

ANALIZA TRANSPORTNE MREŽE PRIMENOM PROGRAMSKIH ALATA ANALYSIS OF THE TRANSPORTATION NETWORK USING SOFTWARE TOOLS

Milica Surčinski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U ovom radu težište je na analizi transportne mreže, analizi transportnih troškova i optimizaciji transportnih ruta primenom programskih alata.

Ključne reči: *Troškovi transporta, transportne rute, optimizacione metode.*

Abstract – *In this paper, the focus is on the analysis of the transport network, analysis transport costs and the optimization of transport routes using software tools.*

Keywords: *Transport costs, transport routes, optimization methods.*

1. UVOD

Sa pojavom globalizacije javila se potreba za vremensko i prostorno približavanje proizvodnje i potrošnje, uz minimalne troškove. Takođe, potrebno je zadovoljiti potrebe krajnjih korisnika, što uslovljava konkurentnost na tržištu.

Transportna mreža i planiranje ruta predstavljaju ključnu stavku u svim transportnim preduzećima. Dobro isplanirana ruta doprinosi stvaranju profitabilnosti preduzeća, ali i smanjenju iste, ukoliko se predvide neki važni parametri troškova kod pojedinih ruta. Da bi preduzeće profitiralo, potrebno je sagledati sve parametre i moguće troškove prilikom planiranja transportne mreže, odnosno ruta. Neki od parametara će biti analizirani u radu.

2. TRANSPORT KAO LOGISTIČKA AKTIVNOST

2.1. Pojam transporta

Pojam transporta se može posmatrati u užem i u širem smislu. Transport u užem smislu predstavlja prevoz stvari sa jednog mesta na drugo, dok transport u širem smislu podrazumeva sve aktivnosti neophodne za obavljanje prevoza, skladištenje i obezbeđenje stvari i dokumentacije tokom procesa transporta.

Transport se može posmatrati kao:

- ulazni,
- unutrašnji i
- izlazni.

Ulazni transport predstavlja transport materijala proizvedenih unutar kompanije i obavlja se unutrašnjim

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Slaviša Dumnić.

transportom. Ulazni transport takođe predstavlja i transport materijala nabavljenih iz spoljašnjih izvora, a obavlja se spoljašnjim transportom.

U unutrašnjem transportu se uvek obavlja transport poluproizvoda i to sledećim redosledom: pogon – unutrašnje skladište – pogon – izlazno skladište.

Izlazni transport se odnosi na transport gotovih proizvoda i on se može obavljati delimično unutrašnjim, delimično spoljašnjim transportom [1].

2.2. Funkcije i efekti transporta

Transportom se obavlja prevoz, utovar, istovar, pretovar i skladištenje materijala, poluproizvoda i proizvoda.

Veza transporta i skladištenja je direktna. Ukoliko se objedine isporuke, adekvatno koristi prostor u prevoznom sredstvu i odaberu adekvatne rute, skladištenje postaje efikasnije. Objedinjene isporuke smanjuju potrebnu količinu rada i vremena isporuke za veći broj proizvoda. Transportom se oslobađa skladišni prostor.

Transport doprinosi zadovoljstvu krajnjih korisnika, ponudom pravih proizvoda, na pravom mestu, u pravo vreme, u traženoj količini i obećanim performansama.

Aktivnosti transporta su u uzročno – posledičnoj vezi sa svim drugim logističkim aktivnostima. Predstavljaju podršku nabavljenim materijalima do ulaznih skladišta, procesu proizvodnje kome obezbeđuju poluproizvode i procesu isporuke prevozeći i čuvajući proizvode za tržište [1].

2.3. Vidovi transporta

Vidovi transporta obuhvataju vazdušni, železnički, drumski, vođeni, kablovski i cevovodni. Vid transporta je rešenje koje upotrebljava određeni tip vozila, infrastrukture i operacije. Kompanije mogu koristiti samo jednu vid transporta i/ili više vidova transporta. Ukoliko se koristi samo jedan vid transporta kaže se da je to unimodalni transport. Kada se koristi više vidova transporta to je multimodalni transport, a može biti kombinovan i integrisan.

2.4. Faktori koji utiču na načine transporta

Analiza faktora koji utiču na načine transporta su ključni u odlučivanju o transportu. Faktori koji utiču mogu biti interni i eksterni.

Interni faktori su:

- karakter proizvoda,
- rok isporuke,
- finansijska sposobnost kompanije.

Eksterni faktori su:

- uslovi prevoza,
- raspoloživi kapaciteti kompanije ili posrednika,
- razvijenost prateće infrastrukture na put do odredišta,
- karakter tržišta,
- zahtevi potrošača i
- državna regulativa.

2.5. Drumski prevoz

Drumski prevoz kao primarna vrsta prevoza, koja koliko samostalno omogućava efikasno obavljanje prevoza, toliko služi drugim vrstama prevoza kao pomoćni prevoz u lancu isporuke. Drumski prevoz je prisutan i u najmanje razvijenoj zemlji sveta i najviše dostupan. Dostupan je kao posledica razvijene mreže puteva.

2.6. Sistemi za planiranje ruta i kontrolu implementacije transporta

Geografski informacioni sistem (GIS – *Geographic Information System*) koriste se za prezentaciju, analizu distribucije i skladištenje prostornih podataka, sa ciljem jednostavnijeg i efikasnijeg poslovnog planiranja, upravljanja i implementacije transportne mreže u logistici, saobraćaju i drugim oblastima, pogotovo u svim sferama planiranja. GIS se svakodnevno koristi širom sveta za efikasno povezivanje, koordinaciju i upravljanje svim transportnim procesima u velikom broju preduzeća [2]. Primena GIS sistema omogućava modeliranje i analizu problema kao što su:

- Pronalaženje najbližih infrastrukturnih objekata (najbliži autoput, aerodrom, trajektna luka, itd.)
- 3D vizuelizacija u kombinaciji sa satelitskim snimcima i druge analitičke aktivnosti.
- Određivanje najkraće i najbrže rute.

3. ANALIZA TROŠKOVA U TRANSPORTU

Da bi kompanija bila i ostala profitabilna, vlasnici i menadžeri teže da razumeju sve izvore troškova koji su u direktnoj vezi sa profitabilnošću svake kompanije. Profit je u direktnoj vezi sa transportnim i logističkim troškovima, ali kako grešaka ili vanrednih situacija ima mnogo, nije moguće uvek predvideti sve troškove.

Najveći logistički trošak su troškovi transporta. Troškovi transporta se mogu definisati kao izraz utrošene količine rada i sredstava za obavljanje procesa transporta. Postoji nekoliko faktora koji utiču na cenu koštanja transporta. Prvi faktor se odnosi na uslove eksploatacije koji obuhvataju karakteristike vezane za saobraćajni put i karakteristike samog transportnog sredstva. Drugi faktor odnosi se na viši stepen razvijenosti transportne mreže i doprinosi da se kretanje transportnih sredstava odvija brže, što utiče na smanjenje transportnih troškova. Sledeći bitan faktor jeste kvalitet prevoza, jer on čuva upotrebnu vrednost robe, a uključuje i brzinu transporta [3].

Neki od faktora koji takođe utiču na troškove u logistici transporta su: ekonomičnost, ekonomija obima i troškovne linije.

Da bi se upravljalo transportom, potrebno je upravljati troškovima transporta. Neki od načina da se upravlja troškovima transporta, odnosno da se smanje troškovi

transporta su sledeći: rutiranje transportnih sredstava, upravljanje potrošnjom goriva, upravljanje vremenom, upravljanje održavanjem voznog parka, povećanje bezbednosti, upravljanje dokumentima, informacijama i administracijom, itd [4].

Postoji mnogo ciljeva svakog poslovanja, a jedan od glavnih je pružanje kvalitetne usluge kupcima. Korišćenje savremenog procesa 3PL usluga se manifestuje prednostima u smanjenju troškova transporta, bržim rokovima isporuke kupcima, kao i efikasnijeg korišćenja skladišnog prostora. 3PL (eng. *Third Party Logistics*) ili logistika treće strane predstavlja dugoročnu posvećenost eksternalizaciji svojih distributivnih usluga logističkim preduzećima trećih strana. Prednosti kompanije koja se bavi 3PL uslugama su u tome što ona upravlja racionalizacijom i proučavanjem procesa smanjenja troškova transporta [5].

3.1. Vrste troškova u transportnom procesu

Naime, prilikom određivanja cene transporta potrebno je sumirati sve prisutne troškove.

Fiksni troškovi predstavljaju nepromenljive, stalne vremenske troškove koji su neelastični. Ova vrsta troškova ne zavisi od promena u iskorišćenosti transportnog kapaciteta. Ove troškove preduzeće mora da snosi i kada je primorano da obustavi proizvodnju. Međutim, posmatrani u odnosu na jedinicu proizvoda ovi troškovi su obrnuto srazmerni obimu proizvodnje. Sa povećanjem obima proizvodnje u istom vremenskom periodu udeo ovih troškova po jedinici proizvoda opada.

Varijabilni troškovi se menjaju sa promenom obima proizvodnje transportnih usluga. Veoma su elastični i lako se prilagođavaju raznim oscilacijama u poslovanju transportnih preduzeća. Izračunavaju se na osnovu udaljenosti (km).

3.2. Rizici u planiranju transportne mreže

Rizici u transportnom lancu se menjaju kako poslovna struktura postaje sve veća globalno, a i kako lanac snabdevanja i transportna mreža postaju sve složeniji, i međusobno povezani.

Ukratko, rizici u transportnom lancu su neizbežni, ali se mogu smanjiti i kontrolisati primenom odgovarajućih strategija i tehnologija. Kompanije moraju biti svesne ovih rizika i ulagati u odgovarajuće mere kako bi osigurale da se roba isporučuje bezbedno i na vreme [6].

4. OPTIMIZACIONE MERODE U TRANSPORTU

4.1. Problem trgovačkog putnika

Jedna od optimizacionih metoda u transportu je problem trgovačkog putnika. Predstavlja jedan od najsloženijih problema kombinatorike. Poznato tumačenje ovog problema jeste da trgovački putnik ima dat skup gradova, od kojih svaki mora posetiti tačno jednom i vratiti se u početni grad. Udaljenosti između gradova su poznate. Pitanje je kojim redosledom treba da obiđe gradove da bi ukupna dužina puta bila minimalna. Odatle potiče njegov opšteprihvaćen naziv „Problem trgovačkog putnika” kao i skraćenica TSP (eng. *Traveling Salesman Problem*). Ime je iz ranih 1930-ih veka uveo je američki matematičar H. Vitni [7].

4.2. Metode rešavanja Problema trgovačkog putnika

Metoda koja se prvo nameće kada je reč o rešavanju ovakvih problema je jednostavno pronalaženje svih mogućih tura, izračunati njihove dužine i izabrati najbolju. Međutim, ovaj metod zahteva previše vremena za računanje, da bi bila korisna za veći broj gradova. Zbog toga su relativno brzo razvijene mnoge aproksimativne metode koje daju prihvatljiva rešenja. Savremenim metodama moguće je pronaći rešenje za probleme od nekoliko miliona gradova u razumnom roku, što će sa velikom verovatnoćom biti veoma blizu optimalnog rešenja.

Neke od najčešćih metoda rešavanja problema su:

1. Egzaktne metode

To su metode koje rezultuju takozvanim egzaktnim algoritmom čiji je ishod je sigurno najbolje rešenje. Njihov nedostatak je dugo vreme izvršenja.

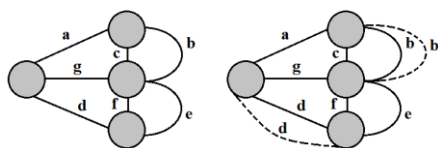
2. Aproksimativne metode

Ove metode koriste algoritme koji daju približna rešenja. Za relativno kratko vreme mogu se dobiti dovoljno dobra rešenja. Dakle, radi se o algoritmima sa manjom vremenskom složenosti, ali koji uglavnom ne garantuju očekivani kvalitet rešenja.

4.3. Problem kineskog poštara

Jedan poštari je odgovoran za dostavu pošiljaka u delu grada. On započinje sa dostavom pošiljaka iz određenog čvora u kome je locirana pošta i tokom radnog vremena mora da obiđe sve ulice u posmatranom delu grada najmanje jedanput, da bi se na završetku radnog vremena vratio u poštu.

Postupak traženja rešenja za CPP je sledeći. Pretpostavimo da je svaka tura u grafu ulica u kojoj treba isporučiti poštu, a vrh je mesto gde poštari može promeniti smer. Poštari mora proći svakom ulicom da bi isporučio poštu i želi minimizirati broj ponovnih prolazaka istom ulicom, koji se ne mogu izbeći jer graf nije Ojlerov. Ponovni prolazak istom ulicom prikazujemo na grafu kao dodanu (ponovljenu) turu. Nastale višestruke ture omogućuju da svaki vrh novog grafa bude parnog stepena, odnosno dodavanjem tura je izvršena "ojlerizacija" grafa. U modifikovanom grafu se može odrediti Ojlerova tura. Na primer, traženi poštari obilazak za Ojlerov graf sa slike 4 može biti a b c b e f g d d. U njemu se ponavljaju samo ture b i d. Pri traženju najkraćeg poštari obilaska gradskih ulica treba uzeti u obzir parametre kao što su dužine ulica ili vreme potrebno za prolazak tim ulicama. Matematički model za ovaj i slične probleme jeste težinski graf [7].



Slika 1. Poštari obilazak

4.4. Problem određivanja najkraće rute

U teoriji grafova, problem najkraćeg puta je problem pronalaženja puta između dve tačke (ili čvora) u grafu

tako da je zbir težina njegovih grana najmanji. Ovo je analogno problemu nalaženja najkraćeg puta između dve raskrsnice na mapi puteva: čvorovi grafa odgovaraju raskrsnicama a grane ulicama, gde težine predstavljaju dužinu ulica.

Algoritmi najkraćeg puta se koriste za automatsko pronalaženje puta između dve fizičke lokacije, kao što su uputstva pri vožnji na veb stranicama kao što su Mapquest ili Google Maps. Za ovu svrhu koriste se specijalizovani brzi algoritmi [8].

5. PRIMENA PROGRAMA U ODREĐIVANJU TRANSPORTNIH RUTA

5.1. Program WinQSB

WinQSB je besplatni softver za upravljanje kvalitetom i planiranje resursa koji se može koristiti za različite analize i simulacije u poslovanju. Jedna od funkcija programa je i optimizacija transportnih ruta.

U transportnoj logistici, WinQSB se koristi za modeliranje transportnih mreža, planiranje ruta i optimizaciju troškova transporta. Program omogućava korisnicima da kreiraju matematičke modele koji će im pomoći da donesu odluke o najboljim rutama, optimalnom korišćenju kapaciteta vozila i minimiziranju troškova transporta.

Sve odluke koje se donose u programu zasnovane su na matematičkim modelima i algoritmima, što obezbeđuje visok nivo preciznosti i pouzdanosti u procesu planiranja i donošenja odluka [9].

5.2. Program Excel

Excel je jedan od najefikasnijih programa za tabelarnu i grafo – analitičku obradu podataka. Deo je programskog paketa Microsoft Office. On poseduje alate koje ubrzavaju i olakšavaju rad u radnim tabelama. Nastao je 1987. godine u kompaniji Microsoft i od tada do danas je pretrpeo mnoge izmene. Treba istaći da primena Excela ne zahteva programerska znanja i veštine od korisnika.

Solver je Microsoft Excelov dodatni program koji se koristi za „šta – ako“ analizu. Koristi se za pronalaženje optimalne (maksimalne ili minimalne) vrednosti jedne ćelije promenom drugih ćelija [10].

6. ANALIZA TRANSPORTNE MREŽE KOMPANIJE MERCATA VT

U okviru ovog poglavlja biće analizirana transportna mreža kompanije Mercata VT. Takođe, detaljno će se analizirati postojeća transportna mreža ruta kojima se roba distribuira izvan grada u kojem se nalazi centralno skladište.

6.1. Kompanija Mercata VT

Mercata VT pod današnjim imenom posluje od 2. marta 2020. godine, iza kompanije je čak dve decenije znanja i iskustva u distributivnom biznisu. Nastala je kao sinergija kompanija Veletabak d.o.o. i Mercata d.o.o, a zajedničkim stečenim znanjem stvoren je još snažniji kolektiv sa perspektivnom budućnošću. To je distributivna kompanija koja se bavi snabdevanjem tržišta duvanskim proizvodima i robom široke potrošnje (FMCG).

6.2. Analiza transportne mreže

Kompanija poseduje četiri centralna skladišta i to u Beogradu, Novom Sadu, Čačku i Nišu.

Distribucija se vrši svaki dan prema određenoj lokaciji, unapred isplaniranom prevoznom rutom.

Količina robe koja distribuira prvenstveno zavisi od potražnje na određenoj lokaciji. Ali bez obzira na zahtev koji može oscilovati ili biti promenljiv u pojedinim gradovima, plan raspodele se ne menja [11].

7. PRIMENA PROGRAMA PRILIKOM ODREĐIVANJA RUTA KOMPANIJE MERCATA VT

7.1. Primena programa WinQSB

U ovom poglavlju prikazana je analiza i određivanje transportnih ruta korišćenjem programskog alata WINQSB. Uzeta su u obzir tri od četiri centralna skladišta, odnosno centralna skladišta u Novom Sadu, Čačku i Nišu kao i dvanaest odredišnih lokacija. Takođe, analizirani su troškovi putovanja, koji se baziraju isključivo na parametru udaljenosti, kao jedinom kriterijumu planiranja rute. Iako je prilikom planiranja ruta potrebno uzeti u obzir niz parametara, u ovom slučaju se koristi samo kriterijum udaljenosti (km) između centralnog skladišta i odredišnih tačaka.

7.2. Primena programa Excel

Nakon analize i određivanja transportnih ruta korišćenjem programskog alata WINQSB, sledi analiza i određivanje transportnih ruta korišćenjem programa Excel.

Kao što je ranije navedeno, Excel je program zasnovan na tabelarnom prikazu. Da bi se izvršila analiza, potrebno je formirati tabelu sa odgovarajućim podacima, a nakon toga uz pomoć odgovarajućih funkcija doći do rezultata.

Sve što je potrebno jeste da se unesu nazivi gradova i njihove međusobne udaljenosti. Nakon toga, vrši se jednostavna kalkulacija da bi se dobila najkraća ruta između datih gradova.

8. ZAKLJUČAK

Cilj rada bio je da se analizira transportna mreža, transportni troškovi i da se izvrši optimizacija transportnih ruta primenom programskih alata. Planiranje transportne mreže je složena aktivnost koja zahteva pažljivu analizu i primenu različitih metoda i tehnika. Uspešno planiranje transportne mreže može pomoći kompanijama da smanje troškove i poboljšaju poslovnu efikasnost.

Analizirani programski alati su dostupni svima i uglavnom ih koriste manje kompanije, zbog ograničenog budžeta. Sa druge strane, postoji veliki broj programskih alata, čija je cena implementacije velika, kao na primer

SAP i takve programe uglavnom koriste velike kompanije, čiji budžet to omogućava.

9. LITERATURA

- [1] R. Zuković, „Integralni transport i logistika“, 2014. Dostupno: <https://saobraccjci.files.wordpress.com/2014/06/transport-logistika.pdf>
- [2] V. Jovanović, B. Đurđev, Z. Srdić i U. Stankov, „Geografski informacioni sistemi“, Beograd 2012.
- [3] Univerzitet PIM, „Racionalizacija transportnih troškova u logistici“, Banja Luka, 2019. Dostupno: <https://univerzitetpim.com/wp-content/uploads/2019/07/Racionalizacija-transportnih-troskova-u-logistici1.pdf>
- [4] NTS, „10 Načina da se smanje troškovi transporta“, 2021. Dostupno: <https://www.nts-international.net/cg/blog/53-10-nacina-da-se-smanje-troskovi-transporta>
- [5] Progressive, „Troškovi poslovanja: Što uračunati u stvarne logističke troškove?“, 2014. Dostupno: <https://progressive.com.hr/?p=4463>
- [6] D. Regodić, „Logistika – lanci snabdevanja“, Beograd 2014.
- [7] V. Bosančić, A. Golemac i T. Vojković, „Kako pomoći trgovačkom putniku“, 2012, Dostupno: <https://hrcak.srce.hr/file/148131>
- [8] D. Frigioni, A. Marchetti-Spaccamela i U. Nanni, „Fully dynamic output bounded single source shortest path problem“, 1998.
- [9] Procedia – Social and Behavioral Sciences, „WinQSB simulation software – a tool for professional development“, 2019.
- [10] Microsoft, „Microsoft Excel“, Dostupno: <https://www.microsoft.com/en-us/microsoft-365/excel>
- [11] Mercata VT, „Mercata VT“, Dostupno: [MercataVT - Vodeći distributer robe široke potrošnje](#)

Kratka biografija:



Milica Surčinski, rođena je u Novom Sadu 1998. god. Nakon završene srednje tehničke škole u Indiji svoje obrazovanje nastavlja na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, gde 2021. godine stiče zvanje Diplomiranog inženjera saobraćaja

Kontakt: surcinski.milica98@gmail.com