

Planiranje kapaciteta logističkog sustava

Baljkas, Luka

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

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:119:198472>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-10**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Luka Baljkas

PLANIRANJE KAPACITETA LOGISTIČKOG SUSTAVA

ZAVRŠNI RAD

ZAGREB, 2020.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH
ZNANOSTI ODBOR ZA ZAVRŠNI
RAD

Zagreb, 13. ožujka 2020.

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

ZAVRŠNI ZADATAK br. **5550**

Pristupnik: **Luka Baljkas (0135248045)**
Studij: **Inteligentni transportni sustavi i**
logistika Smjer: **Logistika**

Zadatak: **Planiranje kapaciteta logističkog sustava**

Opis zadatka:

U radu će se analizirati logistički sustav sa tržišta RH gdje će se posebna pažnja usmjeriti na postojeće kapacitete te potencijalne nedostatnosti. Prikupiti će se podaci vezani za opterećenja sustava te predložiti načini povećanja kapaciteta ukoliko je navedeno potrebno.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva
za završni ispit:

doc. dr. sc. Ivona Bajor

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

PLANIRANJE KAPACITETA LOGISTIČKOG SUSTAVA

LOGISTICS SYSTEM CAPACITY PLANNING

Mentor: dr. sc. Ivona Bajor

Student: Luka Baljkas, 0135248045

Zagreb, rujan 2020.

PLANIRANJE KAPACITETA LOGISTIČKOG SUSTAVA

SAŽETAK

Pri izradi logističkog sustava važno je znati ciljeve koji se žele ostvariti i postići. Logistički sustav može se shvatiti kao sustav čiji je primarni cilj zadovoljenje potreba krajnjeg korisnika radi ostvarenja komercijalne dobiti. Da bi sustav mogao pravilno funkcionirati, potrebno je da su svi dijelovi koji su uključeni u tok robe, od proizvodnje, skladištenja, do transporta i distribucije, informacijski povezani i fizički usklađeni. Veliku važnost treba pridodati planiranju i organiziranju sustava jer i najmanja greška može imati značajne posljedice koje se mogu očitati povećanjem troškova, smanjenjem dobiti tj. gubitkom interesa ili povjerenja krajnjeg potrošača. Planiranje kapaciteta važan je dio cijelog logističkog sustava, bilo to planiranje u količini proizvodnje, veličini skladišta, broju radnika ili količini potrebnog transporta.

Rad je podijeljen na dva dijela, prvi dio je teorijski koji se bavi definiranjem osnovnih pojmova logističkih procesa, a drugi dio obrađuje praktični primjer logističkih kapaciteta. Objasnjavanjem uloga nositelja logističkih procesa stječe se šira slika potreba sinkronizacije određenih dijelova koji izravno i/ili neizravno utječu jedni na drugo. Potom su objašnjene metode planiranja logističkih procesa te je posebna pozornost postavljena na pravodobno reagiranje prilikom izrade planova te odabira odgovarajućih postupaka za izradu što optimalnijeg sustava. U planiranju kapaciteta logističkih sustava ističe se važnost skladišnog prostora, kao i važnost transportnih usluga, u cilju izbjegavanja problema uskog grla čiji je uzrok loše planiranje procesa te neusklađenost tog dijela sustava s ostalim dijelovima. Glavni dio rada fokusiran je na planiranje i kontrolu kapaciteta te procesa pretovara, skladištenja i prijevoza aluminijskih trupaca u Luci Šibenik.

LOGISTICS SYSTEM CAPACITY PLANNING

SUMMARY

When designing a logistics system, it is important to know the goals you want to accomplish and achieve. A logistics system can be understood as a system whose primary goal is to meet the needs of the end user in order to achieve commercial profit. In order for the system to function properly, it is necessary that all parts involved in the flow of goods, from production, storage, to transport and distribution, are informationally connected and physically compatible. Great importance should be attached to the planning and organization of the system because even the slightest mistake can have significant consequences that can be seen in increased costs, reduced profits, ie. loss of interest or confidence of the end consumer. Capacity planning is an important part of the entire logistics system, be it planning in the amount of production, the size of the warehouse, the number of workers or the amount of transport required.

The paper is divided into two parts, the first part is theoretical, which deals with defining the basic concepts of logistics processes, and the second part deals with a practical example of logistics capacity. Explaining the roles of the bearers of logistics processes provides a broader picture of the need to synchronize certain parts that directly and /or indirectly affect each other. Then, the methods of planning logistics processes are explained, and special attention is paid to timely response when making plans and selecting appropriate procedures for making the most optimal system. The capacity planning of logistics systems emphasizes the importance of storage space, as well as the importance of transport services, in order to avoid the bottleneck problem caused by poor process planning and non-compliance of this part of the system with other parts. The main part of the paper is focused on the planning and control of capacity and the process of transshipment, storage and transportation of aluminum logs in the Port of Šibenik.

Sadržaj

1. UVOD.....	1
2. OSNOVE PLANIRANJA LOGISTIČKIH PROCESA	3
2.1 NOSITELJI LOGISTIČKIH PROCESA	4
2.2 METODE PLANIRANJA LOGISTIČKIH PROCESA	7
2.2.1 OPĆA METODA PLANIRANJA LOGISTIČKIH PROCESA.....	8
2.2.2 METODA PLANIRANJA LOGISTIČKIH PROCESA U FUNKCIJI DISTRIBUCIJSKIH KANALA.....	10
2.2.3 METODA PLANIRANJA LOGISTIČKIH PROCESA U FUNKCIJI OPSKRBNIH LANACA	12
2.2.4 METODA PLANIRANJA LOGISTIČKIH PROCESA U FUNKCIJI VREMENA	14
3. PLANIRANJE KAPACITETA LOGISTIČKOG SUSTAVA	18
3.1 PLANIRANJE KAPACITETA I PRILAGOĐAVANJE SKLADIŠNOG PROSTORA	20
3.2 PLANIRANJE KAPACITETA U TRANSPORTU	21
3.3 USKO GRLO	26
4. PRIMJER PLANIRANJA KAPACITETA LOGISTIČKOG SUSTAVA LUKE ŠIBENIK	28
4.1 PROBLEMATIKA LUKE ŠIBENIK.....	29
4.2 PLANIRANJE KAPACITETA PRILIKOM DOPREME, SKLADIŠTENJA I PRIJEVOZA ALUMINIJSKIH TRUPACA	30
5. MOGUĆNOST OPTIMIZACIJE LOGISTIČKOG SUSTAVA	37
6. ZAKLJUČAK	41
LITERATURA.....	42
POPIS SLIKA.....	43
POPIS TABLICA.....	44

1. UVOD

Logistika se može definirati kao upravljanje i organizacija tokova robe te planiranje procesa koji u konačnici pružaju trženu uslugu krajnjem korisniku. Može se reći da se logistika bavi savladavanjem prostora i vremena uz najmanje troškove, svojom organizacijom i planiranjem omogućava što bolji i efikasniji rad cijelog sustava tako da pospješuje kretanje proizvoda kroz sustav koristeći se organizacijskim, informacijskim te fizičkim metodama manipulacije za što veću optimizaciju sustava. Zadovoljstvo krajnjeg potrošača je primarni cilj, zadovoljavanjem njegovih potreba pravodobno i kvalitetno utječe se izravno na cijeli sustav. Logistički sustav mora biti spreman na stalne promjene u potražnji, na koje, ako ne odgovori pravodobno, može dovesti do velikih troškova i gubitaka. Zbog toga je cilj da logistički sustav bude optimalan te spreman da efikasno i što bolje odgovori na promjene u potražnji i na ostale probleme koje mogu nastati tijekom rada sustava.

Zadatak ovog završnog rada jest planiranje kapaciteta logističkih sustava. Uz teorijski dio o planiranju procesa logističkih sustava kao i planiranju fizičkih kapaciteta priloženo je praćenje i planiranje optimizacije kapaciteta na primjeru Luke Šibenik i iskrcaju aluminijskih trupaca. Završni rad je podijeljen na šest cjelina:

1. Uvod
2. Osnove planiranja logističkih procesa
3. Planiranje kapaciteta logističkog sustava
4. Primjer planiranja kapaciteta logističkog sustava Luke Šibenik
5. Mogućnost optimizacije logističkog procesa
6. Zaključak

U drugoj cjelini se upoznajemo sa osnovnim pojmovima u logističkim procesima. Njihovim nositeljima te sa metodama njihovog planiranja.

U trećoj cjelini doznajemo na koji se način vrši planiranje kapaciteta logističkog sustava u skladištenju i transportu te razlog nastajanja najčešćeg problema u fluidnosti sustava uskog grla.

U četvrtom poglavlju razglaba se o problematici pretovara i skladištenja aluminijskih trupaca u Luci Šibenik. Prati se vremenski učinak procesa, učinak radnika te smještaj i iskorištenost vanjskog skladišta.

U petom poglavlju razmatraju se mogućnosti optimizacije logističkog sustava na danom primjeru kao i za ostale logističke sustave.

2. OSNOVE PLANIRANJA LOGISTIČKIH PROCESA

Termin logistika potekao od francuske riječi *logistique*, što znači nabavka, snabdijevanje, a francuski termin je stigao od grčke riječi *logistikē* koja je značila „znanje praktičkog računanja“. Logistika u najširem značenju je snabdijevanje odnosno nabava, održavanje, zamjena i distribucija materijala i osoblja, odnosno djelatnost koja se bavi savladavanjem prostora i vremena uz najmanje troškove.¹ Cilj logistike je konstantno usavršavanje protoka robe i informacija kroz sustav; upravljanjem, organizacijom te optimizacijom procesa pojedinih dijelova logističkog sustava radi prosperiteta cijelog sustava.

Krajem 70-ih te početkom 80-ih u svijetu se pojavila potreba integracije funkcijskih područja unutar tvrtki. Upravljanje opskrbnim lancem proširuje pojam funkcijske integracije izvan jedne tvrtke na sve sudionike u opskrbnom lancu, stvarajući pojam integracije devedesetih godina. Tri glavna čimbenika razvoja logistike:

- Globalizacija - pojava novih tržišta, širenje postojećih, utjecaj za ekonomska mjerila uspješnosti
- Demografske sile - povećanje broja stanovnika, vrednovanje radne snage potreba za radnom snagom
- Informatizacija i kompjuterizacija - brzi razvoj senzorskih, informacijskih i TK tehnologija; primjena tehnologije pruža mogućnost ostvarivanja većeg prometa i ekonomske dobiti.²

Prostorno-vremenska metamorfoza dobara je osnovna funkcija logističkih sustava; s njenim ispunjenjem vezane su funkcije promjene količina i vrsta dobara te funkcije olakšavanja transformacije dobara. U logističke procese spadaju sljedeće funkcije:

- Transport; pregrupiranje i skladištenje
- Pakiranje i obilježavanje
- Dostavljanje i obrade naloga

Logistički sustav nije jedna velika cjelina nego ga čine više malih cjelovitih sustava zajedno tvoreći jedan funkcionalni sustav. Da bi se logistički procesi mogli izvršiti te da bi

¹ <http://www.logisticsworld.com/logistics.htm> (27.7.2020)

² Ivaković Č, Stanković R, Šafran M: Špedicija i logistički procesi, Zagreb, 2010, str. 227

logistički sustav mogao adekvatno te ispravno funkcionirati potrebno je ispravno funkcioniranje nositelja logističkih procesa.

2.1 NOSITELJI LOGISTIČKIH PROCESA

Da bi se logistika mogla adekvatno istraživati i usavršavati, te da bi se mogle definirati metode planiranja logističko-distribucijskih procesa, potrebno je definirati nositelje tih logističkih procesa ili elemente logističkog sustava. Prema praktičnim iskustvima raznih tvrtki u nositelje logističkih procesa ubrajaju se:

- Transport
- Skladištenje
- Zalihe
- Distribucija
- Manipulacije
- Čimbenik-čovjek
- Informacije, komunikacije i kontrola
- Integracija³

Transport igra važnu ulogu u logistici jer povezuje i okuplja logističke sustave u jednu cjelinu. Koristi prometnu infrastrukturu i suprastrukturu uz prostorno i vremensko savladavanje udaljenosti prevozeći robu, ljude i energiju te tako omogućujući proizvodnju prometne usluge. Pod poslove transporta podrazumijevaju se i sljedeći poslovi: ukrcaj, iskrcaj, prekrcaj, sortiranje, smještaj, slaganje, punjenje i pražnjenje kontejnera, obilježavanje itd. Da bi logistički sustav bio što efektivniji prijevoz mora biti neprekidan te što pouzdaniji, sa što manjim troškovima i što kraćim vremenom ispunjenja zadanih zadataka.

Skladište je čvor u logističkoj mreži u kojem se proizvodi privremeno zadržavaju ili prenose na drugi put koji vodi tom mrežom. Svojom funkcijom skladište osigurava više mogućnosti u manipuliranju prostornim i vremenskim aktivnostima. U širem smislu "skladište je pored

³ Ivaković Č, Stanković R, Šafran M: Špedicija i logistički procesi, Zagreb, 2010, str. 234

izgrađenog, zatvorenog ili poluzatvorenog , i neizgrađenog, ograđeni ili neograđeni prostor za uskladištenje robe i sve ono što je u neposrednoj vezi sa samim skladištem, a što predstavlja njegov sastavni dio".⁴

Roba koja je akumulirana na skladištu radi održavanja kontinuiranog protoka materijala između određenih dijelova logističkog sustava naziva se zalihamama. Količinu i obujam zaliha odlučuje veličina skladišta kao i njegova spremnost na manipulaciju zalihamama kao i politika skladištenja. Ostali aspekti koji također imaju ulogu u određivanju količine zaliha su tehnička i tehnološka opremljenost skladišta te broj osposobljenih radnika. Da bi zalihe bile isplative i adekvatne potrebno ih je pravovremeno i ispravno optimizirati. Optimizacija zaliha se može vršiti na više različitih načina ovisno o tome kakav je proizvodni kontinuitet i položaj te ponuda i potražnja na tržištu. Za adekvatno financijsko i prostorno iskorištenje, postoje sljedeće vrste zaliha: signalne zalihe, sigurnosne zalihe, maksimalne zalihe te minimalne zalihe.

Signalne zalihe - vrsta zaliha do koje, kada se dostigne količina postojećih zaliha, naručuju se nove, s tim da signalne zalihe moraju biti u tolikim količinama da zadovolje potrebe proizvodnje te potražnje dok ne stigne nova naručena količina zaliha.

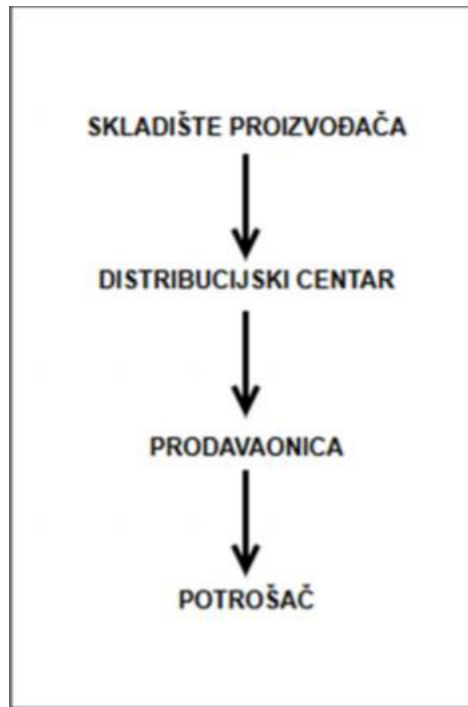
Sigurnosne zalihe - zalihe koje služe za adekvatno amortiziranje problema zakašnjenja ili zaustavljanja odnosno bilo kakvih problema koji ograničavaju postupak nabave novih zaliha.

Maksimalne zalihe - ukoliko nisu ekonomski opravdane su štetne za poduzeće. Prevelika količina zaliha (za kojom nema potrebe) tvori veće troškove u skladištenju odnosno zauzima se prostor koji se mogao iskoristiti za neku drugu vrstu proizvoda. Maksimalne zalihe su dobre za proizvode čija prodaja i potražnja varira tijekom godine te se tako osigurava od nestašice robe.

Minimalne zalihe - najmanja količina robe koja je potrebna da se pravovremeno zadovolje potrebe poduzeća.

Distribucija je promet dobara od proizvodnje do potrošača. Distribucija započinje kada se proizvod komercijalizira tj. onaj trenutak kada proizvod može biti utržišten. Distribucija je važan dio logističkog sustava na temelju koje potrošač ocjenjuje svoje zadovoljstvo sa samim sustavom. Ukoliko je distribucija ispravno planirana i organizirana, prema njoj se dalje mogu planirati ostali procesi u sustavu tako da cijelo planiranje bude u funkciji potreba korisnika.

⁴ Ferišak, V. Medveščak, I. Renko, F. Sremec, D. Šnajder, B.: Poslovna logistika, Informator, Zagreb, 1983, str. 233.



Slika 1 Fizička distribucija

Izvor: <https://repozitorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz%3A654/datastream/PDF/view> (6.8.2020)

Manipulacije su postupci i radnje kojima se manipulira s robom, osobljem te automatizacijom u svrhu vremenskog i prostornog optimiziranja logističkih aktivnosti. Jedni od najvažnijih procesa manipulacije su: pakiranje, paletizacija i kontejnerizacija. Pod manipulacije još spadaju i ukrcaj, iskrcaj, slaganje te održavanje temperature u skladištu gdje se nalazi roba.

Čimbenik čovjek - znanje i osposobljenost pojedinca uvelike utječu na logistički sustav. Čimbenik koji je pravodobno i ispravno osposobljen upravlja logističkim procesima mnogo stručnije te vjerojatnost da će kod pojave problema ispravno postupiti je znatno veća zbog njegove stručnosti i stečenog znanja. Ulaganje tvrtki u poboljšanje razumijevanja i mogućnosti radnika nije neuobičajena pojava. Tvrtka ulaganjem osigurava multidisciplinarnost jedne li više osoba, što u nekom dužem periodu znači veću sposobnost grupe ili pojedinca da svoju funkcionalnost provedu kroz dio ili cijeli logistički sustav, uz povećanje efikasnosti te direktnu/indirektnu financijsku dobit odnosno optimizaciju troškova. Intelektualni kapital je

kolaboracija, zajedničko učenje poduzeća i njegovih klijenata, koja stvara čvrstu sponu između njih i koja osigurava njihovu dugoročnu uspješnu poslovnu suradnju.⁵

Logistički sustav se sastoji od većeg broja manjih sustava koji, da bi cijeli sustav ispravno funkcionirao, moraju raditi u harmoniji. Obavljanje procesa u sustavu zahtijeva minimalno razmjenu informacija dvaju sektora. Ukoliko je informacija ispravna te pravovremena, sustav može funkcionirati ispravno. U današnje vrijeme kompjuterizacija sustava znatno poboljšava i ubrzava protok informacija. Proces i radnje se unaprijed mogu pripremiti te se sustav u cjelini može optimalnije iskoristiti. Sve informacije potrebno je skupljati temeljito i sustavno kako bi se pravodobno osigurao željeni stupanj potpunosti informacija.

Cilj logistike jest racionalizirati tokove (kretanje) robe na njezinu putu od proizvođača do konačnog potrošača.⁶ Da bi se realizirao zacrtani cilj potrebno je reorganizirati sve elemente logističkog sustava što znači da je sve vanjske procese poput transporta potrebno uskladiti sa svim unutarnjim procesima nekog skladišta ili proizvodne linije kao i sa svim ekonomskim, tehničkim, tehnološkim dijelovima sustava. Integracija znači spajanje više različitih te odvojenih sredina u jednu funkcionalnu i operativnu cjelinu.

2.2 METODE PLANIRANJA LOGISTIČKIH PROCESA

Kao što je rečeno, logistički sustav se sastoji od više različitih cjelina od kojih svaka zahtijeva samostalno i individualno organiziranje i planiranje u čijem je krajnjem cilju spremnost te funkcionalnost za izvršenje potrebnih zadaća. Zbog nepredvidljivosti poslovanja poduzeća ne može se definirati univerzalna, multifunkcionalna metoda koja je rješenje svakog problema. Iz tog razloga postoje određene opće obuhvatne okvirne metode, koje nam služe za pronalaženje približno ispravnog rješenja koje je podložno izmjenama radi prilagodbe sustavu.

⁵ Ferišak, V. Medveščak, I. Renko, F. Sremec, D. Šnajder, B.: Poslovna logistika, Informator, Zagreb, 1983, str. 233.

⁶ Ferišak, V. Medveščak, I. Renko, F. Sremec, D. Šnajder, B.: Poslovna logistika, Informator, Zagreb, 1983, str. 275.

Osnovne metode planiranja logističkih procesa su:

- Opća metoda planiranja logističkih procesa
- Metoda planiranja logističkih procesa u funkciji distribucijskih (marketinških) kanala
- Metoda planiranja logističkih procesa u funkciji opskrbnih lanaca
- Metoda planiranja logističkih procesa u funkciji vremena

2.2.1 OPĆA METODA PLANIRANJA LOGISTIČKIH PROCESA

Opća metoda planiranja logističkih procesa je univerzalna tj. vrlo općenita te se može primijeniti skoro svim slučajevima. Metoda je konstruirana na sljedeći način: predviđanje budućeg stanja, analiza logističke strategije, definiranje logističkog plana, upravljanje promjenom i vrednovanje dobivenih rezultata.

Predviđanje budućeg stanja- sastoji se od analiziranja podataka tržišta na koje poduzeće cilja te s obzirom na to izrađuje se strateški plan sukladno potrebama kupca kao definiranje logističkih potreba sustava u skladu sa pravnim, ekološkim te fizičkim ograničenjima i zahtjevima. Ovaj korak je ključan u općoj metodi radi planiranja strateških ciljeva, logističkih procesa te za definiranje opsega planiranja radi što veće iskoristivosti i isplativosti sustava na kojem se metoda primjenjuje.

Analiza logističke strategije se sastoji od razmatranja ponuđenih potencijalnih strategija te nam omogućuje optimiziranje određenih aktivnosti s ciljem poboljšanja efikasnosti sveukupnog procesa.

Definiranje logističkog plana vrši se kada se završi analiza logističke strategije. Tada se utvrđuju smjerovi kojima treba ići logistički plan da bi se ostvarili strateški postavljeni ciljevi. Ovaj proces nikada ne završava te sa vremenom se usavršava da bude što bolji te što efektivniji. Logističkim planiranjem se postavljaju godišnji ciljevi koje neko poduzeće treba izvršiti tijekom godine za koju je plan napravljen.

Završni korak u primjeni opće metode te izradi logističkog plana jest upravljanje promjenom tj. vođenje i upravljanje poduzeća kako bi se primijenili novi te moderniji načini upravljanja koji za posljedicu imaju poboljšanje sustava.

Postoji nekoliko aspekata za poboljšanje sustava da bi kontrola promjena bila efikasna:

1. Vidljiv plan

- Misija, ciljevi, orijentacija i specifični ciljevi za logističke aktivnosti moraju biti jasni
- Formalizirani postupak za razvoj logističke strategije i logističkog planiranja važna je aktivnost u ostvarivanju ciljeva korisničkih usluga i logistike
- Razvoj specifičnog plana važno je komunikacijsko sredstvo
- Vodeća logistička grupa mora povremeno (i formalno i neformalno) pojačati ključne orijentacije i ciljeve za logističku funkciju za logističku organizaciju u cjelini

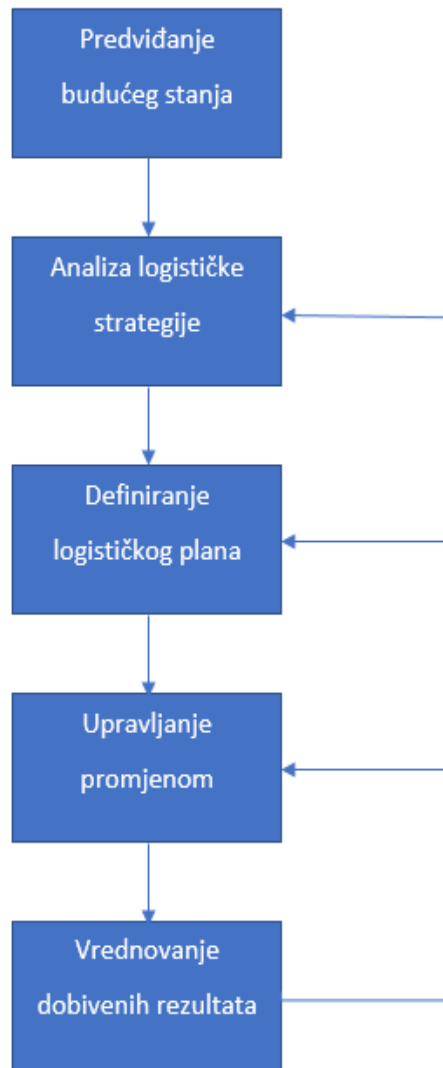
2. Vođa promjene

- Uspješna promjena je vjerojatnija uz vođu koji će predstaviti logistiku ostalim grupama te koji može spojiti i ujediniti logističku grupu
- Svaki logistički projekt u logističkom planu traži da netko za njega bude odgovoran i nadležan

3. Obrazovanje i treniranje

- Za uspjeh je potrebno obrazovanje i treniranje
- Obrazovanje se usredotočuje na razvitak potrebnog znanja sadržaja i procesnih vještina radi funkcioniranja u novoj okolini
- Uspješni logistički direktori su razvili tim kvalitetnih stručnjaka pružajući široku perspektivu menadžerima koja se proteže izvan granica njihovih pojedinačnih poslova, i namećući predviđanja, ciljeve imperitive koje organizacija mora postići kako bi bila uspješna⁷

⁷http://e-student.fpz.hr/Predmeti/P/Planiranje_logistickih_procesa/Novosti/Nastavni_materijali_5.pdf
(17.08.2020)

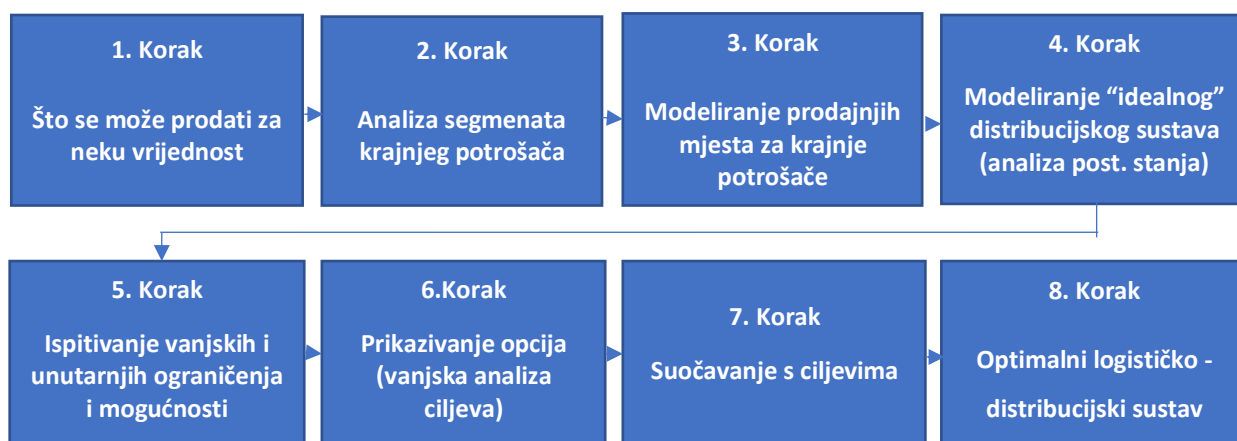


Slika 2 Skica opće metode planiranja logističkih procesa

Izvor: Izradio autor prema: Babić D.: Metode planiranja logističko distribucijskih procesa, znanstveni magistarski rad, Fakultet prometnih znanosti u Zagrebu, Zagreb, 2006.

2.2.2 METODA PLANIRANJA LOGISTIČKIH PROCESA U FUNKCIJI DISTRIBUCIJSKIH KANALA

Metoda planiranja logističkih procesa u funkciji distribucijskih kanala se sastoji od osam koraka. Razlog velikog broja koraka pri analiziranju jest važnost kvalitete donesenih odluka zbog dugoročnog planiranja distribucije.



Dijagram toka 1 Metoda planiranja logističkih procesa u funkciji distribucijskih kanala

Izradio autor prema : Babić D.: Metode planiranja logističko distribucijskih procesa, znanstveni magistarski rad, Fakultet prometnih znanosti u Zagrebu, Zagreb, 2006.

U prvom koraku metode važnost se predaje istraživanju želja i potreba potrošača. Cilj je da krajnji potrošač bude zadovoljan i zainteresiran za proizvod. Na toj ideji se temelje svi kanali u distribucijskoj mreži. Loša analiza potrebe potrošača može ozbiljno naštetiti distribucijskom sustavu jer trošenjem resursa za proizvod koji nije popularan ili nije tražen isplativost strmovito opada, iako, protivno nekim uvjerenjima, distribucija slab proizvod ne može učiniti jakim, marketinški napori mogu pojačati prodaju, ali samo kratkoročno. Stoga, analiza stanja i potreba korisnika je od ključne važnosti za ispravno funkcioniranje sustava.

Drugi korak je analiza segmenata krajnjeg potrošača. Ovaj korak ima važnu ulogu jer se prema njemu prilagođava cijela poslovna strategija poduzeća. Analizom potreba, želja, trendova potrošača i okrupnjivanjem podataka te njihovim analiziranjem se prilagođava cijena, promocija, prodaja i distribucija.

Treći korak je modeliranje prodajnih mjesta za krajnje potrošače. Fizičko okruženje u kojem se proizvod nalazi može imati znatan učinak na tijek prodaje proizvoda.

Četvrti korak je modeliranje "idealnog" distribucijskog sustava s analizom postojećeg stanja. Lokacija je jedna od najbitnijih aspekata distribucijskog sustava, što je manja udaljenost između prodajnih mjesta i distribucijskih centara poboljšavaju se robni tokovi, prijevoz robe, smanjuju se troškovi te je vrijeme isporuke optimizirano. Potražnja koju uzrokuju krajnji potrošači utječe na sveukupni sustav te za posljedicu ima povećanje isplativosti tog sustava.

Peti korak je ispitivanje vanjskih i unutarnjih ograničenja i mogućnosti. Ne postoji idealno poduzeće s idealnim distribucijskim kanalima. Svaka distribucijska mreža posjeduje svoja ograničenja koja se ne mogu u potpunosti ukloniti, ali se problematika njihova postojanja može svesti na minimum. Ekološki faktori, koji uvelike imaju utjecaj na vanjske faktore, što su raznolikiji, raznovrsniji, dinamičniji i nesigurniji, to zahtijevaju više kontrole nad ponašanjem članova kanala sa svim nepredvidivim okolnostima s kojima se susreće. Što se tiče unutarnjih faktora, vrlo je važna struktura i organizacija unutarnje politike poduzeća odnosno struktura organizacije. Ukoliko dođe do problema, uprava, kao i izvršni direktor, moraju pravovremeno uz veliko i ispravno poznavanje distribucijske mreže funkcionirati zajedno direktno i indirektno kako bi bila donesena odluka o promjeni dijela distribucijskog kanala u kojem je problem.

Šesti korak je prikazivanje opcija te vanjska analiza ciljeva. U ovom koraku poduzeće odabire najpovoljniju, najisplativiju odnosno najoptimalniji logističko-distribucijski sustav te se uz to analiziraju vanjski ciljevi.

Sedmi korak je suočavanje s ciljevima. S prikupljenim podacima iz prethodna šest koraka određuje se koja je opcija najprihvatljiviji odnosno najbliža željenom cilju. Kada se odabere jedna od ponuđenih opcija formira se optimalni logistički sustav koji je u službi toga cilja.

U zadnjem tj. osmom koraku se predstavlja optimalni logističko distribucijski sustav koji je načinjen da funkcionira uz razna unutarnja i vanjska ograničenja te da je orijentiran prema željenome cilju. Od sustava se ne traži da bude idealan, ali da ipak teži tomu, da je što isplativiji.

2.2.3 METODA PLANIRANJA LOGISTIČKIH PROCESA U FUNKCIJI OPSKRBNIH LANACA

Opskrbni lanci igraju važnu ulogu u logističkom sustavu stoga zahtijevaju poseban tretman. U ovoj metodi opskrbni lanci vode glavnu riječ te se prema njima organizira i planira cijeli sustav. Zbog toga što sve treba biti u harmoniji sa opskrbnim lancem prema njemu se podrazumijeva i planiranje logističke infrastrukture, informacijsko i kontrolnog sustava. Njihova funkcioniranje i organiziranost se očituje u pokazateljima učinkovitosti.

Prvi korak je definiranje logističko distribucijske infrastrukture. Da bi se mogla pružiti što bolja i kvalitetnija usluga potrebno je imati što bolju infrastrukturu koja će biti u stanju omogućiti sve potrebne procese te koja će moći podnijeti sva potrebna opterećenja. Infrastruktura utječe na mnogo aspekata kao što su smanjenje troškova, poboljšanje fluidnosti proizvoda kroz sustav te ekonomsko poboljšanje strukture subjekata koji su uključeni u ostvarivanje ciljeva logističkog sustava. Također u današnje vrijeme se preferira korištenje outsourcinga u kojem poduzeće povlači raznu infrastrukturu, ljudstvo i mehanizaciju koje se nalaze izvan i koje nisu fiksni dio glavnog logističkog sustava te na taj način se stvara novi logistički sustav koji je fleksibilniji na promjene nastale tijekom vremena.

Drugi korak je definiranje logističko distribucijskog informacijskog sustava. Da bi cijeli sustav mogao funkcionirati potrebna je neophodna sinkronizacija informacijskog toka sa robnim tokovima, od proizvodnje do krajnjeg potrošača potrebno je uspostaviti dobru komunikaciju. Na ovaj način se omogućava planiranje, praćenje i određivanje vremena od pojave nekog zahtjeva do konačne realizacije na osnovi realnih podataka.⁸

Treći korak je definiranje logističko distribucijskog kontrolnog sustava. Njegova funkcija je kontrola rada i nadziranje funkcioniranja procesa i aktivnosti unutar logističkog sustava uz pomoć informacijskog sustava.

Četvrti korak je organizacija opskrbnih lanaca. Analiza i uvođenje opskrbnih lanaca zahtijeva identificiranje njegove strukture odnosno članova ili sudionika, kritične veze između članova, procese koji moraju biti povezani sa svakim od ovih ključnih članova i tipove/razine integracije koji su potrebni za svaku poslovnu vezu. Cilj organizacije opskrbnih lanaca je maksimizacija konkurentnosti i profitabilnosti poduzeća, kao i cjelokupne mreže uključujući i krajnjeg korisnika. Iz tih razloga, integracija procesa i inicijativa reinženjeringa opskrbnih lanaca trebala bi biti postignuta podizanjem efikasnosti i efektivnosti svih procesa kod svih članova.⁹

Peti korak je praćenje reakcije kupaca pri čemu se koristi ECR (Efficient Customer Response) odnosno ono se bavi analizom kupaca. ECR se sastoji od dva osnovna načela:

⁸ Ivaković Č, Stanković R, Šafran M: Špedicija i logistički procesi, Zagreb, 2010, str. 315

⁹ Ivaković Č, Stanković R, Šafran M: Špedicija i logistički procesi, Zagreb, 2010, str.316

- Naglasak na potrošačima. Konstantno održavanje zadovoljstva kupaca te njihovo kontinuirano opskrbljivanje proizvodima i uslugama koje zadovoljavaju i nadilaze njihove želje.
- Zajednički rad. Davanje važnosti na složnost cijelog sustava u radu komunikaciji i rješavanju mogućih problema radi prosperiteta cijelog sustava i svih koji su sa njim povezani.

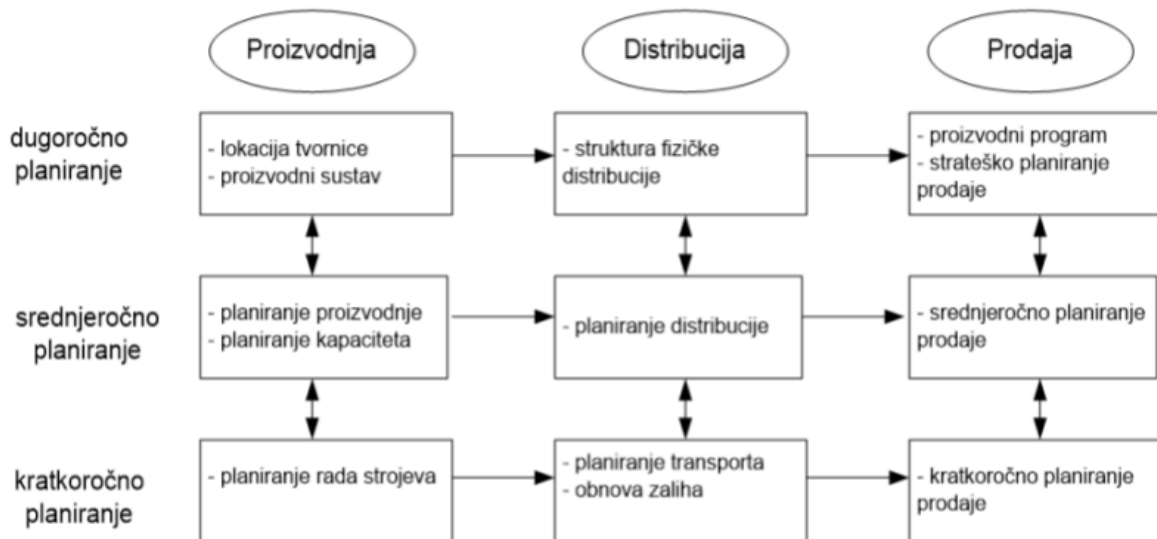
ECR potiče poduzeća da provode mjere unutar sljedeća tri područja:

- Ponude
- Potražnje
- Tehnolojske podrške

Peti korak u metodi planiranja opskrbnih lanaca u potpunosti je okrenut kupcu i njegovim željama. Kupci zahtijevaju da su proizvodi kvalitetni, da je asortiman raznolik, da je cijena adekvatna te da su dobavljači pouzdani odnosno da je proizvod uvijek dostupan. Pojedini svaki sektor u tom opskrbnom lancu ne može sam ispuniti sve zahtjeve kupaca, stoga da bi sve funkcioniralo te čak se i poboljšalo te postalo efikasnije, potrebna je suradnja, komunikacija i razmjena podataka svih sektora tog opskrbnog lanca na svim razinama koje potiče ECR.

2.2.4 METODA PLANIRANJA LOGISTIČKIH PROCESA U FUNKCIJI VREMENA

Metoda planiranja logističkih procesa obuhvaća dugoročno, srednjoročno te kratkoročno planiranje, a svako to planiranje ima određene zadatke proizvodnje, distribucije i prodaje. Cilj svih planiranja je što bolje pružanje usluge te što manji troškovi pojedinih sektora opskrbnog lanca uz što veću fleksibilnost pojedinih krajnjih dijelova koji su u bližem kontaktu sa samim potrošačem.



Slika 3 Metoda planiranja logističkih procesa u funkciji vremena

Izvor: Ivaković Č, Stanković R, Šafran M: Špedicija i logistički procesi, Zagreb, 2010

1. Dugoročno planiranje

- Pod dugoročno planiranje u proizvodnji spadaju lokacija, tvornice te proizvodni sustav. Zajedničko objema objektima jest to što su relativno, te u većini slučajeva fiksne. Jednom kada se odredi lokacije na kojoj će se vršiti proizvodnja, te koja je mehanizacija potrebna da se proizvodi određeni materijal, te se krene s proizvodnjom, financijski je jako izazovno mijenjati postrojenja i lokaciju jer to zahtjeva velike financijske te vremenske troškove i gubitke zbog obustave rada postojeće proizvodnje.
- U distribuciju spada struktura fizičke distribucije. Fizička distribucija obuhvaća broj i veličine skladišta kao i potrebne transportne veze te cross-docking točke. Cilj dugoročnog planiranja jest smanjiti troškove prijevoza zaliha, rukovanja te ulaganja u imovinu. Pravovremenom organizacijom te planiranjem unaprijed olakšava se fokusiranje na aspekte poslovanja koji imaju veću nepredvidljivost i čiji input podaci variraju tijekom dužeg perioda.
- Kod dugoročnog planiranja prodaje spadaju proizvodni program te strateško planiranje prodaje. Da bi se neki proizvod mogao napraviti potrebna je ciljana organizacija pojedinih komponenti i sirovina stoga njihova promjena nije fleksibilna te česta promjena programa nije adekvatan način poboljšanja ponude i efikasnosti. Izrada strateškog plana zahtijeva mnogo vremena te podataka

čijom se analizom utvrđuju potrebni uvjeti za optimalno poslovanje te na temelju čega se izrađuju i planiraju svi dijelovi nekog opskrbnog lanca.

2. Srednjoročno planiranje

- U srednjoročno planiranje proizvodnje spadaju planiranje proizvodnje i planiranje kapaciteta, radi se o tome da se prognozira buduća prodaja za proizvode koji se nalaze u specifičnim područjima. Prognoze se izrađuju na tjednoj ili mjesečnoj bazi za jednu godinu ili manje. Optimizacija kapaciteta na temelju izrađene prognoze dobiva se ispravnim odabirom količine sigurnosnih zaliha.
- Planiranje distribucije podrazumijeva planiranje transporta između skladišta i određivanje potrebnih razina zaliha. Izvedivi plan ispunjava procijenjenu potražnju i razmatra raspoložive kapacitete prijevoza i skladištenja istovremeno smanjujući relevantne troškove.¹⁰
- Glavni raspored proizvodnje – MPS (master production scheduling)
Pomoću MPS-a planira se proizvodnja te se u obzir uzimaju oscilacije u sezoni u potražnji te se izračunava okvir potrebnih količina prekovremenog rada. Na ovaj se način pokazuje kako koristiti raspoloživi proizvodni kapacitet jednog ili više postrojenja na rentabilniji način s ciljem uravnoteženosti između troška kapaciteta i troška sezonskih inventara.

3. Kratkoročno planiranje

- Kratkoročno planiranje obuhvaća narudžbu kupca za nekom robom koja je na zalihi, iz tog razloga može se razdvojiti ATP (available to promise) količine i angažirane zalihe. Kada kupac naruči proizvod, prodavatelj provjerava "on-line" može li ATP pokriti tu narudžbu te pretvara zatraženu količinu u angažiranu zalihi. ATP se izračunava tako da se količina doda na postojeće zalihe na raspolaganju i planirane proizvodne količine.
- Nadopunjavanje skladišta te planiranje prijevoza također spada u kratkoročno prognoziranje. Za pojedine proizvode nadopunjavanje skladišta obavlja se na

¹⁰ Ivaković Č, Stanković R, Šafran M: Špedicija i logistički procesi, Zagreb, 2010, str.322

dnevnoj bazi. Ovim planiranjem proučavaju se transportni kapaciteti te stvarne narudžbe kupaca.

- U kratkoročno planiranje još spadaju planiranje rada strojeva, kontrola pogonskog dijela, planiranje osoblja te naručivanje materijala. Planiranje rada strojeva vrši se prema količini robe koja je planirana za proizvodnju toga dana koja se temelji na dospijeću narudžba te raspoloživim kapacitetima. Kod planiranja osoblja se traži da je osoblje adekvatno obučeno te da posjeduje potrebno znanje za obavljanje dodijeljenih radnih zadaća.

3. PLANIRANJE KAPACITETA LOGISTIČKOG SUSTAVA

Na današnjem stupnju razvitka znanosti, tehnologije, proizvodnih snaga, proizvodnih i društvenih odnosa moglo bi se reći da je opći ili univerzalni logistički sustav sustav međusobno, svrsishodno povezanih i međutjecajnih podsustava i elemenata koji, pomoću logističke infrastrukture, logističke suprastrukture, logističkog intelektualnog kapitala (tj. logističkog ljudskog kapitala, logističkog strukturnog kapitala i logističkog potrošačkog kapitala) te drugih potencijala i resursa, omogućuju funkcionalno i djelotvorno povezivanje svih djelomičnih procesa savladavanja prostornih i vremenskih transformacija materijala, dobara, stvari, tvari, (polu)proizvoda, repromaterijala, živih životinja, kapitala, znanja, ljudi, informacija u sigurne, brze i racionalne (tj. optimalne) jedinstvene logističke procese, tokove i protoke materijala, kapitala, znanja, informacija od pošiljatelja (tj. isporuke: sirovinske baze, (polu)proizvođača, skladišta, terminala, prodavatelja izvoznika) preko točaka razdiobe ili koncentracije do primatelja (tj. točke primitka, točke odredišta: (polu)proizvođača, skladištara, terminala, kupca, uvoznika, korisnika, potrošača...), ali s ciljem da se uz minimalne uložene potencijale i resurse (ljudske, proizvodne, financijske) maksimalno zadovolje zahtjevi tržišta (tj. kupaca, korisnika, potrošača...). Odnosno opći logistički sustav je sustav međusobno, svrsishodno povezanih i međutjecajnih podsustava i elemenata koji, pomoću logističke infrastrukture, logističke suprastrukture, logističkog intelektualnog kapitala i drugih potencijala i resursa, u visokosofisticiranoj logističkoj industriji omogućuju uspješnu, učinkovitu i racionalnu proizvodnju logističkih proizvoda.¹¹

Kapacitet operacija označava gornju granicu objekta/postupka terećenja da svojom sposobnošću obavi zadani zadatak u određenom vremenu te pritom zadovolji postavljene ili tražene količine kapaciteta. Kapacitet opskrbnog lanca je maksimalna količina koju je poduzeće spremno pružiti u tom trenutku prilikom zahtjeva kupca u zadanom vremenskom roku, zadanom količini te u granicama efikasnosti i isplativosti.

Razlikujemo tri vrste kapaciteta:

- Dizajnirani kapacitet: maksimalna moguća propusnost u idealnim uvjetima
- Efektivni kapacitet: maksimalna realna propusnost u normalnim uvjetima

¹¹ R. Zelenika: Logistički sustavi, Rijeka, 2005, str. 214

- Stvarna propusnost: u pravilu nešto manja od efektivnog kapaciteta¹²

Kapacitet u logističkom sustavu možemo definirati kao potencijal gospodarskog ili tehničkog entiteta bilo koje vrste, veličine i strukture u određenom vremenskom razdoblju. Kapacitet može biti definiran kao :

- Skladišni kapacitet
- Kapacitet obavljanja poslova
- Transportni kapacitet
- Informacijski kapacitet

Skladišni kapacitet možemo definirati kao maksimalan broj utovarnih jedinica (paleta, kutija...) koje skladište može primiti. Zove se homogeni skladišni kapacitet, ako su sva skladišta dizajnirana na isti način, što uključuje dimenzije, nosivost, sigurnost, itd. Kapacitet obavljanja poslova uključuje sortiranje te manipulaciju robe tijekom skladištenjem ili pripremom za odvoz kao i utovar i istovar iz ili u transportno sredstvo. Uključuje unutarnji i vanjski tok robe kao i drugačija sredstva transporta i skladištenja. Znači kapacitet obavljanja poslova je čitava operativna moć obavljanja zadataka u određenom vremenskom periodu. Transportni kapacitet ovisi o modu kojim se sustav u tom trenutku koristi u to spadaju i veličine transportno-skladišnog prostora kao i dopušteni utovarni kapacitet. Stoga roba koja se priprema za transport određenim sredstvom se mjeri te se smišlja optimalni način da se što efikasnije preveze unutar ograničenja predstavljenih odabranim transportom. Informacijska logistika obuhvaća sakupljanje, pohranu, obradu te izlaz podataka koji su potrebni za kontrolu i praćenje protoka materijala i informacija u prometnom i skladišnom sustavu. Sastoji se od komponenata hardvera i softvera. Informacijski kapaciteti mogu se u vezi s tim definirati kao maksimalne performanse koje informacijski sustav može pružiti.¹³

Zbog različitosti u mehanizaciji, tehnologiji i ljudstvu ne pružaju svi dijelovi opskrbnog lanca jednaku propusnu moć. Iz tog razloga dolazi do stvaranja uskih grla koji kao pojava narušavaju fluidnost proizvoda u distribucijskom sustavu. Usko grlo će biti obrađeno u nastavku rada.

¹² Šafran, M.: Nastavni materijali iz kolegija „Planiranje logističkih procesa“, FPZ, Zagreb, 2014.

¹³ Klumpp, Matthias: Logistics capacity management, 2011, str. 20

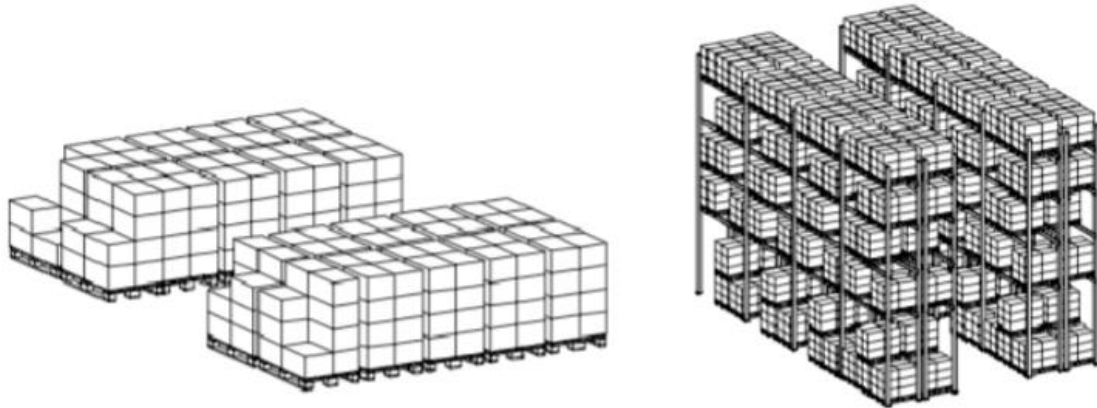
3.1 PLANIRANJE KAPACITETA I PRILAGODAVANJE SKLADIŠNOG PROSTORA

Skladištenje se može definirati kao međuspremnik između dolazne i odlazne robe. Potreba za skladištenjem javlja se kada su vremenska usklađenost i kvantitativna struktura robnih tokova desinhronizirani.¹⁴

Vrlo je važno osigurati konstantan dovod robe u skladište jer većinu prostora troše zalihe. Kapacitet skladišta je najveći broj utovarnih jedinica koje skladište može primiti. Osiguravanje konstantnog opskrbljivanja te njegova optimizacija omogućuje priliku za minimaliziranje troškova logističkih procesa te maksimiziranje iskoristivosti skladišta. Zbog različitih karakteristika robe tehničkih i fizičkih te zbog načina kompleksnosti rukovanja pojedinom robom prilikom utovara, istovara te skladištenja, postoji više vrsta skladišta koji se razlikuju po svojim tehničkim obilježjima. Svaka vrsta tereta zahtijeva posebni skladišni prostor i posebnu mehanizaciju. Tekući teret zahtijeva velike tankove koji moraju odgovarati zaštitnim i tehničkim zahtjevima različitih tekućina. Također održavanje čistoće je jedan od uvjeta uporabe takvih tankova. Tekući teret zahtijeva cijevi, pumpe i posebna vozila(cisterne) za pretovar i utovar. Većina skladišta za rasuti teret su jednostavne građe bili to silosi koji obično služe za skladištenje prehrambene robe te zbog toga mora zadovoljavati različite sigurnosne te higijenske uvijete ili skladišta jednostavne strukture za pohranu rasutog tereta čije stanje nije od neke velike važnosti. Za njihov pretovar, utovar i manipulaciju potrebni su posebni transporter koji su namijenjena baš toj robi te isto tako i mehanizacija koja je specijalno namijenjena/opremljena za tu vrstu tereta. Generalni teret je najčešća vrsta robe čije skladištenje zahtijeva dodatnu organizaciju prostora te sustava skladištenja zbog količine različitih vrsta robe, različite namjene, zbog razlike u kurentnosti, te zbog različitih vlasnika robe. Da bi se svi ti zahtjevi mogli ispuniti skladišta za generalni teret moraju biti pomno organizirana u skladu sa različitim zahtjevima vlasnika/kupaca robe. Mehanizacija koja najčešće sudjeluje u tim procesima su viljuškari čija je karakteristika dobra pokretljivost u manjim prostorima te mogućnost skladištenja robe na višim razinama. Generalni teret je moguće skladištiti vertikalno u takozvanu "galeriju", ali postoje i skladišta gdje je roba postavljena tako da je lako dostupna bez upotrebe posebne mehanizacije ili dodatnih alata. Ovaj

¹⁴ Klumpp, Matthias: Logistics capacity management, 2011, str. 28

način skladištenja je povezan sa nedovoljno iskorištenim prostorom tj. nedovoljno vertikalnom iskoristivošću prostora.



Slika 4 Načini skladištenja paletnih jedinica

Izvor: Klumpp, Matthias: Logistics capacity management, 2011

Planiranje skladišta također ovisi o dolaznim i odlaznim pošiljkama koje je potrebno analizirati te uzeti u obzir frekvenciju pošiljaka, prosječno utovarno vrijeme, te broj transportnih entiteta po jednoj pošiljci kao i njihove transportne mogućnosti. Svakako planiranje opskrbe kapaciteta ovisi o dinamičkom okruženju i zato ga treba redovito kontrolirati, u slučaju da se promijene uvjeti ili potrebe skladištenja, kako bi se osigurali učinkoviti zahtjevi za osiguravanjem obavljanja zadataka.¹⁵

3.2 PLANIRANJE KAPACITETA U TRANSPORTU

Teretni promet je uglavnom moguće organizirati kopnom, zrakom ili morem. Nadalje, teretni promet može se podijeliti na prijevozna sredstva: Kopneni prijevoz može se organizirati kao cestovni prijevoz, željeznički prijevoz ili prijevoz cjevovoda. Dalje postoji i prijevoz zrakom tj. zračni prijevoz, a za vodni prijevoz razlikujemo promet u unutarnjim vodama i pomorskim putem. Roba se općenito može svrstati u različite vrste: Opći teret, rasuti teret, plin

¹⁵ Klumpp, Matthias: Logistics capacity management, 2011, str. 29

i tekućine. Te različite vrste robe zahtijevaju različite specifikacije u vezi s njihovim prijevoznim sredstvima. Zahtjevi za prijevozom s jedne strane ovise o vertikalnoj strukturi distribucijskog sustava, što je definirano kao slojevitost skladišnih razina unutar distribucijskog sustava od kraja proizvodnje do kupca. To se naziva raspodjela one-level kada je raspoređivanje robe otpremljeno iz jednog središnjeg skladišta prema kupcima. Višeslojna distribucija ili multi-level uključuje nekoliko razina skladišta (skladište u proizvodnom pogonu, centralno skladište, regionalno skladište, distribucijsko skladište) koje ispunjavaju različite zadatke. Ovisno o prometnog puta, postoje različiti zahtjevi za kapacitetom.¹⁶

Da bi određena prijevozna ponuda zadovoljila potražnju nije dovoljno samo prijevozno sredstvo odgovarajuće namjene i nosivosti, već to prijevozno sredstvo mora biti spremno ukrcaj robe u zadanom terminu, a njegov kapacitet mora biti ponuđen za prijevoz na zadanom prijevoznom putu. S tim u vezi, karakter tržišta prijevoznih kapaciteta određuju sljedeće glavne značajke:

- Prostorna određenost- proizvodnja prometne usluge vezana je uz savladavanje određenih prostornih udaljenosti, stoga je organizacija tržišta uvjetovana razdiobom prijevoznih supstrata na pojedine prometne pravce(prijevozne relacije)
- Međunarodni karakter- tržište prijevoznih kapaciteta u prijevoznom smislu uključuje različite države između kojih se odvija robna razmjena, te je kao takvo dio svjetskog tržišta. Međunarodni karakter očituje se u različitoj državnoj pripadnosti njegovih subjekata
- Liberalnost- većina današnjih prijevoznika su u privatnom vlasništvu što se očituje u načinju formiranja cijena, ali korisnici prijevoza imaju pravo na slobodu u izboru ponude
- Kolebanje potražnje- u razmatranju prijevozne potražnje treba razlikovati pojave različitih intenziteta i tendencija, koje po svojem karakteru mogu biti:
 - Trendovi koji se općenito protežu tijekom dužih razdoblja i koji predstavljaju razvojne tendencije nacionalnih gospodarstava pojedinih zemalja i time generirane međunarodne robne razmjene

¹⁶ Klumpp, Matthias: Logistics capacity management, 2011, str. 32

- Periodička kretanja, koja su vezana uz određene termine ili godišnjih doba, kao posljedica sezonskih kolebanja međunarodne robne razmjene (kampanje pojedinih vrsta sezonskih roba)
 - Nepravilna kolebanja, koja prekidaju ustaljene prometne tokove (političko-sigurnosni utjecaji, štrajkovi, prirodne nepogode..)
- Tromost ponude stanje ponude je funkcija ukupne kvantitete i kvalitete prijevoznih kapaciteta u prometu, no unatoč tomu što predstavlja odgovor na zahtjeve prometne potražnje, ponuda ne može kontinuirano pratiti dinamiku promjena tih zahtjeva. Dva su glavna razloga za to:
 - Nabava i održavanje, kao i promjena strukture voznog parka (flote), osim stručnog planiranja iziskuje i značajna financijska ulaganja
 - Proizvodnja prijevozne usluge osim odgovarajućih prijevoznih sredstava podrazumijeva i postojanje odgovarajuće infrastrukture (prometnica, luka, terminala..)

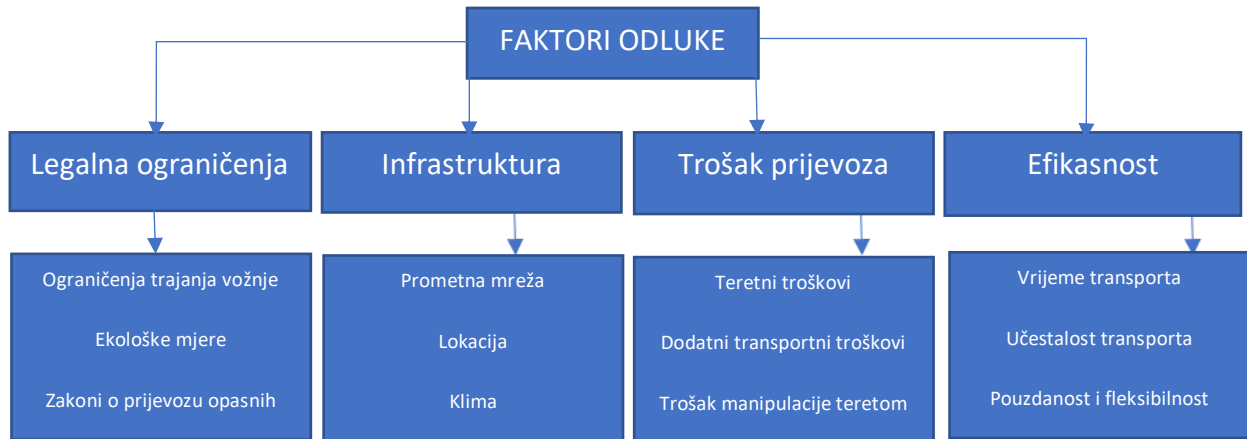
Niti jedno ni drugo nije moguće realizirati ili mijenjati dinamikom promjena prijevozne potražnje.¹⁷

Da bi se kapacitet transportnog sredstva efikasno iskoristio te da bi se ubrzao i olakšao proces manipulacije utovara i istovara roba mora biti u paketu tj. mora biti minimalno okrupnjena da bi se optimizirao cijeli proces. Ukoliko prijevoz kreće od proizvodnog pogona ili iz glavnog skladišta direktno ka više kupaca, postoji mogućnost da teretni kapacitet ne bude optimalno iskorišten zbog različitih naručenih količina kupaca. Primjena optimalnih prijevoznih sredstava zahtijeva poznavanje vrste robe koja se prevozi, količina poslana roba, udaljenost od mjesta početka dostave do odredišta kao i traženo vrijeme isporuke.

Svaka roba ima različite karakteristike koje zahtijevaju različitu manipulaciju i održavanje. Zahtjevi koji se mogu pojaviti sa određenim karakteristikama robe su: pokvarljivost, požarna opasnost, osjetljivost i krhkost, opasnost od skupljanja tj. gubitka teksture, vrijednost.

¹⁷ Ivaković Č, Stanković R, Šafran M: Špedicija i logistički procesi, Zagreb, 2010, str. 50

Nadalje, izbor prijevoznih sredstava provest će se u skladu s logističkim ciljevima poduzeća. Prijevozno sredstvo je odabrano prema tome može li ili ne postići ciljeve. Izbor prijevozna sredstva posebno ovise o različitim čimbenicima prikazanim u sljedećoj tablici.



Dijagram toka 2 Faktori odluke u transportu

Izradio autor prema: Klumpp, Matthias: Logistics capacity management, 2011

Daljnji važan parametar za odgovarajući odabir prijevoznih sredstava, kao i planiranje kapaciteta jest karakter i obujam tovarnog prostora u odnosu na pakiranje roba koja se prevozi. Pakiranje je definirano kao "stvaranje paketa / pakirane jedinice kombiniranjem ambalažne robe i pakiranje primjenom postupaka pakiranja, ručno ili upotrebom strojevi ili uređaji za pakiranje.

„18

Kao i kod skladištenja, pakiranje robe ima značajnu funkciju. Potrebno je da paket pruži optimalnu iskorištenost transportnog volumena i po dizajnu i po dimenziji. U isto vrijeme težina treba biti što manja. Daljnji zahtjevi za pakiranje su: otpornost na udarce, jednostavno slaganje i rukovanje itd. Budući da pakiranje ima veliki utjecaj na logističke procese čak i relativno male promjene mogu biti korisne stoga treba ga kontinuirano analizirati i poboljšavati. Ujedinjenje je proces stvaranja logističkih jedinica. To je definirano kao združivanje robe u glavne logističke jedinice kako bi se pomoglo pri rukovanju i kvantifikaciji robe te se samim tim minimiziraju se troškovi prijevoza. Uvjeti za pakiranje su između ostalog standardizacija ambalaže i dizajna, kao i mogućnost sklapanja. U osnovi, svu ambalažu mogu koristiti za izgradnju logističke jedinice. Pakiranje koje se najčešće koristi jesu palete. To je jedinica za utovar koja se može koristiti za prijevoz, skladištenje i slaganje s viličarima ili drugim

¹⁸ <https://www.en-standard.eu> (28.08.2020)

transporterima. Postoji nekoliko različitih dizajna palete, na primjer ravna paleta ili kutija. Standardizirana paleta s dimenzijama 800 mm x 1200 mm naziva se euro paleta i često se koristi za zbirni prijevoz.¹⁹

Svako prijevozno sredstvo ima svoj unaprijed određeni kapacitet čije su karakteristike u okviru dogovorenih standarda kao dimenzije i dopuštena nosivost. Iz tog razloga se roba mjeri u ambalažnim jedinicama, utovarnim jedinicama ili količinskim jedinicama (za rasuti teret). Tablica 1 prikazuje nosivost odabranih sredstava prijevoza u najčešće korištenim utovarnim jedinicama.

Tablica 1 Kapaciteti transportnih sredstava

Tablicu 1 je izradio autor prema: Klumpp, Matthias: Logistics capacity management, 2011

Transportna sredstva	Nosivost (t)	Kapacitet Broj utovarnih jedinica
Cestovni prijevoz		
Laka dostavna vozila	0.6 , 0.9- 2.8	1 EUP , 3 – 5 EUP
Kamion	3 – 12	12 – 16 EUP
Kamion sa prikolicom	25	32 EUP
Tegljač	25	28 – 32 EUP (ovisi o duljini prikolice)
Željeznički prijevoz		
Standardni vagoni:		
• Dvoosovinski	25 – 30	18 EUP , 1 TEU
• Četveroosovinski	50 - 60	36 EUP , 2 TEU
• S osam osovina	105	60 EUP , 4 TEU
Pomorski prijevoz		
Kontejnerski brodovi	214130	do 21413 TEU
Unutarnji plovni putevi		
Kontejnerski brodovi	3000	do 60 TEU
Zračni prijevoz		
Teretni avion	110(ovisi o vrsti zrakoplova)	1 – 2 TEU(ograničeno dimenzijama)

TEU (twenty-foot equivalent unit), EUP (euro paleta)

¹⁹ Klumpp, Matthias: Logistics capacity management, 2011, str. 34

Prilikom organizacije transporta pošiljatelj u većini slučajeva kupuje transportnu uslugu odnosno koristi špediterske tvrtke ili pružatelje logističkih usluga (3PL) pri organiziranju prijevoza za vlastite potrebe. Kod kupovanja prijevozne usluge se traži da je dostupna u vremenskom periodu kada je potrebna, da posjeduje odgovarajuću opremu i kapacitete uz pružanje kvalitetne usluge te da je pouzdana i što ekonomičnija. Da se pošiljatelji ne bi dodatno opterećivali i gubili svoje vrijeme u planiranje prijevoza, te da imaju priliku to vrijeme korisnije iskoristiti, u planiranje prijevoza uključuju špeditere i pružatelje logističkih usluga. Špediteri su primarno posrednici na strani potražnje. Za račun svojih komitenata (korisnika prijevoza) zaključuju i ugovaraju prijevozne kapacitete, bilo izravno sa prijevoznicima ili preko agenata.²⁰ Pružatelji logističkih usluga (3PL) su vanjski davatelji logističkih usluga, tj. poduzeće specijalizirano za pružanje cjelovitih skladišnih, prekrcajno-manipulacijskih i transportnih usluga, koje preuzima organizaciju i provedbu određenog dijela opskrbnog lanca korisnika. Obveza prijevoznika jest utovarenu robu prevesti na određenu točku te dostaviti je primatelju u istom stanju u kakvom ju je i primio.

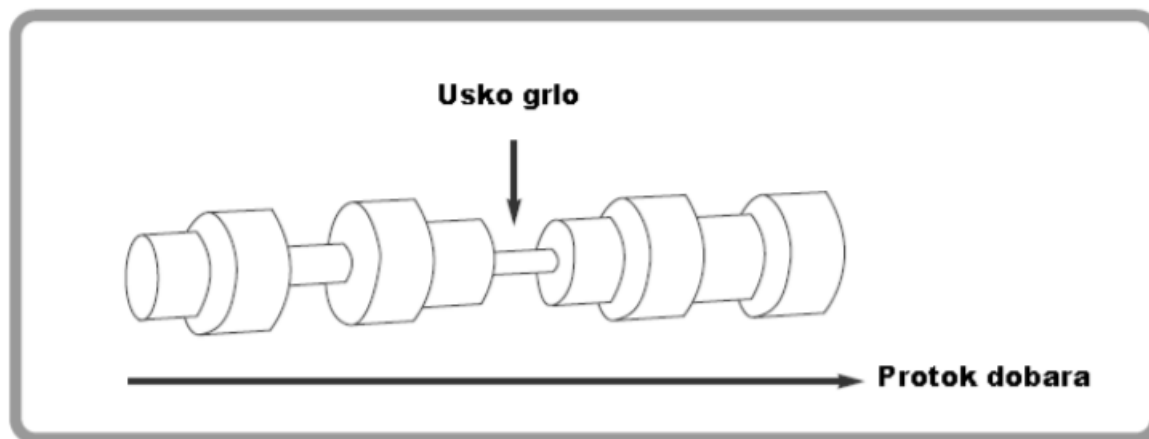
3.3 USKO GRLO

Usko grlo je mjesto zagušenja u proizvodnom sustavu koje nastaje kad radni tereti stignu prebrzo da bi se proizvodni ili operacijski procesi mogli nositi s njima. Neučinkovitost koju donosi usko grlo često stvara kašnjenja i veće proizvodne troškove. Usko grlo može imati značajan utjecaj na tijek proizvodnje i može naglo povećati vrijeme i troškove proizvodnje. Tvrtke su više izložene riziku zbog uskih grla kada započnu proizvodni proces za novi proizvod. To je zato što može doći do nedostataka u procesu koji tvrtka mora prepoznati i ispraviti; ova situacija zahtijeva više nadzora i preciznijeg podešavanja. Operativni se menadžment bavi kontrolom proizvodnog procesa, utvrđivanjem potencijalnih uskih grla prije nego što se pojave i pronalaženjem učinkovitih rješenja. Usko grlo utječe na razinu proizvodnih kapaciteta koje tvrtka može postići svakog mjeseca. Teoretski kapacitet pretpostavlja da poduzeće može u svakom trenutku proizvoditi maksimalni kapacitet. Ovaj koncept ne pretpostavlja kvarove strojeva, stanke u kupaonicama ili odmore zaposlenika. Budući da teoretski kapacitet nije realan, većina poduzeća koristi praktični kapacitet za upravljanje proizvodnjom. Ova razina

²⁰ Ivaković Č, Stanković R, Šafran M: Špedicija i logistički procesi, Zagreb, 2010, str. 51

kapaciteta pretpostavlja zastoje za popravke strojeva i odmore zaposlenika. Praktični kapacitet pruža raspon za koji različiti procesi mogu učinkovito raditi, a da se ne kvare. Pređite optimalni raspon i rizik se povećava uskim grlom uslijed kvara jednog ili više procesa. Ako tvrtka utvrdi da je njezin proizvodni kapacitet nedovoljan za postizanje svojih proizvodnih ciljeva, na raspolaganju joj je nekoliko mogućnosti. Uprava tvrtke mogla bi odlučiti smanjiti svoje proizvodne ciljeve kako bi ih uskladila s njihovim proizvodnim kapacitetima. Ili bi mogli raditi na pronalaženju rješenja koja istovremeno sprečavaju uska grla i povećavaju proizvodnju. Tvrtke se često koriste alatima i metodama planiranja zahtjeva za kapacitetom (CRP) kako bi odredile i ispunile proizvodne ciljeve.²¹

Planiranje zahtjeva za kapacitetom (CRP) postupak je prepoznavanja raspoloživih proizvodnih kapaciteta tvrtke i može li ispuniti svoje proizvodne ciljeve. CRP metoda prvo procjenjuje planirani proizvodni plan tvrtke. Zatim, planiranje zahtjeva za kapacitetom odmjerava ovaj raspored prema stvarnim proizvodnim mogućnostima tvrtke kako bi se utvrdilo može li trenutni kapacitet uspješno ispuniti postojeći raspored proizvodnje.²² U globalu usko grlo predstavlja nedostatak kapaciteta u proizvodnji, ljudstvu, prijevozu, mehanizaciji, odnosno u svim dijelovima distribucijskog lanca čija propusna moć ne odgovara toku i fluidnosti ostalih dijelova koji sudjeluju u procesu dovoda robe ili proizvoda od proizvođača do krajnjeg kupca.



Slika 5 Usko grlo

Izvor: Nastavni materijal: Upravljanje zalihama, Zagreb, 2014

²¹ <https://www.investopedia.com/terms/b/bottleneck.asp> (28.08.2020)

²² <https://www.investopedia.com/terms/c/capacity-requirements-planning.asp> (28.08.2020)

4. PRIMJER PLANIRANJA KAPACITETA LOGISTIČKOG SUSTAVA LUKE ŠIBENIK

Luka Šibenik je 1834. godine bila dio eksploatacije ugljena u Drniško-siveričkom bazenu u količinama od 60000 do 70000 tona godišnje. Iz Luke Šibenik ugljen je dalje plovio za Trst, Siriju, Tursku i Egipat. 1877. godine dolazi do završetka izgradnje željezničke pruge Siverić-Šibenik te je time šibenska luka povezana sa svojim zaleđem. Nadalje, 1906. započela je gradnja operativne obale dužine 437 metara, a dovršena je 1921. U međuvremenu, 1910. Luka Šibenik počinje se polagano modernizirati te nabavlja svoju prvu lučku mehanizaciju, točnije mosne dizalice.

1925. godine dolazi do završetka izgradnje ličke pruge te je to doprinijelo poboljšanju povezanosti Luke Šibenik sa svojim zaleđem. Imajući na umu da će izgradnja ličke pruge uvelike povećati promet u samoj Luci, započeta je izgradnja operativne obale gat Vrulje, duljine 346 metara, dubine 7 - 10 metara. Nakon otvaranja Unske pruge 1949. godine Šibenska Luka bilježi znatno povećanje prometa pa je tako 1949. dovršena izgradnja obale Dobrika dužine 144 m, a na poluotoku Rogač započeta je izgradnja obale i skladišta za rasute terete. Do 1945. godine Luka Šibenik se proširila izgradnjom obale od 125 metara te je sa 67000 m² otvorenog prostora postala luka za rasuti teret.

Daljnijim ulaganjem u modernizaciju mehanizacije i transportnih sredstava te pristupa, Luka Šibenik 1958. godine završava s ugradnjom portalnih i mosnih dizalica na obalama Dobrika i Rogač te izgradnja kolosiječnog spoja s ranžirnom stanicom Ražine preko južnog dijela Luke gdje je izgrađena vlastita ranžirna stanica. 1982. godine izgradnjom terminala za rasuti teret Luka Šibenik se specijalizira za fosfat i umjetna gnojiva.

U današnje vrijeme Luka Šibenik ostvaruje godišnji promet od 300 tisuća tona robe u pretovaru dok je za vrijeme prije rata ta brojka bila i do milijun tona godišnje. U budućnosti, na razmatranju je izgradnja još jedne obale za generalni teret kao i poboljšanje prometne infrastrukture unutar Luke Šibenik, što bi značilo više iskoristivog prostora u svrhu vanjskog skladišta, kao i veću mobilnost pokretne dizalice 180 Liebherr, kupljene 2017., pomoću koje bi se povećala iskoristivost ostalih obala u luci. U daljnjem dijelu rada obradit će se problematika kapaciteta Luke Šibenik, prijevoz, otprema i doprema AL trupaca.

4.1 PROBLEMATIKA LUKE ŠIBENIK

Problematika Luke Šibenik proizlazi iz neiskorištenosti prostora, postojećih kapaciteta, ostarjelosti te nedostatka opreme i mehanizacije.



Slika 6 Luka Šibenik

Izvor: <http://lukasibenik.hr> (30.08.2020)

Obala Dobrika duga je 240 m, kapacitet terminala je 1000000 tona godišnje, dubina obale je 9,8 m, a kapacitet istovara brodoiskrcivača Siwertell (1980.), koji radi sa pužnim transporterom, je 400 t/h. Terminal Dobrika je primarno vezan za fosfat. Od nagiba traka do načina skladištenja, koje je direktno i bez zaštite naslonjeno na голу stijenu, faktori su koji stvaraju problem prilikom kiša te može doći do reakcije materijala sa vodom te na taj način otežati manipulaciju pri istovaru iz skladišta, ali i uništiti sam materijal.

Obala Rogač na kojoj se temelji primjer u ovom radu služi za generalni i rasuti teret (umjetna gnojiva), dužina obale je 400 metara, a gaz je 10 metara. Veličina otvorenog skladišta s betoniranim površinama iznosi 20000 m², s dvije dizalice po 50 tona nosivosti i mobilnom dizalicom Liebherr 180 sa 64 tona nosivosti, koja je kupljena 2017. s ciljem modernizacije mehanizacije. Zadnja obala namijenjena je za utovar, pretovar i skladištenje drvene građe. Problem ove obale nalazi se u tome što je dubina obale samo 7 m, te, ukoliko brod ne posjeduje

vlastite dizalice, nije moguće prebaciti teret sa broda na kopno niti obrnuto. Taj problem je riješen tako što se drvo odvozi na jedan od dva postojeća terminala (ovisno koji je dostupan) te se tamo vrši utovar pomoću mobilne dizalice Liebherr 180. Skladišni kapacitet drvene građe zatvorenih skladišta i nadstrešnice iznosi 13500 m², dok otvorena i asfaltirana skladišta posjeduju 55000 m². Problem Luke Šibenik se nalazi u neadekvatnoj infrastrukturi te u neodržavanju postojeće. Kao što se može vidjeti na Slici 6, područje drvene građe je nedostupno mobilnoj dizalici zbog lošeg terena. Također, sa Slike 6 možemo primijetiti da je svaka obala povezana s prugom te da obala namijenjena za drvenu građu ima zatvoreni dio pruge koji je prije služio za utovar tijekom lošeg vremena, ali danas više nije u funkciji. Kao i većina tvrtki, Luka Šibenik se nalazi u problemu nedostatka radnika. Luka Šibenik zapošljava sveukupno 100 ljudi (uprava + radnici).

4.2 PLANIRANJE KAPACITETA PRILIKOM DOPREME, SKLADIŠTENJA I PRIJEVOZA ALUMINIJSKIH TRUPACA

Proizvođač aluminijskih blokova RUSAL Marketing GmbH Switzerland je vodeći svjetski proizvođač aluminija i jedan od najvećih svjetskih proizvođača glinice (aluminijev oksid). Tvrтка je osnovana 2000. godine, a nakon spajanja sa SUAL-om i imovinom glinice Glencore, postala je svjetski lider aluminijske industrije 2007. godine. RUSAL Marketing šalje aluminijske trupce brodom po narudžbi jednog ili više kupaca u Luku Šibenik. U ovom slučaju, dijelu tereta, točnije 12 okrupnjenih jedinica aluminijskih trupaca, vlasnik je Mint Automotive Europe u Srbiji.

Brod kojim se šalju aluminijski blokovi je brod za generalni teret naziva "MIRA AKAY". Duljina preko svega ovog broda je 101.5 metara, dok je širina 16.4 metra. Kapacitet broda je 250 tona. Prije samog polaska iz luke ukrcaja potrebno je odrediti luku iskrcaja. Moguća luka iskrcaja se kontaktira te se provjerava raspoloživost i mogućnost ispostave robe. Otpremnik elektroničkim putem daje komercijalnom sektoru podatke o brodu da se utvrdi može li se uopće prihvatiti brod takvih karakteristika, provjeravaju kapaciteti i mogućnosti luke je li adekvatna da primi vrstu tereta koji se prevozi, provjerava se odgovaraju li gabariti broda luci te, je li u slučaju Luke Šibenik, prolazak kroz šibenski kanal Sv. Ante uopće moguć. Nakon što su dostavljeni svi potrebni podaci te nakon što se utvrdilo da je Luka Šibenik adekvatna, brod zajedno sa svojim teretom kreće u realizaciju tog plana. Obala na koju brod pristaje, ukoliko je

u pitanju generalni teret, je obala Rogač. Maksimalni gaz obale Rogač je 10 metara dok je dužina same obale 400 metara te sadrži tri veza. Veličina otvorenog skladišta s betoniranim površinama jest 20 000 m².

U procesu iskrcaja blokova moguće je koristiti dvije obalne dizalice, svaka nosivosti 50 tona, te jedna mobilna dizalica Liebherr 180 (u daljnjem dijelu teksta LHM) kapaciteta nosivosti 64 tone. U ovom slučaju koristi se mobilna dizalica. Dolaskom u luku u procesu istovara trupaca osoba koja je zadužena za kontrolu, a to bi bio rukovoditelj skladišno-brojačke službe, kontrolira količinu aluminijskih trupaca po svakoj individualnoj otpremnici.

Prilikom iskrcaja, dizalica postavlja okrupnjene trupce na daske koje su postavljene tako da odgovaraju potrebama prijevoza viljuškarom koji ih, nakon što ih preuzme, odnosi do vanjskog skladišta te se roba sortira prema tereticama.



Slika 7 Aluminijski trupac 6063

Izvor: https://www.alibaba.com/product-detail/Aluminum-Billet-6063_111813057.html

Aluminijski trupci su svi istih dimenzija, a to su: 152 x 7000 mm. Svaki trupac je težine 337.5 kg, a jedna okrupnjena jedinica čini 6 trupaca ukupne mase 2025 kg.

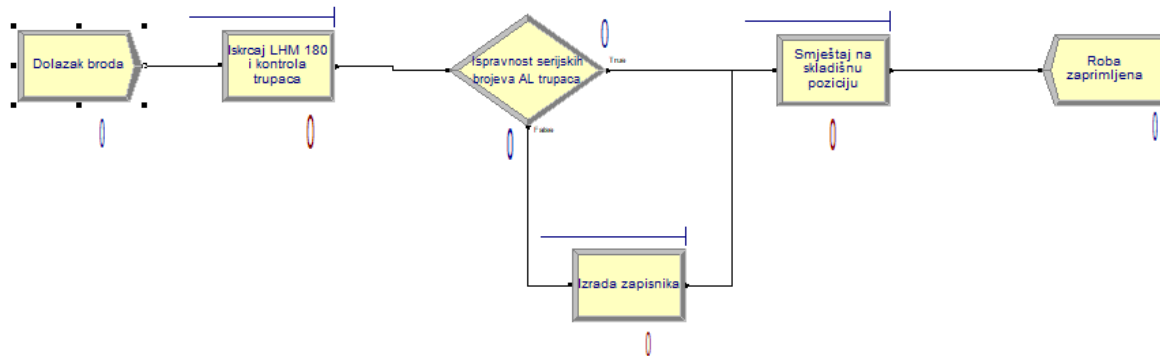
Tablica 2 Podaci o narudžbi

Izvor: Izradio autor prema otpremnici

Consignee_name	Consignee_address	Consignee_Zip_Code	Consignee_City	Consignee_City	Contents	Grade	Quantity
Minth Automotive Europe d.o.o.	Republike Srpske 20D	15300	Loznica	SRB	AL-BILLETS	6063	12 (x6)

Brod MIRA AKAY, zajedno sa 12 okrupljenih jedinica tvrtke Mint Automotive Europe, prevozi još 88 istih za različite komitente. Privezivanjem broda na obalu Rogač

započinje proces pretovara. U sučelju Arena izrađen je proces pretovara i proces skladištenja aluminijskih trupaca s ciljem da se prepoznaju vremenske potrebe pretovara i skladištenja kao i iskoristivost radne snage potrebne za obavljanje traženih procesa.



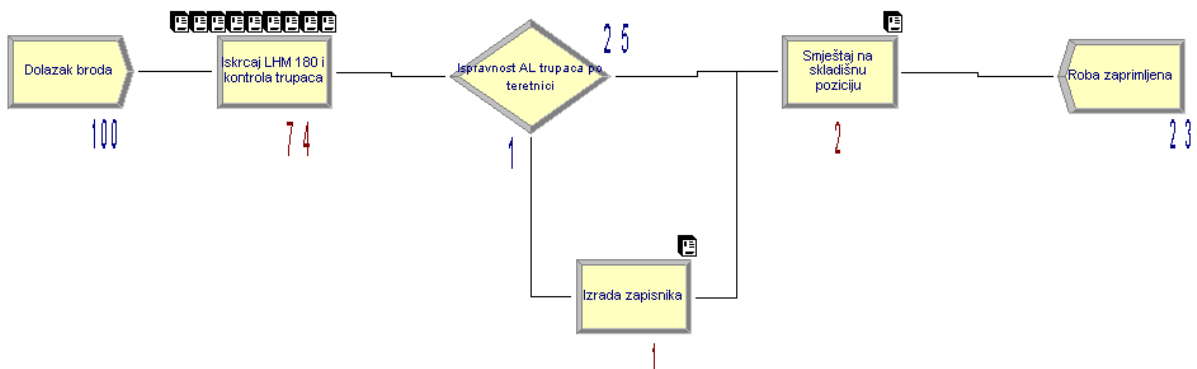
Dijagram toka 3 Dijagram toka obavljanja procedura, istovara, kontrole i pretovara

Izvor: Izradio autor u sučelju Arena

Dolazak broda označava spremnost na istovar trupaca koji su pri samom dolasku u redu čekanja na iskrcaj i kontrolu. U procesu istovara sudjeluje radnik koji upravlja LHM dizalicom te Skladištar koji kontrolira ispravnost trupaca po količini prema teretnici. Ukoliko su trupci ispravni i ne oštećeni, prelaze u proces skladištenja na odgovarajuću poziciju te se roba označuje kao zaprimljena. Ukoliko su trupci oštećeni, izrađuje se zapisnik o neispravnosti.

Za parametre je uzeto da brod dolazi jednom te da je broj entiteta odnosno, okrupnjenih trupaca 100. Iskrcaj se vrši po trokutastoj razdiobi s vremenom izvršenja iz broda na obalu od 5.59 minuta dok je standardna devijacija 1.05. Vršenje kontrole izvodi Skladištar, a za parametar je postavljena vjerojatnost od 97% da su trupci ispravni. Također, kontrola se obavlja po trokutastoj razdiobi s minimalnom vrijednošću od 1 minute, najvjerojatnijom vrijednošću od 1,5 minute te s maksimalnom vrijednošću od 2 minute trajanja pregleda. Ukoliko su trupci ispravni, Skladištar 2 smješta ih na skladišnu poziciju te se bilježi da je roba primljena.

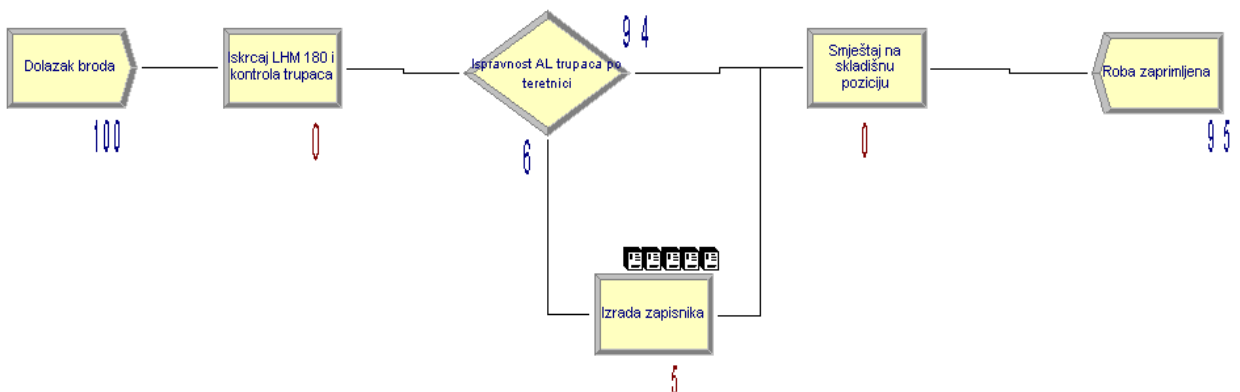
Na sljedećem dijagramu simulacija će biti provedena do kraja te će se moći iščitati vremenski parametri i učinkovitost radnika. Na Dijagramu toka 4 možemo primijetiti red čekanja koji nastaje odmah pri dospjeću trupaca u luku, 74 trupca su u redu čekanja na pretovar, do sada je pregledano ukupno 26 trupaca od kojih je jedan u tom trenutku bio neispravan. Smještaj na skladišnu poziciju čeka dva trupca te je do sad obrađeno sveukupno 23.



Dijagram toka 4 Dijagrama toka obavljanja procedura istovara, pretovara i kontrole

Izvor: Izradio autor u sučelju Arena

Na sljedećem dijagramu simulacija će biti provedena do kraja te će se moći iščitati vremenski parametri i učinkovitost radnika.



Dijagram toka 5 Dijagrama toka obavljanja procedura istovara, kontrole i pretovara

Izvor: Izradio autor u sučelju Arena

Završetkom obavljanja radnji vidimo da je predano svih 100 trupaca, 6 trupaca je bilo oštećeno ili neispravno, a na kraju trećeg radnog dana je zaprimljeno 95 komada okrupnjenih trupaca te u redu čekanja postoji još 5 komada koji čekaju obradu.

AL blokovi		Replications: 1					
Replication 1		Start Time:	0,00	Stop Time:	24,00	Time Units:	Hours
Entity							
Time							
VA Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum			
AL trupci	0.1012	(Insufficient)	0.08472495	0.1434			
NVA Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum			
AL trupci	0	(Insufficient)	0	0			
Wait Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum			
AL trupci	7.4245	(Insufficient)	0	14.7409			
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum			
AL trupci	0.1483	(Insufficient)	0.07835347	0.2221			
Other Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum			
AL trupci	0	(Insufficient)	0	0			
Total Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum			
AL trupci	7.6740	(Insufficient)	0.2304	15.0074			
Other							
Number In	Value						
AL trupci	100						
Number Out	Value						
AL trupci	95						
WIP	Average	Half Width	Minimum	Maximum			
AL trupci	35.3762	(Insufficient)	0	100.00			
Process							
Time per Entity							
VA Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum	Maximum			
Izrada zapisnika	0.05064503	(Insufficient)	0.05064503	0.05064503			
Smještaj na skladišnu poziciju	0.1007	(Insufficient)	0.08472495	0.1149			
Model Filename: Model1		Page 1 of 7					

Slika 8 Izvještaj simulacije

Izvor: Izradio autor u sučelju Arena

Iz izvještaja o simulaciji (Slika 8) može se primijetiti da AI-trupci u prosjeku provedu oko 7.42 sati u redu za čekanje. Minimum čekanja za prekrcaj je nula zbog prvog trupca koji ne čeka, a maksimum 14.7409 sati. Jedan trupac prouzrokuje oko 6 minuta zastoja u sustavu. Prosječno vrijeme transporta kroz sustav, od kontrole do skladištenja, u što spada i prijevoz viličarem, prosječno traje 8.4 minute. Izrada zapisnika traje u prosjeku 3 minute dok skladištenje traje 6 minuta (minimum 5 minuta, a maksimum 7 minuta).

AL blokovi

Replications: 1

Replication 1

Start Time: 0,00 Stop Time: 24,00 Time Units: Hours

Resource

Usage

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Skladištar	1.0000	(Insufficient)	0	1.0000
Skladištar 2	0.3986	(Insufficient)	0	1.0000
Upravljač dizalicom	0.6168	(Insufficient)	0	1.0000
Number Busy	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Skladištar	1.0000	(Insufficient)	0	1.0000
Skladištar 2	0.3986	(Insufficient)	0	1.0000
Upravljač dizalicom	0.6168	(Insufficient)	0	1.0000
Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Skladištar	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Skladištar 2	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Upravljač dizalicom	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Scheduled Utilization	Value			
Skladištar	1.0000			
Skladištar 2	0.3986			
Upravljač dizalicom	0.6168			
Total Number Seized	Value			
Skladištar	101.00			
Skladištar 2	95.0000			
Upravljač dizalicom	100.00			

System

Other

Number Out	Value
System	95

Zaprimanje robe

Replications: 1

Slika 9 Izvještaj simulacije

Izvor: Izradio autor u sučelju Arena

Iz izvještaja simulacije (Slika 9) možemo vidjeti da Upravljač dizalicom LHM 180 radi 61.68% vremena. To znači da od 24 radna sata, koja se naprave u tri dana, Upravljač dizalicom radi 14.8 sati. Razlog tomu jest kada se isprazni sav teret iz broda namijenjen za pripadajuću luku brod je slobodan za isplovljavanje, a radnik na dizalici više nije potreban. Skladištar 2 koji

je zadužen za skladištenje tj. smještaj na skladišnu poziciju, radi 39.86% vremena, ali za razliku od Upravljača dizalicom koji ne ovisi o redovima čekanja u sustavu, Skladištar 2 se nalazi na kraju procesa te na njega utječu svi zastoji u sustavu, a njegov posao završava tek trećeg dana nakon što se svi blokovi koji su u sustavu evidentiraju i iskontroliraju. Također, možemo primijetiti da je najduže vrijeme zadržavanja Al trupca zapravo jednako ukupnom vremenu rada Upravljača dizalicom.

Nakon što se 100 okrupnjenih aluminijskih trupaca postavi na vanjsko skladište, postavljaju se tri vertikalna jedan na drugog, između njih se postavljaju daske tako da bi se olakšala manipulacija viljuškarom prilikom ukrcanja ili premještanja. Aluminijski trupci su postavljeni tako da tri trupca zauzimaju površinu od 3.192 m², što znači da 100 trupaca zauzima površinu od 107 m². To bi značilo da su trupci zauzeli 0.005% skladišnog prostora obale Rogač.

Tvrtka Mint Automotive Europe outsoursa kamion od poduzeća Disofi-Trans S.R.L. prilikom preuzimanja Al trupaca. Za prijevoz 12 okrupnjenih aluminijskih trupaca, koji teže 24300 kg, potrebno je koristiti kamion s prikolicom nosivosti 25 tona.

5. MOGUĆNOST OPTIMIZACIJE LOGISTIČKOG SUSTAVA

U današnje vrijeme bitno je konstantno konkurirati i biti prisutan na tržištu. Usavršavanjem te poboljšanjem postojeće infrastrukture i kapaciteta ide se ka boljoj iskoristivosti i isplativosti sustava. Poboljšanjem infrastrukture povećava se dostupnost dijelova luke, na taj način se poboljšava brzina trajanja skladištenja te se smanjuje potrošnost materijala mehanizacije. Iako u Luci Šibenik postoji vanjsko skladište, u lošem je stanju te traži hitnu rekonstrukciju bez obzira što je veći dio otvorenog skladišta često neiskorišten. Na mjestima gdje se trenutno nalazi neiskorišteni dio vanjskog skladišta mogu se izraditi nova skladišta koja bi bila specijalizirana za određenu vrstu tereta te bi se na taj način povećala konkurentnost Luke Šibenik. Primjer optimizirane luke je Luka Ploče. U Tablici 3 prikazana je usporedba kapaciteta i mogućnosti Luke Šibenik sa Lukom Ploče.

Tablica 1 Usporedba terminala za generalni i rasuti teret Luke Šibenik i Luke Ploče

Izvor: Izradio autore prema podacima sa službenih stranica luka

Terminal za generalni teret	Luka Ploče	Luka Šibenik
Dužina obale	410 m	400 m
Gaz	9,2 m	10 m
Kapacitet skladišta	35.834 m ² (pokriveno skl.) 153.925 m ² (otvoreno skl.)	20000 m ² (otvoreno skl.)
Broj vezova	3	3
Mehanizacija	obalne dizalice 7 kom auto dizalice nosivosti 18 t 2 kom viljuškari nosivosti 2–28 t 45 kom Elektro-viljuškari nosivosti 1,2 – 2,5 t 2 kom dužina željezničkih tračnica 5 60m	Portalne dizalice nosivosti 5 t 2kom Mobilna dizalica (LHM) nosivosti 64 t

Terminal za rasuti teret	Luka Ploče	Luka Šibenik
Dužina obale	510	400 m
Gaz	14	10 m
Kapacitet skladišta	200000 t	2×2500 m ²
Broj vezova	3	3
Mehanizacija	Utovarivači 12 kom Buldožer 2 kom Obalne dizalice nosivosti 10 t, 5 kom Mobilna dizalica kapaciteta 63 t, 1 kom Mobilna dizalica kapaciteta 140 t, 1 kom	Zglobni transporteri 3 kom (za brodove do 5000 tona) Mobilna dizalica 64t (LHM) Pokretni transporteri (kapacitet 200T/h)
Veličina broda za pristanak	77000 DWT	30000 DWT
Terminali za drvenu građu	Luka Ploče	Luka Šibenik
Dužina obale	110 m	310 m
Gaz	8.8 m	7 m
Kapacitet skladišta	Zatvoreno skladište 2000 m ² Nadstrešnica 8.000 m ² Otvoreno skladište 153 925 m ² Jednokratno uskladištenje 15000 m ²	Zatvorena skladišta i Nadstrešnice 13500 m ² Otvorena, asfaltirana skladišta 55000 m ²
Mehanizacija	Viljuškari 10 kom Vučna mehanizacija 7 kom	Trenutno ne postoji mehanizacija za prekrcaj i/ili iskrcaj drvene građe iz brodova

U Tablici 3 na terminalima za generalni teret jasno možemo vidjeti da su dužina obale, gaz i broj vezova obiju luka dosta slični, pa čak i isti, ali velika razlika se očituje u kapacitetima

otvorenih skladišta kao i nedostatku Luke Šibenik za prekrivenim skladištem. Problematika se nalazi u tome što je prostor vanjskog skladišta u lošem stanju tako da cijela površina nije u potpunosti adekvatna za uskladištiti teret. Također, iz Tablice 3 možemo primijetiti da količina mehanizacije koju posjeduje Luka Ploče je znatno veća od one koju posjeduje Luka Šibenik.

Terminali za rasuti teret razlikuju se po svojim mogućnostima da prime određenu količinu tereta. Luka Ploče je vidljivo nadmoćnija od Luke Šibenik. Prvenstveno, nedostatak Luke Šibenik se iščitava iz kapaciteta vlastitih skladišta što je u ovom slučaju najveći problem uz duljinu obale. Mehanizacija koju posjeduje Luka Šibenik je u mogućnosti primiti i veća opterećenja, ali zbog nedostatka skladišnog prostora ostaje neadekvatno iskorištena.

Također, nedostatak mehanizacije i skladišnog prostora Luke Šibenik možemo uočiti i na terminalu za drvnu građu. Neposjedovanjem mehanizacije za ukrcaj i iskrcaj tereta, sama obala za drvnu građu postaje maksimalno neiskorištena. Problem se nalazi u tome što je infrastruktura koja povezuje obalu Rogač i drvni terminal u jako lošem stanju što ograničava pristup pokretnoj dizalici LHM. No, ni to nije rješenje jer se u tom slučaju smanjuje prisutnost dizalice na drugim obalama te su potrebna ulaganja u mehanizaciju koja bi isključivo ili barem primarno bila vezana za drvni terminal.

Postoji još jedan čimbenik koji čini razliku između Luke Šibenik i Luke Ploče, a to je lokacija. Luka Ploče nalazi se uz Jadransku magistralu (E-65), cestovnu prometnicu koja se pruža od Trsta preko Rijeke i Splita do krajnjeg juga ovog dijela Europe. S ostatkom Hrvatske povezana je autocestom A1. Luka Ploče je krajnja točka na Koridoru Vc (Budimpešta – Osijek – Sarajevo – Ploče) što je čini vrlo važnom za Bosnu i Hercegovinu, Mađarsku i druge zemlje Srednje Europe. Problem lokacije Luke Šibenik je u tome što je pristup brodovima otežan prilikom prolaska kroz kanal, te pri svakom ulazu ili izlazu iz kanala potrebna je intervencija tegljača. Nadalje, sljedeći problem se nalazi u tome što se grad Šibenik sve više okreće turizmu. Obala koja je nekoć bila dio Luke Šibenik je pretvorena u pristanište za kruzere te je na taj način smanjen kapacitet same luke. Dodatnom investicijom u obnavljanje kolosijeka koji su nefunkcionalni, a povezani s obalama, stječe se mogućnost intermodalnog prijevoza gdje bi se iskrcaj vršio direktno s vagona na brod ili obrnuto. Na taj način omogućilo bi se kraće zadržavanje tereta u luci te bi se kapaciteti skladišta mogli bolje iskoristiti.

Imajući na umu nedostatke luke Šibenik, Lučka uprava do 2022. godine ima u planu izgradnju i obnovu skladišta koje je služilo za skladištenje melase i vinskog destilata. Ovom investicijom u prostor bivšeg skladišta melase i vinskog destilata obnovili bi se spremnici za

skladištenje sirovog jestivog ulja te bi na taj način Luka Šibenik otvorila nova područja na tržištu.



Slika 10 Plan investicija u infrastrukturu do 2022.g.

Izvor: <http://lukasibenik.hr> (30.08.2020)

Luka Šibenik za do 2022. ima sljedeće planirane projekte:

1. Uređenje operativne obale Drvnog terminala (radna površina, prometnica, rasvjeta)
2. Uređenje cestovne prometnice između operativne obale Rogač i operativne obale Drvnog terminala, u sklopu kojeg je potrebna sanacija kolosijeka u dužini od 400 m
3. Uređenje radne površine (zemljana podloga) operativne obale Rogač 2 i 3 (betoniranje, rasvjeta, odvodnja)
4. Dovršetak izgradnje sustava oborinske odvodnje Rogač 1 i 2 (sustav za prikupljanje i tretman oborinskih voda)
5. Izgradnja nove cestovne mreže (sada zemljana podloga) iz razloga povećanje prometa kamiona kroz luku zbog prekrcaja novo ugovorenih tereta
6. Rekonstrukcija željezničke mreže između Luka Otpremništvo i operativna obala Dobrika
7. Spoj obale Rogač – Dobrika

6. ZAKLJUČAK

Kroz ovaj rad uočava se važnost kapaciteta kao potrebe logističkog sustava. Kapacitet je potrebno planirati na početku izrade sustava da bi se moglo odrediti mogućnosti s kojima poduzeće raspolaže te na koje buduće zahtjeve će biti u mogućnosti odgovoriti. Ukoliko je kapacitet fiksna tj. mogućnosti za promjenu su minimalne, potrebno je napraviti plan kojim će se optimizirati postojeći kapaciteti te možda i smanjiti obujam proizvodnje i pružanja usluga.

Optimizacijom kapaciteta odnosno, prilagođavanjem kapaciteta potrebama procesa unutar sustava omogućava se efikasno pružanje logističkih usluga. Važnost se predaje tomu da svi koji koriste logistički sustav budu zadovoljni sa pruženom uslugom.

Planiranje kapaciteta je primijenjeno na primjeru Luke Šibenik prilikom istovara, skladištenja i prekrcaja aluminijskih trupaca. Da bi zadovoljila potrebe komitenata Luka Šibenik pravodobno i uz korištenje odgovarajućih sredstava i ljudstva uspijeva odgovoriti na zadatak predstavljen pred nju. Problem koji se ističe kod Luke Šibenik su neadekvatna infrastruktura koja smanjuje mobilnost mehanizacije i samim tim smanjuje mogućnosti za pružanje logističkih usluga te poboljšanje profitabilnosti. Svaka operativna obala koja se nalazi na području Luke Šibenik posjeduje svoju željezničku prugu od kojih je samo jedna od tri u funkciji. Infrastrukturni problemi ne dopuštaju uporabu maksimalnog kapaciteta mobilne dizalice te na taj način smanjuju njenu učinkovitost. Poboljšanjem postojeće i izgradnjom nove infrastrukture može se povećati razina zauzetosti skladišta te povećati iskoristivost kapaciteta što će izravno utjecati na profitabilnost Luke Šibenik.

LITERATURA

1. Ferišak, V. Medveščak, I. Renko, F. Sremec, D. Šnajder, B.: Poslovna logistika, Informator, Zagreb, 1983
2. Ivaković Č, Stanković R, Šafran M: Špedicija i logistički procesi, Zagreb, 2010
3. Zelenika R: Logistički sustavi, Ekonomski fakultet, Rijeka 2005
4. Nastavni materijal: Upravljanje zalihama, Zagreb, 2014
5. GroBe-Brockhoff M, Klumpp M, Krome D: Logistics capacity management- A theoretical review and applications to outbound logistics, 2011
6. Babić D.: Metode planiranja logističko distribucijskih procesa, znanstveni magistarski rad, Fakultet prometnih znanosti u Zagrebu, Zagreb, 2006.
7. Bloomberg D. J., LeMay S., Hanna J. B.: Logistika, Zagrebačka škola ekonomije i managementa, Zagreb, 2006.
8. Deljanin A.: Logistika u transportu i komunikacijama, Fakultet za saobraćaj i komunikacije u Sarajevu, Sarajevo 2007.
9. Stanković, R.: Utjecaj logističkog operatera na oblikovanje distribucijskih mreža, doktorska disertacija, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2009
10. Massimo de Falcoa, Nicola Mastrandreaa, Luigi Raritàb Integrating Capacity and Logistics of Large Additive Manufacturing Networks, Chicago, Illinois (USA), 2019
11. <http://www.logisticsworld.com/logistics.htm> (27.7.2020)
12. <https://www.investopedia.com/terms/b/bottleneck.asp> (28.08.2020)
13. <https://www.investopedia.com/terms/c/capacity-requirements-planning.asp> (28.08.2020)
14. <https://www.luka-ploce.hr> (8.9.2020)
15. <http://lukasibenik.hr> (8.9.2020)

POPIS SLIKA

Slika 1 Fizička distribucija.....	6
Slika 2 Skica opće metode planiranja logističkih procesa.....	10
Slika 3 Metoda planiranja logističkih procesa u funkciji vremena	15
Slika 4 Načini skladištenja paletnih jedinica.....	21
Slika 5 Usko grlo.....	27
Slika 6 Luka Šibenik.....	29
Slika 7 Aluminijski trupac 6063.....	31
Slika 8 Izvještaj simulacije.....	34
Slika 9 Izvještaj simulacije.....	35
Slika 10 Plan investicija u infrastrukturu do 2022.g.....	40

POPIS TABLICA

Tablica 1 Podaci o narudžbi..... Error! Bookmark not defined.

Tablica 2 Usporedba terminala za generalni i rasuti teret Luke Šibenik i Luke Ploče ...37

POPIS DIJAGRAMA

Dijagram toka 1 Metoda planiranja logističkih procesa u funkciji distribucijskih kanala	11
Dijagram toka 2 Faktori odluke u transportu	24
Dijagram toka 3 Dijagram toka obavljanja procedura, istovara, kontrole i pretovara ..	32
Dijagram toka 4 Dijagrama toka obavljanja procedura istovara, pretovara i kontrole .	33
Dijagram toka 5 Dijagrama toka obavljanja procedura istovara, kontrole i pretovara .	33



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj _____ završni rad

isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako 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 rada

pod naslovom **Planiranje kapaciteta logističkog sustava**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, 9.9.2020 _____

Student/ica:

Luka Bogdan

(potpis)