

Katastar saobraćajne signalizacije i opreme Grada Beograda²²

Milinko Jelisavčić, Sekretarijat za saobraćaj, Beograd, email: milinko.jelisavcic@beograd.gov.rs

Rezime: Zbog značaja saobraćajne signalizacije kao elementa u zatvorenom kibernetičkom sistemu vozilo-vozač-okruženje, neophodno je posedovati ažurnu i prostorno preciznu bazu podataka o saobraćajnoj signalizaciji i opremi radi efikasnijeg i kvalitetnijeg upravljanja putnom infrastrukturom, donošenja kvalitetnijih odluka u svakodnevnim radnim aktivnostima, vrednovanja varijantnih rešenja i formiranje brzih odgovora. Katastar saobraćajne signalizacije formiran kroz GIS tehnologiju je odgovarajući alat za ove namene.

Izradom katastra saobraćajne signalizacije (KSS) formirana je aktivna prostorna baza podataka sa postojećim stanjem saobraćajne signalizacije i opreme na uličnoj mreži Beograda, precizno se evidentira imovina grada i sprovodi kvalitetnije održavanje saobraćajne signalizacije i opreme.

Katastar saobraćajne signalizacije je deo jedinstvene evidencije saobraćajno-tehničkih mera u okviru digitalne saobraćajne karte grada Beograda, informaciona osnova za upravljanje saobraćajem i dinamičkom kartom saobraćajnica.

Sekretarijat za saobraćaj je do 2026. godine završio šest faza izrade KSS, kojima je snimljeno 4320 km ulične mreže grada Beograda, a u pripremi je i sledeća faza snimanja.

Svi atributi o postojećoj putnoj infrastrukturi, saobraćajnoj signalizaciji, opremi i drugim objektima postoje u georeferenciranoj bazi podataka sa 70 (sedamdeset) tabela. Uz digitalizovani prikaz grada sa svim snimljenim podacima nalazi se i realni prikaz grada sa oblakom tačaka i sfernim fotografijama (Street view) koji daju sliku ulične mreže grada i druge funkcionalnosti digitalne karte.

Aplikacija KSS se koristi u web okruženju i može se videti javno, sa ograničenim funkcionalnostima, na adresi: <https://kssbg.geo.rs> [1]

Ključne reči: katastar, saobraćajna signalizacija, saobraćajna oprema, Beograd

1 UVOD

Sušтина i fundamentalni razlog za uspostavljanje jedinstvenog Katastra saobraćajne signalizacije, kao strateškog alata za savremeno upravljanje putnom infrastrukturom je ta što on predstavlja jedan od ključnih elementa za regulaciju saobraćajnih tokova i direktno utiče na bezbednost unutar složenog sistema upravljanja saobraćajem.

Međutim, efikasno upravljanje u urbanim sredinama često je otežano usled parcijalnih, zastarelih ili teško pretraživih podataka na terenu. Glavni razlog za formiranje KSS leži u neophodnoj tranziciji sa tradicionalnog vođenja evidencije na savremeni, centralizovani digitalni sistem. Ovakav sistem omogućava brzo uočavanje i otklanjanje

²² CC-BY licenca

anomalija na uličnoj mreži, čime se direktno podiže nivo bezbednosti svih učesnika. Integracijom prostornih podataka u napredne GIS i CAD strukture, ovaj projekat postavlja čvrstu tehničku osnovu za potpunu vizuelizaciju prostora. Na taj način, KSS prestaje da bude samo tehnički popis, već postaje dinamičan i dugoročan alat za brzo, efikasno i kvalitetno donošenje sistemskih odluka u realnom vremenu.

1.1 Pravni osnov

Sekretarijat za saobraćaj kao deo gradske uprave grada Beograda ima nadležnosti u oblasti saobraćaja koje su uređene pozitivnim pravnim propisima:

- *Zakonom o bezbednosti saobraćaja na putevima*
- *Zakonom o putevima*
- *Zakonom o planiranju i izgradnji*
- *Statutom grada Beograda*
- *Odlukom o gradskoj upravi grada Beograda*
- *Odlukom o ulicama, lokalnim i nekategorisanim putevima* [2-7]

2 ORGANIZACIONA STRUKTURA KSS [1]

Osnovu organizacione strukture čine elementi ulične mreže – Deonice (centralna linija kolovoza koja spaja dva čvora) i Čvor (tačka ukrštanja deonica), koji svojim šiframa služe kao sekundarni ključevi (foreign key) za povezivanje svih ostalih georeferenciranih objekata u jedinstvenu relacionu bazu podataka.

2.1 Elementi katastra u gis formatu

Ovaj deo obuhvata prostorne baze podataka strukturirane u File Geodatabase formatu sa pripadajućim alfa-numeričkim atributima, podeljene u sledeće organizacione celine:

2.1.1 Elementi ulične mreže (Prostorni prikaz putna infrastrukture)

Deonice, Čvorovi, Centralne linije kolovozne trake, Centralne linije saobraćajne trake, Granica kolovoza – ivičnjak, Poligon kolovoza, Spoljnje ivice trotoara, Srednje razdelne trake, Ostrva za odvajanje saobraćajnih traka, Razdelni pojas, Ivične razdelne trake, Pešačka ostrva, Centralne linije tramvajskih šina, Centralne linije biciklističkih trasa, Poligon trotoara.

2.1.2 Nosači saobraćajne signalizacije

Stub, Portal, Konzola, Nastavak na stub

2.1.3 Saobraćajni znakovi

Prostorni prikaz i baza podataka saobraćajnih znakova, uključujući i merenja retrorefleksije na terenu.

2.1.4 Dopunske table

Prostorni prikaz i baza podataka dopunskih tabli uključujući i merenja retrorefleksije na terenu.

2.1.5 Turistička signalizacija BEOGRAD

Specifična grupa saobraćajnih znakova i panoa namenjenih za turističko obaveštavanje na teritoriji grada.

2.1.6 Oznake na putu

Uzdužne oznake na putu, Poprečne oznake, Strelice, Polja za usmeravanje saobraćaja, Oznake na površinama gde je zabranjen saobraćaj, Linija usmeravanja, Natpisi na kolovozu, Oznaka-ne blokiraj raskrsnicu, Zabrana zaustavljanja i parkiranja, Stajališta javnog gradskog prevoza, Taksisti stajalište, Zona pešačkih prelaza u zoni škole, Oznake-parking mesta.

2.1.7 Oprema svetlosne signalizacije

Upravljački uređaj, Davači signala-lanterne, Taster za najavu pešaka ili biciklista, Davač zvučnog signala za slepe, Displej tajmera za odbrojavanje vremena, Detektorska petlja u kolovozu, Detektori iznad kolovoza.

2.1.8 Oprema ulice (puta)

Prateći tehnički elementi bezbednosti i zaštite na putu: Stubići, Saobraćajno ogledalo, Pešačke, žičane i zaštitne ograde, Montažni ivičnjak, Delineatori, Prepreke za usporavanje saobraćaja, Elementi prostornog vođenja slepih lica (taktilne staze), Brojači saobraćaja i petlje brojača saobraćaja, Kamere Sekretarijata za saobraćaj, Nastrešnice na stajalištima javnog prevoza, Dodatno osvetljenje na pešačkim prelazima, Markeri, Linearni katadioptri, Indikatori vrha površine razdvajanja tokova, Stacionarni ublaživači udara.

2.1.9 Ostali georeferencirani elementi u profilu ulice

Stubovi javne rasvete koji ne nose saobraćajnu signalizaciju, Stabla zelenila, Runderle zelenila sa blokovima, Posude za odlaganje smeća, Stanični stubovi, Slivnici, Šahte, Bilbordi, Žardinjere, Info table za navođenje u parking garaže, Info table o slobodnim parking mestima.

2.2 Elementi katastra u cad formatu

Ovaj deo organizacione strukture predstavlja paralelnu geometrijsku bazu svih 70 prethodno navedenih elemenata prilagođenu za rad u .dwg formatu (za CAD orjentisane aplikacije). Svi elementi imaju organizuju kroz grafičke entitete kao što su: Tačke, Linije, Poligoni, Blokovi.

2.3 Kvantitativni rezime strukture kss

Ukupna baza se sastoji od 70 tabela, a većina njih ima preko 40000 elemenata:

- 59 georeferenciranih tabela koji se u GIS formatu prikazuju sa punim, detaljno definisanim setom alfa-numeričkih atributa kojih u proseku ima oko 30 po tabeli.
- 11 tabela (navedenih u tački 2.1.9.) koje se u GIS formatu prikazuju samo kao georeferencirani prostorni oblici, bez pratećih tekstualnih ili brojčanih atributa. [8]

3 NAČIN SNIMANJA

Korišćenjem LiDAR tehnologije ostvaruje se snimanje 3D oblika površine terena i objekata na njemu, oprema se koristi sa vozila u pokretu, a LiDAR uređaj je spregnut sa

sfernom kamerom za snimanje u opsegu 360° (Mobile Mapping) minimalne relativne tačnosti ± 1 cm. Sferni snimci se prave na svakih 5 m duž pravca snimanja. U urbanim gradskim zonama, pored GPS/GNSS i INS sistema za pozicioniranje koristi se SLAM tehnologija za precizno pozicioniranje u uslovima gde nema GPS/GNSS signal ili je isti oslabljenog kvaliteta.

Rezultat snimanja terena je skup trodimenzionalnih (XYZ) tačaka (Oblak tačaka) preko koga je mapirana sferna fotografija tako da je moguće meriti dimenzije i površine snimljenih objekata. Vršiti se i snimanje retrorefleksije svih saobraćajnih znakova.

Svi podaci se smeštaju u centralizovani digitalni repozitorijum iz kojih se formira geografsko informacioni sistem koji se prikazuje kroz operativnu WebGIS aplikaciju za terensku i međuinstitucionalnu koordinaciju. Podaci su georeferencirani i prilagođeni zvaničnom koordinatnom sistemu uz korišćenje globalnih transformacionih parametara i dati su u sledećim ekstenzijama: ESRI File Geodatabase (.gdb), .dwg, .jpg, bmp, .ecw kao i u .las formatu za 3D oblak tačaka. [8]

4 FUNKCIONALNOSTI

Aplikacija je namenjena za prikaz i obradu podataka u 2D i 3D prostoru. Poput mapa u rasterskim i vektorskim formatima, koristi i oblak tačaka i sferne fotografije.

Aplikacija ima module administracije u kojima se vrše sve pripreme za rad, kreiranje korisnika, formiranje radnih grupa, upravljanje dozvolama korisnika, uvoz i pripremu prostornih podataka i formiranje projekata.

Pregled i upravljanje podacima putem mape ima standardne GIS funkcije, odabir projekta, prikaz slojeva na mapi, tabelarni prikaz atributa, izvoz sadržaja u GIS formatima (GDB, SHP, DXF, GeoJSON) i tabela u numeričkom obliku (CSV, XLSX), a tu su i alati za merenje objekata na oblaku tačaka. 2D Map Editor omogućava crtanja, uređivanje i otvaranje forme entiteta, pojedinačno i grupno selektovanje entiteta. 3D Map Editor ima mogućnost digitalizacije u prostoru preko oblaka tačaka i pomoću sfernih fotografija, popunjavanje geometrijskih i opisnih podataka u slojevima direktnom vektorizacijom. Aplikacija ima mogućnost popunjavanja atributne tabele, dodavanje fotografija i priloga entitetima.

U aplikaciji postoji mogućnost da se prostorni podaci uvoze i definišu kao izvori podataka. Ti podaci mogu da budu u fajlovima, relacionim bazama podataka ili u eksternim servisima kao što su GeoJSON, KML, WMS, GDB. Moguće je praviti konekcije prema udaljenim SQL serverima i eksternim „tile“ servisima kao što su Google Maps, Bing Maps.

Aplikacija omogućuje administriranje i rad sa trajektorijama. Trajektorije su celine snimanja oblaka tačaka uz koje se prikazuju i sferne fotografije, čime se dobija slika ulične mreže i potpuna vizuelizacija prostora.

WebGIS aplikacija razvijena je u „web“ tehnologiji, dostupna za upotrebu kroz popularne „web“ pretraživače poslednje generacije na MS Windows, Linux OS i Android OS. [1]

5 AŽURIRANJE

Formiranje Katastra saobraćajne signalizacije i opreme grada Beograda predstavlja dugotrajan i kompleksan proces koji vodi Sekretarijat za saobraćaj, u saradnji sa stručnim projektantskim preduzećem „Geoput d.o.o. Beograd“ [8].

Zbog visoke dinamičnosti saobraćajnog okruženja, paralelno sa izradom baze podataka, neminovno je identifikovati i implementirati promene nastale na putnoj mreži. Kako bi se obezbedila maksimalna ažurnost i tačnost podataka, uspostavljen je kontinuiran sistem ažuriranja zasnovan na rešenjima i nalogima inženjera Sekretarijata za saobraćaj i JP „Putevi Beograda“.

Ovaj proces se oslanja na definisani proceduralni protok dokumenata između svih učesnika u sistemu – uključujući nadzorni organ i JKP „Beograd put“ kao neposrednog izvođača terenskih radova. Ažuriranje se sprovodi svakodnevno, prateći svaku promenu faktičkog stanja na terenu radi održavanja pouzdanog i funkcionalnog katastra.

U tom sistemu, namenska WebGIS aplikacija ima ulogu elektronskog dnevnika promena. Ona kroz sistem kodiranja bojom omogućava vizuelno praćenje statusa naloga od same inicijacije do finalne verifikacije. Ceo radni tok – koji obuhvata prostorno mapiranje (crtanje) naloga, prilaganje prateće dokumentacije, nadzor i unos datuma realizacije – obezbeđuje efikasnu kontrolu kvaliteta i permanentno usklađivanje digitalne evidencije sa stvarnim stanjem na saobraćajnoj mreži.

6 BUDUĆI KORACI U RAZVOJU KSS I SKALIRANJE NA MANJE LOKALNE SAMOUPRAVE

Nakon uspešno realizovanih šest faza snimanja i uspostavljanja stabilnog sistema za svakodnevno ažuriranje baze podataka u Beogradu, dalji razvoj KSS u Beogradu trebalo bi se kretati prema transformaciji baze sa statističke evidencije i korektivnog delovanja na sistem planiranog preventivnog održavanja korišćenjem veštačke inteligencije.

Prilagođavanje ovog modela za implementaciju u manjim lokalnim samoupravama moguća je njegova primena i širom Republike Srbije.

6.1 Napredna analitika podataka i integracija AI

Do sada su se analize radile sporadično, uglavnom u svrhe tekućeg održavanja. Uvođenjem AI i automatizovane analize nad postojećim oblakom tačaka, sfernim fotografijama i atributima, KSS postaje proaktivan alat.

- Preventivno održavanje signalizacije: AI algoritmi mogu analizirati podatke o izmerenoj retrorefleksiji znakova i dopunskih tabli kroz vreme. Na osnovu tipa materijala, starosti i stepena degradacije, AI predviđa kada će znak pasti ispod zakonskog minimuma i automatski generiše nalog za zamenu pre nego što postane nebezbedan.
- Automatizovana detekcija oštećenja (Computer Vision): Korišćenjem dubokog učenja (Deep Learning) na sfernim fotografijama i oblaku tačaka, AI može automatski prepoznati fizička oštećenja (grafiti na znakovima, iskrivljeni stubovi, izbledele oznake na putu). Sistem automatski kreira nalog sa geo-lokacijom u WebGIS aplikaciji.
- Analiza prostorne usklađenosti i bezbednosti: AI može upoređivati bazu podataka o signalizaciji sa bazom saobraćajnih nezgoda. Algoritmi mogu prepoznati crne

tačke gde nedostaje specifična oprema (npr. prepreke za usporavanje saobraćaja, dodatno osvetljenje pešačkih prelaza) i predložiti mere.

- Optimizacija i provera zakonitosti (Digital Twin): Softverska verifikacija postavljenih znakova u odnosu na zakonsku regulativu (npr. detekcija kontradiktornih znakova na istom stubu ili prekrivenost znaka krošnjom drveta analizom oblaka tačaka).

6.2 Smernice za implementaciju na nivou manjih lokalnih samouprava

Model koji je razvio Beograd predstavlja odličnu praksu, ali je previše kompleksan i skup za manje opštine. Zato se predlaže modularni i skalabilni pristup.

- Smanjenje obima i simplifikacija baze (Light KSS): Manje samouprave nemaju potrebu za 70 tabela i praćenjem elemenata poput rundela zelenila ili slivnika. Bazu treba redukovati na ključne celine: ulična mreža (deonice/čvorovi), saobraćajne znakove, oznake na putu i opremu puta. Broj atributa po tabeli treba smanjiti sa prosečnih 30 na 10 ključnih.
- Faze snimanja prilagođene budžetu: Umesto skupih Mobile Mapping sistema visoke tačnosti odjednom, manje opštine mogu primeniti hibridni pristup:
 - o Faza 1: Snimanje kritičnih i urbanih zona (centar opštine, zone škola) komercijalnim 360° kamerama male vrednosti.
 - o Faza 2: Postepeno uvođenje LiDAR tehnologije kroz regionalna partnerstva.
- Međuopštinska saradnja i deljeni resursi (SaaS model): Umesto da svaka mala opština kupuje sopstveni softver i serversku infrastrukturu, predlaže se formiranje regionalnih GIS centara ili korišćenje jedinstvene državne platforme. Više opština deli troškove licenci i održavanja WebGIS aplikacije, dok svaka upravlja isključivo svojim podacima.
- „Outsourcing“ ažuriranja kroz ugovore o održavanju: Male samouprave često nemaju GIS inženjere. Rešenje je da se kroz tenderske procedure za redovno održavanje puteva (sa lokalnim javno-komunalnim preduzećima ili privatnim izvođačima) unese obaveza da izvođač nakon izvedenih radova unese promenu direktno u aplikaciju ili dostavi podatke u standardizovanom obliku.
- Finansiranje preko fondova: Predložiti da se inicijalno snimanje manjih opština finansira kroz namenska sredstva za unapređenje bezbednosti saobraćaja ili kroz nacionalne i EU fondove za digitalizaciju.

7 ZAKLJUČAK

Katastar saobraćajne signalizacije i opreme Grada Beograda (KSS) predstavlja uspešan primer transformacije tradicionalne evidencije u savremeni digitalni GIS sistem. Kroz realizovanih šest faza snimanja, formirana je detaljna i prostorno precizna baza podataka koja direktno unapređuje bezbednost saobraćaja, omogućava efikasnije upravljanje putnom infrastrukturom i obezbeđuje svakodnevno ažuriranje podataka u realnom vremenu. Budući razvoj sistema usmeren je ka implementaciji veštačke inteligencije (AI) i računarskog vida, čime će se omogućiti prelazak sa korektivnog na proaktivno i preventivno održavanje. Pored toga, ponuđene su jasne smernice za primenu u manjim

lokalnim samoupravama širom Srbije, kroz prilagođeni, modularni pristup i optimizaciju troškova.

ZAHVALNICA

Posebnu zahvalnost dugujem našem dragom kolegi i uvaženom saobraćajnom inženjeru Dušanu Gajiću, koji je preminuo ubrzo nakon realizacije prve faze Katastra saobraćajne signalizacije. Kao jedan od vodećih stručnjaka u prvobitnoj pripremi i pokretanju ovog projekta, Dušan je svojim inženjerskim znanjem, vizijom i profesionalnim entuzijazmom postavio temelje celokupnog sistema. Ovaj rad posvećujem sećanju na njega i njegov neizbrisiv doprinos našoj struci i razvoju saobraćajne infrastrukture Beograda

LITERATURA

- [1] Veb-portal aplikacije Katastra saobraćajne signalizacije Beograda: <https://kssbg.geo.rs>
- [2] Zakon o bezbednosti saobraćaja na putevima („Sl. glasnik RS“, br. 41/2009, 53/2010, 101/2011, 32/2013 - odluka US, 55/2014, 96/2015 - dr. zakon, 9/2016 - odluka US, 24/2018, 41/2018, 41/2018 - dr. zakon, 87/2018, 23/2019, 128/2020 - dr. zakon i 76/23)
- [3] Zakon o putevima („Sl. glasnik RS“, br. 41/2018, 95/2018 i 92/2023 - dr. zakon)
- [4] Zakon o planiranju i izgradnji („Sl. glasnik RS“, br. 72/2009, 81/2009 - ispr., 64/2010 - odluka US, 24/2011, 121/2012, 42/2013 - odluka US, 50/2013 – odluka US, 98/2013 - odluka US, 132/2014, 145/2014, 83/2018, 31/2019, 37/2019 - dr. zakon i 9/2020, 9/2020, 52/2021 i 62/2023)
- [5] Statut grada Beograda („Sl. list grada Beograda“, br. 39/2008, 6/2010 i 23/2013, "Sl. glasnik RS", br. 7/2016 - odluka US i "Sl. list grada Beograda", br. 60/2019)
- [6] Odluka o gradskoj upravi grada Beograda ("Službeni list grada Beograda", br. 126/2016, 2/2017, 36/2017, 92/2018, 103/2018, 109/2018, 119/2018, 26/2019, 60/2019, 85/2019, 101/2019, 71/2021, 94/2021, 111/2021, 83/2022 i 96/2022)
- [7] Odluka o ulicama, lokalnim i nekategorisanim putevima („Sl. list grada Beograda“, br. 3/2001, 15/2005, 29/2007 - dr. odluka i 17/2020)
- [8] Sekretarijat za saobraćaj grada Beograda - Tehnička dokumentacija i baze podataka o realizovanim fazama (I-VI) izrade Katastra saobraćajne signalizacije i opreme ulične mreže grada Beograda.

SUMMARY

Belgrade Traffic Signage and Equipment Cadastre

Abstract: Given the critical role of traffic signage as an essential component within the closed driver-vehicle-environment cybernetic system, maintaining an up-to-date and spatially precise database is imperative. Such a system facilitates efficient road infrastructure management, enhances daily operational decision-making, enables the evaluation of alternative solutions, and ensures rapid response times. A traffic signage cadastre built upon GIS technology serves as the ideal tool for these objectives.

The development of the Traffic Signage Cadastre (KSS) has established an active spatial database that accurately reflects the current state of traffic signage and equipment across Belgrade's street network. This system precisely inventories municipal assets and ensures higher-quality infrastructure maintenance.

As an integral component of the unified registry of traffic-technical measures within Belgrade's digital traffic map, the KSS provides the foundational data for traffic management and dynamic road mapping.

By 2026, the Secretariat for Transport completed six phases of the KSS development, mapping a total of 4,320 kilometers of Belgrade's street network, with the subsequent data collection phase currently in preparation.

All attributes regarding the existing road infrastructure, traffic signage, equipment, and related objects are stored within a georeferenced database consisting of 70 interconnected tables. Alongside the digital twin representation of the city, the platform features a realistic display utilizing point clouds and spherical photographs (Street View), providing a comprehensive visualization of the road network and advanced digital map functionalities.

The KSS web application is publicly accessible with limited functionalities at <https://kssbg.geo.rs>.

Keywords: cadastre, traffic signage, traffic equipment, Belgrade.