

MODELI ZA ODREĐIVANJE LOKACIJE LOGISTIČKOG CENTRA**MODELS FOR DETERMINING THE LOCATION OF THE LOGISTICS CENTER**Drago Stojaković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ - LOGISTIKA**

Kratak sadržaj – U radu su predstavljene neki od modela i metoda koji se koriste za određivanje lokacije logističkog centra. Izbor prave lokacije logističkog centra ima veoma veliki značaj kako sa aspekta troškova (investicionih i operativnih) tako i sa aspekta kvaliteta usluge, tako da su saznanja izneta u ovom radu sastavni deo planiranja i izgradnje logističkih centara.

Ključne reči: Logistički centar, lokacioni problem, lokacioni modeli, analiza lokacije.

Abstract – The paper presents some of the models and methods used to determine the location of the logistics center. The choice of the right location of the logistics center is of great importance both from the aspect of costs (investment and operational) and from the aspect of service quality, so that the findings presented in this paper are an integral part of planning and construction of logistics centers.

Keywords: Logistics center, location problem, location models, location analysis.

1. UVOD

U ovom radu je izvršen pregled, sistematizacija i analiza literature koja se bavi problematikom odabira optimalne lokacije logističkog centra. Za izbor lokacije mogu se koristiti različite metode i modeli a neki od njih su predstavljani u radu.

Za logistički centar, kao mjesto koncentracije robnog rada koje je opremljeno odgovarajućom infrastrukturom i tehničkim sredstvima za realizaciju logističkih (i pratećih) aktivnosti, jedna od ključnih odluka i sa ekonomskog i sa društvenog aspekta je izbor lokacije. Pri određivanju lokacije ovako velikih infrastrukturnih objekata neophodno je ispoštovati veliki broj faktora, kao što su kvalitativne i kvantitativne karakteristike robnih tokova, društveno - socijalne karakteristike potencijalne lokacije, saobraćajne karakteristike itd. Značaj izbora lokacije logističkog centra (ili bilo kog objekta) je veliki, jer ukoliko se ne odabere dovoljno dobra - najbolja lokacija, negativne posljedice će se odraziti na poslovanje i kontinualno će rasti. Troškovi poslovanja će biti veći a profit manji, što je ekonomski neodrživo. Jedinstveni cilj lociranja logističkog centra na najbolju moguću lokaciju jeste konkurentnost

na tržištu, ostvarivanje većeg profita i pružanje što kvalitetnije usluge. Loše izabrana lokacija predstavlja skupu grešku tako da je za lociranje logističkog centra na određenoj lokaciji potrebno da svi aspekti budu zadovoljeni.

2. RAZVOJ LOGISTIČKIH CENTARA

U prošlosti, pojam logistički centar nije se odnosio ni podrazumevao današnje shvatanje ovog pojma; postoji razlika i u opsegu djelatnosti koje je obuhvatao nekada i danas.

U prošlosti su postojale organizacije koje su obavljale samo jednu djelatnost, bilo da je to samo skladištenje, transport robe ili nešto drugo. Sa razvojem tehnologija koje su poticale razvoj logistike, rastao je i njen značaj u privredi i društvu i došlo je do izgradnje savremenih objekata za pružanje većeg broja logističkih usluga na jednom mjestu. Razvojem tehnike došlo je do unapređenja i razvoja infrastrukture i tehničkih sredstava namjenjenih za unapređenje logističke usluge. Takvi savremeni objekti sa pratećim tehničko-tehnološkim riješenjima koji pružaju logističke usluge se danas nazivaju logistički centri.

Analizom i posmatranjem logističkih aktivnosti uočava se veoma značajna veza između razvoja društvene ekonomije i razvoja logističkih centara. Kako se ekonomija razvijala i postajala sve značajni segment društva, tako je i logistika dobijala na važnosti, i u okviru nje različiti koncepti koji su podržavali privredni rast. Logistički centri su se tehničko-tehnološki razvijali i proširivali opseg i kvalitet usluga koje pružaju. U razvoju logističkih centara mogu se uočiti četiri faze [7]:

- faza industrijskog skladištenja;
- faza logističkog sistema;
- faza logističkih centara;
- faza socijalizacije logističkih centara.

Logistički centar kao komponenta distributivne mreže prvi put se integriše u logistički lanac u periodu između 1970. i 1980. godine, što je posledica značajnog razvoja logistike i shvatanja značaja i koristi koje logistika implementira. Kao primjer se navodi da je Wall-Mart prvi distributivni centar otvorio 1970. godine kako bi lakše upravljao zalihama i smanjio logističke troškove.

2.1. Planiranje logističkog centra

Planiranje razvoja logističkih centara se zasniva na određenim vrstama modela kao i vizijama kako treba da izgleda logistički centar.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Svetlana Nikoličić, vanr. prof.

Kod planiranja logističkog centra, potrebno ga je posmatrati kao složen sistem koji je pod uticajem cjelokupnog društvenog i privrednog sistema. Osnovne faze planiranja logističkog centra su [2]:

1. analiza saobraćaja;
2. analiza lokacije;
3. priprema „master plana“;
4. „Cost-benefit“ analize (analize troškova i koristi);
5. konačni predlozi.

2.2. Izvodljivost projekta

Osnovne dvije komponente izvodljivosti projekta su :

- Tržišna analiza

Analiza tržišta započinje traženjem najbolje lokacije koja ima najveće šanse da ispuni očekivanja. Nakon toga slede aktivnosti ocjene same lokacije i definisanje ponude i potražnje usluga u oblasti posmatrane lokacije.

Analiza posmatrane lokacije podrazumeva sakupljanje podataka o odgovarajućim, postojećim i predloženim objektima u definisanoj oblasti.

- Finansijska analiza

Kada je završena tržišna analiza, sledi finansijska analiza izvodljivosti kojom se utvrđuje da li određena investicija ima predloženu profitabilnost, tj. da li određena investicija može da vrati uloženo investitorima.

3. KRITERIJUMI ZA IZBOR LOKACIJE LOGISTIČKOG CENTRA

Kriterijumi za izbor lokacije se mogu grupisati u pet osnovnih grupa sa svojim podgrupama. Kriterijumi se definišu u zavisnosti od metodologije i načina istraživanja, odnosno kriterijuma prema kojima se analizira posmatrano područje:

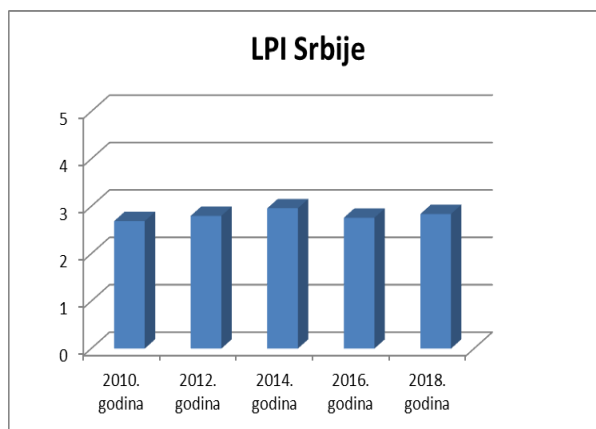
- ekonomski kriterijumi;
- socijalni kriterijumi;
- politički kriterijumi;
- geografski kriterijumi;
- infrastrukturni kriterijumi.

Svi navedeni kriterijumi su veoma važni za izbor lokacije logističkog centra i svaki u svom domenu djelovanja daje najbolja i najpovoljnija rešenja za lociranje logističkog centra.

Prethodna klasifikacija je predstavila opšte prihvaćene kriterijume, međutim, postoje i izvedeni kriterijumi za lokaciju logističkog centra koji se koriste u zavisnosti od potrebe i načina analize potencijalnih lokacija. Jedan od izvedenih kriterijuma jeste indeks logističkih performansi (LPI).

3.1. Logistics Performance Index – LPI za Srbiju

Vrednosti LPI za Srbiju od 2010. godine do 2018. godine prikazani su na slici 1. Sa slike je evidentno da je Srbija najbolji rezultat ostvarila 2014. godine koji je iznosio 2,96 od maksimalno 5. Iste godine ostvarila je i najbolji rang tj. 63 mjesto od okvirno 150 država za koje su bili dostupni podaci za analizu.



Slika 1. LPI Srbije za period od 2010. do 2018. godine

3.2 Mjere pristupačnosti kao faktora za izbor lokacije

Pristupačnost se može mjeriti pomoću tri različite metode [7]:

- metoda kumulativne mogućnosti;
- metoda zasnovana na gravitaciji;
- metoda zasnovana na uslužnim programima.

Od navedenih metoda, mjera pristupačnosti zasnovana na gravitaciji je najviše zastupljena. Metodu zasnovanu na gravitaciji razvio je Hansen 1959. godine, može se izraziti na sledeći način [7]:

$$A_i = \sum_{j=1}^n D_j e^{-\beta c_{i,j}} \quad (1)$$

Gdje je:

A_i – mjera pristupačnosti od zone i do svih potencijalnih lokacija (D) u različitim zonama j .

$C_{i,j}$ – troškovi putovanja između i i j

β – parametar osjetljivosti troškova.

3.3 Metode izbora lokacije

Postoji više klasifikacija metoda koje se koriste pri izboru lokacije. Generalno, one se prema broju objekata mogu podeliti u dvije osnovne grupe:

- metode utvrđivanja individualnih lokacija - tu spadaju metode za određivanje lokacije jednog objekta, preduzeća, pogona, skladišta itd;
- metode utvrđivanja grupnih lokacija - odnosi se na metode utvrđivanja lokacije industrijskih zona i kompleksa koje obuhvataju veliki broj objekata koje je potrebno smjestiti na određenom položaju.

Metode koje se najčešće koriste prilikom izbora lokacije su:

- metod bodovnog ocenjivanja;
- metod ponderisanja;
- metod transportnih troškova;
- metod investicionih ulaganja;
- metod mreže (centra gravitacije);
- break-even analiza lokacije;
- transportni metod [4].

4. LOKACIONI MODELI

Za rješavanje praktičnih problema lociranja objekata koriste se različiti lokacioni modeli koji se mogu grupisati na različite načine i koji se primjenjuju u različitim uslovima. Matematički lokacioni modeli se mogu podijeliti u tri grupe [3]:

- kontinualni modeli;
- diskretni modeli;
- mrežni modeli.

Jedna od najbitnijih razlika između lokacionih modela jeste način na koji su predstavljene promjenljive. Kod diskretnih modela poznat je skup mogućih lokacija za objekat a treba da se odredi neki od njegovih podskupova tako da se optimizuje neki od definisanih kriterijuma. Kod kontinualnih modela objekti se mogu locirati u prostoru a polja promjenljivih kod ovih modela su kontinuum, što znači da dopustivi skup ima beskonačno mnogo tačaka tj. lokacija. Mrežni modeli se sastoje od elemenata kontinualnih diskretnih modela. Nova potencijalna lokacija može biti bilo gdje na zadatoj mreži gdje je skup čvorova konačan, a skup tačaka na lukovima koji spajaju tjemena beskonačan.

Lokacijski modeli po obliku funkcije cilja mogu biti:

- Min-Max,
- Min-Sum.

Funkcija cilja Min-Max modela izražava minimiziranje težinskog zbira svih rastojanja između novih i fiksnih objekata. Ova funkcija pravi razliku između korisnika tako što favorizuje određenu grupu korisnika, dok korisnike koji su udaljeni zanemaruje. Dok funkcija Min-Sum ravnopravno tretira sve korisnike, na taj način što definiše nove lokacije koje minimiziraju maksimalno rastojanje između postojećih i novih objekata.

4.1 Gravitacioni model

Gravitacioni model se sprovodi u dva koraka:

- određivanje lokacije primjenom metode „težišta“;
- određivanje lokacije primjenom metode „tona-kilometar“.

Primjenom metode “težišta” određuje se lokacija na posmatranom području, dok metoda “tona-kilometar” optimizuje utvrđenu lokaciju dodavanjem novog parametra.

Najbolja lokacija po metodi centra gravitacije jeste ona lokacija čija je suma transportnih troškova između korisnika i utvrđene lokacije najmanja. Osnovna funkcija cilja za minimalne transportne troškove definiše se na sledeći način:

$$\min TT = \sum_{i=1}^n V_i R_i \varepsilon \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \quad (2)$$

gdje su:

TT – ukupni transportni troškovi (novčana jedinica);

n – broj kupaca;

V_i – količina potražnje u tački i [t];

R_i – jedinična cijena prevoza do tačke i ;

ε – korektivni faktor udaljenosti;

x, y – kordinate centra gravitacije;

x_i, y_i – kordinate korisnika.

4.2 Heuristički algoritam - GHA

GHA (*greedy heuristic algorithm*) se koristi za smanjenje prosječne udaljenosti između objekata. Ovaj algoritam se bazira na geografskom kriterijumu za izbor lokacije, ali pošto geografski faktor nije jedini faktor koji utiče na izbor lokacije, moraju se i uvrstiti i ostali faktori. To se postiže pomoću metode „Promethee“ ili Metode obogaćenih kriterijuma (višekriterijumski metod).

$$\min TC = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_i d_{ij} x_{ij} \quad (3)$$

prema tome:

$$\sum_{j \in J} x_{i,j} = 1, \forall i \in I \quad (4)$$

$$\sum_{j \in J} y_j = p, \forall j \in J \quad (5)$$

$$x_{i,j} \leq y_j; \quad (6)$$

$$x_{i,j} \in \{0,1\}; y_j \in \{0,1\};$$

Gdje je :

$i = \{1, \dots, m\}$ skup lokacija potražnje;

$j = \{1, \dots, n\}$ skup lokacija kandidata za logistički centar;

d_{ij} – najkraća udaljenost između lokacije i i lokacije j ;

c_i – količina potražnje (stanovništvo na lokaciji i)

$x = I$ ako je kupac na lokaciji i gdje je lokacija centra (LC), u suprotnom j je 0, $y_i = I$ ako je uspostavljen LC u suprotnom j je 0.

p – broj LC koji treba da budu uspostavljeni

4.3 Analitički hijerarhiski proces

Analitički hijerarhiski proces (AHP) je metoda višekriterijumskog odlučivanja koji je razvio Saati, (1980) [8]. Metoda uključuje i faktore koji su vidljivi i nevidljivi a istovremeno utiču na procjenu zasnovanu na lokacionom problemu [5]. AHP omogućava donosiocima odluka da modeliraju kompleksan problem u hijerarhijskoj strukturi, koji prikazuje odnose ciljeva/kriterijuma, i alternative [6]. AHP se zasniva na tri osnovna principa koji su opisani u master radu.

4.4 Metoda Electra

Zahvaljujući fleksibilnosti u rješavanju raznovrsnih realnih problema, metoda je postala poznata i sve se više primjenjivala pod nazivom ELECTRE I. Međutim, u kasnim šezdesetim godinama prošloga vijeka, postavilo se pitanje: „Kako uspostaviti adekvatni sistem rangiranja kriterijuma?“. To je dovelo do početka ELECTRE II - metode za rješavanje realnih problema rangiranjem aktivnosti od najbolje do najlošije [9]. Nakon toga su nastale i ELECTRA III i ELECTRA IV koje su se koristile za rješavanje svakodnevnih problema u praksi a koje su vezane za odabir, rangiranje kao i sortiranje aktivnosti.

4.5 Promethe metoda

Metod Promethee I i Promethee II prvi put su predstavljene davne 1982. godine a razvio ih je J.P Brans

[1]. Promethee metoda spada u grupu višekriterijumskih metoda odlučivanja koja se zasniva na poređenju svakog alternativnog para u odnosu na svaki izabrani kriterijum. Kako bi se izvršilo rangiranje po navedenoj metodi treba definisati željenu funkciju $P(a,b)$.

Za navedene alternative ove funkcije a i b , treba definisati kriterijume, na osnovu kojih se procjenjuje koja je alternativa bolja. Poređenjem između alternativa a i b dobija se bolja alternativa.

Ukoliko je $a > b$ smatraće se da je bolja alternativa a u odnosu na alternativu b . Odnos između alternativa se može predstaviti preferencijom na skali od 0 do 1 [7].

5. ZAKLJUČAK

Značaj izbora optimalne lokacije objekata je utoliko veći ukoliko se radi o kompleksnijim logističkim čvorištima kao što su logistički centri. Zbog toga se za izbor optimalne lokacije logističkih centara primjenjuju različiti kriterijumi i metode. Kao što je u radu prezentovano, postoje jednokriterijumske i višekriterijumske metode za rešavanje lokacionih problema. Često se višekriterijumskim modelima daje prednost, jer je za tako važnu odluku potrebno raspolagati sa što je moguće više ulaznih parametara.

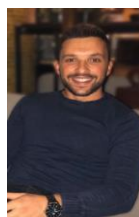
Određivanje lokacije logističkog centra se u mnogim slučajevima vrši kombinacijom različitih modela. Preporučljivo je da se koriste modeli koji se dopunjavaju i kompenzuju međusobne nedostatke, kako bi riješenje za potencijalnu lokaciju objekta bilo najpovoljnije.

6. LITERATURA

- [1] Brans., J. P.: L'ingénierie de la décision; Elaboration d'instruments d'aide à la décision. La méthode PROMETHEE. In R. Nadeau and M. Landry, editors, L'aide à la décision: Nature, Instruments et Perspectives d'Avenir, pp.183–213, Québec, Canada, 1982. Presses de l'Université Laval.
- [2] Kondratowicz et al. (2003). Planning of Logistics Centres. Volume I. Poland: The Maritime Institute in Gdańsk

- [3] Mladenovic, N., Brimberg, J., Hansen, P., Moreno-Pérez, J.A.: The p-median problem: A survey of metaheuristic approaches, European Journal of Operational Research Vol. 179, No. 3, 2007, pp. 927-939
- [4] Radojević, Z., Stojanović, D., Radojević, M.: "Lokacija i raspored objekata", Fakultet organizacionih nauka u Beogradu, 2015. godine
- [5] Regmi and Hanaoka, 2013. : "Location analysis of logistics in Laos" – International Journal of Logistics Research and Applications, 16(3) (2013), pp. 227-242
- [6] Fuller, Robert : "The Analytic Hierarchy Process and its Generalizations", Eotvos Lorand Univesity, 2008. godine.
- [7] Sheikh Ariful Alam: " Evaluation of the potential locations for logistics hub: A case study for a logistics company", january 2013, Stockholm, Sweden
- [8] Vojislav T., Aleksandar M.: "Decisions on the logistic centers location, case of the balkan peninsula" Annals of the oradea university Fascicle of Management and Technological Engineering, issue 2.
- [9] Zečević S.: Robni terminali i robno-transportni centri, Saobraćajni fakultet Beograd, 2006.

Kratka biografija:



Drago Stojaković rođen je u Prijedoru 12.11.1995. god. Diplomirao je 2018. godine na Fakultetu tehničkih nauka Novi Sad, odsjek Saobraćaj i transport.
kontakt: drago.stojakovic95@hotmail.com