

PROCENA TROŠKOVA IZGRADNJE AUTO-PUTEVA: IDENTIFIKACIJA I ANALIZA PERCEPCIJA INVESTITORA O TROŠKOVNO UTICAJNIM PARAMETRIMA

Nevena Simić¹, Nenad Ivanišević², Diana Vranešević³

Rezime:

Procene troškova izgradnje auto-puteva u ranim fazama projekta se mogu okarakterisati kao prilično izazovne i rizične. Utvrđivanje troškovno uticajnih parametara na kojima se bazira procena troškova zahteva ulaganje određenog napora (vremena i novca), što procene troškova čini još izazovnijim. Kako bi se utvrdile percepcije investitora o troškovno uticajnim parametrima iz prethodno predložene liste, sprovedeno je empirijsko istraživanje (anketa) gde su ispitanici ocenjivali nivo uticaja parametara na troškove izgradnje auto-puteva i nivo napora koji je potrebno uložiti za određivanje vrednosti parametara. Rezultati ankete su ukazali da investitori velike napore ulažu u razvoj projektne dokumentacije, ali i na zabrinutost investitora u vezi sa pitanjima zaštite životne sredine. Takođe, investitori ugovorne troškovno uticajne parametre, kao što je vrsta tenderskog postupka, smatraju veoma bitnim parametrima za procenu troškova izgradnje auto-puteva.

Ključne reči: procena troškova, projekti auto-puteva, troškovno uticajni parametri, anketa

HIGHWAY CONSTRUCTION COST ESTIMATION: IDENTIFICATION AND ANALYSIS OF THE OWNERS' PERCEPTIONS ON COST DRIVERS

Summary:

Highway construction cost estimates in the early stages of the project can be characterized as quite challenging and risky. Determination of the cost drivers on which the cost estimates are based requires a certain effort (time and money), which makes cost estimates even more challenging. In order to determine the owners' perceptions on the cost drivers from the previously proposed list, an empirical research (questionnaire survey) was conducted where the respondents rated the degree of influence that each cost driver has on highway construction costs and the degree of effort that needs to be invested to establish a cost driver's value. The survey results indicated that owners invest great efforts in the development of project documentation, but also owners' concerns regarding environmental protection issues. Also, they consider contractual cost drivers, such as procurement method, to be very important cost drivers for the highway construction cost estimation.

Key words: cost estimation, highway projects, cost drivers, questionnaire survey

¹ Asistent, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, Srbija, nsimic@grf.bg.ac.rs

² Profesor, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, Srbija, nesa@grf.bg.ac.rs

1. UVOD

Razvoj i proširenje mreže auto-puteva spada u red ključnih faktora koji omogućavaju brži ekonomski napredak u nerazvijenim i zemljama u razvoju. Donošenje odluka o tome da li izgraditi novi auto-put ili ne se, u ranim fazama planiranja, prvenstveno bazira na inicijalnim procenama troškova. Veliki broj državnih institucija zaduženih za planiranje izgradnje saobraćajne infrastrukture se širom sveta susreće sa brojnim izazovima prilikom izrade procena troškova za nove projekte izgradnje auto-puteva. Najveći izazov su vrlo oskudne informacije o karakteristikama budućeg auto-puta i nedostupnost ili mali broj podataka sa prethodnih projekata, a na osnovu kojih bi se doneli zaključci o troškovima budućih projekata. Pored toga, utvrđivanje informacija o budućim projektima zahteva ulaganje određenog nivoa napora (vremena i novca), što procene troškova čini još izazovnijim.

Jedinični troškovi izgradnje auto-puteva mogu značajno varirati među različitim državama i tokom vremena, ali i u istoj državi u istoj godini [1] zbog topografije i tipa terena, cena resursa, stope inflacije itd. Osim toga, društveno-ekonomsko stanje države u kojoj se projekat realizuje [2], kao i stanje građevinskog tržišta, mogu biti značajni troškovno uticajni parametri.

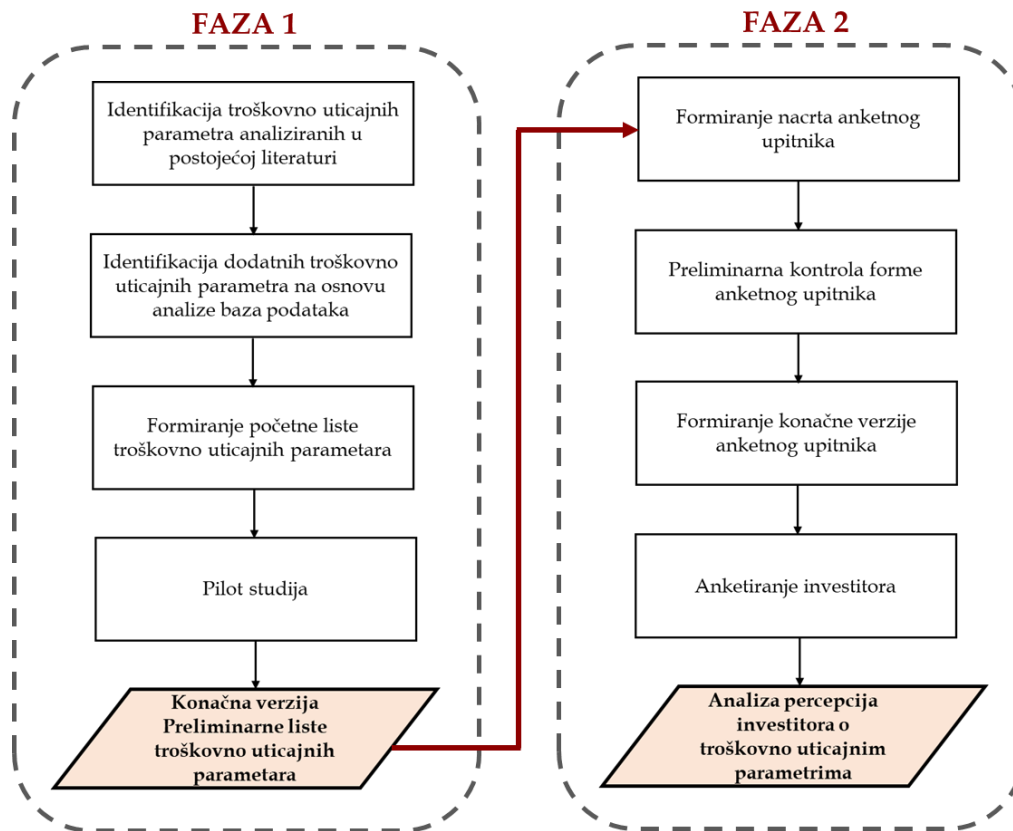
Utvrdjivanje vrednosti troškovno uticajnih parametara za određeni projekat zahteva izvestan napor, odnosno vreme i novac, koji je potrebno uložiti kako bi se odredila vrednost parametra. Među svim kategorijama, parametri koji se odnose na projektovanje zahtevaju najveći nivo napora za njihovo određivanje. Projektovanje predstavlja dugotrajan proces koji zahteva veliku količinu novca. Za određivanje procene troškova u početnim fazama razvoja projekta, potreban je određeni nivo razrade projekta, odnosno napora [3]. Gardner i ostali su istraživali potreban nivo napora za konceptualnu procenu troškova i došli do zaključka da što se pre formira procena, to su potrebni srazmerno niži troškovi i vreme [3]. Sa napretkom faza projekta, preciznost troškovno uticajnih parametara koji se odnose na projekat se povećava, dok ostale kategorije parametara koje su uglavnom javno dostupne ostaju nepromenjene (npr. stopa inflacije).

Određivanje ključnih troškovno uticajnih parametara predstavlja kritičnu fazu u procesu razvoja modela za procenu troškova od koje zavisi njena tačnost [4]. Hashemi i ostali su izvršili pregled trenutnog stanja literature u domenu procena troškova u građevinarstvu zasnovanih na tehnikama mašinskog učenja i zaključili su da ekspertsko znanje ima dragocen uticaj na izbor ključnih troškovno uticajnih parametara [5]. Kim je, primenom AHP metode, odredio ključne troškovno uticajne parametre i definisao njihove težine na osnovu ocena eksperata [6]. Adel i ostali su sprovedli individualne intervju sa 14 eksperata i pri tome ih zamolili da izaberu promenljive koje su tradicionalno dostupne u fazi formiranja koncepcije [7]. Jedna od najzastupljenijih metoda za izbor troškovno uticajnih parametara je anketni upitnik [3, 8-12]. Meharie i ostali su, između ostalog, koristili anketni upitnik za odabir ulaznih promenljivih za preliminarnu procenu troškova izgradnje auto-puteva i zaključili da su najznačajnije promenljive veličina projekta, broj mostova i stopa inflacije [10]. Elbeltagi i ostali su od ispitanika u anketnom upitniku tražili da ocene težine svakog parametra vrednostima od 0 do 100, na osnovu njihovog uticaja na troškove izgradnje auto-puteva u ranim fazama razvoja projekta [9]. Al-Zwainy je pomoću anketnog upitnika istraživao najznačajnije parametre koji utiču na troškove izgradnje puteva i mostova u Iraku tako što je ispitanicima prosleđena lista od 27 troškovnih parametara za koje su, na osnovu iskustva, rangirali uticaj na troškove na skali od pet vrednosti (od nevažnog do veoma važnog) [11].

Uprkos prepoznatim izazovima i rizicima vezanim za procene troškova izgradnje novih auto-puteva, postojeća istraživanja prilikom izbora ključnih troškovno uticajnih parametara na kojima će se bazirati procena troškova ne analiziraju potreban nivo napora za određivanje tih parametara. Cilj ovog rada jeste da se identifikuju percepcije

investitora, kao donosioca odluka, o nivou uticaja troškovno uticajnih parametara na troškove izgradnje auto-puteva i nivou napora potrebnom za utvrđivanje vrednosti parametara za određeni projekat.

2. METODOLOGIJA



Slika. 1 Metodologija istraživanja

Metodologija istraživanja (Slika 1) se sastoji iz dve faze. Prva faza podrazumeva definisanje početne liste troškovno uticajnih parametara koji su identifikovani analizom postojeće literature i analizom dostupnosti podataka o karakteristikama projekata i njihovog okruženja. Nakon toga je pilot studijom, koja je sprovedena intervjuisanjem tri eksperta, utvrđena konačna verzija Preliminarne liste troškovno uticajnih parametara. Druga faza metodologije se bavi utvrđivanjem percepcija investitora o troškovno uticajnim parametrima iz prethodno formirane konačne verzije Preliminarne liste. Prvo je formiran nacrt anketnog upitnika. Nakon preliminarne kontrole forme anketnog upitnika, formirana je konačna verzija anketnog upitnika. Na osnovu rezultata sprovedene ankete, identifikovane su i analizirane percepcije investitora o troškovno uticajnim parametrima.

3. DEFINISANJE PRELIMINARNE LISTE TROŠKOVNO UTICAJNIH PARAMETARA

3.1. FORMIRANJE POČETNE LISTE TROŠKOVNO UTICAJNIH PARAMETARA

Prvi korak ka definisanju Preliminarne liste troškovno uticajnih parametara bila je detaljna analiza literature koja je pružila uvid u ranije analizirane troškovno uticajne parametre. Pregled literature doveo je do sveobuhvatne liste od 189 troškovno uticajnih

parametara koji su analizirani u člancima na temu procene troškova putnih infrastrukturnih projekata objavljenim između 1998. i 2021. godine. Nakon eliminisanja parametara koji se ponavljaju pod istim ili sličnim nazivima, formirana je tabela koja sadrži 18 troškovno uticajnih parametara analiziranih u 20 odabranih studija (Tabela 1).

Tab. 1 Parametri identifikovani pregledom literature

Parametar	Izvor	Učestalost (%)
Dužina puta	[6-9,12,17-19]	63,64
Širina puta/ Broj traka	[6-9,12,17-19]	63,64
Broj mostova	[9,13, 20]	13,64
Broj denivelisanih raskrsnica	[16]	4,55
Dužina mostova	[21, 22]	9,09
Dužina tunela	[17]	4,55
Trajanje radova*	[6, 9, 12, 13, 19-24]	72,73
Tip terena	[6, 8, 13, 20, 23]	36,36
Projektovana brzina	[15]	4,55
Klimatski uslovi	[1, 23]	13,64
Bruto domaći proizvod (BDP)	[1, 23]	9,09
Nivo korupcije	[1]	4,55
Cena dizel goriva	[1]	4,55
Godina izgradnje	[7, 12, 20, 21]	22,73
Stopa inflacije	[1, 13]	9,09
Tip ugovora	[22, 25]	9,09
Indeksi cena resursa	[18]	4,55
Indeks potrošačkih cena	[13]	4,55

*U pojedinim slučajevima, trajanje radova može podrazumevati očekivano trajanje radova ili očekivani napredak radova po dužini ili površini kolovoza.

Iz Tabele 1 se može uočiti da su najučestaliji troškovno uticajni parametri korišćeni u 20 odabranih studija trajanje radova, dužina puta i širina puta/broj traka. Za njima slede tip terena i godina izgradnje.

Takođe, iz tabele se može zaključiti da je samo manji broj studija analizirao karakteristike okruženja projekata (kao što su na primer indeksi cena i društveno-ekonomski pokazatelji stanja u državi). Iz tog razloga, jedan od ciljeva ovog istraživanja bio je da se u Preliminarnu listu troškovno uticajnih parametara uključi veći broj promenljivih koje opisuju karakteristike okruženja projekata i kroz anketni upitnik testira njihov značaj za procenu troškova u početnim fazama razvoja projekta na osnovu percepcija ključnih učesnika na projektu (investitora i izvođača).

Pored toga, uočeno je da analizirane studije ne razmatraju u dovoljnoj meri karakteristike troškovno značajnih objekata prilikom procene troškova putnih infrastrukturnih projekata. Iz tog razloga, autori su izvršili pregled literature na temu procene troškova projekata izgradnje mostova i tunela. Najčešće analizirani troškovno uticajni parametri koji se odnose na mostove su: širina i dužina mosta, prosečna visina stubova mosta i prosečna dužina raspona [26-28]. Međutim, očekivano je da će ekstremni objekti u sklopu trase imati značajan uticaj na troškove izgradnje, pa je fokus ove studije na postojanju i karakteristikama takvih objekata. Shodno tome, troškovno uticajni parametri vezani za mostove koji su uključeni u analizu su: najveća dužina mosta na deonici, velika visina stubova ekstremnih mostova i veliki raspon ekstremnih mostova.

Pregled literature o procenama troškova izgradnje tunela pružio je uvid u ranije analizirane troškovno uticajne parametre vezane za tunele [29-31]. S obzirom na to da su predmet analize u ovom istraživanju projekti izgradnje auto-puteva, koji imaju standardizovane dimenzije poprečnog preseka tunela, promenljiva koja definiše prečnik tunela je isključena iz dalje analize, iako je identifikovana u prethodnim studijama. Promenljive koje definišu tehnologiju izgradnje tunela su kategorija tla i način iskopa. Može se zaključiti da metoda iskopa tunela sa sobom podrazumeva određene uslove u tlu jer za svaki tip geoloških uslova tla postoje manje ili više uobičajene metode iskopa [24]. Shodno tome, kako bi se izbegao problem multikolinearnosti, u analizu je uključena samo promenljiva koja definiše metodu iskopa tunela. Konačno, troškovno uticajni parametri vezani za tunele koji su uključeni u analizu su: broj tunelskih cevi, najveća dužina tunela na deonici i metoda iskopa tunela.

Kao rezultat pregleda literature, ali i analize dostupnosti podataka o karakteristikama projekata i njihovog okruženja, u listu su uključeni i parametri koji do sada nisu analizirani u prethodnim istraživanjima, na primer parametri koji definišu vrstu tenderskog postupka i postojanje klizne skale na projektu.

3.2. PILOT STUDIJA

Poslednji korak u okviru kreiranja Preliminarne liste troškovno uticajnih parametara bila je pilot studija. Cilj pilot studije bio je da se predložena lista troškovno uticajnih parametara „prečisti“ eliminisanjem irelevantnih parametara i dodavanjem novih parametara koje su eksperti smatrali značajnim za procenu troškova izgradnje auto-puteva, a koji su izostavljeni iz predložene liste, i tako formira konačna verzija liste. Pilot studija je podrazumevala individualne intervju sa tri eksperta koji imaju više od 20 godina akademskog i stručnog iskustva u upravljanju projektima u građevinarstvu.

Jedna od najznačajnijih sugestija eksperata je bila da, uzimajući u obzir značaj ekoloških pitanja, lista troškovno uticajnih parametara treba da uključi promenljive koje se odnose na postojanje i nivo primene mera zaštite životne sredine na projektu. Stoga je dodatna, ekološka, kategorija parametara uključena u ažuriranu listu. U literaturi je, takođe, sugerisana potreba da se prilikom procene troškova izgradnje auto-puteva uzmu u obzir ekološka pitanja [25]. Takođe, kao rezultat pilot studije, uvedena je i promenljiva koja izražava postojanje ekstremnih objekata u sklopu trase auto-puta. Ove informacije su sa razumnom pouzdanošću dostupne u početnim fazama razvoja projekta, a eksperti su ih smatrali ključnim za procenu troškova budućeg projekta.

Krajnji rezultat pilot studije bila je finalna verzija Preliminarne liste troškovno uticajnih parametara koja sadrži 34 troškovna parametra grupisanih u sedam kategorija (Tabela 2):

- Trasa auto-puta,
- Mostovi,
- Tuneli,
- Ugovorni parametri,
- Ekonomski parametri,
- Društveni parametri,
- Ekološki parametri.

Tab. 2 Preliminarna lista troškovno uticajnih parametara

Kategorija	Oznaka	Parametar
Trasa auto-puta	HA.1	Zastupljenost određenog tipa terena u dužini deonice
	HA.2	Postojanje velikih značajnih objekata
	HA.3	Broj denivelisanih raskrsnica (petlji)
	HA.4	Dužina mostova na petljama
	HA.5	Računska brzina
	HA.6	Učešće otvorene trase u dužini deonice
	HA.7	Učešće mostova u dužini deonice
	HA.8	Učešće tunela u dužini deonice
Mostovi	B.1	Najveća dužina mosta na deonici
	B.2	Velika visina stubova ekstremnih mostova
	B.3	Velika dužina raspona ekstremnih mostova
Tuneli	T.1	Broj tunelskih cevi
	T.2	Najveća dužina tunela na deonici
	T.3	Metoda iskopa tunela
Ugovorni	C.1	Planirano trajanje radova
	C.2	Tip ugovora
	C.3	Vrsta tenderskog postupka
	C.4	Postojanje klizne skale
	C.5	Finansiranje projekta iz državnog budžeta ili zajmovima i grantovima
	C.6	Učešće više međunarodnih finansijskih institucija u finansiranju
Ekonomski	EC.1	Opšta inflacija (indeks potrošačkih cena)
	EC.2	Promena cena dizel goriva
	EC.3	Prosečna bruto zarada u građevinarstvu
	EC.4	Promena cena elemenata i materijala za ugrađivanje u građevinarstvu
	EC.5	Indeks vrednosti novih ugovorenih radova u državi
	EC.6	Indeks broja izdatih građevinskih dozvola u godini
	EC.7	Stopa rasta bruto domaćeg proizvoda
Društveni	S.1	Nivo korupcije
	S.2	Indeks efektivnosti Vlade (brzina Vlade u rešavanju problema)
	S.3	Politička stabilnost
	S.4	Stopa nezaposlenosti
Ekološki	EN.1	Mere zaštite od saobraćajne buke
	EN.2	Mere zaštite površinskih i podzemnih voda
	EN.3	Mere zaštite flore i faune

4. FORMIRANJE ANKETNOG UPITNIKA

Anketno istraživanje jeste efikasan pristup za prikupljanje informacija o mišljenjima, stavovima, percepcijama i karakteristikama uzorka populacije [26]. U ovom istraživanju, svrha ankete je bila da se prikupe informacije o percepcijama investitora o nivou uticaja troškovno uticajnih parametara na troškove izgradnje auto-puteva i nivou napora (vremena i novca) koji je potrebno uložiti kako bi se utvrdile vrednosti troškovno uticajnih parametara za određeni projekat. Ciljana populacija u ovom istraživanju bili su eksperti sa teritorija Srbije, Bosne i Hercegovine, Severne Makedonije i Crne Gore koji su (bili) uključeni u projekte izgradnje auto-puteva na strani investitora.

Upitnik je organizovan u tri dela. Cilj prvog dela je bio da se utvrdi profil ispitanika. Drugi i treći deo sadrže prethodno definisanu Preliminarnu listu troškovno uticajnih parametara i njihov cilj jeste da utvrde percipirani nivo uticaja parametara na troškove izgradnje auto-puteva i percipirani nivo napora koji je potrebno uložiti kako bi se vrednost troškovno uticajnog parametra odredila za konkretni projekat.

Pitanja u okviru drugog i trećeg dela upitnika su kreirana korišćenjem petostepene Likertove skale, pri čemu je od ispitanika zatraženo da izaberu najprikladniji odgovor (Slika 2). Kako bi se smanjila pristrasnost ispitanika, prema preporukama iz literature [27] „Ne znam“ je uključeno kao opcija odgovora.

Molim Vas, za svaki parametar ocenite njegov uticaj na troškove izgradnje auto-puteva na skali od 1 do 5.

1	2	3	4	5
Nema uticaja ili veoma mali uticaj	Mali uticaj	Srednji uticaj	Veliki uticaj	Veoma veliki uticaj

Molim Vas, na skali od 1 do 5 ocenite nivo napora koji je potrebno uložiti kako bi se vrednost troškovno uticajnog parametra odredila za konkretni projekat.

1	2	3	4	5
Minimalni napor	Mali napor	Srednji napor	Veliki napor	Veoma veliki napor

Slika. 2 Likertova skala primenjena u drugom i trećem delu upitnika [28]

5. REZULTATI I DISKUSIJA

5.1. PROFIL ISPITANIKA

Anketno istraživanje je sprovedeno u novembru 2022. godine. Ukupno 75 primeraka anketnog upitnika je distribuirano u štampanom obliku ili online putem elektronske pošte na adrese eksperata. Svi ispitanici su bili upoznati sa ciljevima i namenom ankete, kao i uputstvima za popunjavanje upitnika.

Od 75 distribuiranih upitnika, upitnik je kompletno popunilo 45 ispitanika, što je rezultiralo stopom odgovora od 60%. Kratak rezime profila ispitanika dat je u Tabeli 3.

Tab. 3 Rezime profila ispitanika

Podatak	Stručno iskustvo (godine)			Ukupno
	<10	10-20	>20	
Ukupan broj	8	16	21	45
% po stručnom iskustvu	17,78	35,56	46,67	

Uprkos relativno malom uzorku, kvalitet odgovora se može smatrati prilično pouzdanim uzimajući u obzir činjenicu da su ispitanici blisko povezani sa predmetom proučavanja i da imaju višegodišnje iskustvo. Većina ispitanika (82,23%) ima dugogodišnje profesionalno iskustvo (više od 10 godina), pri čemu njih 46,67% ima više od 20 godina iskustva u struci.

5.2. ANALIZA POUZDANOSTI UPITNIKA

Pouzdanost upitnika je ocenjena korišćenjem Kronbahovog koeficijenta α , koji predstavlja jedan od najčešće korišćenih testova pouzdanosti za upitnike koji sadrže pitanja dizajnirana sa Likertovom skalom. Kronbahov koeficijent α predstavlja meru unutrašnje konzistentnosti i računa se prema sledećoj formuli [29]:

$$C\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k \sigma_b^2}{\sigma_t^2} \right] \quad (1)$$

gde je:

$C\alpha$ - Kronbahov koeficijent α ;

K – broj obeležja;

σ_b^2 – varijansa obeležja;

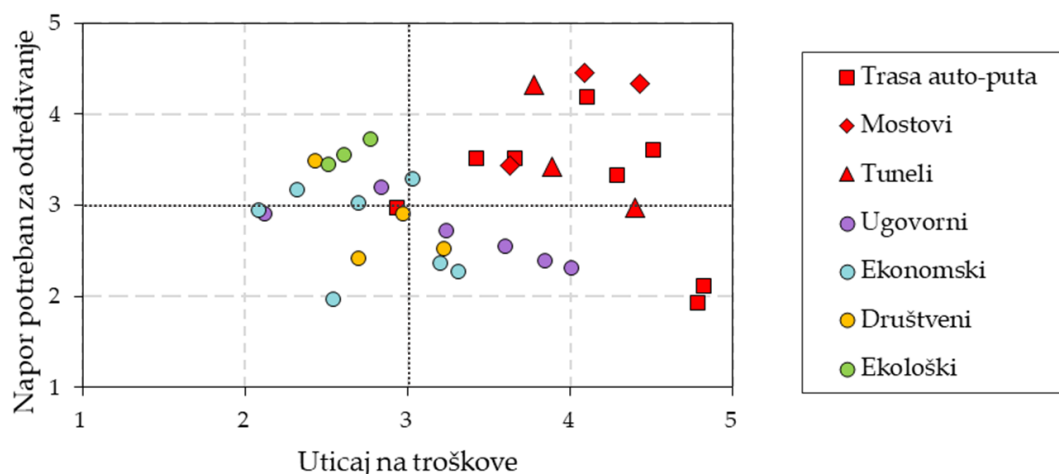
σ_t^2 – ukupna varijansa zbirnih ocena u upitniku.

Ako je vrednost Kronbahovog koeficijenta α jednaka ili veća od 0,7, smatra se da je indikator verodostojan [30]. U ovom istraživanju, ukupan Kronbahov koeficijent α iznosio je 0,957, dok su vrednosti za drugi i za treći deo upitnika iznosile 0,936 i 0,960 respektivno. S obzirom na to da su vrednosti Kronbahovog koeficijenta α veće od 0,7, anketno istraživanje se može smatrati doslednim i pouzdanim.

5.3. ANALIZA PERCEPCIJA ISPITANIKA

Prosečne percepcije ispitanika iz analiziranih odgovora upitnika su prikazane na Slici 3. Tačke podataka predstavljaju troškovno uticajne parametre iz Preliminarne liste troškovno uticajnih parametara, gde x -osa odgovara prosečnom percipiranom nivou uticaja na troškove izgradnje auto-puteva, a y -osa odgovara prosečnom percipiranom nivou napora potrebnom za utvrđivanje vrednosti parametara.

Kategorije troškovno uticajnih parametara su prikazane različitim bojama tačaka podataka. S obzirom na to da su Trasa-auto puta, Mostovi i Tuneli kategorije troškovno uticajnih parametara koje su vezane za proces projektovanja, njima je dodeljena ista boja (crvena), ali su prikazane različitim oblicima tačaka. Ovakav način prikazivanja podataka pruža bolje vizuelno prepoznavanje rezultata.



Slika. 3 Percepcije ispitanika

Grafikon prikazan na Slici 3 pokazuje da troškovno uticajni parametri koji se odnose na proces projektovanja i projektna rešenja (tj. kategorije Trasa auto-puta, Mostovi i Tuneli) najvećim delom pripadaju gornjem desnom kvadrantu (veliki napor – veliki uticaj), dok druge kategorije troškovnih parametara nisu deo ovog kvadranta. Ovo se može tumačiti kao logičan rezultat imajući u vidu da priprema projekta zahteva utrošak značajne sume novca i da predstavlja dugotrajan proces (zahteva veliki napor), dok projektna rešenja imaju značajan uticaj na troškove izgradnje auto-puteva.

Može se primetiti da parametri koji zauzimaju donji desni kvadrant, koji je i najpoželjniji (mali napor – veliki uticaj), uključuju samo tri parametra vezana za projektovanje. Ovi parametri opisuju tip terena, postojanje velikih značajnih objekata u sklopu trase auto-puta i broj tunelskih cevi. Ove promenljive eksperti mogu relativno lako utvrditi u ranim fazama razvoja projekta sa razumnom pouzdanošću. Preostali troškovno uticajni parametri iz ovog kvadranta pripadaju kategorijama Ugovorni, Ekonomski i Društveni i to je očekivano zbog činjenice da su javno dostupni (zahtevaju mali napor) i da mogu biti u velikoj korelaciji sa troškovima izgradnje [2, 16].

Može se uočiti da svi troškovno uticajni parametri koji pripadaju kategoriji Ekološki zauzimaju gornji levi kvadrant (veliki napor – mali uticaj). Ovo ukazuje na zabrinutost investitora u vezi sa pitanjima zaštite životne sredine, a samim tim i na veliki percipirani napor.

Sa Slike 3 se, takođe, uočava da su ispitanici ugovornim troškovno uticajnim parametrima pripisali veliki uticaj na troškove izgradnje auto-puteva. Investitori su vrstu tenderskog postupka i postojanje klizne skale na projektu ocenili kao veoma značajne parametre za procenu troškova izgradnje auto-puteva.

Konačno, može se primetiti da svi troškovno uticajni parametri imaju prosečan percipirani uticaj veći od 2 (nizak uticaj) što ukazuje na to da su parametri u okviru Preliminarne liste troškovno uticajnih parametara ispravno identifikovani jer nijedan parametar nije okarakterisan kao parametar „bez uticaja ili sa veoma malim uticajem“.

6. ZAKLJUČAK

Jedan od najvećih izazova vezanih za procene troškova izgradnje auto-puteva u početnim fazama razvoja projekta jeste potreban nivo napora (vremena i novca) koji je neophodno uložiti kako bi se utvrdile informacije o budućim projektima. Za razliku od prethodnih istraživanja koja su prilikom razmatranja troškovno uticajnih parametara na kojima se bazira procena troškova analizirala samo nivo uticaja parametara na troškove izgradnje auto-puteva, u ovom istraživanju su identifikovane i analizirane percepcije investitora i o nivou napora koji je potrebno uložiti kako bi se vrednosti parametara odredile za konkretan projekat.

Anketni upitnik, koji je sadržao 34 troškovna parametra svrstana u 7 kategorija, je korišćen za identifikaciju percepcija investitora o troškovno uticajnim parametrima. Dobijeni rezultati ankete ukazuju da su investitori parametre vezane za proces projektovanja percipirali kao parametre sa velikim uticajem na troškove koji zahtevaju veliki nivo napora (vremena i novca) za njihovo određivanje. Takođe, uočena je i zabrinutost investitora u vezi sa pitanjima zaštite životne sredine, a samim tim i veliki percipirani napor investitora u vezi parametara iz kategorije Ekološki.

Buduća istraživanja odnosiće se na identifikaciju percepcija izvođača o troškovno uticajnim parametrima, ali i na razvoj modela za procenu troškova izgradnje auto-puteva koji će se zasnivati na identifikovanim percepcijama.

LITERATURA

- [1] Cirilovic J., Vajdic N., Mladenovic G., M. Asce, Queiroz C. (2013) Developing Cost Estimation Models for Road Rehabilitation and Reconstruction: Case Study of Projects in Europe and Central Asia. *J. Constr. Eng. Manag.*, no. 2013.
- [2] Mahdavian A., Shojaei A., Salem M., Yuan J. S., Oloufa A. A. (2021) Data-Driven Predictive Modeling of Highway Construction Cost Items. *J. Constr. Eng. Manag.*, vol. 147, no. 3, p. 04020180.
- [3] Gardner B.J., Gransberg D.D., Jeong H.D. (2016) Reducing Data-Collection Efforts for Conceptual Cost Estimating at a Highway Agency. *J. Constr. Eng. Manag.*, vol. 142, no. 11.
- [4] Elmousalami H. H. (2020) Artificial Intelligence and Parametric Construction Cost Estimate Modeling: State-of-the-Art Review. *J. Constr. Eng. Manag.*, vol. 146, no. 1, p. 03119008.
- [5] Tayefeh Hashemi S., Ebadati O. M., Kaur H. (2020) Cost estimation and prediction in construction projects: a systematic review on machine learning techniques. *SN Appl. Sci.*, vol. 2, no. 10, pp. 1–27.
- [6] Kim S. (2013) Hybrid forecasting system based on case-based reasoning and analytic hierarchy process for cost estimation. *J. Civ. Eng. Manag.*, vol. 19, no. 1, pp. 86–96.
- [7] Adel K., Elyamany A., Belal A. M., Kotb A. S. (2016) Developing Parametric Model for Conceptual Cost Estimate of Highway Developing Parametric Model for Conceptual Cost Estimate of Highway Projects. *Int. J. Eng. Sci. Comp.*, 6, 1728-1734.
- [8] Mahalakshmi G., Rajasekaran C. (2018) Early Cost Estimation of Highway Projects in India Using Artificial Neural Network. *Lect. Notes Civ. Eng.*, 25, 659-672.
- [9] Elbeltagi E., Hosny O., Abdel-Razek R., El-Fitury A. (2014) Conceptual Cost Estimate of Libyan Highway Projects Using Artificial Neural Network. *J. Eng. Res. Appl.* vol. 4, no. 8, pp. 56–66.
- [10] Meharie M. G., Gariy Z. C. A., Ngumbau R., Mutuku N., Mengesha W. J. (2019) An Effective Approach to Input Variable Selection for Preliminary Cost Estimation of Construction Projects. *Adv. Civ. Eng.*, vol. 2019, pp. 5–9.
- [11] Al-Zwainy F. M. S. (2018) A state-of-the-art survey to estimate construction costs in highway and bridge projects: analytical diagnostic study. *Int. J. Civ. Eng. Technol.*, vol. 9, no. 5, pp. 795–821, 2018.
- [12] Karaca I. (2020) Improving the Accuracy of Early Cost Estimates on Transportation Infrastructure Projects. *Adv. Civ. Eng.*, vol. 36, no. 5, pp. 1–11.
- [13] Zhang Y., Minchin R. E., Agdas D. (2017) Forecasting Completed Cost of Highway Construction Projects Using LASSO Regularized Regression. *J. Constr. Eng. Manag.*, vol. 143, no. 10, p. 04017071.
- [14] Tijanić K., Car-Pušić D., Šperac M. (2020) Cost estimation in road construction using artificial neural network. *Neural Comput. Appl.*, vol. 0123456789, pp. 9343–9355.
- [15] Gardner B.J., Gransberg D.D., M. Asce, Rueda J.A. (2017) Stochastic Conceptual Cost Estimating of Highway Projects to Communicate Uncertainty Using Bootstrap Sampling. *J. Constr. Eng. Manag.*, pp. 1–9.
- [16] Al-zwainy F.M.S., Aidan I.A. (2017) Forecasting the Cost of Structure of Infrastructure Projects Utilizing Artificial Neural Network Model (Highway Projects as Case Study). *Indian J. Sci. Technol.*, vol. 10, no. May.
- [17] Kim D.Y., Kim B., Han S.H. (2008) Two-staged early cost estimation for highway construction projects. *ISARC 2008 - Proc. from 25th Int. Symp. Autom. Robot. Constr.*, Vilnius, Lithuania, 26-29 June 2008
- [18] Wilmot C.G., Cheng G. (2003) Estimating Future Highway Construction Costs. *J. Constr. Eng. Manag.*, vol. 129, no. 3, pp. 272–279.
- [19] Sodikov J. (2009) Road Cost Models for Prefeasibility Studies. *J. Infrastruct. Syst.*, no. December, pp. 278–289.
- [20] El-Sawalhi N. I. (2015) Support Vector Machine Cost Estimation Model for Road Projects. *J. Civ. Eng. Archit.*, vol. 9, no. 9.

- [21] Kovacevic M., Ivanišević N., Petronijević P., Despotović V. (2021) Construction cost estimation of reinforced and prestressed concrete bridges using machine learning. *Gradjevinar*, vol. 73, no. 1, pp. 1–13.
- [22] Kovačević M. *et al.* (2023) Decision-Support System for Estimating Resource Consumption in Bridge Construction Based on Machine Learning. *Axioms*, 12, 19.
- [23] Petrousatou K., Georgopoulos E., Lambropoulos S., Pantouvakis J.P. (2012) Early Cost Estimating of Road Tunnel Construction Using Neural Networks. *J. Constr. Eng. Manag.*, vol. 138, no. 6, pp. 679–687.
- [24] Rostami J., Sepehrmanesh M., Gharahbagh E. A., Mojtabai N. (2013) Planning level tunnel cost estimation based on statistical analysis of historical data. *Tunn. Undergr. Sp. Technol.*, vol. 33, pp. 22–33.
- [25] Luo W., Sandanayake M., Zhang G., Tan Y. (2021) Construction cost and carbon emission assessment of a highway construction - a case towards sustainable transportation. *Sustainability*, vol. 13, no. 14.
- [26] Creswell J.W. (2009) *Research Design - Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*, 3rd ed. Thousand Oaks, California: SAGE Publications, Inc.
- [27] Larsen J. K., Shen G.Q., Lindhard S.M., Brunoe T.D. (2016) Factors Affecting Schedule Delay, Cost Overrun, and Quality Level in Public Construction Projects. *J. Manag. Eng.*, vol. 32, no. 1.
- [28] Simić N., Ivanišević N., Nedeljković Đ., Senić A., Stojadinović Z., Ivanović M. (2023) Early Highway Construction Cost Estimation: Selection of Key Cost Drivers. *Sustainability*, 15, 5584.
- [29] Alshihri S., Al-gahtani K., Almohsen A. (2022) Risk Factors That Lead to Time and Cost Overruns of Building Projects in Saudi Arabia. *Buildings*, vol. 12, no. 7.
- [30] Cronbach L.J., Shavelson R.J. (2004) My Current Thoughts on Coefficient Alpha and Successor Procedures. *Educ. Psychol. Meas.*, vol. 64, no. 3, pp. 391–418.