Izbor lokacije robno transportnog centra primjenom ARAS metode

Dragan Gatarić^a, Radenka Bjelošević^b, Mario Karadža^c, Branko Aleksić^d, Aleksandar Đukić^e, Aleksandar Blagojević^f

^a Visoka škola primjenjenih i pravnih nauka Prometej, Banja Luka

^b Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Saobraćajni fakultet, Doboj

^c Gradska uprava Grada Banja Luka

^d HKP CONSULTING, Banja Luka

^e Republička uprava za inspeksijske poslove Republike Srpske, Banja Luka

^f Akademija tehničko-umetničkih strukovnih studija Beograd, odsek Visoka železnička škola

PODACI O RADU

DOI: 10.31075/PIS.67.03.08

Stručni rad

Primljen: 03/07/2021

Prihvaćen: 10/09/2021

Koresponding autor:

gataric.dragan@yahoo.com

Ključne riječi:

robno transportni centar
logistika
višekriterijumska analiza
matematička metoda ARAS

REZIME

Lokacija robno transportnih centara u Republici Srpskoj može da se posmatra na više načina od kojih, dva imaju odlučujući značaj, a oni su, položaj i jačina tokova koji se slivaju u određenim čvorovima i uzajamni odnos lociranih i projektovanih kapaciteta u posmatranim čvorovima. Poseban značaj pojedinih robno transportnih centara jeste, raznovrsnost pružanja logističkih usluga. Naročito u mjestima, gdje se sučeljava više grana saobraćaja i angažuje više subjekata u zadovoljenju transportne tražnje. Faktori od kojih se pošlo pri odabiru osnovnih kriterija za izbor lokacije robno transportnog centara u Republici Srpskoj jesu položaj koji zauzimaju na željezničkim i drumskim pravcima, odnosno koridorima. Prema osnovnom opredjeljenju uloga i zadatak robno transportnog centara je prikupljanje kamadnih i drugih pošiljki drumskim vozilima, po potrebi skladištenje, formiranje transportno manipulativnih jedinica i otprema željeznicom i drugim vidovima transporta za određeni robno transportni centar, gdje se roba dostavlja primaocu. Odabrano je sedam osnovnih kriterijuma za predmetnu analizu: socijalni, zakonsko regulativni, ekološki, organizacioni, tehnički, tehnološki i ekonomski. Prilikom istraživanja korištena je anketa, na osnovu koje su ocjenjeni pomenuti kriterijumi. Primjenom višekriterijumske analize određena je težina pojedinačnih kriterijuma i vrijednost alternativa po kriterijumima. Primjenom matematičke metode ARAS (A new Additive Ratio Assessment) odabran je grad Doboj kao optimalna lokacija za gradnju robno transportnog centra.

1. Uvod

Savremene tendencije razvoja privrede i društva, strateška i tehnološka kretanja u razvijenim zemljama Evrope i svijeta doveli su do novog koncepta optimizacije kretanja materijalnih dobara, odnosno optimizacije transportnog procesa, razvoja novih tehnologija i pružanja transportnih usluga na savremen logistički, racionalan i ekonomičan način. Razvoj velikih privrednih centara u okviru velikih aglomeracija u svijetu, uslovljavaju visok stepen razvoja robno transportnih centara (RTC), koji predstavljaju inperativ savremenog transportnog procesa.

Formiranje robno transportnog centra omogućava racionalnu podjelu rada na transportnom tržištu,

koncentraciju robnog rada, izbor najpovoljnijeg nosioca transporta u makrodistribuciji i koncentraciju aktivnosti uz jedinstveno opsluživanje urbanih cijelina industrijskih zona, zatim u makrodistribuciji uz jedinstven informacioni sistem u svim karikama logističkog lanca. Mjesto i uloga robno transportnog centra nije samo u tome, da poveže određene subjekte (potražioce, davaoce i povezioce transportnih usluga) u jedinstven transportni lanac, već je multiplikacioni zadatak da on bude neprekidan, ali u krajnjoj mjeri kontinualan. Osim toga robno transportni centri, kao karike u logističkom lancu predstavljaju sponu u povezivanju svih učesnika u transportnom procesu, stvarajući na taj način jedinstven transportni sistem sa mogućnošću uklapanja u jedinstveno transportno tržište.

Bosna i Hercegovina kao evropska zemlja ne može se uključiti u svjetske tokove, niti u saradnju i organizovanje saobraćaja bez izgradnje robno transportnih centara u većim aglomeracijama. Imajući to u vidu, a idući u susret savremenim rješenjima koja se primjenjuju u Evropi osnovna ideja bila je da se razvije metodologija na osnovama višekriterijumskog odlučivanja namjenjene rješavanju zadataka o izboru optimalne lokacije robno transportnog centra. Takvi zadaci predstavljaju kompleksan interdisciplinarni proces sa visokim stepenom ekspertske aktivnosti.

Polazeći od analize logističkih tokova i procesa u regionu, pažnja je usmjerena na glavne zadatke koji se rješavaju prilikom izbora optimalne lokacije robno transportnog centra. Polazi se od pretpostavke i saznanja da u logističkom lancu snabdevanja, privrednih organizacija, gradskih infrastrukturnih objekata i građana, robno transportni centri imaju vrlo značajnu ulogu. Od njihovih mogućnosti raspolaganja robama i pružanja kvalitetnih logističkih usluga zavisi uspješnost rada privrede i gradske infrastrukture. Pretpostavka je da postojanje robno transportnog centra sa optimalnom lokacijom, asortimanom i količinama robe sa fokusom na elemente i transportno-skladišne sisteme daje ključni doprinos unaprijeđenju privrede i poslovanja.

Prilikom rješavanja takvih problema proces donošenja odluke zahtjeva korišćenje velikog broja pravila, razmatranje velikog broja alternativa i kriterijuma uz činjenicu da atributi koji opisuju pojedina stanja mogu biti kvalitativne ili kvantitativne prirode. Naime, u savremenom procesu donošenja odluke trend je i uključivanje velikog broja ekspertske timova i zainteresovanih strana koji su egzistencijalno zainteresovani i locirani na izučavanom prostoru i koji mogu osjetiti direktne ili indirektno uticaje samim procesom rješavanja problema. Pri tome ne treba zaboraviti i činjenicu da svaki objekat integrisan u jedan logistički sistem utiče na efikasnost, efektivnost i troškove funkcionisanja istog.

2. Kriterijumi koji se koriste za izbor lokacije RTC-a

Veliki broj i heterogenost lokacijskih faktora jasno ukazuju da su lokacijski problemi interdisciplinarnog karaktera i da često zahtjevaju primjenu kompleksnih procedura pri izboru rješenja izbora najbolje lokacije za izgradnju RTC-a. Postoje brojne metodologije kao i modeli koji su usmjereni prema ovakvoj problematici. Kriterijum je komponenta koja je prisutna u gotovo svim postupcima vezanim oko izbora lokacije ili područja RTC-a, odnosno terminala, bez obzira na korišćene razne modele i metodologiju. Kao što je već navedeno, proces izbora područja ili lokacije RTC-a, odnosno terminala može biti izvedena dvofazno, s aspekta dva nivoa posmatranja, što se odnosi na makrolokacijski i mikrolokacijski postupak.

Spomenuti makro i mikro nivoi posmatranja zahtjevaju definisanje skupa određenih kriterijuma koji se djelomično ili u potpunosti mogu razlikovati i podudarati. Na temelju same strukture problema i kriterijuma prilazi se izboru i primjenjivanju metodologije i modela optimizovanja a takođe i vrednovanja rješenja u vezi lokacije RTC-a. Procedura izbora kriterijuma za realizaciju definicije područja RTC-a, odnosno terminala može biti različita, krenuvši od stručnog ocjenjivanja pa do hijerarhijske generacije kriterijuma usmjerene prema interesnim grupama, određenim učesnicima - donosiocima odluke, zajedno sa njihovim interesima i ciljevima. Stoga kriterijume možemo generisati i razvrstati u odnosu na različita stajališta posmatranja sistema i isto tako donosioca odluke. Izbor kriterijuma može sadržavati subjektivnu primjenu donosioca pojedine odluke. Za izbor područja odnosno lokacije RTC-a, kriterijume je moguće grupisati na tri načina:

- Prema nivou posmatranja, na kriterijume koji se odnose na određivanje makrolokacije i mikrolokacije robnog terminala, odnosno RTC-a;
- Prema interesnim grupama koje se nalaze u mogućnosti da donesu pojedine odluke i da stvaraju uticaj na koncept razvoja terminala. To se prije svega odnosi na korisnike terminala i usluga, zatim vlasnike i ulagače, operatere, kao takođe i društvo sa aspekta društveno-upravljačkih ustanova, stanovništva i drugo;
- Prema vrsti kriterijuma i njegovom pripadajućem položaju jednom od područja sa aspekta tehnologije, ekonomije, tehnike, organizacije, zakonske regulative, ekologije i zainteresovanosti države.

Područje za izgradnju robno transportnog centra, odnosno robnog terminala mora biti usklađen prema određenim potrebama korisnika centra i društveno-privrednih sistem koji se nalaze na užem, pa tako i na širem području. Očekivanja korisnika RTC-a svode se na kvalitet usluga logistike i pristupačne cijene odnosno pružanje nižih cijena usluga. Bilo bi poželjno da se centar - terminal nalazi na što bližem području od njegovih korisnika, te ako je otvorenog tipa da pruža dostupnost za sve vrste robe, odnosno tereta, takođe da integriše što veći broj vidova transporta i da pruža mogućnost izbora priključivanja unutar međunarodne transportne mreže i drugo (Zečević, 2006).

Terminal se kao sistem u privrednom okruženju mora posmatrati kao profitni centar sa svim elementima koji direktno i indirektno utiču na rezultate Cost-Benefit analize. To znači da terminal mora biti na lokaciji sa jakim privredno-logističkim okruženjem koja će privući robne, transportne tokove i sve ostale prateće djelatnosti koje daju podršku ovim tokovima (servisni sistemi, ugostiteljstvo, trgovina, pošte, banke, osiguravajuća društva, carinske službe, itd.).

Stepen izgrađenosti infrastrukture, prisustvo podsistema koji omogućavaju sinergijske efekte, mogućnost proširenja, zakonska regulativa i mogućnost efikasnog aktiviranja lokacije bez vlasničkih i drugih zakonskih ograničenja su vrlo bitni kriterijumi koje uzimaju u obzir investitori, vlasnici terminala. Kvalitetna povezanost sa drugim logističkim centrima i mogućnost uključivanja u nacionalnu i internacionalne logističke mreže su takođe važni kriterijumi odlučivanja. Od izuzetne važnosti za terminal je položaj u odnosu na glavne transportne ose, koridore ili saobraćajnice u okviru urbanih sredina (Alihodžić i drugi, 2017).

Društvo i država žele da terminal pospješi razvoj svih djelatnosti, da bude u funkciji razvoja cijelokupnog sistema, da štiti i sačuva prirodne resurse. Poželjno je i potrebno da se terminal uklopi u okruženje, da bude u skladu sa prostornim i urbanističkim planovima na posmatranoj lokaciji, da se uklapa u razvojne planove na svim nivoima, od gradskog ili regionalnog do nacionalnog ili internacionalnog nivoa planiranja.

ORGANIZACIONI <ul style="list-style-type: none"> • prisustvo logističkih operatera, • prisustvo intermodalnih transportnih operatera, • mogućnost organizacije linjskih veza u željezničkom i vodnom transportu, • predstavništva, udruženja, društva iz područja transporta i logistike i itd. 	EKOLOŠKI <ul style="list-style-type: none"> • smanjivanja emisije ispušnih gasova, • smanjivanje buke i vibracije, • upotreba ekoloških načina transporta, • skladištenje opasnih materija i • uticaj robe i procesa u terminalu na okruženje i itd. 	TEHNIČKI <ul style="list-style-type: none"> • geološke karakteristike lokacije, • infrastrukturna mreža (struja, voda, kanalizacija), • tehničke mogućnosti povezivanja sa saobraćajnom infrastrukturom i • itd.
EKONOMSKI <ul style="list-style-type: none"> • bruto nacionalni proizvod u odnosu na druga područja, • procenat učešća u ostvarivanju nacionalnog proizvoda, • dinamika razvoja područja, • interna stopa rentabilnosti, • period povraćaja sredstava; • gravitacija ekonomski razvijene privrede, i itd. 	TEHNOLOŠKI <ul style="list-style-type: none"> • intenzitet robnih, transportnih tokova, • dostupnost terminala, centra, • udaljenost od korisnika, • vrijeme isporuke robe, • dostupnost tehnologija i vrsta robe, • povezanost sa više vidova transporta, • dostupnost terminala intermodalnog transporta i • itd. 	ZAKONSKO - REGULATIVNI <ul style="list-style-type: none"> • uklapanje u prostorno urbanističke planove, • mogućnost vlasničkog regulisanja zemljišta i objekata, • uskladjivanje sa zakonima koji regulišu prisustvo, udaljenost i zaštitu okruženja terminala, kontrolu i status robe u terminalu, • opasna roba i itd.

Slika 1. Kriterijumi izbora lokacije RTC-a prema pripadnosti područja

Kriterijumi koji su navedeni i prikazani na slici 1. ne čine potpun skup mogućih kriterijuma koji se primjenjuju u rješavanju lokacijskih problema. Pomenuti kriterijumi se na sljedećem nivou mogu raščlaniti na potkriterijume, a u zavisnosti od sistema koji se posmatra, modelira. Tako se, recimo, troškovi transporta, kao dio logističkih troškova, mogu raščlaniti na troškove lokalnog sabirnog transporta, lokalnog distributivnog transporta u gravitacionoj zoni terminala, troškove daljinskog transporta između terminala u logističkoj mreži, troškove transporta kontejnera, izmjenljivih transportnih sudova, itd. Stepem raščlanjivanja kriterijuma zavisi od konkretne postavke lokacijskog problema. Pored toga što nisu pomenuti svi kriterijumi, ni svi oni koji su navedeni ne moraju biti primjenjeni za konkretne lokacijske probleme.

Pri izboru kriterijuma bitna je njihova moć u pogledu selektivnog djelovanja na alternativna rješenja lokacije robnih terminala. Generisanje i svrstavanje kriterijuma prema tehnološkom, ekonomskom, ekološkom, zakonsko-regulativnom, organizacionom i tehničkom karakteru daje mogućnost selekcije i uočavanja nedostataka lokacijskih alternativa sa aspekta značajnih područja za razvoj terminala. Ovaj pristup daje mogućnost opšteg sagledavanja prednosti i nedostataka potencijalnih lokacija. Izbor kriterijuma iz svih grupa jeste garancija njegove uspješne izgradnje, razvoja i održivosti. Svaka lokacijska metodologija ili model koji je baziran na jednoj ili dvije grupe pomenutih kriterijuma predstavlja parcijalan postupak izbora lokacije robno transportnog centra, odnosno robnog terminala.

U poređenju izbora gradova za lokacije RTC-a u regiji ili u državi, pored ovih kriterijuma treba uračunati i zainteresovanost države za finansiranje u RTC. Izbor lokacije RTC-a u mnogome zavisi od odluke i mogućnosti države za finansiranje za izgradnju RTC-a. Bosna i Hercegovina je zemlja sa veoma niskim bruto društvenim proizvodom po glavi stanovnika, pa stoga je i mogućnost države za finansiranje veoma mala.

U ovim primjerima kvantitativni i kvalitativni podaci nisu detaljni i omogućavaju da posmatramo razlike i adekvatnosti u analiziranju regija. Treba naglasiti da uporedna analiza procesa RTC-a mora biti kompletna i da uključuje sve nivoe i kriterijume, zato što postoje veze između makro nivoa i detaljnog nivoa operacija RTC. Izostavljanje neki od uporednih koraka može dati lažnu sliku i dovesti do nepotpunih ili pogrešnih zaključaka.

3. Pregled mogućih alternativa za gradnju RTC-a i primjena matematičke metode ARAS za njihovo rangiranje

Lokacija robno transportnih centara u Republici Srpskoj može da se posmatra na više načina od kojih, dva imaju odlučujući značaj, a oni su, položaj i jačina tokova koji se slivaju u određenim čvorovima i uzajamni odnos lociranih i projektovanih kapaciteta u posmatranim čvorovima. Poseban značaj pojedinih robno transportnih centara jeste, raznovrsnost pružanja logističkih usluga. A naročito u mjestima, gdje se sučeljava više grana saobraćaja i angažuje više subjekata u zadovoljenju transportne tražnje.

Republika Srpska se nalazi na Balkanskom poluostrvu (geografskom regionu jugoistočne Evrope). Površina Republike Srpske je približno 25.000 kvadratnih kilometara, što iznosi tek nešto malo više od recimo površine Vojvodine, dok je dužina njene granice ogromnih 2170 kilometara, što je tek nešto manje od mnogo veće Srbije. Problem Republike Srpske predstavlja saobraćajna infrastruktura koja nikako ne pogoduje njenom razvoju.

Nijedan značajan drumski ili železnički koridor ne prolazi svojim većim dijelom kroz Republiku Srpsku. Posebnu kategoriju problema kada je u pitanju saobraćajni položaj Republike Srpske predstavlja avio saobraćaj. Osnovni problem avio saobraćaja je u činjenici da se jedini međunarodni aerodrom u Republici Srpskoj nalazi kod Banje Luke, što je na ogromnoj udaljenosti od recimo Hercegovine.

Položaj Republike Srpske ima i izvjesnih prednosti, odnosno izlaz na međunarodnu rijeku kakva je Sava, blizina Jadranskog mora i važnog međunarodnog aerodroma Dubrovnik, blizina međunarodnog drumskog koridora koji spaja zapad sa jugom i istokom Evrope (autoput Beograd – Zagreb), povezanost sa koridorom 5C koji spaja centralnu i istočnu Evropu sa južnim Jadranom i budućim jadransko-jonskim putnim pravcem, kao i položaj istočnog dijela Republike Srpske koji se naslanja na Drinu, rijeku sa ogromnim potencijalima u različitim sferama – od energetike do turizma. Međutim, kako to u našem slučaju obično biva, ovi potencijali su gotovo u potpunosti neiskorišćeni.

3.1. Prikaz potencijalnih alternativa za izgradnju RTC-a

Osnovni kriterijumi od kojih se pošlo pri izboru područja za lokacije RTC-a u Republici Srpskoj jesu položaj koji zauzimaju na željezničkim i drumskim pravcima, odnosno koridorima. Na osnovu ovog kriterijuma uzeti su u razmatranje područja-gradovi: Gradiška, Novi Grad, Prijedor, Banja Luka, Prnjavor, Doboj, Zvornik, Šamac, Istočno Sarajevo i Foča. Lokacija ovih gradova prikazana je na slici 2. Ovi gradovi odgovaraju zahtjevima gdje bi se mogli izgraditi RTC-i.

Slika 2. Prijedlog lokacija RTC-a u Republici Srpskoj

3.2. Proces rješenja lokacijskog problema primjenom višekriterijumske analize

U procesu rješavanja problema višekriterijumske analize definišu se ciljevi, biraju kriterijumi kojima se mjeri dostizanje ciljeva, vrši se specifikacija alternativa, transformišu se performanse alternativa prema različitim kriterijumima tako da imaju istu metriku, dodjeljuju se težinski koeficijenti kriterijumima kako bi im se odredila relativna značajnost, bira se odgovarajuća metoda višekriterijumske analize za rangiranje alternativa i na kraju se određuje najbolja alternativa. U našem slučaju definisani su kriterijumi za izbor lokacije RTC-a i to: Organizacioni (K1), Ekološki (K2), Tehnički (K3), Ekonomski (K4), Zakonsko regulativni (K5), Tehnološki (K6) i Zainteresovanost države za finansiranje RTC-a (K7), i definisana su područja -lokacije, odnosno alternative kako slijedi: Gradiška (A1), Novi Grad (A2), Prijedor (A3), Banja Luka (A4), Prnjavor (A5), Doboj (A6), Šamac (A7), Zvornik (A8), Istočno Sarajevo (A9) i Foča (A10).

Procesu rješavanja problema prethodi prepoznavanje, tj. identifikacija samog problema odlučivanja. Identifikacija problema odlučivanja se odnosi na prikupljanje i klasifikaciju podataka, zatim obradu podataka i na kraju interpretaciju prikupljenih i obrađenih podataka, što je preduslov za pravilnu identifikaciju problema. Prvi korak u fazi identifikacije je prikupljanje relevantnih podataka i informacija od strane donosioca odluke iz većeg broja izvora. Glavni cilj je izdvajanje najznačajnijih i najrelevantnijih podataka i informacija koje su od presudnog značaja za dati problem odlučivanja. Suština ove faze je prikupiti i obraditi podatke tako da se omogući formiranje modela odlučivanja.

3.2. Primjena ARAS metode

Specifičnost ARAS (eng. A new Additive Ratio Assesment) metode u odnosu na druge je uvođenje optimalne alternative (referentne tačke) $A_0 = [x_{0j}]_{j \in J}$.

Performanse optimalne alternative su definisane kao

$$x_{0j} = \begin{cases} \max_i x_{ij}, j = J_{max} \\ \min_i x_{ij}, j = J_{min} \end{cases} \quad (1)$$

Normalizacija koja se koristi je linearna ili Sum metod. Koraci u ARAS metodi su definisani na sljedeći način:

- 1) Određivanje referentne tačke A_0 , na osnovu matrice odlučivanja, uz pomoć prethodno definisane formule,
- 2) Formiranje normalizovane matrice, pri čemu se nalazi i normalizovana vrijednost referentne tačke,
- 3) Formiranje težinski normalizovane matrice i težinski normalizovane referentne tačke,

- 4) U procesu agregacije, vrši se sumiranje vrijednosti težinski normalizovane matrice za svaku alternativu A_i i za referentnu tačku A_0 . Dobija se ukupni indeks performansi S_i i S_0 .
- 5) Računanje stepena korisnosti $Q_i = \frac{S_i}{S_0}, i = 1, 2, \dots, 10$
- 6) Rangiranje alternativa: alternative se rangiraju na osnovu njihovih vrijednosti Q_i , u rastućem poretку, a najbolje rangirana alternativa je ona koja ima najveću vrijednost Q_i .

Zbog obimnosti nećemo prikazati cijeli postupak sprovođenja ARAS metode, po koracima, nego ćemo navesti samo početni i krajnji korak - rezultat rangiranja.

Značajno je napomenuti da u svakom koraku dodajemo i izračunavanja vezana za referentnu tačku A_0 , koja na osnovu matrice odlučivanja ima koordinate (maksimalne i minimalne vrijednosti kriterijuma - zbog smjera optimizacije):

Tabela 1. Referentna tačka (optimalna alternativa)

Ref. tačka	$A_0 = [x_{0j}]_{j \in J}$	9.164	9.121	9.121	8.546	8.216	8.794	8.694
------------	----------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Normalizovana matrica odlučivanja $R = [r_{ij}]_{10 \times 7}$ se dobija uz pomoć matrice odlučivanja $[x_{ij}]_{10 \times 7}$. Njenom normalizacijom i ima sljedeći oblik.

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}}, j \in J_{max} \\ \frac{1}{x_{ij}}, j \in J_{min} \\ \frac{1}{\sum_{i=0}^m \frac{1}{x_{ij}}}, j \in J_{min} \end{cases} \quad (2)$$

Tabela 2. Normalizovana matrica odlučivanja ARAS metode

		K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
$R = [r_{ij}]_{10 \times 7}$	Wj	0.0822	0.1081	0.0858	0.1788	0.0473	0.1451	0.0953
	Opt	max	max	max	max	max	max	max
	A1	0.0901	0.0788	0.0835	0.0905	0.0870	0.0994	0.1080
	A2	0.0904	0.0934	0.0884	0.0911	0.0667	0.0859	0.0874
	A3	0.0933	0.0871	0.0743	0.0922	0.0954	0.0842	0.0981
	A4	0.0999	0.1068	0.1039	0.0958	0.0932	0.0965	0.0948
	A5	0.0854	0.0904	0.0948	0.0927	0.0725	0.0971	0.0929
	A6	0.0978	0.0965	0.1002	0.0959	0.0990	0.0985	0.1117
	A7	0.0916	0.0883	0.0907	0.0900	0.0881	0.0803	0.0706
	A8	0.0882	0.0834	0.0856	0.0933	0.1071	0.0723	0.0701
	A9	0.0871	0.0883	0.0866	0.0870	0.0943	0.0937	0.0752
	A10	0.0763	0.0803	0.0882	0.0757	0.0896	0.0926	0.0797
Referentna tačka A_0		0.0999	0.1068	0.1039	0.0959	0.1071	0.0994	0.1117

Nakon niza koraka koje su definisani i čije je detaljno izračunavanje izloženo u okviru priloga 4, konačno rangiranje uz pomoć izračunatog stepena korisnosti Q_i (bolje je rangirana ona alternativa A_i koja ima veću vrijednost Q_i), je predstavljeno sljedećom tabelom:

Tabela 3. Rangiranje alternativa ARAS metodom

Alternativa	Q_i	Rang
A1	0.8965	3
A2	0.8602	6
A3	0.8691	5
A4	0.9642	2
A5	0.8935	4
A6	0.9721	1
A7	0.8359	8
A8	0.8232	9
A9	0.8547	7
A10	0.8073	10

Iz tabele je jasno vidljivo da je alternativa 6, koja predstavlja grad Doboj kao potencijalnu lokaciju najbolje rangirana sa koeficijentom 0,9721. Druga po redu je alternativa četiri, odnosno grad Banja Luka sa koeficijentom 0,9642. Ostale lokacije su sa nižim koeficijentima, čije su vrijednosti ispod 0,9.

4. Zaključak

Realizacija robnih tokova u sklopu međunarodnih, nacionalnih, regionalnih i urbanih područja ne može se zamisliti bez neke od vrsta logističkih centara kao takvih. Pa stoga, robno transportni centri sačinjavaju jednu od najvažnijih mreža poveznica unutar logistike i logističkih lanaca. Zahtjeve za kvalitetnom logističkom uslugom kao što su: kompletnost, brzina, tačnost, pouzdanost, bezbjednost, fleksibilnost, ekonomičnost i drugo, uspješno mogu da ispune jedino transportni sistemi zasnovani na logističkim principima, kooperaciji, koordinaciji i tehnologijama kombinovanog i intermodalnog transporta. Parcijalni transportni sistemi i nosioci usluga nikada ne mogu samostalno i uspješno realizovati stroge tržišne zahtjeve.

Izbor lokacije RTC-a predstavlja izuzetno kompleksan problem koji se ne može riješiti bez definisanja velikog broja kriterijuma koji će u obzir uzeti sve zahtjeve i interese zainteresovanih strana i velikog broja faktora koji odražavaju karakteristike područja, a u cilju ocjene težine kriterijuma. U tom smislu, izbor lokacije RTC-a je problem višekriterijumskog odlučivanja, a njegovo rješavanje zahtjeva primjenu metoda višekriterijumske analize. Pristup omogućuje za svaku kriterijumsku funkciju sagledavanje oblika usvojenih generalizovanih kriterijuma i položaj eksperimentalnih tačaka, a kada je u pitanju određivanje relativne značajnosti skupa atributa ili kriterijuma iskorišćen je koncept balansa koji karakteriše ove metode.

Na ovaj način metode višekriterijumske analize daju podršku donosiocima odluke, jer mogu da inkorporiraju više ciljeva održivosti. U radu je definisana metoda višekriterijumske analize koja obezbjeđuje holistički pristup rješavanja problema izbora lokacije RTC-a. Na proces izbora lokacije RTC-a, svakako najveći značaj ima određivanje skupa kriterijuma pomoću kojih će se i izvršiti izbor. Od većeg broja kriterijuma, definisani su kriterijumi za izbor lokacije RTC-a.

U kriterijume za poređenje alternativnih rješenja uključeno je više mjerljivih i nemjerljivih faktora. S obzirom da su težine kriterijuma i vrijednosti alternativa nejasne i neprecizne, primjenjena su i fazi proširenja konvencionalnih metoda višekriterijumske analize.

Razlog izbora ARAS metode nije njena eventualna jednostavnost i laka primjena, već činjenica da ima mehanizme kojim se obezbjeđuje pouzdanost izračunatih težina (značaja) kriterijuma. Kako su u proces određivanja težina (značaja) prethodno precizno odabrani kriterijumi za ocjenu izbora lokacije RTC-a, uključen je i veliki broj donosilaca odluka, koji su popunjavanjem ankete dali svoju ocjenu značaja kriterijuma, time se u cjelokupni problem rješavanja uveo i proces grupnog odlučivanja. On uvodi značajne poteškoće u dobijanju jedinstvenog rješenja, ali zato je izbjegnuta subjektivnost u procjenama. Naime, popunjavanjem ankete (bazirane na AHP upitniku i skali procjene), prihvaćena su mišljenja o značajnosti kriterijuma i ocjenama alternativa. Dobijeni odgovori se smatraju pouzdanim i objektivnim, što je omogućilo precizno određivanje težina (značaja) kriterijuma.

Komparativnom analizom dobijenih rezultata rangiranja alternativa u odnosu na izabrane kriterijume, primjenom ARAS metode višekriterijumske analize dobijena su rješenja. Najbolje rješenje za izbor lociranja RTC-a je područje - Grad Doboj. Kako je najbolje područje za lociranje RTC-a Doboj, pristupilo se definisanju kriterijuma koji utiču na izbor lociranja RTC-a u tom području. Na osnovu višekriterijumske analize mogućih lokacija za smještaj robno transportnog centra u Doboju najbolje rangirana alternativa je prostor u neposrdnoj blizini željezničke stanice.

Samo istraživanje u okviru rada, to jeste njeni rezultati treba da ponude u osnovi novi pristup koji je naučno utemeljen i zasnovan na statističkom praćenju stanja sistema, obradi prikupljenih informacija i određivanju optimalnih rješenja lokacijskih problema primjenom savremenih optimizacionih alata, odnosno metoda višekriterijumske analize. Očekuje se da predložena metodologija bude sveobuhvatna alatka donosioca odluke prilikom rješavanja širokog spektra realnih i tehničkih problema.

Istraživanja u okviru ovog rada su interdisciplinarnog tipa, jer za rješavanje predmetne problematike bilo je neophodno korišćenje većeg broja naučnih disciplina. Značaj istraživanja je utoliko veći, što će se, uz strategiju razvoja regiona, a samim tim i uz buduća detaljnija istraživanja regionalnog logističkog koncepta sa razvijanjem metodologije omogućiti generalno poboljšanje kvaliteta logističke usluge i usklađenost sa smjernicama i definisanom politikom razvoja regionalnih cjelina u EU. Uz usklađeno zakonodavstvo, kao i jasno definisane strategije razvoja na lokalnom i nacionalnom nivou može se na najbolji način nastaviti poboljšanje privrednog razvoja i započetih evropskih integracija.

Rad otvara mogućnost daljih pravaca istraživanja u užoj naučnoj oblasti koji mogu da budu identifikovanje novih kriterijuma njihova kvantifikacija i vrednovanja i istraživanje drugih metoda kvantifikacije kriterijuma primjenom različitih tehnika koje uspješno tretiraju razne vrste neizvjesnosti i nepreciznosti. Rad takođe ostavlja mogućnost istraživanja mikrolokacije na području odabranog grada. Na taj način bi se prevazišla određena ograničenja i unaprijedio process rješavanja lokacijskih problema.

Logistic center's location choice with ARAS method

Dragan Gatarić, M.Sc.

High School of Applied and Legal Sciences Prometej, Banja Luka

Radenka Bjelošević, M.Sc.

University of East Sarajevo Faculty of Transport and Traffic Engineering, Doboj

Mario Karadža, Ph.D.

City Administration of the City of Banja Luka

Branko Aleksić, B.Sc.

INFOCONSULTING, Banja Luka

Aleksandar Đukić, M.Sc.

Republic Administration for Inspection Activities, Republic of Srpska Inspectorate, Banja Luka

Aleksandar Blagojević, Ph.D.

Academy of Technical and Artistic Vocational Studies Belgrade, Department of Railway High School, Beograd

Abstract: Logistic center's location for goods distribution in Republic of Srpska can be asserted on many parameters from whom two has vital importance: geographical position and size of traffic flow. Special significance of these center's are logistical diversity, especially where different branches of traffics are involved. Starting factors for developing such a center in Republic of Srpska are position on roads, rails and corridors. Main purpose of these centers are command gathering, sending commands to transport vehicles, depo good if necessary, forming transport units and delivery. There are seven main criteria: social, law regulation, ecological, technical, economics and organization. To define these criteria survey is used, also every criteria is evaluated. Applying ARAS (A new Additive Ratio Assessment) mathematical method Doboj city is determined to be optimal location for logistical center development.

Key words: logistic center, logistics, multicriteria analysis, mathematical method ARAS

Literatura

- [1] Abel, H., (2006). Urban Freight Management in Barcelona (Spain). In: Abel, H. & Karrer, R. (eds.), BESTUFS - Best Practice Handbook 2006, BESTUFS II, pp. 39-41.
- [2] Aczel, J.; Saaty, T. L. (1983). Procedures for synthesizing ratio judgment. *Journal of Mathematical Psychology*, 27:93-102.
- [3] Alihodžić A., Stanić T., Blagojević A., Gatarić D., (2017) ERP sistem kao bitna stavka logistike preduzeća“ XV međunarodno savjetovanje saobraćajni, ekološki i ekonomski problemi i perspektive rješavanja u zemljama zapadnog balkana s osvrtom na Bosnu i Hercegovinu, ISSN 2232-8807, Travnik, Bosna i Hercegovina, str. 243-250.
- [4] Turskis, Z.; Zavadskas, E. K. (2010). A novel method for multiple criteria analysis: Grey additive ratio assessment (ARAS-G) method. *Informatica*, 21(4): 597-610.
- [5] Brauers W.K.M.; Zavadskas E. K. (2010). Project Management By MULTIMOORA As An Instrument For Transition Economies. *Technological And Economic Development Of Economy, Baltic Journal On Sustainability*. 16(1): 5-24.
- [6] Browne, M., Allen, J. & Atlassy, M., (2007a). Comparing freight transport strategies and measures in London and Paris. *International Journal of Logistics: Research & Applications*, Vol.10, No. 3, pp. 205–219.
- [7] Zavadskas, E.K.; Vainiunas, P.; Turskis, Z.; Tamosaitiene, J. (2012). Multiple Criteria Decision Support System For Assessment Of Projects Managers In Construction. *International Journal of Information Technology & DecisionMaking*. 11(2): 501-520.
- [8] Chopra, S., (2003). Designing the distribution network in a supply chain. *Transportation Research Part E: Logistics*, Vol.39, No. 2, pp. 123–141.
- [9] Ćurković, S., Đaković, N., Vurdelja, J., (1989). RTC Jugoslavije u funkciji povećanja produktivnosti transportno - manipulativnog rada, *Suvremeni saobraćaj '89*, Zagreb.
- [10] Mlinarić, T.J., Rogić, K., Rožić, T., (2011). Methodology for Determining Dry Port System Transport Network - Case Study Port of Rijeka, *DAAAM International Scientific Book 2011*, ISBN: 978-3-901509-84-1, pp. 133-146.
- [11] Tomić V., Marinković D., Marković D., (2014). The Selection of Logistic Centers Location using Multi- criteria Comparison: Case Study of the Balkan Peninsula, *Acta Polytechnica Hungarica, Hungary*, Vol.11, No.10.
- [12] Zečević, S., (2006). Robni terminali i robno transportni centri, *Saobraćajni fakultet univerziteta Beograd*.