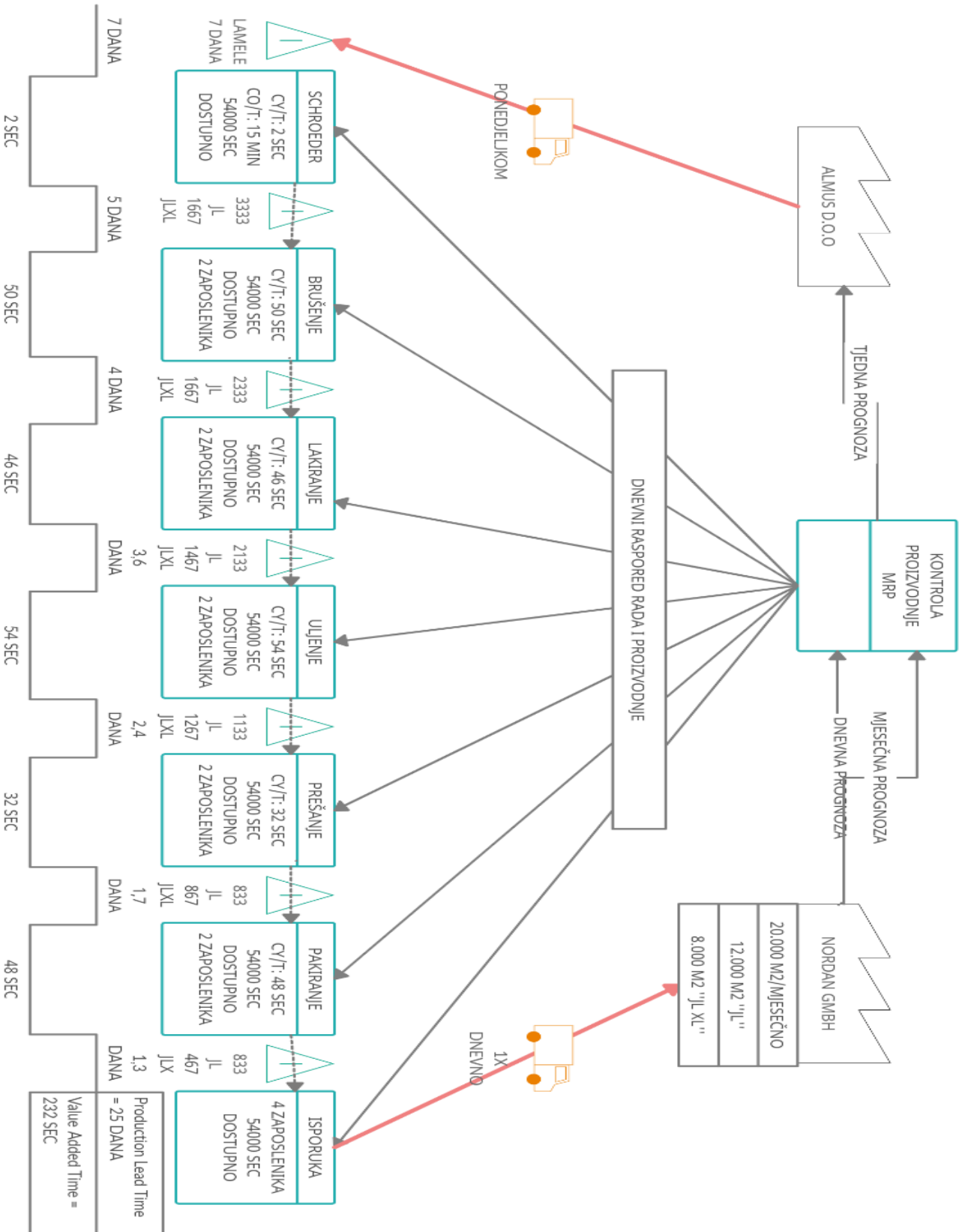


Slika br. 14. Proces pakiranja (Izrada autora)

Nakon mjerenja i ručnog ucrtavanja potreba kupca i svih procesa u proizvodnji dvije odabrane linije parketa, ucrtavanja kretanja materijala ili internog fizičkog toka i kretanja informacija

između dobavljača, kontrole proizvodnje i kupca, pažnja se posvećuje dobavljaču. Tvrtka Almus d.o.o. točnije pilana, smještena neposredno pored tvornice, vrši piljenje i isporuku drvenih elemenata za potrebe proizvodnje parketa, kako je ranije navedeno u radu, tvrtka Pan Parket d.o.o. dio svojeg posla prepušta malim pilanama u okolici kako bi potaknula gospodarstvo. Drvo se isporučuje ponedjeljkom prije radnog vremena, iako imaju mogućnost isporuke svaki dan. Poseban odjel za inspekciju drveta pregledava kvalitetu i kvantitetu isporučenog drveta, a količina koja se naručuje je prognozirana za 7 dana isporuke prema potrebama kupca.

Konačno, za završavanje same mape toka vrijednosti potrebno je izraditi vremensku liniju. Za izradu same vremenske linije potrebno je izračunati vrijeme realizacije i vrijeme dodane vrijednosti. Vrijeme realizacije zaliha predstavlja količinu zaliha/dnevne zahtjeve kupca, dok je vrijeme dodane vrijednosti zbroj svih vremena ciklusa proizvodnih procesa. Ukupno vrijeme obrade je 232 sekunde, dok proizvodu treba 25 dana da prođe kroz sve procese proizvodnje. Nakon prijenosa svih podataka na računalo i kreiranja točne mape vrijednosnog toka, mapa slijedi u nastavku. Radi lakšeg razumijevanja mape toka vrijednosti, kratice za vrijeme ciklusa (CY/T) i vrijeme prebacivanja (CO/T) detaljnije su objašnjene u poglavlju 4.2. dok su kratice „JL” i „JL XL” kratice za vrst parketa, jednolinijski i jednolinijski XL respektivno, a MRP označava kontrolu proizvodnje ili planiranje potreba za materijalom (engl. *Material requirements planning*).



Slika br. 15. Mapa trenutnog stanja (Izrada autora)

Bez obzira na odlične poslovne i proizvodne rezultate te na dugogodišnju tradiciju i unaprjeđenje proizvodnje, za potrebe diplomskog rada u nastavku slijedi prijedlog poboljšanja proizvodnje uvrštavanjem *lean* principa i kreiranje željenog budućeg stanja proizvodnje.

5.4. Buduće stanje proizvodnje tvrtke Pan Parket d.o.o.

U posljednjem nastavku petog poglavlja diplomskog rada, izrađuje se prijedlog rješenja i poboljšanja proizvodnje proizvodnih linija jednolinijskog i jednolinijskog XL parketa, modela *Mountain Natur* za potrebe kupca Nordan GmbH, drugog naziva „*TO-BE*“. Poboljšanje se ostvaruje uvrštavanjem *lean* principa proizvodnje, najviše kreiranjem radnih stanica, usklađivanjem vremena takta s proizvodnjom te uvrštavanjem kontinuiranih tokova, supermarketeta i sustava povlačenja.

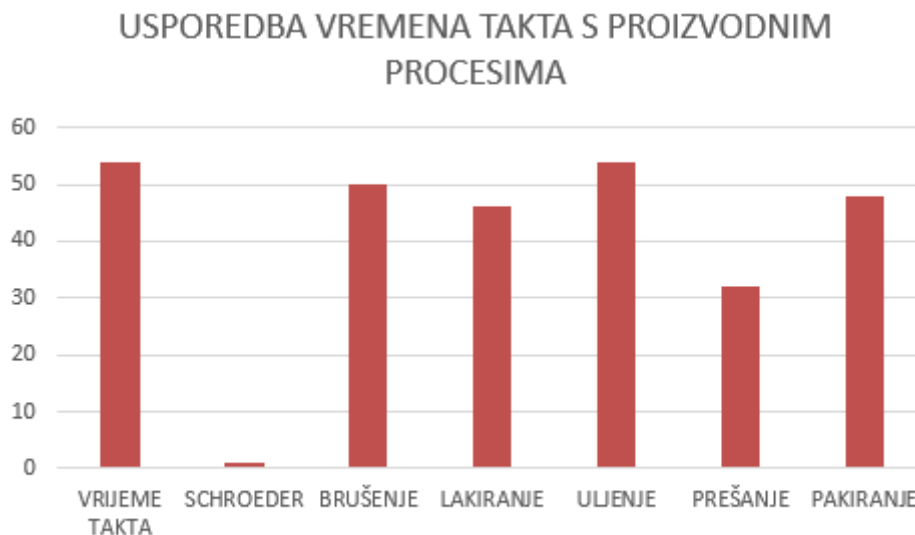
Dujak i dr. (2020: 40) navode kako su koraci za razvoj mape budućeg stanja sljedeći:

- Potrebno je izračunati koje je vrijeme takta,
- Potrebno je odlučiti hoće li se proizvoditi za supermarket tj. za zalihe ili direktno prema narudžbi,
- Odlučiti i odrediti mjesta na kojima se može uvrstiti kontinuirani tok,
- Odrediti mjesta u proizvodnom procesu za postavljanje supermarketeta i sustava povlačenja,
- Odrediti točku u proizvodnji prema kojoj se određuje tempo ostatka proizvodnje,
- Ujednačiti tempo proizvodnje s tim procesom,
- Osloboditi radni učinak procesa koji određuje tempo,
- Odrediti poboljšanja procesa koja su neophodna za tok vrijednosti.

Keyte i Locher (2016) također navode korake u drugačijem obliku:

- Odrediti potrebe kupca,
- Odrediti procese koji stvaraju otpad i one koji stvaraju vrijednost,
- Odrediti tok posla s manje prekida,
- Odlučiti o kontroli prekida u toku,
- Ujednačiti radno opterećenje i aktivnosti,
- Odrediti upravljanje novim procesom,
- Odrediti neophodna unaprjeđenja procesa za buduću stanje.

Nastavno na korake i na gotovo trenutno stanje, u izradu budućeg stanja započinje se računanjem vremena takta. Vrijeme takta predstavlja vrijeme potrebno za izvršenje posla kako bi se zadovoljila potražnja kupca ili vrijeme potrebno za proizvodnju jednog proizvoda na temelju učestalosti prodaje i potražnje kupca. Vrijeme takta se računa kao omjer učinkovitog radnog vremena u vremenskom razdoblju i potražnje kupca u tom promatranom vremenskom razdoblju. Učinkovito radno vrijeme predstavlja radno vrijeme koje je umanjeno za stanke, prosječnog trajanja od 30 minuta (Dujak i dr. 2020: 41). U ovome slučaju, raspoloživo radno vrijeme iznosi za 8 sati, tj. 28.800 sekundi, umanjeno za 30 minuta pauze, tj. 1800 sekundi je 27.000 sekundi, dok na stanicama rade dva radnika te iznosi 54.000 sekundi. Potražnju kupca računa se kao 20.000 kvadratnih metara mjesečno u omjeru na 20 radnih dana te iznosi 1000 kvadratnih metara dnevno. Vrijeme takta računa se kao omjer od 54.000 sekundi dostupnog radnog vremena i 1000 kvadratnih metara kupčeve potražnje te iznosi 54 sekunde vremena takta. Zaključak se uzima iz navedenog izračuna da je potrebno proizvesti jedan kvadratni metar svakih 54 sekunde kako bi se zadovoljila potražnja kupca Nordan GmbH. U nastavku je prikazan grafikon usporedbe vremena takta sa vremenom ciklusa svih proizvodnih procesa. Također na grafikonu je vidljivo kako su svi procesi unutar vremena takta te nije potreban prekovremeni rad za ovog kupca.



Slika br. 16. Usporedba vremena takta s vremenima ciklusa (Izrada autora)

Kako bi se ubrzala proizvodnja i uveli *lean* principi, potrebno je uvesti supermarket za proizvode i materijal. Kako bi se signaliziralo kada je potrebno proizvoditi, a kada ne te kako ne bi dolazilo do stvaranja viška i otpada, koriste se *kanbani* povlačenja za kretanje materijala

te proizvodni *kanbani* za proizvodnju dijelova. Ovaj postupak se provodi na način da se radne stanice i proizvodni procesi sagledaju kao kupac i kao proizvođač, procesi nizvodno smatraju se kupcima, dok se procesi uzvodno smatraju proizvođačima. Stanica kupac u ovom slučaju povlači putem sustava povlačenja dijelove ili u ovom slučaju sirovinu sa supermarketeta, dok proizvođač proizvodi onoliko koliko je kupac uzeo sa supermarketeta, na taj način izbjegavajući višak i škart. Komunikacija između kupca, supermarketeta i proizvođača vrši se putem unaprijed spomenutih *kanbana* (Dujak i dr. 2020: 42).

Nakon uvrštavanja supermarketeta i sustava povlačenja, potrebno je obratiti pozornost na tokove. Kontinuirani tok predstavlja proizvodnju pojedinačnih dijelova, gdje odlaze u idući proces neposredno nakon završetka prvotnog procesa bez stajanja. Predstavlja vrlo efikasnu vrstu proizvodnje, dok se vrijeme ciklusa svih procesa spajaju u jedno. Kontinuirane tokove nije uvijek moguće koristiti. Razlozi tomu mogu biti: vrlo malo ili veliko vrijeme ciklusa, radnje prebacivanja unutar procesa, procesi udaljeni jedan od drugog te procesi s velikim vremenom realizacije (Dujak i dr. 2020: 41). U slučaju proizvodnje parketa, proizvodni proces *Schroeder* ima vrlo malo ciklusno vrijeme od 1,2 sekundi po kvadratu, te bi bila greška njega uvoditi u kontinuirani tok, već treba proizvoditi u serijama za supermarket. Ostali procesi, brušenje parketa, lakiranje parketa, uljenje parketa, prešanje parketa te pakiranje parketa imaju približno slična vremena ciklusa te su blizu i unutar vremenu takta. S obzirom na to, potrebno je uvrstiti kontinuirani tok u ove procese te kreirati radnu stanicu za proizvodnju parketa.

Nakon uvrštavanja kontinuiranog toka i kreiranja radne stanice za proizvodnju parketa, potrebno je izračunati optimalan broj radnika za te procese i radnu stanicu. Izračun optimalnog broja radnika dobiva se omjerom zbroja svih vremena ciklusa radne stanice i vremena takta. U ovome slučaju, zbroj svih vremena ciklusa iznosi 230, dok je vrijeme takta 54 sekunde. Izračunom se dolazi do brojke od 5 ljudi te prosječnom vremenu proizvodnje kvadratnog metra parketa od 46 sekundi što je rezultat omjera zbroja vremena ciklusa i optimalnog broja radnika.

Potrebno je nakon toga postaviti supermarketete još ispred *Schroedera* te iza radne stanice, ukupno 3 za analizirani proces, s pripadajućim im *kanbanima* povlačenja i proizvodnje. Također između *Schroedera* i supermarketeta radne stanice potrebno je uspostaviti signalni *kanban* koji dojavljuje procesu proizvođaču da je na supermarketu zaliha smanjena sukladno proizvodnji radne stanice te na taj način inicirati proizvodnju materijala. Što se tiče supermarketeta na početku proizvodnog procesa, očit je problem tjedne dostave materijala. Pan Parket d.o.o. može postaviti interne *kanbane* povlačenja na drvene elemente koji dolaze od proizvođača Almus d.o.o. te kada se iskoristi poslati u odjel kontrole proizvodnje ili MRP.

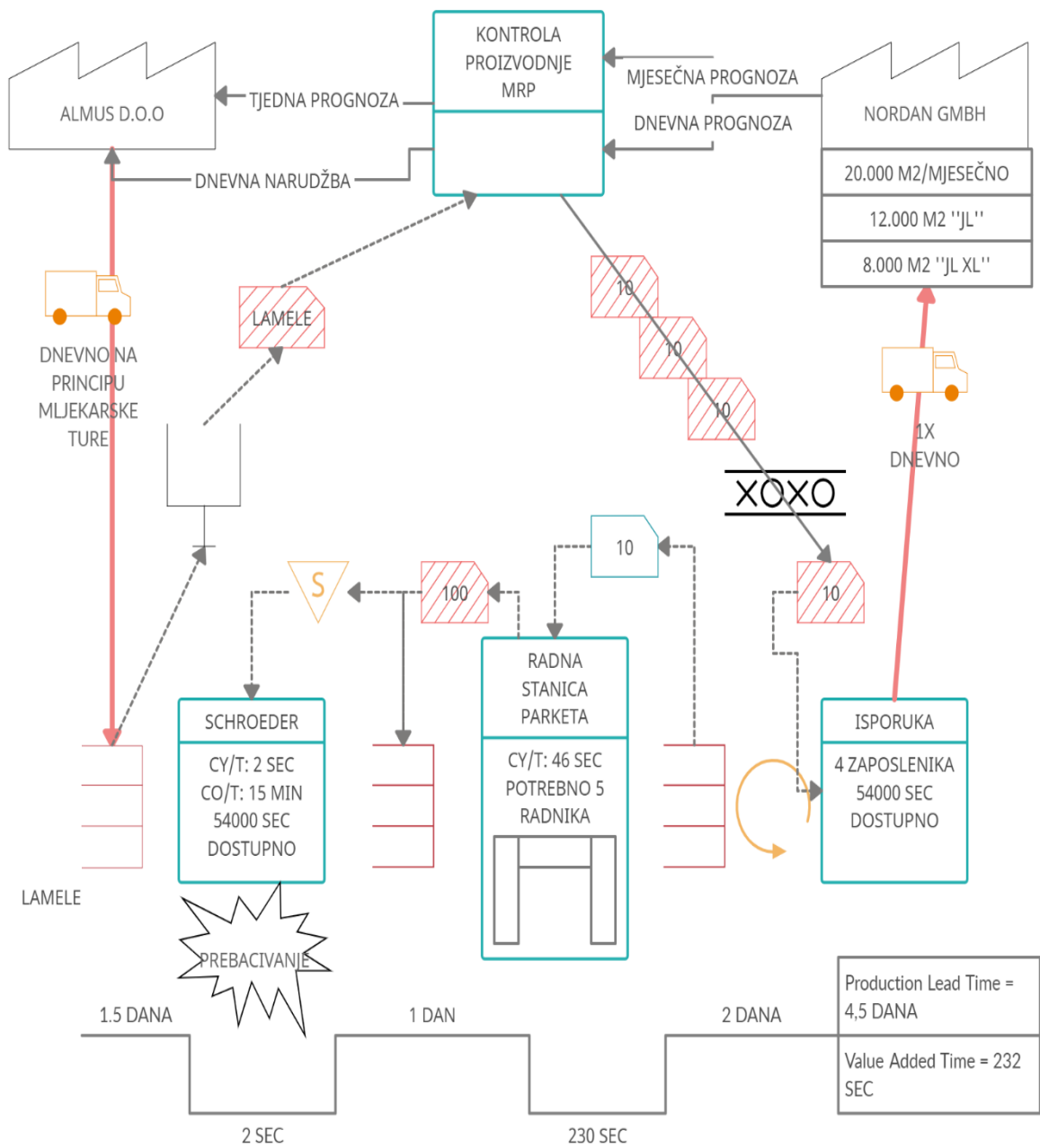
Nakon toga, kontrola na temelju stvarne potražnje proizvodnje i korištenja može naručivati dnevne narudžbe drvenih elemenata od dobavljača. Nakon što je kontrola napravila dnevnu umjesto tjedne narudžbe drveta, *kanban* se postavlja u utore na mjestu gdje se roba prihvaća. Isti označava vrijeme stizanja drveta. Nakon svega ovoga, kontrola proizvodnje može s dobavljačem dogovoriti češće isporuke drveta na principu mliječne ture, gdje će se sirovine zadržavati samo 2 dana prije nego što dolaze nove. U ovome slučaju, isto ne predstavlja problem, s obzirom da je dobavljač udaljen 100 metara od tvornice.

Sljedeća točka izrade budućeg stanja je određivanje „*Pacemaker*” procesa, gdje kontrola proizvodnje putem ovog procesa postavlja brzinu proizvodnje i tempo za sve uzvodne procese. U slučaju proizvodnje parketa, taj proces biti će nova radna stanica za proizvodnju parketa, na kojoj se nalaze svi procesi kontinuiranog toka. Nakon toga potrebno je ujednačiti proizvodnju s procesom koji određuje tempo. Do sada se proizvodnja proizvodila u serijama s prebacivanjem, gdje se proizvodilo 66 kvadratnih metara jednolinijskog parketa, pa 34 kvadratnih metara jednolinijskog XL parketa. Prednost ovakvog rješenja je manja potreba za promjenom rezača i valjaka. Dujak i dr. (2020.) smatraju da je proizvodnja u serijama pogrešan način. Može doći do više problema, povećano je vrijeme za realizaciju, želje kupaca se mogu promijeniti te sa samim time dolazi i veća zaliha dijelova koja zahtjeva skladišni prostor.

Dujak i dr. (2020.) za ovaj problem navode rješenje na način da se obje vrste parketa proizvode izjednačeno tijekom smjene. Za isto potrebno je na radnoj stanici imati sve dostupno u vrlo kratkom vremenskom roku i u blizini. Potrebno je osigurati da se *kanbani* koji se vraćaju u radnu stanicu vraćaju redosljedom kojim se proizvodi proizvodni mix. Proizvodna kontrola *kanban* povlačenja stavlja blizu mjesta isporuke u redosljedu proizvodnje u kutiju za ujednačavanje. Radnik radne stanice uzima te *kanbane* jedan po jedan, te uzima spremnike s gotovim drvenim elementima iz supermarketa i postavlja ih na područje za isporuku, također jednog po jednog. Nakon što se spremnik s gotovim elementima povuče, *kanban* sa spremnika se šalje radnoj stanici prema uzorku ujednačene proizvodnje. Gledajući iz jedne perspektive, ovo povećava broj izmjena iz jedne vrste parketa u drugu te povećava konačno vrijeme proizvodnje, dok gledajući iz perspektive mapiranja toka vrijednosti, proizvodnja u velikim serijama nije dobar način proizvodnje. Proizvodnjom u velikim serijama, nastaju problemi, produljuje se vrijeme dostave, povećava se nužna količina sirovina i dijelova koji su potrebni u supermarketu i gomilaju zalihe kako bi bili spremni za iznenadne potrebe i iznenađenja. Izjednačavanjem proizvodnje, proizvodi se proizvode razmjerno u jednakom broju tijekom smjene. Ovim putem, strojevi i radnici imaju vremena reagirati na povećanu ili smanjenu

potražnju određene vrste parketa, nadopuniti dijelove i sirovine koje su iskorištene te u konačnici smanjiti razinu zaliha.

Prije završnih poboljšanja i samog kraja izrade završnoga stanja, potrebno je izračunati vrijeme otpuštanja ili „*Pitch time*“. Vrijeme otpuštanja predstavlja vrijeme u kojem proces koji određuje tempo treba proizvesti jedan spremnik s drvenim elementima te ga je potrebno preuzeti nakon toga. Vrijeme otpuštanja se računa na sljedeći način: umnožak vremena takta i spremnika od 10 komada drvenih elemenata što ispoljava rezultat od 9 minuta vremena otpuštanja. Svakih 9 minuta osoba koja rukuje materijalom treba donijeti idući *kanban* na novu radnu stanicu te pomaknuti spremnik s 10 drvenih elemenata koji je tada završen na područje gdje se nalaze gotovi proizvodi spremni za isporuku.



Slika br. 17. Mapa budućeg stanja (Izrada autora)

Nakon kreiranja budućeg stanja, potrebno je odrediti također i mjesta na kojima se mogu postići dodatna poboljšanja, kako bi se mogla uvrstiti u kontinuirani tok zajedno s radnom stanicom. U ovome slučaju radi se o prebacivanju valjaka stroja *Schroeder*, gdje vrijeme prebacivanja iznosi 15 minuta, te se može razmisliti o ulaganju u novi stroj koji može raditi istovremeno dvije dimenzije drveta. Ovakva mjesta gdje je potrebno poboljšanje označavaju se ikonom „*Kaizen burst*“, te je vidljiva ispod procesa *Schroeder* (Kerber, Dreckshage, 2011: 69). Rezultat vremena realizacije vidljiv je na prvi pogled, s početnih 25 dana, vrijeme realizacije sada iznosi 4,5 dana. Ukoliko se uzme u obzir da ima okvirno 240 radnih dana u godini, početni obrtaj zaliha iznosio je 9.6, dok sada iznosi 53. Gledajući prvotnu razinu zaliha od 18000 komada i vremena realizacije od 25 dana, s vremenom realizacije od 4,5 dana, prosječna razina zaliha budućeg stanja iznosi 3240 komada. Komentar cjelokupnog rezultata i testiranje unaprijed postavljene hipoteze slijedi u sljedećem poglavlju diplomskoga rada.

6. RASPRAVA

U šestom poglavlju rada slijede komentar dobivenog rezultata istraživanja i testiranje unaprijed postavljenih hipoteza u drugom poglavlju.

6.1. Komentar rezultata

Nakon provođenja prvobitnog istraživanja u tvornici Pan Parket d.o.o. kreirana je mapa trenutnog stanja. Na slici br.15 vidljivo je sljedeće: proizvodnja se sastoji od 7 različitih procesa. Prvi proces je automatiziran te ima vrlo dugo vrijeme prebacivanja između različitih vrsta parketa. Ostali procesi vrlo dobro rade, svi su unutar vremena takta, međutim vrijeme realizacije je 25 dana. Osim vremena realizacije, procesi brušenja, lakiranja, uljenja, prešanja i pakiranja zahtijevaju po dva radnika, dok proces isporuke zahtjeva 4. Ukupni broj radnika na ove dvije linije parketa je 14, gledajući da su radnici na isporuci na pola radnog vremena, ukupan broj radnika može se gledati kao 12 ljudi. Prosječna plaća u drvenoj industriji prema Hrvatskom zavodu za zapošljavanje kreće se između 3.608 HRK i 7.171 HRK neto, odnosno 4.510 HRK i 10.081 HRK bruto. Iz očiju poslodavca i menadžera, trošak zaposlenika gleda se u bruto iznosu te srednja vrijednost plaće u drvnom sektoru iznosi 7.295 HRK.

Kada se u obzir uzme da se uvođenjem radne stanice i kontinuiranog toka u proizvodnju parketa, broj od 12 zaposlenika smanjuje na broj od samo 7 zaposlenika potrebnih na ovoj liniji proizvodnje, dolazi se do uštede na plaćama od okvirno 36.500 HRK mjesečno ili 438.000 HRK godišnje. Ukoliko taj podatak nije dovoljan pokazatelj uspješnosti koja slijedi uvođenjem *lean* principa, s početnih 25 dana, vrijeme realizacije sada iznosi 4,5 dana. Ukoliko se uzme u obzir da ima okvirno 240 radnih dana u godini, početni obrtaj zaliha iznosio je 9,6, dok sada iznosi 53 te predstavlja povećanje obrtaja zaliha od 550%, dok je postotno smanjenje prosječne razine zaliha s 18.000 na 3.240 također 550% što dovoljno govori o količini nagomilanih zaliha. Parket je masivan i zauzima puno prostora, u slučaju gomilanja zaliha može se slagati u visinu ali i dalje zauzima prosječno 4 kvadratna metra za 100 kvadratnih metara parketa. Uzmemo li u obzir da je kvadratni metar skladišnog prostora u prosjeku 6 € mjesečno, uklanjanje suvišnih zaliha, škarta i otpada na bazi od 14.760 kvadratnih metara, kolika je razlika u prosječnim zalihama u radu promatranog kupca iznosi dodatnih 26.600 HRK mjesečno ili 319.200 HRK godišnje. *Lean* princip proizvodnje se ne uvodi odjednom i tu prestaje, *lean* je način konstantnog poboljšanja i način ponašanja, međutim bez obzira na ideju i način življenja, financijski aspekt govori dovoljno: uvođenjem *lean* principa procjenjuje se ušteda od 757.200

HRK godišnje. Konačna ušteda može biti dobar argument za kupnju novog stroja *Schroeder*, kako bi uklonili na slici navedeno vrijeme prebacivanja. Novi, industrijski stroj cjenovno se može provjeriti putem službenog upita ili korištenjem posrednika. Zbog nemogućnosti saznavanja cijene putem oba kanala, metodom intervjua zaposlenika tvornice i otpreme dobiva se prosječna cijena od 2.000.000 HRK. S obzirom na razinu uštede prezentiranu u samom radu, zaključak je da bi se kupovina stroja isplatila kroz 2.5 godina od uvrštavanja *lean* principa proizvodnje s ROI (*Return on investment*) ili koeficijentom povratna na investiciju od 37,86%.

Redni broj	Stavka	Količina	Ukupno
1.	Zaposlenik s prosječnom plaćom od 7.300 HRK	5 zaposlenika	36.500 HRK/mjesečno ili 438.000 HRK/godišnje
2.	Kvadratni metar skladišnog prostora prosječne cijene od 6€ po kvadratnom metru	590 kvadratnih metara skladišnog prostora	26.600 HRK/mjesečno ili 319.200 HRK/godišnje
Ukupno			63.100 HRK/mjesečno ili 757.200 HRK/godišnje

Tablica br.1. Tablica ušteda u proizvodnji nakon implementacije *lean* principa. (Izrada autora)

6.2. Testiranje hipoteza

Kao što je navedeno u drugom poglavlju, u istraživačkom radu hipoteze predstavljaju ključno polazište samog rada. Određuju što se u radu treba koristiti, statističku obradu te zaključak istraživačkog rada. Hipoteze je potrebno postaviti precizno, ne trebaju biti

postavljene preusko te moraju odgovarati podacima. S obzirom na naslov samog rada, nalažu se i testiraju sljedeće hipoteze:

H1: Postoji negativna korelacija između potrebnog broja zaposlenika u proizvodnji i implementacije *lean* principa u proizvodnji. Komentar rezultata s početka šestog poglavlja, koji se uzima iz provedenog istraživanja, gdje se u trenutnom stanju mapiranja toka vrijednosti koristi 12 zaposlenika, a u budućem ili željenom stanju 7 zaposlenika, potvrđuje hipotezu da postoji pozitivna korelacija između potrebnog broja zaposlenika u proizvodnji i implementacije *lean* principa u proizvodnji.

H2: Postoji pozitivna korelacija između uštede na troškovima proizvodnje i implementacije *lean* principa u proizvodnji. Komentar rezultata s početka šestog poglavlja, koji se uzima iz provedenog istraživanja, gdje se uz uštede na broju zaposlenika i potrebnom skladišnom prostoru procjenjuje ušteda od 757.200 HRK godišnje, potvrđuje hipotezu da postoji pozitivna korelacija između troškova proizvodnje i implementacije *lean* principa u proizvodnji.

H3: Postoji pozitivna korelacija između zadovoljstva kupca i implementacije *lean* principa u proizvodnji. Ovu hipotezu potvrđuje činjenica gdje implementacijom *lean* principa, te ukidanjem proizvodnje u seriji, objašnjenom u poglavlju 5.4; proizvodnja može vrlo brzo i bez posljedica reagirati na promjene u proizvodnji ovisno o željama i potrebama kupca, što smanjuje vrijeme dostave i isporuke te direktno utječe na zadovoljstvo kupca jer može imati manju razinu sigurnosnih zaliha.

H4: Postoji negativna korelacija između količine zaliha i otpada te implementacije *lean* principa u proizvodnji. Komentar rezultata s početka šestog poglavlja, koji se uzima iz provedenog istraživanja, jasno pokazuje količinu zaliha i skladišnog prostora, te koeficijent obrtaja zaliha uspoređujući početno i buduće stanje, te tim putem potvrđuje ovu hipotezu.

7. ZAKLJUČAK

Tema ovog diplomskog rada bila je *lean*-logistika, implementacija *lean* metode u proizvodnji na primjeru tvrtka Pan Parket d.o.o. s naglaskom definiranja *leana* kao pojma i kao ideje, na mapiranje toka vrijednosti proizvodnje, kreiranje trenutnog stanja putem osobnog mjerenja i obilaska proizvodnih procesa direktno u tvornici, izrade idejnog budućeg stanja proizvodnje te izračuna financijskog dobitka uvođenjem *lean* metode, što je uspješno realizirano. Izrađena su i uspoređena dva različita stanja i dvije različite metode proizvodnje: klasična tvornička proizvodnja i proizvodnja vođena *lean* metodom. Nakon usporedbe rezultata vrlo se lako može uočiti značajna razlika između te dvije vrste proizvodnje, gledajući kroz zalihe, otpad, broj zaposlenika, zadovoljstvo kupca i u konačnici financijski rezultat. Druga vrsta proizvodnje pokazala se osjetno logistički i organizacijski zahtjevnija od prve, dok su financijski rezultati znatno uspješni. Iz toga se može zaključiti da treba uzeti u obzir početke korištenja *lean* principa, počevši od malih koraka pa sve do željenog budućeg stanja.

Ovaj rad rezultirao je uspješnom implementacijom *lean* metode na proizvodnju parketa, ali može koristiti i kao osnova za daljnje poboljšanje proizvodnje svih ostalih linija parketa, te tvornice u cijelosti. Važno je shvatiti da se *lean* ne odnosi samo na financije, otpad i na brzinu, *lean* je ideja i način cjelokupne proizvodnje kao i života, te nakon implementacije teži kontinuiranom poboljšanju bez prestanka. *Toyoti* je trebalo 20 godina da metodu usavrši do današnje razine, a uvjet za implementaciju su strpljenje i odlučnost menadžmenta ali i zaposlenika koji u konačnici metodu i provode. Nije dovoljno metodu samo razumjeti kroz elemente nego i međusobni odnos svih elemenata.

LITERATURA

1. Baban, Lj., Šundalić, A., Lamza-Maronić, M., Ivić, K., Jelinić, S. (1999). *Primjena metodologije stručnog i znanstvenog istraživanja*. Osijek: Ekonomski fakultet u Osijeku.
2. Basarac Sertić, M. (2013). *Konkurentnost Hrvatskog drvnog sektora*. Zagreb: Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti
3. Bhasin, S., Burcher, P. (2006). *Lean viewed as a philosophy*. Journal of Manufacturing Technology Management.
4. Clear, J. (2019). *Atomske navike*. Split: Centar za osobnu izvrsnost.
5. Dujak, D., Kolinski, A., Mesarić, J. (2020). *Dizajn opskrbnog lanca i logistike*. Osijek: Ekonomski fakultet u Osijeku.
6. Figurić, M. (1982). *Upravljanje proizvodnjom u drвноj industriji*. Zagreb: Sveučilišna naklada Liber
7. Huang, C. C., & Kusiak, A. (1996). *Overview of kanban systems*. International Journal of Computer Integrated Manufacturing
8. Husby, P. and Swartwood, D. (2009). *Fix your supply chain*. New York: Productivity Press Taylor & Francis Group.
9. Jakšić, M. (1985). *Teorija načina proizvodnje*. Zagreb: Centar za kulturnu djelatnost
10. Kerber, B. and Dreckshage, J. (2011). *Lean Supply Chain Management Essentials*. Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis Group
11. Keyte, B., & Locher, D. A. (2016). *The complete lean enterprise: Value stream mapping for administrative and office processes*. Productivity Press
12. Marchwinski, C. i drugi (2008). *Lean Lexicon*. Cambridge: The Lean Enterprise Institute
13. Narodne novine. Članak 92/10. Raspoloživo na: <https://www.nn.hr/> [Pristupljeno 05.07.2021].
14. Pandža, M. (2018). *Upotreba 5S alata u svrhu poboljšanja sigurnosti (6S)*. Sigurnost: časopis za sigurnost u radnoj i životnoj okolini, vol. 60 no. 3, str. 273-275. Raspoloživo na: <https://hrcak.srce.hr/209116> [Pristupljeno 19.02.2021].
15. Prester, J., Ivanko, F. (2011). *Rasprostranjenost lean koncepata u hrvatskoj prerađivačkoj industriji*. Zbornik Ekonomskog fakulteta u Zagrebu, vol. 9 No. 2, str. 105-122. Raspoloživo na: <https://hrcak.srce.hr/74504> [Pristupljeno: 21.04.2021].

16. Rother, M., Shook, J. (2009). *Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda*. Cambridge: Lean Enterprise Institute
17. Schroeder, R. (1993). *Upravljanje proizvodnjom – Odlučivanje u funkciji proizvodnje*. Zagreb: Mate
18. Shigeo, S. (1986). *Nova Japanska proizvodna filozofija*. Beograd: Biblioteka produktivnost i stabilizacija
19. Službena Internet stranica Hrvatskih šuma. *Certifikati*. Raspoloživo na: <https://www.hrsume.hr/index.php/hr/h-consult-doo/42-certifikati/certifikati/252-consult> [Pristupljeno 05.07.2021.]
20. Službena Internet stranica Pan Parket d.o.o. Raspoloživo na: <https://pan-parket.hr/> [Pristupljeno 23.06.2021].
21. Toyotina službena internet stranica. *Nastavak proizvodnje nakon drugog svjetskog rata*. Raspoloživo na: http://www.toyota-global.com/company/history_of_toyota/75years/text/taking_on_the_automotive_business/chapter2/section6/item1.html [Pristupljeno 28.05.2021].

POPIS ILUSTRACIJA, GRAFIKONA I TABLICA

1. Slika br.1. Kuća Toyota Production System-a. (Izrada autora)
2. Slika br.2. Principi u lean-u. (Izrada autora)
3. Grafikon br.1. Postotna zastupljenost lean alata poduzeća iz uzorka istraživanja: *Rasprostranjenost lean koncepata u hrvatskoj prerađivačkoj industriji*. Raspoloživo na: <https://hrcak.srce.hr/74504> [Pristupljeno: 21.04.2021.] . (Izrada autora)
4. Grafikon br.2. Postotna razina lean-a u hrvatskoj prerađivačkoj industriji iz uzorka istraživanja: *Rasprostranjenost lean koncepata u hrvatskoj prerađivačkoj industriji*. Raspoloživo na: <https://hrcak.srce.hr/74504> [Pristupljeno: 21.04.2021.] . (Izrada autora)
5. Slika br. 3. Trenutno stanje izmišljenog poduzeća Autoparts d.o.o. (Izrada autora)
6. Slika br. 4. Buduće stanje izmišljenog poduzeća Autoparts d.o.o. (Izrada autora)
7. Slika br. 5. Simboli za mapiranje toka vrijednosti u programu *Visio* (Izrada autora)
8. Slika br. 6. Specifikacije jednolinijskog parketa (Izrađena tablica od strane autora prema podacima sa službene stranice tvrtke Pan Parket d.o.o. Raspoloživo na: <https://pan-parket.hr/1-linijski-parket/> [Pristupljeno: 23.06.2021.]
9. Slika br. 7. Specifikacije jednolinijskog XL parketa (Izrađena tablica od strane autora prema podacima sa službene stranice tvrtke Pan Parket d.o.o. Raspoloživo na: <https://pan-parket.hr/1-linijski-parket-xl/> [Pristupljeno: 23.06.2021.]
10. Slika br. 8. Specifikacije trolinijskog parketa (Izrađena tablica od strane autora prema podacima sa službene stranice tvrtke Pan Parket d.o.o. Raspoloživo na: <https://pan-parket.hr/1-linijski-parket-xl/> [Pristupljeno: 23.06.2021.]
11. Slika br. 9. Okretni stol i rezultat stroja *Schroeder* (Izrada autora)
12. Slika br. 10. Proces brušenja (Izrada autora)
13. Slika br. 11. Proces lakiranja (Izrada autora)
14. Slika br. 12. Stroj za uljenje (Izrada autora)
15. Slika br. 13. Proces prešanja (Izrada autora)
16. Slika br. 14. Proces pakiranja (Izrada autora)
17. Slika br. 15. Mapa trenutnog stanja (Izrada autora)
18. Slika br. 16. Usporedba vremena takta s vremenima ciklusa (Izrada autora)
19. Slika br. 17. Mapa budućeg stanja (Izrada autora)
20. Tablica br.1. Tablica ušteta u proizvodnji nakon implementacije *lean* principa. (Izrada autora)