

# Planiranje kapaciteta logističkog sustava u proizvodnji

---

**Hasnek, David**

**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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:119:525455>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-20**



*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

**ZAVRŠNI RAD**

**PLANIRANJE KAPACITETA LOGISTIČKOG SUSTAVA U PROIZVODNJI**

**CAPACITY PLANNING OF THE LOGISTICS SYSTEM IN PRODUCTION**

Mentor: izv. prof. dr. sc. Ivona Bajor

Student: David Hasnek

JMBAG: 0135257777

Zagreb, rujan 2023.

Zagreb, 22. svibnja 2023.

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

## ZAVRŠNI ZADATAK br. 7176

Pristupnik: **David Hasnek (0135257777)**  
Studij: **Inteligentni transportni sustavi i logistika**  
Smjer: **Logistika**

Zadatak: **Planiranje kapaciteta logističkog sustava u proizvodnji**

### Opis zadatka:

U radu će se istaknuti problematika vezana za planiranje kapaciteta u proizvodnji sa fokusom na logističke aktivnosti. Istaknuti će se potrebe planiranja resursa te na primjeru studije slučaja sa tržišta RH istaknuti posebnosti organizacije sa logističkog aspekta.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
završni ispit:

---

izv. prof. dr. sc. Ivona Bajor

# PLANIRANJE KAPACITETA LOGISTIČKOG SUSTAVA U PROIZVODNJI

## SAŽETAK

Opskrbni lanac predstavlja kompleksan lanac koji mora zadovoljiti krajnjeg kupca i postići profitabilnost. Sastoji se od brojnih elemenata koji su međusobno povezani, stoga je ključno osigurati ravnotežu i usklađenost svih segmenata kako bi lanac funkcionirao optimalno. Jedna greška ili zastoje u bilo kojem dijelu lanca može negativno utjecati na cjelokupan sustav, narušiti povjerenje kupaca, povećati troškove i smanjiti profitabilnost. S obzirom na mnoge faktore koji utječu na opskrbni lanac, važno je pažljivo planirati kapacitete skladišta i logističkih procesa u proizvodnji. Svrha i cilj ovog rada je na logističkom opskrbnom lancu te analizira različite razine logističkih sustava s njihovim ulogama i karakteristikama. Objasnjavaju se ključni pojmovi u logističkim sustavima, uloge opskrbnog lanca te kako robni tokovi i distribucijski kanali doprinose funkcionalnosti i efikasnosti lanca. Dalje, detaljno su opisani svi elementi opskrbnog lanca, a metode planiranja logističkih procesa određuju strategiju različitih poduzeća. Velika usredotočenost je na planiranju kapaciteta logističkih procesa, na primjeru Kanban sustava i lean proizvodnje korišten za razrađivanje toka logističkih procesa i planiranje kapaciteta u proizvodnji i radne snage. Na kraju rada prikazani su softverski alati kad je u pitanju Kanban sustav. Ovaj detaljni pristup osigurava optimalnu organizaciju i učinkovitost logističkog opskrbnog lanca tvrtke, pružajući stabilnost u ispunjavanju zahtjeva krajnjih kupaca.

**KLJUČNE RIJEČI:** opskrbni lanac; logistički procesi; planiranje kapaciteta; Kanban; Lean proizvodnja

## SUMMARY

The supply chain is a complex chain that must satisfy the end customer and achieve profitability. It consists of numerous elements that are interconnected, so it is crucial to ensure the balance and harmony of all segments in order for the chain to function optimally. A single error or stoppage in any part of the chain can negatively affect the entire system, undermine customer confidence, increase costs and reduce profitability. Considering the many factors that affect the supply chain, it is important to carefully plan the capacities of warehouses and logistics processes in production. The purpose and goal of this work is on the logistics supply chain and analyzes different levels of logistics systems with their roles and characteristics. Key terms in logistics systems, the roles of the supply chain and how product flows and distribution channels contribute to the chain's functionality and efficiency are explained. Next, all elements of the supply chain are described in detail, and the methods of planning logistics processes determine the strategy of different companies. There is a great focus on planning the capacity of logistics processes, for example the Kanban system and lean production used to develop the flow of logistics processes and planning capacity in production and workforce. At the end of the work, software tools are presented when it comes to the Kanban system. This detailed approach ensures optimal organization and efficiency of the company's logistics supply chain, providing stability in meeting the demands of end customers.

**KEY WORDS:** supply chain; logistics processes; capacity planning; Kanban; Lean production

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. OSNOVNI POJMOVI PLANIRANJA LOGISTIČKIH PROCESA.....	3
2.1. Opskrbni lanac .....	5
2.2. Robni tokovi .....	7
2.3. Distribucijski kanal.....	9
3. LOGISTIČKI PROCESI U PROIZVODNJI .....	11
3.1. Elementi logističkih procesa.....	11
3.2. Metode planiranja logističkih procesa .....	12
3.2.1. Opća metoda planiranja logističkih procesa .....	13
3.2.2. Metoda planiranja logističkih procesa u funkciji distribucijskih kanala.....	14
3.2.3. Metoda planiranja logističkih procesa u funkciji opskrbnih lanaca.....	15
3.2.4. Metoda planiranja logističkih procesa u funkciji vremena .....	16
4. PLANIRANJE KAPACITETA LOGISTIČKIH PROCESA .....	18
4.1. Pokazatelji uspješnosti.....	18
4.2. Usko grlo .....	21
4.3. Prijevozni kapaciteti .....	22
5. PRIMJER PLANIRANJA KAPACITETA LOGISTIČKIH PROCESA – KANBAN METODA.....	24
5.1. Lean alati .....	24
5.2. Kanban.....	26
5.2.1. Osnovna pravila Kanbana .....	27
5.2.2. Kanban kartice .....	28
5.3. Tipovi Kanbana .....	29
5.3.1. Proizvodni Kanban.....	30
5.3.2. Transportni Kanban .....	30
5.4. Implementacija Kanbana .....	30
5.5. Push/Pull procesi kroz Kanban sustav .....	31
5.6. Napredni Kanban sustavi.....	32
5.6.1. Metoda planiranja potreba za materijalom – MRP.....	32
5.6.2. Metoda planiranja proizvodnih kapaciteta - MRP II .....	33
5.6.3. Metoda planiranja resursa poduzeća – ERP.....	35
5.6.4. Napredno planiranje i raspoređivanje – APS.....	36
5.6.5. Sistem za realizaciju proizvodnje – MES .....	37

6. ZAKLJUČAK .....	39
LITERATURA.....	40
POPIS SLIKA .....	42
POPIS DIJAGRAMA .....	43
POPIS TABLICA.....	44

# 1. UVOD

U suvremenom poslovnom okruženju, gdje se dinamične tržišne promjene i rastuća globalna konkurencija nameću kao izazovi, organizacije se suočavaju s nužnošću da svoje proizvodne procese usklade s neprestano nestabilnom potražnjom i operativnim uvjetima. Upravo u takvom kontekstu, planiranje kapaciteta logističkog sustava postaje ključni instrument za usklađivanje operativnih resursa s dinamikom opskrbnog lanca i za postizanje optimalne učinkovitosti.

Opskrbni lanac predstavlja složeni lanac povezanih koraka, u kojem se sirovine pretvaraju u gotove proizvode i stižu do krajnjeg korisnika. U sklopu tog lanca, logistički procesi predstavljaju osnovu, a planiranje kapaciteta je dio procesa koji osigurava opskrbi lanac funkcionira besprijekorno. Kanban, kao metoda vizualnog upravljanja, te Lean proizvodnja, kao primjer izvrsnosti u proizvodnji, dodatno naglašavaju važnost planiranja kapaciteta za postizanje optimalnih rezultata u logističkim operacijama.

U ovom istraživanju, razmotrit ćemo temeljne koncepte i pristupe planiranju kapaciteta logističkog sustava u proizvodnji, analizirajući kako organizacije koriste strategije poput Kanbana kako bi unaprijedile učinkovitost, smanjile troškove i osigurale visoku kvalitetu u svojim operacijama. Kroz detaljne primjere i analize, ovaj rad će istražiti kako planiranje kapaciteta postaje ključna karika u povezivanju logističkih procesa s ciljevima organizacijskog uspjeha u dinamičnom okruženju suvremenog poslovanja.

Svrha završnog rada je dublje istražiti i analizirati važnost planiranja kapaciteta unutar logističkih procesa u okviru proizvodnog sektora. Cilj završnog rada je istražiti različite strategije, metode i alate koji se koriste za planiranje kapaciteta unutar logističkih procesa u proizvodnji. Kroz analizu teorijskih okvira i praktičnih primjera, cilj je identificirati najbolje prakse i principe koji omogućuju organizacijama da optimiziraju svoje kapacitete u svakom koraku opskrbnog lanca. Također, cilj je razumjeti kako se planiranje kapaciteta povezuje s ključnim konceptima poput Kanbana te kako to doprinosi povećanju učinkovitosti i konkurentske prednosti organizacije. Naslov završnog rada jest: Planiranje kapaciteta logističkog sustava u proizvodnji. Rad je podijeljen u šest cjelina:

1. Uvod
2. Osnovni pojmovi planiranja logističkih procesa
3. Logistički procesi u proizvodnji
4. Planiranje kapaciteta logističkog procesa
5. Primjer planiranja kapaciteta logističkog sustava-Kanban metoda
6. Zaključak.

U drugom poglavlju su opisani osnovni pojmovi logističkih sustava kao što je opskrbi lanac, robni tokovi te distribucijski kanali. Objasnjen je pojam opskrbnog lanca, prioritet svakog logističkog sustava, pojam robnog toka koji omogućuje tok robe unutar lanca i pojam distribucijskih kanala koji racionaliziraju robne tokove.



U trećem i četvrtom poglavlju dan je teorijski okvir u kojem se pomoću relevantne literature definiraju i objašnjavaju logistički procesi, elementi, metode te kapaciteti i njihovo planiranje unutar logističkih procesa.

Nadalje, teorijski okvir dan u prethodnim poglavljima potkrjepljuje se primjerom, prikazujući planiranje kapaciteta logističkih procesa na Kanban metodi te Kanban softverskih alata. Posljednje poglavlje pruža zaključna razmatranja o važnosti i utjecaju planiranja kapaciteta unutar logističkih procesa.

## 2. OSNOVNI POJMOVI PLANIRANJA LOGISTIČKIH PROCESA

Logistika, kao uslužna djelatnost, ima za cilj prevladati prostorne i vremenske izazove s minimalnim troškovima. U suvremenim uvjetima, pojam logistike se najčešće koristi kako bi označio poslovnu funkciju i znanstvenu disciplinu koja se bavi koordinacijom svih materijalnih dobara, proizvoda i robe u aspektima fizičke, informacijske i organizacijske prirode. Ona predstavlja kružni proces koji obuhvaća nabavu, proizvodnju, prodaju i isporuku do potrošača. Ova koordinirana aktivnost omogućava efikasno upravljanje lancem opskrbe i osigurava da proizvodi ili usluge stignu do odredišta u optimalnom vremenskom roku, smanjujući time ukupne troškove i povećavajući zadovoljstvo klijenata.

Pojam logistike se prvi put pojavljuje oko 17. stoljeća u Francuskoj kao vojna doktrina, opskrba vojnih trupa posebnim sredstvima, prijevoz dobara i vojske, osiguranje prehrane i smještaja vojske. S toga mnogi izvori i autori tvrde da je pojam logistike nastao od riječi loger (stanovati, noćiti pod vedrim nebom, smjestiti se) i od riječi logistique (izvedeno iz dočasničkog čina „Marechal de logis“ čija je zadaća planirati administrativne poslove vezane uz premještanje vojske u francuskoj) [1].

Logistika kao znanost i aktivnost doživljava svoj procvat u posljednjih trideset godina, postupno šireći svoj utjecaj na globalnoj razini. Danas se logistika smatra neizbježnom aktivnošću u gotovo svakom aspektu ljudskog djelovanja. Ovaj brzi rast i razvoj logistike omogućuju optimizaciju procesa i učinkovito upravljanje lancem opskrbe, što značajno doprinosi ekonomskom napretku i uspjehu različitih sektora. Logističke inovacije i strategije igraju ključnu ulogu u osiguravanju da roba, usluge i informacije budu pravovremeno dostupne na odredištu, poboljšavajući time život i poslovne procese širom svijeta.

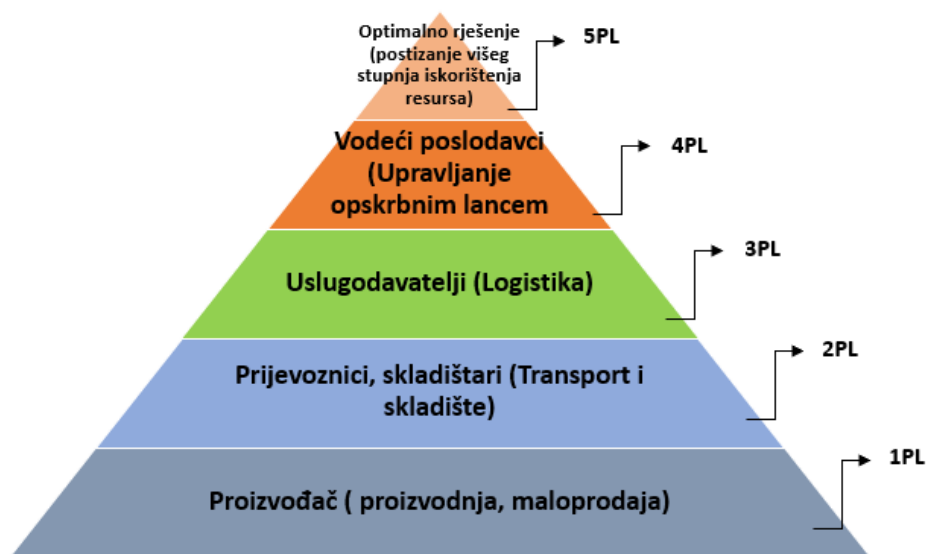
Pfohl, jedan od ključnih teoretičara pojma logistike, razlikuje tri osnovne perspektive u definiranju logistike [1]:

- Prva perspektiva polazi od ideje o tijekovima i protoku. Prema ovom pristupu, logistika se opisuje kao djelatnost koja uključuje planiranje, realizaciju i kontrolu prostorno-vremenskih transformacija dobara, kao i sve promjene koje se tiču količine, vrste i karakteristika dobara. Logistika bi, prema ovom stajalištu, trebala povezivati točke isporuke i primitka te nadzirati sve procese koji se odvijaju između ta dva prostorna i vremenska mjesta.
- Druga perspektiva definicije logistike polazi od životnog ciklusa proizvoda ili usluga. Životni ciklus proizvoda ili usluga obuhvaća faze uvođenja, rasta, zrelosti i opadanja. Na temelju ovih faza životnog ciklusa, logistika se definira kao podržavajući menadžment koji omogućava ostvarivanje svih logističkih elemenata u svim fazama prijenosa proizvoda ili dobara. Time se osigurava ekonomično i učinkovito upravljanje resursima i njihovom potrošnjom.
- Treći pristup definiranju logistike temelji se na pružanju usluga. Prema ovom pristupu, dobro koordiniranim aktivnostima ostvaruju se aktivnosti za proizvodnju usluge, koja se potom nudi korisniku. Logistika je stoga definirana kao proces

koordinacije svih aktivnosti potrebnih za uspješno ostvarivanje profitabilne usluge koja zadovoljava potrebe korisnika.

Svaka od ovih perspektiva daje jedinstvenu sliku o značenju logistike i naglašava važnost koordinacije, planiranja i kontrole kako bi se osigurao uspješan prijenos dobara i usluga te postigla ekonomska učinkovitost i zadovoljstvo korisnika.

U logističkoj industriji, kako bi se zadovoljile potrebe globalnih dobavljača i klijenata, formiraju se različite logističke partije kako je prikazano na slici 1. Koje pružaju različite razine logističkih usluga.



**Slika 1.** Hijerarhija logističkih pružatelja usluga

Izvor: [2]

Prva razina logističke usluge je 1PL (First Party Logistics). U ovoj razini logističke usluge, proizvođač ili dobavljač robe obavlja logističke aktivnosti unutar vlastite organizacije. To znači da sami organiziraju i izvršavaju transport, skladištenje i druge logističke funkcije bez angažiranja treće strane [3].

Prema [3] 2PL (Second Party Logistics) radi o uslugama koje pružaju pružatelji logističkih usluga, poput transportnih tvrtki i skladišta. Ove tvrtke izravno surađuju s proizvođačima ili dobavljačima robe kako bi pružili potrebne logističke usluge.

Treća razina usluge 3PL (Third Party Logistics) neovisna je od proizvođača ili dobavljača robe i pružatelja logističkih usluga (2PL). Ove tvrtke specijalizirane su za pružanje širokog spektra logističkih usluga, uključujući transport, skladištenje, upravljanje inventarom i praćenje pošiljaka [3].

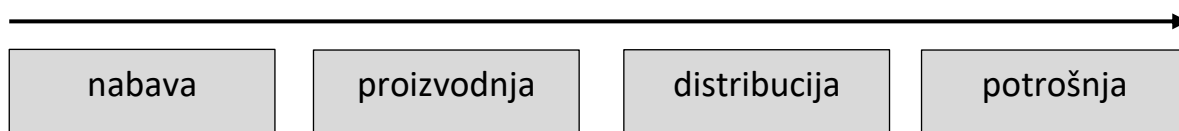
Sljedeća razina logističke usluge 4PL (Fourth Party Logistics) upravlja znanjem. 4PL tvrtke upravljaju i koordiniraju cjelokupnim lancem opskrbe, uključujući 3PL pružatelje usluga. Oni imaju stratešku ulogu u osmišljavanju i implementaciji optimiziranih logističkih rješenja

[3]. Posljednja razina logističke usluge 5PL (Fifth Party Logistics) je najsuvremenija razina logističkih usluga koja uključuje visoko sofisticirane i automatizirane sustave. 5PL tvrtke koriste najnovije tehnologije, poput umjetne inteligencije i blockchain tehnologije, kako bi pružile vrhunski integrirane i napredne logističke usluge.

## 2.1. Opskrbni lanac

Svako poduzeće posjeduje različite funkcije koje pruža, a te funkcije se razlikuju prema opsegu i razvijenosti. Što je poduzeće u širem smislu djelovanja, to su njegove funkcije razvijenije i funkcionalnije. Jedan ključan pojam u poslovanju je opskrbni lanac koji predstavlja sustav koji omogućuje zadovoljenje potreba potrošača i postizanje komercijalne dobiti. Uključeni su različiti subjekti u ovom lancu, kao što su kupci, dobavljači repromaterijala i sirovina, distributeri, maloprodajni trgovci, logistički operateri i prijevoznici. Grafikon 1. prikazuje opskrbni lanac sa četiri osnovne faze, a svaka od njih dodaje uporabnu vrijednost proizvodu [4]:

- Faza nabave - U ovoj fazi sudjeluju dobavljači sirovina, komponenti i repromaterijala koji osiguravaju potrebne resurse za proizvodnju.
- Faza proizvodnje - Proizvođači gotovih proizvoda uključeni su u ovu fazu kako bi proizveli konačne proizvode koristeći dobavljene sirovine i komponente.
- Faza distribucije - U ovoj fazi sudjeluju veleprodajni i maloprodajni trgovci, logistički operateri i prijevoznici kako bi proizvode distribuirali na tržište.
- Faza potrošnje - Kupci su ključni sudionici u ovoj fazi jer oni koriste i konzumiraju proizvode koji su prošli kroz prethodne faze opskrbnog lanca.



**Dijagram 1.** Faze opskrbnog lanca

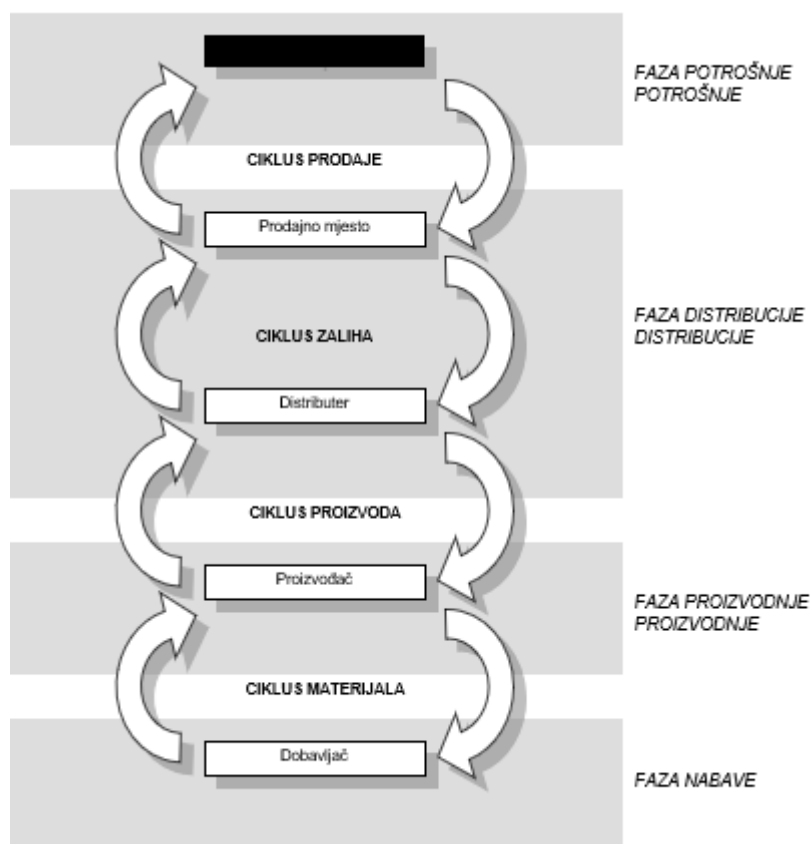
Izvor: [4]

Svaka od ovih faza ima svoju ulogu u obogaćivanju proizvoda i osiguranju da proizvod dosegne krajnjeg korisnika, tj. potrošača. Kroz ovu sinergiju i međusobno djelovanje sudionika opskrbnog lanca postiže se efikasnost i postizanje ciljeva u svijetu poslovanja.

Opskrbni lanac je složena mreža koja uključuje četiri ključna sudionika: dobavljače, distribucijsku mrežu, proizvođače i krajnje potrošače (kupce). Presudan cilj u opskrbnom lancu je zadovoljiti potrebe krajnjih potrošača kako bi se osigurala njihova sreća i lojalnost. Ovo zahtijeva međusobnu suradnju između svih poduzeća unutar opskrbnog lanca kako bi bili u koraku s promjenama i oscilacijama na tržištu, te kako bi se mogli prilagoditi trenutnoj situaciji.

Struktura opskrbnog lanca sastoji se od četiri ciklusa i četiri faze (slika 2.) koje su ključne za uspješno funkcioniranje [4]:

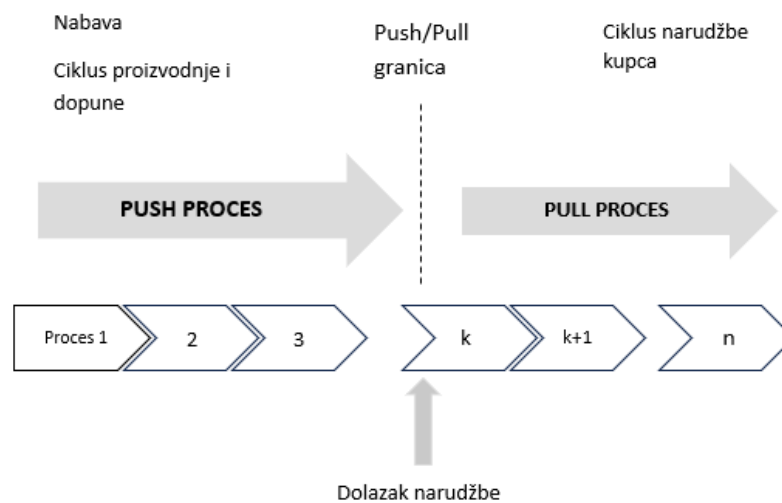
- **Ciklus nabave** - Ovaj ciklus obuhvaća aktivnosti vezane uz nabavu potrebnih resursa od dobavljača kako bi se zadovoljile proizvodne potrebe.
- **Ciklus proizvodnje** - U ovoj fazi, proizvođači koriste dobavljene resurse kako bi stvorili finalne proizvode koji će biti dostupni na tržištu.
- **Ciklus distribucije** - Distribucijska mreža preuzima gotove proizvode od proizvođača i šalje ih krajnjim potrošačima putem različitih kanala distribucije.
- **Ciklus potrošnje** - Ova faza uključuje kupce, tj. krajnje potrošače koji kupuju i koriste proizvode.



**Slika 2.** Struktura opskrbnog lanca, [4]

Kod planiranja opskrbnih lanaca primjenjuju se različite strategije kako bi se postigao željeni rezultat. Na primjer, lean strategy se fokusira na maksimalnu učinkovitost i korištenje minimalnih resursa za svaki zadatak. Agile strategy, s druge strane, usredotočena je na pružanje visokokvalitetnih usluga uz brz odgovor na nove projekte. Time-base strategies naglašavaju brzu dostavu proizvoda, što je ključno za određene tržišne zahtjeve. Strategija rasta uključuje postupke povećanja obujma poslovanja, često putem preuzimanja drugih tvrtki. Također, strategija povećane produktivnosti je usmjerena na što učinkovitije korištenje raspoloživih resursa za postizanje boljih rezultata.

Zaštita okoliša također je značajna strategija koja se temelji na korištenju prirodnih sastojaka i održivim praksama kako bi se smanjio negativni utjecaj na okoliš. Osim toga, push i pull strategije spadaju među ključne strategije u upravljanju opskrbnim lancima (slika 3.). Prema [5] push strategija temelji se na dugoročnim predviđanjima potražnje, što omogućuje planiranje nabave, proizvodnje i distribucije unaprijed. S druge strane, pull strategija oslanja se na stvarnu potražnju krajnjih kupaca, što omogućuje bolju usklađenost opskrbnih lanaca s aktualnom potražnjom. Ova strategija je često korištena za proizvode s visokim stupnjem neizvjesnosti potražnje. Sve ove strategije igraju ključnu ulogu u planiranju, organiziranju i vođenju opskrbnih lanaca kako bi se postigao uspjeh u dinamičnom poslovnom okruženju [5].



**Slika 3.** Push/Pull strategija

Izvor: [5]

## 2.2. Robni tokovi

Opskrbni lanci koriste različite vrste upravljanja robnim tokovima kako bi osigurali glatko kretanje robe kroz njihov sustav. Razlikujemo nekoliko vrsta upravljanja robnim tokovima (slika 4.). Tri najznačajnija robna toka koji upravljaju lancem opskrbe su [6]:

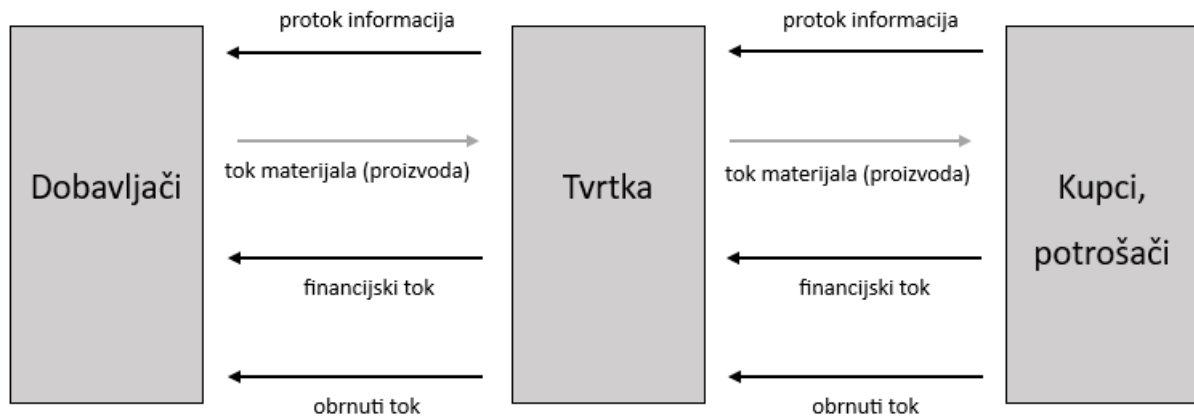
- tok materijala (proizvoda)
- protok informacija
- financijski tok.

Tok materijala (proizvoda) prema [6] je tijekom fizičkog proizvoda od dobavljača do kupca. Ovaj tok je obično jednosmjernan, to jest, teče samo u jednom smjeru od dobavljača do kupca; međutim, u određenim slučajevima, kada kupac vrati proizvod, tijekom povremeno ide u drugom smjeru. Tipičan tok materijala obično počinje od dobavljača sirovina do proizvođača do skladišta i distribucije krajnjem kupcu.

Protok informacija kreće se od dobavljača do kupca i od kupca natrag do dobavljača. Ovaj tok je dvosmjernan, odnosno ide u oba smjera u opskrbnom lancu. Vrste informacija koje

teku između kupaca i dobavljača su ponude, narudžbenice, status isporuke, fakture i pritužbe kupaca. Uspješan opskrbeni lanac, mora imati stalnu interakciju između dobavljača i kupca [6].

Financijski tok uključuje kretanje novca od kupca do dobavljača. Kada kupac primi proizvod i provjeri ga, kupac plaća i novac se vraća dobavljaču. Ponekad financije teku u drugom smjeru (od dobavljača prema kupcu) u obliku zaduženja. Za učinkovit i djelotvoran opskrbeni lanac važno je da se sva tri toka pravilno upravljaju uz minimalan napor [6].



**Slika 4.** Tok informacija, materijala i financija

Izvor: [7]

Slika 4. prikazuje međusobnu povezanost informacija, materijala i novaca od dobavljača prema kupcima i obrnuto. Lanac opskrbe može biti vrlo dug, ako dobavljači naručuju proizvode ili sirovine od vlastitih dobavljača, a kupci isporučuju proizvode dalje do krajnjih kupaca. U logistici tok materijala prvo ide od dobavljača prema kupcima (od uzvodnog prema nizvodnom), a protok informacija i novca od kupaca prema dobavljačima (od nizvodnog prema uzvodnom) [7].

Međutim, kada je u pitanju obrnuti tok (reciklirani tok), proizvodi se vraćaju dobavljačima. Kako bi se omogućila učinkovita logistika, informacije bi trebale prirodno ići od dobavljača do kupaca. Stoga se tokovi materijala, informacija i novca kreću unakrsno. Obrnuti tok može se povezati s drugim tokovima ili tokom novaca. U ovom slučaju, protok novca odnosi se na novac, primatelj recikliranog materijala plaća za reciklirani materijal. Primjer toga je dobivanje naknada za recikliranje boca i starog željeza.

Financije, odnosno tijek novca je naknada koju treba platiti za sirovine i proizvode i stoga je u suprotnosti s protokom materijala. Obično je protok novca iza materijalnog toka. Osim toga, značajan kapital je uključen u logistički lanac. Kapital je vezan u robu koja se drži u skladištima. Također, značajan kapital vezan je za robu koja se prevozi. Sami troškovi prijevoza i skladištenja glavni su faktor troškova. Isto tako pakiranje robe, planiranje logističkog lanca, implementacija i upravljanje uzrokuju troškove [7].

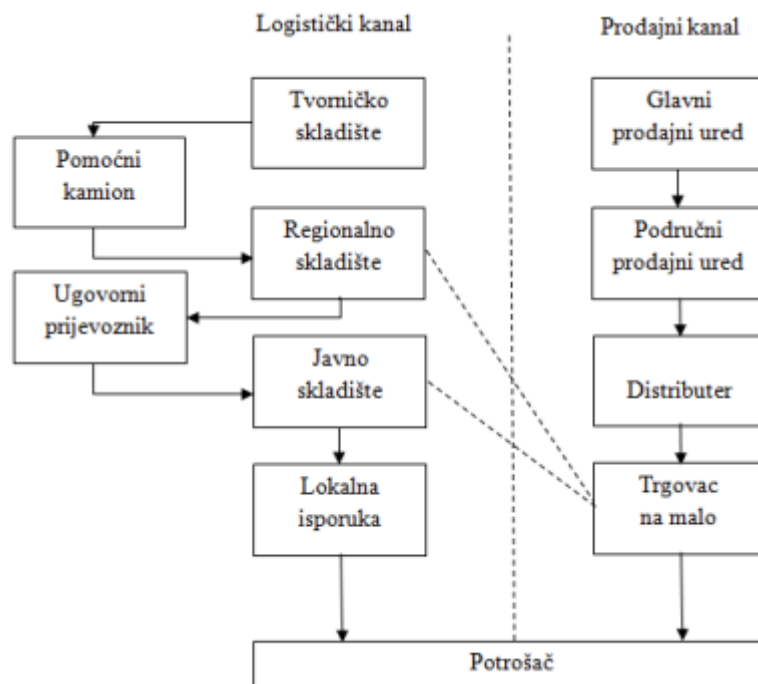
Prema [7] obrnuti tok je tok otpada ili proizvoda koji se uklanja iz različitih faza toka materijala, kao i upravljanje odbačenim proizvodima natrag za recikliranje ili konačno odlaganje. To također uključuje povratnu logistiku

### 2.3. Distribucijski kanal

U logistici, distribucijski kanal poznat je kao logistički kanal, dok se u marketingu naziva transakcijskim kanalom. Marketinški kanal usredotočen je na upravljanje ljudima koji sudjeluju u tom kanalu, poput trgovaca, veletrgovaca, distributera itd., a naglasak je na prijenosu vlasništva proizvoda ili usluge kroz taj kanal. S druge strane, distribucijski kanal u logistici usredotočen je na fizički tok proizvoda kroz kanal, što uključuje prijevoz, upravljanje zaliha, infrastrukturu, rukovanje materijalima, komunikaciju i razmjenu informacija.

Prema [8] u logistici se nastoji ostvariti sedam P-ova logistike (pravi proizvod, prava količina, pravi uvjeti, pravo mjesto, pravo vrijeme, pravi trošak, pravi kupac). Kada proizvod ne stigne do kupca u pravo vrijeme, to ukazuje na zastoje u distribucijskom kanalu, bilo da je riječ o logističkom ili prodajnom kanalu, s obzirom na to da se ovi kanali često isprepliću.

Ovo ukazuje na različite aspekte i pristupe u upravljanju distribucijom proizvoda ili usluga, ovisno o perspektivi logistike ili marketinga. Uloga logističkog kanala (slika 5.) je osigurati učinkovit i pouzdan fizički tok proizvoda od proizvođača do krajnjeg kupca, dok se prodajni kanal fokusira na interakcije i odnose s različitim posrednicima kako bi se osigurao pravilan prijenos vlasništva proizvoda.



**Slika 5.** Usporedba logističkog i prodajnog kanala

Izvor: [9]

Distribucijski kanali igraju ključnu ulogu u optimizaciji procesa prodaje i distribucije proizvoda, omogućavajući smanjenje ukupnog broja transakcija u kanalu. Bez distributera, proizvođač bi bio prisiljen sam slati svoje proizvode izravno na različite lokacije kupcima, što bi rezultiralo većim troškovima prijevoza i dužim vremenom isporuke. Korištenjem



distributera, distribucijskih kanala, sve narudžbe različitih proizvođača se prikupljaju, sortiraju i šalju kupcima uz znatno manje troškove i kraće vremenske potrebe.

U distribucijskim kanalima ostvaruju se različite funkcije, koje obuhvaćaju ključne aspekte u lancu opskrbe [9]:

1. Informacija - Podaci i informacije o proizvodima, uslugama, tržištu i potrebama kupaca. Promocija - Razvoj i širenje marketinških aktivnosti vezanih uz ponudu proizvoda.
2. Kontakt - Pronalaženje i uspostavljanje kontakta s potencijalnim i postojećim kupcima.
3. Prilagodba - Prilagođavanje proizvoda i usluga kako bi se zadovoljile specifične potrebe kupaca.
4. Pregovaranje - Pronalaženje odgovarajuće cijene i uvjeta koji zadovoljavaju obje strane.
5. Fizička distribucija - Organizacija i upravljanje transportom i skladištenjem proizvoda.
6. Financije - Upravljanje financijskim aspektima, uključujući troškove i dobitke.
7. Preuzimanje rizika - Uzimanje na sebe određenih rizika vezanih uz prodaju i distribuciju proizvoda.

Distribucijski kanali pomažu u optimizaciji cijelog lanca opskrbe, omogućavajući proizvođačima da se usredotoče na proizvodnju, dok distributeri preuzimaju zadatke distribucije i olakšavaju dostupnost proizvoda kupcima na tržištu.

### 3. LOGISTIČKI PROCESI U PROIZVODNJI

Logistički procesi predstavljaju ključne aktivnosti tijekom transformacije dobara u prostoru i vremenu. Glavna uloga logističkih sustava je upravo ta transformacija dobara, koja se postiže kroz tri osnovna tipa procesa:

1. **Procesi tokova dobara** - Ovdje su uključeni transport, pregrupiranje i skladištenje dobara kako bi se osigurala njihova učinkovita distribucija. To uključuje kretanje robe od proizvođača do distributera, veletrgovaca, maloprodaje i, konačno, do kupaca.
2. **Procesi pomaganja tokova dobara** - Ovi procesi uključuju pakiranje i signiranje proizvoda kako bi se olakšala identifikacija i manipulacija robom tijekom cijelog logističkog lanca. Kvalitetno pakiranje osigurava siguran transport i zaštitu proizvoda.
3. **Procesi tokova informacija** - Ova kategorija procesa odnosi se na dostavljanje i obradu informacija koje prate kretanje dobara. To uključuje praćenje narudžbi, statusa zaliha, informacija o transportu i druge relevantne podatke koji omogućuju optimalno upravljanje logističkim tokovima.

#### 3.1. Elementi logističkih procesa

Za uspješno definiranje metoda planiranja logističkih procesa, važno je identificirati ključne nositelje tih procesa. Među njima su [10]:

- **Transport** - uključuje sve aktivnosti vezane uz kretanje roba od jednog mjesta do drugog, bilo da se radi o cestovnom, zračnom, pomorskom ili željezničkom prijevozu.
- **Skladištenje** - ovaj nositelj obuhvaća sve postupke povezane s čuvanjem i upravljanjem robom u skladištima, što omogućuje učinkovitu distribuciju prema potrebama tržišta.
- **Zalihe** - ovaj nositelj odnosi se na pravilno upravljanje količinom i vrstom zaliha kako bi se osigurala kontinuirana opskrba i izbjegla nestašica.
- **Distribucija** - ovaj nositelj obuhvaća planiranje i provedbu strategija za dostavu proizvoda krajnjim korisnicima na učinkovit i brz način.
- **Manipulacija** - ovaj nositelj uključuje sve aktivnosti povezane s rukovanjem robom tijekom logističkih procesa, što obuhvaća utovar, istovar i preslagivanje proizvoda.
- **Čovjek** - ljudski faktor je ključan nositelj logističkih procesa jer obuhvaća upravljanje i organizaciju rada ljudskih resursa te osigurava da svi procesi teku glatko.
- **Informacije, komunikacije i kontrola** - ovaj nositelj osigurava protok informacija i komunikaciju između svih sudionika u logističkim procesima te kontrolu kako bi se osiguralo pravilno izvršenje svih aktivnosti.

- Integracija - ovaj nositelj predstavlja ključan aspekt koji povezuje sve nositelje logističkih procesa u koordiniran i usklađen sustav kako bi se osigurala cjelovita i učinkovita logistika.

Kako bismo osigurali što kvalitetnije i sigurnije poslovanje, važno je uspostaviti dobro osmišljene procese koji se sastoje od četiri ključne faze [11]:

1. Kontrola kvalitete - Ova faza usmjerena je na postavljanje osnovnih procedura i statističkog upravljanja kvalitetom kako bi se osigurala dosljednost i pouzdanost svih logističkih aktivnosti.
2. Osiguranje kvalitete - Naglasak u ovoj fazi stavljen je na zadovoljavanje potreba kupaca, čime se osigurava visoka kvaliteta proizvoda i usluga koje se isporučuju.
3. Upravljanje kvalitetom - Upravljanje kvalitetom nije samo zadatak nadređenih, već je odgovornost svih sudionika u logističkim procesima kako bi se osigurala učinkovitost i usklađenost s postavljenim standardima.
4. Zadovoljavanje potreba potrošača - Ova faza odražava potrebu za potpunim zadovoljstvom krajnjih potrošača, što se postiže pružanjem proizvoda i usluga koji odgovaraju njihovim zahtjevima.

Planiranje logističkih i distribucijskih procesa uključuje razmatranje svih tehnologija uključenih u te procese, a ne samo proizvodnje, transporta i distribucije. Za lakše razumijevanje, definirani su ključni elementi logističkih procesa:

- predviđanje i planiranje potražnje,
- planiranje prodaje,
- planiranje zaliha,
- planiranje transporta,
- planiranje proizvodnje,
- planiranje distribucije,
- planiranje opskrbnih lanaca.

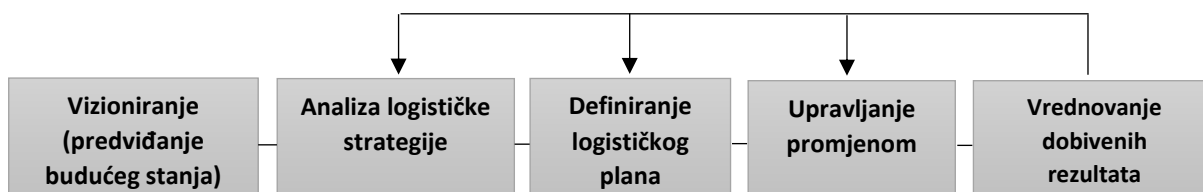
### **3.2. Metode planiranja logističkih procesa**

S obzirom na to da logistički procesi obuhvaćaju različite elemente, svaki od njih predstavlja zasebnu i samostalnu komponentu koja zahtjeva posebno planiranje. To je ključni izazov u sustavnom planiranju logističkih procesa, stoga su nakon detaljnog istraživanja, analize i promatranja logističko-distributivnog sustava, definirane četiri metode planiranja koje ovise o politici poduzeća [11]:

1. Opća metoda planiranja logističkih procesa
2. Metoda planiranja logističkih procesa u funkciji distribucijskih kanala
3. Metoda planiranja logističkih procesa u funkciji opskrbnih lanca
4. Metoda planiranja logističkih procesa u funkciji vremena

### 3.2.1. Opća metoda planiranja logističkih procesa

Grafikon 2. prikazuje opću metodu planiranja logističkih procesa koja se svodi na predviđanje budućeg stanja, analizu logističke strategije, definiranje logističkog plana, upravljanje promjenom te na kraju vrednovanjem dobivenih rezultata. Metoda je postavljena vrlo općenito te se stoga može primijeniti u više slučajeva.



**Dijagram 2.** Opća metoda planiranja logističkih procesa

Izvor: [4]

Prvi korak u logističkom planiranju je predviđanje budućih potreba i okolnosti, što je ključno za usmjeravanje logističkih aktivnosti prema postizanju ciljeva. Ovaj korak uključuje pažljivo razmatranje zahtjeva krajnjih kupaca, analizu vanjskog okruženja i identifikaciju mogućnosti za unapređenje logističkih kapaciteta. Na temelju predviđanja, definiraju se korisničke usluge, razvija logističko-strateški plan, istražuju se alternative i provodi analiza kako bi se osigurala učinkovita provedba logističkog plana.

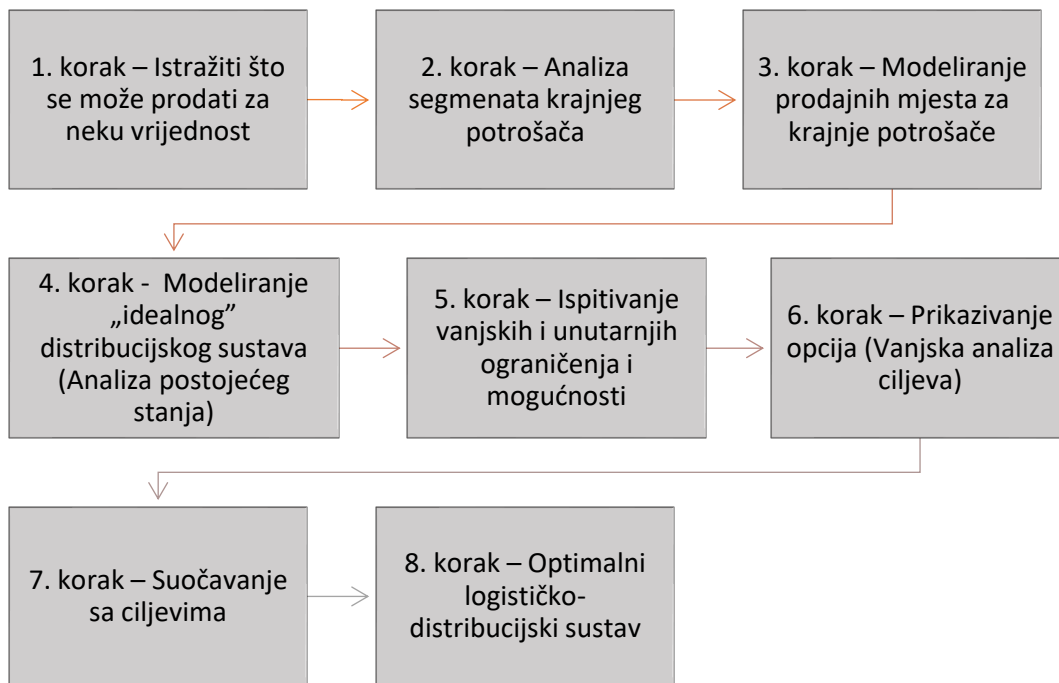
Drugi korak uključuje analizu logističke strategije, koja podrazumijeva odabir optimalnih aktivnosti između različitih alternativa. Cilj je optimizirati pojedinačne aktivnosti kako bi se povećala produktivnost i efikasnost cijelog logističkog procesa.

Nakon analize strategije, uslijedi treći korak - logističko planiranje. Ovaj korak uključuje detaljno definiranje svih logističkih aktivnosti, postavljanje ciljeva i planova kako bi se ostvarila glavna strategija logističkog planiranja.

Četvrti i posljednji korak je upravljanje promjenom, koji ima ključnu ulogu u osiguranju uspješne provedbe logističkog plana. Upravljanje promjenom uključuje kontrolu promjena, što omogućuje učinkovito vođenje poslovanja i osiguranje usklađenosti s postavljenim ciljevima.

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

Metoda planiranja logističkih procesa u funkciji distribucijskih kanala sastoji se od nekoliko koraka kod kojih je kompletnost koraka obaveza, zbog svih marketinških odluka koje poduzeće može donijeti, a odluke o distribuciji su najdugoročnije (grafikon 3.).



**Dijagram 3.** Metoda planiranja logističkih procesa u funkciji distribucijskih kanala

Izvor: [4]

Metoda planiranja u funkciji distribucijskih kanala započinje istraživanjem želja i potreba krajnjih potrošača. Ključno je osigurati dobar i kvalitetan proizvod koji zadovoljava funkcionalne i simboličke vrijednosti, jer uspješna distribucija i marketinške aktivnosti neće dugoročno poboljšati prodaju nekvalitetnog proizvoda.

Nakon toga, drugi korak uključuje analizu različitih segmenata krajnjih potrošača kako bi se odabrala ciljna skupina kojoj će se prilagoditi cijela poslovna strategija poduzeća. Ovdje se detaljno analiziraju potrebe, želje i karakteristike potrošača, a zatim se odabire ciljni segment prema kojem se prilagođava ponuda proizvoda/usluga, marketinške aktivnosti, cijene, prodaja i distribucija.

Treći korak uključuje modeliranje prodajnih mjesta kako bi se stvorilo privlačno i funkcionalno fizičko okruženje za potrošače. Fizičko uređenje prodajnih mjesta igra ključnu ulogu u donošenju odluka potrošača prilikom kupovine.

Četvrti korak uključuje modeliranje idealnog distribucijskog sustava, pri čemu se analizira postojeće stanje. Naglasak je na odabiru lokacija i opsega distribucijskih centara kako bi se smanjili troškovi i vrijeme dostave. Osim toga, opseg krajnjih potrošača ima važnu ulogu u utjecaju na ukupnu potražnju i profitabilnost sustava.

Peti korak obuhvaća ispitivanje vanjskih i unutarnjih ograničenja i mogućnosti poduzeća kako bi se razvila funkcionalna strategija koja će zadovoljiti postavljene ciljeve unutar postojećih ograničenja.

Nakon provedenih analiza, u šestom koraku odabire se optimalna opcija koja će omogućiti formiranje optimalnog logističko-distribucijskog sustava prema zadanim ciljevima i uzimajući u obzir vanjske čimbenike.

U sedmom koraku provodi se ocjena dobivenih rezultata i odabire se najprihvatljivija opcija. Poduzeće se fokusira na zadani cilj i formira optimalni logistički sustav koji će zadovoljiti potrebe krajnjih potrošača, biti učinkovit, prilagodljiv i efikasan.

Na kraju, prikazuje se optimalni logističko-distribucijski sustav koji djeluje unutar zadanih ograničenja i postiže zadane ciljeve. Iako ne mora biti idealan, ovaj sustav teži maksimalnom zadovoljstvu krajnjih potrošača, postizanju maksimalne učinkovitosti i prilagodljivosti.

### **3.2.3. Metoda planiranja logističkih procesa u funkciji opskrbnih lanaca**

U sustavima gdje su opskrbni lanci prioriteti i organiziraju se prema njima, koristi se metoda planiranja logističkih procesa u funkciji opskrbnih lanaca. Ova metoda obuhvaća pet ključnih koraka kako bi se osigurala učinkovita i usklađena logističko-distribucijska strategija (grafikon 4.).

Prvi korak u ovoj metodi je definiranje logističko-distribucijske infrastrukture. To uključuje planiranje i odabir odgovarajuće fizičke infrastrukture potrebne za funkcioniranje opskrbnih lanaca. To može uključivati različite vrste skladišta, transportne mreže, distribucijske centre i ostale logističke resurse.

Drugi korak je definiranje logističko-distribucijskog informacijskog sustava. U modernim opskrbnim lancima, informacije su ključne za brze i pravovremene odluke. Stoga, ovaj korak uključuje postavljanje sustava za prikupljanje, analizu i dijeljenje relevantnih informacija unutar cijelog opskrbnog lanca.

Treći korak je definiranje logističko-distribucijskog kontrolnog sustava. Ovaj korak ima za cilj postavljanje kontrolnih mehanizama i sustava praćenja kako bi se osigurala učinkovitost i dosljednost logističkih procesa. Takav sustav pruža sigurnost i generira veću potražnju za uslugama poduzeća.

Četvrti korak obuhvaća organizaciju opskrbnih lanaca. Ovdje se određuje kako će različite funkcije unutar opskrbnih lanaca biti organizirane i kako će se međusobno povezivati. Cilj je osigurati glatko i sinkronizirano djelovanje svih sudionika u lancu, uključujući dobavljače, proizvođače, distributere i druge relevantne subjekte.

Na kraju, peti korak je praćenje reakcije kupaca. U ovom koraku, pažljivo se analizira povratna informacija od krajnjih potrošača i tržišta kako bi se bolje razumjele potrebe i zahtjevi

kupaca. Ova povratna informacija pomaže u kontinuiranom poboljšanju logističkih procesa i prilagodbi kako bi se bolje zadovoljile potrebe kupaca.



**Dijagram 4.** Metoda planiranja logističkih procesa u funkciji opskrbnog lanca

Izvor: [4]

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

Tablica 1. objašnjava metodu planiranja logističkih procesa u funkciji vremena koja obuhvaća različite vremenske okvire, točnije, podijeljena je na sustave kratkoročnog, srednjoročnog i dugoročnog planiranja. Svaka od ovih vrsta planiranja ima svoje specifične zadatke i ciljeve.

**Tablica 1.** Metoda planiranja logističkih procesa u funkciji vremena

	<b>Proizvodnja</b>	<b>Distribucija</b>	<b>Prodaja</b>
<b>Dugoročno planiranje</b>	Lokacija tvornice Proizvodni sustav	Struktura fizičke distribucije	Proizvodni program Strateško planiranje prodaje
<b>Srednjoročno planiranje</b>	Planiranje proizvodnje Planiranje kapaciteta	Planiranje distribucije	Srednjoročno planiranje prodaje
<b>Kratkoročno planiranje</b>	Planiranje rada strojeva	Planiranje transporta Obnova zaliha	Kratkoročno planiranje prodaje

Izvor: [12]

U dugoročnom planiranju, fokus je na proizvodnom programu i strateškom planiranju prodaje. Poduzeće na temelju dugoročnih prognoza prodaje proizvoda odlučuje o programu proizvoda. Pri tome se uzima u obzir životni vijek proizvoda, kao i različiti ekonomski i politički čimbenici. Lokacija tvornice i proizvodnog sustava ima značajnu ulogu jer utječe na vremensku efikasnost i smanjenje troškova transporta. Struktura fizičke distribucije je također usko povezana s dugoročnim planiranjem, a cilj je smanjiti troškove transporta, zaliha, rukovanja i ulaganja u imovinu.

Srednjoročno planiranje usmjereno je na kraća vremenska razdoblja, obično tjedne ili mjesečne intervale unutar jedne godine. Planiranje distribucije nadovezuje se na planiranje proizvodnje i kapaciteta. U ovom kontekstu, distribucija proizvoda povezana je s transportom

i skladištenjem proizvoda, te se planiraju transportni i skladišni kapaciteti kako bi se postigle niske troškove zaliha i prijevoza. To se postiže putem većeg broja zaliha (povećanje skladišnih kapaciteta), što rezultira smanjenom potrebom za prijevozom i uvozom.

Kratkoročno planiranje fokusira se na posebne narudžbe kupaca ili zahtjeve koji se trebaju obraditi i dostaviti krajnjim potrošačima što je brže moguće. Primjer takvog planiranja često je povezan s kućanskim proizvodima koji se naručuju prema određenim mjerama, a cilj je osigurati kratka vremena isporuke uz optimalnu iskoristivost sirovina i poluproizvoda u procesu proizvodnje. Planiranje transporta i obnavljanje zaliha u kratkoročnom planiranju usmjereno je na dnevne aktivnosti kako bi se osigurala dostupnost zaliha za ispunjavanje dnevnih narudžbi i zahtjeva različitih korisnika.

Uzimajući u obzir sve navedeno, logistika u proizvodnom segmentu obuhvaća mnoga područja, kao što su nabava, prihvata robe, kontrola zaliha, skladištenje gotovih proizvoda i njihova distribucija do krajnjih potrošača. Ovo uključuje primjenu tehnika poput Just in time (upravno na vrijeme) ili planiranja potreba materijala kako bi se postigla učinkovitost i zadovoljstvo krajnjih potrošača. Sve započinje s pripremom za proizvodnju, koja ima ključan utjecaj na cijenu proizvoda i vrijeme potrebno za plasman na tržište, što je važno za uspješnost poduzeća na tržištu. Razvoj proizvoda usko je povezan s analizom potreba i očekivanja krajnjih potrošača, a cilj je zadovoljiti što veći broj njih. Kroz optimizaciju proizvodnog procesa teži se ostvariti brza i učinkovita proizvodnja uz minimalne troškove. Informacijska tehnologija igra važnu ulogu u optimizaciji proizvodnje, smanjenju troškova i poboljšanju komunikacije između logističkih poduzeća. Kvaliteta proizvoda ili usluge koje zadovoljavaju očekivanja kupaca, a kvaliteta se očitava kroz sljedeće elemente: učinak, svojstvo, povezanost, trajnost, cijena, korist te izgled.



## 4. PLANIRANJE KAPACITETA LOGISTIČKIH PROCESA

U logističkim procesima, logistički kapaciteti igraju ključnu ulogu. Oni predstavljaju maksimalnu količinu dobara koja može biti smještena u prijevozno sredstvo ili skladište. Kapacitet operacija se odnosi na maksimalnu propusnost u određenom vremenskom razdoblju, pri čemu svaka operacija ima svoje specifične ograničenja. Na primjer, tvornica ima ograničenje u broju jedinica proizvoda koje može proizvesti tjedno, fakultet ima ograničenje u broju studenata koje može primiti, a autobus ima ograničenje u broju putnika koje može prevesti.

S druge strane, kapacitet opskrbnog lanca određen je maksimalnom količinom dobara koja se može dostaviti kupcu u određenom vremenskom razdoblju. Razlikuju se različite vrste kapaciteta opskrbnog lanca [11]:

- Dizajnirani kapacitet: To je maksimalna mogućnost propusnosti u idealnim uvjetima, kada nema nikakvih zastoja ili prekida u radu.
- Efektivni kapacitet: Ovo je maksimalna stvarna propusnost koju opskrbni lanac može postići u normalnim uvjetima poslovanja.
- Stvarna propusnost: Ovo je kapacitet koji se često nešto smanjuje u odnosu na efektivni kapacitet zbog raznih faktora koji mogu utjecati na operacije.

Iako mnoga poduzeća teže postići dizajnirani kapacitet kako bi funkcionirala u idealnim uvjetima bez zastoja, u stvarnosti rijetko koji sustav može funkcionirati na punom kapacitetu tijekom dužeg vremenskog razdoblja. To je zbog varijacija u potražnji i nabavi, koji ovise o mnogim čimbenicima koji nisu pod potpunom kontrolom poduzeća.

U samom proizvodnom procesu, ključnu ulogu imaju logistički procesi kao što su transport, sortiranje, skladištenje, pakiranje, označavanje, dostava i obrada narudžbi. Bitno je postići što veću produktivnost u svim tim logističkim procesima jer bilo kakvi zastoji ili slabosti u jednom segmentu mogu negativno utjecati na cjelokupni proizvodni proces. To može rezultirati većim troškovima, oscilacijama u proizvodnji i smanjenom pouzdanosti poduzeća, što na kraju može dovesti do gubitka kupaca. Stoga, kontinuirano poboljšavanje i optimizacija logističkih procesa ključni su za uspješno poslovanje poduzeća.

### 4.1. Pokazatelji uspješnosti

U logističkom lancu, mjerenje i kontrola predstavljaju ključne faktore za uspješno poslovanje. Kroz mjerenje i kontrolu logističkih procesa, ostvaruje se unaprjeđenje učinkovitosti i smanjenje troškova. Za to su bitni ključni pokazatelji uspješnosti koji obuhvaćaju kvantitativne i kvalitativne mjere, koje se koriste kako bi se optimizirala izvedba i osiguralo učinkovito ispunjenje logističkih operacija i strategija.

Za postizanje ciljeva mjerenja i praćenja logističkih performansi potrebno je slijediti nekoliko koraka [13]:

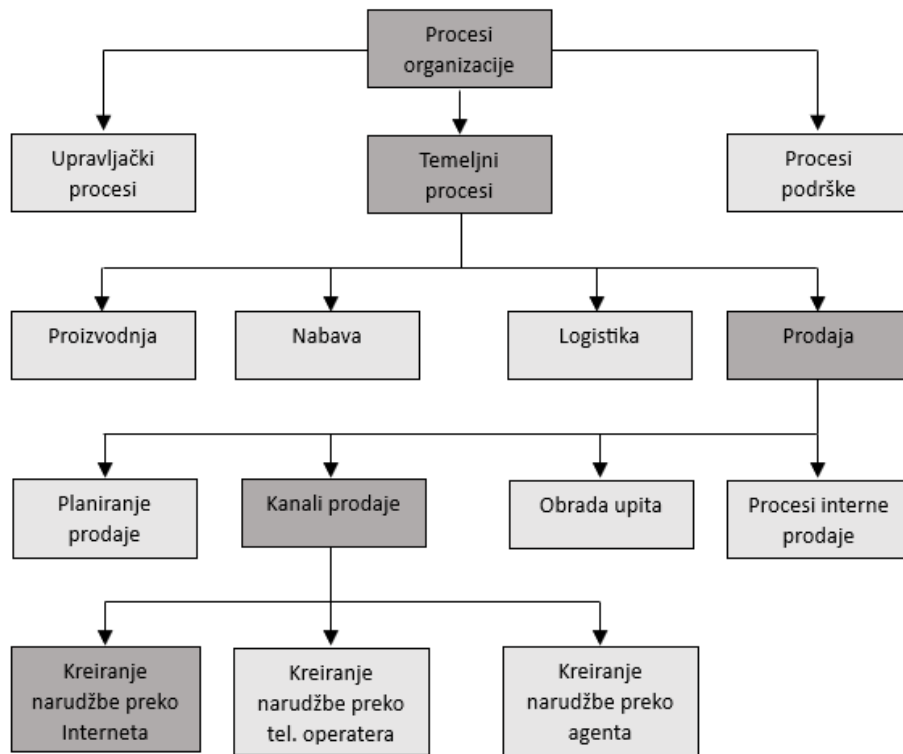
1. Definiranje ciljeva i potreba za mjerenjem i praćenjem logističkih performansi kako bi se postavile jasne smjernice i svrha mjerenja.
2. Analiza i dekompozicija logističkih sustava i procesa kako bi se razumjelo kako različiti elementi doprinose ukupnoj izvedbi.
3. Definiranje performansi po logističkim lancima i procesima kako bi se odredili ključni aspekti koji trebaju biti praćeni i uspoređivani.
4. Odabir skupa pokazatelja za mjerenje i praćenje uspješnosti kako bi se dobili relevantni podaci za analizu i donošenje odluka.
5. Selekcija i definiranje ključnih pokazatelja uspješnosti kako bi se fokusiralo na najvažnije parametre za postizanje postavljenih ciljeva.

Prvi korak u logističkom planiranju je postavljanje jasnih ciljeva koji se žele postići, uz istovremeno prepoznavanje potrebe za mjerenjem i praćenjem logističkih performansi kako bi se procesi optimizirali i ciljevi lakše ostvarili (grafikon 5.). Nakon toga slijedi analitički korak koji uključuje dekompoziciju, odnosno detaljno razdvajanje logističkih sustava i procesa. Ovaj korak ima ključan značaj u definiranju ključnih pokazatelja uspješnosti jer eventualne pogreške u ovom procesu mogu značajno utjecati na konačne rezultate performanci.

Definiranje performanci po logističkim lancima i procesima četvrti je korak koji često koristi povijesne podatke kako bi se dobile smjernice za daljnje definiranje pokazatelja. Kroz ovaj korak, analiziraju se performanse logističkih lanaca i pojedinih procesa kako bi se identificirale ključne točke za praćenje.

Nakon toga slijedi peti korak, definiranje skupa pokazatelja, koji uključuje primjenu dobivenih pokazatelja na stvarne logističke procese. Simuliraju se pojedine aktivnosti kako bi se provjerila funkcionalnost dobivenih rezultata i procijenio njihov utjecaj na ukupan logistički tok.

U posljednjem koraku, selekcije ključnih pokazatelja uspješnosti, odabiru se pokazatelji koji imaju direktan utjecaj na logističke procese i koji doprinose optimizaciji cjelokupnog logističkog toka.



**Dijagram 5.** Dekompozicija poslovnih procesa

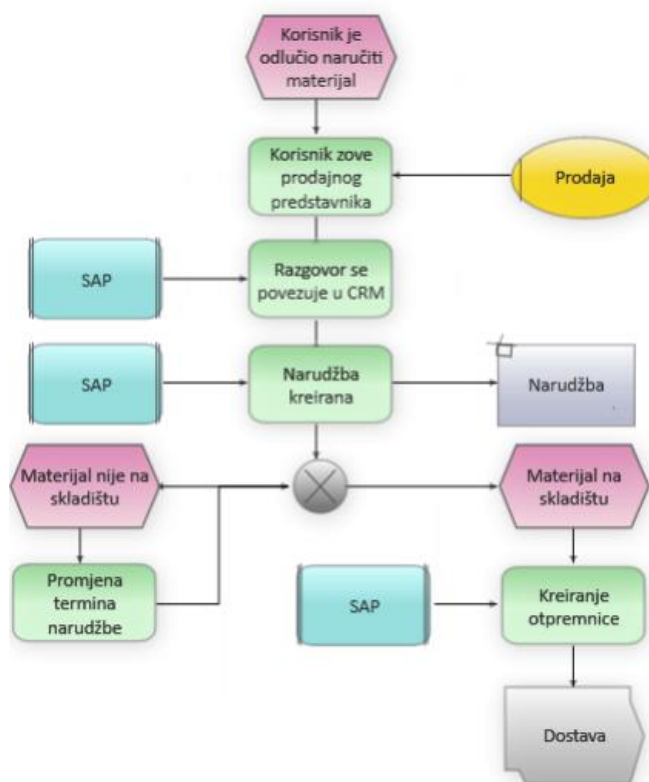
Izvor: [13]

Dekompozicija je izuzetno važan element u poslovnoj logistici jer omogućuje lakše razumijevanje i provedbu logističkih procesa. Vizualizacija poslovnih procesa također igra važnu ulogu u olakšavanju razumijevanja i provedbi tih procesa. Kroz hijerarhijsku dekompoziciju sustava se razlaže na manje podsustave koji čine cijeli taj sustav. Na temelju ovih podsustava, oblikuju se temeljni elementi poslovnih procesa [13].

Na početku lanca poslovnih procesa nalaze se osnovni koraci, poput kreiranja narudžbi putem različitih izvora, koje se zatim integriraju u kanale prodaje. U ovim kanalima se prikupljaju narudžbe koje služe kao temelj za planiranje prodaje, a dalje se obrađuju zahtjevi i provodi proces unutarnje i vanjske prodaje.

Prodaja, u ovom kontekstu, obuhvaća logističke procese koji omogućuju prodajni ciklus, uključujući nabavku i proizvodnju proizvoda koji će biti plasirani na tržište. Ovi temeljni procesi čine srž organizacije poslovanja, uz pratnju poslova upravljanja i podrške (slika 6.).

Logistički tok u poslovanju pojednostavljen je dijagramom toka, što olakšava razumijevanje i vizualizaciju. Sve počinje inicijacijom narudžbe od strane korisnika ili kupca, koji se obraća prodavatelju putem telefona ili e-pošte. Nakon razgovora, kreira se narudžba koja se provjerava u sustavu skladišta. Ako materijal nije dostupan na skladištu, termin narudžbe se odgađa do nabavke materijala.



**Slika 6.** Dijagram toka dekompozicije logističkih procesa, [13]

Nakon što materijal stigne u skladište ili je već bio na stanju, provode se postupci deklariranja, očitavanja i pakiranja, te se izrađuju otpremnice i vozački listovi uz pomoć softverske podrške. Konačno, materijal se predaje prijevozniku koji ga isporučuje na dogovoreno mjesto i vrijeme kupcu koji je inicirao cijeli proces.

Ovakav pristup vizualizaciji pojednostavljuje poslovne procese i omogućuje bolji pregled nad potencijalnim optimizacijama. Definiranje ključnih pokazatelja pomaže u poboljšanju logističkih procesa, performansi opskrbnog lanca i odnosa s poslovnim partnerima. Također, ukazuje na eventualne nedostatke u poslovanju i omogućuje ciljanu promjenu u tehnološkom smislu radi povećanja profita za sve partnere u opskrbnom lancu. Važno je napomenuti da takve promjene nisu uvijek česte, jer obuhvaćaju i poslovanje partnera, te se zahtijeva visoka razina suradnje i povjerenja među poslovnim subjektima. Cilj je definirati načine mjerenja koji osiguravaju optimalnu količinu informacija uz minimalna ulaganja u prikupljanje istih [13].

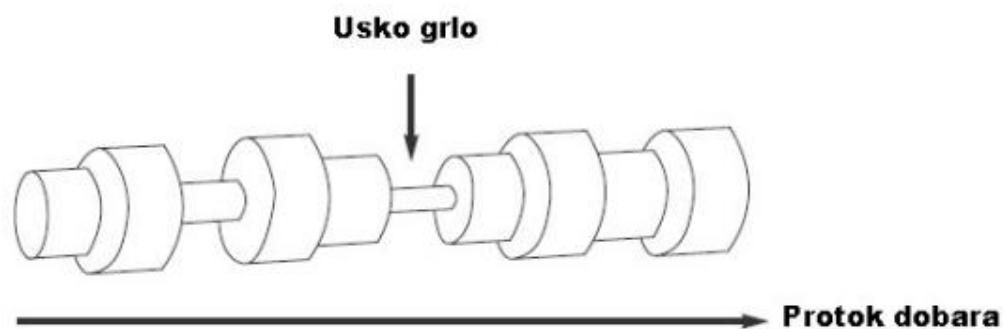
#### 4.2. Usko grlo

Koncept uskog grla odnosi se na situaciju u proizvodnom sustavu gdje dolazi do zagušenja i prekapacitiranosti dijela tog sustava. To se obično događa kada roba ili usluge ulaze u sustav prebrzo, što stvara odgode i povećava troškove. Naziv "uskog grla" dolazi od uske grla na boci, gdje je najuži dio najteže prohodan. Ovo usko grlo ima značajan utjecaj na proizvodne troškove jer produljuje vrijeme proizvodnog procesa i povećava troškove. Posebno je rizično kada se poduzeće odluči proizvoditi novi proizvod jer često dolazi do grešaka koje zahtijevaju

popravke, usporavajući time proizvodnju. Primjerice, u proizvodnji posuđa, proizvođač koristi metal, drvo i druge materijale te ima troškove radnika i strojeva za izradu proizvoda. No, kada postoji usko grlo na početku proizvodnje, može se dogoditi da nema dovoljno materijala za izradu proizvoda, što dovodi do besposlenosti radnika i strojeva, povećavajući time troškove. Također, postoji rizik od sporije isporuke proizvoda kupcima [14].

Usko grlo (slika 7.) ima značajan utjecaj na kapacitet proizvodnje, a cilj je postići idealan kapacitet (dizajnirani kapacitet) gdje se proizvodi rade punim kapacitetom bez odmora za radnike ili strojeve. Međutim, u stvarnosti idealan kapacitet nije uvijek moguć, pa se često koristi praktičan kapacitet (stvarni kapacitet) koji uzima u obzir očekivane zastoje i neiskorištenost strojeva i radne snage.

Kako bi se izbjegli problemi uzrokovani uskim grlom, važno je provesti analizu proizvodnog sustava, optimizirati procese i osigurati dovoljne rezerve materijala i kapaciteta kako bi se spriječile odgode i smanjili troškovi.



Slika 7. Koncept uskog grla, [4]

### 4.3. Prijevozni kapaciteti

Tržište prijevoznih kapaciteta predstavlja mjesto gdje se susreću subjekti koji nude i traže usluge prijevoza robe, s ciljem zaključivanja poslova kao što su ugovori o prijevozu, prekrcaju, skladištenju i slično. Prijevozni kapacitet odnosi se na sposobnost prijevoznog sredstva da preveze određenu vrstu i količinu tereta na određenoj ruti i u određenom vremenskom razdoblju. Ta sposobnost izražava se kao korisna nosivost, mjerena u težinskim i prostornim jedinicama. Kada se prijevozni kapacitet stavlja na raspolaganje u prometu, stvara se usluga prijevoza čija se komercijalna vrijednost određuje prevozninom - cijenom prijevoza. Ta cijena formira se ovisno o ponudi i potražnji na tržištu prijevoza, što uključuje stvaranje konkurencije i prilagodbu cijena.

Na tržištu prijevoznih kapaciteta važno je zadovoljiti ne samo kapacitete prijevoznih vozila, već i druge uvjete kao što su spremnost za ukrcavanje prema dogovorenom terminu i korištenje zadanog puta. Ključne značajke prijevoznih kapaciteta uključuju [10]:

1. Prostorna određenost - odnosi se na prostornu udaljenost koju prijevozno sredstvo treba prevaliti pružajući uslugu prijevoza, što uvjetuje organizaciju tržišta po prometnim pravcima.
2. Međunarodni karakter - tržište prijevoznih kapaciteta obuhvaća međunarodno trgovanje između različitih država, a sudionici su pod utjecajem državne pripadnosti.
3. Liberalnost - većina prijevozne djelatnosti je privatizirana, što vodi globalnoj konkurenciji i slobodnom izboru prijevoznika.
4. Kolebanje potražnje - potražnja za prijevozom može varirati između različitih tendencija, uključujući trendove, periodička kretanja i nepravilna kolebanja uzrokovana štrajkovima ili prirodnim nepogodama.
5. Tromost ponude - ponuda prijevoznih kapaciteta ne može uvijek brzo pratiti promjene u potražnji, što može biti izazovno s obzirom na potrebne investicije u nabavu i održavanje kapaciteta te infrastrukture.

Na tržištu prijevoznih kapaciteta, prijevoznici predstavljaju subjekte ponude, nudeći kapacitete prijevoza, dok su korisnici prijevoza subjekti potražnje, koji koriste usluge i kupuju ih. Špediteri su posrednici koji ugovaraju i zaključuju potrebne prijevozne kapacitete izravno s prijevoznicima ili preko agenata. Sveukupno, tržište prijevoznih kapaciteta dinamično je okruženje gdje se usklađuje ponuda i potražnja kako bi se osigurala optimalna i učinkovita usluga prijevoza.

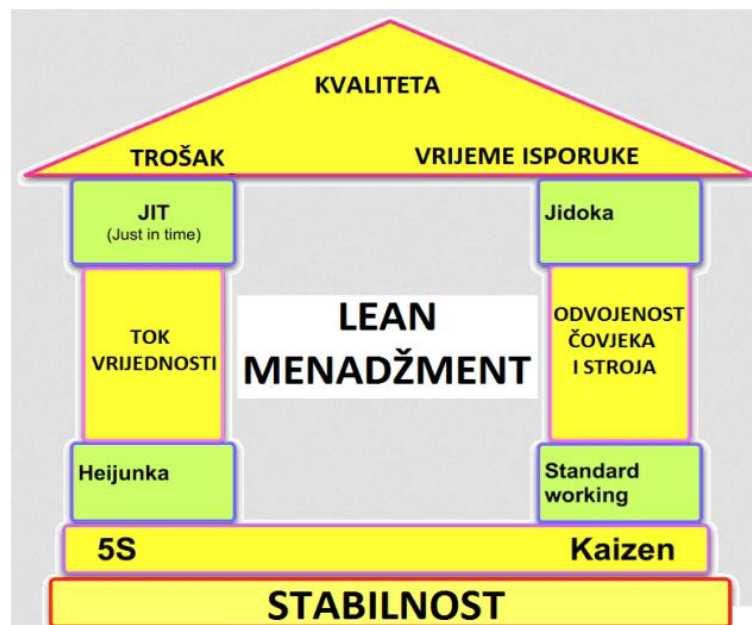
## 5. PRIMJER PLANIRANJA KAPACITETA LOGISTIČKIH PROCESA – KANBAN METODA

Primjer planiranja kapaciteta prikazan je kroz Kanban metodu. Sastavni je dio lean proizvodnje. Lean proizvodnja, kao filozofija koja je stasala nakon Drugog svjetskog rata, ima svoj primarni cilj u održavanju besprijekornog tijeka proizvodnje. To postiže sustavnom identifikacijom i eliminacijom svakog nepotrebnog elementa u procesu, tako što rezultira povećanom vrijednošću svakog koraka u proizvodnji. Osnovno načelo je postići bolju proizvodnu stopu koristeći minimalne resurse.

Lean proizvodnja predstavlja dramatičan odmak od uobičajenog modela masovne proizvodnje i automatizacije koja je dominirala industrijskim sektorom u posljednjem stoljeću. Umjesto da se proizvodi velike serije unaprijed, lean pristup potiče proizvodnju prema stvarnim potrebama kupaca. Naglasak je na proizvodnji samo onoliko koliko je stvarno potrebno, izbjegavajući nepotrebne zalihe [15].

### 5.1. Lean alati

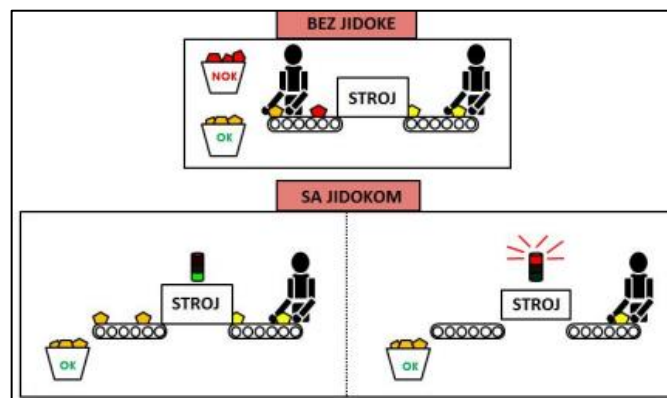
Kroz povijest, odnosno kroz razvoj i unaprjeđenje Lean proizvodnje osmišljen je velik broj alata uz koje će poduzeća lakše u uspješnije primjenjivati i kombinirati načela Lean-a, u svrhu usavršavanja samog procesa i proizvoda.



Slika 8. Lean alati u proizvodnji, [16]

Iako je nastao u automobilske industrije, Lean Management je danas široko prihvaćen, bez obzira na sektor ili veličinu tvrtke. Razlikujemo nekoliko vrsta Lean alata (slika 8.) koji se upotrebljavaju u svakodnevnom poslovanju [16]:

- Metoda 5S (clear, tidy, clean, order and be rigorous) za optimizaciju radnog okruženja i smanjenje gubitka vremena. Organizirani je pristup upravljačkim rutinama koji osigurava da alati, dijelovi i ostali predmeti budu na poznatim i optimalnim lokacijama. Utječe na smanjenje gubitka vremena i pokreta na operativnoj razini. Korištenje 5S-a započinje sortiranjem svega što pronade u radionici ili na radome mjestu, odnosno on sortira stvari koje su potrebne za svakodnevno izvršavanje zadataka u odnosu na stvari koje se koriste rijetko ili nikada.
- Kaizen metoda za kontinuirano poboljšanje procesa. Glavni ciljevi Kaizena su eliminacija otpada, Isporuka točno na vrijeme („Just in time“), optimizacija razine proizvodnje, standardiziranje radnih procedura.
- Kaikuku. Predstavlja radikalna poboljšanja i promjene, odnosno procese s većim promjenama od Kaizena. Započinje se zahtjevima korisnika i izravno je povezan sa strategijom poduzeća. Pravilna primjena Kaikaku-a može pomoći organizaciji da odmakne konkurenciji u postupku unaprjeđenja kvalitete, cijena i dostave.
- Jidoka. Sadrži kontrolu kvalitete u svakom koraku proizvodnje. Pomaže u prepoznavanju pogrešaka odmah (slika 9.). Kvaliteta je pod stalnom kontrolom i svaki član tima ima odgovornost izvršavanja kontrole kvalitete prije nego isporuči proizvod u sljedeći proces na proizvodnoj liniji.



**Slika 9.** Primjer rada Jidoke, [17]

- JIT-Just In Time. Moderan princip proizvodnje čija načela daju dobar primjer kako konkurirati na tržištu. Predstavlja strategiju smanjenja troškova u proizvodnji, gdje se proračunom postiže kraće vrijeme skladištenja dijelova, sirovina ili samo izbjegavanje skladištenja te stavljanje istih u najkraćem roku u proizvodni proces.
- Kanban metoda



## 5.2. Kanban

Kanban, što na japanskom jeziku znači "vizualna kartica", igra ključnu ulogu u većini proizvodnih organizacija. Ova metoda razvijena je u Toyoti 1950-ih godina kao način upravljanja tokom materijala na proizvodnoj liniji. Kroz razvoj Kanbana postignut je optimalan proizvodni sustav koji doprinosi globalnoj konkurentnosti. Kanban, kao što je navedeno, se smatra jednom vrstom lean alata. Sve počinje od komunikacije. Kanban je komunikacijski alat odnosno metoda koja je u osnovi zamišljena kao redoslijedni sustav implementiran na jednostavnoj ploči za pisanje da bi njegova implementacija maksimalno smanjila troškove [18].



**Slika 10.** Primjer obične ploče na kojoj se koristi Kanban, [18]

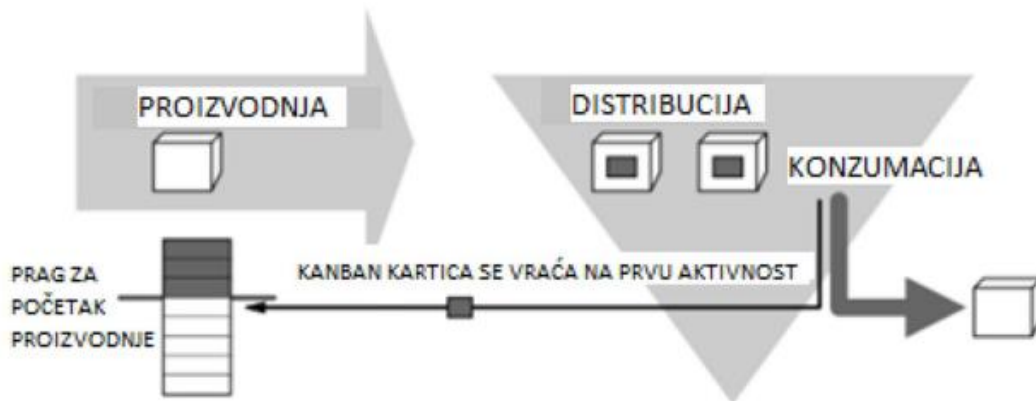
Kanban ploča (slika 10.) je prostor na kojem se pokušava grafički prikazati proizvodni proces i na njemu pratiti konkretne događaje. Dizajn ploče nije formalno zadan i nikad se neće napraviti savršena ploča, ali je upravo ta konstantna nesavršenost i unaprjeđivanja, također jedna od ideja Lean proizvodnje.

Kanban također osim ploča, znači i kartica. Toyotini radnici na proizvodnim linijama koristili su Kanban, odnosno kartice kako bi vizualizirali i signalizirali korake u svom proizvodnom procesu. Kanban je tako smanjio otpad, vrijeme potrebno za proizvodnju te je time povećao vrijednost proizvoda. Na Kanban ploči koristile su se obojene kartice, a njihovo objavljivanje za različite tipove poslova te objavljivanje može vrlo brzo omogućiti radnom timu da [19]:

- vide ono na čemu rade
- poprave vizualni pokazatelj blokatora
- procijene koliko je dobra analiza i proces osiguranja kvalitete
- provedu jednostavno praćenje

Glavni predstavnik i čovjek koji je osmislio Kanban Taiichi Ohno eksperimentirao je s novim alatima i načelima organizacije poslovanja. Identificirao je i kategorizirao sedam vrsta gubitaka što je rezultiralo uklanjanjem suvišne proizvodnje i minimiziranjem zaliha. Ali i ovaj pristup je imao određene prepreke. Održavanje minimalnih zaliha predstavljalo je značajan problem i Taiichi je morao pronaći način kako signalizirati da su novi proizvod ili materijali potrebni. Odgovor je pronašao u američkom lancu supermarketa Piggly Wiggly, gdje je uvidio kako su police konstantno napunjene točno potrebnim količinama proizvoda.

Nakon povratka u Toyotu, uveo je papirnate kartice koje su pratile i označavale potražnju u tvornici. Taj novi sustav praćenja je nazvao Kanban. Kartice su se pridruživale svakom gotovom proizvodu i kada bi se pojedini proizvod prodao kartica bi se vraćala nazad do linije za proizvodnju i tek bi tada radnici mogli započeti raditi na novom proizvodu. Također, proizvodnja se nije započela sve dok broj kartica koje su se vratile na početak proizvodne linije nije dosegao određeni prag. Takav sistem je prikazan na slici 11. Kasnije su se i svakom materijalu pridruživale Kanban kartice što je rezultiralo time da znak za potražnju teče kroz cijeli lanac proizvodnje sve do vanjskih dobavljača [18].



**Slika 11.** Kanban kartice koje označavaju početak proizvodnje, [19]

### 5.2.1. Osnovna pravila Kanbana

Za uspješnu implementaciju i provođenje Kanbana potrebno je držati se određenih pravila i smjernica. Prva od smjernica je da svaki proces od sebi prethodnog procesa povlači samo ono što mu je potrebno. Ovo je jedan od ključnih elemenata Kanban sustava. Glavna ideja je proizvoditi ili nadoknaditi samo ono što je potrošeno. Ako sljedeći proces zahtjeva samo dva dijela, bitno je proizvesti točno dva dijela, niti manje niti više. To dovodi do smanjenja troškova te sprječava nepotrebnu proizvodnju i gomilanje zaliha. Također omogućava da poslovanje odražava zahtjeve tržišta i u stanju je brže odgovoriti na njih [20].

Druga smjernica se veže na prethodnu. Prethodni proces proizvodi samo količinu potrebnu da zamijeni ono što se potroši u daljnjem procesu ili zaokružuje proizvodnu količinu na unaprijed dogovorenu standardnu veličinu serije. Količinu potrebnu za proizvodnju je moguće odrediti korištenjem Kanban kartica.

Treća smjernica govori o tome da neispravan proizvod se nikada ne smije slati u sljedeći proces. Proizvodi s greškom svrstavaju se u sedam tipova gubitaka budući da se u njihovu proizvodnju ulaže trud koji ne donosi nikakvu korist. Što se kasnije pronađe greška, to su veći troškovi i gubici. Iz tog razloga je cilj što prije uočiti neispravne proizvode te bi radnici trebali zaustaviti proizvodnju kako bi našli uzrok njihova nastanka. Kako bi se izbjegle te greške, poželjno je uvesti neke od preventivnih mjera, kao što je Jidoka.

Četvrta smjernica naglašava da Kanban kartica uvijek mora pratiti dijelove i proizvode na liniji. S obzirom da postoji samo određen broj Kanban kartica, one uvijek moraju biti pridružene proizvodu, osim kada se vraćaju na prvi korak procesa gdje će biti pridružene sljedećem komadu. Kartice služe kao vizualna kontrola količine inventara koji je dozvoljen u radnom prostoru kako bi se izbjeglo gomilanje nepotrebnih proizvoda.

Prema [20] proizvodne količine moraju biti ujednačene i uravnotežene kako bi se izbjegle fluktuacije. Fluktuacije označavaju povremeni nedostatak materijala ili povećanje inventara. Kako bi se to izbjeglo i uspostavio nesmetan tok između procesa, potrebno je proizvodne količine ravnomjerno rasporediti po linijama i u zadanom vremenu. To se postiže proizvodnjom onolike količine proizvoda koja je određena najmanjim kapacitetom od svih strojeva.

Šesta smjernica govori o Kanbanu kao sredstvo za fino podešavanje. S vremenom se sustav mijenja. Isto je i s potražnjom. Kako bi se proizvodnja fino podesila, potrebno je prilagođavati broj kanban kartica ovisno o potražnji. Ako potražnja poraste, potrebno je povećati broj kartica kako bi se ona pokrila. S druge strane, u slučaju pada potražnje bit će potreban manji broj istih. Praćenjem vremena isporuke, vremena ciklusa i drugih parametara, moguće je dobiti kvantitativnu i objektivnu procjenu rada.

Posljednja smjernica je vezana uz poboljšanje procesa i samog sustava. Proces postaje stabilan osiguravanjem kvalitete, ujednačavanjem proizvodnje i optimizacijom. Stabilan proces omogućuje standardizaciju, a o njoj ovisi uspjeh sustava [20].

### **5.2.2. Kanban kartice**

U svojoj suštini, Kanban je sustav kreiranja narudžbi u kojem korisnik određenog materijala ili proizvoda signalizira dobavljaču kada je potrebno dostaviti taj materijal. Taj signal se naziva kanban i može se ostvariti kroz više formi, ali najčešće dolazi u obliku kartice. To je mali obrazac koji sadrži značajne informacije i podatke, u obliku teksta i barkoda (slika 12.). Neke od informacija koje kartica pruža su:

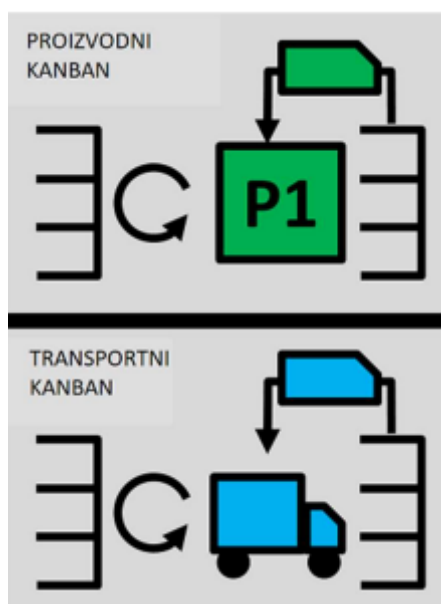
- Informacije o opskrbi - ime i šifra dobavljača, mjesto skladištenja
- Podaci o proizvodu: ID broj, opis, količina
- Podaci o kupcima: korisnička grupa i lokacija, lokacije za pohranu

KANBAN KARTICA	
Broj proizvoda: _____	Rok važenja: _____
Naziv proizvoda: _____	Datum isporuke: _____
Potrebna količina: _____	Dodatne napomene: _____
Lokacija: _____	_____
Dobavljač: _____	
Kod dobavljača: _____	

**Slika 12.** Kanban kartica, [19]

### 5.3. Tipovi Kanbana

Kanban ima dva aspekta, proizvodnju i nadopunu materijala (slika 13.). Kanban je metoda pravodobne (Just-In-Time) proizvodnje koja koristi standardizirane spremnike koji su veličine jedne serije proizvoda s jednom karticom pričvršćenom na svaki. To je sustav povlačenja u kojem radni centri signaliziraju karticom da žele povući dijelove iz prethodnih operacija ili dobavljača. Prvi dio ove definicije odnosi se na aspekt proizvodnje čiji je glavni cilj ujednačiti i uskladiti tok proizvoda kroz proces, na način da signalizira proizvodnju dijela ili komponente samo onda kada je sljedeća operacija u procesu započela rad na već dobivenom komadu. Na taj se način materijal sinkronizirano provlači kroz proces. Drugi dio definicije govori o materijalnom aspektu, unutar kojeg se materijal ili proizvod povlači prema radnoj stanici od dobavljača. Zadaća dobavljača je osigurati točnu količinu materijala unutar vremena isporuke. Proces može biti uspješan samo ako dobavljač to može izvršavati pouzdano, konzistentno i s garancijom visoke kvalitete.



**Slika 13.** Proizvodni i transportni kanban, [19]

### **5.3.1. Proizvodni Kanban**

Primarna funkcija proizvodnog kanbana je puštanje narudžbe u prethodnu kako bi se proizvela količina proizvoda koja odgovara veličini serije naznačenoj na kartici. Sastoji se od mnoštvo popisa svih stvari koje su potrebne dijelu kako bi bio dovršen. Time se unose potrebni materijali i dijelovi zajedno s informacijama koje uključuje transportni kanban. Proizvodni Kanban omogućuje proizvodnom sustavu da započne s proizvodnjom i također definira proizvode koje bi trebalo proizvesti [20]. Proizvodni kanban se dalje dijeli na kanban za planiranje protočnih procesa i signalni kanban za planiranje serijskih procesa. Prvi se koristi kod malih količina proizvodnje, a signalni kanban kod većih serija, gdje kanban za planiranje protočnih procesa ne bi bio učinkovit zbog prevelike potrebe broja kartica i potrebnog vremena obrade.

### **5.3.2. Transportni Kanban**

Glavna funkcija transportnog kanbana je signalizirati i osigurati početak premještanja dijelova s jedne radne stanice na drugu. Nakon što se jednoj stanici dostave dijelovi, započinje se s radom i gotovi dijelovi ili proizvodi se šalju do sljedeće stanice. Kartica je obično povezana s određenim brojem dijelova koji se nose na radno mjesto gdje su potrebni. Kada se ti dijelovi iskoriste, kartice se vraćaju kao signal za slanje istog dijela s istim brojem natrag. Još neke od informacija koje se nalaze na kartici su veličina serije, proces usmjeravanja i naziv lokacije sljedećeg procesa, naziv lokacije prethodnog procesa, kapacitet spremnika, itd. [20]. Također postoji daljnja podjela na međuprocenjski kanban za internu uporabu koji se koristi kada je potrebno povući dijelove sa internog skladišta i često u slučaju montaže kada se koristi veliki broj dijelova i kanban za dobavljače koji se koristi za vanjsku upotrebu i signalizaciju potrebe za dijelovima od raznih dobavljača.

## **5.4. Implementacija Kanbana**

Svaka organizacija ili poduzeće je jedinstvena i drugačija od svih ostalih. U ovom poglavlju bit će predstavljen pristup implementaciji Kanbana, tako da se postavljaju pitanja na koja je potrebno odgovoriti. Koraci pri implementaciji su [19]:

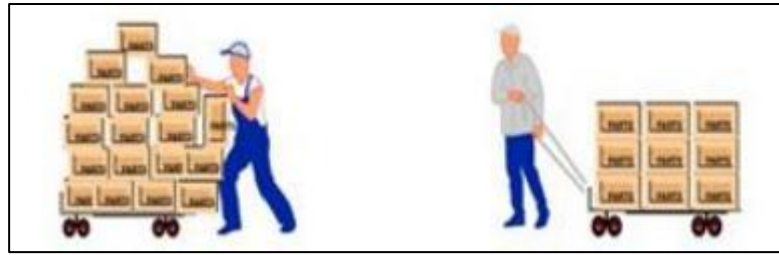
- Upoznavanje s vlastitim sustavom. U sustavu, odnosno u procesu organizacije gdje se koriste alati i metode komunikacije zapravo se sve događa od trenutka kada se primi zahtjev od klijenta do trenutka kada se taj zahtjev ispuni.
- Identifikacija vlastitih izvora i prioriteta. Dolaze li zadaci iz više od jednog izvora? Različiti izvori mogu biti različiti klijenti ili menadžeri. Tko ima prednost među njima?

- Pronalazak procesa. Vizualizacija procesa sama je svrha Kanban ploče. Na ploči se nalaze stupci ili stepenice. Svrha ploče je pokazati tko će koji korak i koje zadatke obavljati na putu od ideje do realizacije.
- Osmišljavanje ploče tijekom rada. Potrebno je dobro predstaviti proces i samim time znati sve potrebne korake. Kao što je prikazano na slici 11. postoji mnogo stupaca tj. koraka kao što su čekanje, analiza, razvoj, testiranje, implementacija i mnogi drugi.
- Postavljanje ograničenja. Nakon što su stupci određeni, vrijeme je za postavljanje ograničenja. Ako se postave dobre granice, bit će dobar radni ciklus bez previše slobodnog vremena. Velik dio Lean-a je sposobnost pronalaženja ravnoteže. U tom smislu, to je ravnoteža između troškova kašnjenja i zastoja.
- Odlučivanje uloga. Uloge prema načelima Kanbana nisu propisane. Dodjeljuju se ovisno o tvrtki ili timu koji tako odluče. Kanban nastoji smanjiti vrijeme proizvodnog ciklusa, tako da dodjeljivanje uloga može dodatno smanjiti to vrijeme. Ako su uloge postavljene, a vrijeme ciklusa unatoč tome raste, moraju se ukinuti.
- Vrijeme sastanka. Kanban u pravilu ne zahtijeva sastanke, ali mogu biti vrlo korisni. Neke vrste sastanaka vezane uz Kanbana su: sastanak po dogovoru, svaki tjedan, svaka dva tjedna, jednom mjesečno ili po potrebi.
- Postavljanje načela. S obzirom na to da je osnovna ideja da se proces stalno usavršava i prilagođava novim situacijama dobro je imati principe koji mogu voditi sustav u određenom smjeru. S principima je moguće razumjeti potrebe klijenta, odnosno njegove zahtjeve.

## 5.5. Push/Pull procesi kroz Kanban sustav

Kanban sustav je opisan kao sustav povlačenja (pull system). Sustav potiskivanja (push system) je poznatiji kao sustav planiranja potreba za materijalima (MRP). Ovaj sustav se temelji na postavljanju dugoročnog rasporeda proizvodnje koji se zatim rastavlja kako bi se dobio detaljan raspored za izradu i kupnju dijelova. Ovaj detaljan raspored onda potiskuje ljude iz produkcije da naprave dio i guraju ga naprijed do sljedeće stanice. Glavna slabost ovoga sustava je da se oslanja na nagađanje buduće potražnje kupaca za razvoj rasporeda na kojem se temelji proizvodnja i nagađanje vremena potrebnog za proizvodnju svakog dijela.

Precjenjivanje i podcjenjivanje može dovesti do viška zaliha ili manjka dijelova. Otpad može proizaći iz prekomjerne proizvodnje (inventar) i stoga postoji potreba za skladištem. Ovaj otpad se eliminira. Nedostaci dijelova (nedovoljna proizvodnja) su također eliminirani. Troškovi su smanjeni za eliminacijom potrebe za mnogim nabavnim osobljem i papirologijom povezanom s kupnjom. Opterećenje odjela za planiranje također je smanjeno jer više ne moraju izrađivati radne naloge (slika 12.) [15].



**Slika 14.** Push/Pull proces

Izvor: [15]

Analizom postojećeg stanja Toyota proizvodni sustav nije Kanban sustav. Toyota proizvodni sustav način je izrade proizvoda, dok je Kanban sustav način upravljanja metodom proizvodnje Just in-time. Ukratko, Kanban sustav je informacijski sustav za skladnu kontrolu proizvodnje količine u svakom procesu. To je alat za postizanje proizvodnje točno na vrijeme. Ovo povezivanje procesa u tvornici omogućuje bolju kontrolu potrebnih količina za razne proizvode [15].

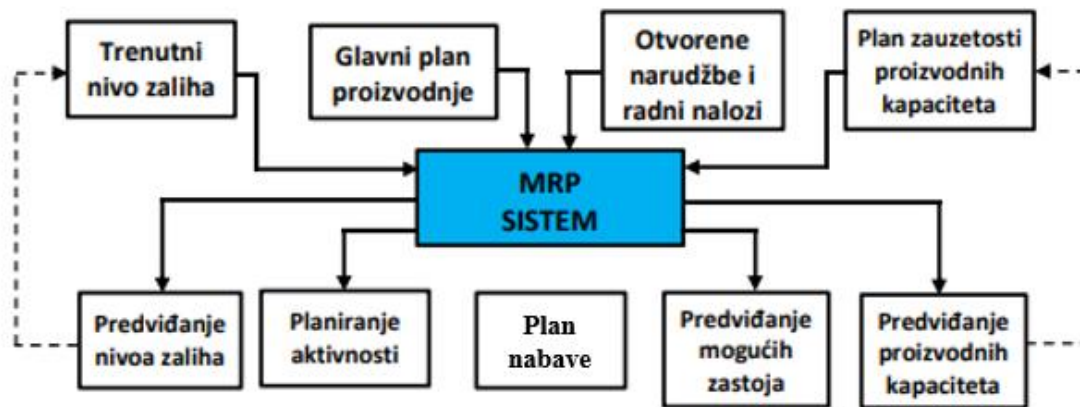
## **5.6. Napredni Kanban sustavi**

### **5.6.1. Metoda planiranja potreba za materijalom – MRP**

Metoda planiranja potreba za materijalom (eng. Material Requirements Planning – MRP) je napredni sistem čija je svrha planiranje i nadzor proizvodnje i zaliha u poduzećima pri čemu obuhvaća aktivnosti od naručivanja materijala do isporuke gotovih proizvoda. Takva metoda planiranja određuje vrstu, količinu i termin kad su sirovine potrebne kako bi se proizvodnja mogla neometano odvijati. Pri određivanju potrebne količine u obzir se uzima usporedba ukupne količine sirovina i poluproizvoda potrebnih za proizvodnju s određenim terminom isporuke i dostupnih količina na zalihama i količinama u dolasku, te se određuje termin početka proizvodnje. Neophodno je da su sve potrebne sirovine i poluproizvodi dostupni u određenom terminu te se isti postupak ponavlja za svaku isporuku za svaki proizvod. MRP polazi od tri pretpostavke: plan proizvodnje i prodaje mora biti poznat i vremenski raspoređen, moraju biti određeni normativi troška materijala za svaki pojedini proizvod i mora se znati trenutno stanje proizvoda na zalihama [21].

Glavni zadatak MRP sistema je precizno definirati sve rokove i precizno odrediti buduću potrebu za artiklima (proizvodima, poluproizvodima...). Zahvaljujući MRP-u moguće je osigurati da poduzeće uvijek na zalihama ima artikle koji su joj potrebni.

Na Slici 15. prikazani su dijelovi MRP sistema, odnosno način na koji MRP sistem funkcionira. Glavni podsistemi MRP sistema su, prema [21] glavni plan proizvodnje, sastavnica i status zaliha. Središte MRP sistema predstavlja informatički program koji je konstantno u pogonu na računalima u poduzeću pa se u njemu pohranjuju sve promjene vezane za proizvode. U slučaju da dođe do promjene planova, program vrši prilagođavanje planova.



Slika 15. Metoda planiranja potreba za materijalom, [21]

Glavne prednosti MRP-a su [21]:

- omogućava poboljšanje rezultata poslovanja,
- omogućava poboljšanje rezultata proizvodnje,
- omogućava poboljšanje nadzora nad proizvodnjom kroz točnije i pravovremene informacije,
- omogućava smanjivanje zaliha pa se samim time smanjuje mogućnost zastarijevanja materijala na skladištu,
- smanjuje proizvodne troškove.

Glavni nedostaci MRP-a su [21]:

- ne optimizira troškove nabave materijala zato što omogućuje češće i manje narudžbe. Zbog toga ponekad dođe do povećanja troškova nabave materijala,
- povećava cijenu prijevoza, a smanjuje popuste na količinu zato što omogućuje manje narudžbe

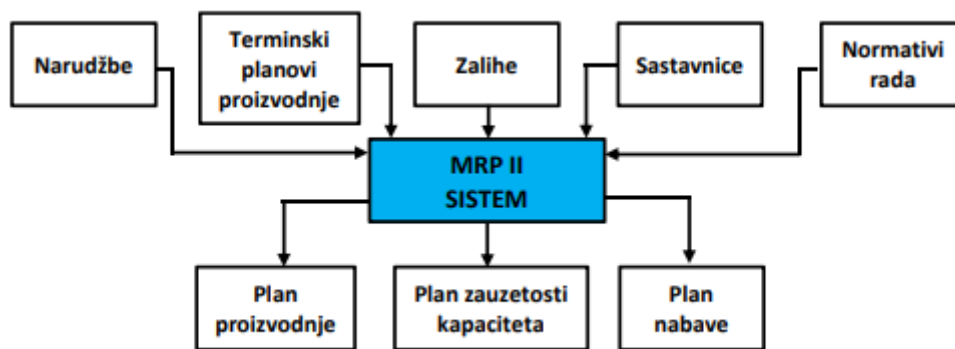
### 5.6.2. Metoda planiranja proizvodnih kapaciteta - MRP II

Metoda planiranja proizvodnih kapaciteta (eng. Manufacturing Resources Planning – MRP II) nadogradnja je MRP metode. MRP II za razliku od prve metode, kojom se samo planirala potreba materijala, uvodi u postupak planiranja i ostale cjeline poslovnog sistema poput financija, razvoja proizvoda i nabave. Svrha ovakve nadogradnje je odrediti potrebne kapacitete proizvodnje, upravljati tokom proizvodnje i odrediti smjernice za neometanu proizvodnju.

MRP II metoda utječe na procese planiranja proizvodnje, čime i na upravljanje zalihama, kontrolu kvalitete, računovodstvo i financije te ljudske resurse. Objedinjavanje preostalih poslovnih funkcija omogućava preciznije planiranje i bolju usredotočenost proizvođača na poslovne ciljeve. Ovakvi sistemi obično imaju ugrađene simulacijske modele što omogućuje korisnicima provođenje analiza i ispitivanje različitih scenarija uz manje troškove, kako bi se odredili optimalni planovi. MRP II sistem može simulirati posljedice



odluka na poslovni sistem kao cjelinu, ali i na pojedine poslovne funkcije unutar poslovnog sistema. Izlazni podaci ove metode koriste se u finansijskim, operativnim, proizvodnim i drugim izvještajima. Najveća prednost MRP II sistema u odnosu na MRP je mogućnost određivanja zauzetosti kapaciteta proizvodnje. Prilikom rada sistema često dolazi do uskih grla. U tom slučaju MRP II sistem planiranja utvrdi preopterećenje proizvodnih kapaciteta tokom realizacije plana, odnosno konkretan razlog ili nedostatak zbog koje usko grlo nastaje, te se upravo zbog toga može na vrijeme izvršiti reorganizacija poslovanja. To nije jedina prednost ovog sistema. Uz mogućnost tačnog planiranja potreba za radnom snagom, uz precizno definirani proizvodni sistem te poznavanje plana proizvodnje, sistem ne računa samo broj potrebnih zaposlenika po danima već ima i mogućnost odrediti i potrebnu stručnu spremu i vještine zaposlenika u budućem razdoblju. To značajno olakšava i povećava sigurnost u procesu zapošljavanja i planiranja budućih potreba za zaposlenicima. MRP II sistem planiranja razvijen je s ciljem uvođenja reda i osiguranja kontinuirane proizvodnje u složenim proizvodnim sistemima [21].



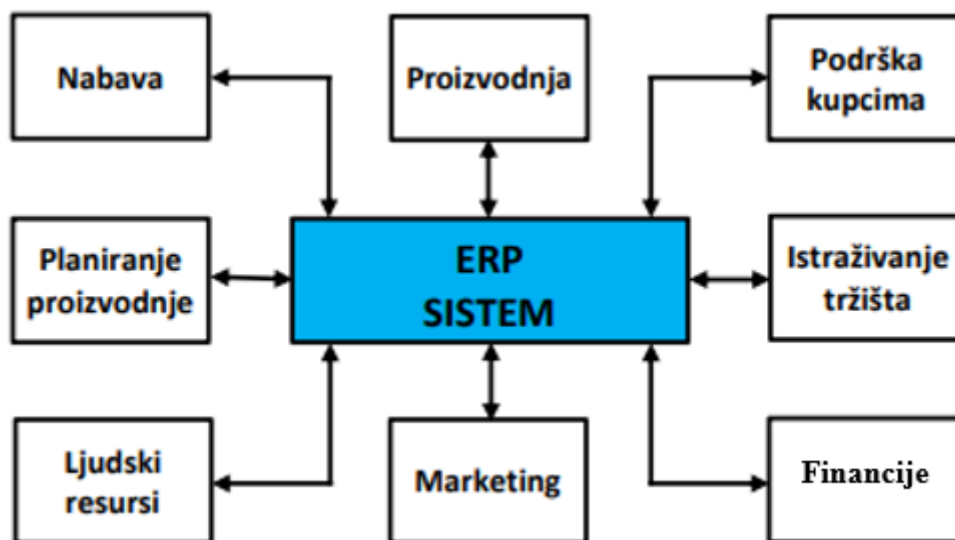
**Slika 16.** Metoda planiranja proizvodnih kapaciteta, [21]

Na slici 16. je prikazan protok informacija koji omogućuje MRP II sistem. Kao što je vidljivo, on obuhvaća više aspekata nego MRP sistem. Prednosti MRP II sistema nad MRP sistemom su mogućnost da se odredi zauzetost kapaciteta proizvodnje i da se odredi tačna potreba za radnom snagom. Dakle, kada sistem prepozna da bi moglo doći do preopterećenosti proizvodnih kapaciteta, planeri proizvodnje mogu drugačije isplanirati proizvodnju. Sistem može prepoznati potrebu za radnicima u određenim proizvodnim uvjetima pa može sugerirati potrebu za više ili manje radne snage. Potreba za MRP II sistemom očitovala se u situaciji u kojoj je došlo do povećanja konkurencije na tržištu. Naime, s obzirom na konkurentna poduzeća koja posluju na tržištu, a koje imaju jednako kvalitetan proizvod, trebalo je osmisliti način koji će osigurati konkurentsku prednost. Jedan od načina za ostvarivanje prednosti na tržištu je svakako isporuka proizvoda u zadanom roku, za što je MRP II uveliko zaslužan. Isporuka proizvoda u zadanom roku uveliko povećava zadovoljstvo potrošača naručenim proizvodom [21].

### 5.6.3. Metoda planiranja resursa poduzeća – ERP

Dodatnim razvojem sistema MRP i MRP II nastao je novi koncept planiranja resursa poslovnog sistema, ERP (eng. Enterprise Resource Planning). Metoda planiranja resursa poduzeća ERP je metoda koja omogućava protok informacija između svih funkcija u poduzeću: proizvodna funkcija, logistika, financije i ljudski resursi. ERP je glavni informacijski sistem poduzeća.

Svrha ERP-a je da se na jednome mjestu skupe svi poslovni podaci poduzeća kako ne bi došlo do dupliranja i gomilanja podataka. Informacija se u ERP može unijeti samo jednom pa svi dijelovi poslovnog sistema mogu odraditi svoje poslovne zadatke. Razvijeni ERP sistemi uobičajeno posjeduju 30 i više integriranih modula za pohranu. Glavni zadatak ERP sistema je povećati produktivnost. Kada se proizvodnja promatra u kontinuitetu, a ne kao sistem odvojenih zadataka, olakšano je planiranje. Naime, ako se proizvodnja promatra kao sistem odvojenih zadataka, tada je nemoguće sagledati proizvodnju kao cjelovit proces. Kod planiranja proizvodnje kao sistema odvojenih zadataka dolazi do gubitka resursa i učinkovitosti. Na Slici 17. prikazan je ERP sistem [21].



Slika 17. Metoda planiranja resursa poduzeća

Izvor: [21]

Na slici 17. se vidi da je ERP sistem u sebi obuhvatio sve resurse poduzeća: nabavu, planiranje proizvodnje, ljudske resurse, proizvodnju, marketing, financijske stručnjake, istraživanje tržišta i podršku kupcima. Pomoću ERP sistema izvršavaju se određeni zadaci [21]:

- povezuje kupce i dobavljače u cjelovit opskrbni lanac,
- koristi provjerene procese za donošenje odluka,
- koordinira prodaju, marketing, operacije, logistiku, nabavu, financije, razvoj proizvoda i ljudske resurse.

ERP sistem ima brojne prednosti, a to su [21]:

- ubrzava se obrtaj proizvodne imovine zato što su određeni procesi automatizirani pa se samim time smanjuju i troškovi zaliha (do 40%);
- s obzirom na to da pruža pravovremene informacije, povećava se zadovoljstvo kupca;
- automatiziranost sistema omogućava veću točnost zaliha (do 98%);
- ERP omogućuje značajne vremenske uštede kroz planiranje raspoloživih materijalnih i ljudskih resursa;
- povećana je i kvaliteta proizvoda kroz smanjivanje količine škarta i proizvoda koji iziskuju doradu;
- povećava se mogućnost pravovremene naplate zato što ERP može automatski ispisati popis kupaca s dugovanjima pa se te kupce može blokirati.

Kod ERP sistema planiranja, svaki pojedinac ima znatno veću odgovornost u usporedbi sa sistemima bez velikih međuzavisnosti i integriranosti. Pogreška samo jednog zaposlenika pri unosu podataka u sistem imaju utjecaj na odluke u bilo kojem drugom modulu sistema. Nadalje, ovi sistemi planiranja su vrlo skupi i zahtijevaju dug proces uvođenja i prilagođavanja zaposlenika, ali ukoliko su uspješno uvedeni omogućavaju ubrzavanje poslovnih procesa, sprječavaju nastanak uskih grla i preklapanja poslova, te u konačnici osiguravaju značajne uštede financijskih i ostalih resursa. Zbog brojnih razloga koji ERP sistem čine visoko prihvaćenim, sistem je implementiran u brojne organizacije kod kojih je potrebna potpuna integracija u svrhu povećanja produktivnosti poslovanja i optimizacije zaliha [21].

#### **5.6.4. Napredno planiranje i raspoređivanje – APS**

Napredno planiranje i raspoređivanje APS (Advanced Planning and Scheduling) je odgovoran za planiranje proizvodnje i rješavanje problema rasporeda proizvodnje. Uglavnom ima sljedeće funkcije: operacije i planiranje. Na temelju prioriteta narudžbe, rute procesa, atributa objekta i drugih ograničenja, vrši se rangiranje obrade posla, vrijeme obrade je optimizirano kako bi se smanjio trošak proizvodnje.

APS je napredni softver za planiranje i raspoređivanje, koji uglavnom funkcionira kao softver za planiranje proizvodnje temeljen na optimiziranim proizvodnim načelima. U radu planiranja APS-a, dodjela proizvodnih jedinica sastoji se uglavnom od naloga proizvodnih zadataka i podnaloga; rad i detaljan raspored sastoj se uglavnom od procesa kao što su grupiranje serija, planiranje i optimizacija.

Stvaranje popisa zadataka. Popis zadataka sadrži sve informacije o pločama u namještaju po narudžbi, posebno broj materijala, naziv dijela proizvoda, specifikacije i količine. Ima vodeću ulogu u proizvodnji, a također je i osnova za konačno pakiranje pločastih dijelova [21]. Rastavljanje. Ovisno o vrsti obrade i procesu (npr. standardne ploče, vrata i ladice), ploče se dodjeljuju odgovarajućoj tvornici i proizvodnoj liniji za obradu, a planer treba uzeti u obzir

ravnotežu zadataka obrade u svakoj tvornici i kapacitet svake proizvodne linije prilikom podjele narudžbi.

Planiranje grupiranja naloga. Kada se proizvodni posao pošalje u svaku tvornicu, planira se koje stvari treba proizvesti i prilagoditi ih proizvodnoj liniji i uključuje odgovarajuće izratke u svaku seriju prema pravilima šaržera, koja se mogu temeljiti na debljini ploče, boji, ljepilu, vrsti narudžbe i svojstvima ploče [21].

Zakazivanje. Nakon što je plan proizvodnje ploča grupiran u serije, sljedeći korak je raspored radnih procesa u dimenziji proizvodne linije. Za izradu namještaja po narudžbi, opći procesi rada za ploče moraju proći kroz najsuvremenije trake za bušenje i pakiranje, a raspored prva tri procesa često se radi u dimenziji serija, dok se za rad pakiranja potrebno izvršiti u dimenziji naloga.

Optimizacija je usmjerena na iskoristivost lima. Serija podataka, koji sadrži podatke o dimenzijama pojedinačnih listova koji su ušli u automatski proces optimizacije, koji uzima u obzir iskorištenost listova i učinkovitost operacije i automatski proizvodi zahtjeve popisa materijala.

### **5.6.5. Sistem za realizaciju proizvodnje – MES**

Sistem za realizaciju proizvodnje (MES) sastoji se od sljedećih funkcija [21]:

- Kontrola dokumenata,
- Prikupljanje podataka,
- Upravljanje radom,
- Procesno upravljanje,
- Upravljanje održavanjem,
- Praćenje proizvoda,
- Analiza izvedbe.

Osnovne podatke prvo je potrebno održavati u podatkovnoj platformi; ovaj dio uključuje sastavnicu, šifru materijala i strategiju doziranja. U isto vrijeme, MES može dobiti informacije na vrijeme čitajući podatkovnu platformu. Postoje podaci operatera o klijentu MES sustava (prijava, dozvola, pripadnost radionici).

Prikupljanje podataka. U tijeku radionice, svaka obrada dobiva jedinstveni identifikacijski kod, koji integrira višedimenzionalna svojstva dijela (šifra, dimenzije, procesni put). MES ima niz načina za pristup proizvodnim podacima, uključujući lasersko skeniranje s fiksnom točkom, pištolje za skeniranje i ručne terminale ili automatsko učitavanje podataka o obradi putem stroja. Ove informacije pomažu u lociranju statusa strojne obrade u stvarnom vremenu i praćenju normalnog tijeka operacija.

Praćenje proizvoda. Za procese koji ne zahtijevaju sudjelovanje operatera, kao što je rubna traka i bušenje. Fiksno lasersko skeniranje na pokretnoj traci bilježi informacije o ploči i

poziva program za obradu, automatski izvješćujući kada je proces završen. Za procese koji zahtijevaju sudjelovanje operatera, kao što je rezanje i pakiranje, operater se prvo prijavljuje na MES klijent, zatim povezuje opremu za obradu, poziva program za obradu i automatski izvješćuje o poslu kada je dovršen i prenosi podatke na MES i podatke platforma. Analiza učinka. Na temelju specifičnih podataka dobivenih iz procesa proizvodnje, MES ga integrira i analizira za generiranje različitih usporedbi izvješća s planiranim rezultatima, za dobivanje stopa iskorištenja resursa, stope usjeva opreme, dostupnosti materijala i drugih podataka za pružanje višedimenzionalne analize i usporedbe proizvodnog procesa i daljnjeg rada na optimizaciji.

Postoje različiti načini prikupljanja MES podataka, a učinkovito prikupljanje i pravovremeno ažuriranje podataka temelj je inteligentne proizvodnje i ključna poveznica između MES-a i različitih informacijskih proizvodnih sustava. Učinak osoblja također je važan pokazatelj troškova kroz sustav upravljanja radnom snagom koji povezuje osoblje sa strojevima, proizvodnim linijama i tvornicama. Na temelju različitih načina prikupljanja podataka, proizvodnja radnih komada može se pratiti i locirati transparentno tako da je cijeli proizvodni proces pod kontrolu i može se rasporediti [21]. Održavanje fiksne opreme, strategije preventivnog održavanja i strategije planiranja za neočekivane kvarove opreme druge su ključne funkcije MES-a za osiguranje stabilne proizvodnje. Na kraju, formira se višedimenzionalna analiza proizvodnog učinka bilježenjem ukupnog proizvodnog ritma, napretka dovršetka svake proizvodne linije, stupnja u kojem ona odgovara planu i usporedbom s povijesnim napretkom proizvodnje.

## 6. ZAKLJUČAK

U ovom završnom radu analizirali smo osnovne pojmove planiranja logističkih procesa, logističke procese u proizvodnji te planiranje kapaciteta logističkih procesa s fokusom na pokazatelje uspješnosti, uska grla i prijevozne kapacitete. Kanbana i kanban softverskih alata te Lean proizvodnje. Istraživanje je omogućilo dublje razumijevanje kako se upravlja kapacitetima unutar proizvodnih sustava te kako se optimizira proces proizvodnje radi postizanja veće učinkovitosti.

Jedna od ključnih spoznaja je da planiranje kapaciteta igra ključnu ulogu u osiguravanju da proizvodnja odgovara stvarnim potrebama tržišta. Precizno planiranje kapaciteta omogućava proizvodnji da se prilagodi promjenjivoj potražnji, minimizira nepotrebne zalihe i optimizira resurse. Analizom sustava precizno predviđanje budućih potreba može biti izazovno, a nesavršeni planovi mogu dovesti do gubitaka.

Kanban, kao koncept razvijen u Toyotinom proizvodnom sustavu, pruža izvrsnu metodologiju za praćenje i upravljanje tokom proizvodnje. Vizualni sustav Kanbana omogućuje stvarno vrijeme praćenje zaliha i potreba za materijalima, čime se minimizira otpad i smanjuju troškovi skladištenja. Kroz istraživanje kanban softverskih alata, otkrili smo da moderna tehnologija pruža moćne alate za implementaciju Kanbana u različitim industrijama. Ovi alati pružaju dodatnu razinu automatizacije i praćenja, što može znatno poboljšati upravljanje proizvodnim procesima.

Lean proizvodnja ostaje temeljni koncept za postizanje učinkovite proizvodnje. Eliminiranje otpada, optimizacija procesa i usmjerenost na kontinuirano poboljšanje su ključni za postizanje konkurentne prednosti na tržištu. Unatoč mnogim pozitivnim aspektima planiranja kapaciteta, Kanbana i Lean proizvodnje, važno je napomenuti da nijedan sustav nije savršen. Kritički aspekt uključuje izazove u preciznom predviđanju potražnje te potrebu za stalnim nadzorom i prilagodbama. Osim toga, implementacija ovih koncepta zahtijeva promjene u organizaciji i kulturi tvrtke, što može biti izazovno.

U zaključku, planiranje kapaciteta, Kanban i Lean proizvodnja ostaju ključni alati za postizanje učinkovite proizvodnje u suvremenom poslovnom okruženju. Njihova primjena zahtijeva pažljivo razmatranje i prilagodbe, ali kroz njih tvrtke mogu ostvariti operativnu izvrsnost i održivu konkurentnu prednost.

## LITERATURA

- [1] Hrvatska tehnička enciklopedija. Transportna logistika. Preuzeto s: <https://tehnika.lzmk.hr/> [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [2] iThink Logistics. Types of Logistics. Preuzeto s: <https://www.ithinklogistics.com/> [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [3] LinkedIn. Description of the types of Logistics Providers. Preuzeto s: <https://www.linkedin.com/> [Pristupljeno: kolovoz, 2023.]
- [4] Šafran M.: Planiranje logističkih procesa – nastavni materijali dostupni na Merlinu. Preuzeto s: <https://moodle.srce.hr/2021-2022/> [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [5] Koksharov V. Supply Chain Modelling. Hämeenlinna. Häme University of Applied Science. 2016; p. 8-11
- [6] LinkedIn. Three flows supply chain. Preuzeto s : <https://www.linkedin.com/> [Pristupljeno: kolovoz, 2023.]
- [7] Logistiikan Maaailma. Information, money and material flow. Preuzeto s: <https://www.logistiikanmaailma.fi/> [Pristupljeno: kolovoz, 2023.]
- [8] Bloomberg D. J., LeMay S., Hanna J. B. Logistika. Zagreb: Zagrebačka škola ekonomije i managementa, 2006.
- [9] Investopedia. Distribution Channel. Preuzeto s: <https://www.investopedia.com/> [Pristupljeno: kolovoz, 2023.]
- [10] Ivaković Č., Stanković R., Šafran M. Špedicija i logistički procesi. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti, 2010.
- [11] Adamczak M., Cyplik P., Kovačić L. R., Fošner M. Supply Chain and Logistics Planning. Poznan. Poznan School of Logistics, 2020.
- [12] Intechopen. Advanced Supply Chain Planning Systems. Preuzeto s: <https://www.intechopen.com/> [Pristupljeno: kolovoz, 2023.]
- [13] Božić D., Vrček K., Bajor I. Dekompozicija procesa kao osnova za mjerenje logističkih performanci. Tehnički glasnik. 2013; p. 431-434
- [14] Investopedia. Bottleneck: A point of Congestion in a Production System. Preuzeto s: <https://www.investopedia.com/> [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [15] Htun A., Maw T.T., Khaing C.C. Lean Manufacturing, JIT and Kanban. International Journal of Scinetific Engineering and Technology Research, 2019;8;469-474
- [16] Manutan. Definition, tools and advantages of Lean Management. Preuzeto s: <https://www.manutan.com/> [Pristupljeno: kolovoz, 2023.]

- [17] Lean Manufacturing Tools. Jidoka. Preuzeto s: <https://leanmanufacturingtools.org/>  
[Pristupljeno: kolovoz, 2023.]
- [18] Kanban. Kanban-efikasnije vođenje projekata. Preuzeto s: <https://kanban.com.hr/>  
[Pristupljeno: kolovoz, 2023.]
- [19] Kanban Tool. Kanban. Preuzeto s: <https://kanbantool.com/> [Pristupljeno: kolovoz, 2023.]
- [20] Anderson J.D., Carmichael A. Essential Kanban Condensed. Seattle: Lean-kanban University, 2016.
- [21] Shafigah A. Alawadhi. Investigation of the customized furniture industry's production management systems. Journal of Engineering Research. 2023. Preuzeto s: <https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-engineering-research> [Pristupljeno: rujan, 2023.]



## POPIS SLIKA

Slika 1. Hijerarhija logističkih pružatelja usluga .....	4
Slika 2. Struktura opskrbnog lanca .....	6
Slika 3. Push/Pull strategija.....	7
Slika 4. Tok informacija, materijala i financija.....	8
Slika 5. Usporedba logističkog i prodajnog kanala.....	9
Slika 6. Dijagram toka dekompozicije logističkih procesa .....	21
Slika 7. Koncept uskog grla .....	22
Slika 8. Lean alati u proizvodnji .....	24
Slika 9. Primjer rada Jidoke .....	25
Slika 10. Primjer obične ploče na kojoj se koristi Kanban .....	26
Slika 11. Kanban kartice koje označavaju početak proizvodnje .....	27
Slika 12. Kanban kartica .....	29
Slika 13. Proizvodni i transportni kanban .....	29
Slika 14. Push/Pull proces .....	32
Slika 15. Metoda planiranja potreba za materijalom.....	33
Slika 16. Metoda planiranja proizvodnih kapaciteta .....	34
Slika 17. Metoda planiranja resursa poduzeća .....	35

## POPIS DIJAGRAMA

Dijagram 1. Faze opskrbnog lanca .....	5
Dijagram 2. Opća metoda planiranja logističkih procesa.....	13
Dijagram 3. Metoda planiranja logističkih procesa u funkciji distribucijskih kanala.....	14
Dijagram 4. Metoda planiranja logističkih procesa u funkciji opskrbnog lanca.....	16
Dijagram 5. Dekompozicija poslovnih procesa .....	20

## **POPIS TABLICA**

Tablica 1. Metoda planiranja logističkih procesa u funkciji vremena .....	16
---	----

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 Planiranje kapaciteta logističkog sustava u proizvodnji, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student/ica:

U Zagrebu, 11.09.2023.

Hošnek David

(ime i prezime, potpis)