Analiza transportne mreže i optimizacija ruta primjenom programskog alata

Perlić, Marija

Master's thesis / Diplomski rad

2015

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:119:525989

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

MARIJA PERLIĆ

ANALIZA TRANSPORTNE MREŽE I OPTIMIZACIJA RUTA PRIMJENOM PROGRAMSKOG ALATA

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2015

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

Analiza transportne mreže i optimizacija ruta primjenom programskog alata

Analysis of the transport network and the optimization of routes using the software tools

Mentor: izv. prof, dr. sc. Jasmina Pašagić Škrinjar

Student: Marija Perlić, 0135206443

Zagreb, 2015 (rujan)

SAŽETAK

U radu je definirana i provedena analiza transportne mreže određene distribucijske tvrtke, te je na temelju dobivenih rješenja utvrđeno na koji način postoji mogućnost poboljšanja odnosno smanjenja troškova koji se odnose na rute unutar transportne mreže. Cilj svake tvrtke je smanjenje troškova i povećanje profitabilnosti u svim segmentima što uključuje i planiranje transportne mreže, stoga cilj ovog rada je bio utvrditi dali postoji mogućnost i na koji način je moguće upravo to postići. Tijekom provođenja analize koristio se programski alat WinqSB koji je ponudio rješenje postavljenom problemu, određivanja ruta.

KLJUČNE RIJEČI: smanjenje troškova; programski alati; transportna mreža

The paper defines the transport network and analyses the network of specific distribution company. Based on the results that is given from the analyses, it sets out how it is possible to improve or reduce costs. The goal of any company is to reduce costs and increase profitability across all segments including the planning of the transport network, so the aim of this study was to determine whether there is a possibility and how it is possible to achieve just that. Programming tool WinqSB was used during the implementation of the analysis which offered a solution how to improve the the current state of the transport network.

KEY WORDS: cost reduction; software tools; transport network

SADRŽAJ

1. Uvod....1
2. Prijevozna logistika....2
2.1. Sustavi za planiranje ruta i kontrolu realizacije....7
2.2. Problem trgovačkog putnika....9
2.3. Metode rješavanja Problema trgovačkog putnika....11
2.4. Problem kineskog poštara....13
2.5. Ciljevi prijevozne logistike....17
3. Analiza troškova u transportu i planiranje prijevoznih ruta....18
3.1. Vrste troškova u prijevoznom procesu....20
3.2. Menadžment u transportnoj logistici....25
4. Primjena WINQSB programa u određivanju ruta....32
5. Analiza transportne mreže tvrtke Dupin d.o.o....34
5.2. Analiza artikala tvrtke Dupin d.o.o. 37
5.3. Analiza transportne mreže....39
6. Primjena WINQSB programa u određivanju ruta kod transportne mreže tvrtke Dupin d.o.o 49
7. Zaključak 54
8. Literatura....55

1. Uvod

U današnje vrijeme s pojavom globalizacije, cilj je prostorno i vremenski približiti proizvodnju i potrošnju, uz minimalne troškove, kako krajnji korisnici ne bi osjetili tu razliku. Također, potrebno je zadovoljiti potrebe krajnjeg korisnika, što uvjetuje konkurentnosti na tržištu kako ne bi izgubili kupce.

U radu će se analizirati prijevozna logistika, njezini troškovi i načini koji se koriste kako bi se efikasnost prijevozne logistike maksimizirala. Prvi dio rada obuhvaća definiranje zadataka prijevozne logistike i planiranje distribucijskog lanca kao jedan od primarnih problema u tvrtkama. Također će se objasniti povezanost između distribucije i transportne logistike te na koji način distribucija ovisi o transportnoj logistici. Zatim će se provesti analiza prijevozne logistike tvrtke Dupin d.o.o, koja se bavi distribucijom robe široke potrošnje na hrvatskom tržištu. Hrvatsko tržište, koje je većinom do sad koristilo direktnu distribuciju, sve više se koristi centralnom distribucijom, što pokazuje napredak i potrebu za povećanjem konkurentnosti. Također će se u radu detaljnije objasniti direktna i centralna distribucija kako bi se što bolje shvatila potreba za kvalitetnijom prijevoznom mrežom koja bi doprinijela u ostvarenju ciljeva tvrtke. U prvom dijelu rada također će se spomenuti razni programski alati kojima se pospješuje proces rutiranja i planiranja transporta. Spomenuti će se programi kao GIS i Diverton sustavi za planiranje prijevoznih ruta, problemi transportne logistike kao primjerice Problem trgovačkog putnika i dr. Prilikom analize u drugom dijelu rada koristiti će se programski alat WINQSB, te će se ustanoviti i utemeljit uspješnost prijevozne mreže tvrtke Dupin d.o.o.

Prijevozna mreža i planiranje prijevoznih ruta ključna je stavka u svim distribucijskim tvrtkama, kvalitetno isplanirana prijevozna ruta može doprinijeti stvaranju profitabilnosti tvrtke ali i njenom smanjenju ukoliko su se predvidjeli važni parametri troškova kod pojedinih prijevoznih ruta. Potrebno je sagledati i obratiti pažnju na sve parametre i moguće troškove prilikom planiranje transportnih mreža odnosno njenih ruta, te će neki od tih parametra biti pojašnjeni i analizirani u radu kako bi se shvatila njihova važnost.

2. Prijevozna logistika

Naime, transportna mreža predstavlja skup, odnosno niz međusobno povezanih karika (partneri i aktivni sudionici) koje omogućuju brze i sigurne procese transporta robe. Transportne mreže mogu biti: [1]

- Kratke koje imaju do pet karika te se takva mreža najviše koristi u konvencionalnom transportu
- Dugačke koje imaju od 6 do 10 karika i prakticiraju se najviše u kombiniranom i jednostavnom transportu
- Veoma dugačke imaju 11 do 21 karika i prakticiraju se u složenijim procesima transporta robe

Transportne mreže se mogu dizajnirati u kombiniranom i multimodalnom obliku. Kombinirani transport koristi dva različita prijevozna sredstva s dvije različite transportne grane. Zatim valja spomenuti i multimodalni oblik transportne mreže gdje je važno povezivanje više različitih grana transporta gdje se transport robe provodi u transportnim multimodalnim jedinicama. Transportna mreža je sustav koji međusobno povezuje transportne čvorove, prometnice, koridore, rute, itd. te omogućuje brze, sigurne i racionalne procese dostave robe. Naime transportne mreže omogućuju transport roba s jednog na drugo ili više drugih odredišta svladavajući pritom prostorne i vremenske dimenzije.

[1] R. Zelenika,, D. Pupovac., Menadžment logističkih sustava, Ekonomski fakultet u Rijeci, IQ Plus, Rijeka, 2008., str. 186

S obzirom na to da su transportne mreže omogućuju realizaciju transportnih ruta te da omogućuju proizvodnju, razmjenu i transport robe do krajnjeg korisnika može se utvrditi da takve mreže imaju primarnu zadaću fizičkog prijenosa dobara s jedne lokacijske točke na drugu bez obzira na arhitekturu i modalitet transportne mreže. Svaka tvrtka u bilo kojoj grani poslovanja želi zadovoljiti potrebe korisnika i time tvrtci osigurati određenu dobit koju stvara realizacijom usluge. U današnje vrijeme veći naglasak se stavlja na dostupnost proizvoda u trenutku potrebe kao i njegova prihvatljiva cijena uz određenu razinu kvalitete, što znači da davatelj usluge mora biti spreman u bilo kojem trenutku zadovoljiti tražene potrebe uz prihvatljive cijene čime zadržava korisnike svojih usluga osiguravajući svoju dobit u budućnosti. Kvalitetno organizirana distribucija može doprinijeti profitu tvrtke smanjenjem vremena dostave te time i smanjenjem troškova što rezultira povećanjem profitabilnosti. Menadžeri u logistici i vanjski davatelji usluga koriste sustave za upravljanje prijevozom, koji uključuju četiri ključna procesa;[2].

- Planiranje i odlučivanje

Sustav upravljanja prijevozom pruža informacije u stvarnom vremenu, kako bi se omogućilo donošenje odluka u skladu s određenim skupom parametara. To uključuje odlučivanje između prijevoznika i kraćih ruta te manje zaustavljanje na putu.

- Izvršenje planova
- Vidljivost

Sustav olakšava menadžeru praćenje prijevoza tereta, odnosno, može točno znati gdje se nalaze pošiljke u bilo kojem trenutku. Nešto više o takvim sustavima će biti spomenuto u nastavku rada.

[2] http://www.logistika.com.hr/home/transport-i-spedicija/1971-4-kljucna-procesa-za-upravljanje-prijevozom 22.4.2015.

- Mjerenje

Većina sustava upravljanja prijevozom ima ključni pokazatelj uspješnosti, što olakšava mjerenje performansi.

Prilikom planiranja prijevozne mreže i prijevoznih ruta potrebno je ustanoviti vrstu distribucije za koju se planira prijevozna mreža. Distribucija može biti centralna i direktna ovisno o tržištu i potrebama. Transportna mreža ključna je u opskrbnom lancu iz razloga što upravo ona može maksimizirati efikasnost ili ju minimizirati. Stoga je potrebno razumjeti prilikom planiranja opskrbe krajnjeg korisnika dali je riječ o direktnoj ili centralnoj distribuciji kako bi se sukladno time mogla isplanirati i transportna mreža. Direktna distribucija (slika 1) se može definirati kao poslovni proces koji proizvođači koriste kako bi distribuirali i prodali robu direktno do mjesta prodaje ili mjesta potrošnje. Pri provođenju direktne dostave, proizvođač može distribuirati vlastite proizvode iz tvornice u maloprodaju ili u vlastite distributivne centre. U suvremenom poslovanju se učestalo javljaju situacije u kojima distribucija treba brzo odgovoriti na zahtjeve kupca. Ostvarenje tog načela brzog odgovora je cilj mnogih poduzeća jer im omogućuje ispunjenje strategijskih ciljeva poput smanjenja troškova i povećanje kvalitete distribucije. [3] Prednost direktne dostave za maloprodaju su[4]:

- manji troškovi držanja zaliha
- nema troškova distribucije
- manji broj sati rada za radnike u skladištima maloprodaje i u prodavaonicama (iskrcaj i slaganje robe)

[3] Šamanović J., Logistički i distribucijski sustavi, Ekonomski fakultet, IQ Plus, Split, 1999., str 53
[4] http://www.efos.unios.hr/repec/osi/bulimm/PDF/BusinessLogisticsinModernManagement12/blimm1203.pdf 20.5.2015.

Nedostaci direktne dostave za maloprodaju su vidljivi u većoj količini zaliha u maloprodajnim skladištima iz razloga što dostava ne može biti dovoljno česta kako bi količina zaliha bila mala, jer je trošak dostave samo jednog artikla u malim količinama prevelik da bi se distribucija vršila svaki dan.

Centralna distribucija podrazumijeva se kao način organiziranja primanja proizvoda od dobavljača i njihove daljnje dostave do individualnih poslovnica u maloprodaji do većih broja poslovnica. Dakle, centralna distribucija podrazumijeva da dobavljač dostavlja proizvode u distribucijski centar, nakon čega se roba komisionira prema potrebama maloprodaje[5].

Prednosti centralne distribucije:

- smanjena razina zaliha
- smanjen broj dostava u prodavaonicu
- smanjenje neophodnog skladišnog prostora u samim prodavaonicama
- manje situacija bez zaliha ili praznih polica

Nedostaci centralne distribucije:

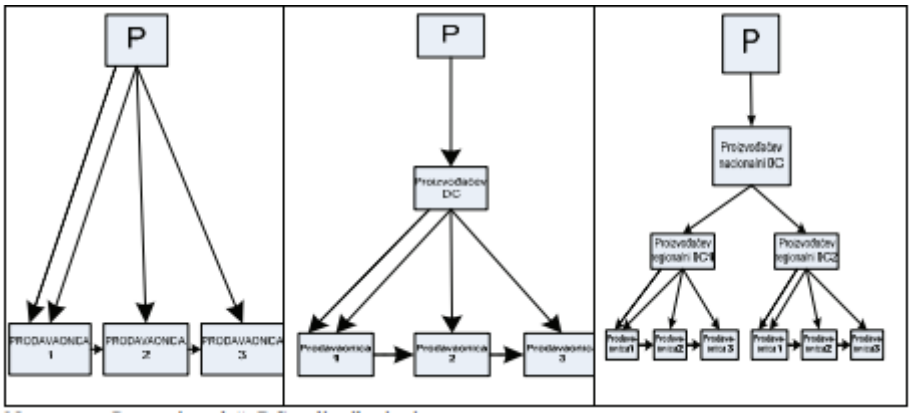
- karakteristika nekih proizvoda nije pogodna za centralnu distribuciju
- manji dobavljači imaju problema oko ispunjavanja zahtjeva direktne distribucije - loš informacijski sustav

Iako se u Hrvatskoj maloprodajno tržište još uvijek drži direktne dostave, sve je više tvrtki koje centralnu distribuciju vide kao pozitivno i adekvatno rješenje u optimizaciji opskrbnih lanaca.

[5]http://www.efos.unios.hr/repec/osi/bulimm/PDF/BusinessLogisticsinModernManagement12/blimm1203.pdf 20.5.2015.

Također, radi povezanost unutar samog sustava opskrbnog lanca, odnosno prognoze potražnje, planiranja i upravljanja zalihama u sustavu, te popunjavanje na policama, rješenje se vidi u miješanom modelu, odnosno centralnoj distribuciji, preko klasičnog skladišta, ali i ostalih distributivnih centara, što ovisi o samoj strukturi maloprodajne mreže, asortimana robe, karakteristike robe koje se distribuiraju, te dobavljača, mogućnosti dobave itd.

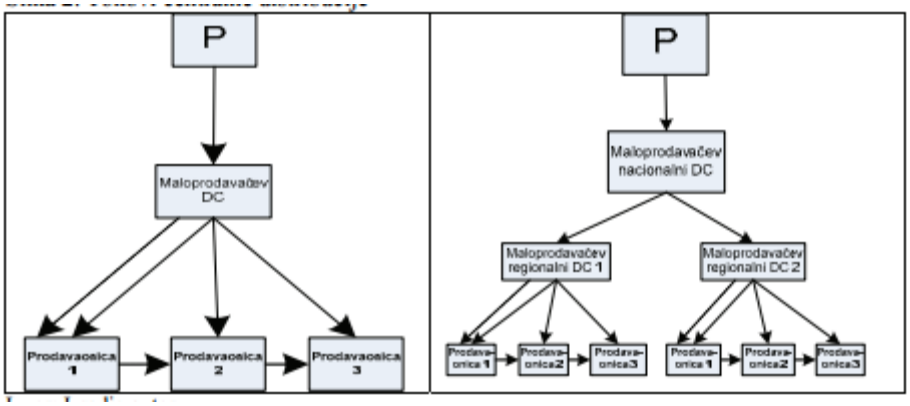
Centralnom distribucijom (slika 2) se pospješuje cijeli opskrbni lanac. Naime, smanjuje se broj preuzimanja robe na prodajnim mjestima (rasterećenje osoblja na prodajnim mjestima), umjesto da svaki dobavljač dostavlja svoju robu, obavlja se jedna objedinjena dostava iz distribucijskog centra.[6]



Slika 1. Direktna distribucija

Bowersox D., Closs D., Cooper B., Supply Chain Logistics Management 3nd edition, McGraw Hill Irwin, New York, 2010

[6] Bowersox D., Closs D., Cooper B., Supply Chain Logistics Management 3nd edition, McGraw Hill Irwin, New York, 2010, str 37



Slika 2. Centralna distribucija

Bowersox D., Closs D., Cooper B., Supply Chain Logistics Management 3nd edition, McGraw Hill Irwin, New York, 2010

2.1. Sustavi za planiranje ruta i kontrolu realizacije

U slijedećem djelu rada spomenut će nekoliko sustava koji imaju višestruku funkciju a jedna od njih je planiranje i kontrola prijevoznih ruta. Geografski informacijski sustavi (GIS) su upotrebljavani za prezentacije, analizu distribucije i pohranu prostornih podataka, a u cilju jednostavnijeg i učinkovitijeg poslovnog planiranja, menadžmenta i realizacije transportne mreže u logistici. Tradicionalno, GIS se koristi u zaštiti okoliša, obrani, telekomunikacijama, policiji, katastru, gospodarenju dobrima i infrastrukturom, a u novije vrijeme i tzv. Inteligentnim transportnim sustavima (ITS) i logistici. U početku je postojalo primitivno rutiranje kojim su se ravnalom i nalivperom mjerile udaljenosti na kartama. Danas postoji mnoštvo GIS aplikacija za transport i logistiku, a broj im svakim danom sve više raste. GIS se danas koristi svakodnevno u cijelom svijetu za učinkovito povezivanje, usklađivanje i gospodarenje svim transportnim procesima u velikom broju poduzeća. Inteligentni plan rutiranja, satelitsko upravljanje flotom, planiranje područja distribucije i upravljanje infrastrukturnim resursima samo su neki od primjera u širokoj lepezi GIS podržanih rješenja za transportnu logistiku.

Kako optimalno opslužiti nekoliko tisuća lokacija ovisnih o određenom distributivnom centru pitanje je gdje GIS alati i rješenja mogu ponovno pomoći. Primjer učinkovitog rješenja je GISDATA DIVERTON[7], aplikacija za planiranje i optimizaciju transporta koja omogućava detaljnu analizu troškova i distribucijske profitabilnosti, kao i dinamičko modeliranje optimalnih ruta za dostavljanje. Optimalne rute i rasporedi dostavljanja ovise o mnogim kriterijima, od kojih su tri najvažnija:

- duljina puta,
- vrijeme potrebno za dostavljanje
- troškovi prijevoza.

Određeni činjenicom da se u mnogim poduzećima proces dostavljanja podudara s prethodnim procesom prodaje u određenom mjestu ili cijeloj regiji, DIVERTON sustav može se koristiti i za prodajne aktivnosti za što se u mnogim slučajevima i koristi. No prije svega potrebno je spomenuti i DIVERTON osnovni sustav za inteligentno geografsko rutiranje kojemu je prva aktivnost u minimiziranju cijena transporta optimizacija puta između lokacija u kojima su smještena skladišta. Poduzeća često provode prethodne detaljne analize prednosti i nedostataka svake pojedine lokacije, koristeći se različitim alatima i metodama za modeliranje. Međutim, samo aplikacija GIS sustava omogućava modeliranje i analizu kao:

- Određivanje i vizualiziranje područja posluživanja ovisno o vremenu dostavljanja od jednog do drugog distribucijskog centra (npr. vizualizacija područja unutar 15 minuta vožnje od distribucijskog centra do supermarketa ili centra za hitnu pomoć)
- Analizu demografske strukture populacije koja označava tendencije prema određenoj lokaciji koja mogu uzrokovati buduća distributivna središta
- Pronalaženje najbližih infrastrukturnih objekata (najbliža autocesta, aerodrom, trajektna luka, itd.)
- 3D vizualizaciju u kombinaciji sa satelitskim slikama i druge analitičke djelatnosti.

[7] http://croatia.gdi.net/?page_id=793 22.4.2015

2.2. Problem trgovačkog putnika

Potrebno je također osvrnuti se na Problem trgovačkog putnika. Naime, Problem trgovačkog putnika je jedan od najpoznatijih i najproučavanijih problema kombinatorne optimizacije. Njegov matematički model je traženje Hamiltonovog ciklusa najmanje težine u težinskom grafu. Rješavanje Problema trgovačkog putnika je veliki izazov, dijelom zbog njegove iznimne težine a dijelom zbog povezanosti sa zanimljivim praktičnim i teorijskim pitanjima. Za matematičku formulaciju tih problema zaslužni su irski matematičar William Rowan Hamilton i engleski matematičar Thomas Penyngton Kirkman. Proučavanje Problema trgovačkog putnika u njegovom općem obliku započelo je oko 1930, a prvi se time bavio austrijski matematičar Karl Menger u formi traženja najkraćeg obilaska svih točaka nekog konačnog skupa s poznatim udaljenostima između svake dvije točke. On sam je to nazvao problem glasnika (messenger problem). Uskoro će Menger kao gost na Harvardu potaknuti interes šire matematičke zajednice za problem te će se u to vrijeme njime baviti matematičari i u Beču te na Harvardu i Princetonu.

Prateći nastavak povijesti TSP-a svjedoči se velikom i zanimljivom poslu koji traje sve do danas. Postoje različite podvrste Problema trgovačkog putnika. Na primjer, može se zamisliti situacija u praksi u kojoj nisu sve ceste dvosmjerne pa duljina puta između gradova AiB može bit i različita ovisno kreće li se iz A ili iz B. Također, težina brida može biti i negativna, primjerice kada težina brida nije određena samo duljinom puta nego ukupnim troškom puta između dvaju gradova, a zarada od prodaje na putu između neka dva grada prelazi trošak tog dijela puta. Najčešće se promatraju sljedeće tri podvrste problema[8]:

[8] Bosančić V., Golemac A., Vojković T., Kako pomoći trgovačkom putniku, Osiječki matematički list 12 (2012), str 144

1. sTSP (simetrični TSP):

To je prethodno opisani osnovni oblik problema, čiji je model (neusmjereni) težinski graf.

2. aTSP (asimetrični TSP):

Ako za bar jedan brid (par gradova u i v) težina brida (duljina puta) ima različite vrijednosti ovisno o smjeru obilaska, onda se radi o asimetričnom TSP-u. U tom slučaju se kao model koristi usmjereni graf.

3. mTSP (multiple TSP)

Ovo je generalizacija Problema trgovačkog putnika. Naime, primjerice različiti Trgovački putnici kreću iz istog početnog grada, obilaze zadani skup gradova i vraćaju se na početak. Treba odrediti obilaske za sve trgovačke putnike, tako da svaki grad bude posjećen točno jedanput i ukupan trošak puta bude minimalan. Trošak može značiti udaljenost gradova, vrijeme potrebno za putovanje, cijenu prijevoza i slično. Također se pojavljuju razne varijante mTSP-a koje će biti navedene u nastavku:

a) Postoji nekoliko polaznih gradova i određen i broj trgovačkih putnika kreće iz svakog od njih. Nakon što završe obilazak trgovački putnici se vraćaju ili svaki u svoj polazni grad ili u bilo koji od polaznih gradova uz uvjet da na kraju u svakom polazištu bude jednak broj trgovačkih putnika kao i na početku.

b) Broj trgovačkih putnika u obilasku ne mora biti stalan. Od m trgovačkih putnika koji su na raspolaganju treba napraviti izbor onih koji će sudjelovati u obilasku. U tom slučaju obično svaki trgovački putnik ima svoje stalne troškove koji se uzimaju u obzir pri odlučivanju koliko će trgovačkih putnika biti aktivirano i koji će to biti, s ciljem minimiziranja ukupnog troška.

c) Neke gradove treba posjetiti u točno određenim vremenskim intervalima. Taj problem se može izravno primijeniti u rješavanju koordinacije trajekata, obilazaka školskog autobusa ili organizaciji letova u zračnom prometu. Ova varijanta se obično označava sa mTSPTW (multiple Traveling Salesman Problem with Time Windows).

d) Mogu se uvesti i druge restrikcije kao što su ograničen broj gradova koje pojedini trgovački putnik može obići, minimalna ili maksimalna udaljenost koju neki od njih mora prijeći i slično.

2.3. Metode rješavanja Problema trgovačkog putnika

Metoda koja se prva nameće kod rješavanja ovakvih problema je jednostavno pronaći sve moguće obilaske, izračunati njihove duljine i odabrati najbolji. Međutim, ova metoda zahtjeva previše računalnog vremena da bi bila korisna za veći broj gradova. Zato su razvijene mnoge aproksimativne metode koje relativno brzo daju prihvatljivo dobra rješenja. Modernim metodama moguće je u razumnom vremenu naći rješenje i za probleme od nekoliko milijuna gradova, koje je velikom vjerojatnošću vrlo blizu optimalnog rješenja. U nastavku će se ukratko i vrlo općenito pojasniti neke od najčešćih metoda rješavanja[9]:

1. Egzaktne metode

To su metode koje rezultiraju takozvanim egzaktnim algoritmom čiji ishod je sigurno najbolje rješenje. Njihov nedostatak je dugo vrijeme izvođenja, osim već spomenute pretrage svih mogućih obilazaka, koja je zbog svoje složenosti nepraktična već za 10 i više gradova, Također se koristi i metoda grananja i ograničavanja (BranchandBound). Kod nje se vrši procjena svih mogućih rješenja i odbacuju loša na temelju unaprijed postavljene gornje i donje granice, a korisna je za oko 40-60 gradova.

[9] Bosančić V., Golemac A., Vojković T., Kako pomoći trgovačkom putniku, Osiječki matematički list 12 (2012), str. 145

2. Aproksimativne metode

Ove metode koriste algoritme koji daju približna rješenja. Naime, u relativno kratkom vremenu mogu se dobiti dovoljno dobra rješenja. Dakle, radi se o algoritmima manje vremenske složenosti ali koji općenito ne garantiraju očekivanu kvalitetu rješenja. Unutar ove metode postoje različiti modeli rješavanja:

a. Metoda najbližeg susjeda, gdje je riječ o najjednostavnijoj i najizravnijoj aproksimativnoj metodi. Ideja je uvijek posjećivati sljedeći najbliži neposjećeni gradi kada su svi gradovi posjećeni vratiti se u početni.

b. Pohlepni algoritmi, govori o stazi koja se postupno izgrađuje dodavanjem uvijek najkraćeg mogućeg brida. Pritom ne smije nastati ciklus duljine manje od broja gradova niti se pojaviti vrh stupnja većeg od 2, tj. posjetiti neki grad više od jedanput. Također, treba paziti da se isti brid ne doda više puta.

c. Metoda umetanja gradova započinje sa najkraćim obilaskom nekog podskupa od n zadanih gradova. Najčešće se uzima trokut, a može se početi i samo s jednim gradom ili s 2 grada povezana najkraćim bridom. Sljedeći grad koji se dodaje je onaj najbliži bilo kojem od gradova s prethodnog obilaska. Postupak se ponavlja dok se ne dodaju svi gradovi.

d. Ideja rješavanja TSP-a oponašanjem kretanja kolonije mrava se pokazala jako uspješnom i vrlo brzo daje optimalna rješenja za male probleme. Kada istražuju nova područja, mravi ostavljaju trag feromona koji onda vodi ostale mrave do novih izvora hrane. Algoritam simulira situaciju koja bi se mogla opisati na sljedeći način, započinje sa skupinom mrava, otprilike njih 20tak, postavljenih u različitim gradovima i šalju se u druge gradove. Nije im dozvoljeno vratiti se u početni grad sve dok ne obiđu sve ostale gradove. Mrav koji je odabrao najkraći put ostavit će najjači trag feromona, jer je količina feromona obrnuto proporcionalna duljini puta. Kada ostali mravi budu odlučivali kuda krenuti iz nekog grada slijedit će put s najjačim feromonskim tragom. Postupak se ponavlja dok se ne pronađe najkraći obilazak.

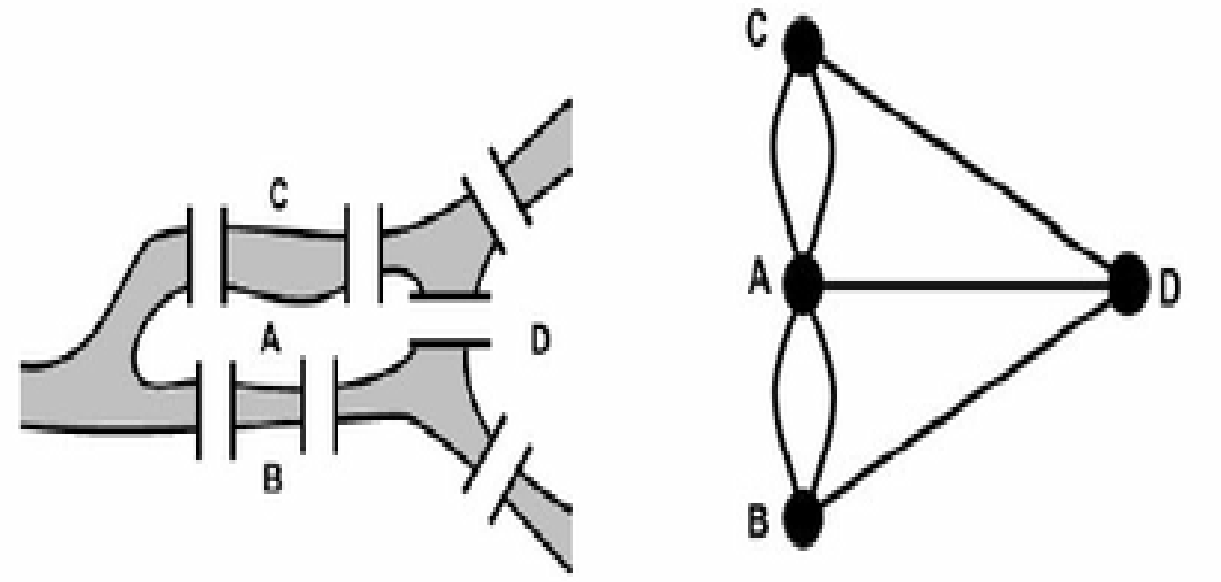
Nakon što je obilazak generiran nekim od aproksimativnih algoritama mogu se primijeniti metode poboljšanja rješenja, 2-opt i 3-optik-opt. 2-opt algoritam bira nasumično 2 brida u ciklusu, uklanja ih i nanovo spaja dva nastala puta. Spajanje se vrši tako da se zadrže uvjeti obilaska, a dobiveni obilazak se dalje koristi samo ako je kraći od polaznog. Postupak se ponavlja dok daljnja poboljšanja nisu moguća, a dobiveni obilazak nazivamo 2−optimalnim. 3-opt algoritam radi slično, ali uklanjaju se 3, umjesto 2 brida. Nakon uklanjanja 3 brida postoje 2 moguća načina ponovnog spajanja. Bira se onaj koji daje kraći obilazak. Također je potrebno spomenuti i Lin-Keringhan metodu. Glavna karakteristika osnovnog Lin-Kerninghan algoritma je da se za k−opt u svakoj iteraciji mijenja vrijednosti k. Drugim riječima, algoritam u svakom koraku iteracije za rastuće vrijednosti k ispituje hoće li izmjena k bridova rezultirati kraćim obilaskom. Ključ Lin-Kerninghan algoritma je ograničiti skup k-opt koraka u smislu da se razmatraju samo oni koraci koji su konstruirani kao niz od 2-opt koraka jer je u njihovom slučaju složenost najmanja. Algoritam nastavlja sve dok nisu zadovoljeni određeni uvjeti zaustavljanja. Problem određivanja hoće li za neki k postupak dati kraći obilazak je sam po sebi dosta složen pa je ova metoda sporija od 2−opt metode.

2.4. Problem kineskog poštara

Određivanje optimalne rute vozila je sam za sebe poznati kombinatorni problem. Neka u gradu postoji n poštanskih sandučića koje treba svaki dan isprazniti unutar stalnog vremena, na primjer unutar jednog sata. Treba odrediti minimalni broj vozila koji je za to potreban i rute svih vozila tako da ukupan trošak pražnjenja sandučića bude najmanji. Problem se često formulira i preko n kupaca kojima treba dostaviti robu, odnosno određivanja broja potrebnih vozila te koje vozilo će posjetiti kojeg kupca i po kojem rasporedu. Čovjek se svakodnevno susreće s problemima traženja puta od početne točke A do odredišta B. Svaki takav problem svodi se na rješavanje problema korištenjem mrežnog modela. Jedan od najpoznatijih problema je upravo Problem sedam mostova Koeningsberga za kojeg je 1735. godine švicarski znanstvenik Leonhard Euler donio negativan zaključak.[10] U nastavku rada će se detaljniji pojasniti Problem sedam mostova. Naime, Koeningsberg je bio glavni grad Prusije od kasnih godina srednjeg doba pa sve do 1701. godine kada je glavni grad postao Berlin. Izgrađen je s obje strane rijeke Pregel i na dva riječna otoka, mostovi povezuju obje strane rijeke i otoke.

[10] https://bib.irb.hr/prikazi-rad?&lang=en...&rad=558428 20.4.2015.

Građani Koenigsberga zabavljali su se starim pitanjem mogu li prošetati svojim gradom tako da svaki od 7 mostova na rijeci Pregel pređu točno jedanput i završe šetnju u polaznoj točki, Leonhard Euler riješio je taj problem kao usputni zadatak na početku karijere vodećeg matematičara Ruske carske akademije u Petrogradu, gdje je 1733. godine dobio posao. Odgovor je bio nedvosmislen, takva šetnja nije moguća ako svaki dio kopna nije s ostalima povezan parnim brojem mostova. Shematski prikaz na slici 3, na kojem su dijelovi kopna (obale B i C i otoci A i D) predstavljeni točkama a mostovi njihovim spojnicama, prototip je modela koji će odrediti definiciju pojma grafa.[11]



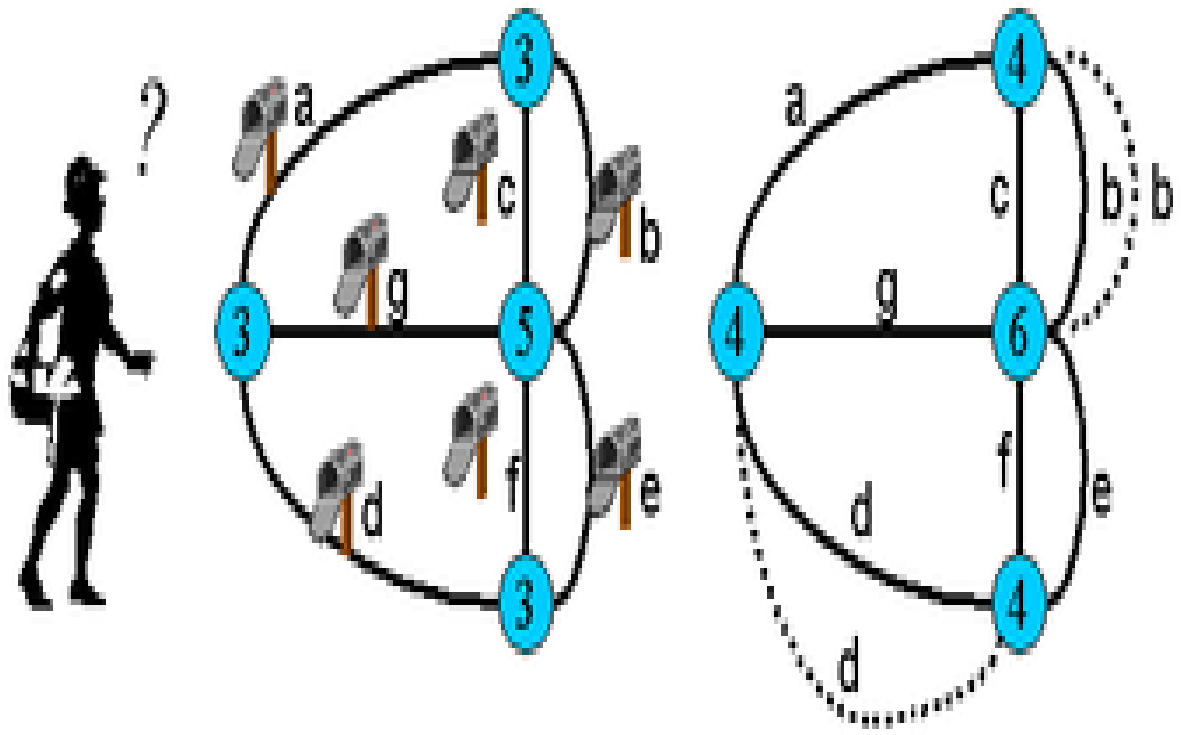
Slika 3.. Problem sedam mostova

http://e.math.hr/category/klju-ne-rije-i/problem-kineskog-poštara 20.4.2015

[11] http://e.math.hr/category/klju-ne-rije-i/problem-kineskog-poštara 20.4.2015

Početkom 60-tih godina dvadesetog stoljeća kineski matematičar M. Guan (Meigu Guan ili Mei-Ko Kwan) postavlja i proučava pitanje optimizacije poštarova puta pri dostavi pošiljki. Poštar kreće iz poštanskog ureda, dijeli poštu i vraća se u ured. Poštarov cilj je svakom ulicom proći barem jedanput i pri tome prijeći najkraći mogući put. U slučaju koenigsberških mostova analogan zadatak bi bio prošetati gradom i vratiti se u polaznu točku prelazeći svaki most najmanje jedanput uz minimalan broj ponovljenih prelazaka. Guanovo pitanje doživjet će brojne modifikacije i imati raznovrsne primjene. Taj tip problema njemu u čast nazvan je Problem kineskog poštara, skraćeno CPP (engl. Chinese Postman Problem). Pod tim imenom je poznat kao jedan od najpopularnijih problema kombinatorne optimizacije. Optimizacijske probleme i kombinatorne probleme općenito je lako formulirati, ali je njihovo rješavanje rijetko kada jednostavno. Za sustavno traženje rješenja potrebno je pronaći primjerene matematičke modele i metode. Pretpostavimo da je svaki brid u grafu ulica u kojoj treba isporučiti poštu, a vrh je mjesto gdje poštar može promijeniti smjer. Poštar mora proći svakom ulicom da bi isporučio poštu i ako želi minimizirati broj ponovnih prolazaka istom ulicom. Nastali višestruki bridovi omogućuju da svaki vrh novog grafa bude parnog stupnja, odnosno dodavanjem bridova je izvršena eulerizacija grafa. U modificiranom grafu može se odrediti Eulerova tura. Na primjer, traženi poštarov obilazak za Eulerov graf sa slike 4 može biti a b c b e f g d d. U njemu se ponavljaju samo bridovi *b* i *d*.[12] Pri traženju najkraćeg poštarovog obilaska gradskih ulica treba uzeti u obzir parametre kao što su duljine ulica ili vrijeme potrebno za prolazak tim ulicama.

[12] http://e.math.hr/category/klju-ne-rije-i/problem-kineskog-poštara 20.4.2015



Slika 4. Problem kineskog poštara
http://e.math.hr/category/klju-ne-rije-i/problem-kineskog-poštara 20.4.2015

Naime vidljivo je da problem planiranja transportne mreže ili transportnog puta proizlazi iz davne prošlosti. Idealnog modela ili metode nema i kontinuirano postoji prostora za poboljšanje ali su se tijekom godina razvile različite metode, modeli i sustavi koji su prije spomenuti, kojima se pokušava organizirati i pospješiti funkcionalnost transportnog puta. Kroz različite prikaze problema kao što su Problem trgovačkog putnika i slični problemi navedeni u radu se prikazuje struktura problema organiziranja kvalitetnih prijevoznih ruta koje su danas nužne kako bi se proizvod pri distribuciji dostavio na pravo mjesto u pravo vrijeme bez dodatnih troškova.

2.5. Ciljevi prijevozne logistike

Postoje razni ciljevi prijevozne logistike, a najlakše se mogu objasniti kroz oblik izjednačavanja prostora odnosno mjesto proizvodnje i mjesto potrošnje robe koji su u pravilu dislocirani i stoga im je potrebno prostorno izjednačavanje. Također je ključno spomenuti izjednačavanje količine, naime količina robe pri ekonomičnoj proizvodnji ili ponudi u pravilu je različita od tražene količine robe ili potražnje te je stoga potrebno količinsko izjednačavanje. Izjednačavanje asortimana obuhvaća proizvodnju raznolikog asortimana robe koja se provodi na različitim lokacijama, ali se cjelokupni asortiman čuva na određenoj lokaciji ili se određeni kupac opskrbljuje kroz nekoliko distribucijskih vožnji gdje je usklađenost transportnih ruta izuzetno bitna. Prijevozna logistika stoga obuhvaća planiranje, upravljanje i nadzor nas svim fizičkim procesima premještanja robe od izvorišta A do odredišta B. Prijevozna ili transportna logistika je jedan od važnijih segmenata opskrbnog lanca jer omogućuje pozitivne efekte izmijenjenim oblicima suradnje proizvodnih i trgovačkih gospodarskih subjekata u cilju udovoljavanja stalnim težnjama za smanjenjem cijena, troškova i marži.[13]

Zadatak distribucije u svakodnevnom poslovanju se svodio na transport i skladištenje. U suvremenom poslovanju se učestalo javljaju situacije u kojima distribucija treba brzo odgovoriti na zahtjeve kupca. Upravo iz tih razloga cilj distribucije i cilj transportne logistike se isprepliću jer transportna logistika predstavlja alat za ostvarenje cilja distribucije, pravi proizvod na pravo mjesto u pravo vrijeme i u pravoj količini.[14]

[13] Autorizirana predavanja iz kolegija Prijevozna logistika 1, Fakultet prometnih znanosti, 2014/2015
[14] Šamanović J., Logistički i distribucijski sustavi, Ekonomski fakultet, IQ Plus, Split, 1999., str. 23

3. Analiza troškova u transportu i planiranje prijevoznih ruta

Profitabilnost tvrtke uvelike ovisi o logističkim troškovima jer čine značajan dio ukupnih troškova poslovanja. Udio logističkih troškova pri planiranju i realizaciji prijevoznih ruta i distributivnog lanca u ukupnim troškovima razlikuje se u proizvodnim i maloprodajnim tvrtkama i kreće se u intervalu od 15% do 25%. Troškovi logistike u prosjeku čine 8% ukupnog ostvarenog prihoda poduzeća, a neka istraživanja pokazuju da strukturu ukupnih logističkih troškova čine: transport 45%, skladištenje 25%, zalihe 20% i administrativni troškovi 10%, što ne mora biti pravilo za svaku tvrtku. Dosta tih poslova ne predstavlja strateški važne poslove na kojima organizacije grade svoju konkurentsku prednost, ali su ključne za operativno djelovanje i profitabilno poslovanje[15]. Troškovi za logističke funkcije u maloprodaji mnogo su značajniji nego u proizvodnoj industriji. Upravo zbog visokih troškova, maloprodajni su lanci počeli tražiti uštede u razvoju vlastitog logističkog sustava. U nastavku će biti spomenuti neki pojmovi koji utječu na troškove u logistici transporta[16]:

1. Ekonomičnost

Razvojem logističkih centara kod maloprodajnih subjekata značajno se umanjuje potreba za zadržavanjem vlastitih logističkih operacija u proizvođačkim kompanijama. Kao posljedica toga, smanjuje se broj dostavnih mjesta na koja treba distribuirati proizvode (centralna skladišta pojedinih trgovaca), broj vozila ostaje isti zbog pokrivanja ostalih tržišnih subjekata sa značajno manjim količinama, te za proizvođače distribucija postaje neprofitabilna.

Na temelju ekonomije obujma, jedino najveći maloprodajni subjekti na tržištu uspijevaju smanjiti troškove i konkurirati niskim cijenama. Na tržištu se događa da manji maloprodajni lanci organiziraju distribuciju i transportnu mrežu u vlastitom aranžmanu. Zbog malih količina i velikog broja dostavnih mjesta, ukupnim izračunom logističkih troškova dolazi se do zaključka da je jeftinije i jednostavnije naći pouzdanog logističkog partnera koji će osiguravati kvalitetnu i kompletnu logističku uslugu.

[15] Farahani R., Razapour S., Logistics Operations and Management: Concepts and Models (Elsevier Insights) [Kindle Edition], Elsevier, 2011, str 21

[16] http://www.progressive.com.hr/component/content/article/62-kolumne/5547-sto-uracunati-u-stvarne-logisticke-troskove.html 22.4.2015.

No poslovni subjekti su još uvijek oprezni pri predavanju logističkih operacija u outsourcing bojeći se da netko drugi neće moći uspješno zadovoljiti njihove interne procese i tržišne zahtjeve. Za donošenje odluke o outsourcingu logistike distribucije i transporta potrebno je utvrditi ukupne logističke troškove. S obzirom na kompleksnost zadatka koji ovisi o velikom broju faktora, pojedine kompanije ne znaju kvalitetno izračunati koliki su njihovi logistički troškovi i troškovi upravljanja lancem opskrbe.

2. Troškovne linije

Većina poslovnih subjekata u kalkulaciji logističkih usluga ne ukalkulira sve troškovne linije. Uglavnom se uračunava samo trošak goriva, cestarina i neto plaća vozača. Najznačajnija stavka su transportna sredstva i svi oblici održavanja vozila, odnosno amortizacija kamiona troškovi ulja, guma, registracije, osiguranja, održavanja prijevozne opreme te direktni troškovi transporta (gorivo, svi troškovi puta...).

3. Ekonomija obujma

Ekonomija obujma igra ključnu ulogu u postizanju efikasnosti u logistici te u konačnici profitabilnosti poduzeća. Kod distribucije zbog velikog broja dostavnih mjesta, a s ciljem kvalitetnog i točnog odrađivanja usluge dostave potrebno je imati dovoljan broj vozila. Najčešće zbog velikog broja mjesta isporuke i specifičnosti oblika Hrvatske, tvrtke imaju veliki broj vozila, a malu iskorištenost.

Proizvođači i maloprodajni subjekti se pri upravljanju logističkim operacijama koncentriraju na zadovoljavanje potreba vlastitih poslovnih jedinica (prodajnih mjesta kod maloprodajnih subjekata, regionalnih predstavništava kod proizvođača). Pri tome je vrlo lako izgubiti iz fokusa osnovni cilj ostvarenje profitabilne logistike, primjerice, kamioni teret voze u jednom smjeru, vraćaju se prazni, te je nedovoljna popunjenost ruta.

Upravljanje transportom uključuje upravljanje jedinicama isporuke, planiranju ulaznih i izlaznih pošiljki, planiranje i optimizaciju utovara, održavanje vozila, planiranje radnika/vozača, planiranje potrebne dokumentacije (posebno kada se radi o međunarodnom transportu)i sl. Neki primjeri upravljanja troškovima transporta uključuju:

1.Amortizacija infrastrukture logistike i lanca opskrbe, koji obuhvaća uredskih prostor, pribor i podržavanje, (MOR - Maintenance, Repair and Operations).
2.Troškovi logistike i menadžmenta lanca opskrbe i planiranja prijevoznih ruta
3.Troškovi plaćah, uključujući dnevnice za direktore transporta i djelatnike u lancu opskrbe.
4.Specijalizovane obuke i kontinuirane aktivnosti učenja.

Jedan od glavnih ciljeva, za bilo koji posao, je pružiti kvalitetnu uslugu korisnicima. Prednosti korištenja suvremenog postupka 3PL usluga očituju se u smanjenju troškova transporta, brže vrijeme isporuke kupcima, kao i učinkovitije korištenje skladišnih prostora. Prednosti tvrtke koja se bavi 3PL uslugama je da vodi i izvršava optimizaciju upravljanja transportnom uz racionalizaciju i proučavanje cjelokupnog procesa smanjenja troškova za transport .[17]

3.1. Vrste troškova u prijevoznom procesu

Troškovi u tvrtkama predstavljaju stalno opterećenje koje se kontinuirano pokušava minimizirati. Ekonomija obujma rezultira boljim cijenama za korisnike, naime bolja odnosno niža cijena rezultira većom potražnjom. No, ključno je pri određivanju prodajne cijene prijevozne usluge sumirati sve prisutne troškove. Potrebno je poznavati strukturu i hodogram izrade cijene kako bi bilo moguće odlučivati tijekom pregovora s novim i postojećim korisnicima. Poznavanje strukture troškova nužno je za izradu cijene prijevozne usluge i omogućuje efikasnu kontrolu jer promjene u visini troškova izravno utječu na profitabilnost u poslovanju tvrtke.

[17]http://www.logistika.com.hr/home/transport-i-spedicija/2031-6-nacina-za-smanjenje-troskova-u-transportu-1-dio 22.4.2015.

Postoje razne kategorije troškova koje je potrebno uzeti u obzir[18]:

1. Fiksni troškovi

    - Osiguranje vozila i robe
    - Registracija vozila
    - Trošak održavanja vozila
    - Fiksni dio plaće
    - Trošak najma i energije
    - Amortizacija prijevoznog sredstva

2. Varijabilni troškovi

    - Troškovi goriva
    - Guma
    - Maziva
    - Varijabilni dio plaća

3. Direktni troškovi

    - Cestarine
    - Tunelarine
    - Troškovi trajekta carinske pristrojbe
    - Troškovi inspekcija

Fiksni troškovi su troškovi koji postoje neovisno o kretanju vozila. Izražavaju se na temelju vremena odnosno sat ili dan. Varijabilni troškovi su troškovi koji nastaju u trenutku kretanja vozila. Izražavaju se na temelju udaljenosti (km). Direktni troškovi prema svojim karakteristikama također pripadaju varijabilnim troškovima koji izravno ovise o itineraru po kojem se vozilo kreće.

[18] Autorizirana predavanja iz kolegija Prijevozna logistika 1, Fakultet pormetnih znanosti, 2013/2014

Pristup izrade cijena za pojedini rutu može obuhvatiti izračun cijene za cijelu rutu odnosno A-B-C-A ili izračun cijene za relaciju A-B. U nastavku će se detaljno objasniti karakteristike oba pristupa[19].

1. Izračun cijena za cijelu rutu A-B-C-A

- Temelji se na realnim pokazateljima za svaku pojedinu relaciju unutar cijele rute.
- Opterećuje sve kupce prema realnim troškovima
- Omogućuje kompenzaciju profitabilnosti između pojedinih relacija kako bi cijela ruta bila profitabilna
- Izračun nije uvijek moguć jer se u trenutku izračuna referent ne zna kako zatvoriti rutu
- Koristi se za velike ključne kupce
- Za rute koje će se ponavljati

2. Izračun cijene za relaciju A-B

- Temelji se na planskim eksploatacijskim pokazateljima npr. Realni kilometri koij se povećavaju za 20% kako bi se osiguralo ostvarenje plana poduzeća za 83% punih kilometara
- Brži i jednostavniji izračun
- Relacija je profitabilna u slučaju ostvarenja tvrtkinih planskih pokazatelja iskoristivosti odnosno ukupni broj prijeđenih km po kamionu i udio praznih kilometara u ukupnom
- Jednako opterećuje sve kupce s planskim praznim kn i planskim vremenom čekanja
- Za ad hoc upite i male kupce kada nedostaju sve informacije potrebne za izračun kompletne rute

[19] Autorizirana predavanja iz kolegija Prijevozna logistika 1, Fakultet pormetnih znanosti, 2013/2014

Prilikom planiranje prijevozne rute ili udovoljavanja potreba kupaca potrebno je odgovoriti na nekoliko ključnih stavaka koje su nužne prilikom odgovora na upit za prijevoznu uslugu[20]:

1. Definirati rutu vozila od mjesta ukrcaja do mjesta istovara

a) Uvećati kilometre za 20% u odnosu na traženu relaciju
b) Predvidjeti cjelokupni prijevozni krug (od garaže do garaže)

2. Definirati tranzit vrijeme

a) Procijeniti potrebno vrijeme obrtaja vozila (i za traženu relaciju i za cijeli prijevozni krug)
b) Voditi računa o zakonskim elementima o radu mobilnog osoblja.

3. Uključiti sve troškove na prijevoznom putu

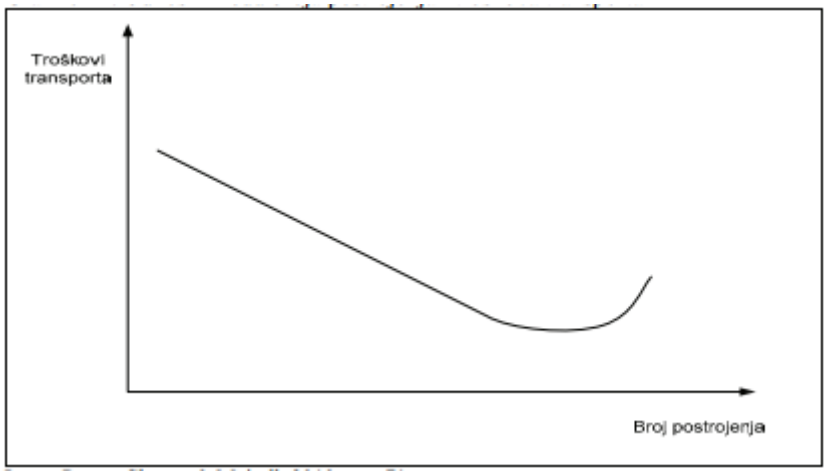
a) Cijene goriva -ovisi o zemlji povrata PDV-a
b) Troškove cestarine
c) Direktne troškove na putu (FITO, veterinar, izvozna carina…)

4. Upisati podatke u predložak za izradu kalkulacije

5. Usporediti dobit sa planom

[20] Autorizirana predavanja iz kolegija Prijevozna logistika 1, Fakultet pormetnih znanosti, 2013/2014

Kod troškova transporta treba razlikovati utjecaj dolaznog transporta i utjecaj odlaznog transporta. Odlazni transport po jedinici prevezene robe uvijek je skuplji od dolaznog transporta po jedinici prevezene robe (s obzirom da se u dolaznom transportu prevoze veće i konsolidirane pošiljke). No, to vrijedi samo do razine kada dodavanjem novih postrojenja, broj novih postrojenja dovodi do značajnog smanjenja dolaznog transporta zbog malih pošiljki na kojima se ne iskorištava dovoljno ekonomija obujam.[21] Tada ukupni troškovi transporta po jedinici prevezene robe opet počnu rasti (grafikon 1). Ako se pri donošenju odluka i dizajnu transportne mreže u obzir uzmu samo troškovi transporta i zaliha kao najznačajniji troškovi može se zaključiti kako točka minimalnog ukupnog troška u sustavu nije ni u točki najmanjeg troška transporta ni u točki najmanjeg troška zaliha,[22] što je vidljivo na grafikonu 2.

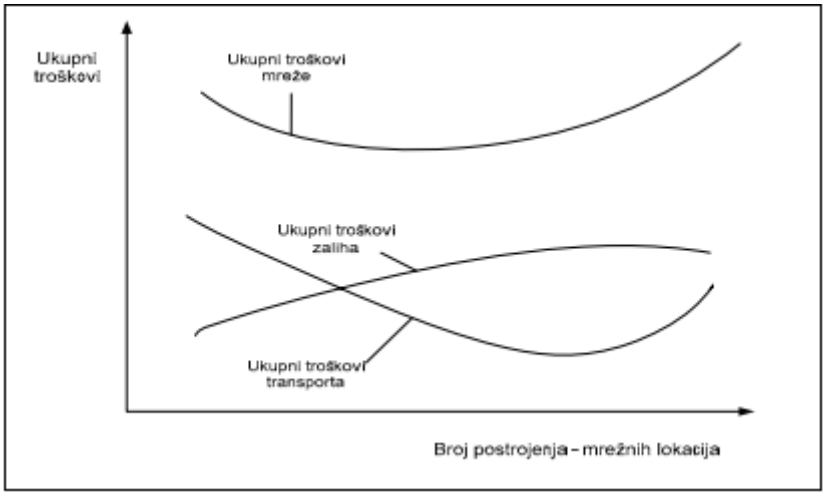


Grafikon 1. Odnos troška transporta i broja postrojenja

Bowersox D., Closs D., Cooper B., Supply Chain Logistics Management 3nd edition, McGraw Hill Irwin, New York, 2010, str 37

[21] Šamanović J., Logistički i distribucijski sustavi, Ekonomski fakultet, IQ Plus, Split, 1999., str. 36

[22] Chopra S., Meindl P., Supply Chain Management, Strategy, Planning and Operation 4th Edition, Pearson Education, Inc., Prentice Hall, Upper Sadle River, New Jersey. 2010, str 71



Grafikon 2. Odnos ukupnih troškova i broja mrežnih lokacija

Bowersox D., Closs D., Cooper B., Supply Chain Logistics Management 3nd edition, McGraw Hill Irwin, New York, 2010, str 37

3.2. Menadžment u transportnoj logistici

U sljedećem djelu rada su objašnjene promjene koje su u novije vrijeme uočljive u transportnoj logistici i upravljanju lancem opskrbe, a koje su uzrokovane dubokim promjenama poslovanja u ekonomiji. Osnovni pokretači tih promjena predstavljaju tehničko tehnološki napredak te razvoj informacijske i komunikacijske tehnologije koji su ujedno i pokretači globalizacije svjetskih tržišta. Globalno poslovanje pruža mogućnost izbora lokacije poslovanja i smještanja proizvodnje na najpovoljnije lokacije gdje se očekuju najbolji rezultati. U takovom okruženju i transportno tržište obilježavaju značajne promjene. Struktura svjetske transportne industrije ubrzano se mijenja. Novi modeli proizvodnje, poput virtualne organizacije te just-in-time sustava, također značajno utječu na promjenu u potražnji za transportnim uslugama. Dok količina koju je potrebno prevesti raste tek malim stopama, snažan naglasak stavlja se na druge kvalitete transportnih usluga, posebice brzinu, točnost i pouzdanost dostave.[23]

[23] M. Kolaković, Novi poslovni model u virtualnoj ekonomiji i njihov utjecaj na promijene u transportnoj logistici u upravljanju lancem opskrbe, znanstveni članak, Zbornik Ekonomskog fakulteta u Zagrebu, 2005

Skraćenje vremena i smanjenje transportnih troškova omogućuje postizanje značajnih ušteda i smanjenje cijene proizvoda. Kako brz i jeftin transport omogućuje povećanje efektivne raspoloživosti različitih fizičkih resursa, to utječe na porast značenja drugih nematerijalnih faktora proizvodnje, posebice znanja i specijalnih vještina dobro osposobljenih radnika. Umjesto fizičkog i financijskog kapitala kritični resurs suvremenog poslovanja postao je intelektualni kapital, a sve veći dio novostvorenih vrijednosti otpada na proizvodnju nematerijalnih proizvoda.[24] Porast upotrebe interneta i informacijske tehnologije također ima veliki utjecaj u preoblikovanju transportnog tržišta. Informacijska tehnologija drastično snižava transakcijske troškove, tj. troškove kupovine i prodaje robe i usluga.

Informacijska tehnologija omogućuje transparentnost tržišta. Kupci danas preko interneta mogu jednostavno uspoređivati cijene različitih proizvođača širom svijeta. S druge strane, informacijska tehnologija omogućuje malim poduzećima i poduzetnicima lociranim bilo gdje u svijetu konkuriranje velikim multinacionalnim korporacijama. Promjene u transportnoj logistici imaju i značajne učinke na okoliš. Povećanje tržišnog udjela energetski najintenzivnijih oblika transporta (cestovnog i zračnog) te relativno smanjenje drugih oblika (morskog i željezničkog) potaknulo je zabrinutost glede onečišćenja okoliša. Analize koje se baziraju i fokusiraju samo na kilometraži i tonaži prevezenog tereta i koje proučavaju posljedice raznih oblika transporta na okoliš, zanemaruju mnoge važne indirektne učinke promjena unutar transportnog sektora. Dapače, mnogi analitičari potvrđuju činjenicu povezanosti između promjena u kvaliteti transportnih usluga i učinkovitosti zaštite okoliša. Štoviše, ti indirektni učinci koji su rezultat promjena u ponašanju potrošača, uključuju porast upotrebe informacijske tehnologije i količine uloženog znanja u nove proizvode koji predstavljaju mnogo manju opasnost po zagađenje okoliša.[25]

[24] Tseng, Y., Yue, W. L., Taylor, M., The Role of Transportation in Logistics Chain, Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 5, pp. 1657-1672, 2005

[25] M. Kolaković, Novi poslovni model u virtualnoj ekonomiji i njihov utjecaj na promijene u transportnoj logistici u upravljanju lancem opskrbe, Zbornik Ekonomskog fakulteta u Zagrebu, 2005

Promjene u načinu proizvodnje i novi poslovni modeli vezani uz lanac opskrbe snažno utječu i na promjene u transportnoj logistici. Gledano s proizvodne strane, uvođenje dislokacije proizvodnih aktivnosti i sve učestalije oslanjanje na Just-in-time sustav zaliha zahtijevaju kvalitetnu transportnu podršku. S prodajne strane, poduzeća usvajaju sustave brze distribucije specijaliziranih proizvoda povezane sa sustavom narudžba i brzim reagiranjem na promjene u potražnji potrošača. Na taj se način nastoji smanjiti pojava troškova čuvanja zaliha i pojave viška proizvoda koji bi se kasnije trebali rasprodavati po sniženim cijenama. 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. [26]

Još je uvijek česta pojava da se transportni odjel u poduzećima tretira samo kao posljednji dio procesa proizvodnje te se od njega tako očekuje izvršenje samo operativnih zadataka unutar procesa nabave koji se pred njega postave. Međutim u suvremenom poslovanju transportni odjel treba umjesto čisto servisnog odjela prerasti u dio integriranog procesa lanca opskrbe sa zadatkom usklađivanja čitavog procesa opskrbljivanja te iskorištavanja svih mogućnosti uštede pri transportu pošiljaka, tijekom narudžbi, skladištenja ili pak procesa isporuke.

[26] M. Kolaković, Novi poslovni model u virtualnoj ekonomiji i njihov utjecaj na promijene u transportnoj logistici u upravljanju lancem opskrbe, Zbornik Ekonomskog fakulteta u Zagrebu, 2005

Transportni odjel trebao bi biti prepoznat kao informacijska i funkcionalna platforma koja stoji na raspolaganju drugim odjelima te bi trebao igrati značajnu stratešku ulogu u sinkronizaciji čitavog proizvodnog procesa sa ciljem povećanja razine prodaje i pružanja informacija marketinškom odjelu o mogućnostima i visini troškova servisiranja pojedinih kupaca što bi dalo jasniju sliku na koje se strukture kupaca treba bazirati i orijentirati. U cilju dostizanja te razine interne politike poduzeća spram transportnog procesa, u poduzeću treba poduzeti različite aktivnosti od kojih su najznačajnije upravo povećanje vrijednosti transportnih informacija. Transportne informacije sve se više koriste, kako od internih korisnika (prodajnog odjela, proizvodnje, skladištenja, financija) tako i od eksternih partnera (transportnih poduzetnika, posrednika, dobavljača, kupaca). Porastom korištenja informacija povećava se i njihova vrijednost.

Takve oplemenjene informacije nailaze na mnogostruku primjenu u smanjenju vremena dostave, usklađenju utovara i istovara, minimiziranju neprofitnih narudžaba i/ili rizičnih isporuka i dr., što omogućuje postizanje značajnih ušteda u poduzeću. Radi toga potrebno je unaprijediti područja u transportnoj logistici unutar tvrtke[27]:

- Centralizacija i informatizacija izrade transportnih planova.

Potrebno je ustrojiti jednu centralnu grupu ili odjel sa zadatkom pregovaranja s transportnim tvrtkama i poduzetnicima u ime čitavog (klasičnog ili virtualnog) poduzeća. Time bi se postiglo maksimiziranje pregovaračke moći poduzeća, uvela jedinstvena pravila i sustav nabave, stvorila čvršća kontrola poslanih narudžaba i izvršenih usluga te čvršća povezanost i bolje razumijevanje potreba kako poduzeća tako i partnera; pružatelja transportnih usluga u svrhu što bolje isplanirane transportne rute.

- Povećanje brzine transportnog planiranja.

Kako kupci traže sve brže dostave i isporuke naručenih proizvoda, tako sve više raste pritisak na transportne odjele. U cilju zadovoljenja (poraslih) zahtjeva kupaca potrebno je razvijati strateški sustav kontinuiranog planiranja, jer kratkoročni planovi više ne mogu slijediti tržišne potrebe.

[27] M. Kolaković, Novi poslovni model u virtualnoj ekonomiji i njihov utjecaj na promijene u transportnoj logistici u upravljanju lancem opskrbe, Zbornik Ekonomskog fakulteta u Zagrebu, 2005

• Učestalije pružanje prognoza transportnih potreba.

Prelaženje na mjesečne ili tjedne prognoze transportnih potreba poduzeća koje je potrebno najaviti prijevoznicima, ima za cilj lakše kratkoročno predviđanje potreba za transportom, osiguranje potrebnih transportnih kapaciteta i smanjenje slučajeva ekstra plaćanja u trenucima iznenadnih povećanja potreba. Iako su transportna poduzeća tijekom prošlog stoljeća uglavnom bazirala svoje strategije transporta na smanjenju troškova, ona se danas moraju suočiti s rastućim brojem novih pritisaka koji su od iznimnog značenja u promjeni načina odvijanja njihovih aktivnosti. Na promjene u transportnoj ponudi najznačajnije utječu sljedeći pritisci[28]:

• Pritisci od kupaca.

Najvažniji pritisci u pogledu poboljšanja transportnih usluga dolaze od kupaca. Kupci nastoje pritiscima dobiti bolje i kvalitetnije informacije vezane uz transportne usluge radi postizanja kvalitativnih promjena u intenzitetu i vremenima ciklusa nabave te, naravno, smanjiti i sveukupne troškove opskrbe. Pružatelji transportnih usluga koji se ne uspiju prilagoditi tim pritiscima vrlo će se brzo suočiti s gubitkom klijenata jer će kupci sve veći volumen transporta povjeravati pouzdanijim i fleksibilnijim dobavljačima.

• Pritisci uzrokovani promjenama u lancu opskrbe.

Sve veći broj transportnih tvrtki osjeća pritiske za unapređenje transportnih procesa i tehnologija koji su uzrokovani promjenama u strukturama unutar lanca opskrbe proizvodnih poduzeća. Da bi se ublažili ti učinci naručitelji transportnih usluga sami nastoje promijeniti odnose prema svojim pružateljima transportnih usluga. Umjesto klasičnog odnosa baziranog na pritisku za snižavanje cijena transportnih usluga, suvremeni način poslovanja od proizvodnih poduzeća zahtijeva razvoj i njegovanje partnerskih odnosa sa svojima dobavljačima te zajedničko djelovanje na poboljšanju kvalitete i smanjenju troškova transporta. Transportna poduzeća s druge strane trebaju otvoreno prihvatiti takve partnerske odnose i promijeniti svoje uvriježene poslovne običaje u skladu sa željama i potrebama naručitelja.

[28] M. Kolaković, Novi poslovni model u virtualnoj ekonomiji i njihov utjecaj na promijene u transportnoj logistici u upravljanju lancem opskrbe, znanstveni članak, Zbornik Ekonomskog fakulteta u Zagrebu, 2005

3.3 Rizici u planiranju transportne mreže

Rizici u transportnom lancu se mijenjaju kako poslovna struktura postaje sve više globalna, te kako opskrbni lanac i transportna mreža postaju sve više kompleksni, te međusobno povezani i međuovisni. Većina tvrtki u svojoj organizaciji sadrži neku vrstu sektora koja kontrolira rizike i radi na njihovom rješavanju. Rizici koji najčešće utječu na opskrbni lanac kao i transportnu mrežu se mogu podijeliti na tri dijela, a to su[29]:

- Rizik iz okoliša: opskrbni lanac i transportnu mrežu najlakše mogu poremetiti različite vremenske nepogode kao što su tsunami ili potresi, koji ograničavaju mogućnost opskrbe. Pošto je gotovo nemoguće sa sto postotnom točnošću predvidjeti i ukloniti takav rizik bitna je prevencija. Odnosno da se radi na ublaživanju ranjivosti opskrbnog lanac ili transportne mreže po tom pitanju.
- Geopolitički rizici: uključuju terorizam, organizirani kriminal ili korupciju i sl.
- Ekonomski rizici: uključuju cijene, potražnju, kašnjenja, te ograničenja prilikom uvoza ili izvoza itd. Naime, ekonomski rizici mogu nastati kao šok koji je posljedica neke promjene u potražnji u nekom sektoru ili industriji. Zatim, jako učestali, skoro svakodnevni rizici predstavljaju ograničenja na granicama prilikom uvoza i izvoza.
- Jako bitni rizici na koje se treba obratiti pažnja su informatički rizici. Zbog velike važnosti informatičkog sustava pri komunikaciji različitih entiteta u opskrbnom lancu, te zbog učestalih napada na informatičke mreže (kao npr. hakiranja) jako je bitno dobro zaštiti informacije iz razloga što opasnosti mogu znatno naštetiti funkcioniranju opskrbnog i transportnog lanca.

U nastajanju odnosno planiranju robnih tokova i transportnih mreža sudjeluju industrijska poduzeća koja šalju ili primaju robu, zatim špediteri i prijevoznici te poduzeća koja se bave skladištenjem. Njihovi međuodnosi često puta su jako isprepleteni te je način organiziranja transporta vrlo promjenjiv, zavisno od konkretnih ali promjenjivih uvjeta na tržištu. Sve nadvedene poteškoće ističu potrebu za modeliranjem i planiranjem robnih tokova i koridora, posebice u nacionalnom ili regionalnom prometu.

[29] http://www.logistika.com.hr/home/transport-i-spedicija/1724-koji-su-rizici-u-transportu 12.5.2015.

Postoji više faktora koji utječu na stvaranje mreže transportnih tokova. To su[30]:

- lokacijski faktori – razdvojenost mjesta proizvodnje i potrošnje
- vrsta robe
- fizički faktori – agregatno stanje robe (tekuće, kruto,..)
- operativni faktori – veličina i prostorni smještaj dijelova poduzeća, organizacija distributivnih kanala
- zemljopisni faktori – prostorni razmještaj i gustoća stanovništva
- dinamički faktori – sezonske varijacije potražnje
- cjenovni faktori – promjenjive cijene ovisno o međusobnim ugovornima

[30] Autorizirana predavanja iz kolegija Planiranje transportnih koridora, Fakultet prometnih znanosti, 2007

4. Primjena WINQSB programa u određivanju ruta

WinQSB je alat koji ima za cilj olakšati rad u donošenju poslovnih odluka, te se kao takav koristi i u prijevoznoj logistici. Program je podijeljen u niz modula koji će pomoći u različitim vrstama odlučivanja. Dakle, jedan namjenski za rješavanje linearnih problema definiranim ciljevima, jedan za analizu odluke, pa čak i jedan posebno posvećen skrivenom Markovljevom modelu. Bez obzira na potrebe na razini odlučivanja u radnim skupinama ili malim i srednjim poduzećima, WinQSB nudi rješenje.[31] U matematici Markovljev lanac nazvan je po Andreyu Markovu te predstavljaju niz stanja sustava. U svakome trenutku sustav može preći u neko novo stanje ili može ostati u istome stanju. Promjene stanja nazivaju se tranzicije. Ako slijed stanja ima Markovljevo svojstvo to znači da je svako buduće stanje vremenski neovisno o svakome prijašnjem stanju. U mnogim problemima se želi na osnovu sadašnjega stanja sustava predvidjeti u kom stanju će biti sustav prilikom slijedećeg ili nekoga kasnijega promatranja. Na osnovu nekoga promatranoga stanja ne može se sa sigurnošću predvidjeti neko stanje već odrediti s kojom vjerojatnošću će se sustav nalaziti u nekom određenom stanju. Skriveni Markovljev model (HMM) je statistički Markovljev model u kome se podrazumijeva da je model sustava Markovljeva procesa sa neopaženim (skrivenim) stanjima. HMM se može smatrati najjednostavnijom dinamičkom Bajesovom mrežom..

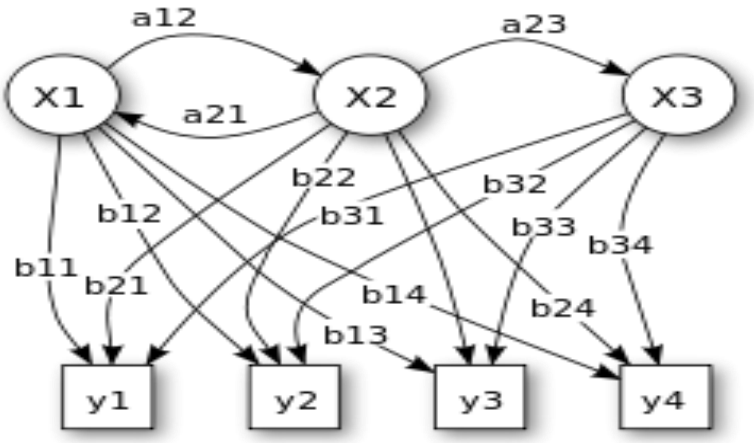
Bayesova mrežna (eng. Bayesian network) je grafički model kojim se prikazuju zavisnosti među varijablama. Sama mreža je usmjereni aciklički graf u kojem su čvorovi varijable, a bridovi njihove međuzavisnosti. Na temeljcu Bayesove mreže moguće je izračunati očekivanja (vjerojatnosti) svih nepoznatih varijabli u sustavu na temelju već poznatih varijabli. Velika većina događaja vezanih uz istraživanje na Bayesovim mrežama dogodila se već u osamdesetim godinama (engl. belief networks, causal networks, influence diagrams) kada se formirala opće prihvaćena struktura mreže, razvili mnogi alati za rasuđivanje i kada su se Bayesove mreže već počele koristiti u raznim primjenama.[32]

[31] http://www.amazon.com/WinQSB-Decision-Support-Software-Prelimary/dp/0471430706
[32] Prcela M., Predstavljanje znanja zasnovanog na integraciji ontologija i Bayesovih mreža, doktorska disertacija, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Sveučilište u Zagrebu, 2010

Kako bi se definirala jedna Bayesova mreža potrebno je definirati[33]:

- čvorove u mreži (varijable u problemu),
- moguće ishode svih čvorova (vrijednosti koje varijable mogu poprimiti),
- bridove u mreži (povezanost varijabli),
- vjerojatnosti ishoda u svakom pojedinom

U regularnom Markovljevom modelu, stanje je direktno vidljivo za promatrača, i stoga su tranzicije stanja samo parametri. U skrivenom Markovljevom modelu (slika 5), stanja nisu direktno vidljiva, ali je učinak, koji je ovisan o stanju, vidljiv. Svako stanje ima vjerojatnost distribucije preko mogućih izlaznih točaka. Stoga sekvenca izlaznih točaka koje HMM generira daje informaciju o nastavku stanja. Atribut 'skriven' se odnosi na stanje kroz koja model prolazi, a ne na parametre modela. Čak i ako su parametri modela precizno poznati, model je još uvijek 'skriven'.[34]



Slika 5. Skriven Markovljev model

Prcela M., Predstavljanje znanja zasnovanog na integraciji ontologija i Bayesovih mreža, doktorska disertacija, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Sveučilište u Zagrebu, 2010

[34] Prcela M., Predstavljanje znanja zasnovanog na integraciji ontologija i Bayesovih mreža, doktorska disertacija, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Sveučilište u Zagrebu, 2010

5. Analiza transportne mreže tvrtke Dupin d.o.o.

U sljedećem dijelu rada će se analizirati transportna mreža tvrtke Dupin d.o.o. Pomoću programskog alata utvrdit će se efikasnost postojeće transportne mreže, te njene mogućnosti prema poboljšanju. Također će se detaljno analizirati postojeća transportna mreža te rute kojima se distribuira roba izvan grada Zagreba u kojem se nalazi centralno skladište.

5.1. Tvrtka Dupin d.o.o.

Tvrtka Dupin d.o.o. bavi se distribucijom slastica na području Republike Hrvatske. Tvrtka posluje s preko 2000 kupaca među kojima su i domaći trgovački lanci (CBA, Dinova, Getro, Ina, Kerum, Konzum, KTC, Minaco, Plodine, Presoflex, Ultra grupa, Unigros, Tommy, Trgostil, Žitnjak), te inozemni lanci (Billa, DM, Kaufland). Roba se distribuira na području cijele Republike Hrvatske, uključujući i otoke, sa ciljem dostave unutar 24 sata od formiranja narudžba iz centralnoga skladišta[35]

Vozni park im se sastoji od deset teretnih vozila kategorije, kombinirana vozila (kombi) i četiri kamiona. Jedan kombi može dostaviti robu na deset lokacija, dok je prema poslovnim podacima tvrtke vrijeme punjenja jednog kombija sat vremena, kao i istovara. Tvrtka Dupin d.o.o u svrhu povećanja razine kvalitete investirala je u modernizaciju postojećeg skladišta, proširenje voznog parka koji sada čini 14 vozila, koji su prikazani na slici 7, te provodi kontinuiranu edukaciju zaposlenika na svim razinama. Također u vlasništvu im se nalazi desetak trgovina pod nazivom Deliiicije (slika 2)[36] u Zagrebu, Puli, Rijeci i Splitu koje su se ispostavile kao idealno rješenje za rješavanje problema nekurentnih zaliha.

[35] http://www.dupin.hr/ 14.05.2015.
[36] http://www.deliiicije.com/index.php/o-nama 20.05.2015.

Lokacije dućana su Importane centru u Zagrebu, Središće u Zagrebu, Jarun, Vrbik 26, Teslina 7, Ilica 55 i Vlaška 58. Dupin d.o.o naručuje robu izvan Hrvatske te ju distribuira i prodaje unutar Hrvatske, a neki od dobavljača koji surađuju s Dupinom su:

- Adria
- Arluy
- Ben 10
- Brüggen
- Cartabianca
- Cooperlat
- Corne
- Davidoff
- Deliiicije itd.

U tvrtci Dupin d.o.o. postoji određeni mjesečni otpis proizvoda te na mjesečnoj razini on čini 2%. Način na koji tvrtka rješava problem nekurentnih zaliha, odnosno zaliha koje su stvorene padom potražnje za određenim artiklima, je smanjenje cijena za navedene artikle i do 80% ili uvjetovanjem kupnje određenih količina proizvoda (nekurentnih zaliha) uz kupnju željenog proizvoda. Distribucija maloprodajne mreže u tvrtci Dupin se vrši na tjednoj razini, iz centralnog skladišta iz Zagreba, kako za grad Zagreb tako i za otoke ili druge gradove. U daljem dijelu rada detaljnije će se objasniti prijevozna mreža tvrtke Dupin d.o.o.



Slika 6. Trgovina slastica Deliiicija

http://www.deliiicije.com/index.php/ducani 15.05.2015.

Tvrtka vrši distribuciju iz jednog centralnog skladišta u Zagrebu, te otprema robu prema kupcu s ciljem dostave u roku 24 sata od zahtjeva, ukoliko je riječ o dostavi robe van Zagreba. Distribuciju robe unutar Zagreba vrši se maksimalno u roku od 18 sati od zahtjeva, što nije uvijek moguće radi raznih čimbenika koji mogu utjecati na vrijeme dostave robe. Distribucija robe unutar Zagreba se vrši otprilike svaki tjedan, u tjednu su lokacije podijeljene na dane tako npr. za lokaciju na Jarunu opskrba proizvoda se vrši svaku srijedu, dok za otoke se vrši svaki tjedan, do deset dana, ovisno o količini robe koja je potrebna na lokaciji i potražnji.

5.2. Analiza artikala tvrtke Dupin d.o.o.

Tvrtka trenutno zapošljava prosječno 90 radnika koji svakodnevno vode brigu o sigurnosti, kvaliteti i održavanju artikala te organizaciji i planiranju prijevozne mreže. Tvrtka ima širok asortiman konditornih proizvoda, dok skupinu najprodavanijih čine mliječna čokolada, čokolada od naranče, pistaccio, te keksi sa izborom od light keksi, čoko keksi te Digestivo keksi, kao i još mnogo različitih proizvoda koji čine asortiman tvrtke Dupin d.o.o.[37]

Asortiman tvrtke čini u prosjeku 1300 artikala, a dnevno opskrbljuju osamdeset maloprodajnih lokacija unutar Zagreba. Vozni park im se sastoji od deset teretnih vozila kategorije kombinirana vozila (kombi) i četiri kamiona. Jedan kombi (slika 8) može dostaviti robu na deset lokacija, dok je prema poslovnim podacima tvrtke vrijeme punjenja jednog kombija sat vremena. Sigurnosnu zalihu prema istraživanjima trenutno čini 20% ukupnih zaliha, a popunjenost skladišnog prostora čini otprilike 60%.

[37] Izvor: Intervju održan 20.02.2015. s djelatnikom tvrtke Dupin d.o.o.



Slika 7. Transportna sredstva tvrtke Dupin d.o.o.

http://www.dupin.hr/ 15.05.2015.

5.3. Analiza transportne mreže

Tvrtka Dupin d.o.o. kontinuirano već dugi niz godina vrši distribuciju proizvoda u Hrvatskoj, obuhvaćajući kopneni dio kao i otoke. Kontinuirano djeluju u svrhu unaprjeđenja i modernizacije svojih transportnih sredstva kao i u planiranju transportnih ruta. U sljedećem djelu rada će se detaljno analizirati transportna mreža navedene tvrtke. Distribuciju robe vrše unutar Zagreba na tjednoj razini, raspoređujući distribuciju na dnevnoj razni odnosno svaki dan distribucija se vrši na određen broj lokacija u određenom djelu Zagreba. U radu će se više usredotočiti na analizu distribucije i transportne mreže u međugradskoj distribuciji. Tvrtka distribuciju raspoređuje na dane u tjednu, odnosno svaki dan je predviđen za određene lokacije izvan Zagreba koje je potrebno obići odnosno dostaviti robu. Distribucija robe i određivanje prioriteta se vrši analizom potreba prijašnjih godina.

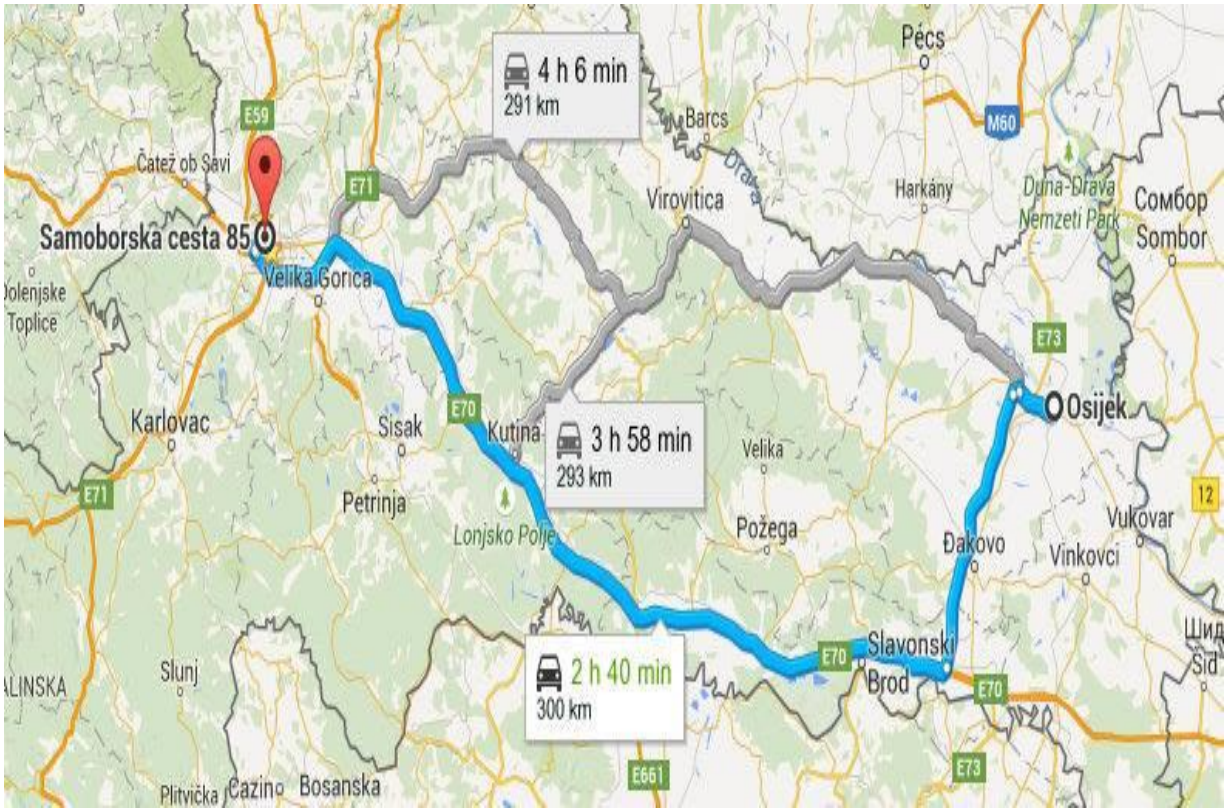
Tvrtka koristi centralno skladište locirano u Zagrebu gdje prikuplja različite proizvode iz drugih zemalja primjerice Austrija, Njemačka itd., također iz tog centralnog skladišta tvrtka distribuira robu hrvatskog podrijetla u druge zemlje Europske unije. Proizvodi dolaze u skladište te privremeno skladište na prvu slobodnu lokaciju te se tamo nalaze dok ne dođe vrijeme za njihovu distribuciju.

Naime tvrtka distribuira robu i van Zagreba, kako je to već spomenuti. U svrhu detaljne analize uzeti su u obzir sljedeći gradovi u koje se roba distribuira iz centralnog skladišta:

- Osijek
- Zadar
- Varaždin
- Koprivnica
- Split
- Sisak
- Karlovac

Svaki dan distribucija se vrši prema određenoj lokaciji, unaprijed isplaniranom prijevoznom rutom. U svrhu skraćivanja vremena putovanja glavni čimbenik u prijevoznoj ruti je autocesta koja spaja Zagreb, mjesto centralnog skladišta s mjestom distribucije odnosno krajnjom točkom, maloprodajnim subjektom. U daljnjem djelu teksta detaljno će biti pojašnjene transportne rute te grafički prikazane za pojedinu lokaciju. Količina robe koja se distribuira ovisi prvenstveno o potražni na pojedinoj lokaciji. No bez obzira na potražnju koja može oscilirati odnosno biti promjenjiva u pojedinim gradovima plan distribucije se ne mijenja. Unaprijed je određeno kada će koji grad biti opskrbljen asortimanom na temelju prognoze dane iz prijašnjih godina. Isključivo u izvanrednim situacijama je moguće mijenjati takav plan opskrbe maloprodajnih dućana. U nastavku rada gradovi će biti imenovani kao G1,G2....Gn.

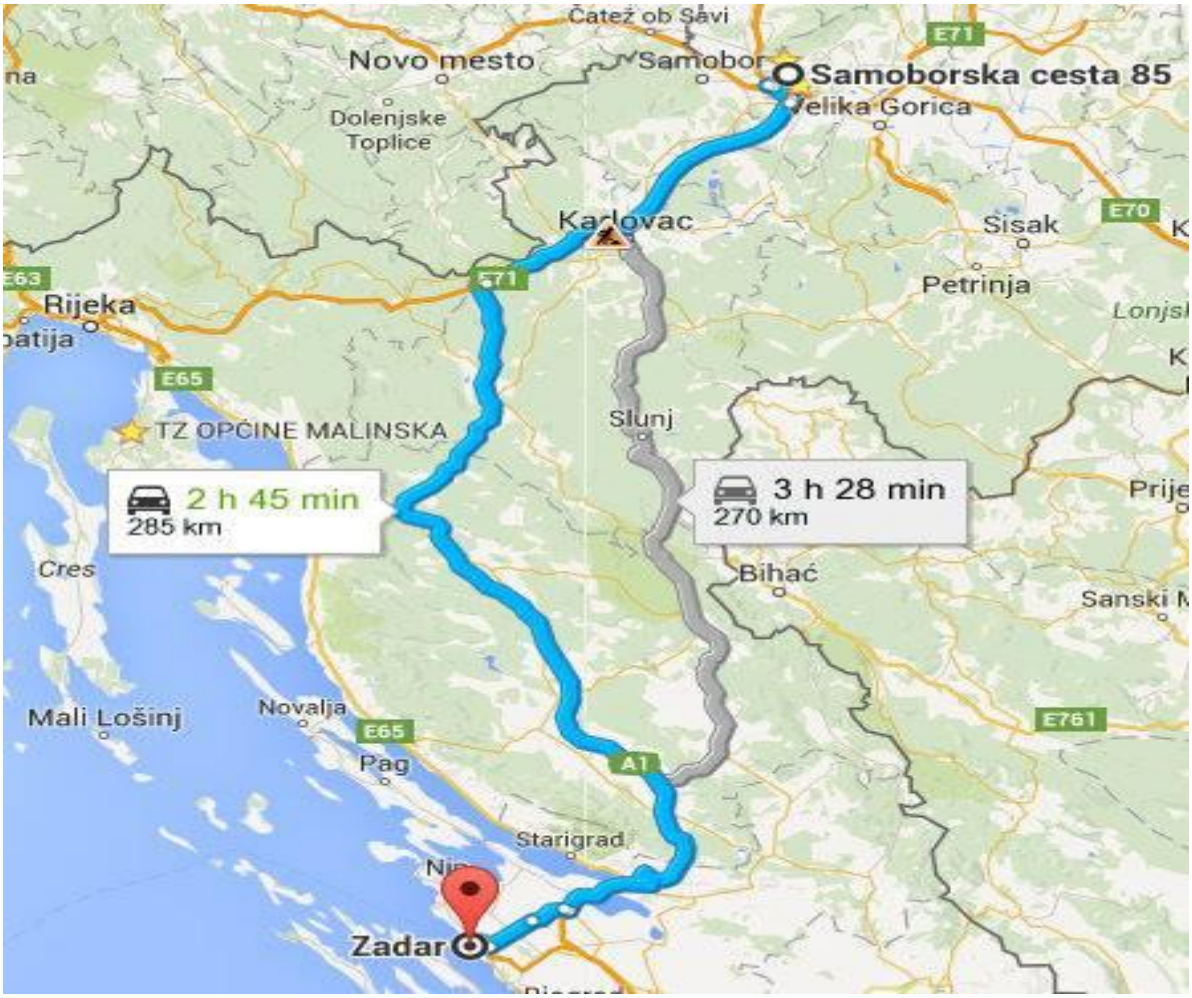
- Osijek - G1
- Zadar - G2
- Varaždin – G3
- Koprivnica – G4
- Split – G5
- Sisak – G6
- Karlovac – G7



Slika 8. Transportna ruta Zagreb - G1

Izradila i prilagodila autorica

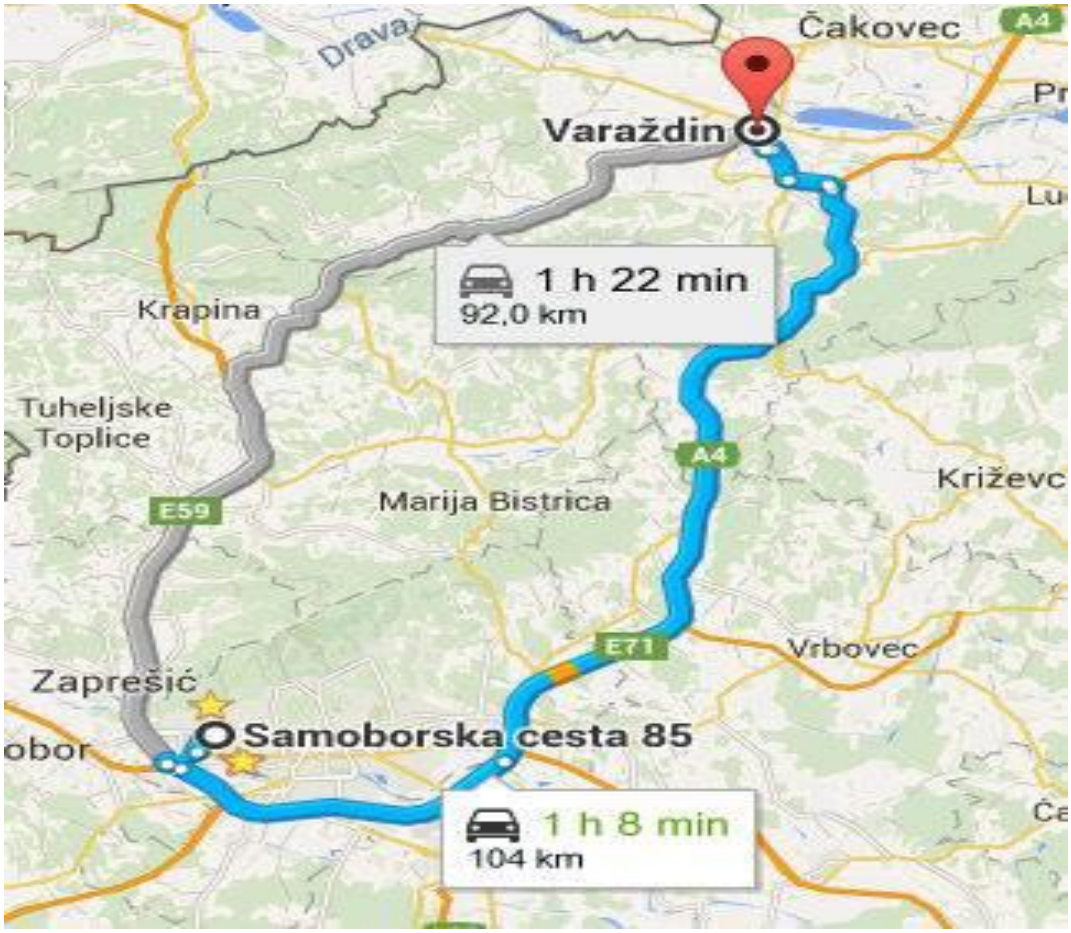
Na slici 8 je prikazana transportna ruta za lokaciju G1, unutar tog grada vrši se distribucija na vise različitih maloprodajnih mjesta, no u radu se broj maloprodajnih mjesta u pojedinim gradovi neće uzimati u obzir. Od centralnog skladišta u Zagrebu (Samoborska cesta) do točke G1 udaljenost u kilometrima iznosi 300 km, vrijeme dostave iznosi 2 sata i 40 minuta. Distribucija se vrši na tjednoj razni svaki utorak u predviđeno vrijeme.



Slika 9. Transportna ruta Zagreb G2

Izradila i prilagodila autorica

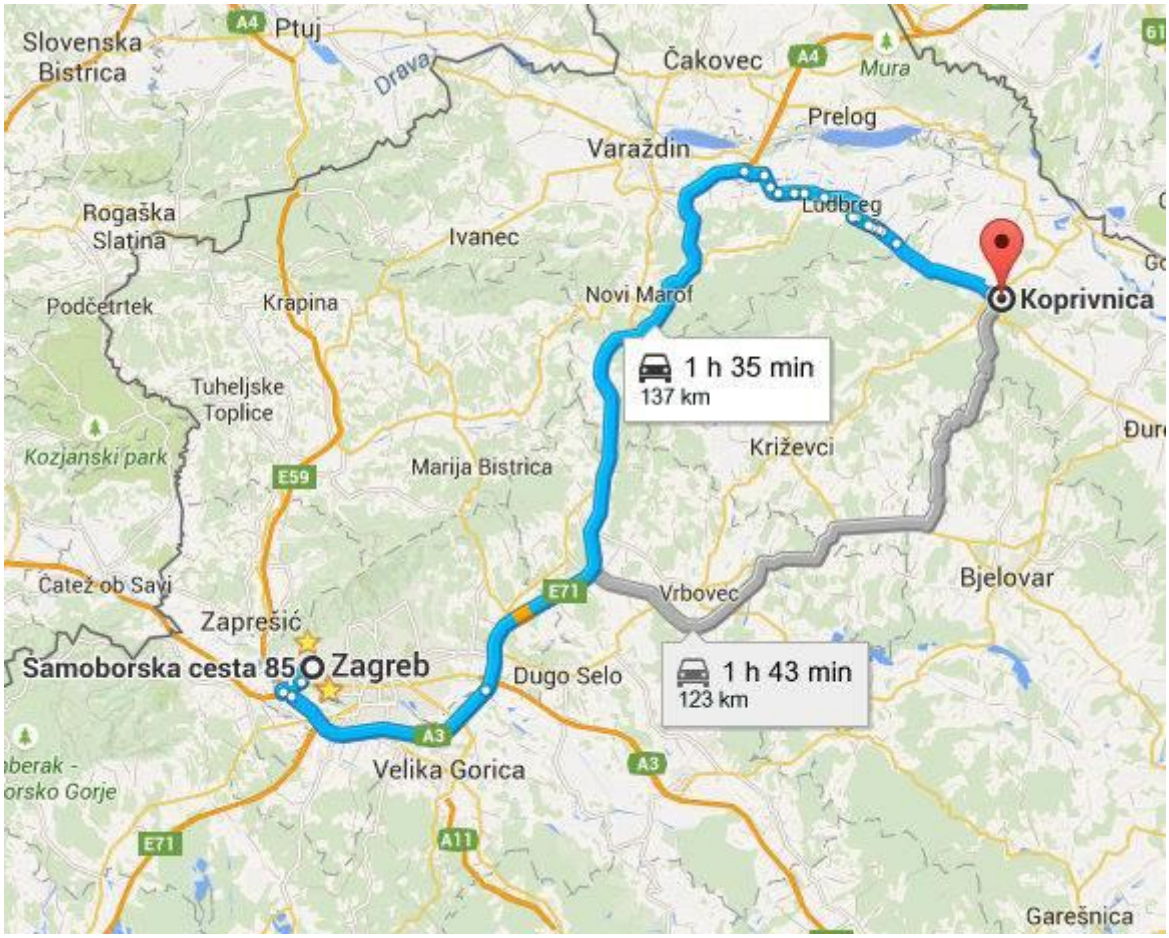
Na slici 9 je prikazana transportna ruta za lokaciju G2, unutar tog grada vrši se distribucija na vise različitih maloprodajnih mjesta, no u radu se broj maloprodajnih mjesta u pojedinim gradovi neće uzimati u obzir. Od centralnog skladišta u Zagrebu do točke G1 udaljenost u kilometrima iznosi 285 km, vrijeme dostave iznosi 2 sata i 45 minuta. Distribucija se vrši na tjednoj razni svaki ponedjeljak u predviđeno vrijeme.



Slika 10. Transportna ruta Zagreb G3

Izradila i prilagodila autorica

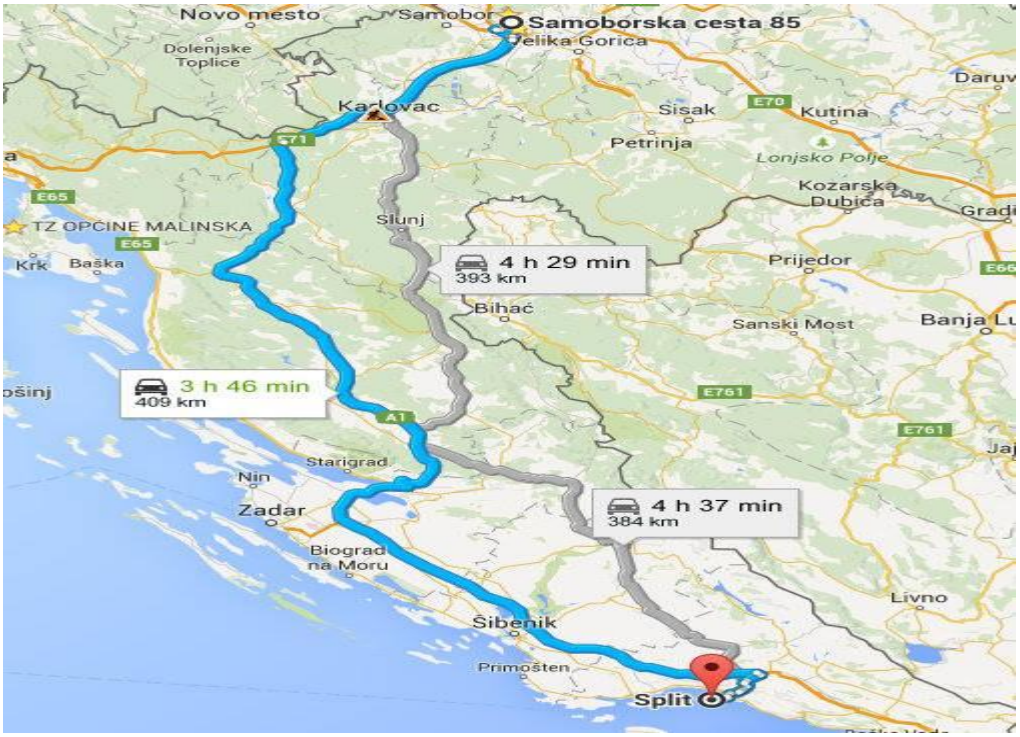
Na slici 10 je prikazana transportna ruta za lokaciju G3, unutar tog grada vrši se distribucija na vise različitih maloprodajnih mjesta, no u radu se broj maloprodajnih mjesta u pojedinim gradovi neće uzimati u obzir. Od centralnog skladišta u Zagrebu do točke G3 udaljenost u kilometrima iznosi 104 km, vrijeme dostave iznosi 1 sat i 8 minuta. Distribucija se vrši na tjednoj razni svaki utorak u predviđeno vrijeme.



Slika 11. Transportna ruta Zagreb G4

Izradila i prilagodila autorica

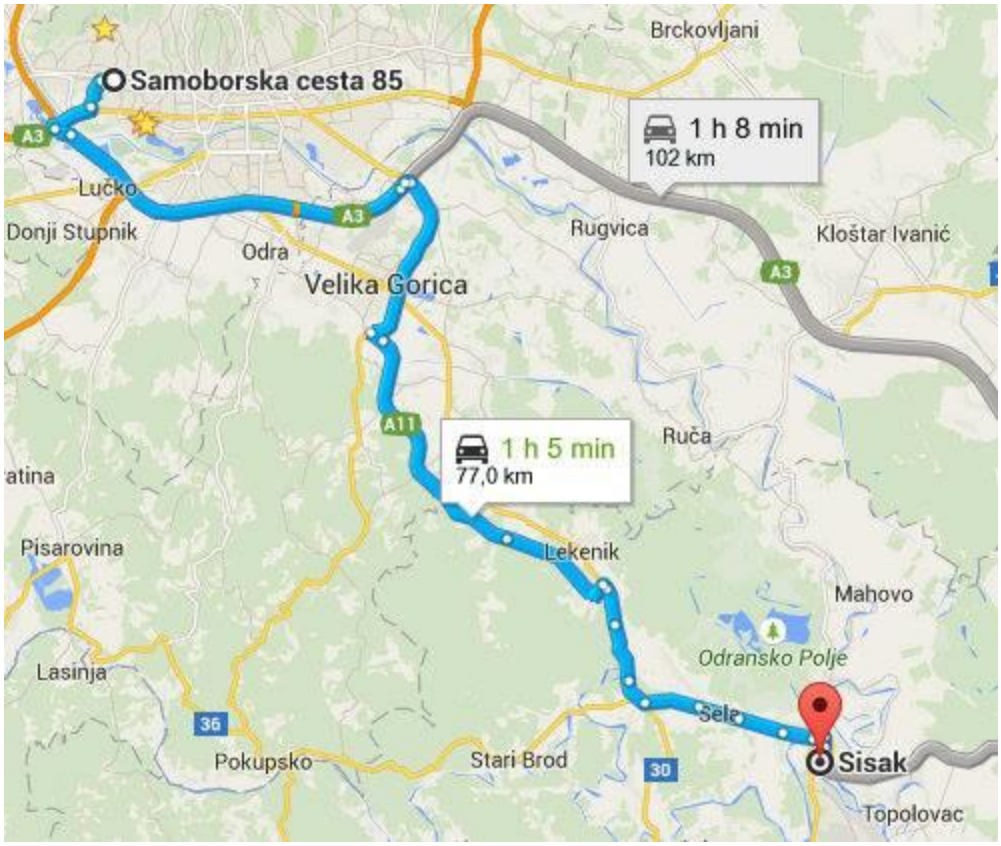
Na slici 11 je prikazana transportna ruta za lokaciju G4, unutar tog grada vrši se distribucija na vise različitih maloprodajnih mjesta, no u radu se broj maloprodajnih mjesta u pojedinim gradovi neće uzimati u obzir. Od centralnog skladišta u Zagrebu do točke G4 udaljenost u kilometrima iznosi 137 km, vrijeme dostave iznosi 1 sat i 35 minuta. Distribucija se vrši na tjednoj razni svaki utorak u predviđeno vrijeme.



Slika 12. Transportna ruta Zagreb G5

Izradila i prilagodila autorica

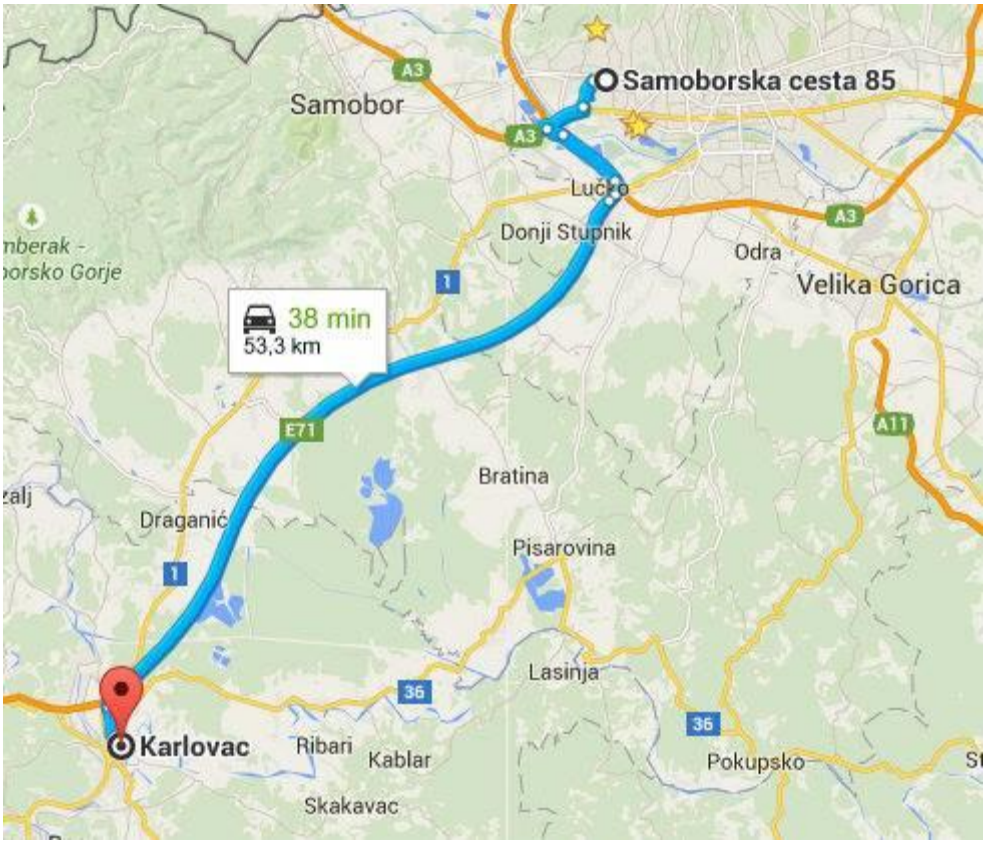
Na slici 12 je prikazana transportna ruta za lokaciju G5, unutar tog grada vrši se distribucija na vise različitih maloprodajnih mjesta, no u radu se broj maloprodajnih mjesta u pojedinim gradovi neće uzimati u obzir. Od centralnog skladišta u Zagrebu do točke G5 udaljenost u kilometrima iznosi 409 km, vrijeme dostave iznosi 3 sata i 46 minuta. Distribucija se vrši na tjednoj razni svaku srijedu u predviđeno vrijeme.



Slika 13. Transportna ruta Zagreb G6

Izradila i prilagodila autorica

Na slici 13 je prikazana transportna ruta za lokaciju G6, unutar tog grada vrši se distribucija na vise različitih maloprodajnih mjesta, no u radu se broj maloprodajnih mjesta u pojedinim gradovi neće uzimati u obzir. Od centralnog skladišta u Zagrebu do točke G6 udaljenost u kilometrima iznosi 77 km, vrijeme dostave iznosi 1 sat i 5 minuta. Distribucija se vrši na tjednoj razni svaki četvrtak u predviđeno vrijeme.



Slika 14. Transportna ruta Zagreb G7

Izradila i prilagodila autorica

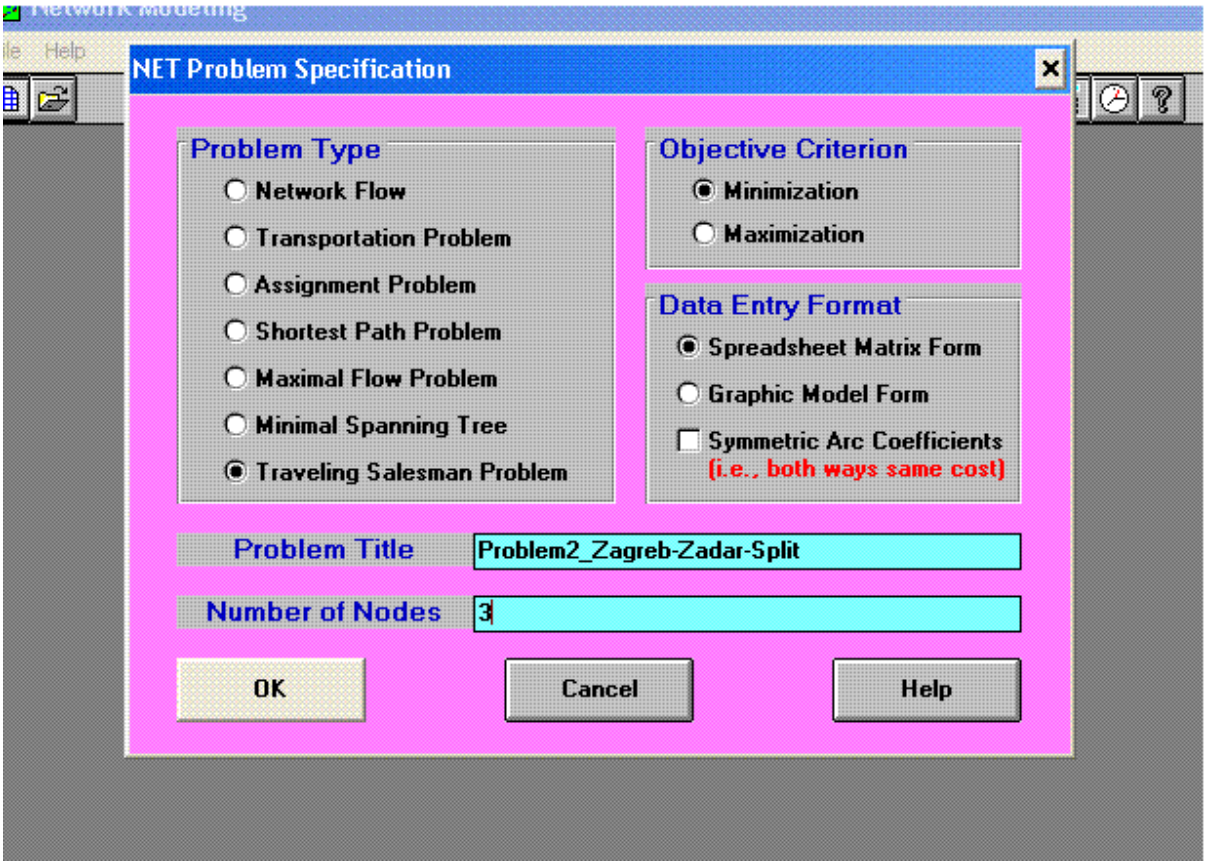
Na slici 14 je prikazana transportna ruta za lokaciju G7, unutar tog grada vrši se distribucija na vise različitih maloprodajnih mjesta, no u radu se broj maloprodajnih mjesta u pojedinim gradovi neće uzimati u obzir. Od centralnog skladišta u Zagrebu do točke G7 udaljenost u kilometrima iznosi 53,3 km, vrijeme dostave iznosi 38 minuta. Distribucija se vrši na tjednoj razni svaki četvrtak u predviđeno vrijeme.

Na slikama su prikazane pojedine rute za svaku dostavu robe u navedeni grad. No potrebno je spomenuti određene parametre koji utječu na raspodjelu i planiranje prijevoznih ruta, ali također je potrebno napomenuti da navedeni parametri su okvirno definirani. Tijekom distribucije odnosno dostavljanja robe ponedjeljkom koriste se dva kombija za distribuciju robe u Osijek, a tri kombija u Zadar. U Osijeku se roba dostavlja na osam različitih maloprodajnih lokacija. U Zadru se roba distribuira na pet različitih maloprodajnih lokacija. Utorkom se distribuira roba u Varaždin, odnosno četiri maloprodajne lokacije i Koprivnicu, također četiri maloprodajne lokacije, ali u ovom slučaju robu distribuira samo jedan kombi. Srijedom jedan kombi distribuira robu u Split, devet maloprodajnih lokacija, a četvrtak jedan kombi u Sisak i Karlovac, gdje otprilike se roba dostavlja na šest različitih maloprodajnih lokacija. Potražnja je najveća u Osijeku i Zadru, otprilike 60 različitih artikala se distribuira na tjednoj razini. U kombi (Mercedes sprinter) stane pet europaleta te je vidljivo da je potražnja duplo veća u Osijeku i Zadru. Iz tog razloga potrebno je dobro proanalizirati postojeće rute te utvrditi dali ovakav način distribucije robe odgovara potražnji. S obzirom da se svaki dan opskrbljuje samo jedan grad, najviše dva potrebno je analizirati ostale parametre te utvrditi dali postoji mogućnost da se rute isplaniraju na način kako bi se optimizirao sam distributivni tijek. Dali je moguće određene rute isplanirati u jednom danu s obzirom na parametre udaljenosti, vremena i potražnje. Iz navedenih podataka vidljivo je da ukupan put koji pređu vozila tvrtke čini 2678 km što uključuje i povratak u centralno skladište. Na koji način bi se ovaj problem mogao riješiti uzimajući u obzir kriterij udaljenosti odnosno smanjenje udaljenosti, reorganizacija ruta i točaka na tim rutama pokazat će dali je moguće optimalno riješiti problem.

6. Primjena WINQSB programa u određivanju ruta kod transportne mreže tvrtke Dupin d.o.o

U nastavku rada primijenit će se programski alat WINQSB u određivanju i planiranju ruta unutar transportne mreže tvrtke Dupin d.o.o. Uzevši u obzir jednu točku polazišta odnosno centralno skladište u Zagrebu i sedam odredišnih lokacija pokušat će se analizirati trošak putovanja koji će se bazirati isključivo na parametru udaljenosti kao jedini kriterij planiranja ruta. Iako prilikom planiranja ruta potrebno je uzeti u obzir različiti niz parametra, primjerice kapacitet vozila, potražnja, količina robe, vrijednost robe, u ovom slučaju korist će se isključivo samo kriterij udaljenosti (km) između centralnog skladišta i pojedinih odredišnih točaka. Potrebno je napomenuti da su svi navedeni parametri jednako bitni prilikom planiranja ruta te je potrebno za svaki pojedinačno napraviti svojevrsnu analizu kako bi optimizacija troškova odnosno planiranje ruta bilo na odgovarajućoj razini efikasnosti te smanjilo razinu troškova. U takvoj izvedenoj analizi moguće je usporedbom rezultata dobiti najbolje rješenje.

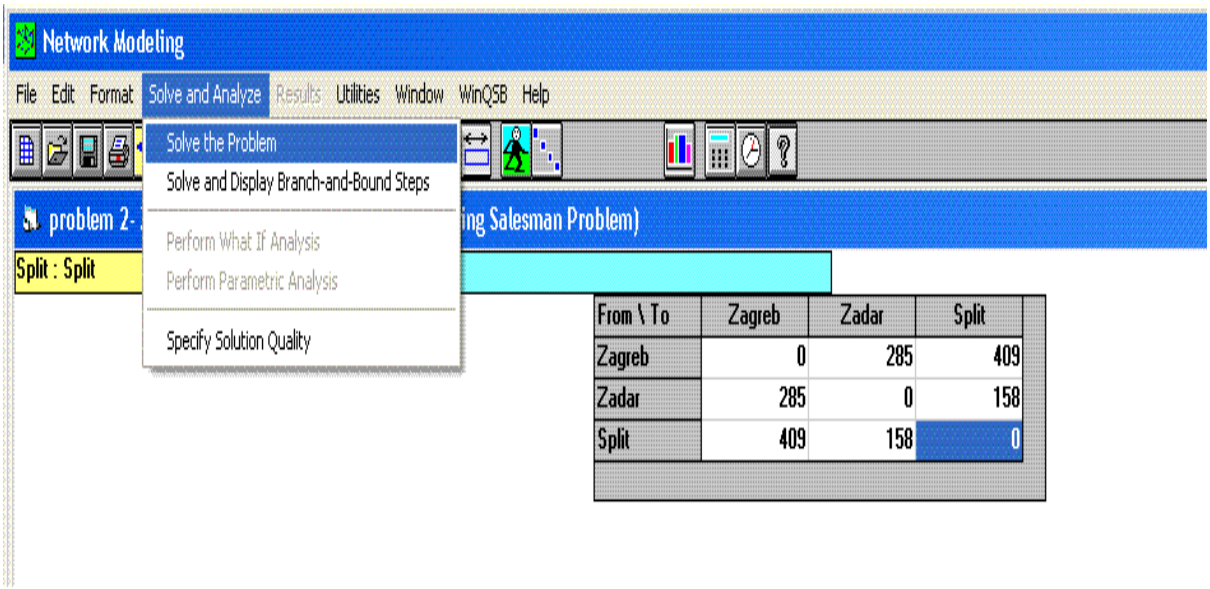
U sljedećem djelu rada provest će se analiza samo nad jednim kriterijem, udaljenosti (km), te će se gradovi prema udaljenostima podijeliti u rute zadovoljavajući kriterij najkraćeg puta ili vremena putovanja, a tip problema će biti Problem trgovačkog putnika koji je potrebno naznačiti u programu. Prilikom planiranja ruta uzet će se u obzir i trošak prikazan u udaljenosti dolaznog i odlaznog transporta po jedinici robe. Problem određivanja ruta će biti podijeljen na Problem 2, Problem 3 i Problem 4 te će se na takav način provoditi kroz analizu. Problem 2 će obuhvatiti gradove Zagreb (G), Zadar (G2) i Split (G5), te bi navedene tri lokacije trebale činiti jednu rutu koja bi se odvijala u jednom danu. Problem 3 će se bazirati na gradove Zagreb (G), Varaždin (G3) i Koprivnica (G4), te Problem 4 će činiti gradovi Zagreb (G), Sisak (G6) , Karlovac (G7). U nastavku će biti prikazani postupci određivanja ruta, usporedba troškova s obzirom na udaljenost s dosadašnjim rutama te će rješavanje problematike biti grafički popraćeno koracima u izradi pojedinih ruta.



Slika 15. Problem 2

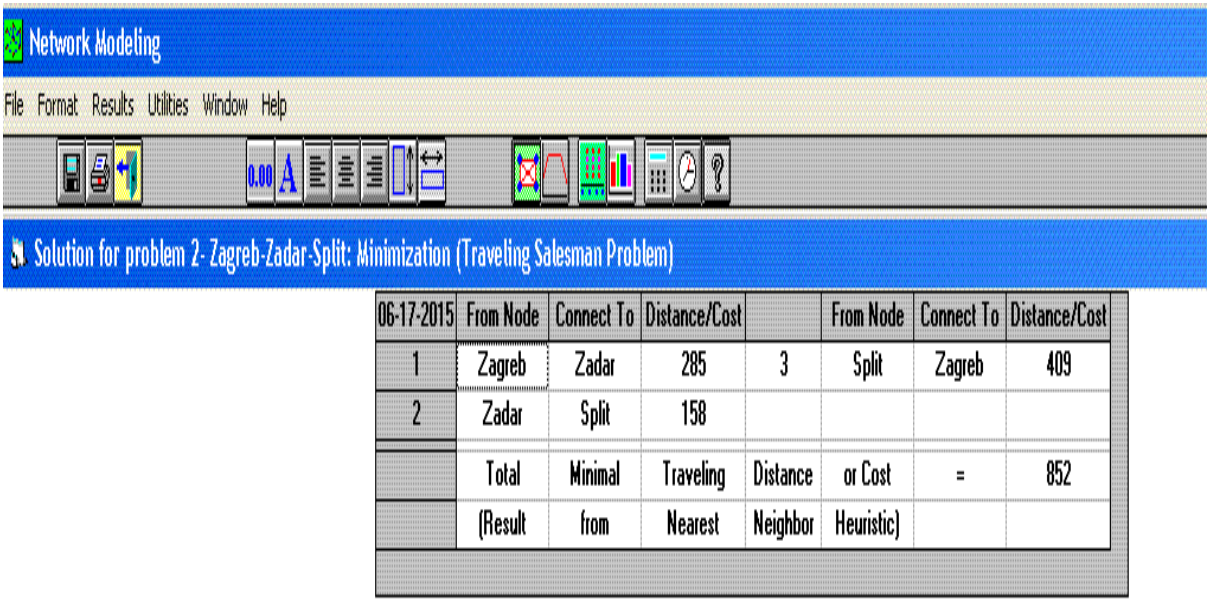
Izradila i prilagodila autorica

Nakon što se odredi tip problema te se problem (slika15) imenuje potrebno je odabrati ovisno o kriterijima minimizaciju ili maksimizaciju te broj točaka. U slici 16 vidljiva je matrica koja čini Problem 2, odnosno točke G, G2, G5 čija maksimalna ukupna udaljenost s odlaznim transportom čini 857 km kao što je prikazano na slici 17 .



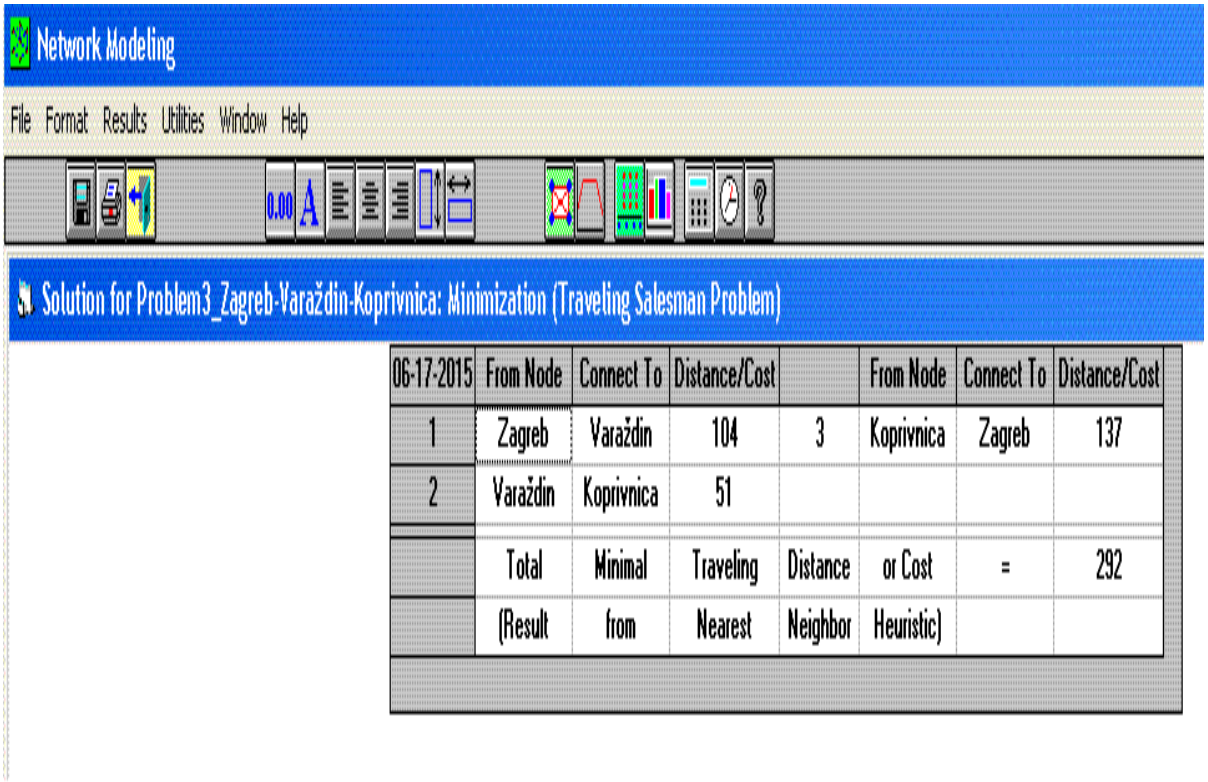
Slika 16. Matrica problema 2

Izradila i prilagodila autorica



Slika 17. Ukupnu udaljenost problema 2

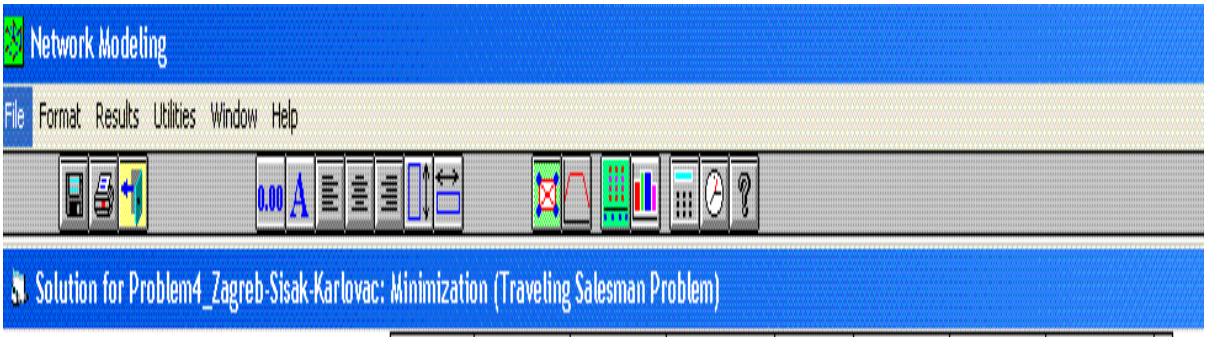
Izradila i prilagodila autorica



Slika 18. Ukupna udaljenost Problema 3

Izradila i prilagodila autorica

Problem 3 čine točke G, G3 i G4 čija ukupna udaljenost s odlaznim transportom iznosi 292 km (slika 18). Problem 4 se sastoji od točaka G, G7 i G6, te ukupni put također s odlaznim transportom čini 240 km, (slika 19). Dobiveno rješenje novih planiranih ruta sadrži ukupnu udaljenost od 1,384 km s odlaznim i dolaznim transportom na tjednoj razini, a nakon dobivenih rezultata ruta koje bi rezultirale najkraćom udaljenosti potrebno je provesti analizu nad postojećom mrežom te utvrditi koje rješenje je efikasnije. Na slici 20 prikazan je ukupan put odnosno udaljenost koju prođu vozila prilikom distribucije na tjednoj razini koji iznosi u dolaznom i odlaznom transportu iz centralnog skladišta Zagreb 2,732 km. Ukoliko se usporede postojeće rješenje i dobiveno rješenje programskim alatom vidljivo je da se udaljenost smanjila iz razloga što prilikom planiranja ruta za dostavna mjesta u obzir se uzeo i odlazni transport odnosno udaljenost koja se prijeđe prilikom povrata u centralno skladište. Kombiniranjem dostavnih mjesta prema kriteriju udaljenosti uvidjelo se da trenutno rješenje distribucije robe ima prostora za poboljšanjem, te daljnjim istraživanjima i provođenjem analize s obzirom na druge kriterije moguće je doći do značajnih ušteda.



06-17-2015	From Node	Connect To	Distance/Cost		From Node	Connect To	Distance/Cost
1	Zagreb	Karlovac	54	3	Sisak	Zagreb	77
2	Karlovac	Sisak	109				
	Total	Minimal	Traveling	Distance	or Cost	=	240
	(Result	from	Nearest	Neighbor	Heuristic)		

Slika 19. Ukupna udaljenost problema 4

Izradila i prilagodila autorica

From \ To	G	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
G	0	300	285	104	64	409	77	54
G1	300	0	0	0	0	0	0	0
G2	258	0	0	0	0	0	0	0
G3	104	0	0	0	0	0	0	0
G4	64	0	0	0	0	0	0	0
G5	109	0	0	0	0	0	0	0
G6	77	0	0	0	0	0	0	0
G7	54	0	0	0	0	0	0	0

Slika 20. Ukupna udaljenost trenutnih aktivnih ruta na tjednoj razini

Izradila i prilagodila autorica

7. Zaključak

Planiranje transportne mreže jedan je od važnih zadataka u tvrtki kojemu je potrebno posvetiti dovoljno vremena i kvalitetnih analiza kako bi se utvrdilo na koje načine je moguće smanjiti troškove i povećati efikasnost. Mnogi parametri djeluju na efikasnost transportnih mreža, primjerice, vrijednost robe, udaljenost, kapaciteti vozila itd. Svaki od tih parametra ima značajnu ulogu pri planiranju i stvaranju ruta. Planiranje ruta predstavlja složeni proces koji je potrebno detaljno analizirati kako bi se uvidjele moguće slabe točke te kako bi se detektirao uzrok istih i na koji način ukloniti ili provesti minimizaciju troškova, odnosno pronaći rješenje.

Postoje niz programskih alata za takve probleme, ali uvijek je potrebno i izuzetno važno detaljno definirati problem te prema njegovim karakteristikama odlučiti koja vrsta analize, programskog alata je pogodna. Tijekom rada kriterij je predstavljao parametar udaljenosti, te njegovom detaljnom analizom utvrđeno je kako postoji mogućnost dodatnih smanjenja troškova. Reorganizacijom postojećih ruta s obzirom na udaljenost centralnog skladišta i točke odredišta uzimajući u obzir i povrat u centralno skladište moguće je smanjiti transportni put te time također smanjiti troškove. Tijekom analize u programskom alatu također se u obzir uzeo redoslijed dostavnih mjesta kako bi rješenje bilo što detaljnije. Daljnjom analizom ostalih parametara koji utječu na efikasnosti transportnih ruta može dovesti do rješenja koja bi mogla značajno smanjiti troškove distribucije i povećati profitabilnost tvrtke.

8. Literatura

Knjige

1. Šamanović J., Logistički i distribucijski sustavi, Ekonomski fakultet, IQ Plus, Split, 1999
2. R. Zelenika,, D. Pupovac., Menadžment logističkih sustava, Ekonomski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2008.
3. Bowersox D., Closs D., Cooper B., Supply Chain Logistics Management 3nd edition, McGraw Hill Irwin, New York, 2010
4. Farahani R., Razapour S., Logistics Operations and Management: Concepts and Models (Elsevier Insights) [Kindle Edition], Elsevier, 2011
6. Chopra S., Meindl P., Supply Chain Management, Strategy, Planning and Operation 4th Edition, Pearson Education, Inc., Prentice Hall, Upper Sadle River, New Jersey. 2010
7. Tseng, Y., Yue, W. L., Taylor, M., The Role of Transportation in Logistics Chain, Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 5, 2005

Članci

5. Bosančić V., Golemac A., Vojković T., Kako pomoći trgovačkom putniku, Osiječki matematički list 12 (2012), 144 str.

Radovi

8. M. Kolaković, Novi poslovni model u virtualnoj ekonomiji i njihov utjecaj na promijene u transportnoj logistici u upravljanju lancem opskrbe, znanstveni članak, Zbornik Ekonomskog fakulteta u Zagrebu, 2005
9. Prcela M., Predstavljanje znanja zasnovanog na integraciji ontologija i Bayesovih mreža, doktorska disertacija, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Sveučilište u Zagrebu, 2010

Internetske stranice

10. http://www.logistika.com.hr/home/transport-i-spedicija/1971-4-kljucna-procesa-za-upravljanje-prijevozom 22.4.2015.
11. http://www.efos.unios.hr/repec/osi/bulimm/PDF/BusinessLogisticsinModernManagement12/blimm1203.pdf 20.5.2015.
12. http://croatia.gdi.net/?page_id=793 22.4.2015
13. https://bib.irb.hr/prikazi-rad?&lang=en...&rad=558428 20.4.2015.
14. http://e.math.hr/category/klju-ne-rije-i/problem-kineskog-poštara 20.4.2015
15. http://www.progressive.com.hr/component/content/article/62-kolumne/5547-sto-uracunati-u-stvarne-logisticke-troskove.html 22.4.2015.
16. http://www.logistika.com.hr/home/transport-i-spedicija/1724-koji-su-rizici-u-transportu 12.5.2015.
17. http://www.logistika.com.hr/home/transport-i-spedicija/2031-6-nacina-za-smanjenje-troskova-u-transportu-1-dio 22.4.2015.
18. http://www.amazon.com/WinQSB-Decision-Support-Software-Prelimary/dp/0471430706 20.4.2015.

19. Autorizirana predavanja iz kolegija Prijevozna logistika 1, Fakultet prometnih znanosti, 2014/2015

Ilustracije

Slika 1. Direktna distribucije 6
Slika 2. Centralna distribucija 7
Slika 3.. Problem sedam mostova 14
Slika 4. Problem kineskog poštara 16
Slika 5. Skriven Markovljev model.....33
Slika 6. Trgovina slastica Deliiicija.....36
Slika 7. Transportna sredstva tvrtke Dupin d.o.o.....38
Slika 8. Transportna ruta Zagreb - G1.....41
Slika 9. Transportna ruta Zagreb G2.....42
Slika 10. Transportna ruta Zagreb G3.....43
Slika 11. Transportna ruta Zagreb G4.....44
Slika 12. Transportna ruta Zagreb G5.....45
Slika 13. Transportna ruta Zagreb G6.....46
Slika 14. Transportna ruta Zagreb G7.....47
Slika 15. Problem 2.....50
Slika 16. Matrica problema 2.....51
Slika 17. Ukupnu udaljenost problema 2.....52
Slika 18. Ukupna udaljenost Problema 3.....52
Slika 19. Ukupna udaljenost problema 4.....53
Slika 20. Ukupna udaljenost trenutnih aktivnih ruta tjednoj razini.....53

Grafikon 1. Odnos troška transporta i broja postrojenja.....24
Grafikon 2. Odnos ukupnih troškova i broja mrežnih lokacija.....25