

GPS BAZIRANA INFRASTRUKTURA ZA UPRAVLJANJE PROSTORNIM RESURSIMA U SRBIJI

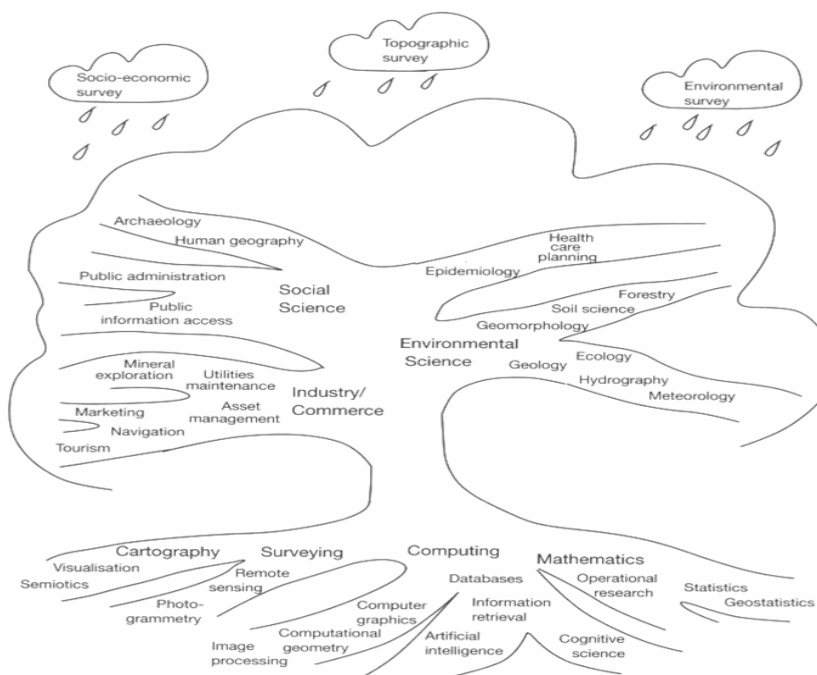
Dušan Petrovački, Zora Konjović, Centar za geoinformacione tehnologije i sisteme Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu

Plenarno izlaganje

Sadržaj – Upravljanje prostornim resursima predstavlja temu koja je izuzetno složena. Globalno, zadatak se svodi na akviziciju prostornih i vremenskih podataka pri čemu se, za određene klase aplikacija, zahteva santimetarska tačnost u određivanju pozicije. Za efikasno upravljanje u ovoj oblasti potrebno je prikupiti i različite druge vrste podataka, što zahteva izuzetno kompleksnu tehnološku i organizacionu infrastrukturu. U ovom radu prikazano je jedno rešenje GPS bazirane infrastrukture za prostorne podatke sa primerom realizacije GPS mreže Republike Srbije.

1. UVOD

Upravljanje prostornim resursima i procesima je izuzetno složeno, javlja se u različitim oblastima, zahteva integraciju velikog broja osnovnih naučnih disciplina i primenu skupa složenih tehnologija. Veza osnovnih i primenjenih naučnih disciplina u domenu upravljanja prostornim resursima ilustrativno je prikazana na slici 1.



Sl. 1. Upravljanje prostornim resursima: osnovne i primenjene discipline

U upravljanju prostornim resursima i procesima identifikuju se sledeće tri grupe zadataka:

- a. Prikupljanje podataka o prostornim i vremenskim karakteristikama, što se realizuje primenom GPS tehnologije i tehnologije daljinske detekcije.
- a. Transformacija i predstavljanje prostornih podataka, što se realizuje primenom GPS tehnologije i GIS tehnologija.
- a. Sinteza i primena upravljanja, što se realizuje primenom savremenih pristupa sintezi upravljačkih algoritama, različitih vrsta senzora i GPS tehnologije.

Iz navedenog se vidi da GPS tehnologija predstavlja neizostavnu komponentu pri rešavanju svake od identifikovanih grupa zadataka.

GPS tehnologija ima izuzetno široku oblast primene. Bez namere da pružimo iscrpan pregled mogućih oblasti primene, nabrajamo samo neke:

1. Poljoprivreda, vodoprivreda, šumarstvo;
2. Ekologija;
3. Upravljanje saobraćajem i praćenje vozila;
4. Tematsko mapiranje;
5. Fotogrametrija;
6. Vremenska sinhronizacija složenih tehničkih sistema.

Globalni satelitski navigacioni sistemi (GNSS – *Global Navigation Satellite Systems*) omogućavaju krajnjim korisnicima informacije o poziciji i vremenu. Jedan od prvih ovakvih sistema je globalni sistem za pozicioniranje (GPS – *Global Positioning System*) razijen je od strane Ministarstva odbrane SAD (*U.S. Department of Defense – DoD*) prvenstveno u vojne svrhe. Osnovna arhitektura sistema prihvaćena je još 1973. godine, ali je razvoj sistema od lansiranja probnih satelita do proglašenja potpune operativnosti potrajao skoro 22 godine. I pored njegove prvobitne namene, broj civilnih aplikacija zasnovanih na korišćenju GPS sistema rastao je neverovatnom brzinom. Primene GPS sistema su mnogobrojne, i mogu se podeliti u nekoliko osnovnih kategorija kao što su na primer: lociranje, navigacija, praćenje, mapiranje, precizna sinhronizacija i razni istraživački projekti.

Nivo preciznosti i tačnosti informacija koje se dobijaju korišćenjem GNSS utiče na njihovu upotrebljivost za krajnjeg korisnika u cilju nadgledanja ili upravljanja bilo kog sistema.

Greške koje nastaju mogu se grupisati na sledeći način [1]:

- Greške koje nastaju usled degradacije signala prilikom prostiranja signala kroz atmosferu (jonosferu i troposferu). Signal prolaskom kroz slojeve atmosfere menja svoj pravac prostiranja.
- Greške koje nastaju usled nestalnosti orbita GNSS satelita i na taj način utiču na putanje prostiranja signala.
- Greške koje nastaju usled refleksije signala i interferencije reflektovanih signala na mestu prijemne antene.
- Greške koje nastaju usled šuma na prenosnom medijumu.
- Greške koje nastaju usled fizičkih prepreka u blizini prijemne antene, na putu prostiranja elektromagnetnih talasa.
- Greške koje nastaju usled gubitka sinhronizacije izvora signala (GNSS satelit) i određišta signala (GNSS prijemnik)

Uz pretpostavku korektnog fizičkog podešavanja (postavljanja) antene prijemne strane i korektnog izbora antenskih komponenti, većina navedenih grešaka umanjuje se primenom različitih konfiguracija prijemne strane satelitskih navigacionih sistema [1]:

- a. Rad sa dva prijemnika i različitim aplikativnim rešenjima na prijemnoj strani, DGPS i RTK.
- b. Rad sa više prijemnika od kojih su bar tri povezana u mrežu permanentnih GPS prijemnika i različitim aplikativnim rešenjima na prijemnoj strani.

U radu sa dva prijemnika dobijaju se rezultati koji su u radijusu od 1m od tačne pozicije za DGPS i rezultati koji su unutar radijusa od 10cm od tačne pozicije za RTK [2]. U radu sa dva prijemnika uočavaju se sledeći nedostaci [2]:

- Nivo preciznosti rezultata rada zavisi od udaljenosti između prijemnika, preciznost opada sa udaljenošću;
- Pre rada na određenom prostoru potrebno je izvršiti uspostavu sistema kako bi udaljenost prijemnika bila unutar dozvoljenih vrednosti. Uspostava sistema je dugotrajan proces, a svaka greška prilikom uspostave može dovesti do potpune neupotrebljivosti rezultata.

2. ARHITEKTURA MREŽE PERMANENTNIH GPS STANICA

Upotreba mreže referentnih stanica umesto jedne referentne stanice omogućava modelovanje sistematskih grešaka u regionu i na taj način smanjivanje njihovog uticaja. Ovo dozvoljava korisniku, ne samo da poveća rastojanje između pokretnog i referentnog prijemnika, već i smanjeno vreme inicijalizacije RTK sistema, uz veću pouzdanost. Koncept se može iskoristiti ne samo za postavljanje novih mreža, već i za poboljšanje performansi starih, uspostavljenih mreža. Podaci o ispravkama grešaka mogu se slati pokretnom prijemniku na dva osnovna načina:

1. Korišćenjem emisionog režima.
2. Upotrebom sistema virtuelnih referentnih stanica (*VRS – Virtual Referent Station*).

Pri korišćenju emisionog režima korekcije grešaka nastalih usled atmosferskih efekata i netačnosti podataka o efemerisu šalju se u posebnom formatu koji zahteva promene hardvera pokretnog prijemnika ili dodatne uređaje za konverziju nestandardnih formata u standardni RTCM format [7].

Umesto emitovanja izvornih korekcionih informacija pokretnim prijemnicima, koji ih kasnije moraju primeniti na svojim pozicijama, sistem virtuelnih referentnih stanica (VRS) uzima približnu lokaciju pokretnog prijemnika, interpolira korekcije i generiše tok podataka koji odgovara konkretnom položaju korisnika. Na taj način, pokretni prijemnik dobija korekcije koje imitiraju one koje bi slala vrlo bliska referentna stanica.

Prijemnici koji se povezuju u mrežu (najmanje tri prijemnika) nazivaju se permanentni prijemnici i postavljaju se na tačkama za koje se zna tačna pozicija. Prijemnik kojim se određuje nepoznata pozicija tačke u prostoru naziva se radni prijemnik. Permanentni prijemnici postavljaju se na tačkama koje su maksimalno udaljene 70 km [2]. Permanentni prijemnici preko komunikacione mreže šalju podatke *Centru za Akviziciju, Obradu i Distribuciju Geoprostornih Godataka* (CAODGP). CAODGP, na aplikativnom nivou, vrši obradu primljenih podataka, generiše model prostora koji pokrivaju permanentne stanice i na osnovu tog modela priprema podatke za korekcije. Korekcije omogućavaju da se na radnom prijemniku odredi pozicija sa nivoom preciznosti koji neće zavisiti od položaja radnog prijemnika u odnosu na permanentne prijemnike. Pri radu sa mrežom permanentnih prijemnika dobijaju se rezultati koji od tačne pozicije odstupaju 1 – 2 cm. Rad sa mrežom permanentnih prijemnika obezbeđuje [4]:

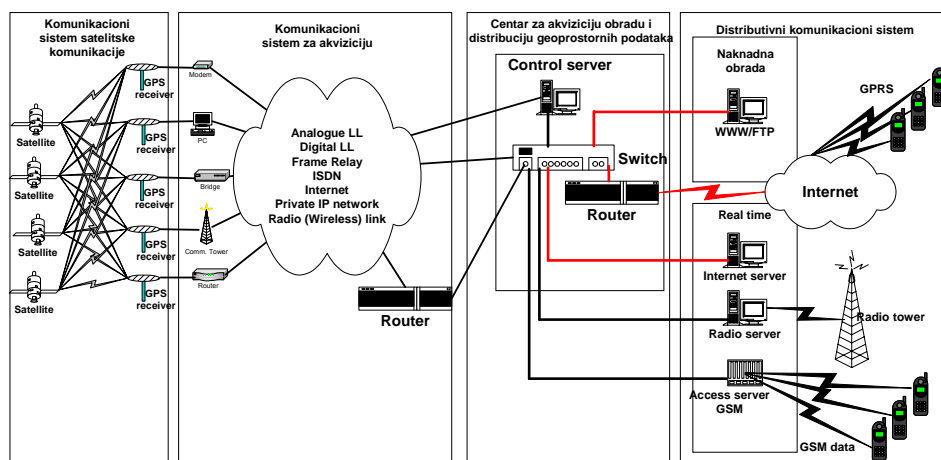
- Nezavisnost nivoa preciznosti od međusobnog položaja radnog prijemnika i permanentnih stanica unutar prostora koji je pokriven mrežom permanentnih stanica.
- Izostanak pripremnih radova na uspostavi referentne stanice. Za sve radove unutar prostora koji je pokriven mrežom dovoljan je rad samo sa radnim prijemnikom.
- Povećanje pouzdanosti uslova u kojima se ostvaruje određivanja nepoznatih pozicija tačaka. Nekorektnost u radu neke od permanentnih stanica može se prevazići pripremom podataka za korekcije, od strane CAODGP, na osnovu podataka koji se primaju sa ostalih permanentnih stanica.

Ukupna komunikaciona arhitektura GNSS mreže prikazana je na slici 2.

Sastoji se iz sledećih podsistema:

1. Sistem satelitske komunikacije,
2. Komunikacioni sistema za akviziciju,

3. Centar za akviziciju, obradu i distribuciju prostornih podataka,
4. Distributivni komunikacioni sistem.



Sl. 2. Komunikaciona arhitektura mreže permanentnih GNSS prijemnika

Komunikacioni sistem satelitske komunikacije pokriva komunikaciju GNSS satelita i GNSS prijemnika. Osnovne karakteristike komunikacionog sistema su sledeće:

- Jednosmerna komunikacija u smeru od GNSS satelita do GNSS prijemnika
- Na fizičkom nivou GPS komunikacioni sistem koristi bežični (radio) prenos u dva opsega:
 - L1 - 1575,4 MHz.
 - L2 – 1227,6 MHz.

Komponente komunikacionog sistema mogu se sagledati kroz standardni model komunikacije:

- Predajna strana – GNSS satelit sa predajnom opremom – korisnik sistema nema uticaja na predajnu stranu. Uticaj na predajnu stranu ima vlasnik satelitskog sistema;
- Medijum – signal se prostire kroz vakuum i različite slojeve atmosfere – ni korisnik ni vlasnik satelitskog sistema nemaju uticaj na karakteristike medijuma;
- Prijemna strana – GNSS prijemnik sa odgovarajućom antenskom opremom – korisnik sistema ima uticaj na izbor i konfiguraciju prijemne i antenske opreme.

Komunikacioni sistem za akviziciju pokriva komunikaciju između permanentnih GNSS stanica i CAODGP. Zadatak komunikacionog sistema za akviziciju je da obezbedi podršku sledećim funkcijama:

- Prenos geoprostornih podataka od permanentnih prijemnika do CAODGP. Prenose se sirovi podaci ili već obrađeni podaci od strane aplikativnih nivoa zaduženih za određivanje korekcionih parametara na permanentnom prijemniku.
- Prenos podataka namenjenih nadgledanju stanja modula permanentne stanice bitnih za osnovnu funkcionalnost permanentne stanice.

- Prenos podataka namenjenih za podešavanje parametara permanentnih stanica.

Sagledavanjem funkcija komunikacionog sistema za akviziciju definišu se zahtevi koji se postavljaju ovakvom sistemu:

- Sistem mora da omogući dvosmernu komunikaciju.
- Sistem ne sme da dozvoli kašnjenje prenosa poruke veće od dve sekunde [5].
- Sistem mora da obezbedi prenos bar jednog frejma veličine 9600 bita u sekundi [6].
- Sistem mora da obezbedi prenos frejmova sa gubitkom manjim od 1% [5].
- Sistem mora omogućiti naknadno povezivanje permanentnih stanica predviđenih za rad u mreži bez obzira na proizvođača.
- Sistem mora omogućiti integraciju jedne ili više stanica u druge mreže.
- Sistem mora imati predviđene redundantne linkove.
- Sistem mora obezbediti visok stepen zaštite podataka prilikom njihovog prenosa.

Prilikom realizacije komunikacionog sistema za akviziciju potrebno je sagledati i sledeće parametre:

- Ekonomske:
 - Potrebna ulaganja u izgradnju komunikacionog sistema;
 - Potrebna ulaganja u procesu eksploatacije sistema
- Regulativne:
 - Mogućnost dobijanja dozvola za ekskluzivnu upotrebu komunikacionih resursa.

Distributivni komunikacioni sistem koristi se za distribuciju korekcionih parametara. Distributivni komunikacioni sistem pokriva komunikaciju čvorišta za distribuciju korekcije i korisnika korekcije, radni prijemnik sa mogućnošću prijema i

upotrebe korekcije. Osnovne karakteristike komunikacionog sistema su sledeće:

- U slučaju DGPS-a, RTK i FKP jednosmerna komunikacija u smeru od čvorišta za distribuciju korekcije do GNSS prijemnika;
- U slučaju VRS-a dvosmerna komunikacija;

Koriste se sledeće komunikacione tehnologije :

- Radio modemski prenos:
 - Frekvencija koja se koristi za rad je diktirana od strane sistema koji vrši distribuciju korekcije;
 - Ograničen prostorno;
 - Dobre karakteristike za ruralna područja;
 - Loše karakteristike za urbana područja;
 - Potrebna licenca za korišćene frekventne opsege;
 - Kapacitet za prenos podataka 9600b/s – 19200b/s;
 - Visoka cena uspostave komunikacionog sistema;
 - Niska cena eksploatacije;
 - Omogućava primenu korekcije u realnom vremenu.
- GSM prenos podataka:
 - Koristi se javna komunikaciona mreža;
 - Prostorno ograničenje vezano je za zonu pokrivenosti GSM mreže od strane GSM provajdera;
 - Ograničen broj korisnika;
 - Kapacitet za prenos podataka 9600b/s;
 - Niska cena uspostave komunikacionog sistema;
 - Visoka cena eksploatacije;
 - Omogućava primenu korekcije u realnom vremenu.
- GPRS prenos podataka:
 - Koristi se javna komunikaciona mreža i Internet;
 - Prostorno ograničenje vezano je za zonu pokrivenosti GPRS mreže od strane GPRS provajdera;
 - Neograničen broj korisnika;
 - Kapacitet za prenos podataka 16kb/s – 40kb/s u zavisnosti od klase;
 - Niska cena uspostave komunikacionog sistema;
 - Niska cena eksploatacije;
 - Omogućava primenu korekcije u realnom vremenu.
- Internet:
 - Koristi se javna mreža;
 - Prostornog ograničenja nema;
 - Neograničen broj korisnika;
 - Veliki kapacitet prenosa podataka;
 - Niska cena uspostave komunikacionog sistema;
 - Niska cena eksploatacije;
 - Omogućava primenu korekcije u naknadnoj obradi podataka.

Softverska arhitektura

Računar (i) u kontrolnom centru, koji izvršava(ju) funkcije mrežnog server, predstavlja(ju) osnovu koncepta. Pored toga što je sve vreme povezan sa svim prijemnicima u mreži, centralni kompjuter obavlja još nekoliko važnih zadataka, u koje spadaju:

- prijem izvornih podataka i provera kvaliteta
- skladištenje RINEX [7] podataka,

- korekcije faznog centra antene,
- modelovanje i estimacija sistematskih grešaka,
- generisanje podataka potrebnih za stvaranje virtuelne pozicije za pokretni prijemnik,
- generisanje RTCM toka podataka za virtuelnu poziciju
- slanje RTCM podataka pokretnom prijemniku,
- stvaranje SAPOS FKP [7] korekcionog toka emisione mreže.

Softver mrežnog servera proračunava i sledeće parametre, analizirajući opservacije faze koda i faze nosioca:

- greške usled višestruke propagacije,
- jonosferske greške,
- troposferske greške,
- greške efemerisa,
- neodređenosti u fazi nosioca L1 i L2 signala.

Za izvršavanje ovih zadataka, softver koristi poznavanje informacija iz cele mreže, tj. ne upotrebljava samo lokalni podskup mreže referentnih stanica. Koristeći izračunate parametre, server interpolacijom ponovo proračunava sve GPS podatke tako da ovi podaci odgovaraju poziciji pokretnog prijemnika koji se može nalaziti bilo gde u okviru mreže referentnih stanica. Za interpolaciju grešaka za virtuelnu referentnu stanicu koriste se odstupanja u merenju susednih referentnih stanica i posebne interpolacione tehnike. Sistematske greške RTK pozicioniranja se na ovaj način značajno umanjuju.

Jedan od nedostataka VRS sistema jeste njegova ograničenost u podršci kinematičkim aplikacijama u kojima se korisnici kreću u okviru velikih mrežnih područja. U VRS sistemu, korekcije se optimizuju za inicijalnu poziciju pokretnog prijemnika u trenutku povezivanja sa pristupnim serverom. Ako korisnik pređe značajno rastojanje nakon perioda uspostave veze (*dial-in*), poslate korekcije od strane kontrolnog servera mogu biti neodgovarajuće za novu poziciju pokretnog prijemnika. Iako ovaj efekat utiče samo na pokretne prijemnike koji prelaze velika rastojanja (nekoliko kilometara), problem se može rešiti upotrebom dodatnih informacija [7].

3. MREŽA PERMANENTNIH GPS STANICA SRBIJE

Osnova za realizaciju mreže permanentnih stanica Republike Srbije su dva projekta: projekat Pokrajinskog sekretarijata za nauku i tehnološki razvoj APV *Informaciono-upravljačka mreža geoprostornih sistema Autonomne Pokrajine Vojvodine* [9], započet u januaru 2003. godine kojim je definisana arhitektura sistema, i projekat AGROS Republičkog geodetskog zavoda Srbije [10] kojim je definisana dispozicija permanentnih stanica. Planirana dispozicija permanentnih stanica data je na slici 3. Za implementaciju mreže permanentnih GPS stanica Srbije usvojen je VRS koncept.

VRS MREŽA PERMANENTNIH GPS STANICA SRBIJE



Slika 3. Planirana GNSS mreža

Centar za geoinformacione tehnologije i sisteme Fakulteta tehničkih nauka realizovao je prvu i drugu fazu mreže permanentnih GNSS stanica Srbije. Ove faze realizacije obuhvataju sledeće:

- Postavljanje i puštanje u rad šesnaest permanentnih prijemnika na tačkama čije pozicije omogućavaju integraciju mreže sa ostalim mrežama u Evropi. Permanentni prijemnici postavljeni su u Somboru, Subotici, Kikindi, Žitištu, Novom Sadu, Srbobranu, Šidu, Indiji, Vršcu, Beogradu, Grockoj, Ljigu, Kraljevu, Kruševcu, Knjaževcu i Leskovcu (slika ?);
- Postavljanje i puštanje u rad CAODGP (master i backup);
- Realizaciju komunikacionog sistema za akviziciju;
- Realizaciju komunikacionog sistema za distribuciju koji omogućava primenu korekcionih parametara u realnom vremenu i naknadnoj obradi podataka.

Komunikacioni sistem za akviziciju

Realizacija komunikacionog sistema za akviziciju mreže permanentnih GNSS stanica opisana je kroz prikaz fizičke arhitekture sistema i korišćenih protokola u komunikaciji aplikativnog nivoa CAODGP sa aplikativnim nivoima permanentnih stanica.

Fizička arhitektura mreže definiše način povezivanja permanentnih stanica sa CAODGP.

Za realizaciju povezivanja permanentnih stanica sa CAODGP mogu se koristiti bežične i žične komunikacione tehnologije. Stanje raspoloživih komunikacionih tehnologija na teritoriji koje pokriva mreža je sledeće:

- Bežične tehnologije:
 - problematično dobijanje dozvola za upotrebu potrebnih frekventnih opsega;
 - upotreba slobodnih frekventnih opsega problematična je sa stanovišta pouzdanosti i bezbednosti prenosa podataka;
 - upotreba GSM tehnologije za prenos podataka je problematična zbog visokih ulaganja u procesu eksploatacije;
 - GPRS tehnologija je dostigla zadovoljavajuću zrelost i kvalitet servisa od strane GPRS provajdera, ali bi eksploatacija mogla da bude problematična zbog troškova.
- Žične tehnologije:
 - asinhronne poprečne veze pružaju potpunu pokrivenost svih tačaka koje treba povezati, ulaganja u uspostavu i eksploataciju na prihvatljivom nivou;
 - problematična pokrivenost tačaka ISDN servisom, ulaganja u uspostavu i eksploataciju na prihvatljivom nivou;
 - pokrivenost tačaka za upotrebu *Frame Relay* servisa, ulaganja u uspostavu i eksploataciju na prihvatljivom nivou;
 - ostale digitalne žične tehnologije prevazilaze zahtevane kapacitete prenosa i problematične su zbog visokih ulaganja u procesu uspostave i eksploatacije.

Kombinacija *Frame Relay* tehnologije i asinhronih poprečnih veza za povezivanje rezultat je raspoloživih tehnologija i zahteva koji se postavljaju komunikacionom sistemu za akviziciju.

Svi permanentni prijemnici predviđeni za rad u mreži opremljeni su bar jednim standardnim serijskim portom kao interfejsom za komunikaciju. Konfiguracija interfejsa za komunikaciju na strani CAODGP zavisi od načina na koji se ostvaruje komunikacija između aplikativnih nivoa CAODGP i permanentnih stanica.

Komunikacija između aplikativnih nivoa CAODGP i permanentnih stanica može se ostvariti na sledeće načine:

- Direktnom standardnom serijskom komunikacijom upotrebom RS-232 protokola. Rešenje ne zahteva velika ulaganja u uspostavu sistema, ali uvodi ograničenja u broju povezanih permanentnih stanica, dodatno opterećuje server za obradu geoprostornih podataka u CAODGP, komplikuje povezivanje dela mreže ili cele mreže sa drugim mrežama, i komplikuje realizaciju rezervnih veza. Adresiranje permanentnih prijemnika vrši se preko lokalne fizičke adrese interfejsa na koji je priključen prijemnik na strani CAODGP.
- Enkapsulacijom serijskih podataka u TCP segmente i upotrebom TCP/IP familije protokola. Rešenje zahteva prihvatljivo dodatno ulaganje u procesu uspostave sistema, nema ograničenja u broju povezanih permanentnih stanica, nema dodatnog opterećenja servera za obradu geoprostornih podataka u CAODGP, lako se povezuje mreža ili deo mreže sa drugim mrežama, sistem se lako proširuje prijemnicima koji za komunikaciju koriste NTRIP [7] i jednostavna je realizacija rezervnih veza. Adresiranje permanentnih

prijemnika vrši se preko IP adrese interfejsa na kome se vrši enkapsulacija i TCP porta na serverskoj strani.

- Direktnom komunikacijom upotrebom NTRIP (*Networked Transport of RTCM via Internet Protocol*) protokola preko TCP/IP familije protokola. Rešenje zahteva dodatno ulaganje u procesu uspostave sistema, zahteva rad sa prijemnicima koji podržavaju NTRIP i TCP/IP (prijemnici dodatno opterećeni sa komunikacionim protokolima, mali broj proizvođača trenutno) nema ograničenja u broju povezanih permanentnih stanica, nema dodatnog opterećenja servera za obradu geoprostornih podataka u CAODGP, lako se povezuje mreža ili deo mreže sa drugim mrežama i jednostavna je realizacija rezervnih veza. Adresiranje permanentnih prijemnika vrši se preko IP adrese interfejsa na kome se vrši enkapsulacija i TCP porta na serverskoj strani.
- Upotrebom specijalizovanih proizvođačkih protokola. Rešenje koje isključuje rad sa prijemnicima drugih proizvođača.

Primenjeno je rešenje sa enkapsulacijom serijskih podataka u TCP segmente kao rezultat analize raspoloživih rešenja za komunikaciju između aplikativnih nivoa i zahteva koji se postavljaju komunikacionom sistemu za akviziciju.

Kod rešenja sa enkapsulacijom serijskih podataka u TCP segmente postavlja se i problem "mesta" na kome se radi enkapsulacija serijskih podataka u TCP segmente. Enkapsulacija se može obaviti na strani permanentnih prijemnika što za posledicu ima dodatnu opremu uz permanentne prijemnike i zahtevnije održavanje na samim lokacijama permanentnih prijemnika. Enkapsulacija se može obaviti i na strani CAODGP što za posledicu ima manje opreme na strani prijemnika i centralizovano održavanje. U trenutnoj fazi razvoja mreže permanentnih GNSS stanica enkapsuliranje serijskih podataka u TCP segmente obavlja se na strani CAODGP. Enkapsulacija serijskih podataka u TCP segmente vrši se na serijskim portovima centralnog rutera. Šema akvizicionog komunikacionog sistema prikazana je na slici 3.

Prilikom realizacije komunikacionog sistema za akviziciju, radi povećanja nivoa zaštite podataka koji se prenose, poštovani su sledeći principi:

- Sva komunikaciona oprema nalazi se u prostorima sa kontrolisanim pristupom;
- Svi komunikacioni pravci za prenos TCP/IP saobraćaja su privatna komunikaciona infrastruktura vlasnika sistema;
- Za mere obezbeđenja svih komunikacionih pravaca (asinhrona poprečne veze) koji pripadaju javnoj mreži garantuje institucija vlasnik komunikacionih pravaca;
- Na spojnim tačkama sa distributivnim komunikacionim sistemom, a preko njega sa ostalim javnim mrežama, implementirani su mehanizmi kontrole toka podataka na prenosnom, mrežnom i transportnom nivou TCP/IP familije protokola.
- Svi komunikacioni uređaji i svi komunikacioni pravci nalaze se pod neprekidnim nadzorom administratora mreže. Realizovan deo mreže permanentnih GNSS stanica Srbije još uvek je u fazi eksperimentalnog rada. U toku eksperimentalnog

rada praćeni su podaci koji ukazuju na broj izgubljenih poruka i na kašnjenje prilikom prenosa poruka. Dobijeni rezultati zadovoljavaju kriterijume koji se zahtevaju od ovakvog sistema.

Komunikacioni sistem za distribuciju

Realizacija komunikacionog sistema za distribuciju mreže permanentnih GNSS stanica opisana je kroz prikaz korišćenih komunikacionih tehnologija. Korišćene komunikacione tehnologije diktirale su upotrebu protokola na višim nivoima sve do aplikativnog nivoa GNSS sistema.

Stanje raspoloživih komunikacionih tehnologija na teritoriji koje pokriva mreža je sledeće:

Radio modemski prenos: Frekvencija koja se koristi za rad je diktirana od strane sistema koji vrši distribuciju korekcije. Radio modemski prenos je ograničen prostorno. Upotrebom radio modemskog prenosa dobijamo dobre karakteristike za ruralna područja i loše karakteristike za urbana područja. Za korišćenje radio modemskog prenosa potrebna je licenca za korišćene frekventne opsege. U sistemu se planira upotreba licenciranog opsega za potrebe Republičkog geodetskog zavoda. Kapacitet prenosa podataka je 9600b/s – 19200b/s. Visoka je cena uspostave komunikacionog sistema ali je niska cena eksploatacije. Obezbeđeno je kašnjenje signala u dozvoljenim granicama tako da je pogodan za primenu korekcije u realnom vremenu. Prenos podataka je jednosmeran što određuje servise koji mogu da se koriste (DGPS, RTK i FKP). Autentifikacija korisnika i praćenje korišćenja servisa realizuju se iznajmljivanjem posebno opremljenih radio modemskih prijemnika i praćenjem vremena iznajmljivanja opreme korisniku.

GSM prenos podataka: Koristi se javna komunikaciona mreža. Prostorno ograničenje vezano je za zonu pokrivenosti GSM mreže od strane GSM provajdera. Broj korisnika koji istovremeno mogu da koriste servise ograničen je brojem pristupnih linija za pružanje servisa. U realizaciji mreže koristi se jedan ISDN PRI priključak i Cisco AS5350 pristupni server što definiše kapacitet od 30 istovremenih korisničkih konekcija. Kapacitet za prenos podataka 9600b/s. Cena uspostave komunikacionog sistema je niska, ali je visoka cena eksploatacije. Obezbeđeno je kašnjenje signala u dozvoljenim granicama tako da je pogodan za primenu korekcije u realnom vremenu. Prenos podataka je dvosmeran tako da je moguće korišćenje svih raspoloživih servisa (DGPS, RTK, FKP i VRS). Autentifikacija korisnika realizuje se upotrebom *Caller Id* parametra, korisničkog imena i lozike, praćenje korišćenja servisa ostvaruje se beleženjem događaja vezanih uz *Caller Id* i korisničko ime.

GPRS prenos podataka: Koristi se javna komunikaciona mreža i Internet. Prostorno ograničenje vezano je za zonu pokrivenosti GPRS mreže od strane GPRS provajdera. Broj korisnika koji istovremeno mogu da koriste servise ograničen je brojem istovremenih TCP konekcija između korisnika i CAODGP, kako je taj broj veći od nekoliko hiljada ograničenje u praksi ne postoji. Kapacitet za prenos podataka 16kb/s – 40kb/s u zavisnosti od klase. Radni prijemnici i CAODGP moraju da koriste NTRIP protokol. Cena uspostave i eksploatacije sistema je niska. Omogućava primenu korekcije u

realnom vremenu. Prenos podataka je dvosmeran tako da je moguće korišćenje svih raspoloživih servisa (DGPS, RTK, FKP i VRS). Autentifikacija korisnika realizuje se upotrebom korisničkog imena i lozike, praćenje korišćenja servisa ostvaruje se beleženjem događaja vezanih uz korisničko ime.

Internet: Koristi se javna mreža i Internet. Prostornog ograničenja nema. Broj korisnika koji istovremeno mogu da koriste servise ograničen je brojem istovremenih TCP konekcija između korisnika i CAODGP, kako je taj broj veći od nekoliko hiljada ograničenje u praksi ne postoji. Veliki kapacitet prenosa podataka. Cena uspostave i eksploatacije sistema je niska. Omogućava primenu korekcije u naknadnoj obradi podataka. Autentifikacija korisnika realizuje se upotrebom korisničkog imena i lozike, praćenje korišćenja servisa ostvaruje se beleženjem događaja vezanih uz korisničko ime.

Softverska arhitektura

Softverska arhitektura mreže referentnih stanica bazirana je na rešenjima *Trimble GPSNet Server* i *Trimble GPSWeb Server*.

Ograničenost u podršci kinematičkim aplikacijama u kojima se korisnici kreću u okviru velikih mrežnih područja *Trimble GPSNet* server VRS sistema rešava dodatnim informacijama (FKP parametri) u okviru posebnog tipa RTCM poruke koji nosi oznaku 59. FKP parametri su optimizovani za poziciju VRS pokretnog prijemnika, a dobijaju se u odnosu na stvarne pozicije referentnih stanica.

Trimble GPSNet softver koristi pristup težinske linearne aproksimacije (*weighted linear approximation*), kao i pristup kolokacije najmanjih kvadrata (*least squares collocation approach*). Ova tehnika dozvoljava interpolaciju i ekstrapolaciju. Performanse (na ovaj način generisane) virtuelne referentne stanice, zavise od stvarne linearnosti grešaka u posmatranom prostoru.

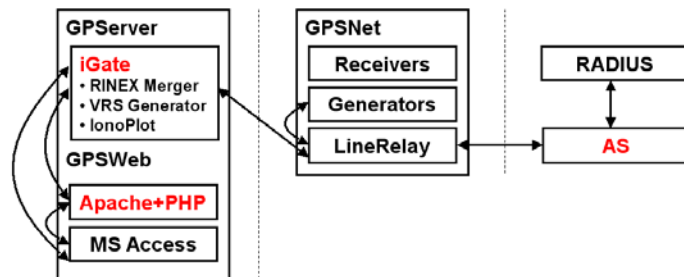
Trimble GPSWeb Server baziran je na Apache Web serveru i PHP skript jeziku. Podržava sledeće servise: administraciju korisnika, pomoćne servise za organizovanje preuzimanja podataka, servis za kreiranje izveštaja preuzimanje RINEX podataka, kreiranje virtuelnih RINEX podataka na zahtev, uvid u praćenje satelita, uvid u mrežne korekcije jonosfere i mrežne geometrijske korekcije. Preuzimanje podataka podržano je ftp servisom.

Softverski paket koji je korišten za implementaciju funkcija distributivnog komunikacionog sistema razvio je Trimble Terrasat. Softversko rešenje je tako koncipirano da realizuje i funkcije CAODGP-a. Softverski paket se sastoji od sledećih komponentata:

- **GPSNet:** Aplikacija koja predstavlja osnovu softverskog paketa. Realizuje funkcije akvizicije i obrade geoprostornih podataka, generisanje i distribuciju podataka o korekciji.
- **GPSServer:** Aplikacija koja je zadužena da prilagodi način distribucije podataka u realnom vremenu potrebama korisnika.
- **GPSWeb:** Softverski paket koji se sastoji od Web i aplikacionog servera i određenog broja skriptova. Realizuje funkcije distribucije podataka za potrebe postprocesiranja (RINEX i VRS), kao i jedan od načina za praćenje stanja mreže GPS permanentnih stanica.

Svaka od komponentata softverskog sistema se sastoji od određenog broja modula koji realizuju pojedine zadatke.

Proizvođač softverskog paketa je preporučio da se implementacija sistema izvede na način prikazan na slici 4, gde su prikazane i osnovne softverske komponente sistema sa svojim modulima.



Sl. 4. Šema originalne arhitekture

Ovakva arhitektura zahteva dva servera (PC računara). Softverski paket je razvijen, ukoliko se izuzme GPSWeb, isključivo za Windows platformu. Za realizaciju je korišćen Windows 2000 Professional.

AS predstavlja specijalizovan mrežni uređaj *Access Server* iz Cisco AS5xxx serije.

RADIUS servis je realizovan na odvojenom serveru i služi za autentifikaciju *dial-in* korisnika.

GPSNet aplikacija predstavlja okosnicu sistema. Moduli LineRelay i Generators su zaduženi za generisanje podataka o korekciji u standardnim formatima za ovaj tip podataka (RTCM, CMR, CMR+).

Moduli AS, iGate i Apache + PHP predstavljaju ulazne tačke u sistem za distribuciju. Svaki od njih je odgovoran za realizaciju jednog od mogućih načina distribucije.

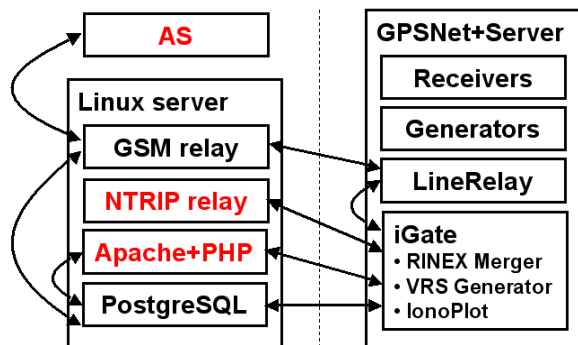
Baza podataka je realizovana u okviru MS Access sistema za upravljanje relacionim bazama podataka. Osim funkcije autentifikacije i autorizacije korisnika baza podataka je i mesto gde se smeštaju podaci o interakciji korisnika sa sistemom (*accounting*). Za smeštanje ovih podataka odgovorni su GPSWeb (PHP skriptovi), iGate i LineRelay (podatke prikuplja sa AS-a pomoću SNMP protokola).

U periodu eksploatacije ovako implementiranog softverskog sistema uočeni su sledeći problemi [11]:

- Nepouzdan rad Web servisa, problemi sa izgledom i osvežavanjem Web stanica, problemi sa korisničkim sesijama.
- Nemogućnost udaljenog pristupa bazi podataka bez instaliranja dodatnih komponenti.
- Nemogućnost objedinjavanja baze GSM korisnika sa korisnicima registrovanim u bazi podataka.
- Tesna povezanost LineRelay modula sa Cisco AS5xxx serijom proizvođača.

Izloženost servera pod operativnim sistemom Windows 2000 globalnom Internetu. Ovo ne predstavlja problem ukoliko se redovno primenjuju Critical Update-ovi koje izdaje proizvođač operativnog sistema, ali njihova primena veoma često zahteva i restart operativnog sistema.

Da bi se rešili problemi u funkcionisanju softverskog sistema bilo je potrebno identifikovati softverske module koji su razvijeni isključivo za Windows platformu i njih postaviti na server kojem ne postoji pristup sa globalnog Interneta. Svi ostali moduli postavljaju se na globalno dostupan Linux server. Arhitektura ovako implementiranog softverskog rešenja [11] je prikazana na slici 5.



Sl. 5. Šema nove arhitekture

Ulazne tačke za distribuciju se nalaze na Linux serveru. Na njemu su potrebno implementirana i dva dodatna softverska modula: GSM relay i NTRIP relay. GSM relay služi da prosledi GSM data konekcije, a NTRIP relay prosleđuje NTRIP konekcije do Windows servera.

Ovakvom arhitekturom je za Windows server omogućena samo kontrolisana komunikacija sa globalnim Internetom.

Prelazak sa jedne softverske arhitekture na drugu zahtevao je

prilagođavanje određenih softverski komponenti, ali i implementaciju potpuno novih. Prilagođavanje je izvršeno u sledećim segmentima: **GPSNet i GPServer moduli, upravljanje bazom podataka i Web servisi.** Pored prilagođavanja, razvijene su i sledeće nove komponente: **NTRIP relay i GSM relay** i one će biti detaljnije opisane.

NTRIP relay. Zatvaranje pristupa sa globalnog Interneta Windows serveru onemogućilo je direktan pristup NTRIP korisnika sistemu. NTRIP relay se uvodi kao servis koji prihvata spoljašnje NTRIP veze i prosleđuje ih do iGate komponente na GPSNet serveru.

Linux distribucija koju smo koristili za implementaciju servera nudila je tri moguća mehanizma za realizaciju ovog servisa:

- Sistemske tabele za paketsko preusmeravanje (IPTables).
- Aplikativno preusmeravanje pomoću generičkog servera (xinetd) u kombinaciji sa programom Netcat.
- Aplikativno preusmeravanje pomoću internog mehanizma xinetd servisa.

Prvi mehanizam je najefikasniji sa stanovišta korišćenja sistemskih resursa, ali u određenim situacijama može da opteretiti server i negativno utiče na performanse. Drugi mehanizam zahteva pokretanje posebnog procesa za svaku preusmerenu vezu. Izabran je treći mehanizam kao kompromis.

GSM relay. Jedini način za identifikaciju korisnika koji pristupaju sistemu preko GSM data veza je identifikacija po

pretplatničkom broju. Postoji poseban način autentifikacije koji dozvoljava mrežnom uređaju da prihvati ili odbije poziv na osnovu pretplatničkog broja (*preauthentication*), ali on je implementiran samo na Cisco AS5xxx seriji uređaja.

Ako za AS želimo da koristimo drugi uređaj moramo da softverski simuliramo ovakvu vrstu autentifikacije korisnika. GSM relay modul je realizovan tako da integriše minimalni, specijalizovani RADIUS servis koji obavlja autentifikaciju korisnika na osnovu *accounting* poruka. Drugi deo GSM realy modula otvara vezu sa LineRelay modulom samo ako primi RADIUS *accounting* poruku sa registrovanim pretplatničkim brojem.

Ukupan rezultat je potpuno funkcionalna infrastruktura za područje pokriveno mrežom koja je prikazana na slici 6.

4. ORGANIZACIJA I RASPOLOŽIVI RESURSI

Pri analizi organizacionih podloga sistema za upravljanje prostornim resursima potrebno je uzeti u obzir sledeće aspekte:

- servisi od globalnog (državnog) interesa,
 - servisi sa izuzetno širokim poljem primene.
- Navedena priroda servisa zahteva uvažavanje sledećih činjenica:

- Neophodno je poštovati zakonske odredbe koje se odnose na regulativu u ovoj oblasti.
- Neophodno je obezbediti složenu infrastrukturu koja zahteva multidisciplinarni pristup (premer, komunikacije, računarski hardver, softver).

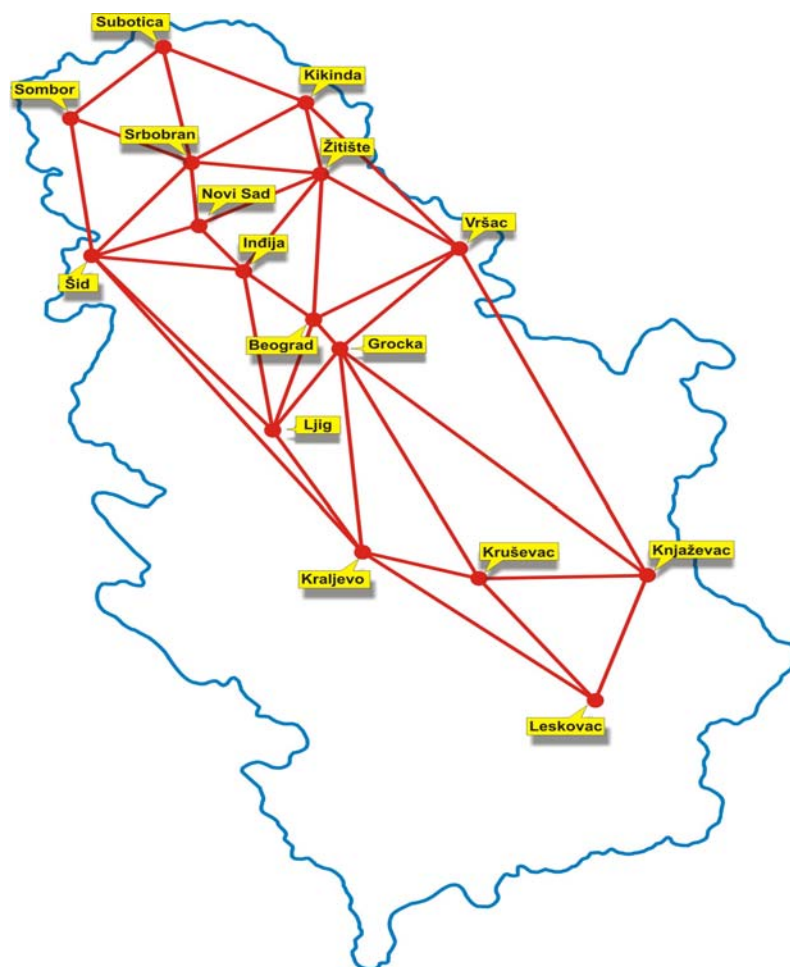
Da bi se uvažile navedene okolnosti, u realizaciju projekta uključene su sledeće relevantne državne institucije:

- Izvršno veće Autonomne Pokrajine Vojvodine
- Pokrajinski sekretarijati za:
 - Nuaku i tehnološki razvoj,
 - Poljoprivredu, vodoprivredu i šumarstvo,
 - Arhitekturu, urbanizam i graditeljstvo,
 - Zaštitu sredine i održivi razvoj.
- Republički geodetski zavod Republike Srbije
- Vojska Srbije i Crne Gore

U toku su i pregovori sa nacionalnim telekomunikacionim provajderom *TelekomSrbija AD*.

Da bi se što šire primenjivala razvijena infrastruktura, u realizaciju projekta i korišćenje njegovih rezultata uključene su i druge istraživačke institucije, značajni privredni subjekti, javna preduzeća, mala i srednja preduzeća:

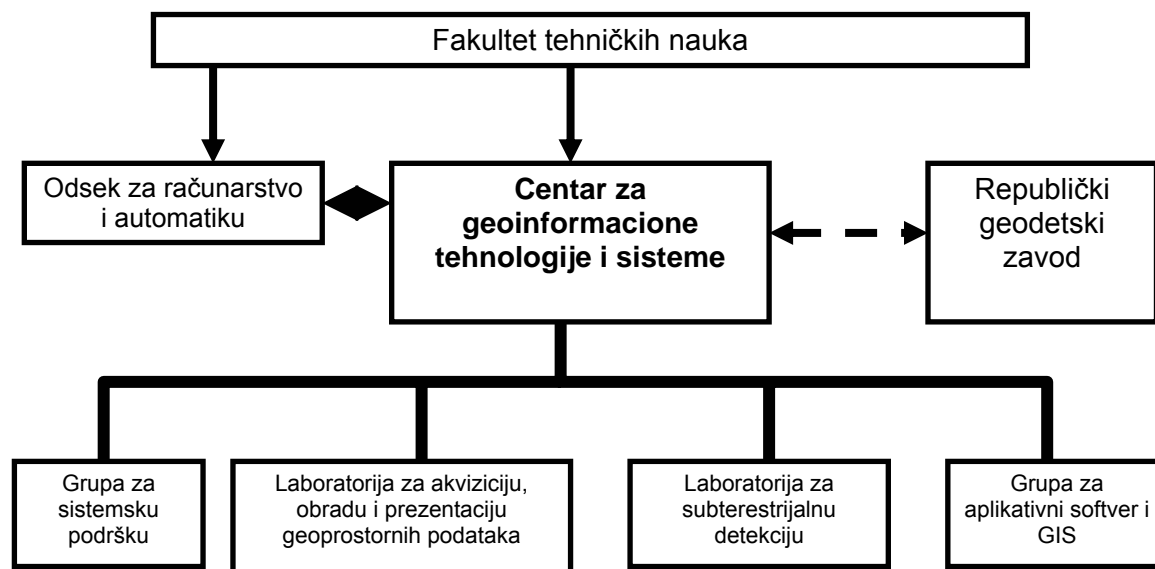
- Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu
- Odsek za geodeziju Građevinskog fakulteta u Beogradu,
- Naftna industrija Srbije,
- Urbanistički zavod Subotica,
- Zavod za izgradnju grada Novi Sad,
- Građevinska preduzeća,
- Privatna geodetska preduzeća,
- Livona DOO (zastupnik proizvođača GPS opreme Trimble).



Sl. 6. Realizovana GNSS mreža (jun 2005)

Obezbeđenje složene infrastrukture (tehničke, organizacione i kadrovske) ostvareno je osnivanjem Centra za geoinformacione tehnologije i sisteme, kao posebne organizacione jedinice u okviru Fakulteta tehničkih nauka

u Novom Sadu. Centar je osnovan u decembru 2003. godine. Organizaciona i tehnološka struktura Centra prikazana je na slici 7.



Slika 7. Organizacionao-tehnološka šema Centra za geoinformacione tehnologije i sisteme

Grupa za sistemsku podršku odgovorna je za razvoj i održavanje mreže permanentnih GPS stanica u domenu komunikacija, računarskog hardvera i sistemskog softvera vezanog za funkcije CAODGP. U grupi su 4 inženjera specijalizovana za oblast računarskih i komunikacionih mreža, računarskog harvera i sistemskog softvera.

Laboratorija za akviziciju, obradu i prezentaciju geoprostornih podataka bavi se poslovima izrade digitalnih planova i karata, digitalnih modela terena i različitih tematskih mapa uz strogu primenu principa fotogrametrije i kartografije. Raspolaze sledećim stručnim kadrom: 1 doktor nauka iz oblasti softvera, 1 inženjer geodezije, 4 inženjera računarstva, 1 arhitekta.

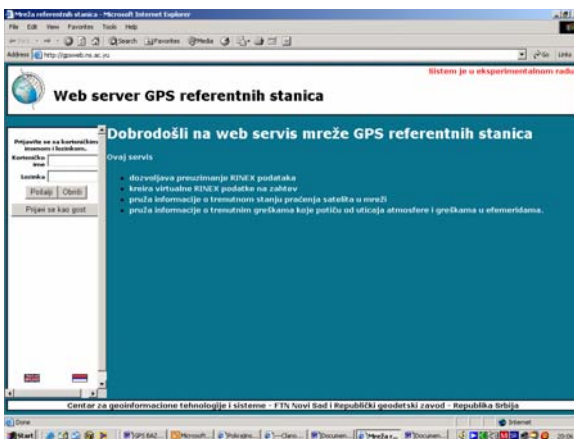
Laboratorija za subterestrijalnu detekciju je specijalizovana za oblast razvoja i primene tehnika neinvazivne detekcije podzemnih objekata. Raspolaze sledećim stručnim kadrom: 2 doktora 1 magistar nauka u oblasti upravljanja, 4 inženjera u oblasti računarstva i upravljanja,

Grupa za aplikativni softver i GIS orijentisana je ka softverskom inženjerstvu sa posebnim naglaskom na Internet programiranju i GIS aplikacijama. Raspolaze sledećim stručnim kadrom: 1 doktor nauka iz oblasti matematičkog modeliranja i upravljanja sistemima, 2 doktora i 1 magistar nauka iz oblasti informatike i softverskog inženjerstva, 4 inženjera iz oblasti informatike i softverskog inženjerstva.

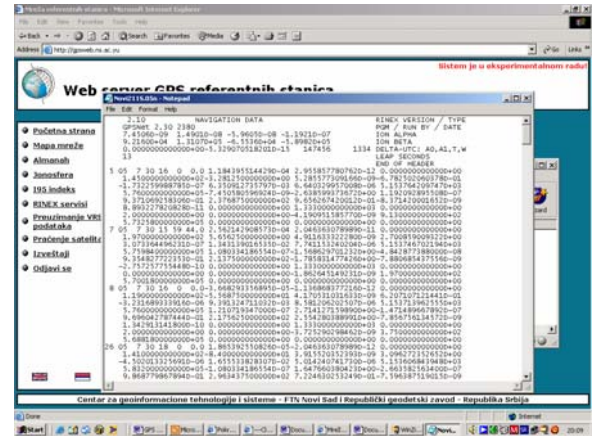
Od izuzetnog značaja je populacija od preko 200 studenata na Odseku za računarstvo i upravljanje sistemima koja je aktivno uključena u rad Centra.

Pored ljudskih resursa koji su, sigurno, najznačajniji resurs, Centar raspolaze i sledećim tehničkim resursima:

- Mrežom od 9 permanentnih GPS stanica koja pokriva celokupnu teritoriju Autonomsne Pokrajine Vojvodine. Mreža obezbeđuje servise pozicioniranja u realnom vremenu i režimu postprocesinga, kao i distribuciju tačnog vremena. Na slikama 8. i 9. dat je prikaz web pristupa servisima mreže.



Sl. 8. Osnovna strana web servisa GPS mreže



Sl. 9. Preuzimanje RINEX servisa sa GPS mreže

- Mobilnim GPS prijemnicima sledećih klasa tačnosti: santimetarska, submetarska i metarska. Na slici 10. prikazan je mobilni GPS prijemnik santimetarske klase tačnosti Trimble 5800.



Sl. 10. GPS prijemnik Trimble 5800

- Specijalizovanim hardverom i softverom za akviziciju, obradu i prezentaciju geoprostornih podataka koja se sastoji od 5 radnih stanica za digitalnu fotogrametriju i 3 servera, softvera RACURS PHOTOMOD® za fotogrametriju, softvera MICROIMAGES TNTMIPS® za fotogrametriju, daljinsku detekciju, kartografiju i vizualizaciju. Na slici 10. data je tipična konfiguracija opreme fotogrametrijske stanice.



Sl. 10. Tipična konfiguracija fotogrametrijske stanice

- Specijalizovanim uređajem za neinvazivnu subterestrijalnu detekciju Gpriund Penetration Radar (GPR) sa pratećim softverom. Na raspolaganju su dve antene (penetracija do 7 i do 3,5 metara), mogućnost povezivanja GPR-a sa GPS primenikom i sofver RADAN koji omogućuje filtriranje, transformaciju, normalizaciju automatsku detekciju objekata i kreiranje 3D skenova. Na slici 11. prikazan je GPR.



Sl. 11. Ground Penetrating Radar

5. NEKI REZULTATI I PLANOVI

Od osnivanja, Centar je ostvario značajne rezultate koji se mogu klasifikovati u dve osnovne kategorije:

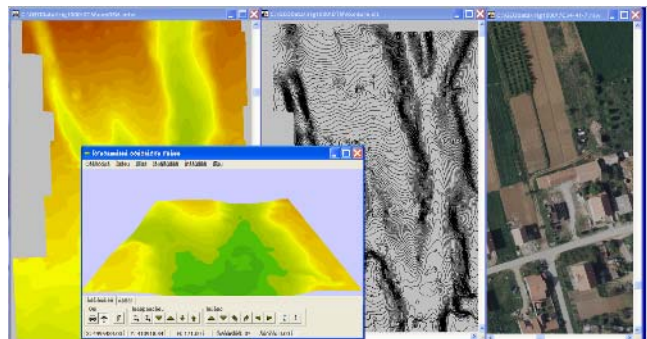
- Primenu raspoloživih znanja, tehnologija i opreme u Centru za rešavanje praktičnih zadataka u oblasti upravljanja prostornim resursima.
- Primenjena istraživanja čiji je cilj proširenje dijapazona servisa i unapređenje njihovog kvaliteta.

U nastavku će biti dat kratak prikaz nekih od projekata realizovanih u Centru.

Sinhronizacija računara u mreži. Ovim projektom realizovana je vremenska sinhronizacija računara u mreži. Razmatrana je klijent-server arhitektura, gde su računari hijerarhijski sinhronizovani na referentni izvor tačnog vremena. Kao referentni izvor tačnog vremena korišćen je Trimble AcuTime 2000 i softver NTP Daemon. Razmatrana je LAN mreža gde je postignuta je tačnost sinhronizacije reda 1 milisekunde.

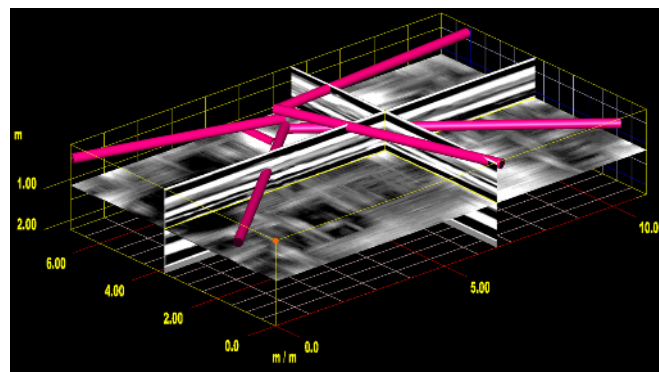
Izrada digitalnih ortofoto planova i digitalnih modela terena. Korišćenjem resursa Laboratorije za akviziciju, obradu i prezentaciju geoprostornih podataka realizovani su digitalni ortofoto planovi i digitalni modeli terena za ukupno područje od oko 400000ha. Proizvodi su realizovani primenom strogih principa ortofotogrametrija i kartografije u razmerama 1:5000 ili 1:1000. Izrađeni su digitalni ortofoto planovi za celo područje Fruške Gore (1:5000), područje grada Novog Sada (1:5000 i deo 1:1000) i područje opštine Irig (1:5000). Na slici 12. prikazana je ilustracija dobijenih proizvoda za opštinu Irig.

Primena tehnika subterestrijalne dekcije. Realizovano je više od 15 projekata detekcije podzemnih instalacije u različitim gradovima Srbije i Republike Srpske sa ciljem formiranja tehničke dokumentacije. Poslednji projekat, koji



Sl. 12. Ortofoto plan i DTM za opštinu IRIG

je upravo započet, ima za cilj snimanje gasovodne mreže srednjeg pritiska u Novom Sadu i izradu kompletne dokumentacije za registrovanje objekta u katastru komunalnih instalacija. Na slici 13. dat je primer 3D skena kanalizacione instalacije na jednoj raskrsnici dobijen primenom ove tehnike.



Sl. 13. 3D model kanalizacione instalacije

U okviru aktivnosti Centra realizuje se i niz aktivnosti iz domena aplikativnih istraživanja. Ovde ćemo navesti neke od njih.

Provera kvaliteta servisa mreže permanentnih GPS stanica. Predmet istraživanja je kvaliteta servisa mreže permanentnih GPS stanica. Dati su osnovni koncepti provere kvaliteta servisa mreže permanentnih GPS stanica. Definisani su parametri i njihove referentne vrednosti, kojima se vrši provera kvaliteta servisa, i izvršene su provere vrednosti tih parametara u postojećoj mreži permanentnih GPS stanica. Na osnovu dobijenih rezultata izvršena je kontrola kvaliteta servisa mreže permanentnih GPS stanica Srbije. Početni rezultati su publikovani u [12].

Softverska arhitektura sistema za distribuciju podataka o korekciji mreže GPS permanentnih stanica. U okviru ovoga projekta realizovano je unapređenje softverske arhitekture sistema za distribuciju podataka o korekciji mreže GPS permanentnih stanica. Rezultati su sažeto opisani u delu ovoga rada koji se bavi softverskom arhitekturom mreže permanentnih GPS stanica Srbije a objavljeni su u potpunosti u [11].

Primene tehnika veštačke inteligencije u upravljanju prostornim resursima. Ova grupa aktivnosti odnosi se, prvenstveno, na primene tehnika obrade i razumevanja slike sa ciljem unapređenja postupaka za automatizaciju ažuriranja digitalnih planova i karata. Jedan od rezultata je publikovan u [13]. Bavi se automatizacijom postupka detekcije topografskih znakova. Realizovan je softverski sistem koji za prepoznavanje znakova koristi neuronsku mrežu koja se obučava back-propagation algoritmom. Katalog znakova se generise na osnovu SVG opisa. Okruženje u kojem je ceo sistem implementiran zasnovano je na ImageJ i Batik Open source projektima.

U ovom trenutku u Centru se radi i na sledećim projektima:

- GIS sistem za upravljanje vodnim resursima (projekta u okviru nacionalnog programa koji finansira Ministarstvo za nauku i zaštitu životne sredine Republike Srbije).
- GPS/WEB bazirani sistem za praćenje vozila i navigaciju (kompletno rešenje koje obuhvata sopstveni razvoj GPS uređaja i pratećeg softvera za mobilne objekte i kontrolni centar).

U pripremi su i sledeći projekti:

- GPS/WEB bazirani katastar poljoprivrednog zemljišta,
- GPS/WEB bazirani za monitoring i upravljanje životne sredine,
- GPS bazirani telemedicinski servis,
- GPS/WEB bazirani sistem za održavanje gasovodnih instalacija.

6. ZAKLJUČAK

U radu je dat prikaz jednog obuhvatnog, sistemskog pristupa upravljanju prostornim resursima. Pristup obuhvata tehničke i organizacione aspekte uspostavljanja sistema koji treba da omogući ubrzan transfer i dalji sopstveni razvoj najsavremenijih tehnologija za upravljanje prostornim resursima. Uz osnovnu pretpostavku da se raspolaze kvalitetnim stručnim kadrovima iz različitih naučnih i tehnoloških oblasti (matematika, geodezija, upravljanje, distribuirani informacioni sistemi, komunikacije i računarske mreže, softversko inženjerstvo, GIS tehnologija, tehnologija daljinske detekcije, ...) i dodatnu pretpostavku da se obezbedi neophodna oprema, demonstrirana je mogućnost uspešne implementacije najmodernijih tehnoloških rešenja u našim uslovima. Uz dodatni uslov saradnje sa relevantnim i zainteresovanim institucijama i drugim partnerima, na primeru uspostavljanja mreže permanentnih GPS stanica Srbije i Centra za geoinformacione tehnologije i sisteme i rezultata postignutih u toku nešto više od dve godine od započinjanja aktivnosti, pokazana opravdanost izloženog pristupa.

7. LITERATURA

- [1] *All about GPS*, tutorial, Trimble Navigation Limited, United States, <http://www.trimble.com/gps/>

M. Sven, J. Cord-Hinrich, "Experiences in set-up and usage of a geodetic real-time differential correction network", *Earth planets and space* Vol. 52 (No. 10), Japan 2000.

- [2] K. Zhang, C. Roberts, "Network-based real-time kinematic positioning system: current development in Australia", *Proc. Geoinformatics and Surveying Conference*, Malaysia 2003.

M. Higgins, "An Australian Pilot Project for a Real Time Kinematic GPS Network Using the Virtual Reference Station Concept", *Proc. FIG Working Week 2001 International Federation of Surveyors*, Korea, 2001

GPSNet VRS software, User Guide, Trimble Navigation Limited, United States

- [3] A. Bagge, *DGPS Data Formats 2.0*, Geo++ Documentation, 2001

- [4] *EUPOS Standard Summary*, Resolution of the International EUPOS Steering Committee 3rd Conference, Riga, Latvia, 10 – 11 June 2003.

- [5] *Installation Report for the Serbia and Montenegro, Vojvodina province*, Faculty of Technical Sciences (FTN), Novi Sad, Trimble, 2004.

- [6] *Projekat Informaciono-upravljačke mreže geoprostornih sistema Autonomne Pokrajine Vojvodine*, Centar za geoinformacione tehnologije i sisteme Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad, 2004.

- [7] *Aktivna Geodetska Referentna Osnova Srbije*, Republički geodetski zavod Srbije, Beograd

- [8] A. Sudarević, I. Nejgebauer, Z. Konjović, M. Kerac, Z. Vojnović, *Softverska arhitektura sistema za distribuciju podataka o korekciji mreže GPS permanentnih stanica*, YUINFO2005, Kopaonik, 2005.

- [9] M. Kerac, M. Govedarica, D. Petrovački, Z. Vojnović, A. Sudarević, "Provera kvaliteta servisa mreže permanentnih gps stanica", *YUINFO2005*, Kopaonik, 2005.

- [10] D. Jovanović, Đ. Obradović, Z. Konjović, M. Govedarica, "Softverski sistem za detekciju topografskih znakova na kartama i mapama", *YUINFO2005*, Kopaonik, 2005.

Abstract – Managing spatial resources is an extremely complex problem. Generally, the task can be reduced to the acquisition of the spatial and temporal data where, for particular application categories, the accuracy of centimeter-range is required. For the sufficient control it is necessary to collect additional various data, which imposes an extremely technical and organizational infrastructure. This paper presents one solution to the problem based on GPS technology and an example of the GPS network of Serbia.

GPS BASED INFRASTRUCTURE FOR MANAGING SPATIAL RESOURCES IN SERBIA

Dušan Petrovački, Zora Konjović