

LOGISTIČKI IZAZOVI U SEKTORU DISTRIBUCIJE NAFTNIH DERIVATA I MOGUĆNOSTI OPTIMIZACIJE PRIMJENOM KVANTITATIVNIH METODA

Autor: DUNJA BABIĆ

e-mail: dunja.babic@student.ef.unibl.org

Ekonomski fakultet Univerziteta u Banjoj Luci

Uvod: Svjedoci smo da raspolaganje energetske resursima postaje fokus svjetskih sila, stoga će 21. vijek obilježiti efikasno upravljanje energetske resursima. Iako se zahtijeva i potreban je prelazak na obnovljive izvore energije, činjenica je da svijet još dugo neće moći bez nafte i naftnih derivata. Bezbjedno dopremanje naftnih derivata do krajnjih korisnika obaveza je kompanija u naftnoj industriji, kompanije koje to obave na najefikasniji način ostvaruju i veći profit i ističu se u odnosu na konkurenciju. Primjena kvantitativnih metoda može igrati značajnu ulogu u tim kompanijama.

Cilj: Rad treba da poveže teorijsko i praktično, nastavu i realni sektor, kroz primjenu metoda centra gravitacije, modela zaliha i transportnog modela.

Materijali i metode: Korištene su kvalitativne i komparativne metode za analizu javno dostupnih podataka, kao i kvantitativne metode, preciznije metod centra gravitacije, model zaliha i transportni model.

Rezultati: Ekonomsko-matematički modeli i metode omogućavaju određivanje optimalne lokacije skladišta, optimalnih količina za skladište, kao i pripadajuće troškove. Primjena transportnog modela i modela zaliha pokazala je optimalnu lokaciju skladišta u Hercegovini i kapacitet koji bi to skladište trebalo da ima, da bi efikasno opslužilo ovu regiju.

Zaključak: Kompanije u energetske sektoru BiH, naročito naftne kompanije, suočavaju se sa dosta makroekonomskih ograničenja, kao što su geografski položaj, infrastruktura i zakonska regulativa, a koji diktiraju način transporta naftnih derivata. Da bi se ostvario kontinuitet i spriječio rizik prekida lanca snabdijevanja, potrebno je skladište u Hercegovini. Primjena ekonomsko-matematičkih modela i metoda u sistemu ne samo ovog tipa već i drugih preduzeća može donijeti značajne uštede.

Ključne riječi: logistika, transport, naftni derivati, kapaciteti, optimizacija, modeli, metode.

UVOD

Kako je nekada u fokusu svjetskih sila bila hrana, tako je danas to energija. Pitanje „Kako nahraniti sve više rastuću populaciju?“ zamijenjeno je i danas glasi „Kako obezbijediti energiju za rastuću populaciju, a da se pri tome obezbijedi održiv privredni rast?“. S obzirom na rastući značaj energetske resursa, optimizacija procesa dopremanja energije do korisnika postaje jedan od prioriteta izazova za kompanije unutar energetske sistema. Efikasna logistika predstavlja ključni faktor za pouzdano snabdijevanje tržišta, minimizaciju troškova i očuvanje konkurentne prednosti. Logistika naftnih derivata predstavlja važnu kariku u energetske lancu svake zemlje, jer obezbjeđuje efikasan protok goriva od proizvodnih postrojenja do krajnjih korisnika. U tom kontekstu, distribucija naftnih derivata zahtijeva pažljivo planiranje, koordinaciju i optimizaciju svih faza lanca

snabdijevanja. U Bosni i Hercegovini, kompleksnost geografskog terena, neujednačena infrastruktura i promjenljiva tražnja na tržištu dodatno otežavaju ovaj proces.

Kompanije koje uspješno integrišu proizvodnju, distribuciju i prodaju ostvaruju viši nivo operativne efikasnosti i bolje zadovoljavaju potrebe potrošača. Ključne aktivnosti ovih kompanija uključuju veleprodaju i maloprodaju motornih goriva, proizvodnju i distribuciju maziva, kao i upravljanje mrežom benzinskih stanica i naftnih terminala. Prodajni asortiman obuhvata različite kategorije proizvoda, od motornih goriva i maziva do specijalizovanih industrijskih derivata. Razumijevanje strukture asortimana, kao i dinamike kojom se on prilagođava tržišnim uslovima i potrošačkim zahtjevima, ključno je za analizu tržišne strategije kompanije. S druge strane, logistika kompanije, kao operativna podrška prodaji, ima centralnu ulogu u optimizaciji snabdijevanja, skladištenja i distribucije proizvoda ka krajnjim potrošačima. Ovaj rad fokusiraće se na identifikaciju i analizu logističkih izazova sa kojima se kompanije ovog sektora suočavaju i primjenu matematičkih metoda za optimizaciju distribucije goriva kroz studiju slučaja. Cilj rada je da se kroz primjenu kvantitativnih metoda, koje se izučavaju u okviru predmeta Ekonomsko-matematički modeli i metode, ponude prijedlozi za unapređenje logističkih procesa. Na taj način rad treba da poveže teorijsko znanje stečeno tokom studija sa praktičnim problemima iz realnog sektora.

METODOLOGIJA

U ovom istraživanju korišten je kombinovani pristup, koji uključuje kvalitativnu analizu snabdijevanja naftom Bosne i Hercegovine i ograničenja sa kojim se suočavaju kompanije u tom procesu, kao i kvantitativno modeliranje distribucije naftnih derivata. Metodologija je osmišljena s ciljem identifikovanja ključnih izazova u lancu snabdijevanja, kao i razvoja modela optimizacije koji može poslužiti kao osnova za poboljšanje efikasnosti distribucije.

Prvi dio rada prikazuje postojeću putnu infrastrukturu, zakonsku regulativu i sam proces proizvodnje i distribucije naftnih derivata u BiH. U okviru kvantitativnog dijela istraživanja primijenjen je skup analitičkih i optimizacionih metoda s ciljem unapređenja logističkog sistema kompanija. Prvo je korišten metod centra gravitacije radi određivanja optimalne lokacije skladišta u Hercegovini. Zatim je primijenjen model programiranja zaliha, kojim se određuje optimalan nivo zaliha, broj porudžbina u određenom periodu i njihova frekvencija. Na kraju je postavljen transportni model, koji je model linearnog programiranja, a omogućava određivanje raspodjele transportnih tokova između izvorišta i odredišta tako da se postigne minimalni ukupni logistički trošak. Za rješavanje transportnog modela korišten je softverski paket QM for Windows. Program automatski primjenjuje metodu s najmanjim troškovima (eng. Least Cost Method) i provjerava optimalnost rješenja.

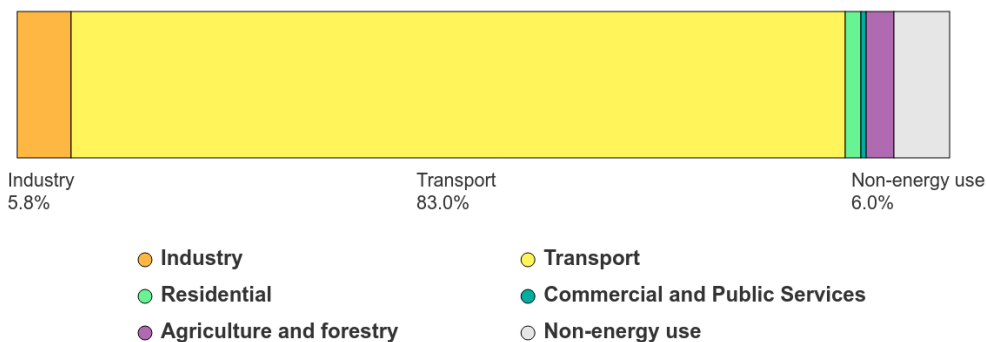
Iako modeli daju jasne smjernice, u obzir nisu uzeti svi relevantni faktori, kao što su: dinamičke promjene u potražnji, promjene cijena goriva, vremenski uslovi i saobraćajni zastoji, potencijalne zalihe derivata kod krajnjih korisnika. Zbog prirode poslovne tajne i internih procedura kompanija autor nije imao pristup stvarnim podacima koji se odnose na tačne količine derivata koji se distribuiraju po lokaciji, raspored i broj dostupnih cisterni, detaljne troškove po kilometru, po litru i trošak skladištenja, unutrašnje logističke protokole i softverske alate koji se koriste. Umjesto toga, korištene su aproksimacije i javno dostupne informacije, što može djelimično ograničiti realnu tačnost modela.

Ograničenja ovog rada ne umanjuju vrijednost modela kao istraživačkog alata koji ilustrativno prikazuje kako se ekonomsko-matematički modeli i metode mogu primijeniti na optimizaciju distribucije naftnih derivata. Međutim, za implementaciju u realnom poslovanju bilo bi potrebno uključiti pouzdane interne podatke, više logističkih parametara, kao i specifičnosti distributivne mreže specifične kompanije.

REZULTATI

Razvoj motora sa unutrašnjim sagorijevanjem i automobilske industrije, krajem 19. i početkom 20. vijeka, rezultirao je da nafta postane osnov svjetske ekonomije. Od automobila, aviona, preko industrijske proizvodnje do domaćinstva, skoro da nema sektora koji nije direktno ili indirektno vezan za naftu i naftne derivate. Prema podacima Agencije za statistiku Bosne i Hercegovine, proizvodnja derivata nafte u Bosni i Hercegovini u 2023. godini iznosi 13 187 tona, a uvoz sirove nafte i ulaznih sirovina u Bosni i Hercegovini u 2023. godini iznosi 15 817 tona.¹ Sljedećim grafikonom prikazana je konačna potrošnja naftnih derivata po sektorima u Bosni i Hercegovini za 2023. godinu, prema podacima International Energy Agency (IEA).

Oil products final consumption by sector, Bosnia and Herzegovina, 2023



Source: International Energy Agency. Licence: CC BY 4.0

Slika br. 1 Konačna potrošnja naftnih derivata po sektorima, Bosna i Hercegovina, 2023.

Izvor: IEA Data Services²

Iz grafikona je jasno vidljivo da sektor transporta ima dominantno učešće u ukupnoj potrošnji, koje iznosi 83%, čime se potvrđuje potreba za optimizacijom logističkih procesa dopremanja naftnih derivata do krajnjih korisnika.

Iako se svijet okreće obnovljivim izvorima energije, realnost je da će nafta još decenijama imati glavnu ulogu kao energetske resurs. Zato upravljanje njenom distribucijom, od rafinerije do krajnjeg potrošača, ostaje glavno pitanje kompanija koje posluju u ovom sektoru. Kako se radi o specifičnom asortimanu proizvoda, koji je lako zapaljiv i može ugroziti okolinu, on podliježe brojnim zakonskim regulativama. Takođe, zastarjela putna i željeznička infrastruktura, fluktuacija cijena sirove nafte na svjetskom tržištu, konkurencija i ekološki standardi predstavljaju ograničavajuće faktore za kompanije ovog tipa.

Kakva je putna infrastruktura Bosne i Hercegovine najbolje govori podatak da je 2013. godine Svjetski ekonomski forum puteve BiH ocijenio sa 2,5 na skali od 1 do 7, gdje 1 predstavlja „ekstremno nerazvijeno“, a 7 „opsežni i efikasni po međunarodnim standardima“. Takođe, u kategoriji kvalitet mreže kopnenog transporta BiH nema zavidnu poziciju, te je zauzela mjesto 121 od 140, sa koeficijentom 3,6 na skali od 1 do 7.³ Ovaj koeficijent kvaliteta mreže kopnenog saobraćaja veći je od prethodnog, jer uključuje i željeznički saobraćaj gdje BiH bolje kotira na svjetskoj rang listi i zauzima 79. mjesto od 140. Na kraju, posljednji

1 https://bhas.gov.ba/data/Publikacije/Saopštenja/2024/ENE_06_2023_Y1_1_BS.pdf

2 Preuzeto: <https://www.iea.org/countries/bosnia-and-herzegovina/oil>

3 Preuzeto sa: https://www3.weforum.org/docs/TTTCR/2013/TTTCR_DataTables7_2013.pdf

podatak o stanju puteva BiH dostupan je za 2019. godinu i iznosi 2,8 na pomenutoj skali.⁴ Važno je napomenuti da se ulaže u infrastrukturu, ali nedovoljno, i da će se ovim tempom još dugo zaostajati za Zapadnom Evropom. 2018. godine otvoren je autoput Doboj – Banja Luka, što je značajno olakšalo transport u sjevernom dijelu zemlje. U drugoj polovini 2025. očekuje se otvaranje novog graničnog prelaza u Gradišci, što će sigurno pozitivno uticati na međunarodni transport. A uz pomoć Svjetske banke i Evropske investicione banke izgrađeno je 35 kilometara magistralne ceste Neum – Stolac, čime je vrijeme putovanja na samom jugu zemlje smanjeno za 40%.⁵ Ipak, istočna Hercegovina nije imala značajan infrastrukturni projekat i snabdijevanje ove regije predstavlja logistički izazov.

Distribucija i skladištenje naftnih derivata, zbog svoje zapaljive prirode, podliježe brojnim standardima i zakonskim okvirima. Međunarodni propisi koji regulišu ovu oblast su ADR (European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road) i EU direktive 2010/75/EU o industrijskim emisijama i 94/63/ES o isparljivim organskim jedinjenjima iz benzinskih skladišta. U BiH ova oblast reguliše se Zakonom o transportu opasnih materija u BiH, Zakonom o zaštiti okoliša, Zakonom o zaštiti zraka i Zakonom o vodama i ADR sporazumom kojim se BiH obavezala na primjenu standarda za drumsku distribuciju goriva. Bosna i Hercegovina teži usklađivanju zakonodavstva sa EU kroz Energetsku zajednicu jugoistočne Evrope (eng. Treaty Establishing the Energy Community) i direktive 94/53/ES (VOS emisije), 2010/75/EU (industrijske emisije), 2008/68/ES (transport opasnih materija). Transportna sredstva moraju biti ADR-sertifikovana, redovno tehnički kontrolisana i održavana. Obavezana je i ADR obuka i sertifikat za vozače. Član 71. Zakona o transportu opasnim materijama kaže da brzina kretanja motornog vozila kojim se prevoze opasne materije ne smije biti veća od 80% od najveće dozvoljene brzine određene prema vrsti puta, odnosno određene saobraćajnim znakom, a ne smije biti veća od 70 km na čas, što direktno utiče na efikasnost distribucije.

Prije postavljanja modela i prijedloga mjera za optimizaciju na osnovu modela, potrebno je predstaviti kako izgleda lanac snabdijevanja za specifičan proizvod gorivo, kako bi bolje razumjeli model. Lanac snabdijevanja (eng. supply chain) predstavlja cjelokupni sistem kroz koji roba ili usluga prolazi od proizvodnje do krajnjeg kupca. Kao dio lanca snabdijevanja javlja se uži transportni lanac, kojim se u radu više bavimo.

Transportni lanac je skup tehničkih, tehnoloških, organizacijskih, prostorno i vremenski sinhronizovanih operacija (npr. pakiranja, signiranja, vaganja, brojanja, utovara, istovara, skladištenja, primopredaje robe...) u vezi s prevozom određene robe koje osiguravaju brz, siguran i optimalan protok robe od sirovinske baze do potrošača (Zelenika R. 2001, str. 103). U tom smislu, možemo govoriti o optimizaciji svih aktivnosti, odnosno operacija koje su sastavni dio lanca, a koje će dovesti do smanjenja troškova preduzeća. Zelenika (2001) navodi da je „optimizacijom transportnog lanca moguće ostvariti brojne prednosti: primjenom standardizovanih manipulacijskoprevoznih jedinica smanjuje se oštećenje, gubitak i krađa robe, minimiziraju se ukupni troškovi makro i mikrodistribucije robe, maksimalnim ubrzavanjem protoka predmeta rada u procesu proizvodnje prometne usluge povećava se obrtaj angažovanog kapitala i na taj način se ubrzava cjelokupni proces reprodukcije...” (str. 107).

Sirova nafta još uvijek je glavna sirovinska osnova za proizvodnju goriva. Nafta je tečna do polučvrsta materija sastavljena od više hiljada ugljovodoničnih i neugljovodoničnih jedinjenja različite hemijske strukture i veličine molekulske mase (Dugić P., Botić T. & Petrović Z. 2017. str. 5). U prvoj fazi prerade naftu treba razdvojiti na srodne naftne frakcije. Najčešći procesi su uklanjanje neželjenih primjesa (rafinisanje), hemijsko preobliko-

4 Preuzeto sa: https://www.theglobaleconomy.com/rankings/roads_quality/

5 Preuzeto sa: <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2025/07/14/new-roads-boost-jobs-connectivity-and-growth-in-bosnia-and-herzegovina>

vanje strukture goriva u odnosu na ciljne potrebe, te odabir i miješanje različitih naftnih struktura imajući u vidu vrstu goriva koju želimo proizvesti i kvalitativne zahtjeve koje moraju ispuniti. Nakon rafinacije, gorivo se skladišti u terminalima. Zatim, prije otpreme, prolazi kroz kontrolu kvaliteta. Gorivo čije fizičko-hemijske osobine potpuno ispunjavaju zahtjeve normi pripremljeno je za tržište. Utovar u cisterne odvija se automatski preko punionih rampi. Svaka cisterna nosi prateću dokumentaciju CMR tovarni list, kontrole kvaliteta, izvještaj o volumenu i vrsti goriva. Postoje mogućnosti transporta direktno benzinskim pumpama ili do distributivnog terminala. Distributivni terminali pogodni su za udaljenije regije, gdje se gorivo skladišti, pa redistribuira manjim tankerima do više pumpi.

PRIMJENA KVANTITATIVNIH METODA ZA PREVAZILAŽENJE IZAZOVA U REGIJI HERCEGOVINE

Matematika je oduvijek pronalazila svoje mjesto u ekonomiji, razvojem ekonomije i uslozljavanjem privrednih procesa značaj primjene matematike postajao je veći. Toliko da se većina danas važećih ekonomskih zakona potvrđuje matematičkim teoremama. Ekonomsko-matematički model je slika pojednostavljene ekonomske stvarnosti, prikazana skupom relacija pomoću kojih se opisuje međuzavisnost varijabli koje čine posmatranu ekonomsku pojavu (Stanić, S., Račić, V. Ž. 2019. str. 19). U logistici, oni se koriste za planiranje transporta, optimizaciju ruta, raspodjelu resursa, smanjenje troškova i povećanje efikasnosti lanca snabdijevanja. Drugim riječima, primjenom matematičkih modela moguće je simulirati različite scenarije i određenom metodom izabrati optimalno rješenje uz poznate ograničavajuće faktore.

PRONALAŽENJE OPTIMALNE LOKACIJE CENTRALNOG SKLADIŠTA PRIMJENOM METODA CENTRA GRAVITACIJE

Metod centra gravitacije ili metod težišta koristi se za pronalaženje optimalne lokacije centralnog skladišta ili distributivnog centra, tako da se ukupni troškovi transporta minimiziraju. Pretpostavlja se da se troškovi proporcionalno mijenjaju sa količinom i udaljenošću.

Osnova određivanja lokacije skladišta metodom težišta jeste koordinatni sistem. Za svakog potrošača predmeta rada (proizvodni pogon), ako se radi o proizvodnoj firmi, ili za svakog kupca – ako se radi o trgovinskoj firmi, određuju se koordinate x i y (Regodić, D. 2010. str. 284). Za određivanje lokacije skladišta u našem primjeru korist ćemo koordinate Nestro pumpi, a kao težišni faktor uzećemo broj registrovanih vozila po opštinama.

Mjesto Nestro pumpe	Koordinate Nestro pumpi		Broj registrovanih vozila po opštinama 09.2023. (W_i) ⁶
	x_i	y_i	
Nevesinje	43.25633926386575	18.117011667700897	4662
Gacko	43.16216819928214	18.542603543026775	3201
Ljubinja	42.94815754802228	18.09421946958168	1404
Bileća	42.87323383793353	18.424380710054944	4209
Trebinje 1	42.702037176494045	18.3487001966181	6653
Trebinje 2	42.71028383597835	18.346146733686425	6653

Tabela br 2. Pregled podataka potrebnih za izračun koordinata optimalne lokacije

Izvor: Autor

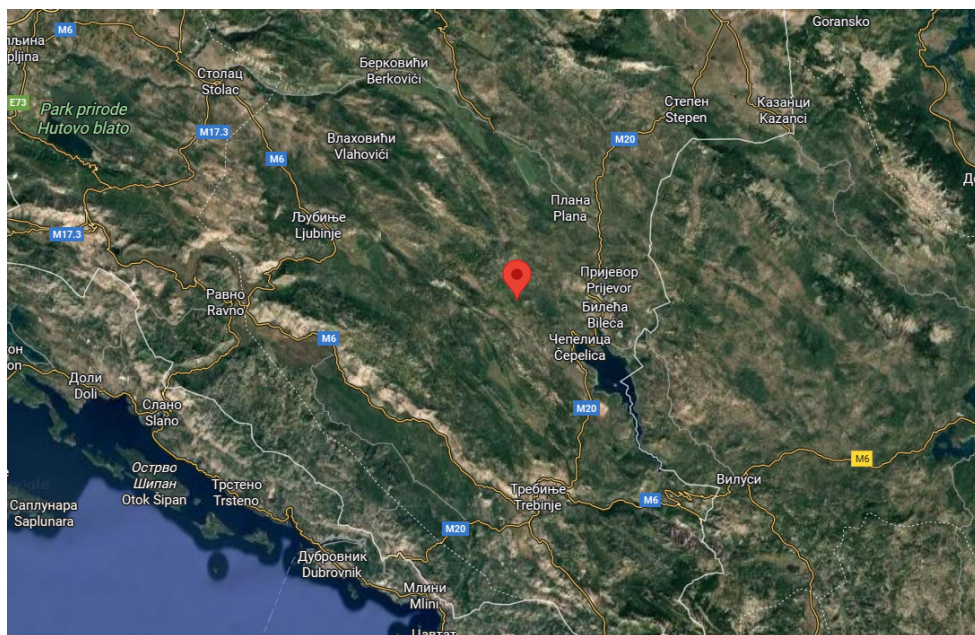
6 Preuzeto sa: https://www.iddeea.gov.ba/wp-content/uploads/2023/10/BiltenVozila_Septembar_2023.pdf

$$X_c = \frac{\sum(x_i * Q_i)}{\sum w_i} \quad X_c = \frac{1,148,464.94}{26,782} \quad X_c = 42.889392$$

$$Y_c = \frac{\sum(y_i * Q_i)}{\sum w_i} \quad Y_c = \frac{490,889.87}{26,782} \quad Y_c = 18.321689$$

(x_i , y_i) – koordinate Nestro pumpi

W_i – težišni faktor (broj registrovanih vozila po opštini)



Slika br.2 Rezultat Metoda centra gravitacije

Izvor: Autor

Lokacija je strateški pozicionirana, jer omogućava najbolji pristup svim opštinama u mreži, posebno onim sa najvećim težišnim faktorom (najveći broj vozila), dok je i dalje povezana s glavnom infrastrukturom. Za praktično lociranje terminala trebalo bi razmotriti blizinu frekventnog putnog pravca i administrativnog centra:

- Uz magistralni put M-20, jer je to glavni koridor za distribuciju;
- U blizini opštine Bileća, s obzirom na to da je to najbliži administrativni centar koji može ponuditi infrastrukturu (struju, vodu, radnu snagu) koja nedostaje u preciznoj tački centra gravitacije.

ODREĐIVANJE OPTIMALNE KOLIČINE ZALIHA PRIMJENOM MODELA EKONOMSKE KOLIČINE NARUDŽBE

Kada smo odredili lokaciju potencijalnog skladišta, potrebno je dati mu određene karakteristike, kao što je kapacitet. Među glavnim izazovima u distribuciji naftnih derivata ističe se donošenje odluka o količini i vremenu nabavke, što je od suštinskog značaja za optimizaciju zaliha i efikasnost lanca snabdijevanja. Prema dostupnim podacima, u Republici Srpskoj se godišnje potroši oko 650 miliona litara raznih goriva, od toga oko 40 miliona ide za rudnike i druga postrojenja, što znači da se na pumpama natoči oko 610

miliona litara goriva.⁷ Istočna Hercegovina čini relativno mali dio ukupnog stanovništva i ekonomske aktivnosti RS. Procjenjuje se da se radi o udjelu od otprilike 10% stanovništva RS. Ako primijenimo navedeni udio od 10% na godišnju potrošnju cijele RS, dobićemo:

Godišnja potrošnja (Istočna Hercegovina) $\approx 610 \text{ miliona litara} \times 10\% \approx 61 \text{ milion litara}$.⁸

Ako za potrebe postavljanja modela pretpostavimo da je tržišno učešće kompanije 30%, dobićemo da je godišnja distribuirana količina u Istočnu Hercegovinu 18,3 miliona litara. Realni kapacitet skladišta u Hercegovini treba biti dovoljan za opsluživanje potražnje za određen broj dana, neka je to 10 dana.

$$\text{Godišnja potrošnja} = 18.300.000 \text{ l}$$

$$\text{Dnevna potrošnja} = 18.300.000 / 365 \approx 50.000 \text{ l}$$

$$\text{Kapacitet skladišta} = 50.000 \cdot 10 = 500\,000 \text{ l}$$

Prije nego što postavimo model za hipotetički primjer, dotaći ćemo se pojma zaliha i važnosti njihovog optimalnog određivanja. Pod pojmom zaliha obično se podrazumijeva određena vrsta robe koja se u određenom vremenskom periodu nalazi u skladištima firmi, sa ciljem da kasnije bude upotrebljena (Backović M., Vuleta J. & Popović Z. 2016. str. 123). Za primjer koristimo model u kome nije dozvoljeno postojanje nepodmirene tražnje. Model ekonomske količine narudžbe (eng. Economic Order Quantity) prvi put je formulisan 1913. godine od strane Forda W. Harris. EOQ model je osnova za mnoge kasnije razvijene metode upravljanja zalihama.

Primjer: Pretpostavimo da je kapacitet skladišta 500 000 l, koje je dovoljno za snabijevanje pumpi u regiji Istočne Hercegovine za 10 dana. Potraživane količine goriva mogu se nabaviti svakog trenutka u željenim količinama. Troškovi jedne redovne nabavke neka su 3000 novčanih jedinica, a troškovi skladištenja po litru dnevno su 0,03 n.j. Opisujemo režim funkcionisanja zaliha goriva prema ovim podacima.

$$Q = 500\,000 \text{ l}$$

$$\Theta = 10 \text{ dana}$$

$$c_1 = 3000 \text{ n.j.}$$

$$c_2 = 0,03 \text{ n.j.}$$

$$Q - \text{potrebna količina}$$

$$\Theta - \text{vrijeme}$$

$$c_1 - \text{troškovi nabavke}$$

$$c_2 - \text{troškovi održavanja zaliha po danu}$$

$$S_0 = \frac{Q}{n_0} = \frac{500\,000}{5} \approx 100\,000 \text{ l}$$

$$n_0 = \frac{\Theta}{T_0} = \frac{10}{5} \approx 2$$

$$T_0 = \frac{\sqrt{2Qc_1/c_2}}{n_0} = \frac{\sqrt{2 \cdot 500\,000 \cdot 3000 / 0,03}}{2} \approx 5 \text{ dana}$$

$$S_0 \approx 100\,000 \text{ l}$$

$$S_0 - \text{optimalna veličina narudžbe}$$

$$n_0 - \text{broj narudžbi}$$

$$T_0 - \text{vremenski razmak između dvije narudžbe}$$

Prethodni primjer, pokazuje kako bi se mogao izračunati kapacitet skladišta, veličina nabavke i broj nabavki za određeni period. Pri navedenim pretpostavkama, dobili smo da će količina od 500 000 l nabavljati u 5 porudžbina, od po 100 000 l, u vremenskom razmaku od 2 dana.

⁷ Preuzeto sa: <https://toktv.ba/povecana-potrosnja-goriva-u-bih-gradani-i-privreda-izdvojili-preko-tri-milijarde-km/>

⁸ Ova količina je samo procijenjena i može značajno varirati, posebno ljeti, zbog turističkog i tranzitnog prometa koji ulazi u Hercegovinu iz Crne Gore i Hrvatske, a koji znatno povećava prodaju goriva u pograničnim opštinama.

OPTIMIZACIJA TRANSPORTNIH TROŠKOVA PRIMJENOM TRANSPORTNOG MODELA

Kada smo odredili potencijalnu lokaciju terminala metodom centra gravitacije, kao i veličinu i optimalan broj nabavki modelom zaliha, potrebno je nešto reći i o efektima koji bi proistekli. U sektoru naftne industrije jedan od glavnih izazova odnosi se na optimizaciju transportnih troškova, koji imaju presudnu ulogu u smanjenju operativnih rashoda i povećanju konkurentnosti. Za tu svrhu korist ćemo transportni model i njemu odgovarajuću metodu jediničnih koeficijenata. Transportni problem predstavlja model čijim se korišćenjem određuje optimalan program distribucije određene vrste roba iz različitih mjesta ponude (tzv. ishodišta) do različitih mjesta tražnje (tzv. odredišta), pri čemu se podrazumijeva njihova teritorijalna razdvojenost (Backović, M. Vuleta, J.& Popović, Z. 2016, str. 399). Na ovaj način, transportni model omogućava minimizaciju ukupnih troškova transporta, što je od suštinskog značaja za efikasno funkcionisanje logističkog sistema. Kada je postavljen transportni model, potrebno je odabrati metod koji bi se primijenio za dobijanje početnog bazičnog rješenja, a koje postaje predmet ispitivanja optimalnosti. Najpoznatiji metodi za dobijanje početnog bazičnog rješenja su: metod sjeverozapadnog ugla, metod minimalnih troškova, Vogelov aproksimativni metod, u sljedećem primjeru korist ćemo metod minimalnih troškova, jer kako Backović, Vuleta i Popović (2016) navode „...ovaj metod u opštem slučaju obezbeđuje dobijanje početnog bazičnog rešenja koje je bliže optimalnom rešenju u odnosu na odgovarajuće rešenje dobijeno metodom severozapadnog ugla“ (str. 411).

U transportnom modelu za potrebe ovog istraživanja korišteni su podaci koji se odnose na udaljenost između dva ishodišta i dvanaest odredišta u Republici Srpskoj. Budući da tačni podaci o transportnim troškovima nisu dostupni, model pretpostavlja da su troškovi transporta proporcionalni udaljenosti između pojedinih lokacija. Na taj način udaljenost je uzeta kao osnovni kriterijum za izračun ukupnih troškova distribucije, što omogućava realnu i jednostavnu aproksimaciju stvarnih logističkih troškova. Za aproksimaciju količina koje potražuje svako odredište korišten je broj registrovanih vozila svakog grada, kao i blizina graničnim prelazima i većim putnim pravcima.

Odredište	Broj registrovanih vozila ⁹	Potražnja za 10 dana
Novi Grad (NG)	9.233	45.000
Gradiška (GR)	18.584	115.000
Doboj (DB)	25.856	95.000
Šamac (ŠM)	4.337	80.000
Zvornik (ZV)	15.880	95.000
Sokolac (SK)	4.884	65.000
Gacko (GK)	3.363	55.000
Bileća (BL)	4.548	65.000
Ljubinja (LJ)	1.512	50.000
Nevesinje (NE)	4.900	60.000
Trebinje 1 (T1)	14.132	90.000
Trebinje 2 (T2)	14.132	90.000
UKUPNA POTRAŽNJA	121.361	905.000

Tabela br. 3 Procjena potražnje na osnovu registrovanih vozila opštine

Izvor: Autor

9 BiltenVozila_Septembar_2024.pdf

☐ Maximize		Minimum Cost Method											
☒ Minimize													
1000 Solution solution value = \$73895000													
	Novi Grad	Gradiška	Doboj	Šamac	Zvornik	Sokolac	Gacko	Bileća	Ljubinje	Nevesinje	Trebinje 1	Trebinje 2	Dummy
Brod	45000	115000	95000	80000	95000								770000
Terminal Hercegovina						65000	55000	65000	50000	60000	90000	90000	25000

Slika br 3. Rezultat Transportnog modela

Izvor: Autor

Postavljeni transportni model riješen je primjenom softverskog paketa QM for Windows, koristeći metod minimalnih troškova. Nakon unosa svih podataka o ishodištima, odredištima i pripadajućim udaljenostima, program je odredio optimalnu raspodjelu količina između terminala „Terminal Brod” i „Terminal Hercegovina” prema odredištima u Republici Srpskoj. Optimalna raspodjela pokazuje da „Terminal Brod” treba da snabdijeva gradove Novi Grad, Gradiška, Doboj, Šamac i Zvornik, a „Terminal Hercegovina” gradove Sokolac, Gacko, Bileća, Ljubinje, Nevesinje, Trebinje 1 i Trebinje 2.

DISKUSIJA

Analiza energetskog sektora Bosne i Hercegovine, prema dostupnim podacima, pokazala je da snabdijevanje naftom i naftnim derivatima uveliko zavisi od uvoza iz susjednih zemalja, kao i da se naftni derivati najviše troše u transportu. Rad je identifikovao složene logističke izazove s kojima se susreću kompanije, primarno uslovljene strogim regulatornim okvirom za transport opasnih materija i neadekvatnom putnom i željezničkom infrastrukturu u Bosni i Hercegovini. Poseban naglasak stavljen je na distribuciju u regiji Istočne Hercegovine, čije snabdijevanje predstavlja logistički izazov zbog nedostatka značajne infrastrukture. Ovaj problem direktno utiče na efikasnost, povećava vrijeme isporuke i troškove. U tom smislu, predložena primjena kvantitativnih metoda predstavlja ključni faktor za ublažavanje ovih nedostataka. Hipotetička primjena metoda centra gravitacije u regiji Hercegovine pokazala je da bi najbolja lokacija za skladište bila u blizini Bileće, čime se rješava problem nedovoljne geografske pokrivenosti i visokih troškova transporta. Takođe, modeliranje optimalnog broja nabavki i kapaciteta skladišta pružilo bi menadžmentu konkretnu operativnu mjeru za efikasno upravljanje zalihama u udaljenoj regiji, smanjujući rizik od nepodmirene tražnje, a što je ključno za održavanje konkurentnosti u odnosu na lokalno prisutnu konkurenciju. Najznačajniji nalaz diskusije proizilazi iz transportnog modela, koji određuje raspodjelu goriva iz „Terminala Brod” i potencijalnog „Terminala Hercegovina” prema odredištima, odnosno pretpostavljenim lokacijama pumpi. Dobijeno rješenje, gdje se uspostavlja jasna geografska podjela snabdijevanja, Brod za sjever i istok, Hercegovina za jug, pokazuje da bi uvođenje novog distributivnog centra smanjilo ukupne transportne troškove i vrijeme dostave za južni dio Republike Srpske. Kraće rute znače manje izlaganje riziku, manju potrošnju goriva i bolju iskorištenost voznog parka. Transportni model osigurava da svaka cisterna pređe minimalnu potrebnu udaljenost da bi zadovoljila potražnju, čime se minimiziraju „prazni kilometri” i višak potrošnje goriva. S obzirom na veliku zavisnost kompanije od drumskog transporta, ovo donosi značajne i mjerljive uštede.

Ipak, postavljeni modeli se moraju posmatrati kritički u kontekstu stvarnog poslovanja. Transportni model zasnovan je na pretpostavci da su troškovi proporcionalni udaljenosti i koristi aproksimativne podatke za potražnju, kao što su broj registrovanih vozila, blizina graničnim prelazima, značajnim putnim pravcima i slično. Stvarni troškovi transporta naftnih derivata uključuju varijabilne faktore poput cijena goriva, putarine, dnevnice vozača, održavanja ADR-sertifikovanih cisterni i specifične rizike, koji često nisu linearne funkcije. Primjena metoda centra gravitacije zahtijeva značajnu investiciju, to jest izgrad-

nju novog skladišnog kapaciteta. Iako model pokazuje uštede u transportu, menadžment mora balansirati te uštede s kapitalnim izdacima, troškovima održavanja i dobijanjem svih potrebnih ekoloških i građevinskih dozvola. Model zaliha pretpostavlja relativno stabilnu dnevnu potrošnju, što u nekim periodima, kao što je ljetnja sezona, neće biti slučaj.

Logističko okruženje naftnih kompanija opterećeno je brojnim ograničenjima. Kvantitativne metode omogućavaju da se svi ovi faktori inkorporiraju istovremeno kao varijable i ograničenja u složeni sistem jednačina. Ovi modeli nude put ka minimizaciji troškova distribucije, poboljšanju logističke usluge i jačanju konkurentne pozicije, posebno u geografski udaljenim i infrastrukturno ugroženim regijama.

ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada bio je analiza logističkih izazova s kojima se suočavaju kompanije koje se bave snabdijevanjem naftom i naftnim derivatima, te istraživanje mogućnosti optimizacije tih procesa primjenom kvantitativnih metoda. Prvi dio rada i kvalitativna analiza je potvrdila da se ove kompanije suočavaju s višestrukim logističkim ograničenjima. Ključni izazovi proističu iz strogih regulatornih okvira za transport opasnih materija, neadekvatne putne infrastrukture i visoke zavisnosti od drumskog transporta. Pored toga, promjenljiva potražnja, sezonske oscilacije i visoki troškovi goriva dodatno utiču na stabilnost i predvidivost logističkih tokova. Drugi dio rada fokusiran je na kvantitativne metode, kao moćan alat za optimizaciju poslovanja preduzeća, a koje omogućavaju objektivno, mjerljivo i racionalno sagledavanje problema. U logistici i distribuciji imaju poseban značaj, jer pomažu u donošenju odluka koje se odnose na planiranje, raspodjelu resursa, izbor transportnih pravaca i smanjenja troškova poslovanja. Primjena adekvatnih metoda na postavljeni model, koji je matematički zapisan problem, omogućava menadžerima da odluke donose na mjerljivim pokazateljima, a ne na intuiciji i iskustvu. U kontekstu naftnih kompanija značaj kvantitativnih metoda je još izraženiji, jer efikasna distribucija naftnih derivata zahtijeva precizno planiranje transportnih ruta, skladišnih kapaciteta i lokacija terminala, pri čemu i najmanje odstupanje može dovesti do velikih troškova. U ovom radu za prikaz mogućnosti primjene modela i metoda u realnom sektoru uzeti su metod centra gravitacije, model zaliha i transportni model, koji su rezultirali lokacijom terminala u Hercegovini, kapacitetom i frekvencijom nabavki i rutiranjem snabdijevanja Nestro pumpi sa „Terminala Hercegovina” i „Terminala Brod”. Primjena ovih modela i metoda uz pretpostavljene varijable dala je sljedeće rezultate: lokacija terminala u Hercegovini treba biti određena uz magistralni put M-20 i u blizini grada Bileća, zatim kapacitet je određen na nivou 500 000 l, koji je dovoljan za snabdijevanje regije 10 dana, sistem je zaokružen transportnim modelom koji je pokazao da bi se minimalno pređeni kilometri ostvarili kada bi se iz „Terminala Hercegovina” snabdijevali Sokolac, Gacko, Bileća, Ljubinje, Nevesinje, Trebinje 1 i Trebinje 2, a iz „Terminala Brod” Novi Grad, Gradiška, Doboje, Šamac, Zvornik, Sokolac. Time se potvrđuje da integracija kvantitativnih metoda u logističke procese kompanija iz ovog sektora ne predstavlja samo tehničko unapređenje već i strateški korak ka efikasnijem, racionalnijem i konkurentnijem sistemu distribucije naftnih derivata u Bosni i Hercegovini.

LITERATURA

- Backović, M., Vuleta J., Popović Z. (2016). Ekonomsko-matematički metodi i modeli (trinaesto izdanje). Beograd: Ekonomski fakultet Univerziteta u Beogradu.
- Dugić, P., Botić, T., Petrović, Z. (2017). Tehnologija prerade nafte. Banja Luka: Tehnološki fakultet Univerziteta u Banjoj Luci.

- Regodić, D. (2010). Logistika. Beograd: Univerzitet Singidunum.
- Stanić, S., Račić, V.Ž. (2019). Ekonomsko-matematički modeli i metode. Banja Luka: Ekonomski fakultet Univerziteta u Banjoj Luci.
- Zelenika, R. (2001). Prometni sustavi: tehnologija – organizacija – ekonomika – logistika i menadžment. Rijeka: Ekonomski fakultet Sveučilišta u Rijeci.

OSTALI IZVORI

- https://bhas.gov.ba/data/Publikacije/Saopštenja/2024/ENE_06_2023_Y1_1_BS.pdf
- [IEA Data Services](https://www.iea.org/data/IEA Data Services)
- https://www3.weforum.org/docs/TTCR/2013/TTCR_DataTables7_2013.pdf
- https://www.theglobaleconomy.com/rankings/roads_quality/
- <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2025/07/14/new-roads-boost-jobs-connectivity-and-growth-in-bosnia-and-herzegovina>
- https://www.iddeea.gov.ba/wp-content/uploads/2023/10/BiltenVozila_Septembar_2023.pdf
- https://toktv.ba/povecana-potrosnja-goriva-u-bih-gradani-i-privreda-izdvojili-preko-tri-milijarde-km/BiltenVozila_Septembar_2024.pdf

LOGISTICAL CHALLENGES IN THE OIL DERIVATIVES DISTRIBUTION SECTOR AND OPPORTUNITIES FOR OPTIMIZATION USING QUANTITATIVE METHODS

Author: DUNJA BABIĆ

Email: dunja.babic@student.ef.unibl.org

Faculty of Economics, University of Banja Luka

Introduction: The control of energy resources has become a focal point for global powers, making the 21st century a period defined by efficient energy management. While a transition to renewable energy sources is both required and necessary, the world will not be able to function without oil and its derivatives for a long time. The safe delivery of petroleum products to end-users is an obligation for companies in the oil industry. Companies that perform this task most efficiently achieve greater profits and stand out from the competition. The application of quantitative methods can play a significant role in these companies.

Aim: This paper aims to connect theory with practice and academia with the real sector through the application of a center-of-gravity method, an inventory model, and a transportation model.

Materials and Methods: Qualitative and comparative methods were used to analyze publicly available data, as well as quantitative methods, specifically the center-of-gravity method, the inventory model, and the transportation model.

Results: Economic-mathematical models and methods make it possible to determine the optimal location of storage quantities, as well as the associated costs. The application of the transportation model and inventory model showed the optimal location for a warehouse in Herzegovina and the capacity that this warehouse should have to efficiently serve this region.

Conclusion: Companies in the energy sector of Bosnia and Herzegovina, especially oil companies, face numerous macroeconomic constraints, such as geographical location, infrastructure, and legal regulations, which dictate the method of transporting petroleum products. To ensure continuity and prevent the risk of supply chain disruption, a warehouse/storage facility in Herzegovina is necessary. The application of economic-mathematical models and methods in the system not only of this type of enterprise but also of other enterprises can bring significant savings.

Keywords: logistics; transport; petroleum products; capacity; optimization; models; methods