

Primena transportnog modela u procesu unapređenja gradskih saobraćajnih sistema i donošenja planskih i investicionih odluka na primeru Grada Novog Pazara⁵⁷

Miodrag Počuć, ADOMNE d.o.o., Novi Sad, miodrag.pocuc@adomne.rs

Goran Kalamanda, ADOMNE d.o.o., Novi Sad, goran.kalamanda@adomne.rs

Vuk Bogdanović, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, vuk@uns.ac.rs

Nemanja Garunović, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, garunovic@uns.ac.rs

Igor Vukobratović, ADOMNE d.o.o., Novi Sad, igor.vukobratovic@adomne.rs

Mira Ilić Tomić, ADOMNE d.o.o., Novi Sad, mira.ilictomic@adomne.rs

Rezime: Grad Novi Pazar predstavlja jedan od retkih gradova srednje veličine u regionu koji u poslednjim decenijama beleži kontinuiran rast broja stanovnika. Povećanje životnog standarda i stepena motorizacije, uz istovremeni pad kvaliteta usluga javnog prevoza i nedovoljnu podršku aktivnim vidovima kretanja, doveli su do značajnih promena u vidovnoj raspodeli putovanja i povećane upotrebe putničkih automobila. Navedeni trendovi, u kombinaciji sa nasleđenom uličnom mrežom i izostankom gradskih obilaznica, uslovili su drastično pogoršanje uslova odvijanja saobraćaja, naročito u centralnim gradskim zonama. Posledice se ogledaju u svakodnevnom saobraćajnim zagušenjima, smanjenim prosečnim brzinama, dužim vremenima putovanja, većoj potrošnji goriva i povećanim emisijama štetnih gasova, što negativno utiče na kvalitet života stanovnika, pristupačnost, bezbednost i održivi razvoj grada.

U cilju zaustavljanja navedenih negativnih trendova i uspostavljanja koncepta pametne i održive mobilnosti, neophodno je sprovesti mere usmerene na smanjenje zagušenja i vremena putovanja, unapređenje bezbednosti svih učesnika u saobraćaju, povećanje energetske efikasnosti, smanjenje emisija štetnih gasova, racionalnije korišćenje prostora i infrastrukture, kao i jačanje uloge javnog prevoza i aktivnih vidova kretanja.

Radi definisanja predloga takvih mera formiran je transportni model grada, zasnovan na ažurnim i terenski prikupljenim podacima o saobraćajnim tokovima, javnom prevozu, parkiranju i bezbednosti saobraćaja. Model omogućava simulaciju postojećeg stanja, budućih scenarija razvoja saobraćajnog sistema i procenu efekata predloženih intervencija. Rad ukazuje na značaj izrade transportnog modela kao analitičke osnove za donošenje odluka u gradovima poput Novog Pazara, omogućavajući testiranje mera, vizuelizaciju rešenja i smanjenje rizika od pogrešnih i neefikasnih investicija. Posebno se ističu prednosti integrisanog pristupa u izradi transportnog modela i Plana održive urbane mobilnosti (POUM).

Ključne reči: planiranje saobraćaja, uslovi saobraćajnog toka, transportni model, planovi održive urbane mobilnosti (POUM).

⁵⁷ CC-BY licenca

1 UVOD

Razvoj gradskih saobraćajnih sistema odvija se u uslovima promenljivih transportnih zahteva i ograničenih prostornih, infrastrukturnih i finansijskih mogućnosti gradova. Istovremeno, savremeno planiranje zahteva usklađivanje potreba različitih korisnika i stvaranje uslova za razvoj održivijih vidova kretanja. Zbog toga jedan od ključnih izazova nije samo prepoznavanje postojećih problema, već izbor odgovarajućih mera i procena njihovih efekata pre donošenja planskih i investicionih odluka.

Analiza postojećeg stanja ukazuje na probleme u funkcionisanju saobraćajnog sistema, ali ne daje odgovor na pitanje kako će se sistem ponašati u budućnosti i kakve će posledice proizvesti pojedine intervencije. Njihovi efekti često nisu ograničeni na neposrednu zonu primene, već mogu dovesti do preraspodele saobraćajnih tokova na širem području. Zbog toga je pri planiranju potrebno razmatrati alternativne razvojne scenarije i proceniti njihove efekte. Transportni model omogućava povezivanje podataka o postojećem stanju sa prognozom transportnih zahteva i testiranjem mogućih planskih i investicionih rešenja.

U radu je ovakav pristup razmatran na primeru Grada Novog Pazara, za koji je u okviru izrade Transportne studije formirana informaciona osnova zasnovana na raspoloživim podacima i terenskim istraživanjima, a zatim razvijen i kalibrisan transportni model. Model je korišćen za analizu postojećeg stanja, prognozu transportnih zahteva i testiranje različitih scenarija razvoja saobraćajnog sistema.

Cilj rada je da se, kroz primer Novog Pazara, ukaže na mogućnosti primene transportnog modela u analizi i poređenju razvojnih scenarija i proceni efekata predloženih mera, sa posebnim osvrtom na njegov značaj za donošenje planskih i investicionih odluka.

2 METODOLOŠKI OKVIR ISTRAŽIVANJA I FORMIRANJA TRANSPORTNOG MODELA

Formiranje transportnog modela podrazumeva objedinjavanje podataka o karakteristikama saobraćajnog sistema sa jedne strane i transportnim zahtevima s druge strane, u jedinstvenu analitičku celinu. Njegova pouzdana primena zahteva odgovarajuću informacionu osnovu, definisanje osnovnih elemenata modela i kalibraciju prema podacima koji su utvrđeni u realnim uslovima.

Pouzdanost transportnog modela neposredno zavisi od kvaliteta i reprezentativnosti podataka na kojima je zasnovan. Konkretno, za Novi Pazar informaciona osnova formirana je kombinovanjem raspoloživih podataka, planske i druge relevantne dokumentacije i rezultata terenskih istraživanja. Istraživanja su obuhvatila motorizovane i nemotorizovane saobraćajne tokove, javni prevoz i parkiranje, dok su za formiranje modela posebno značajni bili podaci o intenzitetu i prostornoj raspodeli saobraćajnih tokova, karakteristikama putne i ulične mreže, režimu saobraćaja i socio-demografskim karakteristikama područja [1].

Model zahteva povezivanje transportne ponude i potražnje. Saobraćajna ponuda predstavljena je putnom i uličnom mrežom sa atributima kao što su kapacitet, dozvoljene brzine, broj traka i smernost, dok je transportna potražnja definisana obimom, prostornom raspodelom putovanja, raspodelom po načinima, kao i vremenskom

raspodelom. Za formiranje matrica putovanja korišćeni su rezultati istraživanja, demografski podaci i podaci o prostornoj distribuciji stanovništva i radnih mesta [1].

Transportni model Grada Novog Pazara razvijen je u programskom paketu PTV Visum. Osnovu modela čine digitalizovana saobraćajna mreža i matrice saobraćajne potražnje (OD matrice), kojima se definišu prostorni odnosi između izvora i ciljeva putovanja. Analizirano područje podeljeno je na saobraćajne zone povezane sa odgovarajućim demografskim i prostornim podacima [1].

Raspodelom putovanja na mrežu simuliraju se saobraćajni tokovi koji nastaju kao rezultat odnosa transportnih zahteva i karakteristika raspoložive mreže. Da bi se model pouzdano koristio za analizu budućih scenarija, izvršena je njegova kalibracija, odnosno usklađivanje modelovanih saobraćajnih opterećenja, sa vrednostima koja su utvrđena terenskim istraživanjima.

U slučaju Novog Pazara kalibracija je izvršena na osnovu matrice putovanja za popodnevni vršni čas i rezultata brojanja saobraćaja na karakterističnim tačkama mreže. Nakon kalibracije postignut je koeficijent korelacije od 99%, dok je srednja relativna greška smanjena sa 46% na 4%. Dobijeni pokazatelji potvrđuju da model odgovarajuće reprezentuje saobraćajna opterećenja postojećeg stanja i može se koristiti za dalje analize i prognoze [1].

3 PRIMENA MODELA U ANALIZI I TESTIRANJU VARIJANTI

Na primeru Novog Pazara formirano je ukupno pet varijanti modela.

Tabela 1: Pregled analiziranih varijanti i njihovih efekata

Varijanta	Tip varijante	Mere i intervencije	Ključne karakteristike i efekti
V0	Postojeće stanje	<i>Nema intervencija (polazna osnova)</i>	<i>Osnova za poređenje budućih varijanti.</i>
V1	Referentna varijanta (Ciljna 2035. godina)	<i>Bez intervencija na postojećoj mreži, uz uvažavanje procenjenog rasta potražnje</i>	<i>Povećanje učešća putničkih automobila sa oko 56% na 58%. Porast broja vozila u vršnom satu za 11,2% (sa 10.585 na 11.920). Zadržavaju se iste najopterećenije ulice u centru, ali uz veći obim saobraćaja.</i>
V2	Infrastrukturna varijanta (Ciljna 2035. godina)	<i>Severna obilaznica, Južna obilaznica, Produžetak Ulice AVNOJ-a</i>	<i>Preraspodela tokova i rasterećenje gradske mreže od spoljnih putovanja. Protok od oko 200 vozila/smeru u popodnevnom vršnom času na Severnoj obilaznici. Omogućava procenu opravdanosti investicija pre realizacije.</i>
V3	Regulativna varijanta (Ciljna 2035. godina)	<i>Promena režima kretanja vozila Formiranje pešačke zone u centru grada (Bez izgradnje novih saobraćajnica)</i>	<i>Rasterećenje pojedinih raskrsnica i delova centralne mreže. Povećanje opterećenja na alternativnim pravcima (ulice Gradska, Veljka Vlahovića i Oslobođenja). Ukazuje na prostornu preraspodelu tokova pod uticajem lokalnih mera.</i>
V4	Kombinovana varijanta (Ciljna 2035. godina)	<i>Objedinjene sve infrastrukturne mere iz V2 i sve regulativne mere iz V3</i>	<i>Preusmeravanje tranzitnog i dela unutrašnjeg saobraćaja na obodne pravce. Povećano korišćenje novog dela Ulice AVNOJ. Rasterećenje najužeg gradskog jezgra u odnosu na V1.</i>



Ilustracija 1. Poređenje varijanti V4–V1 za centralni deo grada

Poređenje ovih scenarija na istoj modelskoj osnovi omogućava procenu neposrednih i širih efekata različitih planskih i investicionih rešenja pre njihove realizacije.

4 ZNAČAJ TRANSPORTNOG MODELA ZA PLANIRANJE I DONOŠENJE ODLUKA

Rezultati prikazani na primeru Novog Pazara pokazuju da primena transportnog modela ne treba da se završi analizom postojećeg stanja i prognozom budućih transportnih zahteva. U praksi se odluke o razvoju lokalnih saobraćajnih sistema neretko donose uz ograničenu informacionu i analitičku osnovu, bez ispitivanja mogućih efekata predloženih rešenja. Praktična vrednost transportnog modela je upravo u tome što omogućava da se različite mere i razvojni scenariji analiziraju i međusobno uporede pre njihove realizacije, čime se obezbeđuje pouzdanija osnova za donošenje planskih i investicionih odluka.

To je posebno značajno kod infrastrukturnih intervencija koje zahtevaju velika ulaganja i imaju dugoročne posledice po funkcionisanje saobraćajnog sistema. Model omogućava procenu očekivanog korišćenja nove infrastrukture i njenog uticaja na postojeću mrežu. Rezultati regulativnih scenarija istovremeno pokazuju da i mere koje ne podrazumevaju izgradnju mogu značajno promeniti prostornu raspodelu saobraćajnih tokova, zbog čega njihove efekte treba posmatrati na nivou šire mreže.

Poređenje alternativnih scenarija pruža osnovu za izbor i prioritizaciju mera, njihovo kombinovanje i određivanje dinamike realizacije. Takav pristup odgovara savremenom planiranju održive urbane mobilnosti, u kome se različita rešenja razmatraju i njihovi efekti procenjuju pre konačnog opredeljenja za određenu intervenciju [2], [3]. Transportni model obezbeđuje analitičku podlogu za donošenje odluke. Konačna odluka uključuje i druge kriterijume – finansijske, prostorne, ekološke, društvene i institucionalne.

Imajući u vidu navedeno, transportni model ima dodatnu vrednost samo ukoliko se i dalje koristi i ažurira novim podacima i rezultatima istraživanja. Time je moguće pratiti promene transportnih zahteva, proveravati efekte realizovanih mera i analizirati nove razvojne scenarije, čime model postaje deo kontinuiranog procesa planiranja saobraćajnog sistema.

5 ZAKLJUČAK

Transportni model je važan analitički alat u planiranju razvoja gradskih saobraćajnih sistema. Povezivanjem podataka o postojećem stanju sa prognozom budućih transportnih zahteva, model omogućava analizu različitih planskih i investicionih rešenja i procenu njihovog uticaja na funkcionisanje saobraćajne mreže.

Primer Novog Pazara pokazuje da različite vrste intervencija mogu imati različite efekte na funkcionisanje saobraćajne mreže. Izgradnja novih infrastrukturnih kapaciteta, izmene režima saobraćaja i/ili njihovo kombinovanje menjaju raspodelu tokova, pri čemu rasterećenje jednog dela mreže može dovesti do povećanja opterećenja na drugim pravcima. Poređenje različitih varijanti budućeg stanja omogućava da se takvi efekti prepoznaju pre realizacije mera i uzmu u obzir pri izboru i prioritizaciji budućih intervencija.

Ovakav pristup je posebno važan pri izradi planova održive urbane mobilnosti (POUM), jer transportni model omogućava da se različite mere i varijante razvoja transportnog sistema analiziraju i uporede na istoj modelskoj osnovi. Time se odluke o budućem razvoju ne zasnivaju samo na problemima utvrđenim u postojećem stanju, već i na proceni očekivanih efekata različitih mogućih rešenja.

Formiranjem transportnog modela njegova uloga se ne završava. Ažuriranjem podataka model se može koristiti za praćenje promena u transportnom sistemu, ispitivanje novih varijanti i mera i podršku budućim planskim i investicionim odlukama. Osnovna prednost transportnog modela zato nije samo u simulaciji saobraćajnih tokova, već u mogućnosti da se buduće stanje transportnog sistema analizira pre nego što se odluke o njegovom razvoju sprovedu u praksi.

LITERATURA

- [1] Transportna studija Grada Novog Pazara, Knjige 1–4: Metodologija izrade studije; Rezultati istraživanja; Analiza postojećeg stanja; Predlozi mera sa akcionim planovima, Adomne d.o.o., Novi Sad, 2025–2026.
- [2] Ortúzar, J. de D., Willumsen, L. G.: *Modelling Transport*, 4th ed., John Wiley & Sons, Chichester, 2011.
- [3] Rupprecht, S., Brand, L., Böhler-Baedeker, S., Brunner, L. M.: *Guidelines for Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan*, 2nd ed., Rupprecht Consult – Forschung & Beratung GmbH, Cologne, 2019.

Advantages of Developing a Transport Model for Improving Urban Transport Systems and Supporting Planning and Investment Decisions: The Case of the City of Novi Pazar

Abstract: The City of Novi Pazar is one of the few medium-sized cities in the region that has experienced continuous population growth over the past decades. An increase in living standards and motorization rates, accompanied by a decline in the quality of public transport services and insufficient support for active mobility modes, has led to significant changes in modal split and an increased use of private passenger cars.

These trends, combined with the inherited street network and the absence of urban bypass roads, have resulted in a substantial deterioration of traffic conditions, particularly within the central urban areas. The consequences are reflected in daily traffic congestion, reduced average travel speeds, longer travel times, increased fuel consumption, and higher emissions of harmful pollutants, all of which negatively affect residents' quality of life, accessibility, traffic safety, and the sustainable development of the city.

In order to halt these negative trends and establish the concept of smart and sustainable mobility, it is necessary to implement measures aimed at reducing congestion and travel times, improving the safety of all road users, increasing energy efficiency, reducing harmful emissions, promoting a more rational use of urban space and infrastructure, and strengthening the role of public transport and active mobility modes.

To support the development of such measures, a transport model of the city was established based on up-to-date, field-collected data on traffic flows, public transport, parking, and road safety. The model enables the simulation of both existing and future transport system development scenarios and the assessment of the impacts of proposed interventions.

The paper highlights the importance of developing a transport model as an analytical basis for decision-making in cities such as Novi Pazar, enabling the testing of proposed measures, the visualization of planning solutions, and the reduction of risks associated with inadequate and inefficient investments. Particular emphasis is placed on the benefits of an integrated approach to the development of the transport model and the Sustainable Urban Mobility Plan (SUMP).

Keywords: *Traffic planning, Traffic flow conditions, Transport model, Sustainable Urban Mobility Plans (SUMPs)*