Analiza kriterija za odabir optimalnih prijevoznih sredstava u transportnim lancima

Šiško, Mateja

Master's thesis / Diplomski rad

2016

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:857349

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Mateja Šiško

ANALIZA KRITERIJA ZA ODABIR OPTIMALNIH PRIJEVOZNIH SREDSTAVA U TRANSPORTNIM LANCIMA

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2016.

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

ANALIZA KRITERIJA ZA ODABIR OPTIMALNIH PRIJEVOZNIH SREDSTAVA U TRANSPORTNIM LANCIMA

ANALYSIS OF THE CRITERIA FOR THE OPTIMAL TRANSPORT MODE SELECTION IN THE TRANSPORT CHAINS

Mentor: doc. dr. sc. Darko Babić

Student: Mateja Šiško

JMBAG: 0135223929

Zagreb, 2016.

ANALIZA KRITERIJA ZA ODABIR OPTIMALNIH PRIJEVOZNIH SREDSTAVA U TRANSPORTNIM LANCIMA

SAŽETAK

Transport podrazumijeva specijalnu djelatnost koja pomoću prometne infrastrukture i suprastrukture omogućuje proizvodnju prometne usluge prevozeći robu, ljude i energiju s jednog mjesta na drugo. Potražnja za transportnim uslugama na određenom području zavisi od razvijenosti svih oblika transporta, njihove integriranosti u jedinstvenu cjelinu, razini cijena po modovima transporta, kvaliteti usluge koje se izvršavaju potencijalnim klijentima itd.. Jedno od najvažnijih pitanja za korisnika transportnih usluga je sami izbor optimalnog oblika transporta. Svaka vrsta transporta ima određene karakteristike koje treba točno definirati i u tom smislu treba dati ocjenu svakog tipa transportnog sredstva. Takva stručna ocjena prijevoznih sredstava važna je i za analizu postojećeg stanja i za planiranje budućeg razvoja.

KLJUČNE RIJEČI: transport, transportna usluga, prijevozna sredstva

SUMMARY

Transportation includes special activity by transport infrastructure and superstructure that enables production of transport services by transporting goods, people and energy from one place to another. Demand for transport services in a given area depends on the development of all forms of transport, their integration into a unified whole, the level of prices by modes of transport, quality of service that is executed for potential clients etc. One of the most important issues for users of transport services is the very selection of the optimal form of transport. Each type of transport has certain characteristics that must be precisely defined and in this regard should be given to the assessment of each type of means of transport. Such expert evaluation of transportation is also important to analyze the current situation and to plan for future development.

KEYWORDS: transport, transport services, transport vehicle

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. OSNOVNI POJMOVI U LOGISTIČKIM SUSTAVIMA 3
2.1. Logistika, logističke aktivnosti i procesi 3
2.2. Logistički sustavi i podsustavi 6
3. UVOD U TRANSPORTNE LANCE 10
3.1. Transportni lanac 14
3.1.1. Transportni proces 15
3.1.2. Ključni pokazatelji učinkovitosti u transportnim lancima (KPI) 17
3.2. Troškovi transporta 19
4. ORGANIZACIJA TRANSPORTNIH LANACA 22
4.1. Analiza transportnih zahtjeva 24
4.2. Procesi i operacije u funkciji transportnih zahtjeva 26
4.3. Obrada transportnih zahtjeva 28
5. PRIKAZ METODA ZA VREDNOVANJE TRANSPORTNIH LANACA 31
5.1. Metoda ELECTRE 31
5.2. Metoda PROMETHEE 32
5.3. Metoda AHP 33
5.3.1. Određivanje kriterija, alternativa i procjena relativne važnosti kriterija 35
5.3.2. Provjera konzistentnosti 37
5.3.3. Usporedba alternativa i donošenje konačne odluke 38
6. PROMETNE GRANE I MREŽE U TRANSPORTNIM LANCIMA 40
6.1. Kamionski prijevoz 41
6.2. Željeznički prijevoz 43
6.3. Zračni prijevoz 45
6.4. Brodski prijevoz 47
6.5. Cjevovodni transport 48
7. KRITERIJI ZA ODABIR OPTIMALNOG PRIJEVOZNOG SREDSTVA 51
7.1. Tehničke karakteristike prijevoznih sredstava 52
7.1.1. Kapacitet 52
7.1.2. Oprema i pogon 53
7.1.3. Brzina 53
7.1.4. Ekonomičnost 54

7.1.5. Održavanje 55
7.1.6. Autonomija 56
7.1.7. Sigurnost 56
7.1.8. Zagađenje okoliša 57
7.1.9. Pouzdanost, redovitost, točnost i udobnost 59
7.1.10. Specifičnosti 59
7.2. Opis postupka izbora optimalnog prijevoznog sredstva 60
7.2.1. Ograničenja pri izboru optimalnog prijevoznog sredstva 61
7.2.2. Simulacija rada transportnih sredstava 62
7.2.3. Kriteriji izbora transportnih sredstava 62
8. CASE STUDY 65
8.1. Case study 1 – Odabir pomorskog ili zračnog prijevoza 65
8.2. Case study 2 - Odabir cestovnog ili željezničkog prijevoza 69
9. ZAKLJUČAK 72
LITERATURA 74
POPIS SLIKA 77
POPIS TABLICA 78

1. UVOD

Logistički transportni lanci podrazumijevaju niz tehničkih objekata koji prolaze kroz točno utvrđene tehnološke procese koristeći statičke i dinamičke elemente infrastrukturnih objekata. Redoslijed tehnoloških aktivnosti je unaprijed određen i odvija se po postavljenim zakonitostima. Sam prijevoz se definira kao djelatnost i element logističkog sustava kojim se omogućuje premještanje dobara kroz logistički i distribucijski sustav. Osnovni princip logističkog okvira za analizu odabira moda transporta je taj da je transport samo jedna komponenta većeg, kompliciranijeg procesa koji se bavi s proizvodnjom i marketingom dobara. Transport dobara se odvija po nekom redu, bilo to da se prevoze sirovine proizvodnog procesa na lokaciju proizvodnje ili jednostavno dovoženje završenih proizvoda do marketinških i distribucijskih centara. Tako je transport jedna komponenta procesa planiranja logističke proizvodnje i njegova analiza treba biti unutar konteksta definiranog proizvodnog i marketinškog sustava.

Svrha odabira moda transporta je procijeniti selekciju alternative moda na bazi predodređenog pravila. Ovo pravilo odluke uzima u obzir mjere i performanse svake alternative, kao što je ukupni trošak i primjenjuje se kao selekcija pravila koje predstavlja ciljeve kod analize. Sve navedeno upućuje na važnost organizacije transportnog lanca te odabira transportnih sredstava u cilju smanjenja ukupnih logističkih troškova.

Tema diplomskog rada *je Analiza kriterija za odabir optimalnih prijevoznih sredstava u transportnim lancima*, te je rad koncipiran u devet poglavlja:

1) Uvod,
2) Osnovni pojmovi u logističkim sustavima,
3) Uvod u transportne lance,
4) Organizacija transportnih lanaca,
5) Prikaz metoda za vrednovanje transportnih lanaca,
6) Prometne grane i mreže u transportnim lancima,
7) Kriteriji za odabir optimalnog prijevoznog sredstva,
8) Case study,
9) Zaključak.

U drugom i trećem poglavlju, radi lakšeg razumijevanja tematike definirati će se osnovni pojmovi vezani uz logistiku, logističke sustave, transportne lance, transportne procese kao i troškove vezane uz transport.

Organizacija transportnih lanaca, kao četvrto poglavlje diplomskog rada, namijenjeno je za određivanje načina na koji se analiziraju, funkcioniraju i obrađuju transportni zahtjevi.

Struktura cijelog diplomskog rada dolazi do izražaja u posljednja četiri poglavlja, gdje je glavna svrha rada detaljno definirati i odrediti potrebne kriterije i metode koje olakšavaju sami izbor optimalnih prijevoznih sredstava. Neka od tih kriterija su troškovi, kapacitet, oprema, brzina kao i sama prilagodba prijevoznog sredstva za odgovarajući teret. Cilj rada je vrednovati navedene kriterije te prikazati na koji način određeni kriterij i u kojoj mjeri utječe na odabir prijevoznih sredstava.

2. OSNOVNI POJMOVI U LOGISTIČKIM SUSTAVIMA

Potreba i trend smanjenja troškova u suvremenim gospodarskim sustavima ostavili su nove uvjete poslovanja u poduzećima. U razvoju tehnologija i proizvodnje može se postići vrlo malo. Zbog toga sve veći značaj imaju logistika i optimizacija opskrbnih lanaca.

2.1. Logistika, logističke aktivnosti i procesi

Logistika se u 20. stoljeću vrlo brzo razvijala i afirmirala u civilnom, odnosno gospodarskim sektorima i to u mnogo širem značenju, posebice kao interdisciplinirana i multidisciplinirana znanost koja se izučava i primjenjuje u gotovo svim ljudskim aktivnostima. U znanstvenoj i stručnoj literaturi susreću se vrlo različita stajališta o korijenu pojma logistika, kao i mnoštvo definicija logistike. Godina 1670. zabilježena je prva poznata upotreba pojma „logistike“ u vojnim dokumentima Ludwiga XIV. te je pri tome barun Antoinea Henryja de Jacominija, u svojoj knjizi “O ratnom umijeću” logistiku definirao kao “*praktičnu vještinu pomaka snaga - osim borbe, sve ili gotovo sve u području vojnih aktivnosti*”. Prema tome, može se pretpostaviti da riječ “*logistique*” zapravo dolazi iz dočasničkog čina “*Marechal des Logis*”. Nositelj tog čina kao zadatak imao je planirati sve administrativne poslove vezane uz pomak snaga u francuskoj vojsci u XVII. stoljeću. Također, postoje neke insinuacije kako pojam logistike potječe i od francuske riječi „*loger*“, čije je značenje “*stanovati*”, *“noćiti pod vedrim nebom”, “smjestiti se”, “ukonačiti se”, “nastaniti se”*. To je poslužilo kao osnova za pojednostavljeno poimanje vojne logistike koja je obuhvaćala transport, prenoćište i opskrbu trupa kao i transport, skladištenje i čuvanje vojnih dobara. Prema drugom stajalištu pojam logistike, koji vuče korijen od francuske riječi "loger", u znanstvenom smislu vojne strategije i taktike prvi je uporabio švicarski general Baron de Jomini (1779.-1869.). Potkraj 19. stoljeća izraz logistika se preselio i u Sjedinjene Američke Države, gdje se u njihovoj vojničkoj literaturi rabi izraz logistics u značenju "*pozadinske vojničke službe*", odnosno znanosti o transportu i opskrbljivanju.[1] Kao mjerodavnu definiciju logistike, može se uzeti onu koju je prihvatilo Vijeće Europe, a koja kaže: „Logistika bi se mogla definirati kao upravljanje tokovima robe i sirovina, procesima

[1] Kolanović, I.: Model lučkog sustava u logističkom lancu, Magistarski rad, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb , 2001., str. 19

izrade, završenih proizvoda i pridruženim informacijama od točke izvora do točke krajnje uporabe u skladu s potrebama kupca. U širem smislu logistika uključuje povrat i raspolaganje otpadnim tvarima."[2]

Također, logistika se može definirati kao znanost i kao aktivnost. Kao aktivnost, logistika predstavlja skup planiranih, koordiniranih, reguliranih i kontroliranih nematerijalnih aktivnosti (tj. funkcija, procesa, mjera, poslova, operacija, radnji i dr.) kojima se funkcionalno i djelotvorno povezuju svi djelomični procesi svladavanja prostornih i vremenskih transformacija materijala, dobara, stvari, tvari, (polu)proizvoda, repromaterijala, živih životinja, kapitala, znanja, ljudi, informacija u sigurne brze i optimalne jedinstvene logističke procese, tokove i protoke materijala, kapitala, znanja, informacija od pošiljatelja do primatelja. Te aktivnosti kao svrhu imaju zadovoljiti u što većoj mjeri zahtjeve tržišta uz minimalno uložene resurse i potencijale. Stoga svaka logistička aktivnost temelji se na 4 načela:

1. kvalitetan i pravi proizvod,
2. na pravo mjesto,
3. u odgovarajuće vrijeme,
4. uz najniže troškove.

Jedne od najčešćih logističkih aktivnosti su: proizvodnja, prerada, obrada, dorada, održavanja, pakiranja, signiranja, slaganja, sortiranja, vaganja, mjerenja, ukrcaja (utovara), iskrcaja (istovara), prekrcaja (pretovara), skladištenja, punjenja i pražnjenja kontejnera i prijevoznih sredstava, transporta (prijevoza), fumigacije, deratizacije, dezinsekcije, špedicije, agencije, osiguranja, carinjenja, kupoprodaje, distribucije, marketinga, menadžmenta, kalkulacije, financiranje, kontrolinga, praćenja izvršavanja određenih aktivnosti, pravno ekonomskog reguliranja odnosa između brojnih sudionika u logističkim procesima.

Logistika kao znanost je skup interdisciplinarnih i multidisciplinarnih znanja koja izučavaju i primjenjuju zakonitosti brojnih i složenih aktivnosti koje funkcionalno i djelotvorno povezuju sve djelomične procese svladavanja prostornih i vremenskih transformacija materijala, dobara, stvari, tvari, (polu)proizvoda, repromaterijala, živih životinja, kapitala, znanja, ljudi, informacija u sigurne, brze i optimalne jedinstvene logističke procese, tokove i protoke materijala, kapitala, znanja, informacija od točke isporuke do točke primitka, ali s ciljem da se

[2] Krpan Lj., Furjan M., Maršanić R.: „Potencijal logistike povrata u maloprodaji“ , Tehnički glasnik, Vol. 8., No .2., 2014., str. 183.

uz minimalne uložene resurse i potencijale maksimalno zadovolje zahtjevi tržišta na osnovi ponude tržištu efikasnije i efektivnije, primjerenije i optimalnije solucije rješavanja tržišnih zahtjeva u obliku konkretnih i primjerenih logističkih usluga unutar konkretnih i postojećih logističkih sustava.

Postoji niz čimbenika koji su utjecali na razvoj logistike, ali neki od najbitnijih prikazani su u slijedećoj tablici.

Tablica 1: Čimbenici razvoja logistike

Globalizacija	Pojava novih tržišta, širenje postojećih, utjecaj na 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 ima veliki utjecaj na sve aspekte modernog načina života. Primjena tehnologija pružajući mogućnost ostvarivanja većeg prometa i ekonomske dobiti ne narušavajući ekološke i pravne norme postaje sastavni dio logistike.

Izvor: Ivaković, Č., Stanković, R., Šafran, M.: Špedicija i logistički procesi, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2010.

Logistički procesi su poslovi i zadaci od kojih zavisi realizacija logističkih usluga. Najčešća podjela tih procesa je prema slijedećem modelu:

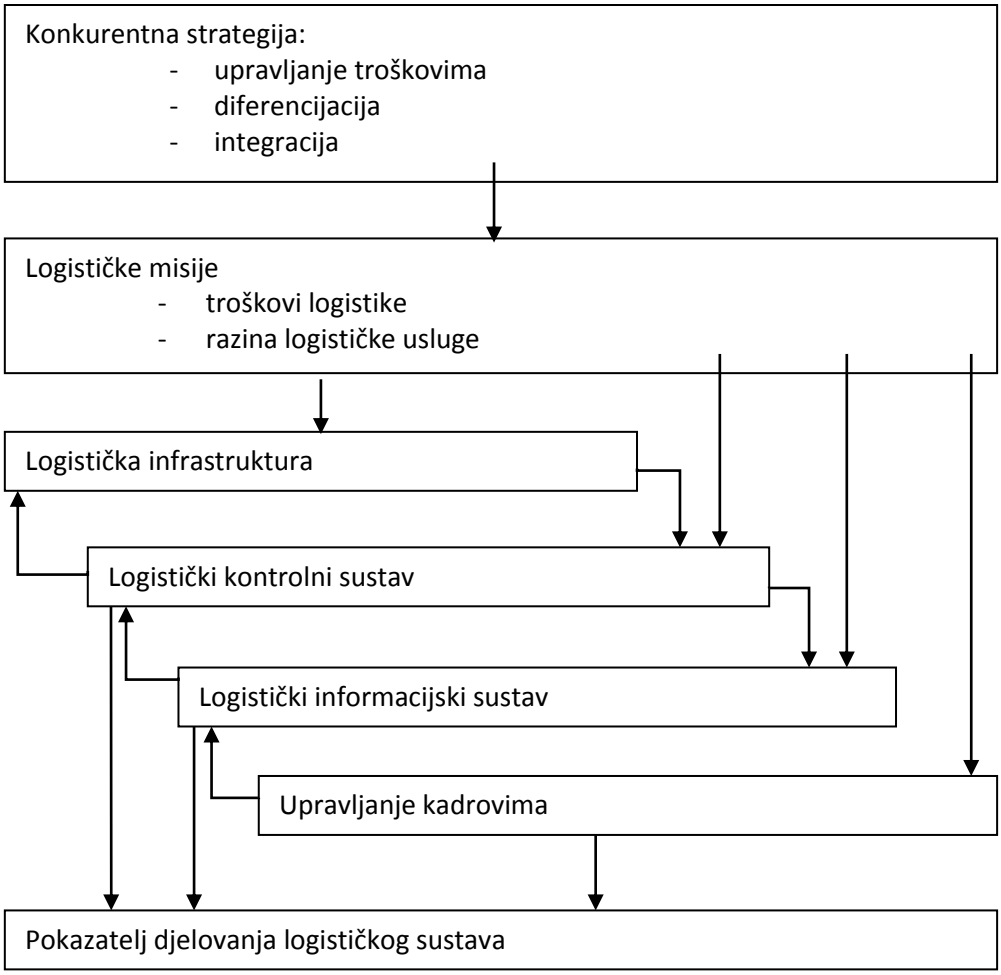
- transporta, pregrupiranja i skladištenja (bitni procesi tijeka dobara),
- pakiranja (bitni procesi pomaganja tijekovima dobara),
- dostavljanja i obrade naloga (bitni procesi tijekova informacija).

2.2. Logistički sustavi i podsustavi

Logistički sustav predstavlja prostorno-vremensku transformaciju dobara i potrebnih informacija u procesu reprodukcije. Njenim ispunjenjem vezane su funkcije, promjene količine i vrste dobara, te funkcije olakšavanja njihovog transporta. Da bi se realizirali zadani ciljevi poduzeće mora donositi ispravne odluke u četiri različita područja, i to:

- logistička infrastruktura,
- logistički središnji sustav,
- logistički informacijski sustav,
- upravljanje kadrovima.

Logistička infrastruktura po svojoj definiciji ne pripada isključivo jednom logističkom partneru (opskrbni lanac, distribucijska mreža ili dijeljeni resursi), obično pripadaju dvojici ili više trgovačkih partnera, svaki partner može sudjelovati u više opskrbnih lanaca i distribucijskih mreža. Predviđanje potrošnje važan je element u svakom logističkom kontrolnom sustavu. Što je bolje predviđanje, to je lakše kontrolirati tijek robe. Prema tome, čini se neophodno da partneri u logističkom sustavu koriste kontrolni sustav njihove suradnje, da bi bili uspješni. Za efektivan i učinkovit prijenos podataka između partnera u logističkom sustavu, vrlo je važan kvalitetan i kompatibilan informacijski sustav. To ne znači da svaki partner mora imati istog pružatelja usluga, već da sustav mora biti usklađen sa sustavom drugog partnera. U logističkom sustavu menadžeri snose potpunu odgovornost za organizaciju toka robe koja putuje od proizvođača do potrošača, kao i za obrnute logističke procese. Međusobna suradnja u logističkim sustavima i opskrbnim lancima mora biti izgrađena oko „brzih pobjeda“, tj. ključno je da se rezultati suradnje vide vrlo brzo. Konkretni rezultati poboljšavaju međusobnu suradnju, a povjerenje potom raste prirodno.



Slika 1: Prikaz organizacije logističkog koncepta

Izvor: Van Goor, Ploos van Amstel & Ploos van Amstel: Eurpoean distribution and supply chain logistics, Wolters-Noordhoff bv Groningen/Houten, 2003.

Ovisno o načinu kretanja robe mrežom, struktura logističkog sustava može biti:

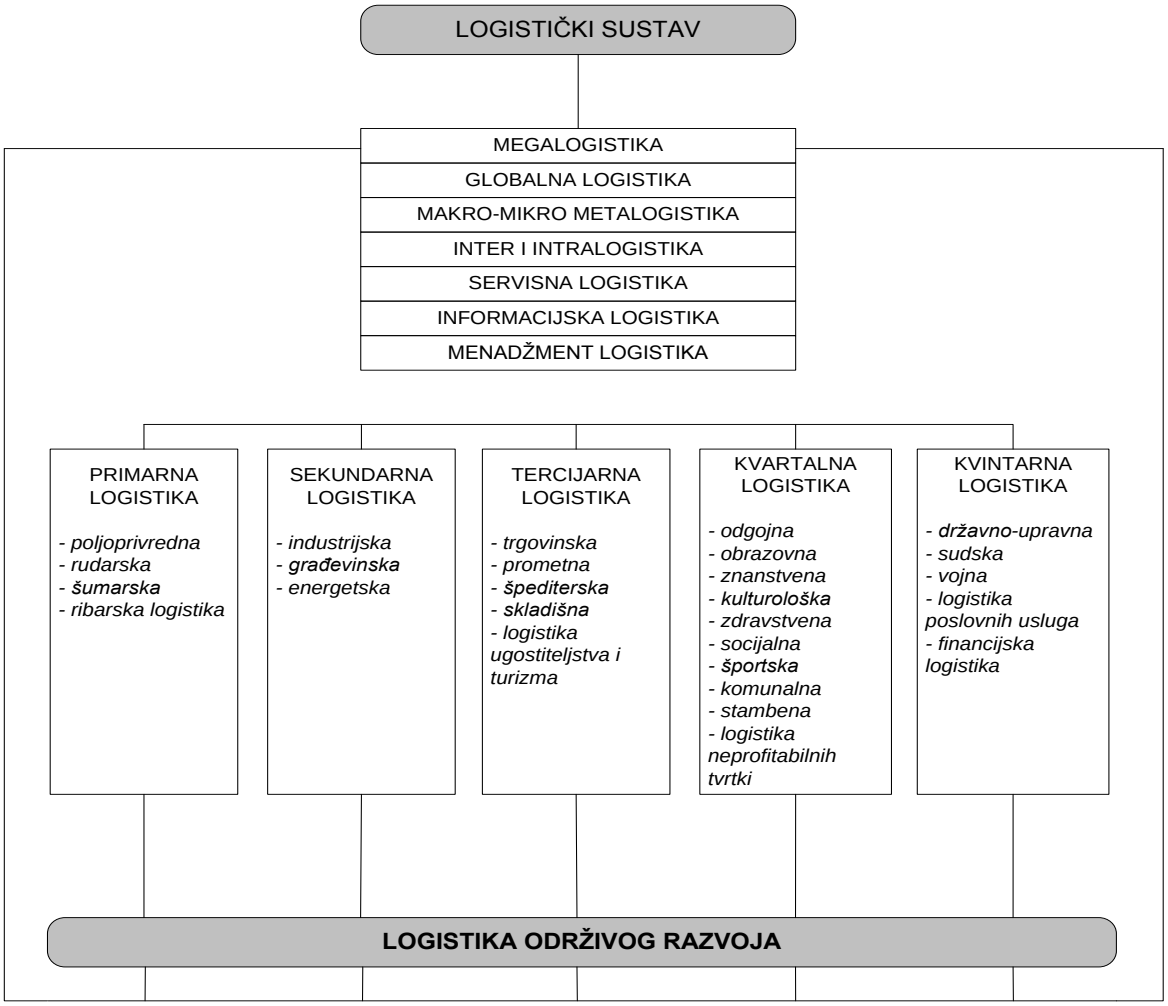
1. **Jednostupnjevna** – direktno povezane točke preuzimanja robe od proizvođača i točke isporuke korisnicima. Roba se kreće bez zadržavanja, dodatnog skladištenja i slično.
2. **Višestupnjevna** - tijek robe od točke preuzimanja od proizvođača pa do točke isporuke potrošačima, okarakterizirana prekidima, najmanje u jednoj točki zbog pregrupiranja robe u manje količinske jedinice (break-bulk point) ili veće količinske jedinice (consolidation point).
3. **Kombinirana** - tijek izravnog i neizravnog kretanja robe od proizvođača do potrošača (jedan dio robe izravno do točke isporuke, a drugi dio privremeno se zadržava u točki prekida)

Logistički sustav je skup elemenata tehničke, tehnološke, organizacijske, ekonomske i pravne naravi s ciljem optimizacije tokova materijala, roba, informacija, energije i ljudi na određenom području radi ostvarenja najvećih ekonomskih efekata. Najopćenitije, logistički sustavi mogu se definirati kao sustavi prostorno-vremenske transformacije dobara, a procesi koji u njima teku nazivaju se logistički procesi. Zbog složenosti logističko-distribucijskog sustava te lakšeg istraživanja i učinkovitijeg upravljanja s logističko-distribucijskim procesima, logističke sustave potrebno je podijeliti prema:[3]

1. području primjene (područno razgraničenje),
2. sadržaju logističkih zadataka i poslova (funkcionalno razgraničenje) prema koncepciji tzv. sustavne logističke teorije postoje četiri logistička kompleksa:

- **Mikrologistički sustav –** s jedne strane prate logističke interese svojih makro sustava obzirom na čovjekovu okolinu, a s druge strane ispunjavaju unutar pogonske logističke zadatke.
- **Metalogistički sustav -** su zapravo interorganizacijski sustavi koji prelaze pravne granice pojedinih poduzeća, a karakteristični su po kooperativnim odnosima između poduzeća koja sudjeluju u premještanju dobara.
- **Makrologistički sustav -** sustavi višeg reda, koji obuhvaćaju organizacije koje u okviru svoje osnovne djelatnosti proizvode logističke usluge i kao takvi sastoje se od dvaju ili više mikrologističkih sustava (transportne tvrtke, špediteri, skladišta, LDC itd.).
- **Megalogistički sustav** - specifičan oblik logističkih aktivnosti koje omogućuju prostornovremensku transformaciju dobara, stvari i materijala između makrologističkih sustava uz maksimalno zadovoljstvo korisnika i minimalno uložene materijalne resurse i ljudske potencijale.

[3] Šamanović, J.: Logistički i distribucijski sustavi, Ekonomski fakultet, Split, 1999., str. 17



Slika 2: Prikaz logističkog sustava s podsustavima

Izvor: Zelenika, R., Pupovac, D.: Suvremeno promišljanje fenomena logističkog sustava, Naše more, broj 3-4, listopad 2001, Veleučilište u Dubrovniku, Dubrovnik, 2001.

Svaki od navedenih podsustava općeg logističkog sustava ima svoja bitna i posebna logistička obilježja. Obilježja ili specifičnosti logističkih podsustava su:

- cilj ili misija,
- logistička aktivnost,
- struktura tj. elementi, veze između sustava i njihovih elemenata na višoj i nižoj razini,
- ograničenja (prirodna, zemljopisna, politička),
- ulazne i izlazne varijable,
- pravila ponašanja i okruženje,
- informacije,
- složenost, dinamičnost, upravljivost i dr..

3. UVOD U TRANSPORTNE LANCE

Transport u direktnom prijevodu znači prijenos ili prijevoz i vrlo se često koristi u prometnoj struci i nauci. Pod pojmom prijevoz podrazumijeva se specijalizirana djelatnost koja pomoću prometne infrastrukture i suprastrukture omogućuje realizaciju prometne usluge. Prevozeći robu (teret, materijalna dobra), ljude i energiju s jednog mjesta na drugo, prijevoz organizirano svladava prostorne i vremenske udaljenosti. Prijevoz i transport su sinonimi, pri čemu transport ima šire značenje od prijevoza. Treba naglasiti kako transport ne označava isključivo prijevoz, već i prijenos, odnosno ukrcaj i iskrcaj predmeta transporta (ljudi, tereta i energije). U stručnoj literaturi za transport se mogu naći slijedeće definicije:[4]

- Transport je ključna aktivnost u logistici zato jer se njome premješta proizvod kroz različite proizvodne faze do kupca, krajnjeg korisnika. Transport je pojedinačno najveći element u logističkim troškovima.
- U suvremenoj vojnoj praksi, a prema definiciji koja je usvojena u Sjeverno-atlantskoj alijansi, transport je iskazivanje zahtjeva za postojanjem fleksibilnih sposobnosti za pokretanje snaga u vremenskom okviru i između bojišta do preuzimanja cijelog spektra, uloga i misija Alijanse.
- Transportni proces predstavlja proces premještanja (prevoženja) putnika i robe i uključuje sve pripremne i završne operacije: pripremu robe, prijem, utovar, prijevoz, istovar i predaju robe, odnosno ukrcavanje, prijevoz i iskrcavanje putnika. Transportni proces obuhvaća i upućivanje vozila na mjesto utovara robe (ukrcavanja putnika)
- S aspekta djelatnosti transport je: "Djelatnost kojom se pomoću posebnih tehničkih sredstava i osobite organizacije svladavaju prostorne udaljenosti prenoseći ljude, dobra i energiju s mjesta na mjesto."

Funkcija transporta bavi se kretanjem robe od jednog mjesta do drugog ekonomskog procesa tj. stvaranjem prostorne korisnosti. Stjecanje ili preuzimanje vlasništva nad ekonomskim dobrima na kraju njegova kretanja može biti:[5]

- od pojedinca za potrošnju ili uporabu domaćinstva (potrošna dobra),

[4] http://www.fms-tivat.me/predavanja3god/Integralni2tekst.pdf
[5] Jusufranić, I., Jusufranić, J., Varupa, L.: „Značenje transporta u sustavu logistike", Suvremeni promet. - ISSN 0351-1898. - 30 (2010), 1/2 ; str. 169

- od poduzeća koja unaprjeđuju materijalnu korisnost dobara (proizvodni proces),
- od poduzeća za njihovu vlastitu proizvodnju (kapitalna dobra),
- od drugih poduzeća ili pojedinaca koji posreduju u prometu dobara (trgovina na veliko i malo).

Transportna funkcija može uključiti neke ekonomske usluge koje prekidaju stvarno kretanje dobara, sve dok se te uloge međusobno vežu za njegovu prostornu korisnost. Dok proces proizvodnje mijenja formu ekonomskih resursa (prerada), transportna funkcija nije direktno zainteresirana za materijalnu proizvodnju ili korisnost forme.

Mjesto prometa u procesu društvene reprodukcije definirano je u analizi kružnog toka kapitala. Promet je četvrta oblast materijalne proizvodnje jer proces transportiranja predstavlja produžetak procesa proizvodnje. U procesu rada, u industrijskoj ili poljoprivrednoj proizvodnji, proizvod dobiva samo fizička i kemijska svojstva kao kvalitete kojima može zadovoljiti svoje potrebe. Međutim, svoju punu upotrebnu vrijednost proizvod stječe isključivo u procesu njegove potrošnje. Kod većine proizvoda proces potrošnje je odvojen od procesa njihove proizvodnje, i to vremenski i prostorno. Dakle, transportom se dopremaju sirovine i pomoćni materijali do mjesta prerade (u proizvodni pogon), zatim se obavlja premještanje dobara u proizvodnji, da bi se na kraju gotovi proizvodi i poluproizvodi raznim prometnim sredstvima doveli do tržišta. Također, transportom se osigurava i radna snaga za sve društvene i privredne djelatnosti i kretanje stanovništva iz jednoga kraja u drugi kraj iz bilo kojih razloga. Zbog te neposredne potrebe premještanja predmeta rada, sredstava za rad, radne snage i proizvodnih dobara, transport se izdvaja u posebnu djelatnost materijalne proizvodnje koju često nazivamo **transportna industrija**.

Razvitak transportne industrije ubrzao je razvitak industrije uopće kao i povezivanje s drugim privrednim djelatnostima, s jedne strane, i sa svjetskim tržištem, s druge strane. Strukturu sustava transporta, organizacijske forme i njegove tehnologije tijekom industrijskog razvoja predodređivale su, uglavnom dvije osnovne grupe faktora:

- ukupan razvoj društva i privrede, promjene u teritorijalnom razmještaju proizvodnje, odnosno promjene u u evoluciji strukture i kvaliteti potražnje transportnih usluga,
- intenzitet razvoja transportne tehnike i tehnologije, koja se kroz kvalitativnu i kvantitativnu izmjenu strukture transportnih kapaciteta izražava kao struktura ponude transportnih usluga,

- tehnološka, a time i ekonomsko-organizacijska struktura transporta stalno se mijenjala i prilagođavala posljedicama tehničko-tehnološke revolucije u prometu.

Kod prijevoza robe od proizvođača do potrošača primjenjuje se niz varijanata za korištenje različitih oblika prijevoza. Sve te varijante zasnivaju se na određenim zajedničkim elementima, kao što su:

- korištenje različitih tipova vozila, ovisno o vrsti i količini robe koja se prevozi, pretovar na vanjskim mjestima transporta između korisnika usluge i prijevoznika, kao i između različitih prijevoznih sredstava, što se realizira sustavom komad po komad,
- korištenje različitih tehničkih pretovarnih sredstava prilagođenih pojedinim vrstama robe i različitim vrstama vozila, skupa pakiranja neophodna za zaštitu robe pri transportiranju.

Navedeni zajednički elementi korištenja procesa transporta, kao i heterogenost njegove organizacije, upućuje na zaključak da se takav transport ne može tretirati kao kontinentalno integrirani proces robe. To, sa jedne strane, utječe na povećanje troškova transporta, a sa druge strane, ima utjecaj i na druge elemente logistike. Poduzeće koje namjerava koristiti transport u sustavu logistike mora posjedovati opsežnu i pouzdanu bazu podataka, atraktivnu ponudu, te kapacitet za brz i kvalitetan odgovor zainteresiranima za korištenje o upravljanju i odlučivanju u transportu. Također je bitno da menadžeri logistike dobro poznaju suvremene tehnologije transporta, prednosti i nedostatke pojedinih vidova prometa, visinu troškova koji nastaju u procesu odvijanja prometa, pa je pretpostavka da će transportni sustavi logistike igrati značajnu ulogu u sniženju ukupnih troškova proizvoda i usluga, i brzo i kvalitetno dopremanje proizvoda od mjesta proizvodnje do mjesta potrošnje.[6]

Također, bitno je napomenuti što se transporta tiče, vrste transporta po mogućnosti prijevoza. U toj skupini se nalazi konvencionalni, kombinirani, multimodalni i integralni transport.

Za konvencionalni transport je znakovito da se predmet transporta prevozi s jednog mjesta na drugo samo jednim prijevoznim sredstvom i to prijevoznim sredstvom samo jedne vrste transporta, npr. kamionom ili željeznicom. Prijevoz se provodi na osnovu jednog ugovora o prijevozu, jedne isprave o prijevozu i takav prijevoz organizira samo jedan špediter.

[6] Jusufranić, I., Jusufranić, J., Varupa, L.: „Značenje transporta u sustavu logistike“, Suvremeni promet. - ISSN 0351-1898. - 30 (2010), 1/2 ; str. 170

U kombiniranom transportu prijevoz robe (sipki, rasuti teret) obavlja se najmanje s dva različita prijevozna sredstava i s dvije različite transportne grane. Zapravo se sklapa onoliko ugovora o prijevozu robe koliko je sudjelovalo transportnih grana. Pribavlja se i ispostavlja onoliko isprava o prijevozu robe koliko je sklopljeno ugovora o prijevozu. Transportni proces organizira jedan ili više špeditera.

Pojam integralni transport uži je pojam od multimodalnog i kombiniranog, odnosno integralni transport može biti sastavni dio multimodalnog ili kombiniranog sustava, dok se to ne može reći i obratno. Integralni transport se manifestira u mogućnosti transporta komadnih pošiljaka na paletama ili u kontejnerima, odnosno na paletama u kontejnerima, gdje se roba transportira s jednog mjesta na drugo, od proizvođača do potrošača jednom vrstom transporta, primjerice željeznicom, cestovnim i drugim vrstama transporta. Međutim, čim paleta ili kontejner na svom transportnom putu koristi više od jedne vrste transporta, on postaje multimodalni.

Multimodalni transport je suvremeni način transporta robe, koji uspješno povezuje skoro sve prometne grane (sredstva) i suvremene tehnologije transporta na međunarodnim prometnim koridorima.[7] Za razliku od konvencionalnog transporta, multimodalni transport uvijek uključuje korištenje barem dvije različite grane prometa, te ne može postojati kao posebna ili samostalna grana, već isključivo kao složeni sistem u međunarodnom okruženju. Međunarodni multimodalni transport zbog svoje složenosti i značenja u međunarodnim i nacionalnim gospodarskim sustavima, potrebno je promatrati kao složeni dinamički i stohastički sustav. To je zapravo, skup međusobno povezanih i među utjecajnih prometno-tehnoloških aktivnosti (procesa, funkcija i poslova), izravnih i neizravnih sudionika, prometnih i drugih kadrova i tehničkih pomagala u njihovome radu i drugih elemenata u stalnom kretanju, mijenjanju i razvoju: tehničko-tehnološkom, organizacijsko-ekonomskom i pravnom, koji omogućuju da se od proizvođača iz države "A" do potrošača u državu "B", ili posrednika iz države "C", manipulacija i transport robe izvrše brzo, sigurno i ekonomično s najmanje dva različita prijevozna sredstva i na temelju jedinstvenoga ugovora o prijevozu, odnosno jedne prijevozne isprave, a cjelokupni transportni pothvat izvršava ili organizira jedan operator transporta.

[7] file:///C:/Users/DAMI/Downloads/468-699-1-SM%20(3).pdf

3.1. Transportni lanac

Transportni lanac je skup, odnosno niz međusobno i interesno povezanih karika (partnera i aktivnih sudionika) koje omogućuju brze, sigurne i racionalne procese proizvodnje transportnih proizvoda. Svaku kariku u transportnom lancu predstavlja jedan aktivni sudionik u procesu proizvodnje transportnih proizvoda, npr. pošiljatelj – prijevoznik – skladištar – terminal – primatelj, dok proizvod ne dođe do krajnjeg korisnika.

Transportni lanci se dijele na:[8]

- **kratke** - imaju do pet karika i takvi lanci se prakticiraju najviše u konvencionalnom transportu,
- **dugačke** - imaju od 6 do 10 karika i prakticiraju se najviše u kombiniranim i jednostavnijim multimodalnim transportima,
- **veoma dugačke** - imaju od 11 do 20 karika i prakticiraju se u složenijim kombiniranim i multimodalnim transportnim pothvatima i
- **megatransportni lanci** - imaju više od 21 kariku i prakticiraju se u megamultimodalnim transportnim pothvatima.

U kreiranju transportnih lanaca treba voditi računa o mnogobrojnim čimbenicima, broju i vrsti karika, predmetima transportiranja, transportnim tehnologijama, geografskoj i transportnoj suprastrukturi, brzini otpreme i dopreme robe.

Osnovna značajka svakog transportnog lanca je jedinični teret (paleta, kontejner, vozilo). Optimizacija transportnih lanaca najizravnije ovisi o stupnju razvoja prometne infrastrukture i suprastrukture, tehničko-tehnološkog, organizacijsko-ekonomskog i pravnog stupnja razvoja prometnih i vanjskotrgovinskih sustava u sklopu gospodarskih sustava, nacionalnih i međunarodnih sustava, te stupnja sposobnosti, obrazovanosti i iskustva operativnih i kreativnih tehnologa prometa i menadžera. Prednosti optimizacije transportnog lanca očitavaju se u smanjenju troškova pakiranja, rizika od oštećenja, gubitaka i krađa, maksimalno i racionalno korištenje prometne infrastrukture i suprastrukture, kroz minimalizaciju ukupnih troškova makro i mikro distribucije robe, ubrzavanje cjelokupnog procesa reprodukcije, potenciranje i provjera stvarnih sposobnosti i radnih učinaka

[8] file:///C:/Users/DAMI/Downloads/tg_6_2012_2_228_232%20(2).pdf

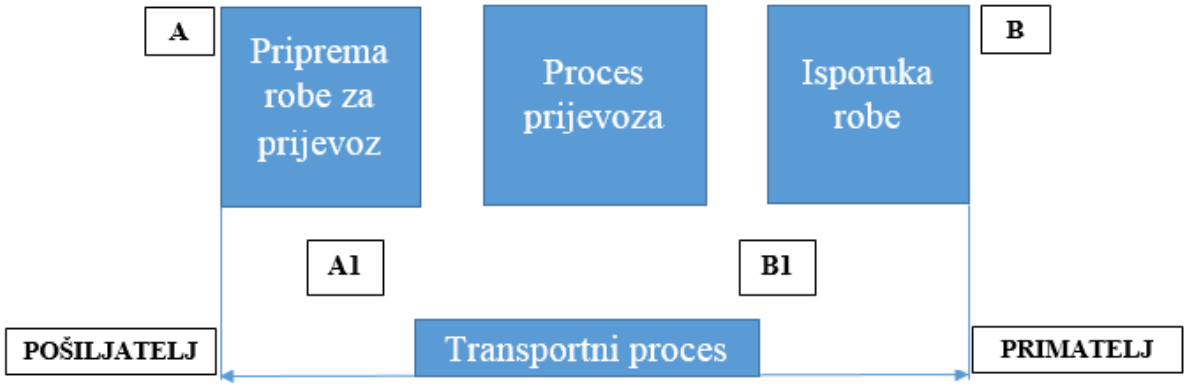
operativnih i kreativnih prometnih i drugih menadžera, vrlo precizno definiranje bitnih logističkih aktivnosti i bitnih elemenata tehnologije prometa u svakom pojedinačnom transportnom lancu i dr..

Svladavanje prostornih i vremenskih dimenzija u kupoprodaji, prijevozu, distribuciji materijalnih dobara između mjesta dobara, mjesta proizvodnje i mjesta potrošnje nije moguće bez postojanja transportnih lanaca i logističkih lanaca. Transportni lanci su bitna sastavnica logističkih lanaca. Međutim, teoretski transportni lanci mogu funkcionirati bez logističkih lanaca, dok u praksi transportni i logistički lanci funkcioniraju u stalnoj interakcijskoj sprezi, oni su komplementarni, kompatibilni, međusobno povezani, njihove se misije isprepliću, karike jednih lanaca postaju glavne i/ili pomoćne karike drugih lanaca ali i obrnuto, logistički lanci mogu biti glavne i/ili pomoćne karike transportnih lanaca. No unatoč tome, pojam transportni lanac i logistički lanac nisu sinonimi svaki od njih ima svoju vlastitu misiju, zadaće, poslove, načela i organizacijske modele. Zadaća transportnih lanaca je da omogućuju brze, sigurne i racionalne procese proizvodnje transportnih proizvoda, a logistički lanci omogućuju brze, sigurne i racionalne procese proizvodnje logističkih proizvoda.

3.1.1. Transportni proces

Transportni proces predstavlja proces premještanja ili prevoženja putnika i robe i uključuje sve pripremne i završne operacije (pripremu robe, prijem, utovar, prijevoz, istovar i predaju robe, odnosno ukrcaj, prijevoz i iskrcaj putnika). Također, obuhvaća i upućivanje vozila na mjesto utovara robe tj. ukrcavanja putnika. Transportni proces karakteriziraju tri osnovne faze:

1. **Utovar -** priprema transportnog sredstva, organizacija utovarnog mjesta, sortiranje tereta i formiranje dokumentacije koja prati prijevoz.
2. **Prijevoz tereta -** je osnovna funkcija transporta. Složenost kretanja transportnih sistema zahtjeva posebnu pažnju pri izboru rute i pri samom transportu.
3. **Istovar -** je spuštanje tereta na transportna sredstva, na mjesto za odlaganje i predaju tereta sa pratećom dokumentacijom.



Slika 3: Shematski prikaz transportnog procesa

Izvor: Izradio i prilagodio autor

Karakteristično za transportni proces je postojanje tri aktivna sudionika, i to pošiljatelj, prijevoznik i primatelj. Proces započinje predajom robe od strane pošiljatelja, slijedi priprema robe za prijevoz, transport (pakiranje, uskladištenje, ukrcaj, izbor prijevoza). Nakon završenog prijevoznog procesa roba se isporučuje primatelju (prijem robe, iskrcaj, uskladištenje, distribucija). Glavne zadaće sudionika u transportnom procesu su slijedeće:[9]

- **Pošiljatelj** - pakirati robu na palete, u kontejnere ili u vozila, maksimalno koristiti mehanizirani ukrcaj, maksimalno i efikasno koristiti skladišne uređaje, odabrati optimalne prijevoze (željeznicom, cestom, zrakoplovom i dr.) i transportne pravce.
- **Prijevoznik** – odabrati suvremeno i optimalno prijevozno sredstvo, racionalizirati prihvat, prijevoz i otpremu robe, uspješno i kvalitetno organizirati i sinkronizirati prijevoz robe, osigurati siguran transport robe, upotrijebiti optimalno vrijeme vožnje.
- **Primatelj** – osigurati kvalitetan i djelotvoran prijem robe, izvršiti pravovremeni iskrcaj odgovarajućom mehanizacijom, kvalitetno i pravovremeno uskladištiti robu, efikasno i kvalitetno izvršiti dispoziciju za distribuciju robe, uz točnu i brzu ispostavu informacija i dokumentacije i dr..

Svaki transportni proces prate dokumenti vezani za vozilo, vozača i uslugu koja se u tom procesu realizira.

[9] http://www.fms-tivat.me/predavanja3god/Integralni2tekst.pdf

3.1.2. Ključni pokazatelji učinkovitosti u transportnim lancima (KPI)

Ključni pokazatelji učinkovitosti (KPI) predstavljaju kvalitativne i kvantitativne pokazatelje, koji se koriste za mjerenje, praćenje i upravljanje poslovnim rezultatima poduzeća. Omogućuju uspoređivanje ostvarenih vrijednosti performansi sa ciljnim vrijednostima ili vrijednostima iz prethodnih perioda mjerenja, odnosno uspostavljenim standardima, pa čak i uspoređivanje sa performansama konkurencije. Navedene činjenice često mogu dovesti do pogrešnog zaključka, da se ključni pokazatelji učinkovitosti obično koriste pri vrednovanju rezultata iz prošlosti, koriste se pri planiranju i definiranju budućih ciljeva i poslovnih rezultata. Pogodan vizualni i grafički prikaz indikatora značajno doprinosi većoj transparentnosti i efektivnosti menadžmenta. KPI koriste organizacije za mjerenje, praćenje i upravljanje performansama, oni omogućuju poslodavcima ili zaposlenicima da mogu planirati što treba učiniti kako bi poboljšali svoju organizaciju. Također, KPI trebaju pomoći da se sazna koliko poduzeće, poslovna jedinica ili pojedinac izvršava učinkovito svoj posao u usporedbi sa svojim strateškim ciljevima i zadacima. Najveći problem predstavlja to što većina poduzeća prikuplja ogromnu količinu podataka, a posljedica toga je da menadžeri završe pretrpani sa nepotrebnim podacima iz kojih ne mogu dobiti pravu sliku stanja poduzeća te poduzeti adekvatne korake.

Kada govorimo o transportu u maloprodajnim i veleprodajnim lancima, onda možemo definirati niz ključnih pokazatelja kojima se prate performanse procesa transporta. Prije samog definiranja ovih pokazatelja, od izuzetne važnosti je utvrditi osnovne podatke, koji se odnose na kapacitete i resurse sa kojima se u transportu raspolaže. Kao osnovni podaci o kapacitetima i resursima mogu se navesti: broj dostavnih vozila po tipovima, modelima i kategorijama (broj kamiona, kombi vozila, pick-up vozila, putničkih teretnih vozila), osnovni podaci o vozilu (starost vozila, dopustiva nosivost vozila - u kilogramima i paletama, ukupna masa vozila, pređena kilometraža, datum posljednje registracije, vrsta osiguranja i vlasništvo nad vozilom - lizing kuća), razina opremljenosti vozila (temperaturni režim, podaci o rashladnom uređaju, postojanje rampe za utovar, tip rampe, nosivost rampe, posjedovanje licence za internacionalni transport, osnovna oprema na vozilu, specijalna oprema na vozilu), broj zaposlenih u transportu po radnim pozicijama (vozači po tipovima vozila, dispečeri, ruteri, administratori, kao i osnovni podaci o zaposlenima itd.) i šifre vozila (jednoznačne šifre vozila u informacijskom sistemu kompanije). Poslije definiranja iznad navedenih informacija, pristupa se prikupljanju osnovnih

podataka iz mjesečnih rezultata distribucije i transporta u cjelini, koji služe za definiranje KPI pokazatelja. Kao osnovni podaci iz mjesečnih rezultata transporta, mogu se navesti slijedeći:[10]

- ukupna nabavna vrijednost prevezene robe po tipovima dostavnih vozila,
- ukupan broj kutija i paleta otpremljene robe po tipovima dostavnih vozila,
- ukupno prevezena težina i zapremnina robe,
- ukupan broj ruta i broj istovarenih mjesta,
- ukupna pređena kilometraža,
- ukupno vrijeme zadržavanja vozila na turama, odnosno broj radnih sati dostavnih vozila,
- ukupan broj radnih dana, sati rada i prekovremenih sati rada zaposlenih u transportu i dr..

Po definiraju baze podataka o rezultatima poslovanja, pristupa se definiranju osnovnih odnosa između ovih podataka, koje možemo predstaviti kao ključne indikatore performansi za praćenje i kontrolu procesa transporta. Kao osnovni KPI pokazatelji u procesu transporta, mogu se navesti slijedeći:

- koeficijent vremenske iskoristivosti vozila,
- koeficijent težinske iskoristivosti vozila,
- prosječan broj prijeđenih kilometara,
- broj prijeđenih kilometara po vozilu, ruti, istovaru, vozaču, paleti,
- broj prijeđenih kilometara po zaposlenom u transportu,
- prosječan trošak transporta,
- trošak transporta po ostvarenoj ruti, ostvarenom istovaru, prevezenoj paleti, prijeđenom kilometru,
- prosječan trošak održavanja po vozilu itd.

Također, ukoliko poduzeće ima vlastitu distribuciju sa implementiranim sustavom za globalno pozicioniranje vozila (GPS system), onda se praćenje, redovno promatranje i bilježenje aktivnosti vozila može raditi u realnom vremenu. Svi podaci koji se izvrše putem GPS-a predstavljaju značajnu i veoma točnu osnovu za formiranje baze podataka na osnovu koje će se definirati KPI u transportu. Na osnovu dobivenih podataka iz GPS sistema, moguće je izvršiti slijedeće analize:

[10] http://spin.fon.bg.ac.rs/doc/ret/SPIN%202011/Sekcije/07logistika%20i%20lanci%20snabdevanja-pdf/702_KL~1.PDF

- analiza aktivnosti vozila (eng. fleet utilization),
- analiza aktivnosti vozača,
- analiza pristupa prodajnim objektima,
- usporedba rada vozača i vozila,
- analiza radnog vremena,
- koeficijent iskoristivosti vozila.

GPS sistem je alat za prikupljanje, obradu i analizu prikupljenih podataka o radu transportne flote. Sistem daje sveobuhvatan uvid u stanje, lokaciju i rad voznog parka. Omogućuje pravovremenu intervenciju, olakšava i ubrzava svakodnevno operativno upravljanje voznim parkom i efikasno donošenje poslovnih odluka. Primjenom GPS sistema vozni park će biti optimalno iskorišten, što smanjuje broj prijeđenih kilometara, a time je i upotreba vozila kvalitetnija, što naposlijetku ima za cilj smanjenje troškova održavanja voznog parka. Može se reći da bez definiranih i održivih KPI pokazatelja u transportu, ne postoji ni efikasno upravljanje procesom transporta.[11]

3.2. Troškovi transporta

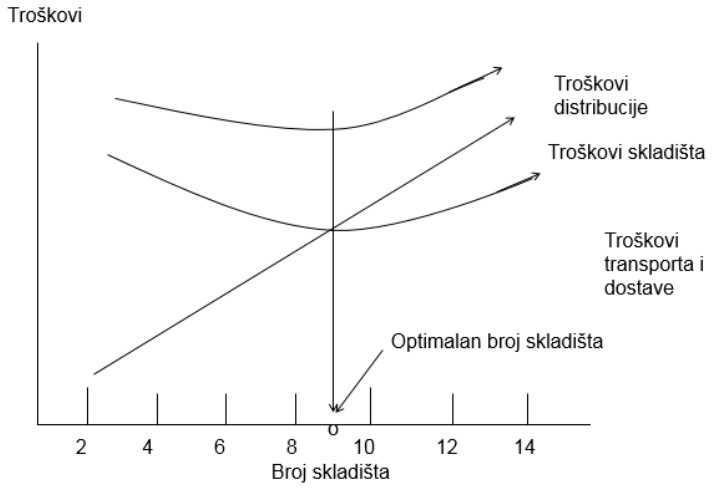
Transportni troškovi predstavljaju novčani izraz vrijednosti utrošene količine rada (materijal i radna snaga) za izvršavanje procesa transporta, koji omogućuje normalan proces reprodukcije i zadovoljenje potreba stanovništva za transportnim uslugama. Troškovi transporta predstavljaju veliki udio u ukupnoj strukturi troškova subjekata prometnog sustava, stoga često dolazi do udruživanja velikih poduzeća što rezultira mogučnošću pružanja kvalitetnije usluge i ostvarenjem konkurentnosti na tržištu.

Približno jedna od dvije trećine logističkih troškova poduzeća pada na transport. Troškovi prijevoza odnose se na transport robe od mjesta proizvodnje do lokalnog skladišta i troškova isporuke robe kupcima (mjesta potrošnje). Takvi troškovi prvenstveno ovise o broju skladišta u distribucijskoj mreži. Teret (roba) može se prevoziti vlastitim sredstvima proizvođača ili povjeriti vanjskom prijevozniku, koja će se od alternativa primijeniti ovisi o nizu čimbenika. Ukupna prijeđena kilometraža koju neko transportno sredstvo prijeđe može se podijeliti na dva dijela, i to:

[11] http://spin.fon.bg.ac.rs/doc/ret/SPIN%202011/Sekcije/07logistika%20i%20lanci%20snabdevanja-pdf/702_KL~1.PDF

- kilometraža od skladišta proizvođača do distribucijskog skladišta u zoni isporuke,
- kilometraža od skladišta u zoni isporuke do krajnjeg potrošača.

Prijevoz robe od skladišta proizvođača do distribucijskog skladišta vrši se većim prijevoznim sredstvom, jer uglavnom se radi o većim količinama zaliha koje se moraju dostaviti, dok se prijevoz od skladišta do krajnjeg potrošača vrši manjim dostavnim vozilima radi lakšeg kretanja po prometnoj infrastrukturi, u vršnim satima opterećenja i dr.. ukoliko neko poduzeće u određenom području ima više disperziranih kupaca koji kupuju manje količine robe, kapaciteti velikih kamiona neće biti dovoljno iskorišteni. Zato je dobro organizirati skladište koje će se opskrbljivati većim kamionima koji će uz to biti i dobro iskorišteni. Što se tiče troškova prijevoza od proizvodnje do skladišta u zoni isporuke i troškovi dostave oni će do određenog broja skladišta padati, a potom rasti. Razlog degresije troškova prijevoza je bolje iskorištenje sredstva prijevoza od proizvodnje do skladišta u zoni isporuke s jedne strane i smanjenje kilometraže, pri dostavi robe, od skladišta u zoni isporuke do dostave robe kupcima s druge strane. Međutim, opadanje troškova u odnosu na broj skladišta ima i određenu granicu, poslije koje rastu, ukoliko bude povećan broj skladišta u zoni isporuke.[12]



Slika 4: Kretanje troškova transporta u odnosu na broj skladišta

Izvor: Šamanović, J.: Prodaja, distribucija, logistika, Split, 2009.

Kako bi se optimizirali troškovi transporta od dobavljača do krajnjeg korisnika potrebno je odabrati određeni oblik transporta (zrak, voda, cesta, željeznica). Svaki od ovih načina ima svoje prednosti i nedostatke u odnosu na cijenu, brzinu, kapacitet, fleksibilnost i sigurnost. Pravilan izbor smanjuje oportuitetni trošak, odnosno trošak koji nastaje zbog situacije kada

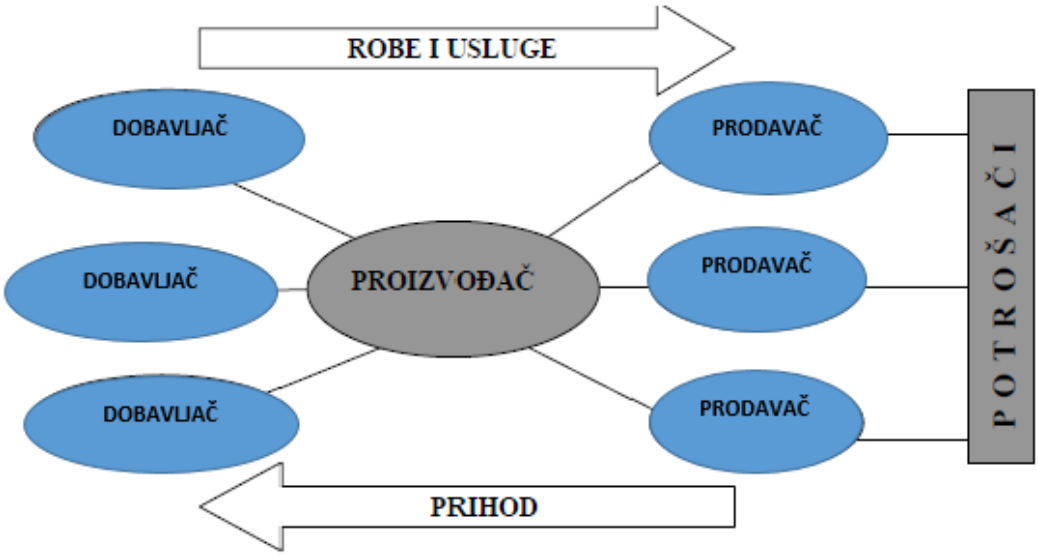
[12] Šamanović, J. Prodaja distribucija logistika, Split 2009., str. 108

neki proizvod nije dostupan u zahtijevano vrijeme. Također, pravilna kombinacija načina prijevoza smanjuje troškove nastale zbog oštećenja robe u prijevozu. U svrhu izbjegavanja troškova treba izbjegavati prijevoz manjih količina, koje ne popunjavaju kapacitet prijevoznog sredstva.

4. ORGANIZACIJA TRANSPORTNIH LANACA

Transportni lanac karakteriziraju dva glavna obilježja, tehničko-tehnološko i organizacijsko povezivanje. Tehničko-tehnološko povezivanje postupaka u lancu uvjetuje kompatibilnost sustava angažiranih tehničkih sredstava. Organizacijsko povezivanje postupaka ostvaruje se koordinacijom informacijskog sustava upravljanja, kao i koordinacijom pravnih i komercijalnih područja rada. Transportni lanac je povezan sa susjednim sustavima, odnosno sa proizvodnjom i potrošnjom dobara.[13]

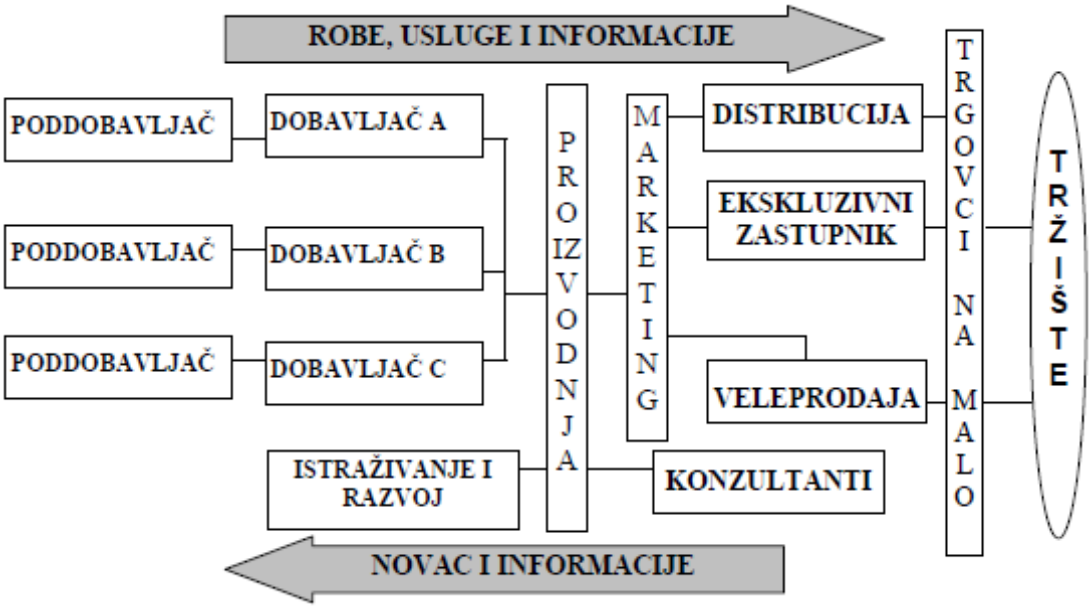
Suvremeni zahtjevi za pravodobnom dostavom ne utječu isključivo na sustav transporta već također i na distribuciju i način skladištenja. Potreba za smanjenjem vremena dostava prisilila je neka poduzeća da u potpunosti zaobiđu skladišta dok je druge odvela u pravcu iskorištavanja transportnog sustava kao *"virtualnog skladišta"*, a treće je pak natjerala da i skladišta koriste za dodavanje novih funkcija proizvodima koristeći tako i to vrijeme za povećavanje njihove vrijednosti kupcima. Mnoga poduzeća prelaze na direktne isporuke zaobilazeći tako skladišta ili prelaze na manje, ali češće pošiljke koje smanjuju potrebu za skladištenjem robe. Sve to dovodi i do značajnih promjena u transportnoj logistici i upravljanju lancem opskrbe. Na slijedećim slikama predočene su promjene koje su se dogodile u transportnoj logistici i upravljanju lancem opskrbe. Dok slika 5 prikazuje tradicionalni način transporta, na slici 6 je prikazan suvremeni transportni sustav.



Slika 5: Tradicionalan način transporta
Izvor: Pulić, A. i Kolaković, M.: Intelektualni kapital poduzeća, iz: "Konkurentska sposobnost poduzeća", ur. D. Tipurić, Sinergija, Zagreb, 1999.

[13] http://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/0042-8469/2010/0042-84691001113C.pdf

Transportna logistika danas općenito prolazi fazu rekonstruiranja. Dijelom je to posljedica brojnih deregulacija koje su uzrokovale brze promjene u vlasničkim strukturama te promjene u strukturama transportne industrije općenito. Transportna se industrija tradicionalno dijelila na nekoliko segmenata te prema veličini i težini pošiljaka. Danas međutim granice između različitih segmenata transportne industrije nestaju jer poduzeća koja su prije bila specijalizirana u određenoj kategoriji transporta, sada kupuju ili se spajaju s poduzećima iz drugih industrijskih segmenata. Ključni faktor pokretanja restrukturiranja transportne industrije nalazi se i u činjenici sve većeg broja samostalnih poduzetnika koji pružaju usluge logistike. To su specijalizirana poduzeća koja se brinu o skladišnim i transportnim funkcijama. Neka od tih poduzeća jednostavno su nezavisni posrednici, poduzetnici, virtualni/mrežni brokeri ili mala obiteljska poduzeća koja često niti nemaju vlastite kamione, ali koja se brinu o transportnoj logistici naručitelja ugovarajući poslove s drugim transportnim poduzećima. Na taj način i unutar transportnog sektora dolazi do umrežavanja i virtualizacije poslovanja.



Slika 6: Suvremeni način transporta

Izvor: Pulić, A. i Kolaković, M.: Intelektualni kapital poduzeća, iz: "Konkurentska sposobnost poduzeća", ur. D. Tipurić, Sinergija, Zagreb, 1999.

Da bi jedan takav suvremeni virtualni lanac opskrbe funkcionirao, potrebna je visoka razina međusobnog povjerenja i svijesti o obostranoj koristi od zajedničkog nastupa na tržištu te otvorena razmjena potrebnih informacija i znanja koja treba trajati čitavo vrijeme trajanja poslovne suradnje. Upravo se tu krije ona bitna razlika u usporedbi s tradicionalnim načinom transporta gdje, osim nužne komunikacije, nema aktivnog dijaloga i razmjene informacija. U

virtualnom lancu opskrbe takva se komunikacija stalno potiče, širi i razvija. To je još jedan primjer koji pokazuje da se suvremena proizvodnja, ali i svako drugo ekonomsko djelovanje, danas zapravo temelji na protoku informacija. Iz ovakvog načina poslovanja proizlaze i vidljive prednosti. Sustav proizvodnje utemeljen na razmjeni informacija vrlo je fleksibilan, pa promjene koje se događaju stalno i velikom brzinom mogu biti brzo uočene i prepoznate, što ostavlja dovoljno vremena za efikasno djelovanje. Naravno, za to je potreban i drugi kritični resurs poslovanja danas, a to je kvalitetan intelektualni kapital. No, odnos s dobavljačima samo je jedan dio komunikacije poduzeća s okolinom. Ne smije se zaboraviti i onaj drugi dio, a to je odnos poduzeća prema potrošačima. Suvremeno poslovanje sve se više orijentira na proizvodnju i stvaranje usluga prema željama potrošača. Tako u prvi plan dolazi kupac sa svojim potrebama i sva se poduzeća nužno moraju preorijentirati k zadovoljenju njihovih želja.

Jedna od osnovnih planiranih potreba društva i pojedinaca u smislu funkcionalnog organiziranja rada i života odnosi se na zahtjeve za transportom. Zahtjevi ovoga oblika u praksi i teoriji, nazivaju se najčešće, transportnim zahtjevima. Tretirajući transport kao neposredne aktivnosti u cilju premještanja materijalnih dobara, ljudi, podataka, informacija, audio i vizualnih sadržaja) radi zadovoljenja određenih društvenih potreba, nameće se logično pitanje na koji način i u kakvom obliku se javljaju inicijative (inputi) za transportom. Postoje vrlo složene manifestacije transportnih zahtjeva, pa samim time i interesi od strane realizatora i organizatora transporta da se oni obuhvate, modeliraju, proučavaju i dr.. Transportni zahtjevi su posljedica odlučivanja od strane komitenata (korisnika transportnih usluga) pa se razlikuju po funkcijama ciljeva sa jedne strane, sadržajem, strukturom i dinamikom zahtijevane usluge, sa druge strane. U nastavku će se odrediti način na koji se analiziraju, funkcioniraju i obrađuju transportni zahtjevi

4.1. Analiza transportnih zahtjeva

Da bi se ispostavljeni transportni zahtjev distribuirao na više realizatora i/ili organizatora, prihvatio od strane organizatora i/ili realizatora isti prvo vrše analizu zahtjeva,

sa jedne strane i raspoloživost skladišnih, manipulacijskih i transportnih kapaciteta na putu od pošiljatelja do primatelja, sa druge strane. Bitne odlike ove analize odnose se na:[14]

- stanje,
- količinu,
- udaljenost prijevoza i relaciju,
- lokaciju,
- klasifikaciju,
- ograničenja (na putu od primatelja do pošiljatelja).

Stanje robe za koju se zahtjeva transport analizira se na osnovu:

- fizičko-kemijskih i bioloških (za prijevoz živih bića) osobina,
- tehnoloških osobina u transportu,
- tehnoloških osobina pri uskladištenju i manipulaciji i
- ekonomske namjene (za reprodukciju, investicije ili široku potrošnju).

Analiziranje fizičko-kemijskih i bioloških osobina, su bitna za određivanje takvih transportnih jedinica, putova i prostora (i po potrebi njihovog redoslijeda) koji osiguravaju pošiljke od bilo kakve promjene navedenih svojstava. Zbog toga se za pojedine vrste roba moraju prethodno pribaviti posebne suglasnosti od nadležnih organa, uprava, agencija u zemlji ili drugih u izvozu. Tehnološke osobine robe u transportu determiniraju dozvoljen prostor aktivnosti u procesu transporta sa odgovarajućim kriterijima u smislu grupiranja, okrupnjavanja, formiranja dizajna i standardnih tovarnih jedinica, utjecaja robe na transportne jedinice i obrnuto, raznih provjera i dr.. Tehnološke osobine pri uskladištenju i manipulaciji determiniraju prostor aktivnosti procesa ove vrste analogno prethodnom. Ekonomska namjena robe determiniraju kriterije dozvoljenog vremenskog intervala za transport (kojeg određuju komitenti - kupac i prodavač), kao i željenu dinamiku, jer se radi o zalihama koje su u procesu transporta. Kao što je poznato, zalihe u vremenu stvaraju samo troškove. Količina robe je relevantna karakteristika zahtjeva za realizatore i/ili organizatore prijevoza. Naime, količina robe je nekad direktno proporcionalna brzini transporta, a nekad obrnuto što zavisi od zastupljenih i primijenjenih tehnologija. Pod količinom robe jednog zahtjeva podrazumijeva se samo ona količina namijenjena za prijevoz između korespodentnih mjesta (npr. iz mjesta A u mjesto B), sa jednim ili više tovarnih listova. Mogu se pojaviti slučajevi da se iz mjesta A

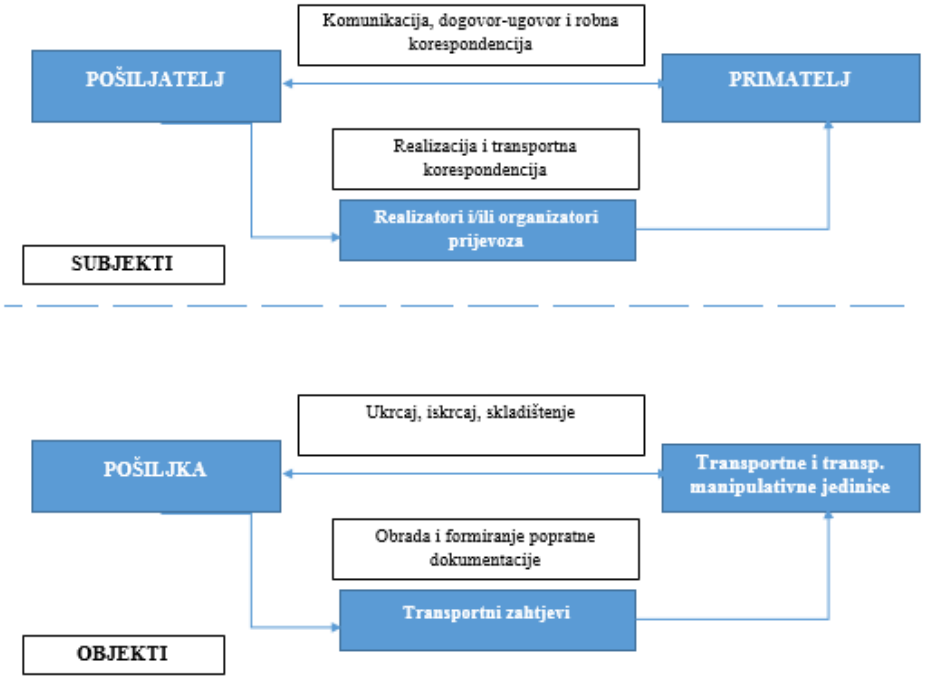
[14] http://www.evropskiuniverzitet-brcko.com/Izdavacka-djelatnost/DM/Boro-Dakic.pdf

pojavi značajna količina, ali za različita mjesta upućivanja, što najvjerojatnije zahtjeva različite režime transporta. Ako se za destinaciju B iz mjesta A transportira veća količina robe (na primjer 500 t) onda je to značajna karakteristika jer se radi o masovnosti i koncentraciji. Takve karakteristike ističu komparativne prednosti željezničkog u odnosu na druge vidove prometa i transporta. Znači, mora se poznavati dinamika ponuđenih količina za prijevoz (dnevna, mjesečna ili godišnja u funkciji kapaciteta za istovar u uputnoj stanici). Udaljenost i količina prijevoza ističu komparativne prednosti pojedinih vidova i tehnologija prometa i transporta. Na dužim udaljenostima, ako se usporede povoljnosti transporta cestom ili željeznicom onda je prednost na strani željezničkog. U slučajevima kada se izvrši izbor vida prijevoza od strane komitenata, onda realizatori prijevoza vrše izbor najpogodnijih jedinica u funkciji udaljenosti kao što su minimalne prazne vožnje, minimalno vrijeme dostave, minimalna potrošnja energije, minimalni troškovi i dr. Lokacija predaje i prijema pošiljaka je mjesto koje određuje prostorni položaj na mreži transportnih putova, kao i kapilarnu povezanost vidova prijevoza sa mjestima prijema i predaje namijenjene robe za transport. Postoje različite lokacije robe namijenjene transportu kao što su roba u skladištu pošiljatelja, sabirnom skladištu, u skladišti na putu do odredišta, u skladištu primatelja i roba u skladištu (carine, dezinfekcije i raznih vrsta provjera) i slično.

Dakle transportni zahtjev je potražnja komitenta (primatelja ili pošiljatelja) od realizatora i/ili organizatora transporta za transportnom uslugom, a u funkciji je od stanja, količine, udaljenost prijevoza, mjesta otpreme, prijema i vrste robe.

4.2. Procesi i operacije u funkciji transportnih zahtjeva

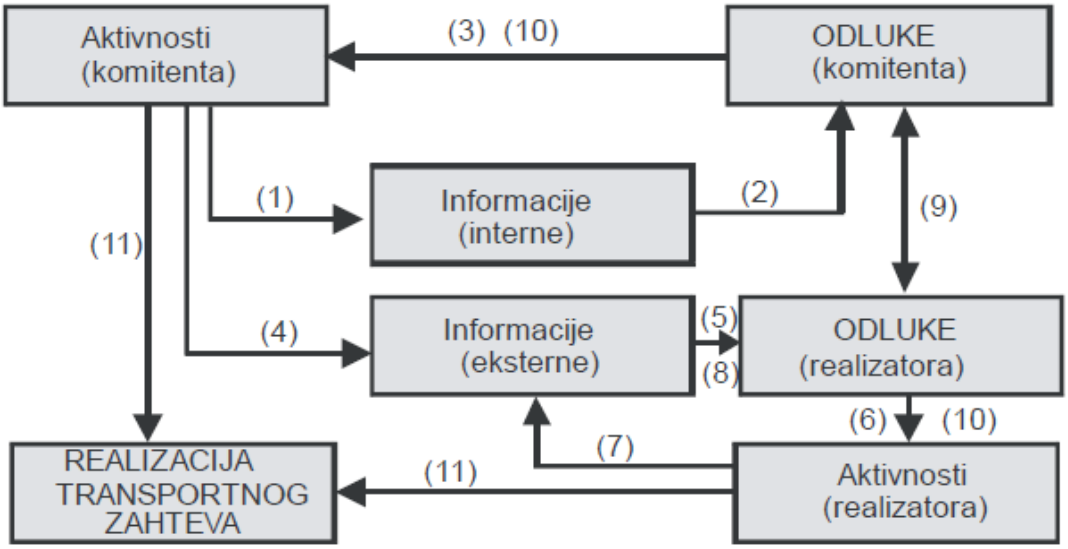
Da bi smo mogli prikazati način na koji se grupiraju transportni zahtjevi i kako se vrši njihova raspodjela, na slici 7 su prikazani subjekti i objekti realizacije transportnih zahtjeva.



Slika 7: Subjekti i objekti realizacije

Izvor: Pulić, A. i Kolaković, M.: Intelektualni kapital poduzeća, iz: "Konkurentska sposobnost poduzeća", ur. D. Tipurić, Sinergija, Zagreb, 1999.

Djelovanjem subjekata na objekte logičnim redoslijedom dolazi do realizacije transportnih zahtjeva. U ranijem tekstu su definirani transportni zahtjevi i uočili smo da se oni od strane komitenata ispostavljaju realizatorima i/ili organizatorima prijevoza. Djelovanjem subjekata na objekte, poslije određenih aktivnosti komitenata u cilju donošenja relevantnih odluka (potrebne informacije), događaju se različiti procesi i operacije prikazane na slici 8. Poslije procesa kod samog pošiljatelja {(1) →(2)→ (3)} događaju se procesi {(4) → (5) }, odnosno predočavanje transportnog zahtjeva. Kada se transportni zahtjev predoči realizatorima i/ili organizatorima transporta {(6)→(7) →(8)} donose se ponovno odluke - (9) za realizaciju transportnog zahtjeva i konačno vrši realizacija {(10) → (11)}.



Slika 8: Djelovanje subjekata na objekte

Izvor: Pulić, A. i Kolaković, M.: Intelektualni kapital poduzeća, iz: "Konkurentska sposobnost poduzeća", ur. D. Tipurić, Sinergija, Zagreb, 1999.

Transportni zahtjevi od strane komitenata predočavaju se zainteresiranome broju organizatora i realizatora prijevoza pod određenim ograničenjima i to direktno i indirektno. Ograničenja se javljaju ako komitenti imaju parkove za vlastite potrebe ili imaju ugovorene obaveze sa određenim organizatorima i realizatorima transporta i dr.. Pod grupiranjem transportnih zahtjeva direktnog tipa podrazumijevaju se aktivnosti prikupljanja, sortiranja i utvrđivanja redoslijeda opsluživanja od strane organizatora i realizatora pod uvjetom da oni budu izabrani.

4.3. Obrada transportnih zahtjeva

Zainteresirani realizatori i/ili organizatori prijevoza po predočavanju transportnih zahtjeva vrše:

- analizu transportnih zahtjeva,
- analizu unutrašnjeg raspoloživog potencijala,
- kalkulacije,
- integracije u smislu ispomoći i
- formiranje ponude.

Realizatori i/ili organizatori u praktičnom smislu dobivaju zahtjeve sa ponudom i njih ima brojčano više nego što je stvarno stanje robe kod komitenata. Komitenti ih distribuiraju u cilju izbora odgovarajućeg transportnog rješenja. Analiza transportnih zahtjeva obavlja se u zavisnosti od nivoa primijenjene tehnologije kod potencijalnog sudionika. Kako pristižu u različita vremena (direktan proces) ima smisla govoriti o tokovima transportnih zahtjeva kao i njihovoj analizi na diskretnom vremenskom intervalu. Analiza prispjelih zahtjeva vrši se po pravilu na taj način da se prvo utvrde prioritetni zahtjevi tj. oni zahtjevi čija realizacija (fizička aktivnost) mora najprije da počne i da se završi, pa zahtjevi čije vrijeme realizacije procesa nije zavisno sa prioritetnim zahtjevima i tako redom. Poslije utvrđivanja grupe prioriteta zahtjevi se analiziraju po osnovu fizičko-kemijskih i bioloških osobina robe, tehnološkim osobinama, ekonomske namjene robe i dr.. Poslije analiziranja transportnih zahtjeva vrši se analiza raspoloživog potencijala u cilju transporta kao što su: raspoloživost transportnim jedinicama, opremom, skladištima, manipulacijskim sredstvima, kadrovima i slično.

Raspoloživost unutrašnjeg potencijala identificira se na različite načine. Različiti načini identifikacije trenutnih statusnih i lokacijskih promjena posljedica su primjene različitih informacijskih sustava kod realizatora i/ili organizatora. Ako su u primjeni suvremeni informacijski sustavi onda se brzo dobivaju informacije o trenutnim statusnim i lokacijskim promjenama, a samim tim i o raspoloživosti potencijala u odnosu na predočeni transportni zahtjev. U želji da se dobije odgovor da li je predočeni transportni zahtjev prihvatljiv ili ne, vrši se kalkulacija (cijena usluge). Cijena usluge za izvršitelja predstavlja prihod, kao dio cijene prodaje. U daljnjoj kalkulaciji izvršitelji proučavaju i očekivane troškove, pa konačno na razlici prihoda i troškova vide svoju dobit (interes), odnosno prihvatljivost transportnog zahtjeva. Kao što se može zaključiti kalkulacija može početi poslije izvršenih analiza transportnih zahtjeva (sa prioritetima) i raspoloživosti unutrašnjeg potencijala sa fiksnim ili promjenjivim cijenama usluge koje su u zavisnosti od razvijenosti tržišta. Ako se ispostavi da je transportni zahtjev profitabilan, odnosno da njegova realizacija donosi dobit, a izvršitelj ne može sam da realizira transportne zahtjeve on se dogovara sa drugim odgovarajućim izvršiteljem (sa istom politikom dobiti). Ponuda u ovakvim uvjetima predstavlja odgovor na transportni zahtjev u obliku cijene usluge sa garantiranjem ispunjavanja sadržaja transportnog zahtjeva. Kao što smo prethodno vidjeli ponuda se može formirati na osnovu: analize transportnog zahtjeva i unutrašnjeg potencijala, potencijalne dobiti i uz eventualnu pomoć

drugih izvršitelja. Brzina njenog formiranja ovisi od brzine obrade prethodno navedenih elemenata.[15]

[15] Pulić, A. i Kolaković, M.: Intelektualni kapital poduzeća, iz: "Konkurentska sposobnost poduzeća", ur. D. Tipurić, Sinergija, Zagreb, 1999.

5. PRIKAZ METODA ZA VREDNOVANJE TRANSPORTNIH LANACA

Matematičke metode služe kao alat optimizacije za sve probleme koji nastaju na transportnoj mreži. Broj mogućih problema koji mogu nastati na transportnoj mreži je raznolik, kako bi se ti problemi uspješno optimizirali primjenjuju se razne matematičke metode. Primjena metoda ovisi o problemu kojega treba optimizirati, kompleksniji problemi često zahtijevaju i kompleksne metode. U nastavku rada definirati će se tri metode, i to:

- ELECTRE,
- PROMETHEE i
- AHP.

5.1. Metoda ELECTRE

Prvi počeci primjene ELECTRE (engl. Elimination Et Choix Traduisant la Realitè), „Eliminacija i izborno predstavljanje stvarnosti“, sežu u sredinu šezdesetih godina prošlog stoljeća, kada je istraživački tim europske konzultantske kuće SEMA, kojeg je vodio Bernard Roy, pronašao novu metodu za potrebe donošenja odluka vezanih uz razvoj novih aktivnosti unutar nekoga poduzeća. Metoda ELECTRE je omogućila izbor najbolje aktivnosti od danog seta aktivnosti, a kasnijim razvojem ove metode, ta njena prva inačica nazvana je ELECTRE I.

Metoda ELECTRE razvijena je za konkretnu komercijalnu primjenu, a i njene inačice u početku su bile usmjerene na rješavanje problema iz prakse. ELECTRE II omogućila je rješavanje problema rangiranja aktivnosti od najbolje opcije do najlošije. Zatim su slijedile ELECTRE III i ELECTRE IV, koja je nastala za potrebe rješavanja problema pariške mreže podzemne željeznice. Sve navedene metode usmjerene su na izbor i rangiranje alternativa. Specifična metoda, ELECTRE A, nastala nekoliko godina kasnije, koristila se u velikim bankama pri donošenju odluka za odobravanje kredita poduzećima. Najnovija verzija, ELECTRE IRI, namijenjena je za široku upotrebu, jer je ona do sada najjednostavnija i najopćenitija verzija ELECTRE.

ELECTRE metoda je primjenjiva kada treba donijeti odluku u situacijama za koje vrijede slijedeće specifičnosti:[16]

- Model odlučivanja sastoji se od barem tri kriterija (najprikladnije za 5 do 12,13),
- Alternative se, za barem jedan kriterij, ocjenjuju po skali rednih brojeva ili po skali malih intervala, koje nisu prikladne za uspoređivanje razlika,
- Vrlo heterogena svojstva kriterija, što otežava ocjenjivanje po kriterijima po jedinstvenoj skali,
- Donositelj odluke ne prihvaća svojevoljno kompenziranje gubitka po jednom od kriterija s dobitkom od drugog kriterija-potrebna je ne kompenzacijska procedura ocjenjivanja alternativa,
- Za barem jedan kriterij vrijedi: male razlike u ocjenjivanju nisu bitne u određivanju preferencija, dok zajednički učinak više malih odstupanja može postati značajan.

Neka postoji skup od n alternativa $A=\{a1, a2, \ldots, an\}$. Svaka alternativa opisana je s k atributa, kriterija $f1, f2, \ldots, fk$. Problem odlučivanja je problem odabira one alternative iz skupa alternativa A koja je najbolja u odnosu na sve kriterije:

$$max \{ f1(ai), f2(ai), \ldots, fk(ai) / ai \in A \}$$

Svi kriteriji ne moraju biti jednako važni pa im se stoga pridružuju težine (ponderi) $w1, w2. .., wk.$ Kriteriji fj mogu biti kriteriji koristi („veće je bolje“) ili kriteriji troškova („manje je bolje“). Idealno rješenje problema odlučivanja je, u slučaju kriterija koristi, vektor maksimalnih vrijednosti alternativa za svaki kriterij. Najbolja je ona alternativa koja je najbliža idealnom rješenju. Udaljenost od idealnog rješenja može se koristiti i za rangiranje svih alternativa.

5.2. Metoda PROMETHEE

Metoda PROMETHEE (engl. Preference Ranking Organization METHods for Evaluation) namijenjene su višekriterijskoj analizi skupa alternativa i primjenjuju se za njihovo rangiranje. Danas postoje četiri tipa PROMETHEE metoda, i to:[17]

[16] Buć, S.: Magistarski rad, Model upravljanja rizicima kod javnih projekta, Fakultet organizacija i informatike, Varaždin, 2007., str. 200

- PROMETHEE I-koja daje djelomični ili parcijalni poredak alternativa,
- PROMETHEE II-koja daje potpuni poredak alternativa,
- PROMETHEE III-koja daje intervalni poredak alternativa, te
- PROMETHEE IV koja daje svojevrsno proširenje prethodne metode na neprekidne skupove alternativa (npr. dimenzije nekog proizvoda, vrijednosti ulaganja itd.).

Osnovna ideja je uvođenje funkcije preferencije *P* za alternative vrednovane pomoću kriterijskih funkcija. Pritom se alternativa *a* smatra boljom od alternative *b* prema funkciji *f* ako vrijedi *f (a) < f (b)*. Spomenuta funkcija preferencije odnosi se na jedno kriterijsko uspoređivanje alternativa, a danas je poznato 6 tipova takvih funkcija.

Pomoću funkcije preferencije određuje se tzv. višekriterijski indeks preferencije alternative *a* nad alternativom *b* . Potom se definiraju tzv. pozitivni i negativni tok pojedine alternative (kao zbrojevi odgovarajućih višekriterijskih indeksa preferencije), iz kojih se određuje tzv. neto-tok koji predstavlja mjeru za višekriterijsko rangiranje alternativa (alternativa *a* je višekriterijski bolja od alternative *b* ako ima veći neto-tok).

Treba napomenuti da je ova metoda poseban slučaj tzv. metode više atributne korisnosti čija je prednost da se mjera "kvalitete" neke alternative ne mora nužno izraziti kriterijskim funkcijama (otuda i naziv "više atributna"), a glavni nedostatak zahtijevanje odgovora donositelja odluke na pitanja teška s obzirom na odlučivanje. Zbog toga se rabi u sustavima u kojima postoji jedan dominantan donositelj odluke.

5.3. Metoda AHP

Analitički hijerarhijski proces (engl. Analytic Hierarchy Proces) je jedan od najpoznatijih metoda višekriterijskog odlučivanja. Razvio ju je Thomas Saaty 1977. godine, a namijenjena je rješavanju problema u kojima sudjeluje veći broj donositelja odluke, a pojavljuje se i veći broj kriterija, odnosno služi za rangiranje alternativa uzimajući u obzir različite važnosti kriterija. Omogućuje fleksibilnost procesa odlučivanja i pomaže donositeljima odluka da postave prioritete i donesu kvalitetnu odluku uzevši u obzir kvalitativne i kvantitativne aspekte odluke. AHP metoda omogućuje strukturiranje problema, a zatim slijedi uspoređivanje u parovima elemenata hijerarhije. Na kraju postupka se

[17] http://bkovacic.weebly.com/uploads/7/4/0/7/7407552/visekriterijsko_odlucivanje_u_prometu_-_magistarski_rad.pdf

matematičkim modelom određuju težinski faktori svih elemenata hijerarhije. U slučaju složenih problema odlučivanja, rješava se na način njihovog rastavljanja na komponente: cilj, kriterije (pod kriterije) i alternative. Ti elementi se potom povežu u model s više razina (hijerarhijska struktura) pri čemu je na vrhu cilj, a na prvoj nižoj razini glavni kriteriji, a na najnižoj razini nalaze se alternative.

AHP metoda se sastoji od četiri osnovna koraka:

1. Napravi se hijerarhija modela problema odlučivanja s ciljem na vrhu, kriterijima i pod kriterijima na nižim razinama, te alternativama na dnu modela.
2. Na svakoj razini hijerarhijske strukture u parovima se međusobno uspoređuju elementi te strukture, pri čemu se preferencije donositelja odluke izražavaju uz pomoć odgovarajuće Saaty-eve skale relativne važnosti.
3. Iz procjena relativnih važnosti elemenata odgovarajuće razine hijerarhijske strukture problema pomoću odgovarajućeg matematičkog modela izračunaju se lokalni prioriteti (težine) kriterija, pod kriterija i alternativa, koji se zatim sintetiziraju u ukupne prioritete alternativa.
4. Provodi se analiza osjetljivosti.

Slijedeća važna komponenta AHP metode je matematički model pomoću kojeg se računaju prioriteti težinskih koeficijenata. Donositelj odluke uspoređivanjem elemenata u parovima na istoj razini hijerarhijske strukture, koristi vlastite subjektivne procjene koje se temelje na stečenom znanju i vlastitom iskustvu. Potrebno je ukupno n*(n-1)/2 uspoređivanja, što znači da je broj uspoređivanja proporcionalan kvadratu broja elemenata koji se uspoređuju. Isti postupak se primjenjuje kroz cijelu hijerarhiju, sve dok na posljednjem nivou ne izvrše usporedbe svih pod kriterija u odnosu na nadređene kriterije na pred posljednjem nivou. Strukturiranje hijerarhije omogućuje donositelju odluke opći uvid u situaciju, te mu pomaže da ispita da li su elementi na istom nivou strukture istog reda veličine, odnosno homogeni. Za uspoređivanje elemenata koristi se Saatyeva skala relativne važnosti koja je prikazana u slijedećoj tablici.

Tablica 2: Saatyeva skala relativne važnosti

Intenzitet važnosti	Definicija	Objašnjenje
1	Jednako važno	Dva kriterija ili alternative

		jednako pridonose cilju
3	Umjereno važnije	Na osnovi iskustva i procjena daje se umjerena prednost jednom kriteriju ili alternativi u odnosu na drugu
5	Strogo važnije	Na osnovi iskustva i procjena strogo se favorizira jedan kriterij ili alternativa u odnosu na drugi
7	Vrlo stroga, dokazana važnost	Jedan kriteriji ili alternativa izrazito se favorizira u odnosu na drugi, njezina dominacija dokazuje se u praksi
9	Ekstremna važnost	Dokazi na osnovi kojih se favorizira jedan kriteriji ili alternativa u odnosu na drugi potvrđeni su s najvećom uvjerljivošću
2, 4, 6, 8	Među vrijednosti	

Izvor: Kahraman, C., Oztaysi, B.: Supply Chain Management Under Fuzziness, Springer

U nastavku rada obraditi će se primjer definiran AHP metodom, i to u slijedećim koracima:

- Određivanje kriterija, alternativa te procjenjivanja relativne važnosti kriterija,
- Provjera konzistentnosti,
- Usporedba alternativa i donošenje konačnog rješenja.

5.3.1. Određivanje kriterija, alternativa i procjena relativne važnosti kriterija

Ideja AHP metode je prvo postaviti cilj (odabir optimalnog prijevoznog sredstva), zatim uspostaviti kriterije koje vozilo može zadovoljavati, a utječu na odluku donositelja

odluke. Kriteriji mogu biti svrstani u jednu ili više razina (prva, druga,…), te se postiže hijerarhija kriterija. Kriteriji prve razine hijerarhije najviše utječu na odluku, najvažniji su, dok kriteriji druge, treće i drugih razina imaju manji utjecaj. Kod odabira adekvatnog vozila uspostavljaju se samo kriterije prve razine i to cijena, brzina i kapacitet i 3 alternative koje se nazivaju Vozilo 1, Vozilo 2 i Vozilo 3 od kojih niti jedna ne odskače svojim karakteristikama da bi ju odmah mogli proglasiti najboljim izborom. Vizualno je problem prikazan na slijedećoj slici.



Slika 9: Vizualni problem zadatka

Izvor: Izradio i prilagodio autor

Slijedeći korak je procjenjivanje relativne važnosti svake razine kriterija prema Saatyeva skali relativne važnosti. One se donose na temelju iskustva ili vlastite procjene. U nastavku će se odrediti vrijednosti za svaki kriteriji, npr. kriterij cijene je 9 puta važniji od kriterija kapacitet itd. Također, biti će izračunate vrijednosti geometrijske sredine i prioriteta koje su nam od velike važnosti za daljnje računanje.

Tablica 3: Prikaz težinskih omjera za odabir vozila

	Cijena	**Brzina**	**Kapacitet**	**Geometrijska sredina**	**Prioritet**
Cijena	1	5	9	**3.557**	**0.752**
Brzina	1/5	1	3	**0.843**	**0.178**
Kapacitet	1/9	1/3	1	**0.333**	**0.070**

Izvor: Izradio i prilagodio autor

Geometrijska sredina prvog retka i prioritet su određeni na slijedeći način:

$$m1=\sqrt[3]{\sum_{i=1}^{3} w1i}$$ - geometrijska sredina

$$p1=\frac{m1}{m1+m2+m3}$$ – prioritet

5.3.2. Provjera konzistentnosti

Također, kako bi se postupak mogao izvršiti do zadnjeg koraka potrebno je odrediti konzistentnost kriterija, konzistentnost se određuje na slijedeći način, unutar zagrada prikazane su vrijednosti izračuna za priložen zadatak:

- izračun sume stupaca [59/45, 19/3, 13]
- normira se matrica, svaki stupac se podijeli za zbrojem elemenata tog stupca

$$\begin{matrix} \frac{45}{59} & \frac{15}{19} & \frac{9}{13} \\ \frac{9}{59} & \frac{3}{19} & \frac{3}{13} \\ \frac{5}{59} & \frac{1}{19} & \frac{1}{13} \end{matrix}$$

- u normiranoj matrici izračunaju se sume redova- težine [0.7482, 0.1804, 0.0714],
- težine se podijele s vektorom prioriteta prve matrice

$$\begin{matrix} 0.7482 & 0.902 & 0.6426 \\ 0.1496 & 0.1804 & 0.2142 \\ 0.0831 & 0.0601 & 0.0714 \end{matrix}$$

, izračunaju se sume redova [2.2928, 0.5442, 0.2146], te sume težina [3.0644, 3.0166, 3.0056]

- izračuna se λ_{max} kao prosječna vrijednost dobivenih veličina (suma težina) na način

$$\lambda_{max}=\frac{3.0644+3.0166+3.0056}{3}$$

- računa se indeks konzistencije, CI

$$CI=\frac{\lambda max-3}{3}=0.00144337$$

- omjer konzistencije, CR

$$CR=\frac{CI}{0.52}$$

- ako je CR =< 0.1, vrijedi da je matrica konzistentna,

U ovom primjeru zadatka CR iznosi 0.002776, što znači da se može riješiti slijedeći korak u zadatku.

5.3.3. Usporedba alternativa i donošenje konačne odluke

Slijedeći korak je uspoređivanje alternativa, određivanje geometrijske sredine, prioriteta i ponavljanje postupaka za svaki od kriterija prve razine kao na sljedećim tablicama.

Tablica 4: Prikaz težinskih omjera za kriterij cijene

CIJENA	Vozilo 1	Vozilo 2	Vozilo 3	Geometrijska sredina	Prioritet
Vozilo 1	1	3	1/5	**0.843**	**0.188**
Vozilo 2	1/3	1	1/7	**0.362**	**0.081**
Vozilo 3	5	7	1	**3.271**	**0.731**

Izvor: Izradio i prilagodio autor

Tablica 5: Prikaz težinskih omjera za kriterij brzine

BRZINA	Vozilo 1	Vozilo 2	Vozilo 3	Geometrijska sredina	Prioritet
Vozilo 1	1	¼	1/5	**0.368**	**0.096**
Vozilo 2	4	1	3	**2.289**	**0.596**
Vozilo 3	5	1/3	1	**1.186**	**0.309**

Izvor: Izradio i prilagodio autor

Tablica 6: Prikaz težinskih omjera za kriterij kapacitet

KAPACITET	Vozilo 1	Vozilo 2	Vozilo 3	Geometrijska sredina	Prioritet
Vozilo 1	1	3	1/3	**1**	**0.258**
Vozilo 2	1/3	1	1/5	**0.405**	**0.105**
Vozilo 3	3	5	1	**2.466**	**0.637**

Izvor: Izradio i prilagodio autor

Posljednji i najbitniji korak je definiranje vektora prioriteta alternativa iz kojeg se iščitava najbolja alternativa, prijevozno sredstvo. Vektor prioriteta alternativa dobijemo na način množenja matrice prioriteta alternativa po kriterijima s vektorom prioriteta kriterija.

$$\begin{matrix} 0.188 & 0.096 & 0.258 \\ 0.081 & 0.596 & 0.105 \\ 0.731 & 0.309 & 0.637 \end{matrix} \times \begin{matrix} 0.752 \\ 0.178 \\ 0.070 \end{matrix}$$

Množenjem matrica dobije se slijedeće (tablica 7).

Tablica 7: Tablica prioriteta alternativa

Alterntiva	Prioritet
Vozilo 1	**0.1765**
Vozilo 2	**0.1744**
Vozilo 3	**0.6493**

Izvor: Izradio i prilagodio autor

Iz priloženog se može zaključiti kako je najbolje rješenje vozilo 3 jer mu je prioritet najveći.

6. PROMETNE GRANE I MREŽE U TRANSPORTNIM LANCIMA

Transportna sredstva imaju vrlo veliku ulogu u izvršavanju transportnog tehnološkog procesa i ona predstavljaju tehnička sredstva kojima se izvršava prijevoz putnika i tereta. Postoji pet osnovnih vrsta transportnih sredstva tj. načina prijevoza, a to su:

1. kamionski (cestovni) prijevoz,
2. željeznički prijevoz,
3. zračni prijevoz,
4. prijevoz brodom i
5. cjevovod.

Američki autor M.E.E. Hurst orijentacijski uspoređuje vrijednosti prometnih grana na osnovi slijedećih kriterija:[18]

- ekonomičnost - trošak prijevoza i utrošak energije,
- kapacitet prijevoza i rasprostranjenost,
- brzina prijevoza i dostave,
- sigurnost, redovitost, točnost, fleksibilnost
- zaštita okoliša i primjena novih tehničkih dostignuća.

Rangiranje pojedinih grana u prometnom sustavu prikazano je slijedećom tablicom.

Tablica 8: Kriteriji vrednovanja prometnih grana

Kriteriji	Željeznički	Cestovni	Riječni	Pomorski	Zračni	Cjevovodni
Troškovi prijevoza	**	**	***	**	*	****
Utrošak energije	**	**	***	***	*	****
Kapacitet	**	**	***	**	*	****
Brzina	**	**	*	*	****	*
Rasprostranjenost	***	****	*	*	*	****
Sigurnost	**	**	***	***	*	****
Redovitost	***	**	*	**	*	***
Točnost	***	****	*	**	***	***
Fleksibilnost	**	****	*	*	**	**
Zaštita okoline	***	**	**	**	*	****

Izvor: Bukljaš Skočibušić, M., Jurčević, M., Radačić, Ž.: Ekonomika prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2011.

[18] Bukljaš Skočibušić, M., Jurčević, M., Radačić, Ž.: Ekonomika prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2011., str. 90

Napomena: Vrijednost pojedine prometne grane razmjerna je broju zvjezdica

Iz tablice se može uočiti da različite vrste prijevoza imaju različite karakteristike, u smislu cijene, kapaciteta i dr.. U nastavku se detaljno opisuju obilježja pojedinog načina transporta.

6.1. Kamionski prijevoz

Kamionski prijevoz je najčešći način prijevoza različitih vrsta robe i na različite udaljenosti. Cijenom je negdje u sredini između ekstremno visokih cijena brzog prijevoza, kao što je zračni prijevoz, i niskih cijena dugotrajnog prijevoza poput željeznice ili brodskog prijevoza. Ipak, glavna prednost mu je u tome što postoji dobra infrastrukturna povezanost (ceste) u gotovo svim dijelovima svijeta, omogućavajući prihvat robe i njezinu isporuku na lokacije koje nisu dostupne drugim prijevoznim sredstvima.

Kamionski prijevoz se izvršava kamionima, veličine kamiona variraju, a mogu biti zatvoreni i otvoreni, cisterne, hladnjače ili ravni. Okvirna standardna veličina kamiona je 6,1 x 2,45 x 2,4 m. Tipična nosivost takvih kamiona je 2700 kg. Može se uzeti u obzir da kamion može u danu prijeći oko 800 km. Vrijeme utovara i istovara je kratko. Neki kamioni mogu priključiti i više prikolica kako bi povećali kapacitet, iako su na nekim cestama ograničenja na samo jednu prikolicu.

Uobičajeno se prijevoznici dijele u dvije skupine i to na one:[19]

1. koji iznajmljuju cijeli kamion - FTL usluga (full truck load),
2. koji iznajmljuju samo dio kamiona - LTL usluga (less then truck load).

FTL prijevoz je usluga prijevoza kojom se proizvođač koristi ako ima dovoljno robe za popunjavanje cijelog kamiona. Takav prijevoz se ugovara za puni kamion robe od polazišta do odredišta bez dodatnih stajanja. LTL vrsta prijevoza je za one koji imaju pošiljke manje od kapaciteta kamiona i nije im isplativo uzeti cijeli kamion . LTL prijevoznik konsolidira nekoliko takvih manjih LTL pošiljki na jedan kamion. U usporedbi s FTL-om, LTL prijevoz je skuplji po toni robe, treba više vremena za dostavu (jer je više stajanja) i veća je vjerojatnost oštećenja robe zbog većeg broja utovara, istovara i razmjene tereta među kamionima.

[19] Prester, J.: Upravljanje lancima dobave, Sinergija, Zagreb, 2012, str. 241

Varijabilni troškovi kamionskog transporta uključuje gorivo, vozače i pomoćno osoblje, cestarine i poreze. Fiksni su troškovi niski u usporedbi s drugim vrstama transporta i veže se uglavnom uz investicije u kamione i parkirna mjesta za njih. Iako u kamionskom transportu ima neizvjesnosti u obliku gužvi, preusmjeravanja prometa i sličnog, najpouzdaniji je od svih načina prijevoza.

Cestovna mreža omogućuje kretanje prijevoznih sredstava i svladavanje prostornih udaljenosti. Zemlje sa dobrom cestovnom mrežom imaju bolje mogućnosti za razvoj gospodarstva. Temeljem predmetnih akata, Republika Hrvatska danas raspolaže mrežom javnih cesta ukupne duljine 29 547.2 km. Ukupna gustoća cestovne mreže u Hrvatskoj iznosi 52.12 km cesta na 100 km^2, 2.76 km autocesta na 100 km^2 ili 6.64 km cesta na tisuću stanovnika.[20]

Tablica 9: Cestovna mreža Republike Hrvatske (u kilometrima)

CESTE	RH
Autocesta	1562
Državna	6819
Županijska	10867
Lokalna	10297
Ukupno	29545

Izvor: http://e-student.fpz.hr/Predmeti/C/Cestovne_prometnice_I/Materijali/1predavanje.pdf

Zahvaljujući rasprostranjenosti cestovne mreže, velikom broju kamiona i pouzdanosti cestovnog prijevoza, cestovnim se prijevozom prevozi više od polovice robe u industrijski razvijenim zemljama. U unutrašnjem prijevozu Europske unije cestovni prijevoz sudjeluje s 72.5% dok se željeznicom prevozi samo 17.7% tereta. U SAD-u cestovnim prijevozom se prevozi oko 86% pošiljki namještaja i 75% svih prehrambenih proizvoda.

[20] http://e-student.fpz.hr/Predmeti/C/Cestovne_prometnice_I/Materijali/1predavanje.pdf

6.2. Željeznički prijevoz

Željeznica je relativno jeftin način prijevoza koji je najprimjereniji za velike udaljenosti, za teške i velike pošiljke tereta i kada brzina dostave nije ključni kriterij. Dostupnost usluge je ograničena na mjestu gdje postoji željeznička pruga. Prevoze se uglavnom sirovine poput ugljena, pijeska, drva, također papir, automobil i teška stojna oprema. Dimenzije teretnih vagona slične su dimenzijama kamiona, a slično kao i kamioni mogu biti zatvoreni i otvoreni, hlađeni ili ravni. Ipak je razlika u tome, što su teretni vlakovi po pravilu viši i mogu prevoziti više tereta. Katkada se može vidjeti da vlak ima čak tri reda naslaganih automobila ili pak dva kontejnera jedan iznad drugoga (kamioni smiju voziti samo jedan kontejner). Varijabilni troškovi niži za željeznički nego kamionski prijevoz, ali su zato fiksni veći. Uz veće fiksne troškove zbog opreme i terminala, željeznička poduzeća su odgovorne i za održavanje željezničke pruge, za razliku od cestovne infrastrukture koja se uglavnom financira preko cestarina i trošarina koje kamionska poduzeća plaćaju kroz varijabilne troškove.

Glavne odlike željezničkog prometa su:

- **velika prijevozna moć** – omogućuje masovan prijevoz putnika i tereta
- **brzina** – izvršava se modernizacija postojećih pruga za brzine od 160 do 200 km/h, a grade nove pruge za brzine od 250 do 300 km/h
- **ekonomičnost** – željeznica je relativno jeftino prijevozno sredstvo
- **udobnost** – udobnost koju pruža željeznica na dugim relacijama ne može se usporediti s ostalim vidovima prometa.

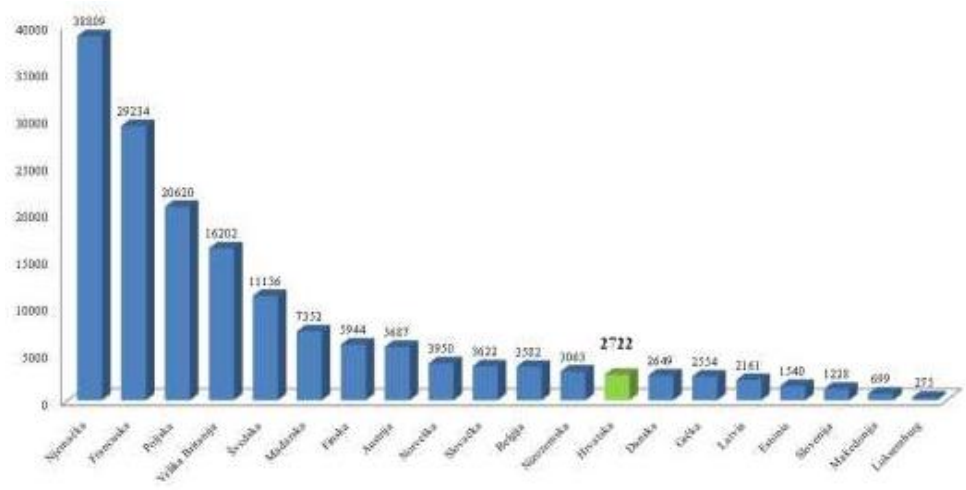
Tipični teretni vlak vozi oko 100km/h, ali je samo vrijeme vožnje otprilike dvostruko kraće od ukupnog trajanja dostave. Ima inicijativa da se vlakovi što više opterete vagonima (npr. 50 i više vagona). Osim toga, u željezničkom prometu nije uobičajeno da se prijevoz obavlja samo za jednog klijenta, što znači da će vlak stajati po nekoliko puta na svom putu do odredišta. Također, što je veća količina tereta koji se prevozi, duže će trajati i istovar. Zbog svega navedenog, prijevoz vlakom traje duže od kamionskog prijevoza, a vrijeme isporuke može varirati.

Danas željeznička infrastruktura u Hrvatskoj obuhvaća gotovo 3000 km pruga, koje uključuju dijelove triju paneuropskih koridora:

- X (Savski Marof – Tovarnik),
- Vb (Botovo – Rijeka),
- Vc (Beli Manastir – Slavonski Šamac),

a prometom i drugim poslovima upravlja javno prijevozničko poduzeće Hrvatske željeznice.[21]

Republika Hrvatska u srpnju 2013. godine postala je punopravna članica Europske Unije tako je i mreža željezničkih pruga Republike Hrvatske postala dio cjelokupne željezničke infrastrukture Europske unije. Zbog navedenog u daljnjem tekstu biti će grafički prikazani odnosi u dužinama željezničke infrastrukture u zemljama Europske unije.



Slika 10: Odnosi u dužinama željezničke infrastrukture u zemljama Europske unije

Izvor: Izvješće o radu Agencije za regulaciju tržišta željezničkih usluga (ARTZU) za 2013. www.sabor.hr/fgs.axd?id=39713

Također, bitno za napomenuti je da željeznička vozila svih vrsta ne mogu prelaziti s jedne širine kolosijeka na drugu, osim ako je razlika širine kolosijeka vrlo mala, a i onda se traži zadovoljenje posebnih mjera. Kolosijeci s manjom širinom od 1435 mm smatraju se uskotračnim prugama, a s većim širokotračne pruge.

[21] http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=67678

6.3. Zračni prijevoz

Kao glavna prednost zračnog prijevoza je brzina dostave na velike udaljenosti, a glavna mana je visoka cijena. Zbog visoke se cijene taj način prijevoza uglavnom rabi za vrijednu robu, robu s kratkim rokom trajanja i slično.

Dostupnost usluge zračnog prijevoza ograničena je na postojanje zračne luke u blizini dostave. Zračne luke se uglavnom nalaze u okolici većih gradova, pa je zbog tog obično nužno kombinirati zračni prijevoz s kamionskim prijevozom. Količina koju zrakoplov može prihvatiti ovisi o njegovu kapacitetu, odnosno tipu zrakoplova i može ići čak do 130 tona. Ipak, većina tereta koji se prevoze zrakoplovom, prevoze se u putničkim zrakoplovima u posebnom skladišnom djelu, zbog čega su kapaciteti obično ograničeni. Varijabilni troškovi su veliki, dok su fiksni troškovi relativno niski. Zračne luke su po pravilu javne i održavaju se iz pristojbi koje se plaćaju prema vremenu koje zrakoplov provede u zračnoj luci.

Tipična brzina zrakoplova je od 800 km/h do 970 km/h. Iako ima zastoja u zračnom prijevozu zbog vremenskih uvjeta, oni se nadoknađuju velikom brzinom zrakoplova, pa je ta vrsta prijevoza po pravilima pouzdana. Međutim, međunarodne pošiljke poslane zrakoplovom imaju dostavu 8 – 12 dana, i to vrijeme uglavnom prođe u čekanju raznih dozvola i carinjenja.

Teretni zračni prijevoz najviše razvijaju zračni prijevoznici, u suradnji s otpremnicima i pošiljateljima. Teret se zrakom prevozi uz putnike u putničkim zrakoplovima (obuhvaćaju više od polovice prijevozne sposobnosti teretnoga zračnoga prometa) ili namjenskim teretnim zrakoplovima. Zrakoplovna poduzeća specijalizirana za teretni prijevoz teret prevoze samo teretnim zrakoplovima. Posebna se poduzeća bave integralnim prijevozom, u kojem se dio prijevoza obavlja zrakoplovima, zadovoljavajući potrebe korisnika za prijevozom »od vrata do vrata«. U razdoblju 1958–2008. godišnji porast ostvarenih tonskih kilometara (tkm, tone robe × prevaljeni kilometri) iznosio je više od 7%, dosegnuvši 194 milijarde tkm, te ukupno 42 milijuna t prevezenoga tereta. Oko 70% zračnoga teretnoga prijevoza odvija se između Sjeverne Amerike i Azije, Europe i Azije, Europe i Sjeverne Amerike te unutar Sjeverne Amerike i unutar Azije. Među prijevoznicima je 2007. u prijevozu tereta najveći promet ostvario FedEx (15,7 milijardi tkm), a u Europi Lufthansa Cargo (8,3 milijardi tkm). Te su

godine prema broju teretnih zrakoplova najveći prijevoznici bili FedEx (672 zrakoplova), DHL (420 zrakoplova) i United Parcels Service (254 zrakoplova).[22]



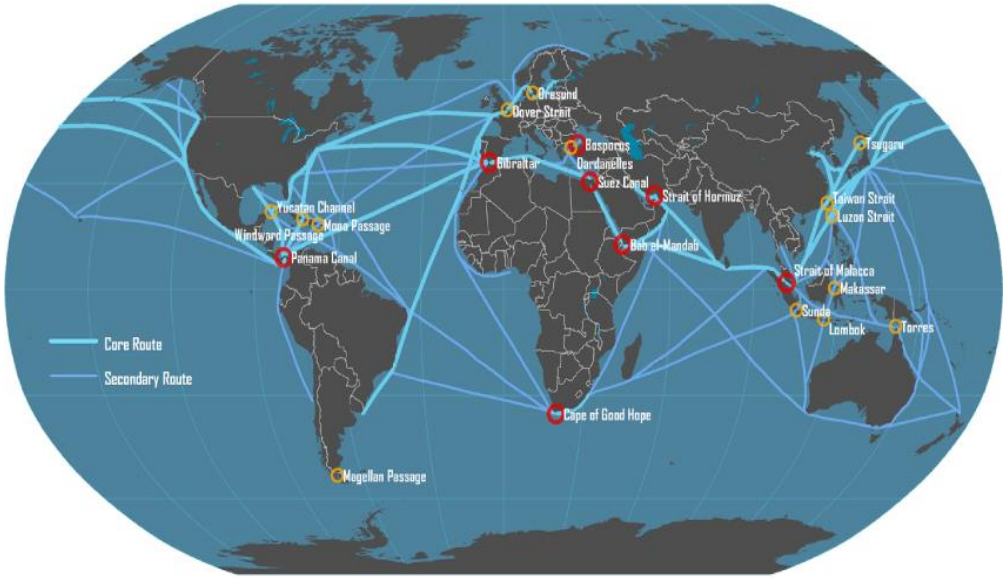
Slika 11: Udio zračnoga prometa iz Europe prema ostalim kontinentima
Izvor: http://www.profil-klett.hr/datoteke/geo7_185_192.pdf

U razdoblju od 2001. do 2010. godine zračna luka Zagreb (ZLZ) je ostvarila ukupni Cargo promet od 100.561 t, što je prosječno godišnje 10.056 t. Najmanji opseg prometa ostvaren je 2001. godine (7.791 t), a najveći 2005. godine (12.492). Udio ZLZ u ukupnom Cargo prometu zračnih luka Hrvatske iznosio je u tom razdoblju prosječno 85,38% što je gotovo isto kao i za razdoblje 1993. do 2006. godine (85,35%). Istovremeno udio prometa putnika ZLZ u ukupnom prometu putnika zračnih luka Hrvatske prosječno je iznosio 43,05% što je znatno manje nego je bilo u razdoblju 1993. do 2006. godine (51,90%). Od kraja 2008. godine, uslijed globalne ekonomske krize, do kraja 2010. godine, ostvaren je pad fizičkog prometa. U 2011. pad je zaustavljen i ostvaren je rast od 0,68%. Treba biti svjestan da Hrvatska, odnosno MZLZ, kao oslonac hrvatskog kargo prometa nikad neće dostići promet koji imaju Frankfurt, ili Heathrow u Londonu, ali promjena u načinu poslovanja sigurno može dovesti da se bar do nekud približimo već spomenutim zračnim lukama. Izgradnja nove infrastrukture u Zagrebu, odnosno izgradnja potpuno novog terminala svakako će doprinijeti rastu kargo prometa. U obnovi svoje infrastrukture Zagrebu se pridružila i Zračna Luka Dubrovnik. Važno je reći da samo infrastruktura na određenim zračnim lukama u RH nije jedini preduvjet za bolje poslovanje. Hrvatska za razliku od ostalih članica EU nema razvijene i ostale prometne grane, poput željeznice, koje uvelike mogu pridonijeti rastu kargo prometa. Povezanost svih prometnih grana, dovest će do rasta, što kargo, što putničkog prometa. To treba biti nit vodilja, pomoću koje će Hrvatska postati dio i ostalih razvijenih europskih zemalja.

[22] http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=67447

6.4. Brodski prijevoz

Pomorski promet glavni je nositelj i pokretač trgovinske razmjene u svijetu. On se odvija pomorskim prometnim putovima spajaju velika industrijska, prometna i trgovačka čvorišta i njihove luke, na kojima se formiraju pomorski robni tokovi. Pritom, intenzitet i količina pomorskih robnih tokova danas su postali mjerilom učinkovitosti i korisnosti prometa, uključenosti u međunarodnu podjelu rada i stupnja gospodarske razvijenosti države. Prijevoz brodom može se izvršiti po rijekama, morima i oceanima. Čak su i u riječnom prometu kapaciteti brodova veliki i mogu ići do 40 000 t. Prosječna brzina brodova je mala i obično je manja od 16 km/h. Struktura troškova u brodarskoj industriji jest: niski varijabilni troškovi, ali srednji fiksni troškovi jer su pristaništa obično javna i u njih treba uložiti. Glavna mana ovakvog načina prijevoza je ta da je ograničeni pristup, to znači da teret treba preuzeti s broda u neko drugo transportno sredstvo i prevesti do odredišta. Najčešće se rabe kamioni, ali ima problema zbog velike razlike u kapacitetima (potrebno je stotinjak kamiona da se preuzme roba s prekooceanskog broda). Brodovi se obično rabe za prijevoz velike količine jeftinog materijala kada vrijeme nije ograničavajući faktor.



Slika 12: Područje pomorskog transporta

Izvor: https://curiousmatic.com/wp-content/uploads/2015/03/Map_main_shipping_routes.png

Veliki se kargo brodovi rabe za oceanski prijevoz, a u nekim situacijama čak i u riječnom prijevozu. Kapaciteti su veliki i većina tih brodova ukrcava cijele kontejnere. Tipična veličina kontejnera je 8x 2.4 x 2.1 m, iako ima i raznih drugih veličina, a ukupni kapacitet broda može

ići do čak 12 000 kontejnera. Brzina broda je obično oko 20 – 30 nm/h. Trajanje prijevoza preko oceana ovisi o vremenskim prilikama i kašnjenjima u utovaru i istovaru, te carinskoj kontroli. Brodar snosi troškove uništenja za sve pakete čija vrijednost prelazi 500$. Zato su brodari iznimno zahtjevni u pogledu sigurnosnog pakiranja. Za prekooceanski prijevoz brod je ipak najjeftiniji.[23]

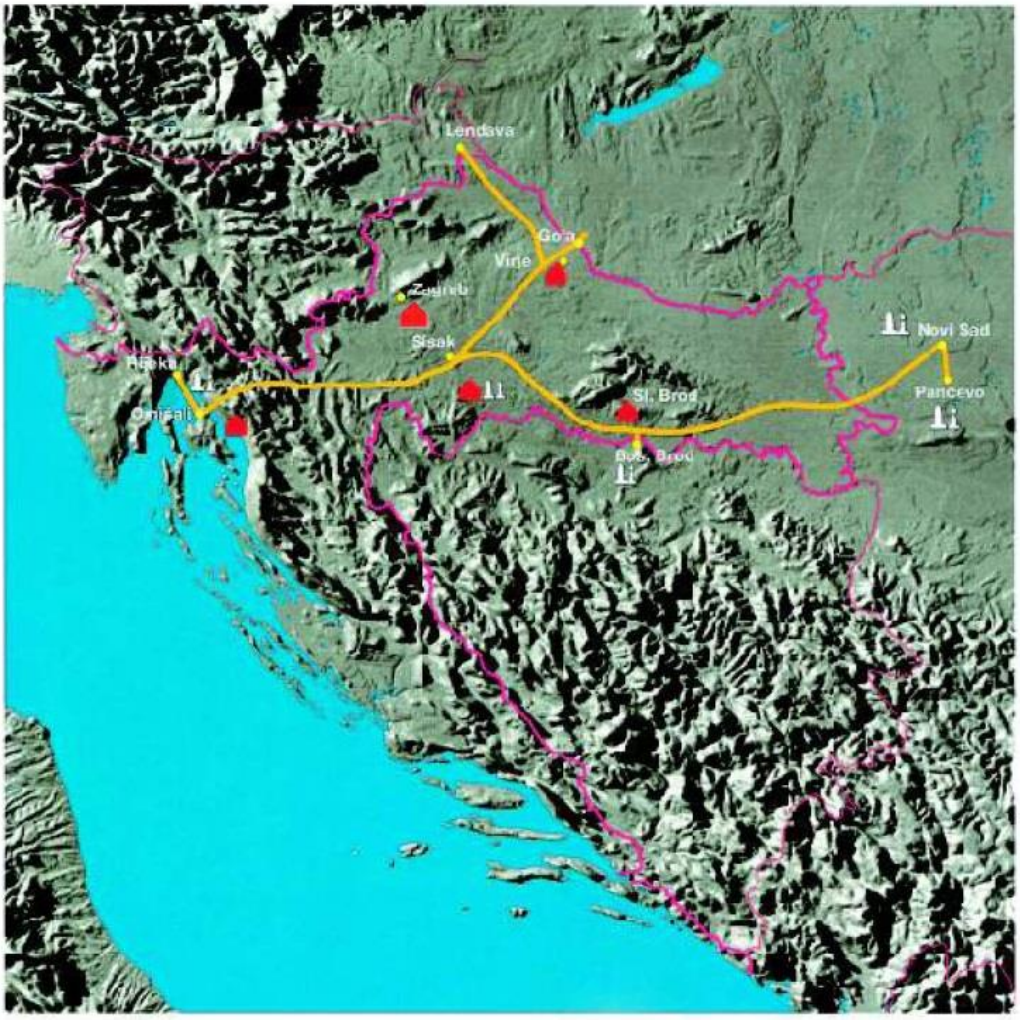
Važnost međunarodnih pomorskih tokova implicira činjenica prema kojoj se dvije trećine ukupnoga svjetskog robnog prometa odvija upravo pomorskim putem. Time se, između vodećih područja masovne proizvodnje i potrošnje formiraju snažni i vrijedni pomorski robni tokovi.

6.5. Cjevovodni transport

Cjevovod je drugačije sredstvo transporta jer je ograničeno time što može transportirati, tj. prenositi tekućine i plin, a katkad se i neke krute tvari miješaju s vodom da bi se stvorila mješavina koja se može prenijeti na taj način. Karakteristika cjevovoda je da ima vrlo niske varijabilne troškove, ali zahtjeva velike početne investicije u izgradnju. Materijal se prevozi brzinom od oko 5 km/h. Ta se niska brzina kompenzira činjenicom da materijal stalno teče. Kapaciteti cjevovoda su po pravilu veliki.

Jadranski naftovod d.d. (JANAF) je hrvatsko poduzeće (dioničko društvo u mješovitom vlasništvu s pretežito državnim kapitalom) sa sjedištem u Zagrebu, koja upravlja istoimenim sustavom za prijevoz sirove nafte, Jadranski naftovod. JANAF sustav za prijevoz nafte sastoji se od luke Omišalj i 759 km kopnenog naftovoda. U djelatnost poduzeća pripada još skladištenje nafte i naftnih derivata, te prekrcaj nafte. 610 km cijevi se nalazi u Hrvatskoj.

[23] Prester, J.: Upravljanje lancima dobave, Sinergija, Zagreb, 2012., str. 243



Slika 13: Karta sustava JANAF-a u Hrvatskoj

Izvor: http://www.janaf.hr/o-nama/

Sustav Jadranskog naftovoda sastoji se od:[24]

- Terminala Omišalj (Luka Omišalj, skladišni prostor 760.000 m³, pumpne i mjerne stanice)
- glavnih dionica cjevovoda:

  - Omišalj-Sisak, dužina 180 km (od Siska polaze dva pravca),
  - Sisak-Virje-Gola (prema Mađarskoj), dužina 109 km,
  - Virje-Lendava (Slovenija),
  - Sisak-Slavonski Brod, te dalje Slavonski Brod-Sotin, dužina 240 km,
  - Omišalj-Urinj podmorski naftovod (spaja luku s rafinerijom INA-e u Rijeci), dužina 7 km.

[24] http://www.janaf.hr/o-nama/

- U Sisku, Virju i Slavonskom Brodu nalaze se terminali (prihvatno-otpremni), te spremnici nafte (zapremnina 100,000 m^3 Sisak, te 40,000 m^3 Virje), i prateće crpke i stanice za mjerenje.

Glavna misija je osigurati siguran i kvalitetan sustav za transport sirove nafte, te skladištenje sirove nafte i naftnih derivata primjenom najviših svjetskih tehnoloških standarda uz brigu za očuvanje i zaštitu okoliša, zdravlje, sigurnost i razvoj zaposlenika.

7. KRITERIJI ZA ODABIR OPTIMALNOG PRIJEVOZNOG SREDSTVA

Pravilan izbor prijevoznih sredstava je od najveće važnosti jer ima goleme posljedice. U praksi je često važno da se odredi ocjena pojedinog prijevoznog sredstva u smislu definiranja njegove eksploatacijske fizionomije. To se odnosi i na postojeća transportna sredstva kojima raspolaže određena radna organizacija ili grana prometa i još više na ona koja izlaze iz proizvodnje isporučitelja, a koja nabavljaju i stavljaju u promet druge radne organizacije. Također, to se odnosi na ona transportna sredstva koja će poduzeće nabaviti radi obnove ili povećanja vlastitog voznog parka. Sva ta vozila imaju određene karakteristike koje treba točno definirati i u tom smislu treba dati ocjenu svakog tipa transportnog sredstva. Takva stručna ocjena prijevoznih sredstava važna je i za analizu postojećeg stanja i za planiranje budućeg razvoja. Ona se izvršava po određenim kriterijima, koji su tehničke i ekonomske prirode. Najvažniji kriteriji za ocjenu svakog transportnog sredstva su:[25]

- kapacitet,
- oprema i pogon,
- brzina,
- ekonomičnost,
- održavanje,
- autonomija,
- sigurnost,
- zagađenje okoliša,
- pouzdanost, točnost, redovitost i udobnost,
- specifičnosti.

Za svako prijevozno sredstvo svaki taj element nije jednako važan, ovisno o konkretnom slučaju i namjeni određenog transportnog sredstva. No, u svakom slučaju moraju biti poznate sve navedene komponente, jer one zajedno definiraju prijevozno sredstvo. Kao što znamo, ocjena transportnog sredstva vrlo je kompleksna i ne može se činiti površno, olako i brzopleto jer bi to stvaralo opasnost od pogrešnih odluka s dalekosežnim posljedicama za kasniju eksploataciju, pritom se učinjeni propusti obično ne mogu uopće otkloniti ili mogu samo

[25] Perše, B., Prikril, B.: Prijevozna sredstva, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1991., str. 318

djelomično uz znatno dodatne troškove. Glavne karakteristike transportnih sredstava su važne jer se upravo s pomoću njih može doći do poznavanja pojedinog tipa i objektivne ocjene pogodnosti za određenu službu, za ocjenu mogućnosti prebacivanja na neku drugu službu kao i za razmatranje izbora pri novoj nabavci transportnih sredstava za određenu primjenu. Svi navedeni elementi karakteristika i ocjene transportnih sredstava objašnjeni su u daljnjem izlaganju.

7.1. Tehničke karakteristike prijevoznih sredstava

7.1.1. Kapacitet

Kapacitet se definira prema vrsti određenog transportnog sredstva i prema svrsi za koju je građeno. Izražava se ili u tonama nosivosti ili u nekoj drugoj jedinici, a eventualno, ako su različite strukture, onda i po pojedinim dijelovima tereta. Na primjer, za neki brod, osim ukupne nosivosti, odvojeno se navode specijalna skladišta - 1200 tona kapaciteta za jestiva ulja, 1000 tona kapaciteta za krupnu robu, 500 tona rashladnog kapaciteta za pokvarljivu robu itd.

Kapacitet je dakako prva i najvažnija karakteristika svakog transportnog sredstva. Tu se misli isključivo na tzv. statički kapacitet vozila, tj. na mogućnost jednokratnog utovara , jer dinamički kapacitet, što znači sposobnost količine prijevoza određenog sredstva u određenom vremenu (mjesec, godina i sl.), nije tehnička karakteristika vozila nego je rezultat načina eksploatacije. Bitno je da se pri definiranju kapaciteta uvijek najprije navede onaj podatak koji je za dotičnu vrstu transportnih sredstava najbitniji. To će u većini slučajeva biti masa za teretna vozila, a broj sjedala za putnička. Međutim, može biti i opravdanih odstupanja, npr. za transportna sredstva za prijevoz kontejnera biti će najvažniji podatak o broju kontejnera koji se mogu utovariti pa tek onda ukupna masa. Za vozila za prijevoz automobila najvažniji podatak o kapacitetu je broj kola koja može primiti prostor toga transportnog sredstva. Primjer odstupanja mogu biti i vozila za tekućine ili plinove. Za vozila za tekućine često se kao prva karakteristika navodi nosivost u hektolitrima pa tek onda nosivost o tonama. Ako se radio plinu, obično se navodi zapremnina u kubnim metrima, pri čemu treba obratiti pažnju na to o kakvim se kubnim metrima radi, da li o volumenu stlačenog plina, jer se on prevozi pod visokim tlakom ili tzv. plina u „normalnom stanju“, a to je pri tlaku od jednog bara i

temperaturi od 15°C. Prema novom sustavu mjernih jedinica odobreni pojam za kapacitet je nosivost u tonama, ali nekada to nije dovoljno i potrebni su dopunski podaci.

7.1.2. Oprema i pogon

Oprema se smatra kao dopunski podatak za kapacitet, jer se odnosi na mogućnost prihvata tereta i kvalitete usluge. Taj podatak dolazi u obzir samo ondje gdje takva oprema postoji, odnosno gdje je nužna za određenu namjenu. Tu se misli isključivo na specijalnu opremu za grijanje tereta (npr. za bitumen ili asfalt jer se u slučaju ne grijanja stvrdne), antikorozivna obloga skladišta za prijevoz kemikalija, u putničkim vozilima pomoćna prijeklopna sjedala, u vlaku prijeklopni ležajevi tj. vagoni sa sjedalima koja se pretvaraju u ležajeve.

Kada se govori o pogonu posebni značaj se odnosi na vrstu i snagu pogona. Kod lokomotive pogon može biti parni ili je lokomotiva dizelska ili električna, kod aviona razlikujemo klipne, mlazne ili turbinske motore, dok kod brodova postoje stapni parni stroj, parna i plinska turbina ili dizelski motor. Snaga pogonskog motora izražava se u kW, drugi način izražavanja i to uglavnom dopunski je vučna sila na kuki (poteznici) koja se izražava u kN. Pri navođenju podataka o snazi treba prvenstveno navesti onu snagu koja je trajno raspoloživa. Neka transportna sredstva mogu razviti u ograničenom vremenu (10 minuta ili jedan sat) znatno veću snagu kao npr. električne lokomotive.[26] Podatak o dopuštenom preopterećenju daje se kao dopunski, i onda to treba posebno navesti i označiti vrijeme u kojemu je povećana snaga raspoloživa.

7.1.3. Brzina

Brzina podrazumijeva ukupno vrijeme putovanja, uključujući razdoblja potrebnih za ukrcaj, iskrcaj tereta te ukupna vremena čekanja u slučaju prijevoza od „vrata do vrata“.[27] Danas se brzinom smatra jednim od najvažnijih kriterija za odabir optimalnog prijevoznog sredstva u transportnim lancima. Također, za ovu karakteristiku daju se podaci samo o

[26] Ibid, str. 320
[27] http://www.tsi.lv/sites/default/files/editor/science/Publikacii/RelStat_06/ed_session8_06.pdf

tehničkim brzinama, jer su samo one sastavni dio tehničke konstrukcije vozila, dok su ekonomske brzine rezultat različitih načina eksploatacije. Najvažniji podatak o brzini je najveća brzina određenog prijevoznog sredstva. Postoje dvije vrste najvećih brzina, jedna za sredstva s vlastitim pogonom i druga za ona bez pogona (vagoni, prikolice i sl.). Kod transportnih sredstava s vlastitim pogonom ta se brzina često naziva i moguća najveća brzina, dok se kod sredstva bez vlastitog pogona naziva dopuštena najveća brzina. Dopuštena brzina se ne smije prekoračiti niti u slučaju kada postoji vučno sredstvo koje bi to svojom snagom moglo ostvariti. Za transportna sredstva s vlastitim pogonom samo se po sebi podrazumijeva da je moguća najveća brzina ujedno i dopuštena.

Treba spomenuti još dvije brzine koje se navode u karakteristikama transportnih sredstava, to su brzina pokusne vožnje i brzina u službi. Brzina pokusne vožnje je 5 do 10% veća od najveće moguće ili dopuštene brzine. Pokusna vožnja izvršava se s novim ili rekonstruiranim vozilom prije puštanja u redovnu eksploataciju. Izvršava se u prisutnosti posebne stručne ekipe i po posebnim propisima, a služi za provjeru transportnog sredstva. Brzina u službi pojavljuje se kao potrebna oznaka za ona transportna sredstva koja u službi voze stalno istom brzinom. To su naročito brodovi i avioni, oni voze velikom brzinom u odnosu na svoje mogućnosti, i to blizu krajnje mogućnosti, dakle ne najvećom mogućom brzinom nego što manjom, što je upravo ta brzina u službi. Razlozi koji su doveli do ovakvog načina eksploatacije i do primjene brzine u službi su ekonomičnost, manje naprezanje strojeva, rezerva snage za izvanredne potrebe i veća sigurnost. U razdobljima ekonomske krize i zbog skupog goriva brzine se u eksploataciji namjerno smanje, pa se sporijim kretanjem transportnih sredstava ostvaruju znatne uštede u gorivu. [28]

7.1.4. Ekonomičnost

Pod ovom karakteristikom ne misli se na ekonomičnost poslovanja, nego na one elemente u tehničkim karakteristikama određenoga transportnog sredstva koji se bitno odražavaju na troškove i na konačni rezultat ekonomičnosti. Tu je u prvom redu potrošnja energije, jer ona pri transportu ima veliku ulogu i često odlučujuće utječe na ukupne troškove. Suvremeni razvoj potencira još viši utjecaj tog elementa, jer se traže sve brža transportna sredstva, pa količina energije koju troše dobiva sve više na udjelu iako se konstruktori

[28] Ibid, str. 321

pogonskih strojeva trude da smanje potrošnju goriva po jedinici snage. Najčešće se taj podatak navodi u gramimama po tonakilometru, g/tkm, a za električna vozila Wh/tkm. Za cestovna vozila potrošnja se goriva navodi u litrama na 100 km. Taj element ekonomičnosti potrebno je pri proučavanju pojedinačnih tipova ili pri uspoređivanju raznih tipova koje treba ozbiljno uzeti u obzir.

Cilj svakog prijevoza je postići ekonomičnost, odnosno ostvariti čim veću dobit uz što manje troškove. Faktori koji utječu na formiranje troškova su slijedeći:

- **Vrsta prijevoznog sredstva-**svaka vrsta prometa ima svoje specifičnosti, te kao najjeftiniji mod prometa podrazumijeva se pomorski promet velikim brodovima.
- **Udaljenosti-**s udaljenošću troškovi rastu (rast troškova nije proporcionalan s povećanjem udaljenosti), npr. prijevozni trošak na 100 km neće biti dvostruko veći nego na 50 km- najveći troškovi su na početnim i završnim točkama.
- **Opseg prijevoza-**s povećanjem opsega troškovi su niži po jedinici tereta.
- **Iskorištenost prijevoznog kapaciteta-**različite vrste prometa imaju različite zahtjeve, a najveći gubici se smatraju ukoliko prijevozno sredstvo u jednom smjeru ide prazno.
- **Kvaliteta i gustoća prometne mreže-**tehničke karakteristike prometnih putova znatno utječu na cijenu, a gusta mreža omogućuje izbor najkraćeg (najjeftinijeg) puta.
- **Težina i vrsta robe-**opasne tvari zahtijevaju posebnu pozornost što povećava cijenu jer nestandardni tereti zahtijevaju poseban prijevoz čime raste cijena.
- **Kvaliteta prijevozne usluge-**viša kvaliteta u pravilu znači veća cijena samog transporta

7.1.5. Održavanje

Ovaj problem može se promatrati s dva aspekta, s aspekta složenosti održavanja i s aspekta troškova održavanja. Oboje je važno, a donekle i povezano. Održavanje transportnih sredstava je vrlo važan dio eksploatacije i predstavlja preduvjet uspješne eksploatacije, stoga mu treba posvetiti veliku pažnju. Iskustvo je pokazalo da je najbolji sistem preventivno održavanje. Preventivno održavanje podrazumijeva da se ne čeka da neki dio dotraje, nego da se zamjenjuje nakon određenog vremena upotrebe bez obzira na to je li još dobar ili nije. Osnovna ideja je da se samo dobri dijelovi zamjenjuju kako ne bi uopće došlo do pojave

kvara. Ovdje se govori samo o održavanju s gledišta karakteristika vozila. Održavanje je stupnjevito, od rutinskog servisa koji sadrži gotovo svakodnevne sitne preglede, pa preko tekućeg održavanja do velike revizije ili generalnih popravaka. Pri ocjeni karakteristika transportnih sredstava neophodno je uzeti u obzir i održavanje, može li se ili ne može lako, brzo i jednostavno izvršavati, jesu li zamjenski dijelovi skupi i da li se održavanje može izvršiti s osobljem običnih kvalifikacija ili traži pojedince posebno osposobljene i specijalizirane. Kao najbitniji faktor ove karakteristike je upravo to da se treba uzeti u obzir koliko iznose godišnji troškovi održavanja, jer svako transportno sredstvo se međusobno razlikuje pa su tako i troškovi različiti.

7.1.6. Autonomija

Autonomija, izdržljivost ili domet podrazumijeva krajnju udaljenost do koje neko vozilo može doći svojim punim zalihama. Glavni element je gorivo, tj. odnos između zaliha spremnika za gorivo i normalne potrošnje goriva na jedinicu udaljenosti. Za neke vrste transportnih sredstava domet nije važan, jer je njegovo produženje jednostavno, u cestovnom prometu gdje je dovoljno da vozilo skrene do najbliže benzinske crpke. Za transportna sredstva koja su neograničena ili približno neograničena u pogledu izvora energije potrebno je autonomiju odrediti po drugim limitirajućim faktorima, kao što su izdržljivost ili oprema posade, raznim pomoćnim materijalima i slično.

7.1.7. Sigurnost

Sigurnost podrazumijeva sposobnost transportnog sustava za zaštitu robe prije njihovog djelomičnog oštećenja, gubitka ili potpunog uništenja. Sigurnost se procjenjuje u pogledu nesreća, ali i u smislu mogućeg kriminala (preuzimanje robe za isporuku, do njegova preuzimanja od strane određenih korisnika).

Sigurnost transporta je kriterij koji je posljednjih nekoliko godina stvorilo puno više problema nego inače. U listopadu 2010. godine, popriječen je put dvama paketima na putu iz Jemena, kao početno odredišta, za Chicago, krajnje odredište, te su u njima pronađene bombe. Navedeni događaj potaknuo je daljnju raspravu i vapaj za strožim propisima u vršenju

pregledavanja robe te većom pažnjom koju je potrebno posvetiti transportu robe uz prijevoz putnika. Također, kao važan faktor unutar ovoga kriterija je ovisnost o vrsti robe koja se prevozi, sigurnost ima različite razine važnosti kod različitih pošiljatelja. Kao npr. „Poduzeće D“ isporučuje na prijevoz opasne kemikalije pa s toga pridodaju posebnu pažnju sigurnosti te sposobnosti prijevozniku da zadrži najviše standarde za vrijeme transporta. S druge strane, „Poduzeće C“ najmanje brine o sigurnosti prilikom transporta jer se bave proizvodnjom i isporukom konzervirane hrane koja je zapečaćena posebnim alarmom koji ih automatski obavještava u slučaju da sigurnost proizvoda bude narušena tijekom transporta.[29] Stoga stajalište pošiljatelja o problemu sigurnosti uvelike ovisi o vrsti proizvoda koju isporučuje. No, većina poduzeća danas nije voljna osigurati dodatne troškove za sigurnost dokle god to nisu zakonom dužni napraviti.

7.1.8. Zagađenje okoliša

Zagađenje okoliša također se u novije vrijeme nameće kao jedan od glavnih problema kvalitete prijevoza. Postoje primarni i sekundarni zagađivači zraka, u primarnoj skupini nalaze se čestice, dušični oksidi, ugljikovodici, olovo i kao najveći zagađivač glede težine ugljični monoksid (CO_2). Ugljični monoksid je rezultat nepotpunog izgaranja do kojeg dolazi u procesu izgaranja. Ne može se sasvim eliminirati, no reducira se katalizatorima koji se koriste na većini prijevoznih sredstava. U velikim koncentracijama je otrovan jer reducira sposobnost krvi da prenosi kisik. Može biti štetan u razinama u kojima se pojavljuje na zagušenim raskrižjima i tunelima. U drugu skupinu, sekundarnih zagađivača zraka, pripada ozon koji nastaje zbog kemijske reakcije između ugljikovodika i dušičnih oksida u prisutnosti sunčeve svjetlosti.

[29] http://trace.tennessee.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2496&context=utk_chanhonoproj



Slika 14: Učešće pojedinih vidova prometa u emisiji CO_2

Izvor: https://repozitorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz%3A208/datastream/PDF/view

Ekološke mjere postaju sve važnije u izboru načina prijevoza jer društvo postaje sve zabrinutije za očuvanje energije te smanjenju ispuštanja plinova. Mnoga poduzeća u današnjici žele postati ekološki učinkovite (poboljšati ekološke standarde). Glavni razlog koji motivira poduzeća da prihvate ekološke inicijative je vladino zakonodavstvo. Cilj koji vlada želi ostvariti je poboljšanje kvalitete zraka. Do 2018. godine većina traktora morati će ostvariti smanjenje od 20% u redukciji potrošnje goriva i ispuštanju štetnih plinova, što bi rezultiralo očuvanjem do 4l goriva na svakih prijeđenih 100 km. Za prijevoznike to znači velika ulaganja u poboljšanje trenutne opreme. Također, pošto takva regulativa zahtjeva povećanje efikasnosti u potrošnji goriva to znači i neizbježan pad u potrošnji goriva što bi rezultiralo uštedom velike količine novaca za vlasnike vozila. Iako se to odnosi na vozila proizvedena u periodu od 2014. do 2018. godine. Za mnoge male prijevoznike ovakve uštede neće biti realizirane jer si neće moći priuštiti početni trošak, odnosno novac koji je potrebno uložiti u poboljšanje postojećih vozila ili kupnju novih koji bi zadovoljili novu regulativu.[30]

[30] http://trace.tennessee.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2496&context=utk_chanhonoproj

7.1.9. Pouzdanost, redovitost, točnost i udobnost

Svaki od navedenih kriterija ima bitan utjecaj na izbor oblika transporta, ali je za sve njih zajedničko da ovise o tehničko-tehnološkim svojstvima transportnog sredstva i infrastrukture, odnosno o njihovom zajedničkom odnosu. Korisnik transportne usluge cijeni te pokazatelje tek nakon niza bitnijih konkurentskih prednosti tog oblika transporta. U tablici 10. dan je bonitet oblika transporta s aspekta pouzdanosti, redovitosti, točnosti i udobnosti.

Tablica 10: Ocjena boniteta pojedinih vidova transporta

Vid transporta	Rangiranje vidova transporta
Cjevovod	1
Cestovni	2
Željeznica	3
Vodni	4
Zračni	5

Izvor: Jusufranić, I., Jusufranić, J., Varupa, L.: „Značenje transporta u sustavu logistike“, Suvremeni promet. - ISSN 0351-1898. - 30 (2010), 1/2

Cjevovodi imaju najveću redovitost, pouzdanost i točnost, cestovni transport ima visoki stupanj pouzdanosti, redovitosti, točnosti i udobnosti, željeznički promet ima visoki stupanj pouzdanosti i udobnosti, dok im je točnost potpuno loša. Dok vodni promet ima visok stupanj pouzdanosti, donekle točnosti i udobnosti, a zračni od svih navedenih pokazatelja se može pohvaliti samo točnošću.

7.1.10. Specifičnosti

To su dopunski podaci koji su neophodni, uz prethodno navedene, da bi se mogla dobiti potpuna ocjena određenog transportnog sredstva. Posljednje mjesto na listi nabrajanja ne znači i posljednji stupanj važnosti. Može se dogoditi da u nekom konkretnom slučaju upravo podaci iz ove skupine budu odlučujući za usvajanje, a još češće za odbijanje pri izboru pojedinih tipova transportnih sredstava, za prebacivanje na neku liniju ili nabavu. U ovoj

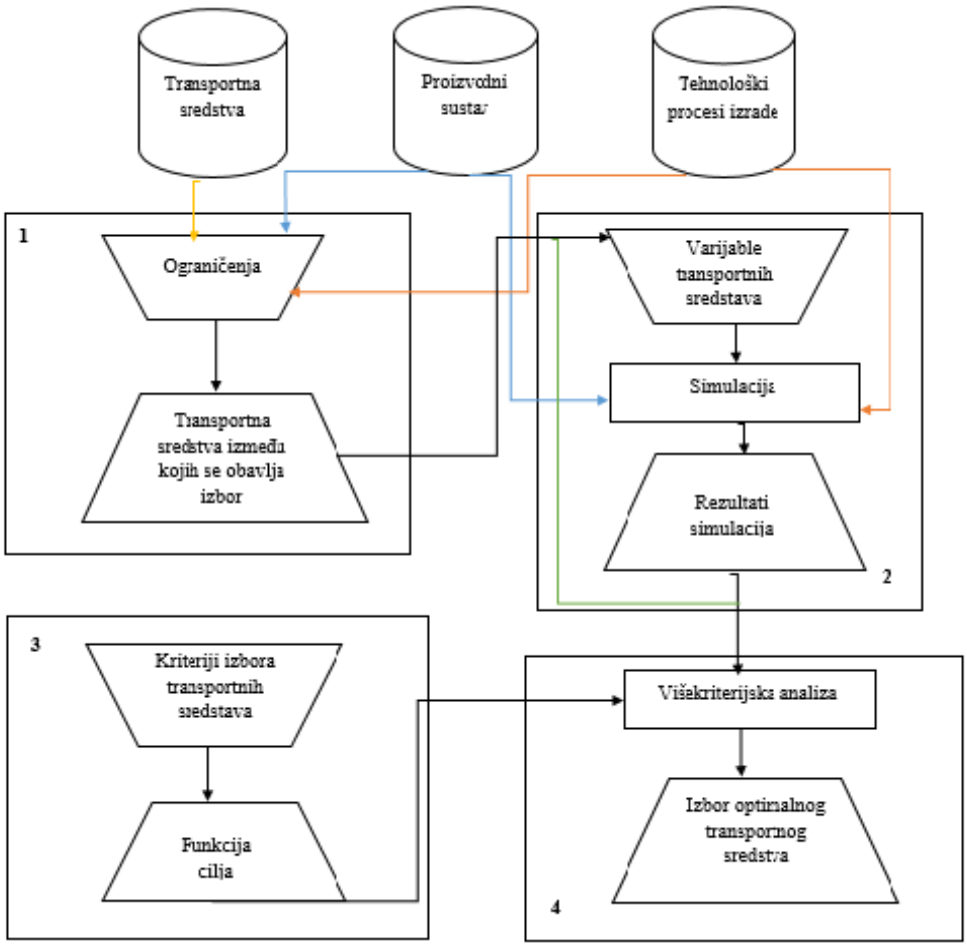
skupini postoji velika različitost, dok su sve dosadašnje karakteristike transportnih sredstava imale djelomičnu, a većinom i potpunu homogenost za sva transportna sredstva, u ovoj se skupini koja je zato i nazvana specifičnosti radi o podacima koji su vrlo važni, a pritom vrlo različiti. Koji će se podaci uključiti u promatranje, ovisi o pojedinom konkretnom slučaju, a neka od njih su osovinski pritisak i duljina cestovnih vozila, gaz broda, sistem struje kod električnih lokomotiva, adhezijska težina itd.. Unutar ove skupine nalaze se i dodatne usluge koje u velikoj mjeri utječu na odluke o načinu prijevoza. Neke od njih su točan položaj predmeta, rok isporuke, utovar i istovar robe, mogućnost carinjenja, adekvatna dokumentacija kako bi se prijevoz mogao izvršiti bez ikakvih poteškoća kao i razne druge pogodnosti.

7.2. Opis postupka izbora optimalnog prijevoznog sredstva

Postupak izbora optimalnog prijevoznog sredstva odvija se u četiri koraka, slika 15:[31]

1) Određivanje ograničenja koja se postavljaju pred prijevozna sredstva,
2) simulacija rada mogućih prijevoznih sredstava u proizvodnom sustavu,
3) postavljanje kriterija izbora prijevoznih sredstava i definiranje funkcije cilja,
4) rješavanje funkcije cilja - izbor optimalnog prijevoznog sredstva.

[31] Bilić, B.: „Izbor optimalnog transportnog sredstva u proizvodnome sustavu“, Strojarstvo. - ISSN 0562-1887. - 39 (1997), str. 200



Slika 15: Shematski prikaz postupka za izbor optimalnog transportnog sredstva

Izvor: Bilić, B.: „Izbor optimalnog transportnog sredstva u proizvodnome sustavu“, Strojarstvo. - ISSN 0562-1887. - 39 (1997), 5, str. 199-208

7.2.1. Ograničenja pri izboru optimalnog prijevoznog sredstva

U prvom koraku projektant treba, na temelju podataka o proizvodnome sustavu i tehnološkim procesima koji se u njima odvijaju, odgovoriti na slijedeća pitanja:[32]

1) O kakvoj vrsti robe se radi?
2) U kakvom je stanju transportirani materijal (rasuti, tekući, plinoviti, komadni)?
3) Kolike su mase i obujmi transportiranih materijala (kriteriji nosivosti, snage i brzine transportnih sredstava)?
4) Na koji se način materijal transportira (kriteriji izbora transportne jedinice)?
5) Kolike su duljine transportnih putova na koje se roba transportira?

[32] Ibid, str. 201

6) Kakav je utjecaj transportnih sredstava na radnu okolinu (vlaga, toplina, buka, vibracije i dr.)?

Odgovor na ova pitanja određuju osnovni skup ograničenja pri izboru optimalnog prijevoznog sredstava. Unatoč postavljenim ograničenjima, može postojati veći broj prijevoznih sredstava koja mogu udovoljiti postavljenim transportnim zadacima.

7.2.2. Simulacija rada transportnih sredstava

Da bi se ispitalo ponašanje transportnih sredstava dobivenih u prvom koraku, potrebno je u drugom koraku izvršiti simulaciju rada mogućih transportnih sredstava. Simulacija se izvršava na računalu s pomoću komercijalnih simulacijskih programa ili izradom vlastitog simulacijskog modela. Simulacijski model uključuje četiri skupine ulaznih podataka i to podatke o proizvodnome sustavu (raspored radnih i pripremnih stanica, vremena izmjena transportnih jedinica između odlagališta i radnih stanica, konfiguracija transportnih jedinica i dr.), podatke o izradcima, podatke o transportnim sredstvima (broj, kapacitet, brzina i smjer kretanja, vremena izmjena transportnih sredstava i radnih jedinica, pripremnih stanica i odlagališta) te način upravljanja proizvodnim procesom. Simulacijama na modelu određuju se podaci kao što su trajanje ciklusa proizvodnje u zadanim uvjetima, potrebni broj transportnih sredstava i vremena trajanja transportnih operacija tijekom izvršenja transportnih zadataka.

7.2.3. Kriteriji izbora transportnih sredstava

U trećem koraku potrebno je odrediti kriterije izbora transportnih sredstava, odnosno postaviti funkciju cilja. U postupku izbora optimalnog transportnog sredstva usvajaju se slijedeći kriteriji izbora:

K_1 - produktivnost transportnog sredstva,

K_2-investicijski troškovi izraženi ocjenama koje je veća ak su investicijski troškovi za promatrano transportno sredstvo manji,

K_3-uporabni troškovi svih komponenti transportnog sustava

K_4-prilagodljivost transportnog sredstva,

K_5-pouzdanost u radu,

K_6-sigurnost u radu.

Rezultati dobiveni simulacijom uključuju se u funkciju cilja izravno ili posredno kroz kriterije K_1, K_2 i K_3. Vrijednosti K_4, K_5 i K_6, kvalitativni kriteriji, određuju stručnjaci ocjenjivanjem transportnih sredstava. Stoga nije moguće postaviti funkciju cilja koja bi se sastojala samo od matematičkih varijabli i koja bi, primjenom matematičke optimizacije, dala optimalno rješenje. Funkcija cilja za izbor optimalnog transportnog sredstva u tom slučaju izgleda:

$$\text{Max } \{K_1(TS), K_2(TS),...K_n(TS), TS \in B\} \quad [1]$$

$B = \{TS_1,...TS_m\}$- skup transportnih sredstava između kojih se obavlja izbor

$K= \{K_1,...K_n\}$- skup kriterija po kojima se obavlja izbor transportnog sredstva.

Kao još jedan od glavnih kriterija ovog koraka je produktivnost transportnog sredstva. Produktivnost transportnog sredstva može se P_{TS} može se izraziti količinom ostvarenog transporta u jedinici vremena:

$$P_{TS}= Q/t_c$$

Q- intenzitet transporta izražen brojem transportnih jedinica u planiranom vremenu

t_c- vrijeme u kojem je potrebno ostvariti transportni intenzitet Q.

Povećanje kapaciteta postojećeg transportnog sredstva može se ostvariti povećanjem broja transportnih sredstva ili kao druga mogućnost povećanjem produktivnosti transportnog sredstva tj. njegova modernizacija.[33]

Također, investicijski troškovi i uporabni troškovi od izuzetne su važnosti. Investicijski troškovi dobiju se na način da se nabavne troškove transportnih sredstava, potrebne pomoćne opreme i upravljačkih uređaja dodaju varijabilni troškovi, dok uporabni troškovi uključuju godišnje troškove tj. troškove rada, troškovi održavanja, servisa i drugi.

[33] Ibid, str. 203

U posljednjem, četvrtom koraku, primjenom metode višekriterijske analize riješila bi se navedena funkcija cilja [1], odnosno odredilo bi se optimalno transportno sredstvo. Kod problema višekriterijskog odlučivanja poznate su tri metode višekriterijske analize, i to analitička višerazinski postupak AHP, metoda ELECTRE i metoda PROMETHEE.

8. CASE STUDY

Radi lakšeg shvaćanja teorijskog dijela diplomskoga rada, u slijedeća dva poglavlja biti će obrađena dva primjera u kojima će se stranka ovisno o navedenim kriterijima odlučiti između dva vida prijevoza. U prvom primjeru biti će riječ o pomorskom i zračnom, a u drugom o cestovnom i željezničkom transportu robe.

8.1. Case study 1 – Odabir pomorskog ili zračnog prijevoza

U prvom primjeru case study analize prikazati će se odnos između dva vida transporta, koji su uvelike različiti (pomorski i zračni transport), te kao primjer biti će prikazan način odabira optimalnog prijevoznog sredstva ovisno o zahtjevima i kriterijima samoga klijenta (stranke). U ovom slučaju špediter će klijentu ponuditi brži, sigurniji i skuplji vid transporta te sporiji, manje sigurniji i cjenovno jeftiniji transport.

Postupak izvršenja špediterske usluge je slijedeći:

1. Upit stranke,
2. Ponuda,
3. Potvrda prihvaćanja ponude i organizacija transporta, te obračunavanje troškova (fakturiranje).

Upit stranke

Poduzeće „ Brodarko“, koje se bavi izvozom brodskih dijelova, zatražili su izračun i usporedbu troškova prijevoza u zračnom i pomorskom transportu. Radi se o:

- 2 palete - 100 x 67 x 75 cm (409 kg) i 101 x 101x 78 cm (376 kg),
- Prikup robe: Zagreb (poduzeće Brodarko)
- Dostava robe: luka Busan / aerodrom Busan (Korea),
- Vrijednost robe: EUR 11 000,
- Incoterms: CIF Busan.

Ponuda:

- ***U pomorskom transportu*** - s obzirom da se radi o 2 palete koje nisu velikih dimenzija niti težina, koristiti će se LCL (zbirni) transport. Ukupna kubikaža robe iznosi 1.29

cbm i ukupna težina 785 kg. Troškovi koji će se zaračunati stranci ukoliko prihvati ponudu prema CIF paritetu su slijedeći:

1. Prikup robe te dostava robe u špediterovo skladište - EUR 30,
2. Izvozno carinjenje - EUR 30,
3. Kamionski transport Zagreb - Hamburg - EUR 70,
4. Lokalni troškovi u Hamburgu (THC, ISPS) - EUR 38.5,
5. Izrada teretnice (B/L) - EUR 35,
6. Pomorska vozarina - EUR 76.5,
7. Osiguranje robe - EUR 50.

Predviđeno vrijeme transporta iznosi 41 dan (uključen je prijevoz od Zagreba do Hamburga, te od Hamburga do luke Busan). Luka Hamburg je uzeta za primjer iz razloga što njome dobivamo najbrže vrijeme putovanja (direktan servis). **Ukupan trošak transporta na relaciji od skladišta poduzeća Brodarko do luke Busan iznosi EUR 330.**

- ***U zračnom transportu*** **–** kao što je navedeno kubikaža i ukupna težina tereta su jednake, pa prema tome se nudi ponuda za zračni transport. Troškovi koje će se zaračunati stranci ukoliko prihvati ponudu prema CIF paritetu su slijedeći:

1. Prikup robe te dostava robe u špediterovo skladište - EUR 30,
2. Izvozno carinjenje - EUR 30,
3. Kamionski transport, naše skladište - Aerodrom Zagreb - EUR 30,
4. Izrada teretnice (AWB) - EUR 35,
5. Zračna vozarina + trošak goriva - EUR 1105,
6. Osiguranje robe - EUR 50.

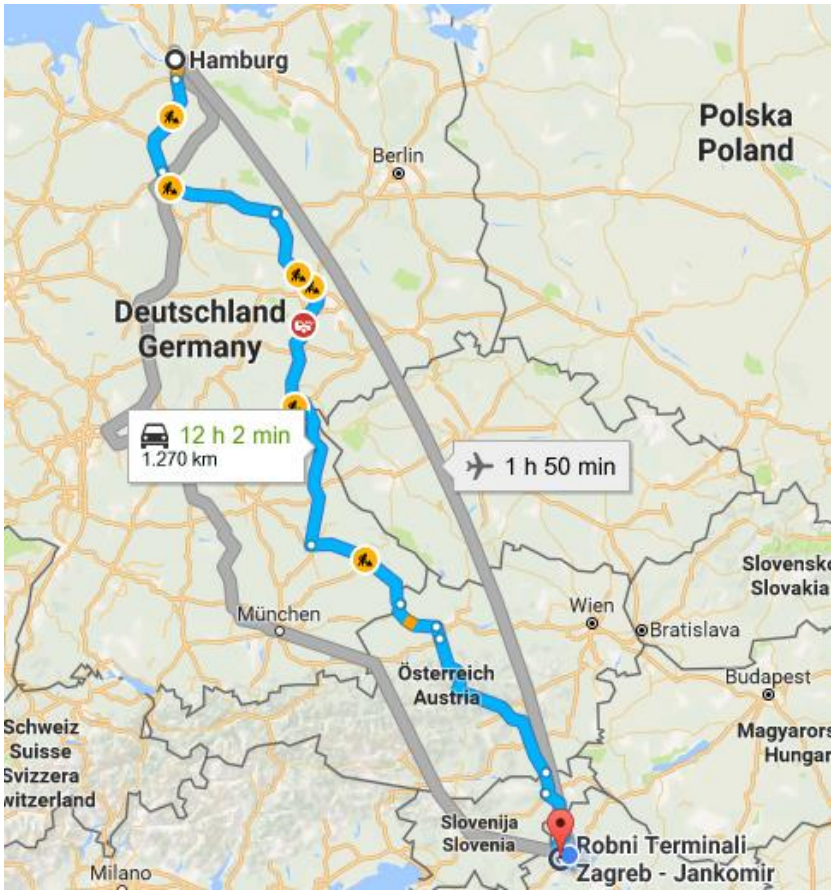
Predviđeno vrijeme transporta iznosi 6 - 7 dana (prekrcaj u Parizu). **Ukupan trošak transporta na relaciji od skladišta poduzeća Brodarko do aerodroma Busan iznosi EUR 1280.**

<u>Potvrda prihvaćanja ponude i organizacija transporta</u>

Nakon primitka ponuda, poduzeće „ Brodarko“ odlučilo je robu prevesti pomorskim putem. Razlog prihvaćanja pomorske ponude je jeftinija cijena transporta, veliki kapacitet, snaga i fleksibilnost prijevoznog sredstva za više vrsta tereta, manje zagađuje okoliš te potvrda kupca da roba nije hitna.

Prvi korak organizacije je prikupljanje robe u poduzeću Brodarko te doprema robe u necarinsko skladište špeditera. Zajedno s robom dolazi i potrebna dokumentacija za izvozno carinjenje, a tu su dispozicija i komercijalni dokumenti (komercijalna faktura i packing lista). Veoma je važno da je na komercijalnim dokumentima navedena težina, broj paleta te vrijednost robe. Također, prema incotermsu potrebno je osigurati robu.

Slijedeći korak je izvozno carinjenje, roba se u ovom slučaju carini na terminalu Jankomir. Prilikom završetka carinjenja roba se stavlja na kamion te otprema do luke Hamburg. Kao dokaz da je roba izvozno ocarinjena stranka dobiva carinsku deklaraciju.



Slika 16: Prikaz rute Robni terminal Zagreb - luka Hamburg

Izvor: Izradio i prilagodio autor

Dolaskom u luku Hamburg agent od brodara preuzima pošiljku te ju prvo zaprima u svoje skladište, koju nakon toga prekrcava u kontejner koji ide za Busan. Glavni špediter izrađuje dvije vrste teretnica, i to:

- HBL (House bill of lading) - teretnica koja ide sa stvarnog primatelja na stvarnog pošiljatelja,

- MBL (Master bill of lading, brodska teretnica) - teretnica koja ide sa špeditera na špeditera.

Na teretnicama je veoma važno da podaci budu isti kao i na komercijalnim dokumentima (broj paleta, kilaža, kubikaža, vrsta robe i dr.). HBL mora biti potvrđen od strane pošiljatelja robe,a MBL od špeditera na destinaciji. Ova teretnica može biti izdana kao original (3 originala i tri kopije) ili express release teretnica. Razlog izdavanja original teretnice je osiguranje pošiljatelja robe da će kupac platiti robu, jer bez originala ne može preuzeti pošiljku. Express release teretnica se izdaje elektronskim putem i kao takvu roba se može preuzeti odmah nakon dolaska u luku, u ovom slučaju radi se o luci Busan, Korea.

Nakon potvrde brodara da je brod isplovio, na teretnicu se upisuje datum isplovljavanja te točni podaci o imenu broda, putovanja te broju kontejnera u kojem se nalazi roba.



Slika 17: Prikaz lokacija luke Busan, Hamburg i Robnog terminala Zagreb - Jankomir

Izvor: Izradio i prilagodio autor

Slijedeći korak je fakturiranje tj. obračunavanje troškova stranci prema datoj ponudi, najava troškova brodara te kamiona u špediterov sistem.

Nakon izvršenog sveukupnog transporta od 41 dan, odnosno kada pošiljka stigne na destinaciju, špediter koji je naznačen na MBL-u poslati arrival notice tj. potvrdu dolaska i preuzimanja pošiljke od strane kupca. Tim činom transport robe se izvršio u potpunosti.

U ovom konkretnom primjeru bitno je napomenuti kako samoj stranci nije bio bitan kriterij brzine, jer roba koja se trebala dostaviti do njihovog skladišta nije bila hitna, stoga je prijevoz pomorskim vidom bio najoptimalniji izbor. Iako se stranka odlučila za pomorski prijevoz koji je također cjenovno bio bolji, to isključivo ne znači da bi se neko drugo poduzeće odlučilo na taj vid transporta. Postoji niz kriterija koje stranke uzimaju u obzir pri samom donošenju konačne odluke oko ponude koju joj ponudi sami špediter. Uspoređujući pomorski i zračni vid prometa, kriterije koje stranka uzima u obzir su cijena, kapacitet, utjecaj na okoliš koji su optimalniji kod pomorskog transporta te brzina, sigurnost i jednostavnost što je prednost zračnog prometa. Svakoj stranci je najbitnije da roba do krajnjeg odredišta stigne u onakvom izdanju kakva je i preuzeta iz skladišta tj. bez ikakvog oštećenja.

8.2. Case study 2 - Odabir cestovnog ili željezničkog prijevoza

U drugom primjeru case study analize prikazati će se odnos između cestovnog i željezničkog transporta koji se osim kriterija cijene razlikuju i po duljini vremena putovanja.

Postupak izvršenja špediterske usluge je slijedeći:

4. Upit stranke,
5. Ponuda,
6. Potvrda prihvaćanja ponude i organizacija transporta, te obračunavanje troškova (fakturiranje).

   Usporediti ćemo transport 40'HC kontejnera iz Zagreba do Hamburga.

Upit stranke

Poduzeće „ Loptica“ koje se bavi prijevozom tekstila zatražilo je izračun i usporedbu troškova prijevoza željezničkog i cestovnog transporta od utovarnog mjesta u Zagrebu do terminala u Hamburgu. Radi se o:

- prijevozu 40'HC kontejnera,
- 25 euro paleta (800 x 1200 mm),
- težine 15 500 kg.

Ponuda:

- ***U željezničkom transportu*** - nakon upita zaprimljenog od stranke, špediter šalje upit agentu koji se bavi željezničkim transportom. Veoma je bitno napomenuti agentu o kojoj vrsti robe se radi te dati podatke vezane za težinu i količinu pošiljke. Nakon što zaprimi cijenu od agenta, špediter šalje ponudu. Osim cijene prijevoza željeznice, stranci je potrebno ponuditi i cijenu kamiona, s obzirom da je prije nego li se roba ukrca na vagon potrebno je istu tu robu utovariti u sam kontejner (utovar robe u kontejner je u organizaciji pošiljatelja robe). Roba se u ovom slučaju prevozi relacijom terminal Jankomir – Ljubljana – luka Hamburg. Troškovi vezani uz transport su slijedeći:

1. Cijena prijevoza kontejnera od terminala Jankomir do utovarnog mjesta, te vraćanja punog kontejnera na terminal Jankomir - EUR 140,
2. Izvozno carinjenje - EUR 25/kontejner (roba će se ocariniti iz razloga što s obzirom da se radi o kontejneru znači da pošiljka nakon dolaska u Hamburg ide brodom van Europske Unije),
3. Cijena željezničkog transporta koja uključuje stavljanje kontejnera na vagon, te prijevoz do terminala Hamburg iznosi EUR 1400,
4. Vrijeme putovanja iznosi 7 dana, s prekrcajem u Ljubljani.

- ***U cestovnom transportu*** - ***š***to se tiče troškova kamionskog transporta od utovarnog mjesta do terminala u luci Hamburg su slijedeći:

1. Transporta od terminala Jankomir u Zagrebu do luke Hamburga - EUR 2100 (u cijenu je uključeno izvozno carinjenje),
2. Vrijeme putovanja iznosi 3 dana.

Potvrda prihvaćanja ponude i organizacija transporta

Nakon iznesenih ponuda stranka se odlučila na prijevoz željeznicom, te tim činom špediter kreće u organizaciju transporta. Prvi korak organizacije transporta je potvrda adrese utovara robe. Nakon dobivene tražene informacije daje se nalog prijevozniku da preuzme prazan kontejner na terminalu Jankomir te ga otpremi na utovarno mjesto. Sam utovar robe u kontejner je u organizaciji pošiljatelja robe. Nakon utovara robe kontejner se vraća pun na terminal Jankomir gdje ga kao takvog skidaju s kamiona te postavljaju na vagon.

Dokumenti koji su potrebni da bi se transport izvršio su dispozicija, komercijalni dokumenti te ispunjeni teretni list za međunarodni promet propisan konvencijom CIM. Dispozicija i komercijalni dokumenti su potrebni za izvozno carinjenje robe koje će napraviti carinski deklarant s obzirom da roba nakon samog dolaska u Hamburg ide brodom van Europske Unije. Ispunjeni teretni list pošiljatelj treba predati skladištaru kod preuzimanja vagona u otpremnom kolodvoru. Nakon provjere ispravnosti obavljenog ukrcaja robe, skladištar zatvara i plombira vagon, te potvrđuje prijam pošiljke na teretnom listu koji vraća pošiljatelju i upućuje ga na blagajnu otpreme radi zaključenja ugovora o prijevozu. U skladu s bilješkom o frankiranju, blagajnik obračunava i naplaćuje prijevozne troškove, te ovjerava teretni list kolodvorskim žigom s datumom. Duplikat teretnog lista (list broj četiri u kompletu) vraća pošiljatelju, kao dokaz o zaključenom ugovoru o prijevozu.

Stranka se u ovom slučaju odlučila za prijevoz željeznicom iz više razloga, jedan od njih je taj što je prijevoz željeznicom ekonomski isplativiji jer je cijena prijevoza niža posebice kod velikih pošiljaka za koje brzina nije bitna, energetski jeftiniji i ekološki održivi oblik prijevoza (manja emisija CO_2 u odnosu na cestovni prijevoz). Iako je prijevoz tereta cestovnim transportom brži zbog velike rasprostranjenosti prometne mreže, stranci to nije bilo bitno u ovom konkrenom primjeru. Bitno je napomenuti da nije u svim državama u Europi širina kolosijeka ista, stoga špediteri moraju voditi brigu o tome jer u slučaju da su širine kolosijeka različite teret se mora prekrcavat s jedne na drugu željeznicu.

9. ZAKLJUČAK

Logistika je u upravljanju svakog poduzeća jedna od najvažnijih funkcija organizacije. Njezin posao je da osigura organizaciji prednost na tržištu kroz učinkovito planiranje, upravljanje i kontroliranje svih aktivnosti vezanih za resurse, ljudske potencijale, znanje, informacije, energije i ostale aktivnosti. Najvažniji logistički zadatak je upravljanje zalihama gdje je mnogo poduzeća suočeno sa problemima u pronalasku optimalnih rješenja, odnosno otežanim predviđanjima potražnje, dugim vremenima isporuke, nesigurnim procesom dobave, određenim sezonskim proizvodima i slično. Zadatak menadžera je da otkloni sve poteškoće i udovolji suvremenim zahtjevima kao što su visoka fleksibilnost, brža isporuka, minimalni troškovi, smanjenje razine zaliha i drugo. Poteškoće koje su prisutne su na trgovcima koji slabo analiziraju i planiranju stanje zaliha gdje im često roba ostaje na zalihi radi loše narudžbe ili odabira. Bez točnog planiranja zaliha robe nemoguće je ostvariti brzo protok u skladištu, potom u prodavaonice ili do kupca.

Današnji život je nezamisliv bez suvremenih oblika transporta i veza, aviona, automobila, telefona i dr.. Stare teorije i shvaćanja veoma brzo zastarijevaju u svim djelatnostima, pa i u transportu, što uvjetuje promjene i dopune klasičnih metoda i tehnologija nastalih u svim drugim uvjetima, i što dovodi do nastanka novih (suvremenih) metoda i tehnologija koje mogu odgovoriti izazovima moderne privrede 21. stoljeća.

U ovom diplomskom radu definirani su kriteriji za odabir optimalnih prijevoznih sredstva i pomoću njih izrađena su tri primjera kojima stranka ima mogućnost odabira optimalnog prijevoznog sredstva. Prvi primjer je upotrebom jedne od metoda višekriterijskog odlučivanja, odabrana metoda AHP. Temeljem rješavanja problema tom metodom dobiveno je rješenje da je vozilo 3 najoptimalniji izbor prijevoznog sredstva s obzirom na cijenu, brzinu i kapacitet, odnosno cjenovno je najpristupačnije, kapacitetom najprikladnije te brzinom isporuke najadekvatnije. Međutim, korištenjem navedene metode utvrđeno je da je ona vrlo subjektivna, budući da se kroz izračune proizvoljno upisuju vrijednost kojima se lako manipulira i stoga se smatra da u ovom slučaju ta metoda i nije najbolja opcija. Iako je odabir prijevoznog sredstva veoma težak i zahtjevan zadatak, najbolje je da takve odluke donose osobe koje znaju procijeniti kriterije određenog prijevoznog sredstva te temeljem iskustva, znanja i istraživanja donijeti konačnu odluku.

Posljednja dva primjera odnose se na primjer iz prakse. Odlaskom u veliku logističku firmu u Zagrebu koja je zbog prikupa informacija htjela ostati anonimna, dobila sam

mogućnost u radu prikazati podatke kojima njihovi špediteri dobivaju razne upite od stranaka kako bi se njihova roba dostavila do krajnjeg potrošača. Primjeri se odnose na prijevoz brodskih i tekstilnih dijelova, bilo to ponudom koja je ponuđena od strane pomorskog i zračnog transporta te ponudom od strane cestovnog i željezničkog prijevoza. Uspoređujući pomorski i zračni transport, stranka se odlučila na prijevoz brodom iz razloga što roba nije bila hitno, što znači da i vrijeme putovanja nije bilo bitno, cijena prijevoza je jeftinija, posjeduje veći kapacitet kao i fleksibilnost samog prijevoznog sredstva, a što je najbitnije u funkciji je čitave godine. To su bili jedni od bitnih razloga odabira ovoga prijevoznog sredstva. U poslijednjem primjeru stranka se odlučila na prijevoz željeznicom, cjenovno jeftinije, ekološki održivi izvor oblik prijevoza kao i energetski jeftiniji. Potrebno je voditi računa o širini kolosijeka, jer u svim državama nije jednaka pa u slučaju željeznice dolazi do pretovara s jednog prijevoznog sredstva na drugo.

Također, bitno je napomenuti kako su kriteriji od velike važnosti, različiti vidovi transporta imaju svoje prednosti i nedostatke. Iako su željeznički i pomorski transport najjeftiniji način prijevoza, zračni najbrži itd, to upravo ne znači da će stranka uvijek odabrati isti način prijevoza jer je svima u interesu da roba od mjesta preuzimanja pa do mjesta isporuke dođe u onakvom stanju u kakvom je stiglo na početno odredište.

LITERATURA

Knjige:

1. Božičević, D., Kovačević, D.: Suvremene transportne tehnologije, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2002.
2. Bukljaš Skočibušić, M., Jurčević, M., Radačić, Ž.: Ekonomika prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2011.
3. Cooper, H., Swink, M.: Managing operations across the Supply Chain, McGraw-Hill Irwin
4. Ivaković, Č., Stanković, R., Šafran, M.: Špedicija i logistički procesi, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2010.
5. Kahraman, C., Oztaysi, B.: Supply Chain Management Under Fuzziness, Springer
6. Kolaković, M., Pulić, A.: Intelektualni kapital poduzeća iz: "Konkurentska sposobnost poduzeća", ur. D. Tipurić, Sinergija, Zagreb, 1999
7. Perše, B., Prikril, B.: Prijevozna sredstva, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1991.
8. Prester, J.: Upravljanje lancima dobave, Sinergija, Zagreb, 2012.
9. Šamanović, J.: Prodaja, distribucija, logistika, Split 2009.
10. Zelenika, R., Pupovac, D.: Suvremeno promišljanje fenomena logističkog sustava, Naše more, broj 3-4, listopad 2001, Veleučilište u Dubrovniku, Dubrovnik, 2001.

Internet izvori:

1. http://e-student.fpz.hr/Predmeti/C/Cestovne_prometnice_I/Materijali/1predavanje.pdf
2. http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=67678
3. http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=67447
4. http://www.janaf.hr/o-nama/
5. http://annals.fih.upt.ro/pdf-full/2013/ANNALS-2013-2-25.pdf
6. file:///C:/Users/DAMI/Downloads/16_Zgaljic_Perkusic_Schiozzi.pdf
7. http://www.fms-tivat.me/predavanja3god/Integralni7tekst.pdf
8. http://www.hzcargo.hr/UserDocsImages/Dokumenti/Kombinirani.pdf
9. http://www.hzcargo.hr/default.aspx?id=31
10. file:///C:/Users/DAMI/Downloads/tg_6_2012_2_228_232.pdf
11. http://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/0042-8469/2010/0042-84691001113C.pdf

12. http://site.iugaza.edu.ps/emasry/files/2010/09/Transport-Planning-and-traffic-engineering.pdf
13. file:///C:/Users/DAMI/Downloads/13_ucinkovitost_globalnog_transportnog_sustava_Zbornik_Final.pdf
14. http://www.quality.unze.ba/zbornici/QUALITY%202011/074-Q11-146.pdf
15. http://ss-zeljeznickatehnicka-moravice.skole.hr/upload/ss-zeljeznickatehnickamoravice/newsattach/164/Osnove%20prijevoza%20i%20prijenosa.pdf
16. http://www.efos.unios.hr/repec/osi/bulimm/PDF/BusinessLogisticsinModernManagement12/blimm1203.pdf
17. http://old.foi.hr/CMS_library/studiji/pds/mps/magistarski/magistarski_rad_Sanjana_Buc.pdf
18. http://www.ijtte.com/uploads/2013-03-25/5d57e65e-ab4c-aee5IJTTE_Vol%203(1)_5.pdf
19. http://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/0042-8469/2010/0042-84691001113C.pdf
20. http://spin.fon.bg.ac.rs/doc/ret/SPIN%202011/Sekcije/07logistika%20i%20lanci%20snabdevanja-pdf/702_KL~1.PDF
21. http://trace.tennessee.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2496&context=utk_chanhonoproj

Članci:

1. Bilić, B.: „Izbor optimalnog transportnog sredstva u proizvodnome sustavu“, Strojarstvo. - ISSN 0562-1887. - 39 (1997), 5 ; str. 199-208
2. Dvorski, S., Kovšca, V.: „Kolaborativno upravljanje lancem opskrbe“, 19 International Scientific Symposium on Transport Systems 2012, Opatija, 26-27 April, 2012, Suvremeni promet. - ISSN 0351-1898. - 32 (2012), 1/2 ; str. 79-83
3. Jusufranić, I., Jusufranić, J., Varupa, L.: „Značenje transporta u sustavu logistike“, Suvremeni promet. - ISSN 0351-1898. - 30 (2010), 1/2 ; str. 169-174
4. Krpan Lj., Furjan M., Maršanić R.: „Potencijal logistike povrata u maloprodaji“ , Tehnički glasnik, Vol. 8., No .2., 2014., str. 183.

5. Figueira, J., Mousseau, V., Roy, B.: Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys, ELECTRE methods,Springer Verlag, Boston, Dordrecht, London, 2005. ,133-162.

POPIS SLIKA

Slika 1: Prikaz organizacije logističkog koncepta 7
Slika 2: Prikaz logističkog sustava s podsustavima 9
Slika 3: Shematski prikaz transportnog procesa 16
Slika 4: Kretanje troškova transporta u odnosu na broj skladišta 20
Slika 5: Tradicionalan način transporta 22
Slika 6: Suvremeni način transporta 23
Slika 7: Subjekti i objekti realizacije 27
Slika 8: Djelovanje subjekata na objekte 28
Slika 9: Vizualni problem zadatka 36
Slika 10: Odnosi u dužinama željezničke infrastrukture u zemljama Europske unije 44
Slika 11: Udio zračnoga prometa iz Europe prema ostalim kontinentima 46
Slika 12: Područje pomorskog transporta 47
Slika 13: Karta sustava JANAF-a u Hrvatskoj 49
Slika 14: Učešće pojedinih vidova prometa u emisiji CO_2 58
Slika 15: Shematski prikaz postupka za izbor optimalnog transportnog sredstva 61
Slika 16: Prikaz rute Robni terminal Zagreb - luka Hamburg 67
Slika 17: Prikaz lokacija luke Busan, Hamburg i Robnog terminala Zagreb - Jankomir 68

POPIS TABLICA

Tablica 1: Čimbenici razvoja logistike 5
Tablica 2: Saatyeva skala relativne važnosti 34
Tablica 3: Prikaz težinskih omjera za odabir vozila 37
Tablica 4: Prikaz težinskih omjera za kriterij cijene 38
Tablica 5: Prikaz težinskih omjera za kriterij brzine 38
Tablica 6: Prikaz težinskih omjera za kriterij kapacitet 39
Tablica 7: Tablica prioriteta alternativa 39
Tablica 8: Kriteriji vrednovanja prometnih grana 40
Tablica 9: Cestovna mreža Republike Hrvatske (u kilometrima) 42
Tablica 10: Ocjena boniteta pojedinih vidova transporta 59