

# Mogućnosti primjena metoda planiranja logističkih procesa

---

Čutura, Ante

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:884356>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-18**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -  
Institutional Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

Ante Čutura

**MOGUĆNOSTI PRIMJENA METODA PLANIRANJA LOGISTIČKIH PROCESA**

**ZAVRŠNI RAD**

**Zagreb, rujan 2023.**

Zagreb, 22. svibnja 2023.

Zavod: **Zavod za transportnu logistiku**  
Predmet: **Planiranje logističkih procesa**

## ZAVRŠNI ZADATAK br. 7100

Pristupnik: **Ante Čutura (0035214413)**  
Studij: **Inteligentni transportni sustavi i logistika**  
Smjer: **Logistika**

Zadatak: **Mogućnosti primjena metoda planiranja logističkih procesa**

Opis zadatka:

U završnom radu je potrebno dati prikaz metoda za planiranje logističkih procesa, uz mogućnosti primjene istih u skladu s primjerima dobre prakse.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
završni ispit:

---

prof. dr. sc. Mario Šafran

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**ZAVRŠNI RAD**

**MOGUĆNOSTI PRIMJENA METODA PLANIRANJA LOGISTIČKIH PROCESA**

**POSSIBILITIES OF APPLYING LOGISTICS PROCESS PLANNING METHODS**

Mentor: prof. dr. sc. Mario Šafran

Student: Ante Čutura

JMBAG:0035214413

Zagreb, rujan 2023.

## **SAŽETAK**

Logistički sustavi nastoje zadovoljiti potrebe krajnjih korisnika i to čine putem opskrbnog lanca koji ima svoje faze djelovanja. U opskrbnom lancu se odvijaju logistički procesi koji se planiraju određenim metodama planiranja logističkih procesa. Ovisno o načinu poslovanja, tvrtke biraju prilagođene metode planiranja logističkih procesa čijom primjenom se ostvaruju ekonomska dobit i povećanje broja zadovoljnih korisnika.

**KLJUČNE RIJEČI:** logistički procesi, opskrbeni lanac, metode planiranja

## **SUMMARY**

Logistics systems strive to meet the needs of end users and do so through a supply chain that it has own stages of operation. Logistics processes take place in the supply chain and are planned using certain methods of planning logistics processes. Depending on the way of doing business, companies choose customized methods of planning logistics processes, which their use results in economic profit and an increase in the number of satisfied users.

**KEYWORDS:** logistic processes, supply chain, methods of planning

## SADRŽAJ

1. Uvod.....	1
2. Logistički procesi u djelovanju opskrbnog lanca.....	2
2.1. Osnovni pojmovi u opskrbnom lancu.....	2
2.2. Logistički procesi .....	2
3. Pregled metoda za planiranje logističkih procesa .....	4
3.1. Opća metoda planiranja logističkih procesa .....	5
3.2. Metoda planiranja logističkih procesa u funkciji distribucijskih kanala .....	6
3.3. Metoda Sigma 6 ( $6\sigma$ ).....	8
3.4. Metoda planiranja logističkih procesa u funkciji opskrbnih lanaca .....	10
3.5. Metoda planiranja logističkih procesa u funkciji vremena.....	10
3.6. Kaizen metoda .....	11
3.7. Dodatne metode planiranja logističkih procesa.....	13
4. Primjer dobre prakse-usporedba primjena metoda više različitih metoda za planiranje ..	16
4.1. <i>Lean Sigma Six</i> .....	16
4.2. Primjer optimizacije operativnih aktivnosti distribucijskih centara .....	18
4.3. Primjer proizvođača bregastog vratila .....	21
4.4. Ostali primjeri uspješne implementacije više metoda planiranja u poslovanju.....	23
5. Zaključak.....	25
6. Literatura.....	26
7. Popis kratica.....	28
8. Popis slika .....	29
9. Popis tablica.....	30

## 1. UVOD

Logistika je djelatnost koja se bavi transformacijom robe i usluga po mogućnosti u što kraćem vremenu i uz minimalne troškove. No, logistika ima svoje logističke procese koje je potrebno isplanirati, a kasnije i te planove ispitati koliko su oni zapravo učinkoviti. Ti planovi su metode planiranja logističkih procesa, ali zajednička osobina je traženje optimalnog rješenja za zadani zadatak u logističkim sustavima. Ciljevi ovog rada su pojašnjenje logističkih procesa te primjeri primjena metoda planiranja u tim procesima.

Završni rad je podijeljen na pet cjelina:

1. Uvod;
2. Logistički procesi kod djelovanja opskrbnog lanca;
3. Pregled metoda za planiranje logističkih procesa;
4. Primjer dobre prakse-usporedba primjena više različitih metoda za planiranje logističkih procesa;
5. Zaključak.

## 2. LOGISTIČKI PROCESI U DJELOVANJU OPSKRBNOG LANCA

Opskrbni lanac je temeljno područje djelovanja logistike gdje se nastoji zadovoljiti potrebe potrošača te ostvariti ekonomska dobit. U opskrbnom lancu isprepletanje sudionika se pokazuje u robnim, financijskim i informacijskim tokovima. Pod robne tokove podrazumijevaju se sirovine i gotovi proizvodi, u informacijske tokove spadaju naručivanje sirovine ili gotovog proizvoda te praćenje kretanja robe u opskrbnom lancu, dok u financijske tokove ubrajamo plaćanje nabave sirovine, izrade proizvoda i druge dodatne troškove[1].

### 2.1. Osnovni pojmovi u opskrbnom lancu

U opskrbnom lancu postoje četiri faze kroz koje proizvod prolazi, a to su: faza nabave, faza proizvodnje, faza distribucije i faza potrošnje. U fazi nabave su dobavljači sirovina, komponenta koji skupljaju materijale i sirovine koje su potrebne za izradu određenog proizvoda. Kod faze proizvodnje materijal se u tvornicama odgovarajućim tehnološkim procesima pretvara u gotov proizvod. Budući da tvornice nisu blizu kupcima, tada nastupa faza distribucije, odnosno javljaju se svi oni subjekti koji tvore distribucijsku mrežu, a to su veleprodajni i maloprodajni trgovci, logistički operateri, prijevoznici, brodari, skladištari i drugi. Na kraju u fazi potrošnje su trgovine gdje kupci kupuju gotov proizvod[1].

Također, unutar ovih faza opskrbnog lanca postoje i ciklusi opskrbnog lanca. To su postupci koji se odvijaju u sustavu opskrbnog lanca, a to su: ciklus prodaje, ciklus zaliha, ciklus proizvoda i ciklus materijala. Svaki od ovih ciklusa obuhvaća postupke koji su direktno povezani s dopunom zaliha na prodajnom mjestu ili na skladištu distributera ili na skladištu proizvođača.

### 2.2. Logistički procesi

Logistički procesi koji djeluju u opskrbnom lancu su: nabava, skladištenje, upravljanje zalihama, komisioniranje i otprema, prijevoz i dostavljanje robe. Proces nabave započinje kada se zalihe kod dobavljača sirovina ili kod proizvođača ili kod distributera ili kod prodajnog mjesta smanje ispod sigurnosne razine zaliha ili kada ih nema uopće. Zbog toga mnoge tvrtke ulažu dio sredstava u digitalizaciju nabave kako bi kretanje dobara u opskrbnom lancu bilo bez kašnjenja ili drugih poteškoća. Sljedeći proces u logistici je skladištenje robe. Robu je potrebno pohraniti na predviđena mjesta prema vrsti, veličini i ostalim parametrima. Također, skladišta iziskuju planiranje lokacije, manipulativnih sredstava, vrste robe koja će se skladištiti i ostali planovi koji su neophodni za funkcioniranje skladišta[2].

Upravljanje zalihama je složen logistički proces koji ima mnogo parametara i zahtjeva pozornost te dodatna znanja i vještine. Za učinkovito upravljanje skladištem preporučuje se korištenje sustava za upravljanje skladištem (Warehouse management system-WMS).



Ovaj sustav pomaže pri racionalnijem i bržem upravljanju zaliha u skladištu jer uvijek postoji opasnost da se veliki dio novčanih sredstava veže za zalihe ili da se zalihe često iscrpljuju te može doći do nedostatka zaliha. Komisioniranje i otprema je proces u kojem skladištar prema radnom nalogu uzima zalihe iz skladišta, pakira ih te vrši utovar u odgovarajuće prijevozno sredstvo. Tvrtke u ovoj fazi pokušavaju zadovoljiti kupce te nude dodatne logističke usluge kako bi roba sigurno i u ispravnom stanju došla do kupca, a kupci žele robu bez nedostataka i u što kraćem vremenu. Zadnji logistički proces koji je uslijed povećanog prometa izazovan je prijevoz i doprema robe. Tvrtke moraju uskladiti procese pakiranja i označavanja robe s prijevoznicima kako bi izbjegli kašnjenja, kvarove i druge nedostatke koji bi doveli do pritužbi kupaca ili njihov odlazak prema konkurenciji.[2]

Kako bi se ostvarili navedeni logistički procesi, potrebni su odgovarajući elementi logističkih procesa, a to su:

- Predviđanje i planiranje potražnje
- Planiranje prodaje
- Planiranje zaliha
- Planiranje transporta
- Planiranje proizvodnje
- Planiranje distribucije
- Planiranje opskrbnih lanaca[3].

Kod predviđanja i planiranja potražnje ispituju se mišljenja i prate se trendovi, nakon toga se pristupa planiranju prodaje, to jest gdje će se prodavati (u malim dućanima ili u velikim trgovačkim centrima). Planiraju se zalihe i njihovo skladištenje (vlastito skladište ili najam) te se donose strateške, taktičke i operativne odluke za proizvodnju. U planiranju distribucije razmatraju se potencijalne mogućnosti prijevoza gotovog proizvoda do krajnjeg korisnika

Da bi se ostvarili ovi procesi, potrebni su nositelji logističkih procesa, a oni su: transport, skladištenje, zalihe, distribucija, manipulacije, čimbenik – čovjek, informacije, komunikacije i kontrola te integracija.

Transport uključuje prijevoznike, špeditere, brodare, strojovođe teretnih vagona i druge koji prevoze, ukrcavaju ili iskrcavaju te osiguravaju teret tokom prijevoznog puta. Skladištenje su sve one operacije pri kojima se manipulira zalihama, a te operacije mogu biti: slaganje robe na policama, označavanje robe s određenim informacijama, a na sve procese utječe čovjek, bilo s gledišta potražnje ili s gledišta distribucije[4].

### 3. PRELGED METODA ZA PLANIRANJE LOGISTIČKIH PROCESA

Logistika kao djelatnost je složena i unutar logistike se nastoji ostvariti visoka razina usluge, to jest, da roba koju naručuje kupac stigne u ispravnom stanju i da je dostavljena na vrijeme. U logistici se nastoji uskladiti sve aktivnosti koje trebaju povratiti uložena sredstva i ostvariti ekonomsku dobit. Zbog toga, tvrtke pristupaju izradi planova logističkih procesa. Postoje različite metode za planiranje logističkih procesa, no opći model planiranja logističkih procesa koji je prikazan na slici 1. se sastoji od pet osnovnih koraka: definiranje problema, stvaranje matematičke formulacije za problem, utvrđivanje teorijske ili praktične valjanost modela, uspostavljanje modela rješavanja i implementacija modela.



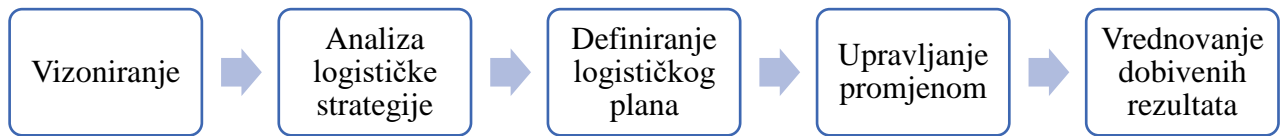
Slika 1. Opći model planiranja logističkih procesa

Izvor:[5]

Postoje različiti stvarni logistički problemi koji postanu predmet istraživanja. Nakon toga se pristupa matematičkoj formulaciji problema gdje se nastoji objektivno utvrditi postojeća ograničenja koja mogu biti u korištenju nekih resursa, uslijed pravnih protokola ili mogu postojati različita financijska ograničenja. Model rješavanja se ispituje u raznim simulacijskim alatima gdje se nastoji utvrditi zadovoljava li predloženi model rješenja sva zadana ograničenja. Ako se pokaže da model je ispravan, onda se nastoji primijeniti u stvarnom logističkom sustavu[5].

Postoje različite metode planiranja logističkih procesa, a neke od njih koje se mogu navesti su: opća metoda planiranja logističkih procesa, metoda planiranja logističkih procesa u funkciji distribucijskih (marketinških) kanala, metoda planiranja logističkih procesa u funkciji opskrbnih lanaca, metoda planiranja logističkih procesa u funkciji vremena, Kaizen metoda, Sigma 6 metoda i mnoge druge.

### 3.1. Opća metoda planiranja logističkih procesa



Slika 2. Opća metoda planiranja logističkih procesa

Izvor:[6]

Opća metoda planiranja logističkih procesa je jednostavna metoda za planiranje logističkih aktivnosti jer ovu metodu obuhvaća pet faza koje su prikazane na slici 2., a to su:

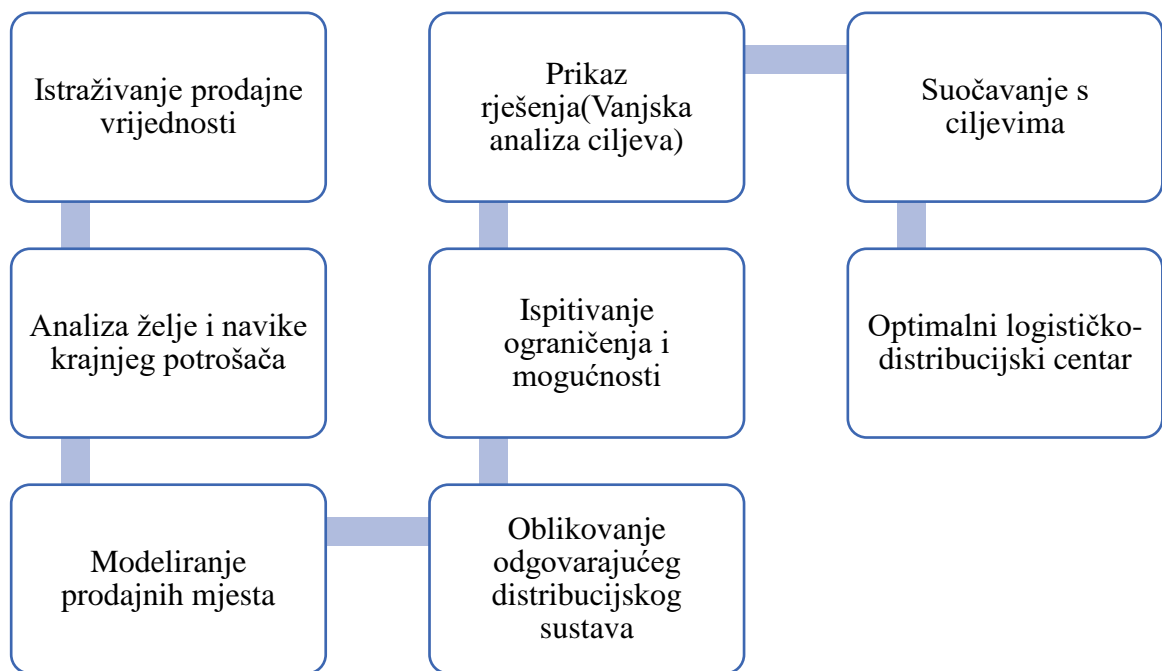
- Vizioniranje (predviđanje budućeg stanja)
- Analiza logističke strategije
- Definiranje logističkog plana
- Upravljanje promjenom
- Vrednovanje dobivenih rezultata [6].

Prva faza je predviđanje budućeg stanja. Pod tim se podrazumijevaju buduće želje kupaca, mogući načini prijevoza, međunarodni odnosi te razni čimbenici poput zakonskih, gospodarskih i drugih. Previđanje sa sobom donosi rizike koji mogu u potpunosti učiniti takav plan neprovedivim. U vizioniranju se donose logističke strategije koje bi trebale na adekvatan način riješiti zadani problem.

U drugoj fazi ove metode planiranja je analiza logističke strategije. Ovdje se uzimaju u obzir različiti parametri koji bi mogli biti presudni za dobro obavljanje logističkih procesa. Kao primjer važnijih parametara mogu se uzeti produktivnost, efikasnost, način prijevoza, lokacija skladišta. Analiza logističke strategije ima svrhu pronaći najbolje dijelove svih ponuđenih rješenja i ukomponirati ih u jedinstvenu logističku strategiju. Kod treće faze se definira logistički plan. Logistički plan ima strukturu koja se sastoji od programa plana, zatim aktivnosti koje će se provoditi, raspored aktivnosti u zadanim vremenima te povjeravanje odgovornosti pojedincima ili radnom kolektivu prema njihovim znanjima i vještinama.

Četvrta faza ove metode je upravljanje promjenom. Kod proizvodnje, distribucije i prodaje se događaju razne promjene, mijenjaju se ljudi na pozicijama, usavršuju se tehnologije i radni procesi, no bitno je upravljati promjenama kako ne bi ugrozili prvotni plan i kako promjene ne bi poremetile stabilnost logističke tvrtke. U petoj fazi vrednuju se dobiveni rezultati.

### 3.2. Metoda planiranja logističkih procesa u funkciji distribucijskih kanala



Slika 3. Metoda planiranja logističkih procesa u funkciji distribucijskih kanala

Izvor:[6]

Uslijed velikih gospodarskih, tehnoloških i društvenih promjena mijenja se i način dostavljanja proizvoda krajnjem potrošaču. U prošlosti se preferiralo da roba se izravno prodaje kupcu, dok danas sve više pojavljuju posredničke tvrtke. Posredničke tvrtke koje su zadužene za dostavljanje robe od proizvođača do kupca tvore distribucijske kanale.

Slika 3. koja prikazuje faze metode planiranja logističkih procesa u funkciji distribucijskih kanala, a one su: istraživanje prodajne vrijednosti, analiza želje i navike krajnjeg potrošača, modeliranje prodajnih mjesta, oblikovanje odgovarajućeg distribucijskog sustava, ispitivanje ograničenja i mogućnosti, prikaz rješenja(vanjska analiza ciljeva), suočavanje s ciljevima, optimalni logističko-distribucijski centar.

Kod prve faze ove metode se istražuje prodajna vrijednost robe s kojom bi tvrtka u budućnosti mogla raditi. Također je bitno prepoznati da roba ima prepoznatljivu vrijednost kod kupaca. U drugoj fazi pristupa se analizi u kojoj se istražuju navike i želje krajnjih korisnika. Kada se izrađuje novi plan pomoću ove metode, tvrtka se ne oslanja na trenutnu distribuciju, nego iz analize saznaje što potrošači žele dobiti, gdje bi htjeli lokaciju prodajnog mjesta, žele li kupci neke dodatne sadržaje i drugo. Tvrtke na taj način mogu razložiti svoje poslovnice na male, srednje i velike poslovnice prema broju radnika ili artikala koji su u ponudi.

Treća faza u metodi modelira buduća prodajna mjesta za kupce. Prodajna mjesta ovise o raznim faktorima kao što su gustoća naseljenosti, razina infrastrukture, dobna struktura populacije, vrsta robe (je li roba široke potrošnje ili industrijska) i slično. Razmatraju se i

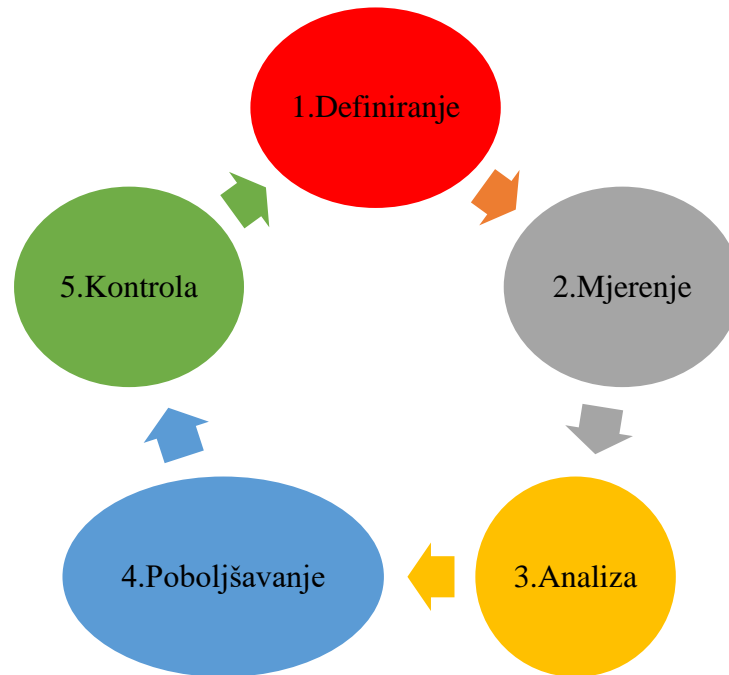
moгуćnosti privlaćenja kupaca s raznim ponudama, popustima, mogućnošću zamjene i povrata robe. Četvrta faza podrazumijeva oblikovanje odgovarajućeg distribucijskog sustava. Distribucijski sustav nastoji osigurati dobru povezanost između dobavljača materijala, proizvođača i krajnjih kupaca te pokušava ispuniti zahtjeve kupaca. Donose se pretpostavke o tome gdje je potrebno imati skladište, koja će se vozila koristiti za distribuciju, koje je idealno vrijeme preuzimanja i otpreme robe.

Ispitivanje ograničenja i mogućnosti je peta faza ove metode gdje se provjeravaju unutarnja i vanjska uvjetovanja. Najčešće je unutarnje uvjetovanje svakog poduzeća je količina novca s kojom se trenutno raspolaže. Druga unutarnja uvjetovanja mogu biti poput posjedovanja infrastrukture, trenutni vozni park, osposobljenost trenutnog radnog kadra, a vanjske uvjetovanosti mogu biti oštra i napredna konkurencija, zakonodavni sustav, međunarodni odnosi. U ovoj fazi se također provjeravaju i mogućnosti koje bi mogle promijeniti postojeće stanje.

Šesta faza metode je prikazivanje rješenja. Budući da je cilj zadovoljenje potrošača kako bi se ostvarila ekonomska dobit, kompariraju se ponuđena rješenja. Kada se logistička strategija podudara s stvarnim stanjem na terenu tada može reći da sustav funkcionira. No kada se kupci tuže na postojeći sustav, to je znak da se događaju problemi unutar tvrtke koji mogu biti problemi s upravljanjem u sustavu ili problemi s strukturom uprave. Tada se provjeravaju čimbenici koji uzrokuju poteškoće te se nastoje ukloniti u što kraćem roku. Ponekad sustav distribucije može biti dobar u praksi, ali daleko od idealnog po logističkom planu. U ovoj fazi se razmatraju mogu li se poboljšati rješenja s obzirom na kupce te trebaju li se povećati ili smanjiti ograničenja uprave.

Sedma faza ove metode je suočavanje s ciljevima. Svaka tvrtka zna da iako je idealni plan najbolji za tvrtku, stanje u praksi uvijek pokazuje mala ili velika odstupanja od zacrtanih ciljeva. Tokom ostvarivanja zacrtanih ciljeva, stalno se provjerava angažiranost i inovativnost osoblja za rješavanje različitih problema tokom distribucije proizvoda, zatim se rade dogovori koji uključuju ispitivanje i promjenu plana u određenim koracima. I na kraju ove metode u osmoj fazi se pristupa stvaranju optimalnog logističko- distribucijskog centra. Sve ono što nije bilo ostvareno s prethodno postojećim sustavom, ovim planom se nastoji ostvariti u novom optimalnom sustavu. Optimalni sustav bi u praksi trebao zadovoljiti potrebe kupaca, ali i zahtjeve i standarde uprave[6].

### 3.3. Metoda Sigma 6 ( $6\sigma$ )



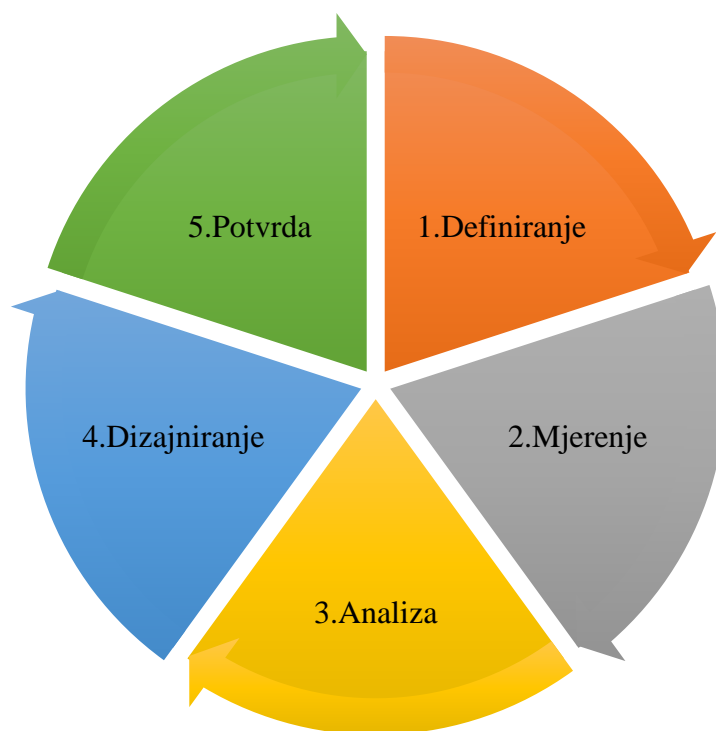
Slika 4. Metoda planiranja logističkih procesa – Sigma 6-DMAIC metodologija

Izvor:[7]

Jedna od revolucionarnih metoda planiranja logističkih procesa koja je promijenila način poslovanja mnogih tvrtki u zadnjih 40 godina je metoda Sigma 6. Njome se nastoji upravljati kvalitetom proizvoda i usluga te smanjiti odstupanja i ukloniti nedostatke u procesu planiranja. Postoje dvije metodologije za rješavanje problema: DMAIC i DMADV. DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) je metodologija Sigma 6 koja se sastoji od sljedećih faza: definiranje, mjerenje, analiziranje, poboljšavanje, kontrola, a prikazane su na slici 4. U fazi definiranja se određuju važne značajke procesa za postizanje Sigma 6 kvalitete.

Razine metode Sigmme 6 su prikaz sposobnosti procesa, odnosno prikaz broja grešaka tijekom izvođenja procesa. Kvaliteta Sigmme 6 se dijeli prema razinama: nekompetitivna, industrijski prosječna i razina svjetske klase. U definiraju se uzimaju različiti statistički alati kako bi se identificirali nedostaci ili problemi s kvalitetom. Faza mjerenja je definiranje standardnih izvedbi procesa te odabir parametara kritičnih za kvalitetu procesa. Faza analize provjerava tijek procesa, definiraju se ciljevi samih procesa i identificiraju se odstupanja koja utječu na proces[7].

U fazi poboljšavanja traže se rješenja koja će dati učinkovitu promjenu procesa. Ova faza se ispituje simulacijskim alatima gdje tvrtka može provjeriti trenutno stanje i sa promjenom odgovarajućih varijabli može doći do rješenja za svoj zadatak. U ovoj fazi se otkrivaju odnosi između varijabli, određuju se tolerancije te se nastoji čitav proces kontinuirano poboljšati. Zadnja faza DMAIC metodologije je faza kontroliranja gdje se nastoji zadržati poboljšanje koje je ostvareno u prethodnoj fazi, te se dokumentiraju se promjene koje su nastale kako bi tvrtka u budućnosti bila spremnija na nove izazove koji se pred nju postavljaju[7].



Slika 5. Metoda planiranja logističkih procesa – Sigma 6-DMADV metodologija

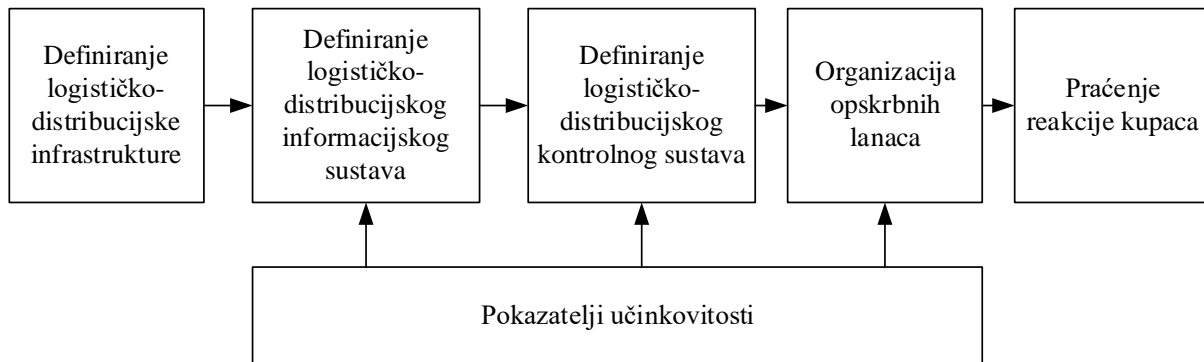
Izvor:[8]

DMADV (Define, Measure, Analyze, Design, Verify) je druga metodologija Sigma 6 gdje je na slici 5. vidljivo od kojih faza se sastoji: definiranje, mjerenje, analiza, dizajniranje, potvrda. Ova metodologija se koristi u razvijanju procesa ili stvaranju proizvoda koji je u začetku ili kada proces ili proizvod postoji ali treba zadovoljiti razinu Sigma 6. Prva faza je definiranje svrhu procesa, usluge i pri tome se postavlja jasna definicija projekta sa svim smjernicama za izradu te prepoznati i prosuditi buduće rizike i nedostatke. Nakon toga u drugoj fazi se vrše mjerenja čimbenika koji su ključni za kvalitetu. Vrše se procjene rizika, procjene sposobnosti proizvodnog procesa, procjene komponenata koje ulaze u proizvodni proces.

Sve što je napravljeno u drugoj fazi, u trećoj fazi analize se provjerava koji su komponente najbolje, zatim se utvrđuje ukupni trošak cjelokupnog procesa. U četvrtoj fazi dizajniranja najbolja ideja oblikovanog procesa koji je razvijen u fazi analize mora se pretvoriti u prototip kako bi se taj model mogao analizirati u petoj fazi, odnosno fazi potvrde. U fazi potvrde se utvrđuje je li pružena usluga zadovoljavajuća ili su potrebne izmjene.

Iako su slične, imaju neke značajne razlike: DMAIC služi za poboljšanje postojećeg procesa, a DMADV služi za razvoj novih procesa ili proizvoda, DMAIC mjeri izvedbu procesa, DMADV mjeri specifikacije i potrebe kupaca. DMAIC nastoji poboljšati proizvodne procese, smanjiti i ukloniti nedostatke, a DMADV stvara modele koji trebaju zadovoljiti zahtjeve kupaca.[8]

### 3.4. Metoda planiranja logističkih procesa u funkciji opskrbnih lanaca



Slika 6. Metoda planiranja logističkih procesa u funkciji opskrbnih lanaca

Izvor: [9]

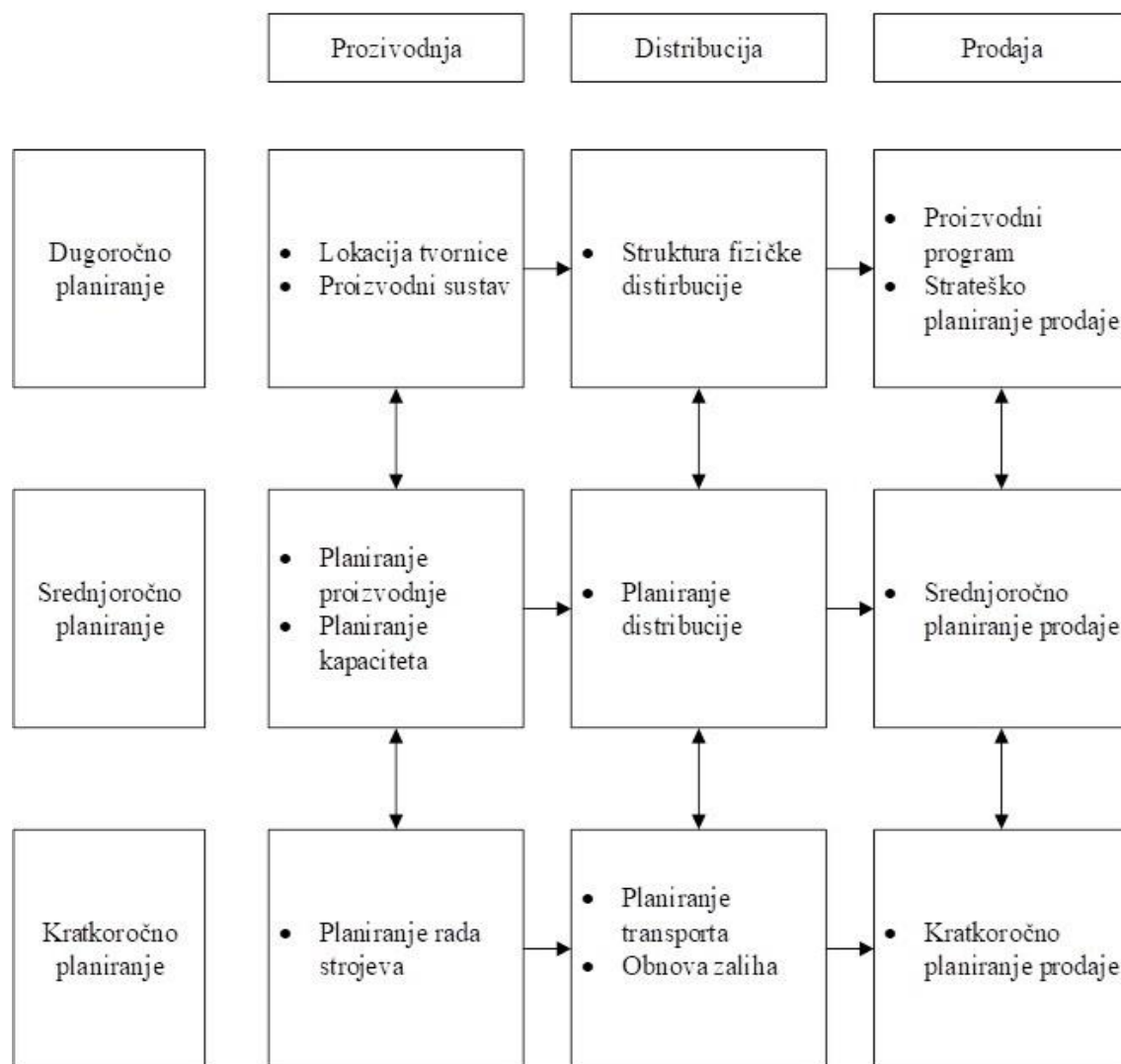
U slici 6. prikazane su faze metode planiranja logističkih procesa u funkciji opskrbnih lanaca. U prvoj fazi potrebno je odrediti logističko-distribucijsku infrastrukturu, što podrazumijeva osnovna pitanja o lokaciji skladišta, proizvodnog pogona, hoće li se ići u gradnju vlastitih objekata ili će se kupiti postojeći objekti ili će se iznajmiti. Definiranje infrastrukture je jako bitno jer utječe na daljnji razvoj cjelokupnog logističkog sustava. Kod druge faze određuju se bitne odrednice budućeg logističko-distribucijskog informacijskog sustava. Kako bi se postigla što veća razina usluge u obavljanju logističkih aktivnosti, tvrtke ugrađuju u poslovanje softverske alate koji bi trebali pomoći u praćenju zaliha, olakšavanju komunikacije s dobavljačima i kupcima te u planiranju proizvodnje.

Treća faza je definiranje logističko-distribucijskog kontrolnog sustava. U ovoj fazi se pažnja posvećuje zaštiti robe te otklanjanju mogućih poteškoća prilikom distribucije. Organizacija opskrbnih lanaca je četvrta faza ove metode gdje se nastoji osposobiti svaki dio opskrbnog lanaca kako bi čitav proces zadovoljenja sudionika opskrbnog lanca bio učinkovit i usklađen. Na kraju, u petoj fazi prate se reakcije kupaca te na osnovu njihovih povratnih reakcija ako su na primjer negativne, preispituju se faze metode i traže se rješenja kako bi se poboljšali pokazatelji učinkovitosti[9].

### 3.5. Metoda planiranja logističkih procesa u funkciji vremena

Metoda planiranja logističkih procesa je specifična po tome što u svom planiranju mora obuhvatiti odnose između proizvodnje, distribucije i prodaje te odnose između dugoročnog srednjoročnog i kratkoročnog planiranja istih što je pokazano na slici 7.





Slika 7. Metoda planiranja logističkih procesa u funkciji vremena

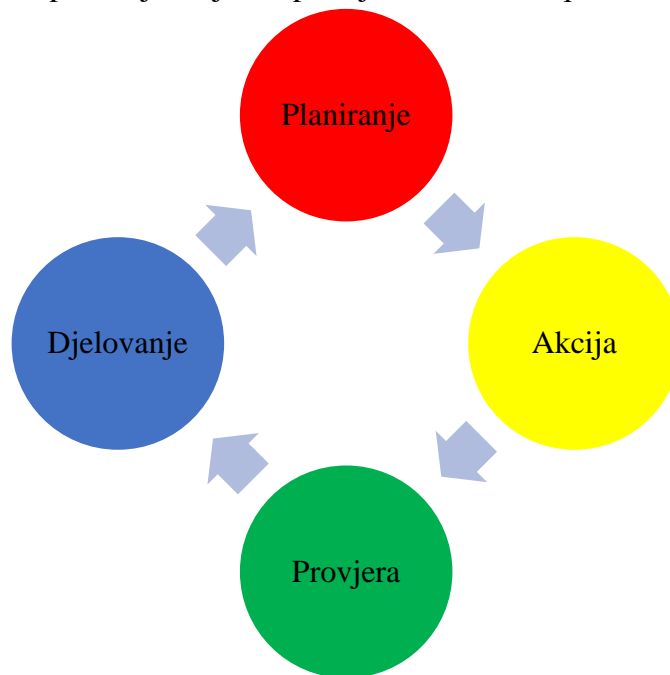
Izvor:[10]

U proizvodnji se teži k stabilnosti i postojanosti pa zbog toga u dugoročnom planiranju se pomno planira lokacija buduće tvornice te se izrađuju planovi sastavnica fizičke distribucije, dok se strateško planiranje prodaje planira za duže vremensko razdoblje, najmanje jednu godinu. Kratkoročno planiranje uključuje planiranje rada strojeva, to jest hoće li se raditi u jednoj, dvije ili tri smjene, zatim se planira koliko često će se vršiti distribucija i kada te na koji način će se obnavljati zalihe, dok kod prodaje prate se navike potrošača. U srednjoročnom planiranju se ponavljaju se aktivnosti iz kratkoročnog planiranja, ali za analizu se uzima srednjoročni period(tromjesečno ili polugodišnje razdoblje)[10].

### 3.6. Kaizen metoda

Kaizen metoda je poslovna strategija koja se bavi kontinuiranim poboljšanjem i unaprjeđenjem radnih procesa u tvrtki. Uključivanje Kaizen metode u procese nudi razne prednosti kao što su: poboljšanje postojećih procesa, povećanje učinkovitosti, smanjenje vremena postavljanja mehanizacije ili IT sučelja ,smanjenje otpada i omogućuje brže plasiranje

proizvoda na tržište. Postoji više različitih metodologija koje se koriste za opisivanje Kaizen metode, a jedna od njih je PDCA krug (PDCA- Plan, Do, Check; Act) čije su faze prikazane na slici 8. a to su: planiranje, akcija, provjera, djelovanje. Faza planiranja analizira trenutni problem i uvjete, uspostavlja objekte promjene te stvara procese za ostvarenje rješenja.

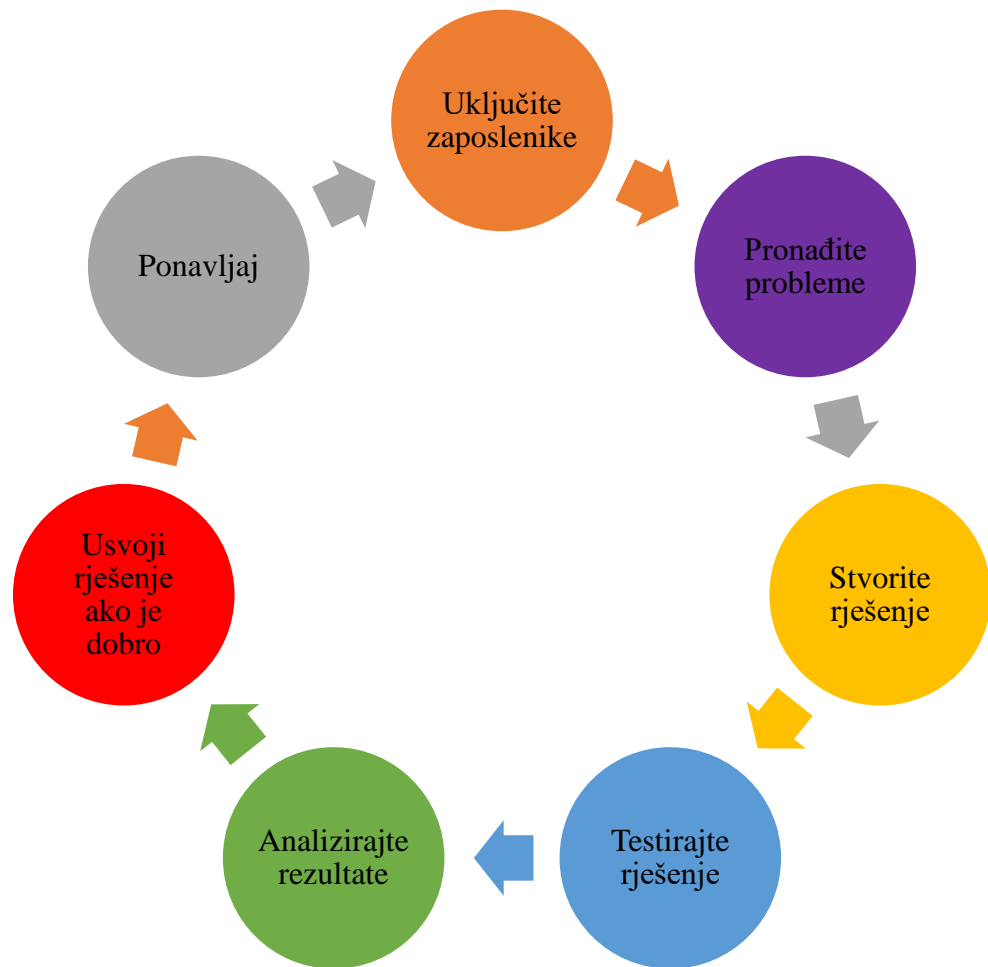


Slika 8. Kaizen metoda-PDCA krug

Izvor:[11]

Faza akcije uključuje implementaciju plana, provjerava male promjene i prikuplja podatke o promjenama učinkovitosti. Faza provjere procjenjuje podatke, prepoznaju se odstupanja između rezultata i planiranih ciljeva. Na koncu, u zadnjoj fazi se standardizira rješenje te se pregledavaju i definiraju idući problemi. Kontinuirano poboljšanje pomoću Kaizen metode nije brz proces, jer se oslanja na oslanja na nekoliko malih promjena koje nadopunjuju proces i suprotstavljaju se velikim promjenama[11].

Druga metodologija Kaizen metode je Kaizen ciklus za kontinuirano poboljšavanje čije faze su prikazane na slici 9. Ova metodologija se sastoji od sedam faza, a ovaj ciklus započinje s uključivanjem zaposlenika, to jest traži se njihova pomoć u identificiranju problema te se na taj način stvara ozračje za promjenu u radu tvrtke. Drugi dio ciklusa je pronalaženje problema, odnosno sastavljanje liste prioriteta problema koji se trebaju rješavati. U trećem dijelu ciklusa zaposlenike se potiče da daju vlastita rješenja za probleme s kojima se tvrtka suočava te se u četvrtom dijelu rješenja testiraju. Peti dio ciklusa donosi analizu u kojoj se provjerava je li predložena rješenja pokazala napredak te ako su rezultati zadovoljavajući nastoji se implementirati rješenje koje je pokazalo napredak i uspješnost. Na kraju se koraci trebaju ponavljati s novim testiranjima gdje je potrebno ili rješavati novi niz problema[12].



Slika 9. Kaizen ciklus za kontinuirano poboljšavanje

Izvor:[12]

### 3.7. Dodatne metode planiranja logističkih procesa

U planiranju logističkih procesa postoje i ostale metode planiranja koje naglasak stavljaju na različite značajke u planiranju. Jedna od takvih metoda planiranja je *Lean Strategy* gdje se identificiraju i eliminiraju aktivnosti koje ne dodaju vrijednost u svrhu povećanja protoka proizvoda i smanjenja troškova. Ovom metodom se skraćuje vrijeme ciklusa narudžbe. *Lean Strategy* se može raščlaniti na 5 faza. U prvoj fazi se određuju aktivnosti koje dodaju vrijednost za kupca, zatim se u drugoj fazi identificira otpad a istovremeno prilike za poboljšanje u smislu standardizacije zadataka. U trećoj fazi se osmišljava nova metoda rada gdje se rješava nepotrebnih zadataka koje rasipaju resurse. Četvrta faza nastoji prvo privući kupce na kupovinu proizvoda i odgovoriti na zahtjeve kupaca brzom isporukom. U zadnjoj petoj fazi se standardiziraju novi procesi, a pruža se odgovarajuća obuka za sve radnike[13].

Na ovu metodologiju dosta utječe logistički otpad. Logistički otpad se događa jednako često kao i u bilo kojem drugom odjelu tvrtke, iako nije uvijek toliko vidljiv, zbog opsega i složenosti logistike, više od 80% logističkog rada ne može se predvidjeti jer se obavlja bez nadzora.

Tijekom opskrbe u opskrbnom lancu pojavljuje se 8 vrsta otpada koji izravno utječu na logistiku: prekomjerna proizvodnja, prekomjerne zalihe, pretjerana obrada, učestalo ispravljanje nedostataka, čekanje u proizvodnji, nepotrebne manipulacije prilikom skladištenja ili transporta, prekomjerna flota prijevoznih sredstava te zaposlenici bez motivacije i privrženosti za rad. [14]

Prednosti korištenja *Lean Strategy* metode su: smanjenje otpada u opskrbnom lancu, poboljšavaju se odnosi s kupcima te se smanjuju troškovi infrastrukture. Kao nedostaci mogu se navesti mali prostor za kvarove budući da takvom sustavu sa smanjenim resursima zaposlenici se ne mogu preseliti na druga mjesta za rad, zatim u korelaciji s kvarom opreme mogu se dogoditi kašnjenja, a samim time i do nedosljednosti u isporuci. Kašnjenje isporuke dovodi do gubitka povjerenja kupaca, a posljedično time pad ekonomske dobiti. Na kraju zbog usavršavanja proizvodnog procesa može doći do odbijanja novih metoda rada od strane zaposlenika[15].

Druga metoda je *Agile Strategy* u kojoj se želi postići brz odgovor na sve promjenjive uvjete u organizaciji. Na organizaciju mogu utjecati razni unutarnji i vanjski čimbenici, gdje unutarnji čimbenici mijenjaju politiku upravljanja, dok vanjski čimbenici su povezani s dobavljačima, kupcima, investitorima, novom tehnologijom i državnim propisima. *Agile Strategy* je metoda gdje se stvaraju manje jedinice za opskrbu robom kako bi se povećala fleksibilnost i smanjilo vrijeme odgovora na zahtjeve tržišta. Glavni ciljevi su dakle izvrsna fleksibilnost i brz odziv. Strukturiran je tako da brzo odgovori na promjene u zahtjevima kupaca. Ova agilna strategija opskrbnog lanca također je "pull" sustav u kojem proizvodnja može pauzirati i pričekati potražnju tržišta prije završetka finalnog proizvoda. Agilni lanac opskrbe je model koji brzo reagira na potražnju, a ne na prognozu, što je uobičajeno u neagilnom lancu opskrbe.[16]

Kao prednosti ovakve metode mogu se istaknuti fleksibilnost koja može promijeniti marketinške strategije u bilo kojem trenutku, smanjenje troškova zadržavanja zaliha, brza reakcija na promjenjive potrebe kupaca.

Treća metoda je strategija temeljena na brzom dostavi proizvoda, odnosno *Time-based strategy*. Svrha ove metode je smanjiti vrijeme isporuke robe te osigurati da materijali i usluge stignu na vrijeme i u dobrom stanju. Cilj ove metode je planirati i upravljati resursima kako bi se smanjila kašnjenja, smanjili troškovi i isporučili proizvodi na vrijeme. Analiziraju se vremena potrebna za prijevoz, a pritom se uzimaju u obzir razni čimbenici poput odabir prijevoznika, rute, vremenskog perioda i slično. Optimizacija rute je prvi od mogućih koraka koji se može primijeniti u *Time-based strategy* gdje se analiziraju postojeće rute i traže se načini za smanjenje troškova. Drugi korak koji se može provesti je JIT sustav (Just-in-time) gdje se nastoji osigurati dovoljna količina zaliha kada je to potrebno. Treći korak je izgradnja Cross-docking terminala, odnosno pretovarni terminal gdje se koordiniraju robni tokovi. Dovezena roba se sortira prema odredištima, a roba se u takvom skladištu ne zadržava dugo. Četvrti korak u ovoj metodi može biti automatizacija gdje se automatskim nadzorom prate zalihe, nabava te može pripomoći u racionalizaciji operacija opskrbnog lanca i smanjenju troškova.

Prednosti metode bazirane na brzom isporuci su poboljšavanje usluge krajnjim korisnicima, smanjuje se vrijeme isporuke te smanjuju troškovi koji su povezani s upravljanjem zaliha i prijevozom te tvrtkama se pruža mogućnost boljeg planiranja i upravljanja isporukom. Kao nedostaci mogu se navesti mogućnost složenosti provedbe logističke strategije zbog čega mogu nastati kašnjenja u implementaciji, zatim se mogu pojaviti troškovi prilikom ulaganja u nove tehnologije kako se uspješno provela ova metoda. Mogući su neočekivani problemi ili loša komunikacija između sudionika opskrbnog lanca što može rezultirati s kašnjenjem isporuke [17].

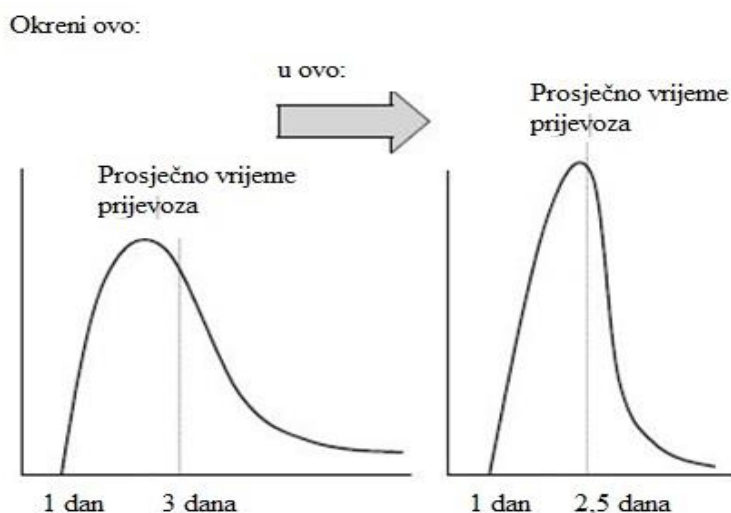
Od ostalih metoda planiranja logističkih procesa, odnosno strategija mogu se još navesti: strategija zaštite okoliša, strategija povećane produktivnosti, strategija dodatka vrijednosti, strategija investiranja ili specijalizacije, strategija rasta[18].

#### 4. PRIMJER DOBRE PRAKSE-USPOREDBA PRIMJENA METODA VIŠE RAZLIČITIH METODA ZA PLANIRANJE

Više različitih metoda se može primijeniti za planiranje logističkih procesa kako bi se iskoristile dobre strane metoda koje se primjenjuju. Kao primjer dobre prakse gdje se primjenjuje više metoda za planiranje može se navesti *Lean Sigma Six*.

##### 4.1. *Lean Sigma Six*

*Lean Sigma Six* je kombinacija metoda se može definirati kao eliminacija gubitaka kroz napore za razumijevanje i smanjenje varijacija uz istodobno povećanje brzine i protoka (informacija, robe) u opskrbnom lancu. Na slici 10. prikazana je svrha ove kombinacije gdje je grafički prikazano prosječno vrijeme prijevoza prije provedbe *Lean Sigma Six* metode i nakon njene provedbe.[19]



Slika 10. Provedba *Lean Sigma Six* metode u prijevozu robe

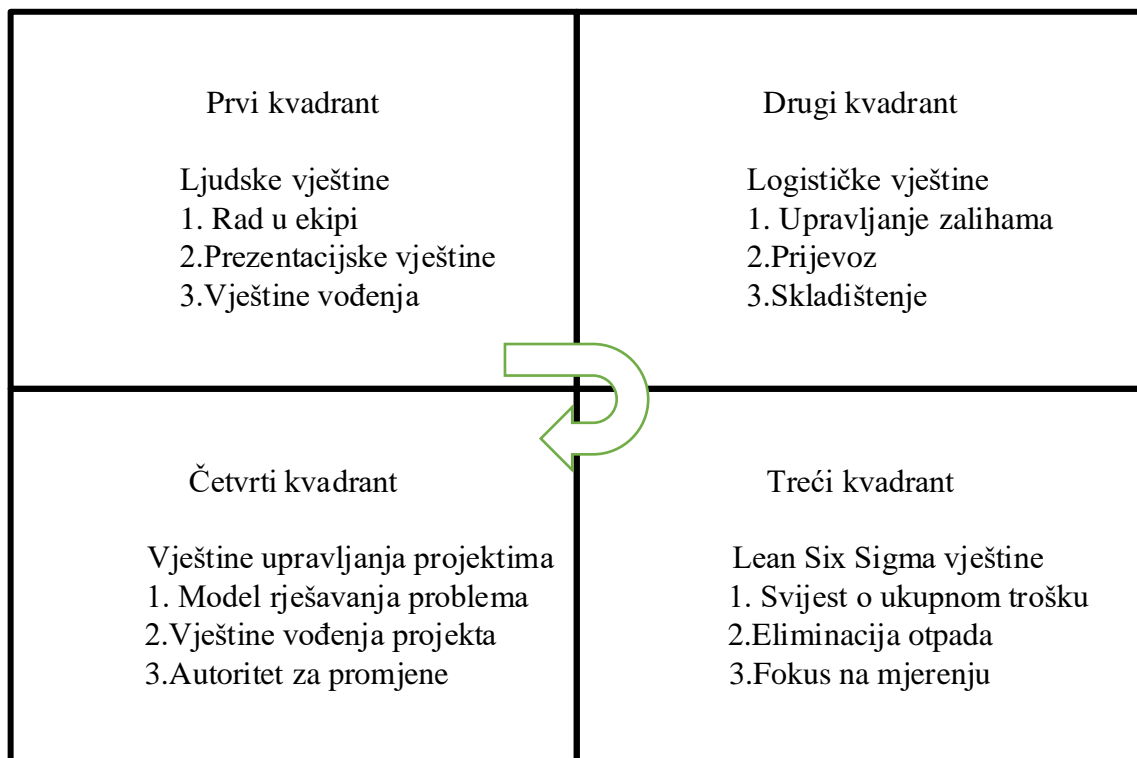
Izvor:[19]

Na slici 10. su prikazani grafovi gdje se promatralo prosječno vrijeme prijevoza pomoću *Sigma Six* metode te gdje je za minimum prijevoza uzet jedan dan. Na prvom grafu se može uočiti da prijevozi robe koji premašuju prosjek stvaraju zabrinutost jer vjerojatno neki nikad ne stignu do odredišta, a uzroci mogu biti razni: istrošena i neadekvatna oprema, loše obučeni vozači, nedovoljno osigurana roba. Na drugom grafu je prikazan cilj, a to je: brži i pouzdaniji prijevoz. Ova kombinacija metoda detektira i druge probleme u logističkom planiranju kao primjerice: rasipanje u prijevozu, nedovoljno iskorištenje prostora skladišta, rasipanje vremena, otpad koji nastaje prilikom pakiranja proizvoda i slično. *Lean Sigma Six* metoda daje priliku za pružanje najveće vrijednosti kupcima bez ometanja i otpada koji se nalazi u konvencionalnim načinima povezivanja poduzeća s svojim trgovačkim partnerima u opskrbnom lancu [19].

Kombinacija *Lean Sigma Six* metoda ne traži golemo ulaganja ili skupinu specijaliziranih stručnjaka već traži bitna razumijevanja logističkog toka, logističke sposobnosti i logističke discipline.[19]

Direktor tvrtke je odgovoran za rast i rezultat tvrtke. I zbog takve odgovornosti iznimno je važno dublje poznavati principe *Lean Sigma Six* metode. Tok je važan element svake logističke strategije. Poznavanje toka materijala pomaže tvrtki otkriti jake i slabe strane te mogućnosti i nedostatke budućih projekata. Logistička sposobnost se sastoji u razumijevanju kako informacije i roba protječu kroz opskrbeni lanac te se može uvidjeti je li tvrtka sposobna ili ne. Otkrivanje, definiranje i artikuliranje logističke sposobnosti tvrtke je zadaća *Sigme Six*, a poboljšanje je zadaća *Lean* metode. Kombinacijom se pokazuje da sposoban sustav sadrži predvidljivost, stabilnost i vidljivost. Pod logističku disciplinu spadaju očuvanje opskrbenog lanca i logističkih sposobnosti. Napredni direktori znaju da se ne radi samo o tehnologiji, nego o procesima i ljudima. Mnoge pogreške u planiranju logističkih procesa nastaju zbog manjka discipline.

Također, zaposlenici imaju vlastitu perspektivu shvaćanja principa *Lean Sigma Six* metode. U području logističkog toka se zahtijeva od zaposlenika razumijevanje načina funkcioniranja opskrbenog lanca unutar tvrtke. Dodatni zahtjevi od zaposlenika su sposobnost za izvođenje procesa i prilagodljivost za promjene. Na kraju, kroz disciplinu od zaposlenika se traži usavršavanje te pridržavanje zadanih standarda. Na slici 11. prikazane su vještine koje se traže u logistici i njihova prioritizacija.



Slika 11. Vještine i njihova prioritizacija

Izvor:[19]

Na slici 11. u prvom kvadrantu su ljudske vještine: vještine timskog rada, prezentacijske vještine, vještine vođenja. U drugom kvadrantu su logističke vještine u koje spadaju: upravljanje zalihama, prijevoz i skladištenje. Treći kvadrant su vještine *Lean Sigma Six*, a to su: svijest o ukupnom trošku, eliminacija otpada i fokus na mjerenje. U zadnjem četvrtom kvadrantu su vještine upravljanja projektima: model rješavanja problema, vođenje projekata, autoritet za uvođenje promjena.

Principi logističke metode *Lean Sigma Six* se mogu dodatno raščlaniti. Tako logistički tok možemo podijeliti na tok robe, tok informacija i financijski tok. Logističke sposobnosti se raščlanjuju na sposobnost predvidljivosti, stabilnosti i vidljivosti, a logistička disciplina se sastoji od suradnje, optimizacije sustava i eliminacije otpada[19].

#### 4.2. Primjer optimizacije operativnih aktivnosti distribucijskih centara

Tvrtka koja proizvodi i prodaje preko 400 različitih proizvoda u 190 država ima više distribucijskih centara u svijetu, a operativni centar tvrtke u Europi se nalazi u Poljskoj. Prilikom poslovanja, tvrtka je uočila potrebu implementacije metode *Lean Sigma Six* u svakom distribucijskom centru radi smanjenja rashoda. Nakon toga je provedena analiza skladišta i analiza faza procesa te su korištena dva alata metode: karta procesa i uzročno-posljedični dijagram. Prilikom analize faza procesa ustanovljeni su sljedeći nedostaci: parking za električni viličar je dalje od zone komisioniranja, put prikupljanja robe nije dovoljno optimiziran jer skladištar dolazi dvaput na isto mjesto. U uzročno-posljedičnom dijagramu ustanovljeni su nedostaci u metodi rada, obuci radnika i radnoj opremi. Treći alat metode koji je dodatno uvidio nedostatke je *5Why&1How*. *5Why&1How* je tehnika ispitivanja u svrhu pronalaska uzroka problema. Tu su ustanovljeni temeljni uzroci koji stvaraju probleme prilikom radnog procesa. Pomoću ovog alata postavljana su pitanja za svaki radni proces, a u tablici 1. prikazana su pitanja i odgovori koji govore zašto nadopuna robe u tom skladištu traje 15 minuta.[20].

Tablica 1. *5Why&1How* analiza

Pitanja	Komentari
U kojoj fazi procesa je uočen problem?	Problem je uočen u drugoj fazi skupljanja.
Kada je problem ustanovljen?	Nakon 5 palete.
Na kojem mjestu se događa problem?	U zoni skupljanja prema zoni nadopune.
Postoje li problemi s osobljem?	Ne, nego su problemi povezani s metodom rada.
Koliko dugo traje problem?	Problem traje cijelo vrijeme.
Na koji način sadašnji proces odstupa od standarda previđenog za isti?	Daleko je od standarda, nadopuna bi trebala trajati maksimalno tri minute.

Izvor:[20]



U fazi dizajniranja stvorena je nova karta procesa koja je smanjila gubitke tijekom radnog procesa u skladištu. Pritom se koristio ECRS alat (ECRS-Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify). Pomoću ovog alata eliminiraju se nepotrebne radnje, kombiniraju se različite operacije u procesu, zatim se preuređuje slijed različitih operacija i na kraju se pojednostavljaju trenutne operacije radnog procesa. Primjenom ovog alata su pojednostavljeni neki radni procesi u skladištu. Stavljanje palete je u prostor za čekanje je eliminirano, a umjesto toga se šalje informacija o gotovoj paleti koja je spremna za utovar te se paleta čim prije utovara na kamion. Stvaranje radnih naloga je pojednostavljeno, a spojene su operacije skeniranja bar koda lokacije robe i skeniranje bar koda broja prolaza u skladištu u jednu operaciju skeniranja bar koda lokacije koja sadrži broj prolaza. Sve promjene su predstavljene u radnoj listi. Radna lista sadrži vrstu procesa, promjene koje trebaju bi implementirane, zadužene osobe za određene procese, rok do kada implementacija rješenja treba biti usvojena. U slučaju ovog operacijskog centra u Poljskoj pridržavanjem ponuđenih rješenja došlo je do smanjenja potrebnog vremena za proces komisioniranja koji je prikazan u tablici 2.

Tablica 2. Primjer radne liste s uštedama vremena

Područje	Radnja	Stanje 15.10.2018.	Stanje 05.11.2018.	Stanje 12.12.2018.	Previđene uštede vremena	Stvarne uštede vremena
Komisioniranje	Promjena lokacije električnog viličara	Završen	Završen	Završen	580 sati godišnje	400 sati godišnje
Komisioniranje	Optimizacija puta prikupljanja	U tijeku	U tijeku	Završen	1000 sati godišnje	Čeka se dodatna potvrda
Komisioniranje	Provjera mogućnosti postavljanja palete za nadopunu iza paleta namijenjenih za komisioniranje	Nije započeto	U tijeku	Završen	110 sati godišnje	90 sati godišnje

Izvor:[20]

Tvrtka je implementirala metodu *Lean Sigma Six* u jednom skladištu gdje se otpremaju njemačka ulja i masti. Ovaj distribucijski centar utovara 11000 kamiona s preko 270000 punih paleta i preko 30000 mješovitih paleta, a skladišni prostor ima kapacitet od 17000 paleta. Budući da je u potpunom vlasništvu tvrtke, svaka poboljšanje je donijelo stvarne i izravne uštede tvrtki. Tijekom rada, prepoznate su i druge manjkavosti u radnom procesu te su implementirane druge promjene:

- promjena lokacije praznih paleta
- promjena lokacije komisioniranja robe
- smanjenje broja ispisanih naljepnica
- nadogradnja opreme za omatanje
- automatizacija viličara[20].

Svi ovi alati metode *Lean Sigma Six* su doprinijeli ovom distribucijskom centru u pogledu smanjenja troškova za 130 tisuća eura godišnje. Potaknuti promjenama koje su postignute primjenom metode, odlučeno je da će se nastaviti s implementacijom alata metode i u skladištima koje su unajmili u Austriji od vanjskog davatelja logističkih usluga. Implementacija ove metode je nailazila na razne poteškoće. Konzultant logističkih usluga i voditelj logistike su morali uvjeriti vodstvo tvrtke o prednostima primjene metode u skladišnom poslovanju, budući da vodstvo nije bilo sigurno na koji način tvrtka može uštedjeti novac, zatim je postojao otpor od strane radnika prema novim promjenama jer su bili zabrinuti, da će u slučaju neučinkovitosti, biti otpušteni.[20]

U tom skladištu se skladištela hrana, kućni proizvodi te proizvodi za osobnu higijenu. Skladište manipulira s 360000 paleta robe godišnje, a kapacitet skladišta je 27500 paleta. Analizirajući postojeće stanje utvrđeno je da postoji mnogo operacija koje ne dodaju vrijednost i koje rasipaju resurse. Zbog toga provedene su iduće promjene:

- promjena početne lokacije za proces komisioniranja
- nadopuna se vrši kada je zaliha padnu na minimum
- na jednu paletu se stavlja roba ambijentalne i kontrolirane temperature
- smanjen broj praznih vožnji-skladištar uvijek vozi dvije palete
- povećan broj pisara u skladištu.

Provedenim promjenama ostvarena je ušteda od 0,8 milijuna eura godišnje. Također je povećan broj uskladištenih paleta za 6000. Zbog obnove ugovora, tvrtka je ugovorila smanjenje cijena usluga. To je konačno donijelo uštedu tvrtke od gotovo 2 milijuna eura. Ovaj primjer pokazuje kako su u oba distribucijska centra pronađene manjkavosti u radi, ali se razlikuju u implementaciji promjena. Promjene koje su poduzete u skladištu koje je u potpunom vlasništvu tvrtke su implementirane jednostavno, dok kod iznajmljenog skladišta su se pojavile poteškoće. Promjene koje su nastupile u prvom distribucijskom centru bile su vidljive odmah, dok promjene u drugom distribucijskom centru su bile vidljive nakon izmjene ugovora s vanjskim davateljem logističkih usluga u Austriji.[20]

#### 4.3. Primjer proizvođača bregastog vratila

Proizvođač bregastog vratila u kojoj je provedeno ispitivanje *Lean Sigma Six* metode je započeo s radom prije 20 godina kao mala tvrtka s 20 zaposlenika. Bregasta vratila bila su u velikoj potražnji u usporedbi s ostalim proizvedenim proizvodima. Analizom je ustanovljeno da se otpad pojavljuje u proizvodnji i da postoji potencijal poboljšanja proizvodne linije. Formiran je tim stručnjaka na području dizajna, proizvodnje, kontrole kvalitete. Stručnjaci su ustanovili redoslijed procesa gdje su se od svakog procesa uzimali odgovarajući podaci. Sljedeći procesi koji su se pratili su: rezanje, tokarenje, bušenje, pregled, brušenje, toplinska obrada, pakiranje. Kod svakog od ovih navedenih pratili su se vrijeme ciklusa, vrijeme izmjene te vrijeme rada bez prekida u postotcima prikazane su u tablici 3.[21].

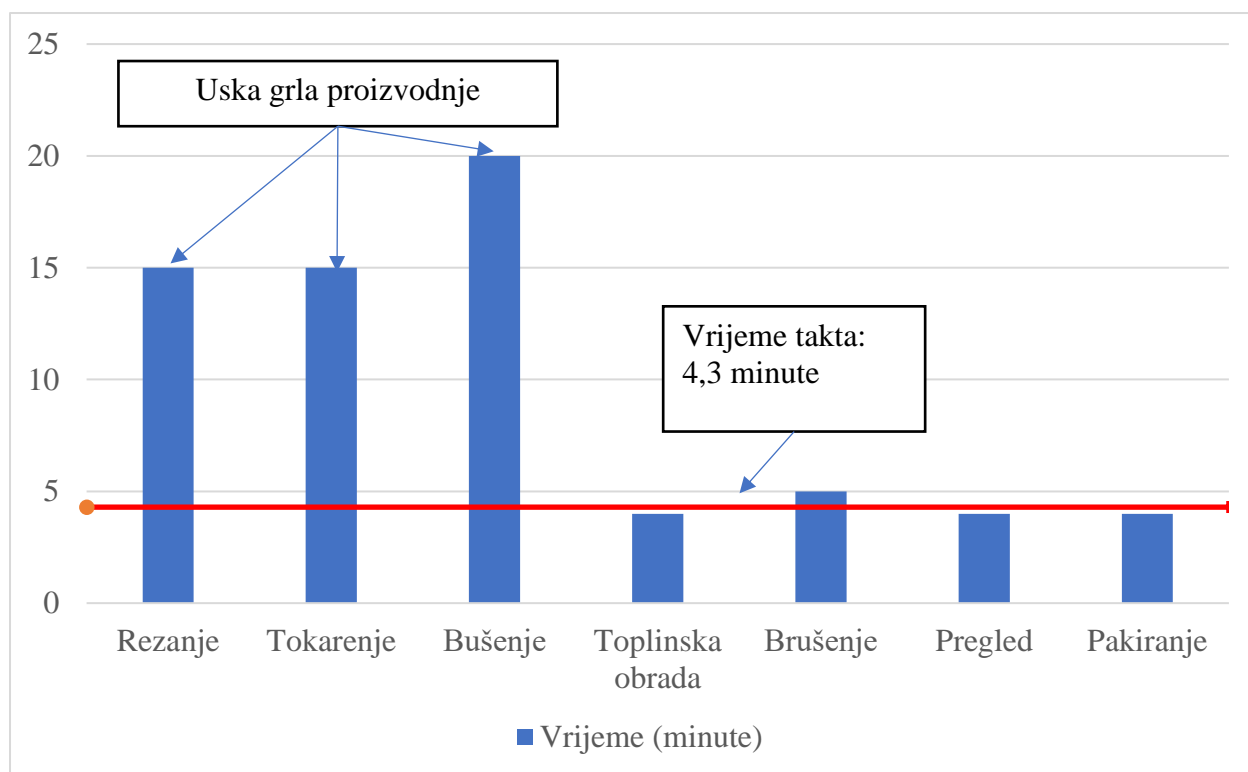
Tablica 3 Procesni važni za proizvodnju bregastog vratila i vremena za svaki proces

Procesi	Vrijeme ciklusa(min)	Vrijeme izmjene(min)	Vrijeme neprekidnog rada (%)
Rezanje	15	4	99,06
Tokarenje	15	5	99,06
Bušenje	20	5	99,06
Pregled	4	2	99,3
Brušenje	5	3	99,1
Toplinska obrada	4	4	99,06
Pakiranje	3	0	100

Izvor:[21]

U dijelu lean metode od važnosti je uskladiti vrijeme ciklusa s vremenom takta. Vrijeme takta je definirano kao prosječno vrijeme proizvodnje. Vrijeme ciklusa mora uvijek biti manje od vremena takta za održavanje protoka proizvodnje. Takt vremena se računa kao omjer količine vremena potrebnog za rad (bez pauza i bilo kakvih prekida) i dnevne potražnje te za ovaj slučaj vrijeme takta je iznosilo 4,3 minute.

Nakon toga se pristupilo analizi uskog grla u proizvodnji kako bi se ustanovilo koji procesi usporavaju ili zaustavljaju proizvodni proces. Kašnjenje materijala za rad, nedostatak radne snage, nepridržavanje standarda proizvodnje mogu biti uzroci zastoja u proizvodnji. Dijelovi proizvodnje koji se definiraju kao uska grla imaju veće vrijeme ciklusa od vremena takta. Na slici 12. prikazan je rezultat analize gdje je ustanovljeno da uska grla u proizvodnji nastaju prilikom rezanja, tokarenja i bušenja.[21]



Slika 12. Analiza uskih grla u proizvodnji

Izvor:[21]

Mapiranje toka vrijednosti (Value stream mapping-VSM) je alat koji utvrđuje gubitke i mogućnosti za povećanje vrijednosti proizvoda. Analizira se trenutno stanje toka vrijednosti te se pronalaze moguća poboljšanja. Također, dodatna svrha analiziranja trenutnog stanja je identificiranje aktivnosti koje dodaju vrijednost praćenjem protoka informacija i materijala tijekom proizvodnog procesa. Analiza vrijednosti(Value analysis) je omjer između vremena ciklusa i vremena procesa. Vrijeme ciklusa je vrijeme potrebno za dovršavanje zadatka i prelazak na sljedeći korak te je ustanovljeno da vrijeme ciklusa za jedan proizvod iznosi 66 minuta. U vrijeme procesa su uključena vremena međukoraka, primjerice, priprema sirovine za rezanje, zatim međuvrijeme između rezanja i tokarenja itd. Ustanovljeno je da ukupno vrijeme procesa iznosi 14,6 dana što iznosi 21024 minute. Analiza vrijednosti procesa je iznosila 0,31%.

Pristupilo se implementaciji poboljšanja u procesu rezanja materijala gdje se ustanovilo kako je neophodna zamjena starog alata za rezanje s novim alatom s većom brzinom rezanja s dodatnim značajkama koje su smanjile vrijeme ciklusa s 15 na 11 minuta.

U procesu tokarenja napravljene su preinake koje su poboljšale preciznost rezanja, pojednostavnile procese stavljanja i skidanja materijala na tokarski stroj te su primjenom Lean Six Sigme metode uz manji doprinos Kaizen metode smanjili ciklus tokarenja s 15 na 10 minuta. U procesu bušenja dodana su učvršćenja i dodatne značajke koje smanjile vrijeme izmjene svrdla, a održavanje i podučavanje radnika su bili značajni u implementaciji poboljšanja. Vrijeme ciklusa bušenja je smanjeno s 20 na 15 minuta[21].

Sva ta poboljšanja su utjecala na ukupno smanjenje vremena ciklusa s 66 na 48 minuta, a ukupno vrijeme procesa je smanjeno s 14,6 dana na 8,22 dana. U tablici 4. prikazani su parametri koji su se pratili te njihovo stanje prije implementacije metoda planiranja i nakon implementacije metode planiranja te se može zaključiti kako je primjenom ove kombinacije metoda ostvareni glavni ciljevi: smanjenje otpada u proizvodnji i poboljšanje radnog procesa na zadovoljstvo cijele organizacije. [21].

Tablica 4 Usporedba stanje parametara prije i poslije promjene

Parametar	Prije implementacije	Poslije implementacije	Promjena u postotcima (%)
Ukupno vrijeme ciklusa	66 minuta	48 minuta	27% smanjenje
Ukupna količina zaliha materijala u radu	2310	1121	51% smanjenje
Vrijeme procesa	14,6 dana	8,22 dana	43% smanjenje
Omjer analize vrijednosti	0,31%	0,41%	32% poboljšanje
Moral radne organizacije	Nizak	Visok	

Izvor:[21]

#### 4.4. Ostali primjeri uspješne implementacije više metoda planiranja u poslovanju

FedEx Express je logistička tvrtka koja u svome poslovanju ima veliki broj zrakoplova te posjeduje 170 objekata, od kojih 100 se nalazi u SAD-u. Zrakoplovi podliježu strogim sigurnosnim provjerama, a jedna od njih je C-provjera odnosno, provjera većina komponenti zrakoplova koja se provodi između 18 mjeseci i 2 godine u posebnim objektima te pregled traje između jednog i dva tjedna. Uslijed ekonomske krize 2008. godine, FedEx Express se usredotočio na *Lean Sigma Six* metodu kako bi uštedio novac tijekom kriznog razdoblja. U analizi pogona FedEx-a u Los Angelesu utvrđeno je da je posada mogla izvršiti 14 C-provjera godišnje, odnosno posadi je bilo potrebno 32715 radnih sati za izvršenje C-provjere zrakoplova. Nakon analize okupili su se stručnjaci te su identificirali moguće uštede vremena na 68 stavki u procesu pregledavanja zrakoplova. Implementacijom metode smanjeno je potrebno vrijeme za izvršavanje C-provjere na 21535 radnih sati, a posadi je omogućeno obavljanje 30 C-provjera godišnje.[22]

*Lean Sigma Six*, osim u logistici i proizvodnji, može biti korisna i u radu humanitarnih organizacija. Organizacija BW Food Pantry je imala problema prilikom pakiranja hrane za potrebite. Sam proces je trajao 20 minuta, a analizom je utvrđeno da hrana je bila predaleko od stolova za pakiranje, sadržaj kutije nije bio isti u svakoj kutiji, oba stola su bila zauzeta s pakiranjem što je doprinosilo zagušenju. Nakon korištenja alata metode, razdijeljena je roba na suhu hranu, konzerviranu hranu te na sokove i vodu, zatim su sortirane i prebrojene namirnice za određene količine te volonteri koji pakiraju kutije s sadržajem su premješteni na jednu stranu stola. Ove promjene su smanjile ciklus pakiranja s 20 na 9 minuta, a samo vrijeme pripreme kutije, od primitka zahtjeva do konačnog slaganja zadnje pakirane kutije je smanjeno za 55 minuta.[23]

## 5. ZAKLJUČAK

Ovisno o vrsti poslovanja, tvrtke biraju prilagođene metode koje će omogućiti kretanje robe u opskrbnom lancu na zadovoljstvo krajnjih potrošača uz ostvarenje ekonomske dobiti. Prednost navedenih logističkih metoda što pojednostavljaju procese i moguće je iskoristiti više različitih metoda planiranja logističkih procesa kako bi se izbjegle slabe strane odabranih metoda i kako bi se stvorilo učinkovito i sigurno poslovanje tvrtke. Nove metode planiranja logističkih procesa pomažu tvrtkama u raznim sektorima u otklanjanju početnih problema i doprinose rastu njihove konkurentnosti na tržištu.

Ove metode logističkog planiranja prvenstveno se primjenjuju u logistici, transportu, a mogu primijeniti i u drugim raznim djelatnostima, kao na primjer u proizvodnji, zdravstvu, financijama, neprofitnim organizacijama, građevini, obrazovanju. Svi procesi u raznim djelatnostima imaju faze djelovanja koji se mogu analizirati i primjenom odgovarajućih metoda te se faze mogu poboljšati te osim poboljšanja čitavog procesa, raste zadovoljstvo radne organizacije, a i krajnjih korisnika usluge. Primjenom metoda planiranja logističkih procesa se ostvaruju uštede novca i vremena potrebnog za određeni proces što tvrtka može iskoristiti za povećanje logističke usluge ili korištenjem metoda može dodatno optimizirati prostor te ga prenamijeniti u drugu djelatnost ili pak iznajmiti.

*Lean Sigma Six* je metoda koja obuhvaća alate koji se koriste u Sigma Six metodi i alate koji se koriste u Lean strategiji. Ovi alati poboljšavaju kvalitetu svakog procesa unutar organizacije stvarajući veći profit uz smanjene troškove i bolju suradnju među sudionicima opskrbnog lanca.

Primjeri koji su opisani u radu pokazuju uspješnost primjene metode *Lean Sigma Six*. U prvom primjeru ustanovljeni su nedostaci koji su usporavali radni proces, a samim time i povećavali rashode. Drugi primjer pokazuje kako primjena metode poboljšava ne samo kvalitetu radnog procesa, nego i kvalitetu proizvoda. Također, drugi primjer pokazuje kako su kako je primjenom metode ustanovljeno da su potrebne investicije koje će poboljšati cjelokupni sustav. Treći i četvrti primjer pokazuju kako koristeći alate ove metode se može reorganizirati način poslovanja. Četvrti primjer pokazuje, da unatoč poteškoćama, neprofitna organizacija koristeći pomoć stručnjaka preoblikovala je način rada i nastavila dalje pomagati ljudima u potrebi.

## 6. LITERATURA

- [1] Šafran M. *Osnove opskrbnog lanca-1.dio*. [Prezentacija] Planiranje logističkih procesa. Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. 27.3.2006.
- [2] Mecalux. *Logistics processes: key points for optimizing your supply chain*. Preuzeto s: <https://www.mecalux.com/blog/logistics-processes> [Pristupljeno: svibanj 2023.]
- [3] Babić D. *Osnove distribucije*. [Prezentacija] Planiranje logističkih procesa. Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. 19.9.2006.
- [4] Babić D., Šafran M. *Aktivnosti 3PL* [Prezentacija] Planiranje logističkih procesa. Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu.. 19.9.2006.
- [5] Taylor Don G. *Logistics Engineering Handbook*. CRC Press. Preuzeto s: [https://ftp.idu.ac.id/wp-content/uploads/ebook/ip/LOGISTIC%20ENGINEERING/epdf.tips\\_logistics-engineering-handbook.pdf](https://ftp.idu.ac.id/wp-content/uploads/ebook/ip/LOGISTIC%20ENGINEERING/epdf.tips_logistics-engineering-handbook.pdf) [Pristupljeno: travanj 2023.]
- [6] Jelekovac J. *Informacijsko-komunikacijska podrška u planiranju logističkih procesa*. Završni rad. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti;2017. Preuzeto s: <https://repositorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz%3A1098> [Pristupljeno: svibanj 2023.]
- [7] Techqualitypedia. *What is Six Sigma? Six Sigma Levels, methodology, tools*. Preuzeto s: <https://techqualitypedia.com/six-sigma> [Pristupljeno: svibanj 2023.]
- [8] Kanbanize. *What Is DMADV?* Preuzeto s: <https://kanbanize.com/lean-management/six-sigma/dmadv> [Pristupljeno: lipanj 2023.]
- [9] Tubikanec D. *Primjena metoda planiranja logističkih procesa*. Završni rad. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti;2017. Preuzeto s: <https://repositorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz%3A810> [Pristupljeno: svibanj 2023.]
- [10] Šafran M. *Metode planiranja*. [Prezentacija] Planiranje logističkih procesa. Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu.. 19.9.2006.
- [11] Hertvik J. *Introduction To Kaizen: A Valuable ITSM Tool*. Preuzeto s: <https://www.bmc.com/blogs/kaizen-itsm/> [Pristupljeno: lipanj 2023.]
- [12] Daniel D. *Kaizen (continuous improvement)*. Preuzeto s: <https://www.techtarget.com/searcherp/definition/kaizen-or-continuous-improvement> [Pristupljeno lipanj 2023.]
- [13] Mecalux. *Lean logistics: leaning into efficiency*. Preuzeto s: <https://www.mecalux.com/blog/lean-logistics-definition> [Pristupljeno: srpanj 2023.]
- [14] Solistica. *Lean Logistics: Supply Chain Optimization*. Preuzeto s: <https://blog.solistica.com/en/lean-logistics-supply-chain-optimization> [Pristupljeno: srpanj 2023.]



- [15] Planettogether. *Lean Manufacturing Advantages and Disadvantages*. Preuzeto s: <https://www.planettogether.com/blog/lean-manufacturing-advantages-and-disadvantages> [Pristupljeno: srpanj 2023.]
- [16] Dela Cruz A. *Agile Supply Chain Strategies and Examples*. Preuzeto s: <https://study.com/learn/lesson/agile-supply-chain-strategies-examples.html> [Pristupljeno: srpanj 2023.]
- [17] Smith A. *Time-Based Logistics Strategy: What Is It and How Can You Benefit?* Preuzeto s: <https://shipguruusa.com/time-based-logistics-strategy/> [Pristupljeno: srpanj 2023.]
- [18] Šafran M. *Osnove opskrbnog lanca-2.dio*. [Prezentacija] Planiranje logističkih procesa. Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. 27.3.2006.
- [19] Goldsby T., Martichenko R. *Lean Six Sigma Logistics*. Preuzeto s: <https://mynotesonsystemicthinking.files.wordpress.com/2011/02/lean-six-sigma-logistics.pdf> [Pristupljeno: lipanj 2023.]
- [20] Kamińska M. *Improvement of warehouse processes by implementation of lean six sigma in global supply chain*. Preuzeto s: [https://www.researchgate.net/publication/357846200\\_Improvement\\_of\\_warehouse\\_processes\\_by\\_implementation\\_of\\_lean\\_six\\_sigma\\_in\\_global\\_supply\\_chain](https://www.researchgate.net/publication/357846200_Improvement_of_warehouse_processes_by_implementation_of_lean_six_sigma_in_global_supply_chain) [Pristupljeno: rujan 2023.]
- [21] Antony J., Vinodh S., Gijo E. V. *Lean Six Sigma for small and medium sized enterprises-a practical guide*. Preuzeto s: [https://nibmehub.com/opac-service/pdf/read/Lean%20Six%20Sigma%20for%20Small%20and%20Medium%20Sized%20Enterprises%20by%20Antony-%20Jiju%20\(z-lib.org\).pdf](https://nibmehub.com/opac-service/pdf/read/Lean%20Six%20Sigma%20for%20Small%20and%20Medium%20Sized%20Enterprises%20by%20Antony-%20Jiju%20(z-lib.org).pdf) [Pristupljeno: srpanj 2023.]
- [22] Lean Six Sigma Belgium. *2 Impactful Examples of Worldwide Companies Using Lean Management*. Preuzeto s: <https://leansixsigmabelgium.com/blog/examples-worldwide-companies-using-lean-management/> [Pristupljeno: srpanj 2023.]
- [23] GoLeanSixSigma.com *Project Storyboard: Lean Six Sigma Helps Feed People In Need 55% Faster*. Preuzeto s: <https://goleansixsigma.com/lean-six-sigma-helps-feed-people-in-need-45-faster/> [Pristupljeno: kolovoz 2023.]

## 7. POPIS KRATICA

WMS	(Warehouse management system) Sustav za upravljanje skladištem
DMAIC	(Define, measure, analyze, improve and control) definiranje, mjerenje, analiza, poboljšavanje, kontrola
DMADV	(Define, measure, analyze, design, verify) definiranje, mjerenje, analiza, oblikovanje, verifikacija
PDCA	(Plan, do, check, act) planiraj, napravi, provjeri, djeluj
JIT	(Just In Time) sustav upravljanja zalihama „upravo na vrijeme“
VSM	(Value stream mapping) mapiranje toka vrijednosti
VA	(Value analysis) Analiza vrijednosti
ECRS	(Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify) eliminacija, kombinacija, preuređivanje, pojednostavljenje

## 8. POPIS SLIKA

Slika 1. Opći model planiranja logističkih procesa .....	4
Slika 2. Opća metoda planiranja logističkih procesa .....	5
Slika 3. Metoda planiranja logističkih procesa u funkciji distribucijskih kanala.....	6
Slika 4. Metoda planiranja logističkih procesa – Sigma 6-DMAIC metodologija .....	8
Slika 5. Metoda planiranja logističkih procesa – Sigma 6-DMADV metodologija.....	9
Slika 6. Metoda planiranja logističkih procesa u funkciji opskrbnih lanaca.....	10
Slika 7. Metoda planiranja logističkih procesa u funkciji vremena .....	11
Slika 8. Kaizen metoda-PDCA krug .....	12
Slika 9. Kaizen ciklus za kontinuirano poboljšavanje.....	13
Slika 10. Provedba <i>Lean Sigma Six</i> metode u prijevozu robe.....	16
Slika 11. Vještine i njihova prioritizacija .....	17
Slika 12. Analiza uskih grla u proizvodnji .....	22

## 9. POPIS TABLICA

Tablica 1. <i>5Why&amp;1How</i> analiza.....	18
Tablica 2. Primjer radne liste s uštedama vremena .....	19
Tablica 3 Procesi važni za proizvodnju bregastog vratila i vremena za svaki proces.....	21
Tablica 4 Usporedba stanje parametara prije i poslije promjene .....	23

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je \_\_\_\_\_ završni rad  
(vrsta rada)

isključivo rezultat mojega vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju upotrijebljene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedopušten način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog/diplomskog rada pod naslovom, MOGUĆNOSTI PRIMJENA METODA PLANIRANJA LOGISTIČKIH PROCESA u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student:

U Zagrebu, 21.8.2023.

\_\_\_\_\_  
Ante Čutura  
(ime i prezime, *potpis*)