

ANALIZA LOKACIJE MALOPRODAJNIH PUNKTOVA U URBANIM PODRUČJIMA KORIŠĆENJEM HEURISTIČKIH TEHNIKA

Nebojša Bojović¹, Nikola Trubint²

¹ Saobraćajni fakultet, Beograd,

² Javno preduzeće PTT saobraćaja „Srbija“

Sadržaj: U radu se razmatraju alternativni heuristički pristupi za pronalaženje optimalnih lokacija maloprodajnog punkta u urbanom gradskom području. Sa praktičnog stanovišta važno je ovaj zadatak odrediti tako da dobijena rešenja zadovolje niz veoma kompleksnih operativnih ograničenja što je teško postići na optimalan način u strogo matematičkom smislu. Posle kratkog pregleda taksonomije lokacijskih modela, razmatraju se postupci primene GIS-a u rešavanju ovog problema u okviru ekspertskeg sistema, odnosno višekriterijumski pristup u pronalaženju tačaka sa „najvišim migracionim potencijalom“.

Ključne reči : lokacija, maloprodajni punkt, GIS, višekriterijumsko rangiranje

1. Uvod

Lokacijski problemi predstavljaju posebnu klasu problema u okviru operacionih istraživanja. Rešavanje ove vrste zadataka je veoma složen i višestruko značajan proces. Dobijena rešenja često obuhvataju izgradnju i eksploataciju objekata u dužem vremenskom periodu, što neizostavno iziskuje i angažovanje značajnih finansijskih sredstava. U drugoj polovini dvadesetog veka razvijeno je više algoritama za rešavanje lokacijskih problema, zasnovanih na matematičkom programiranju i teoriji grafova, dok specifičan pristup problema lociranja maloprodajne mreže u urbanim oblastima postaje aktuelan u poslednjoj deceniji dvadesetog veka. Primena ovih, kao i razvoj novih algoritama omogućena je razvojem računarske tehnike. U ovom radu predstavljeni su savremeni pristupi rešavanju ovog multidisciplinarnog problema koji baziraju na podršci Geografskog informacionog sistema. Rad je organizovan na sledeći način: posle uvodnih napomena biće predstavljena taksonomija lokacijskih problema, zatim razmotrena praktična operativna ograničenja koja se javljaju u praksi, a nakon toga biće detaljno analizirana dva heuristička pristupa.

2. Taksonomija lokacijskih problema

Položaj objekata na mreži, zavisi od vrste opsluživanja iz koje dalje proističu kriterijumi (funkcije) koje je potrebno optimizirati. Pa tako u slučaju zadatka lociranja Stanice hitne pomoći, vatrogasaca ili policije, rešenje je uslovljeno zahtevom da se minimizira rastojanje do najudaljenijeg korisnika. Sa druge strane, zadatak lokacije aerodromske zgrade, ima za kriterijum optimalnu udaljenost od centra grada (ne preblizu zbog ekoloških i bezbednosnih uslova, a ne ni predaleko zbog kvaliteta usluge u vazдушnom saobraćaju). Lociranje maloprodajnih punktova uslovljeno je dostupnošću najširem sloju korisnika (minimalno udaljenje od mesta stanovanja ili mesta na kojima se korisnici svakodnevno nalaze: tržni centri, supermarketi, administrativni centri...). Osnovni elementi koje je potrebno definisati pre početka rešavanja lokacijskih problema su :

- broj, lokacija i kapaciteti postojećih punktova na mreži,
- planirani broj novih punktova u skladu sa razvojem mreže i
- područja u kojima je moguće locirati nove punktove ili pronaći alternativna rešenja.

Kako je već ranije naglašeno lokacijski problemi, te njihovi odgovarajući modeli mogu biti predstavljeni na različite načine. Šema klasifikacije zasnovana je na radovima Daskina (1995), Brandeau-a i Chiu-a (1989) i Karup-a i Pruzan-a (1990), pa se tako razlikuju [2]:

- **Kontinuirani i mrežni modeli lokacije** - za razliku od kontinuiranih modela mrežni lokacioni modeli podrazumevaju punktove za pružanje usluge i zahteve za opslugom locirane u čvorovima ili granama mreže. U mnogim slučajevima mrežnih lokacijskih problema zahtevi za opslugom su locirani u čvorovima mreže.
- **Mrežni modeli i model Cdrvo** - Lokacijski problemi tipa „drvo“ predstavljaju posebnu grupu lokacijskih problema.
- **Statički i dinamički problemi lokacije** - Lokacijski modeli koji se baziraju na pretpostavci da su ulazni zahtevi tipa troškovi, rastojanja ili ostali podaci nezavisni od vremena su statički lokacijski problemi. Svi klasični lokacijski problemi (problem pokrivanja, srednjeg rastojanja i lociranja neželjenih punktova) su statički modeli.
- **Deterministički i stohastički modeli** - Modeli za koje ulazne podatke možemo znati sa sigurnošću, su deterministički modeli. Svi klasični lokacijski modeli pripadaju takođe klasi determinističkih modela.
- **Jedno i više kriterijumski lokacijski modeli** - većina lokacijskih problema su jednokriterijumski, međutim ukoliko je problem lociranja strateške prirode, vrlo je verovatno da postoji niz faktora koji utiču na odluku o lokaciji. Erkut i Neuman (1989) su dokazali da je klasični lokacijski problem lociranja neželjenih objekata u stvari višekriterijumski problem.
- **Klasični lokacijski problemi** - U ovu grupu problema spadaju *Problem pokrivanja*, *Problem minimiziranja srednjeg rastojanja* i *problem lociranja „neželjenih“ objekata*.

3. Klasični algoritmi za rešavanje lokacijskih problema

Algoritmi za rešavanje problema minimiziranja srednjeg rastojanja (p -medijana) mogu se svrstati u nekoliko kategorija,

- *Algoritam za generisanje skupa dopustivih rešenja* – podrazumeva ispitivanje svih mogućih lokacija p -medijana, njegova primena je primerena u mrežama sa manjim brojem čvorova.
- *Algoritmi zasnovani na teoriji grafova* – primenjuju se u slučajevima kada mreža predstavlja **drvo**.
- *Heuristički algoritmi (Greedy heuristics)* – primenjuju se u slučajevima kada se rešava problem na mreži sa velikim brojem čvorova i prihvata se dovoljno dobro rešenje.
- *Algoritmi zasnovani na matematičkom programiranju* .

Za planiranje nove mreže maloprodajnih punktova može se primeniti algoritam dopustivih rešenja, pošto se otvaranje novog punkta planira na određenoj teritoriji. Sa druge strane ako se analiziraju lokacije postojećih maloprodajnih punktova teritorija koja se razmatra je mnogostruko veća tako da se preporučuje primena heurističkog algoritma. Naime, potrebno je analizirati mrežu celog grada, tako da se može poći od pretpostavke da u gradu ne postoji nijedan maloprodajni punkt. Korišćenjem više relevantnih kriterijuma za otvaranje maloprodajnog punkta, primenom heurističkog algoritma, moguće je pozicionirati zadati broj maloprodajnih punktova. Poređenjem pozicija postojećih i teoretskih moguće je izvršiti različiti broj analiza. Kao što je ranije napomenuto heuristički algoritam za rešavanje problema p -medijana može se primeniti pri analizi lokacija postojećih maloprodajnih punktova i planiranju lokacija za otvaranje novih. Algoritam se sastoji iz sledećih koraka :

1. Proizvoljno odabrati p čvorova i privremeno locirati medijane u njima
2. Svaki čvor dodeliti na opsluživanje medijani koja mu je najbliža, tako da se mreža od n čvorova, podeli na p podskupova čvorova
3. Za svaki od p podskupova čvorova odrediti lokaciju jedne medijane. Ovako određenim medijanama možemo zameniti one koje su proizvoljno određene u koraku 1.
4. Ponavljati korake 2 i 3 sve dok skupu medijana ne pripadnu uvek isti elementi

U slučajevima kada se primenom iterativnog postupka ciklično javljaju ista rešenja treba završiti sa algoritmom.

Lokacijski problemi koji se javljaju u praksi često je teško predstaviti nekim od poznatih teorijskih modela. U slučaju lociranja maloprodajnih punktova problem je izrazito multidisciplinarne prirode. Ukoliko ga posmatramo sa stanovišta minimalnog pređenog puta do maloprodajnog punkta, rešavamo zadatak minimiziranja srednjeg rastojanja. Sa druge strane ponašanje korisnika i gravitacija ka određenom maloprodajnom punktu je stohastičke prirode, dok su ulazni parametri (baze podataka) promenljive veličine (dinamička komponenta). Sasvim je izvesno da je praktično nemoguće rešavati ovako

kompleksan problem konvencionalnim lokacijskim modelima, stoga što moramo voditi računa o mnogo drugih faktora simultano. Sve ove činjenice ukazuju na potrebu korišćenja GIS-a u rešavanju kompleksnih strateških lokacijskih problema.

4. Primena GIS-a u rešavanju problema lociranja maloprodajnog punkta u urbanom području

Razvojem geografskih informacionih sistema, primena teorije lokacije je značajno olakšana. Novim pristupom baziranim na elementima GIS tehnologije moguće je efikasnije sprovesti neophodne analize i rešavati lokacijske probleme sa praktičnog stanovišta. Neophodni elementi za sprovođenje procedure su vektorska mapa grada sa mrežom ulica, pozicijama stambenih i poslovnih objekata kao i demografski podaci. Alati GIS-a su neophodni između ostalog i iz razloga što je svaka adresa (objekat) u urbanom gradskom području potencijalna lokacija za maloprodajni punkt, a nijedna poznata egzaktna metoda lociranja i višekriterijumskog rangiranja ne operiše sa tako velikim (praktično beskonačnim) brojem alternativa. U narednim odeljcima biće predstavljena dva heuristička metoda za određivanje optimalne lokacije maloprodajnog punkta koja se baziraju na implementaciji Geografskog informacionog sistema.

4.1 Mogućnost korišćenja ekspertskog sistema

Opis ovog sistema moguće je načiniti najjednostavnije kroz njegove najznačajnije korake [3]:

1. Definisanje strategije pružanja maloprodajnih usluga

Pre početka bilo kakvog razmatranja neophodno je proceduru uskladiti sa strategijom pružanja maloprodajnih usluga. Najznačajnija pitanja koja u strategiji treba definisati su: koji su regioni ciljane tržišta, koliko maloprodajnih punktova je potrebno uspostaviti na definisanom tržištu, gde locirati pojedinačni maloprodajni punkt, koji miks proizvoda i usluga je optimalan za određeni maloprodajni punkt. Odgovori na ova pitanja daju polazne osnove za rešavanje problema lociranja maloprodajnih punktova u urbanim područjima.

2. Rešavanje problema lociranja maloprodajnog punkta

U okviru sistemskog procesa lociranja maloprodajnih punktova (uzima u obzir veličinu i potencijal tržišne zone) nužno je sprovesti kroz:

- Definisanje uticaja veličine tržišne zone
 - Konvencionalnom metodom
 - Prognozom uzimajući u obzir postojeće korisnike (definirati radijus kvalitetne opsluge)
- Identifikaciju (i po mogućstvu rangiranje) preferentnih tržišnih zona poznate veličine

- *Posmatranjem opšte "poželjnih" attribute tržišnih zona* – izgradnja novih objekata, rast broja pojedinačnih korisnika, rast biznisa, ili stanovništva koje gravitira ovim aktivnostima. Analizom ovih parametara može se zaključiti da je za lociranje maloprodajnog punkta uvek bolje područje koje je u razvoju, odnosno izgradnji.
- *Korišćenjem analogne tehnike* – praćenjem karakteristike sličnih tržišnih zona na kojima postoji maloprodajni punkt
- *Analizom tržišne zone* – Ovaj postupak zahteva poznavanje geodemografskih podataka, odnosno podataka o kupovnim navikama individua (life style data) u određenoj tržišnoj zoni

Kroz primenu predloženih postupaka važno je znati da uvek postoji određen broj korisnika koji su locirani izvan tržišne zone, a koriste servise punkta unutar zone, a da sa druge strane korisnici koji se nalaze blizu granice tržišne zone maloprodajne usluge mogu obaviti i na nekom drugom punktu. Takođe, karakteristike postojećih tržišnih zona ne zavise samo od sopstvenog biznisa nego u svakom slučaju od lokacija i karakteristika konkurencije.

3. Modeliranje tržišne zone bazirano na lokacijama konkurencije

U ovom delu razmatranja definišu se različiti pristupi u proceni uticaja konkurencije odnosno gravitacije korisnika ka određenoj tržišnoj zoni. Najčešće korišćeni **Reilly-jev zakon retail gravitacije** tvrdi da je „zadovoljstvo korisnika pruženom maloprodajnom uslugom direktno proporcionalno kvalitetu pruženog servisa, dok je inverzno proporcionalno udaljenosti od maloprodajnog punkta“ [5]. Ovaj pristup možemo koristiti (uz primenu GIS-a) u cilju generisanja poligona na mapi na kojima se jasno predstavlja linija „razgraničenja“ u odnosu na konkurenciju.

4. Procena broja korisnika na svakoj mogućoj lokaciji

Ovo je veoma važan korak koji daje prognozu potencijalnih korisnika prema bilo kojoj tački u kojoj egzistira (ili planiramo da uspostavimo) maloprodajni punkt. U okviru ovog dela potrebno je obaviti sledeće aktivnosti

- Ustanoviti „Poreklo i gravitaciju“ korisnika maloprodajne usluge

Ovim postupkom posmatra se, procenjuje i mapira „poreklo“ postojećih korisnika. U tu svrhu koriste se različiti izvori:

- ankete unutar kompanije
- podaci iz statistike prodajnog mesta
- kuponi sa plaćenim odgovorom poslati na adrese korisnika
- podatke prikupljene iz poštanskog adresnog koda
- dostupne baze podataka statističkih zavoda, komunalnih organizacija i slično

Mapiranje prikupljenih podataka se izvodi veoma lako upotrebom GIS alata, a isti su nam veoma korisni za analize u okviru pojedine tržišne zone kao i procenu „penetracije” tržišta.

- *Statističke analize*

Uglavnom se odnose na sistematično praćenje tražnje, troškova koje svakog prodajnog mesta u cilju postizanja što boljeg poslovnog rezultata.

Očekivana prodaja u tački „j” sa korisnicima u tački „i” može biti:

- povećana većom atraktivnošću prodajnog mesta
- povećana većom tražnjom koja se generiše u tački „i”
- smanjena povećanjem rastojanja (troškovima rastojanja) između njih
- smanjena brojem drugih destinacija „j” ili konkurencijom

- *Geodemografski marketing*

Ovaj pristup polazi od toga da su pojedina maloprodajna tržišta visoko fragmentirana u geografskom smislu. U nekim slučajevima delovi područja rada određenog maloprodavca ne mogu se pokriti geografski ciljanim promotivnim aktivnostim (na primer *direct mail*, ankete). U ovakvim slučajevima primenimo pristup analognog geodemografskog marketinga, gde na osnovu podataka sakupljenih u „komšiluku” izvodimo potrebne zaključke. Karakteristični slučajevi su sledeći:

- mapiranje korisnika u cilju određivanja njihovog izvora,
- identifikacija osnovnih karakteristika okruženja i
- identifikacija ostalih tržišta sa sličnim generalnim karakteristikama.

Aktivnosti pomenute u pregledu služe kao putokaz u rešavanju ovog komplikovanog multidisciplinarnog zadatka. Uzimajući u obzir karakteristike okruženja, koja se najčešće odnose na način obavljanja maloprodajnih aktivnosti, navike korisnika kao i dostupne statističke baze podataka, razvija se detaljniji plan aktivnosti.

4.2 Podesnost primene višekriterijumskog pristupa

Osnovna ideja ovog pristupa u rešavanju je traženje tačaka (lokacija) u urbanom području sa najvećim „dnevni migracioni potencijalom“. Dnevni migracioni potencijal lokacije zavisi u najvećoj meri od lokalnih ambijentalnih uslova, odnosno od navika stanovništva. Broj parametara kojim opisujemo „dnevni migracioni potencijal lokacije“ je ujedno i broj kriterijuma za primenu neke od tehnika višekriterijumskog rangiranja. Nakon predstavljanja definisanih kriterijumima slojevima GIS-a, vrši se njihovo „sabiranje“ u proporciji definisanoj primarnim težinskim faktorima kriterijuma. Ovom operacijom dobijamo jedinstven sloj GIS-a koji nam dalje služi kao osnova za određivanje optimalne lokacije maloprodajnog punkta. Metodologija rešavanja može se predstaviti na sledeći način,

1. Definisanje problema

Pri definisanju problema pronalazjenje optimalne lokacije maloprodajnih punktova moramo voditi računa o sledećim ograničenjima odnosno kriterijumima. Neka je:

n – broj tržišnih zona (mikro tržišta) definisanih na urbanom području prema određenim urbanističkim kriterijumima

$F(x_1, x_2, \dots, x_n)$ - funkcija koja je definisana lokacijama maloprodajnih punktova u definisanim tržišnim zonama na teritoriji grada

Ograničenja koja proističu iz strategije Preduzeća su sledeća:

A – definisana dostupnost poštanske maloprodajne mreže (na primer manje od 1000 m do svakog korisnika)

$B_i \quad i = (1, n)$ – prag profitabilnosti maloprodajnih punktova po tržišnoj zoni (proističe iz Analize potencijala tržišta i Analize poslovanja)

C – u svakoj tržišnoj zoni potrebno je uspostaviti najmanje jedan maloprodajni punkt

Zadatak lociranja se svodi na pronalazjenje tačaka koje imaju „**najviši potencijal**“ u smislu stalnih dnevnih migracija korisnika usluga K . Opis dnevnih migracija potencijalnih korisnika je rezultat, ambijentalnih uslova, navika korisnika, socijalnih i urbanističkih komponenata, svakako ukazuje na njihovu višekriterijumsku prirodu.

K – **Dnevni migracioni potencijal** definiše se za celokupno urbano područje, a pri lociranju se traži maksimalna vrednost istog u svakoj tržišnoj zoni. Opisuje se sledećim kriterijumima:

k_1 – Dnevne migracije u okolini mesta stanovanja (pešačenje)

k_2 – Dnevne migracije koje se odnose na redovne aktivnosti mahom zaposlenih ljudi (poslovne trgovačke, javne oblasti) – obavljaju se uglavnom automobilom

k_3 – Dnevne migracije koje se obavljaju javnim gradskim prevozom

Cilj zadatka je pronaći optimalnu vrednost funkcije

$F(x_1, x_2, \dots, x_n) \longrightarrow \text{opt}, \quad K_i \quad i = 1, n \longrightarrow \text{max}$

gde su $x_i, i = 1, n$, tačke sa najvišim „potencijalom dnevnih migracija“ u okviru svake tržišne zone, uzimajući u obzir ograničenja A, B, C .

2. Postupak rešavanja

Nakon definisanja problema postupak rešavanja se sastoji iz sledećih koraka:

- **Podela urbanog područja na tržišne zone:** Postupak se vrši u skladu sa urbanističkim normama, uzimajući u obzir karakteristike maloprodaje.
- **Definisanje kriterijuma za opis dnevnog migracionog potencijala** – u postavci zadatka su definisani kriterijumi za opis dnevnih migracija stanovništva, a to su: dnevne migracije koje se obavljaju peške (u blizini mesta stanovanja), dnevne migracije koje se obavljaju automobilom (u blizini poslovnih oblasti tržišnih centara, škola i slično) i dnevne migracije koje se obavljaju javnim gradskim prevozom.
- **Određivanje primarnih i sekundarnih težinskih faktora kriterijuma nekom od tehnika koje koristi višekriterijumsko rangiranje.** Primarni težinski faktori ($W_{k_1}, W_{k_2}, W_{k_3}$) se odnose na definisane kriterijume k_1, k_2, k_3 , dok se sekundarni težinski faktori (w_i) odnose na opis kriterijuma k_2 u smislu definisanje uticaja pojedinih vrsta delatnosti na obavljanje maloprodajnog prometa.
- **Predstavljanje svakog kriterijuma odgovarajućim slojem GIS-a.** U tu svrhu se koriste softveri Mapinfo, Vertical Mapper, odnosno postupci agregacije i interpolacije sa inverznim određivanjem distance.
- **Normalizacija vrednosti kriterijuma odnosno njihovo „sabiranje“ u proporciji definisanoj kroz primarne težinske vrednosti kriterijuma.**
- **Kreiranje jedinstvenog sloja GIS-a** koji nam služi kao podrška u traženju optimalne lokacije maloprodajnog punkta.

5. Zaključak

Lociranje maloprodajnih punktova profitnih maloprodajnih organizacija (najčešće u tržišno atraktivnim urbanim oblastima) postaje disciplina, u kojoj se na nestandardan (u smislu matematičkih alata) način pristupa rešavanju lokacijskih problema. Zadatak koji se postavlja je specifičan i ne može se opisati nijednim poznatim klasičnim modelom operacionih istraživanja za određivanje optimalne lokacije. Sa porastom broja organizacija koje se više ili manje uspešno bave maloprodajom, sve je izraženija potreba za razvojem heurističkih tehnika za dobijanje dovoljno dobrih rešenja ovih lokacijskih problema, sa praktičnog stanovišta.

U radu se pokazuje kako se za rešavanje analize lokacije maloprodajnih punktova u urbanim područjima mogu koristiti heurističke tehnike.

Literatura

1. **Birkin M., Clarke G., Clarke M.**, „Retail geography and intelligent network planning“ Chichester, Wiley, 2002.
2. **Daskin M., Owen S.**, „Location models in transportation“, Handbook of Transportation Science, Randolph W.Hall, Kluwer's International series 1999., section 10 pp. 311-359.

3. **Harrington D.W.**, „Retail location problems“, Geography 367-retail location 1, 2004.
4. **MIT- Department for Urban Studies and Planning** „11439 Revitalizing Urban Main Streets“, march 2003.
5. **Reilly W.J.**, „The law of retail gravitation“, Knickerboxer Press, New York, 1931.
6. **Teodorović D.**, „Transportne mreže“, Naučna knjiga, Beograd 1994.
7. **Thrall G.I, Del Valle J.C.; Hinzmann G.**, „Retail location Analysis; step 4 identify situation targets“ Geoinfo System 8(6), 1998., pp 38-43.
8. **Thrall G.I, Del Valle J.C.; Hinzmann G.**, „Retail location Analysis with GIS – seven strategic steps“ GeoinfoSystem 7(10), 1997., pp 42-45
9. **Trubint N.**, Doktorat „Analiza lokacije“, Voda projekta, Pošta Srbije – CPC (Canada Post Corporation), Beograd – Ottawa 2002-2004.
10. **Trubint N., Ostojic L.J., BojovićN.**, „Determining an Optimal Retail Outlet Location by using GIS“, Yugoslav Journal of Operations Research, Volume XVI No.2, 2006., pp. 253-264.,
11. **Bojović N., Trubint N.**, „A multicriteria approach to design postal retail outlet networks“, MCDA 65 – Euro working group, Proceedings pp. 49, Poznan Poland, 12-15 April 2007.

Abstract: *In this paper two heuristic algorithms for finding an optimal retail outlet location in urban areas are presented. In practice it is important to define this problem according to results, which should be in harmony with several very complex constraints, what is difficult to do in mathematically optimal way. After a short introduction and a brief review of taxonomy of location problems, the implementation of GIS techniques are discussed in finding a solution of this problem through the usage of an appropriate expert system, and on the other side in multicriteria decision aiding approach in finding an urban address spots with the highest daily migration potential.*

Keywords : Location, Retail outlet, GIS, Multicriteria decision aiding

ANALIZE OF LOCATING RETAIL OUTLET IN URBAN AREAS USING HEURISTICS TECHNICS

Nebojša Bojović , Nikola Trubint