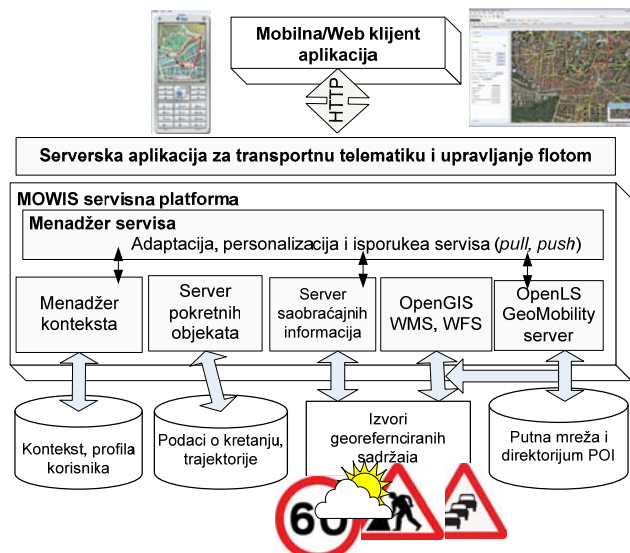




vozila, server određuje trenutnu poziciju vozila podrazumevajući da se vozilo kreće prosečnom brzinom koja je predviđena za taj segment. Ovo ima za cilj da unapredi pozicioniranje vozila između dva uzastopna ažuriranja i smanji potrebnu komunikaciju između vozila i servera, imajuću u vidu da vozilo mora da pošalje ažurnu poziciju samo kada odstupanje između stvarne pozicije (dobijene od GPS uređaja) i predviđene pozicije prekorači dozvoljenu vrednost greške [5].

Danas se koriste različita komercijalna GIS rešenja za praćenje i upravljanje flotom vozila u realnom vremenu, kao što su Fleetilla [6] i Euman LifePilot [7]. Ova rešenja su uglavnom zatvorena i razvijena na bazi komercijalnih tehnologija, te se ne mogu se lako integrisati sa drugim informacionim sistemima u preduzeću neophodnim za celovito upravljanje transportom. Takođe, veoma malo pažnje je posvećeno sistemima za upravljanje transportom zasnovanim na Web i mobilnim platformama. Prednosti ovih platformi su pristup funkcionalnostima upravljanja transportom na bilo kom mestu, u bilo kom trenutku, bez potrebe za instaliranjem softvera, kao i jednostavna integracija sa drugim IT rešenjima u preduzeću. Naš rad ima za cilj da prevaziđe nedostatke postojećih rešenja, razvojem Web GIS-a za upravljanje flotom vozila zasnovanim na otvorenim ISO i OGC standardima [3] i servisnoj platformi za razvoj mobilnih/Web lokaciono-zasnovanih informacionih servisa - MOWIS [8]. Arhitektura MOWIS platforme uključuje komponente prikazane na (Sl.2).



Sl. 2. Arhitektura MOWIS servisne platforme

- *GeoMobility server* - predstavlja implementaciju OpenLS servisa za geokodiranje, reverzno geokodiranje, rutiranje, direktorijum lokacija od interesa (POI), prezentaciju na mobilnim uređajima kao i pristup lokacionim serverima mobilnih operatera.
- *Serveri geoprostornih podataka* (WFS, WMS) [3]
- *Server pokretnih objekata* – obezbeđuje skladištenje i pretraživanje podataka o kretanju vozila (pokretnih objekata) [4].

- *Server saobraćajnih informacija* - integriše i obezbeđuje dinamičke multimedijalne informacije značajne za odvijanje transporta (stanje puteva, vremenska prognoza, saobraćajne nezgode, put u izgradnji, zagušenje saobraćaja i sl) prikupljene iz različitih izvora i georeferencirane putnom mrežom.
- *Menadžer konteksta* - obezbeđuje prikupljanje, čuvanje, obradu i zaključivanje na osnovu kontekstnih podataka dobijenih od različitih senzora koji rezultiraju potpunim opisom situacije korisnika.
- *Menadžer servisa* predstavlja jedinstvenu pristupnu tačku za MOWIS servise i pruža usluge adaptacije i personalizacije u skladu sa situacijom i kontekstom korisnika.

MOWIS servisna platforma pruža podršku za razvoj dve glavne kategorije mobilnih i Web informacionih servisa za podršku sigurnom i efikasnom transportu ljudi i robe:

- Mobilni navigacioni informacioni servisi zasnovani na informacijama o prethodnoj trajektoriji, trenutnoj lokaciji i predikciji kretanja korisnika, kao i njegovog konteksta i situacije.
- Mobilni/Web informacioni sistemi za praćenje i upravljanje vozilima za transport ljudi i robe. Ovi informacioni sistemi treba da na osnovu trenutne lokacije vozila, istorije kretanja, predikcije kretanja u budućnosti obezbedi servise korisnicima koji učestvuju u nadgledanju i praćenju ovih vozila [9].

Korišćenjem MOWIS Web GIS aplikacije u okviru Internet pretraživača, operater u kontrolnom centru ima uvid u pozicije vozila na digitalnoj mapi kao i u podatke kao što su pozicija, vreme, brzina, smer, kao u druge parametre obezbeđene od strane ugrađenih senzora unutar vozila. MOWIS Web GIS aplikacija nudi sledeće funkcionalnosti koje su obezbeđene od strane *Menadžera konteksta* i *Servera pokretnih objekata*:

- Automatsko ažuriranje pozicije vozila na mapi,
- Selektovanje i praćenje određenog vozila,
- Lociranje najbližeg vozila u odnosu na selektovanu tačku od interesa (POI) ili u odnosu na zadatu adresu,
- Pretraga i prikaz aktivnosti i događaja iz istorije određenog vozila za određeni vremenski period (kretanje, stajanje, nizak nivo goriva, itd.) .

Funkcionalnosti obezbeđene od strane *Servera saobraćajnih informacija* i *GeoMobility servera* su:

- Generisanje najbolje (najbrže, najkraće, itd.) rute za vozila, imajući u vidu trenutno određište kao i skup specifičnih tačaka koje se moraju uključiti u rutu kao i tačke koje je potrebno izbeći.
- Prikaz pozicija, udaljenosti i druge informacije vezane za tačku interesa (restorani, benzinske pumpe, banke, auto usluge, itd) i traženje najpogodnije tačke od interesa na osnovu tipa, karakteristika, udaljenosti i sl.
- Prikaz pozicija, udaljenosti i drugih informacija vezanim za saobraćajne događaje (saobraćajne gužve, nezgode, stanje na putevima, izgradnju i popravke, itd) koje su važne u transportu i kontroli saobraćaja.

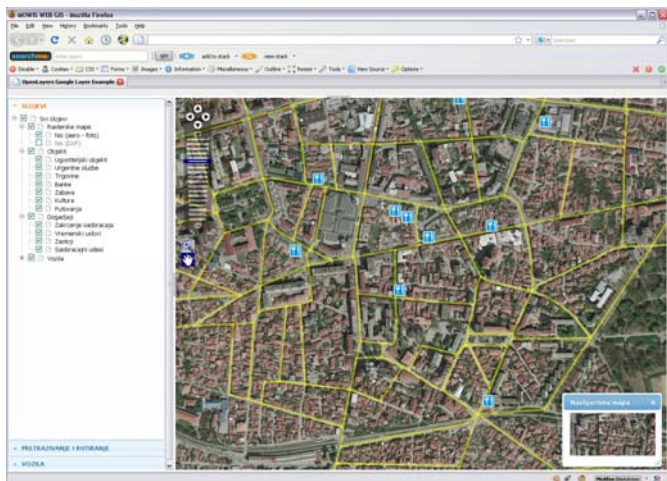
Napredne funkcije uključuju upozoravanje i obaveštavanje o određenim događajima kao što su ulazak (izlazak) vozila u specifičnu oblast od interesa ili

približavanje specifičnoj lokaciji od interesa (mesto saobraćajnog događaja). U tom slučaju operater može komunicirati sa vozačem određenog vozila i vršiti određivanje nove rute, promenu rasporeda i plana puta.

### III. MOWIS WEB GIS APLIKACIJA ZA PRAĆENJE VOZILA I UPRAVLJANJE TRANSPORTOM

MOWIS Web GIS aplikacija je bazirana na savremenim Internet tehnologijama kao što su AJAX i PHP. Web GIS klijent je zasnovan na *OpenLayers* javascript biblioteci koja je namenjena za prikaz mapa u okviru Web pretraživača [9]. Ova biblioteka pruža API za razvoj bogatih Web aplikacija sličnih *Google Maps* i *MSN Virtual Earth*. Serverski deo MOWIS Web GIS aplikacije je implementiran korišćenjem PHP tehnologija dok su georeferencirani podaci organizovani u okviru *PostGIS/PostgreSQL* objektno-relacione baze podataka sa geoprostornim mogućnostima. U svrhu razvoja i testiranja koriste se podaci o vozilima preuzetim od SkyBUS sistema za praćenje autobuskog saobraćaja [8]. Na (Sl.3) je prikazan interfejs MOWIS Web GIS aplikacije sa prikazom hijerarhije slojeva kao i primerom kombinacije rasterske karte i vektorskih slojeva.

Hijerarhija slojeva je veoma bitna jer određuje redosled njihovog iscrtavanja direktno utičući na izgled kompletne mape. U okviru MOWIS aplikacije podržani su svi standardni *OpenLayers* tipovi slojeva, a u cilju prikaza dinamičkih objekata, kao što su saobraćajni događaji i vozila, implementirane su i odgovarajuće ekstenzije za podršku ovakvih tipova slojeva.



Sl. 3. Korisnički interfejs MOWIS Web GIS aplikacije

U okviru panela sa slojevima prikazano je hijerarhijsko stablo koje u osnovnoj konfiguraciji sadrži sledeće grupe slojeva:

- Rasterske mape – u okviru ove grupe moguće je selektovati jednu od nekoliko rasterskih karti koja će igrati ulogu osnovne podloge na ukupnom prikazu kompletne mape.
- Objekti – u okviru ove grupe obuhvaćeni su svi slojevi koji predstavljaju statičke objekte na mapi kao što su: ugostiteljski objekti, urgentne službe, benzinske stanice, trgovine, banke itd.

- Događaji – u okviru ove grupe obuhvaćeni su svi slojevi koji predstavljaju dinamičke saobraćajne događaje kao što su: zakrčenje saobraćaja, zastoji, udesi, neprohodan put itd. Osvežavanje ovih slojeva se vrši u određenom vremenskom intervalu i u skladu sa tim vrši njihov prikaz na mapi.

- Vozila – ova grupa obuhvata sve slojeve u okviru kojih se dinamički iscrtavaju trenutne pozicije svih vozila koja se trenutno prate.

Panel za rutiranje nudi bogat interfejs za rad sa servisima *GeoMobility servera* i sastoji se od 4 celine čije funkcionalnosti pružaju neograničen broj kombinacija za pronalaženje rute između bilo koje dve lokacije na mapi bilo da su to statični objekti, geo koordinate, vozila ili lokacije saobraćajnih događaja. U panelu za rutiranje na raspolaganju su sledeće funkcionalnosti:

- Pretraga – nudi jednostavan interfejs za pretragu Objekata/Adresa/Vozila/Događaja. Korišćenjem servisa za geokodiranje i direktorijum POI *GeoMobility servera* gde za zadati atribut po kome se vrši pretraga (naziv, adresa, registracija vozila, tip saobraćajnog događaja, itd.) korisnik kao rezultat dobija geokoordinate objekta/adrese/vozila/događaja.

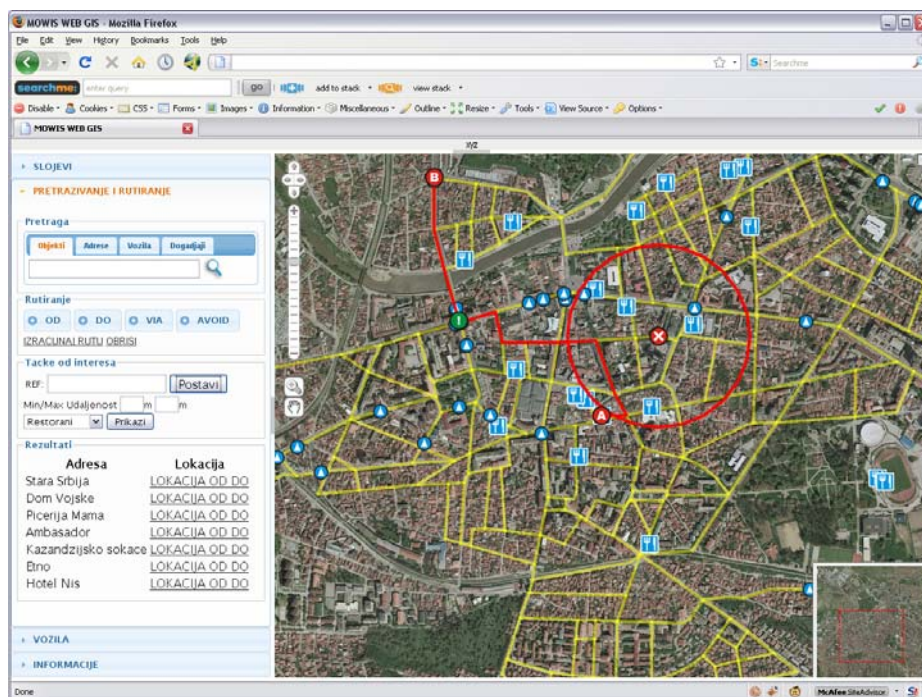
- Rutiranje – predstavlja sav potreban interfejs ka servisu rutiranja *GeoMobility servera* nudeći korisniku mogućnost zadavanja osnovnih parametara rutiranja kao što su: početna tačka, krajnja tačka, tačka/tačke koja bi trebalo obići tokom puta, kao i tačke koje bi trebalo da se izbegavaju na ruti. Zadavanje ovih tačaka je moguće na dva načina: direktnim pozicioniranjem na mapi, ili selektovanjem objekta koji je nastao kao rezultat pretrage objekata (Sl.4).

- Tačke od interesa – nudi interfejs za rad sa *servisom direktorijuma POI GeoMobility servera* gde se od korisnika traži da na mapi označi referentnu tačku i minimalno odnosno maksimalno rastojanje, a kao rezultat dobija listu svih adresa/objekata/vozila/događaja koji se nalaze u okviru zadatog radijusa.

- Rezultati – predstavlja listu adresa/objekata/vozila/događaja koji odgovaraju datim kriterijumima pretraživanja nudeći mogućnost centriranja karte u odnosu na selektovanu adresu/objekat/vozilo/događaj iz liste rezultata pretrage.

Panel za vozila nudi potreban interfejs ka Serveru pokretnih objekata i obezbeđuje pregled, pretragu i preuzimanje bitnih informacija vezanih za vozila koja se rate (brzina, trenutni segment). U okviru ovog panela izdvajaju se tri celine:

- Pretraga – nudi jednostavan interfejs za pretragu vozila prema registraciji
- Vozila – predstavlja pregled svih vozila koja se prate sa mogućnošću da korisnik selektuje određeno vozilo i dobije njegove trenutne parametre.
- Parametri vozila – prikazuje parametre za vozilo koje je selektovano iz liste svih vozila ili pak selektovanjem nekog vozila iz rezultata pretrage.
- Rezultati – predstavlja listu vozila koja je nastala pretragom po nekom od kriterijuma.



Sl. 4. Praćenje i navigacija vozila u MOWIS Web GIS aplikaciji

#### IV. ZAKLJUČAK

U ovom radu je opisan Web geografski informacijski sistem za praćenje vozila, navigaciju i upravljanje flotom vozila zasnovan na MOWIS servisnoj platformi. Zahvaljujući prednostima MOWIS platforme kao što su otvorena servisno-orijentisana arhitektura, usklađenost sa ISO i OGC GIS standardima, primena savremenih Internet i Web tehnologija, ovaj aplikacioni prototip je uspešno realizovan uz minimalan napor.

Iako se u implementaciji Web GIS aplikacija nailazi na problem slabih grafičkih performansi Web pretraživača pokazano je da je moguće obezbediti bogat grafički prikaz kao i korisnički interfejs približan desktop aplikacijama zahvaljujući rešenjima otvorenog koda kao što su OpenLayers.

Primarni ciljevi za budući razvoj uključuju obezbeđivanje skalabilnosti Web i mobilnog informacionog sistema za praćenje vozila i upravljanje transportom kako bi se obezbedilo praćenje velikog broja vozila uz minimalno opterećenje servera, istovremeno zadržavajući sve postojeće funkcionalnosti.

#### ZAHVALNICA

Istraživanja prezentovana u ovom radu delimično su finansirana od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije u okviru projekta "Mobilni/Web informacijski servisi za podršku sigurnom i efikasnom prevozu ljudi i transportu robe", ev. broj TR-13008.

#### LITERATURA

- [1] A. Goel, "Fleet Telematics- Real-time management and planning of commercial vehicle operations", Springer, 2008.
- [2] EU FP7 ICT Programme, Challenge 6 - ICT for Intelligent Vehicles and Mobility Services, [http://cordis.europa.eu/fp7/ict/intelligent-vehicles/home\\_en.html](http://cordis.europa.eu/fp7/ict/intelligent-vehicles/home_en.html)

- [3] OpenGIS standards - Open Geospatial Consortium (OGC) <http://www.opengeospatial.org/standards>
- [4] A. Civilis, C. S. Jensen, and S. Pakalnis, "Techniques for Efficient Road-Network-Based Tracking of Moving Objects", *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, vol. 17, no. 5, pp. 698–712, 2005
- [5] D. Stojanovic, A. N. Papadopoulos, B. Predic, S. Djordjevic-Kajan, A. Nanopoulos, "Continuous Range Monitoring of Mobile Objects in Road Networks", *Data & Knowledge Engineering*, Elsevier, vol. 64, no. 1, pp 77-100, 2008.
- [6] Fleetilla, Real-time GPS Vehicle Tracking, Trailer Tracking, Asset Tracking and Fleet Management, <http://www.fleetilla.com/>
- [7] Euman LifePilot, <http://www.lifepilot.dk/>
- [8] D. Stojanovic, B. Predic, S. Djordjevic-Kajan, "A Service Platform for Context-Aware Mobile Transport-Related Information Services", *ICEST Conference Proceedings*, Veliko Tarnovo, Bulgaria, 2009.
- [9] B. Predic, D. Stojanovic, S. Djordjevic-Kajan, A. Milosavljevic, D. Rancic, "Prediction of Bus Motion and Continuous Query Processing for Traveler Information Services", *11th ADBIS Conference Proceedings*, pp. 234-249, Varna, Bulgaria, 2007.
- [10] OpenLayers, <http://openlayers.org/>, last accessed May 2009

#### ABSTRACT

In this paper, a Web geographic information system (GIS) for fleet management and transport telematics is described. The system is developed based on MOWIS – a service-oriented software platform for location-based and context-aware mobile and Web applications. Based on MOWIS services such as routing service, POI directory service, traffic information service and moving object service, the Web GIS developed possess all functionalities needed for vehicle tracking and navigation, as well as fleet control and management.

#### WEB GIS FOR VEHICLE TRACKING, NAVIGATION AND TRANSPORT MANAGEMENT

Dragan Stojanović, Igor Antolović, Bratislav Predić, Slobodanka Đorđević-Kajan, Dejan Rančić