

Mr Ivan Vulić,  
potpukovnik, dipl. inž.  
VP 9445-1,  
Kruševac

## MOBILNI GEOGRAFSKI INFORMACIONI SISTEMI U SISTEMIMA C4I2

UDC: 004.65 : 912

*Rezime:*

*Geografski informacioni sistemi (GIS) mogu se definisati kao sistemi za prostornu vizualizaciju, upravljanje podacima, definisanje pravila odlučivanja i prostornu podršku u odlučivanju. Mobilni GIS pružaju mogućnosti GIS na terenu, gde je potreba za njim najveća. Takva vrsta GIS vrlo je važna za sisteme C4I2 i donosiće odluka u vojnim jedinicama. U radu je opisana pozicija i važnost mobilnih GIS u sistemima C4I2. Takođe, razmatrana je različita arhitektura mobilnih GIS.*

*Ključne reči: sistemi C4I2, geografski informacioni sistemi (GIS), mobilni GIS, informatički rat, informatička operacija, podrška u donošenju odluka, jedinstvena operativna slika, sistem TETRA.*

---

### MOBILE GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS IN C4I2 SYSTEMS

*Summary:*

*Geographical information systems (GIS) can be defined like a system for spatial visualization, data management, decision modeling and spatial decision support. Mobile Geographical Information Systems provide GIS functionality in the field. This type of GIS is very important for C4I2 systems and for decision makers people in military forces. In this paper will be described position and importance mobile GIS in C4I2 systems. Also, the discussion will be extended with the architecture of mobile GIS.*

*Key words: C4I2 systems, geographical information systems (GIS), mobile GIS, information warfare, information operations, decision support, common operational picture, TETRA system.*

---

#### Uvod

„Istorija čovečanstva je istorija ratovanja“, a „lekcije naučene iz vojne istorije pokazuju da, ako se zanemari veličina neprijateljskih snaga, ključ za dobijanje rata je biti korak ispred neprijatelja u smislu vremena, ispravnosti komandovanja, kontrole, komunikacije, elektronskih i informacionih sistema. Ako odbrambeni sistem, vojna oprema i naoružanje mogu da upozore na vreme i mesto napada sa velikom tačnošću i dovoljno informacija, mnogo je lakše zauzeti povoljniji položaj pre neprijatelja i uništiti ga“ [1].

Brz tehnološko-tehnički napredak u svim oblastima društva uslovio je razvoj novog, savremenog, ubojitijeg i preciznijeg naoružanja i vojne opreme. Veća brzina izvođenja borbenih dejstava uticala je na povećanje brzine manevra jedinica na bojnopolju. Donosioci odluka, komandiri i komandanti imaju sve manje vremena za donošenje odluka o aktivnostima svojih jedinica na osnovu sve veće količine informacija čije se prostorne komponente menjaju u vremenu. Primena računarske i telekomunikacione tehnike i tehnologije u procesu prikupljanja, obrade i prenosa informacija i komandi

postala je nužnost. Prateći trendove u razvoju naoružanja i vojne opreme i računarska tehnika i sredstva telekomunikacije razvijale su se u smeru zadovoljavanja vojnih informacionih potreba. Povećani kapaciteti prenosa podataka u jedinici vremena, upotreba bežičnih i satelitskih komunikacija informaciju pretvaraju u još jače i moćnije oružje. Bojno polje postaje rezultat materijalizacije informatičke bitke. U prednosti je ona strana koja:

- donosi odluke o svojim aktivnostima na osnovu informacija i podataka koji sadrže i prostorno-vremensku komponentu, a dobijaju se sa terena u realnom vremenu;

- koristi bliža i dalja vojna istorijska iskustva i saznanja o upotrebi snaga, sredstava i taktike iz sličnih situacija pri donošenju odluka;

- prenosi komande jedinicama na terenu u realnom vremenu u razumljivom i jasnom obliku bez potrebe za dodatnim razjašnjavanjem značenja;

- koristi sistem za višekriterijumsku prostornu podršku u donošenju odluka;

- preduzima sve neophodne mere i aktivnosti na zaštiti telekomunikacionih prenosnih puteva i samih informacija od neprijatelja.

Podršku u sprovođenju navedenih mera radi postizanja prednosti na bojnopolju, vojnim donosiocima odluka pružaju komandno-informacioni sistemi. Poseban oblik komandno-informacionih sistema koji objedinjuje sve prednosti upotrebe savremenih komunikacija, računara, informacija i obaveštajnih podataka u procesu komandovanja su sistemi C4I2 (C4 = Command + Control + Communication + Computers, I2 = Intelligence + Infor-

mation). Brigu o prostornim podacima i prostornim relacijama vode GIS. Integracijom ekspertnih sistema u GIS, sistemi C4I2 dobijaju sistem za prostornu podršku u odlučivanju. Prilagođavanjem GIS za upotrebu na mobilnim uređajima na terenu (mobilni GIS), sistemi C4I2 dobijaju neophodnu i preko potrebnu mobilnost i raspoloživi su komandirima na terenu.

### Sistemi C4I2

Sposobnost i uspešnost vojnih komandanata i komandira u komandovanju svojim snagama na bojnopolju ogleda se u njihovoj mogućnosti donošenja i sprovođenja u delo najbolje moguće odluke u što kraćem vremenu. Odluke koje donose zavise od vrste, količine i načina prikaza informacija koje su im na raspolaganju o bojnopolju. Borbenim aktivnostima prethode aktivnosti na prikupljanju, obradi i analizi relevantnih informacija i podataka, njihovom pretvaranju u adekvatne odluke i komande i distribuciji, koje se mogu definisati kao informacioni rat (IR).

Sistemi C4I2 su funkcionalni, namenski definisani i projektovani skupovi računarske opreme, namenskog softvera, telekomunikacionog okruženja, aktivnosti i procesa koji se nad njima odvijaju radi pružanja podrške vojnim komandirima i komandantima u vođenju informacionog rata i uspešnog komandovanja jedinica na bojnopolju. Projektovani su da zadovolje tri ključne potrebe:

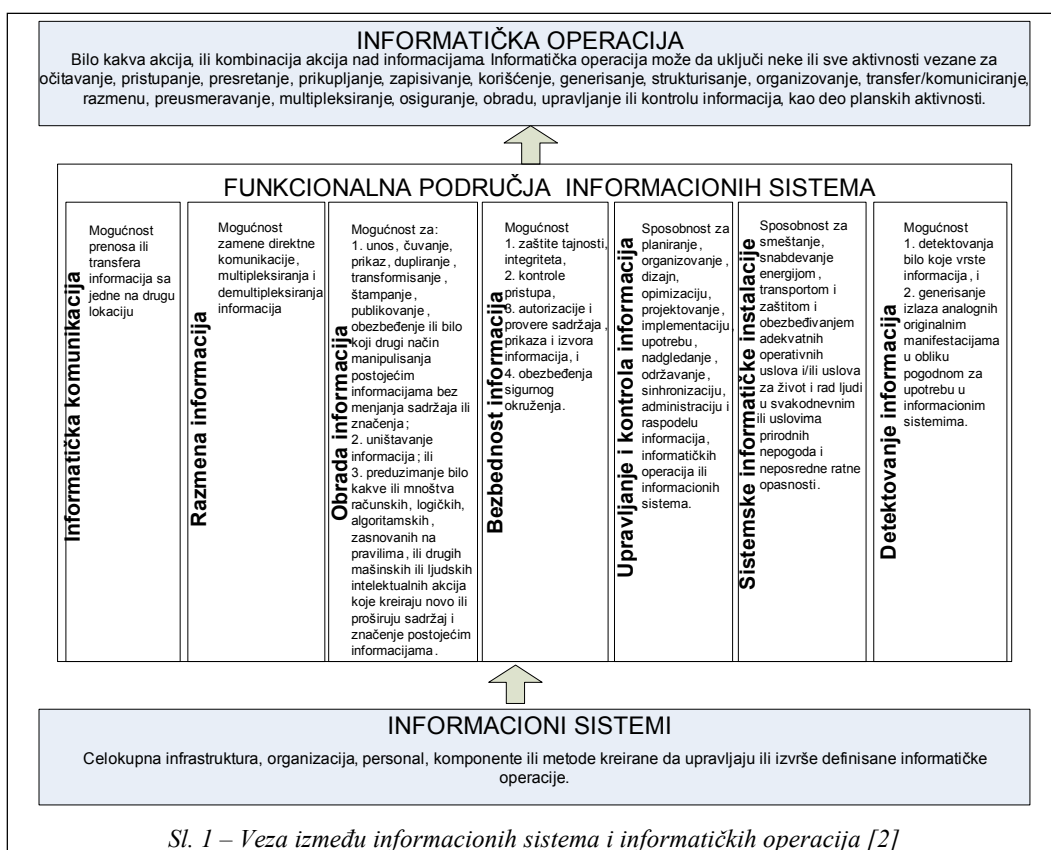
- snabdevanje informacijama i obaveštajnim podacima komandnih struktura,

- pružanje podrške u donošenju odluka komandnim strukturama, i

– obezbeđivanje mogućnosti prosljeđivanja odluka i komandi potčinjenim sastavima.

U praksi, sistemi C4I2 su interdisciplinarne strukture, jer kao sastavne delove sadrže sistem za upravljanje informacijama, DBMS (Data Base Management System), GIS, komunikacionu mrežu, WEB tehnologiju i ekspertne sisteme. Svi pojedinačni delovi definisane infrastrukture čine mehanizam za podršku u donošenju odluka u složenim uslovima u kratkom periodu. Vrlo važna osobina sistema C4I2 je visok stepen raspoloživosti, što se u distribuiranom okruženju postiže redundancijom podataka i uređaja i backup-

-serverima. Savremeni sistemi C4I2 sadrže fleksibilno jezgro, nezavisno od vrste hardversko-softverske-komunikacione platforme, mrežno-centrično orijentisano, koje omogućava brzu i jednostavnu integraciju proizvoljnih IT (Information Technology) komponenti. Oni omogućavaju komandnim strukturama informatičku superiornost u odnosu na protivnika u osnovnom elementu vojnih aktivnosti na bojnopolju u takozvanom IDA (Information-Decision-Action) ciklusu ili OODA (Observe-Orient-Decide-Act) petlji. Informatička superiornost postiže se u informatičkom ratu kroz informatičke operacije (IO).



### *Informatičke operacije*

„Informatičke operacije integrišu sve aspekte informacija za podršku i povećanje borbenih mogućnosti, radi postizanja dominacije na bojnopolju u pravovremeno, na pravom mestu sa odgovarajućim naoružanjem i resursima“ [2].

Adekvatno snabdevanje informacijama u realnom vremenu, ili vremenu blizu realnog, omogućava komandnim strukturama bolju procenu situacije, određivanje adekvatne vrste aktivnosti (pregrupisanje snaga, oslobađanje resursa, izbor ciljeva,...) i pravovremeno izdavanje i izvršavanje komandi.

Na slici 1 prikazana je veza između informacionih sistema i informatičkih operacija.

### **Geografski informacioni sistemi (GIS)**

Neizbežna komponenta sistema C4I2 su GIS. Neke od definicija koje se mogu naći u literaturi opisuju GIS kao [4]: „informacioni sistem projektovan tako da radi sa podacima koji su referencirani sa prostornim ili geografskim koordinatama“; „sistem za manipulaciju sa prostornim-geografskim podacima“ ili „sistem za obradu i analizu geografski definisanih prostornih podataka“.

Geografski-informacioni sistem povezuje prostorne i druge oblike informacija u jedinstven sistem. On nudi postojano radno okruženje za analizu geografskih podataka. Pretvaranjem mapa, karata i drugih oblika prostornih informacija u digitalni oblik, GIS omogućava manipulisanje i prikazivanje geografskog znanja na novi i mnogo objektivniji način.

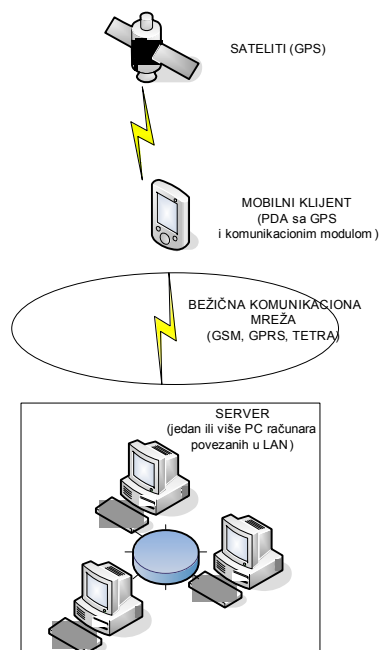
Ovaj sistem je u prednosti u odnosu na ostale informatičke sisteme ne samo po postojanju prostornih podataka, već i po tome što upravlja velikim brojem svojstava objekata, što zahteva složene koncepte za opis geometrijskih osobina i topoloških veza među objektima. Ponekad se izjednačuje sa digitalnim mapama, jer one čine osnovu ili podlogu na kojoj GIS upravlja prostornim objektima.

### **Mobilni GIS**

Mobilni geografski informacioni sistemi (MGIS) predstavljaju funkcionalni skup koji se sastoji od servera, mobilnih klijenata, bežične telekomunikacione mreže i sistema za globalno pozicioniranje (GPS), slika 2 [5].

Mobilni klijent predstavlja mobilni uređaj sa mogućnostima:

- prijema GPS signala,



Sl. 2 – Arhitektura mobilnih GIS [5]

- komuniciranja preko bežične komunikacione mreže sa serverom, i
- izvršavanja GIS aplikacija.

Hand-held računari ili PDA uređaji sa GPS prijemnikom i sistemom za bežičnu komunikaciju su najbolji predstavnici mobilnih klijenata. Serveri u MGIS sistemima predstavljaju pojedinačne desktop-računare, ili operativne centre sa većim brojem lokalno umreženih desktop-računara na kojima se izvršava serverska GIS aplikacija. Opremljeni su hardverskim podsistemima za bežičnu komunikaciju sa mobilnim klijentima.

Bežična telekomunikaciona mreža omogućava prenos podataka između servera i mobilnih klijenata i između samih mobilnih klijenata. Koja će vrsta mreže biti upotrebljena zavisi od potreba za količinom prenetih podataka u jedinici vremena, a najviše od trenutno raspoloživih javnih ili vojnih komunikacionih mreža. Najzastupljeniji sistemi za bežični prenos podataka kod nas i u okruženju su GSM (Global System for Mobile Communications) i GPRS (General Packet Radio Service). Poslednjih godina u našoj zemlji se instalira sistem TETRA koji predstavlja novu dimenziju u prenosu svih vrsta podataka bežičnim putem na našim prostorima i postaje idealno rešenje za MGIS.

### *Prostorna podrška u donošenju odluka*

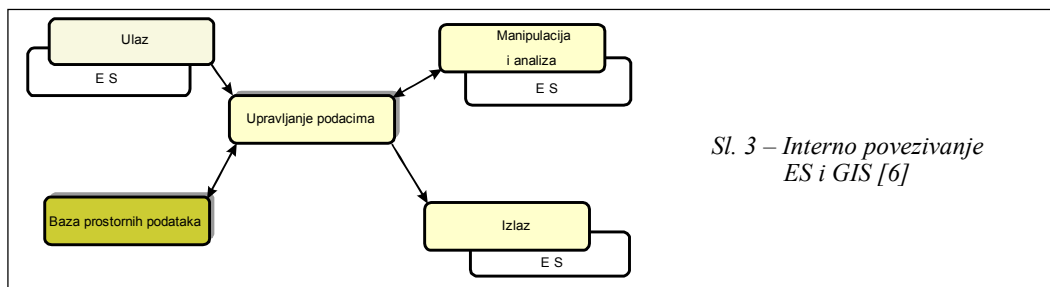
Interno povezivanje ekspertskih sistema (ES) sa komponentama GIS (slika 3) pretvara mobilni GIS u višekriterijumski prostorni sistem za podršku u odlučivanju (VPSP) koji [6, 7]:

- sadrži mehanizam za unos prostornih podataka,
- omogućava prikaz prostornih relacija i struktura,
- uključuje tehnike za analizu prostornih i geografskih podataka, i
- omogućava prikaz izlaznih podataka kroz različite oblike grafičkih formi koje uključuju i mape.

Na taj način, pored komponenti nasleđenih od GIS, MGIS sadrži još dve nove:

- sistem za upravljanje modelima (mogućnosti analitičkog modeliranja i analitičke procedure), i
- generator dijaloga (korisnički interfejs sa generatorom grafičkih ulazno-izlaznih formi i generatorom izveštaja).

Zahvaljujući postojanju navedenih komponenti MGIS u sistemima C4I2 poseduje specifične mogućnosti za automatizaciju, upravljanje i analizu jednokorisničkih i timskih zahteva za prostornu podršku u odlučivanju sa velikim brojem praktičnih mogućnosti i višestrukih modela odlučivanja.



*Sl. 3 – Interno povezivanje ES i GIS [6]*

Osnovni razlog i svrha uključivanja ekspertskih sistema u strukturu mobilnih GIS aplikacija jeste da se u realnom vremenu odgovori na sledeća pitanja: ŠTA, KADA, GDE, KAKO [7]. Navedena pitanja odnose se, kako na upravljanje i distribuciju, tako i na značenje informacija i podataka. Sa strane upravljanja i distribucije informacija i podataka MGIS u okviru sistema C4I2 na postavljena pitanja daje sledeće odgovore: ŠTA – šta je od informacija i podataka potrebno donosiocima odluka i izvršiocima odluka; KADA – kada se informacije koriste i kada ih je potrebno isporučiti; GDE – gde su informacije potrebne, a gde se trenutno nalaze; KAKO – kako doći do potrebnih informacija i kako ih isporučiti mobilnom klijentu.

Iz ugla značenja informacija i podataka VPSPO u okviru MGIS takođe pruža podršku u tumačenju: ŠTA – šta informacija znači mobilnom klijentu, a šta serveru; KADA – kada se nešto desilo ili kada će se desiti; GDE – gde se nešto de-

silo, gde će se desiti i gde bi trebalo da se desi; KAKO – kako je nešto urađeno i kako nešto uraditi (podrška u donošenju odluka).

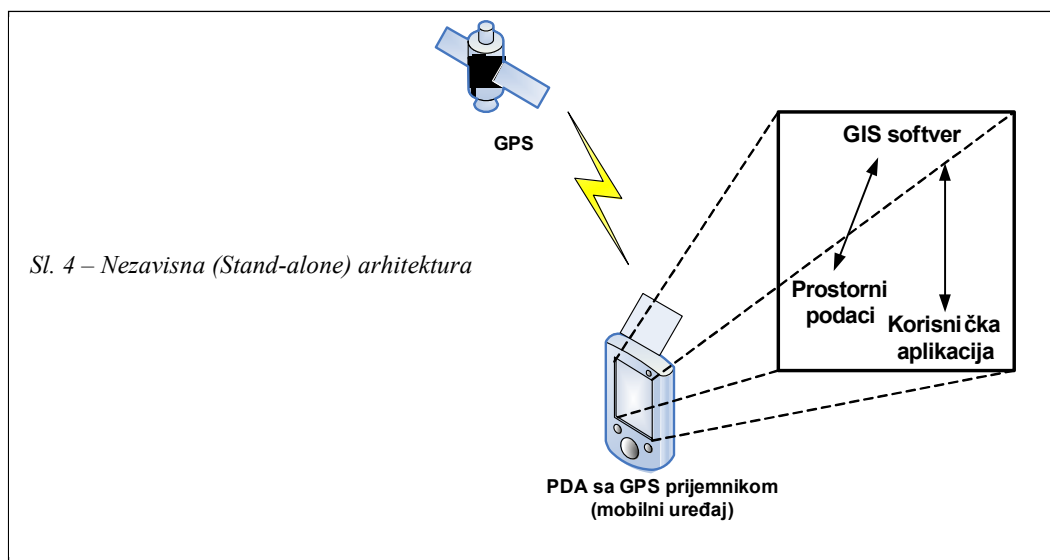
#### *Arhitekture mobilnih GIS aplikacija*

Zastupljenost mobilnog GIS u C4I2 sistemima zavisi od:

- potreba za prostornim informacijama u realnom vremenu,
- raspoloživosti hardvera, i
- raspoloživosti komunikacione infrastrukture.

Sva tri navedena razloga utiču na arhitekturu mobilnih GIS aplikacija u sistemima C4I2.

Na slici 4 prikazana je nezavisna (Stand-alone), najjednostavnija arhitektura mobilnog GIS [8]. U ovoj arhitekturi prostorni podaci i aplikacija koja njima pristupa nalaze se na mobilnom uređaju. Ne postoji komunikacija između mobilnog uređaja i komandno-kontrolnog centra sistema C4I2 (serverske strane). Mo-

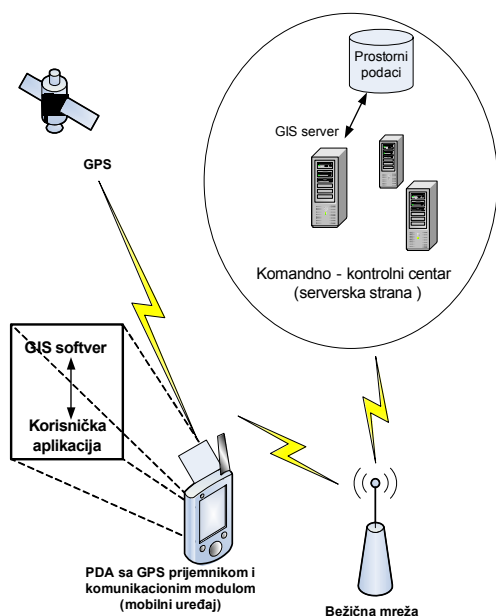


bilni uređaj opremljen je jedino GPS modulom za prijem GPS signala, čime je omogućena upotreba na terenu i određivanje sopstvene pozicije u prostoru. Zbog umanjjenih hardverskih mogućnosti mobilnog uređaja količina prostornih podataka i funkcije softvera su ograničene. Set prostornih podataka neophodnih za upotrebu mobilnog uređaja na terenu instalira se u komandno-kontrolnom centru.

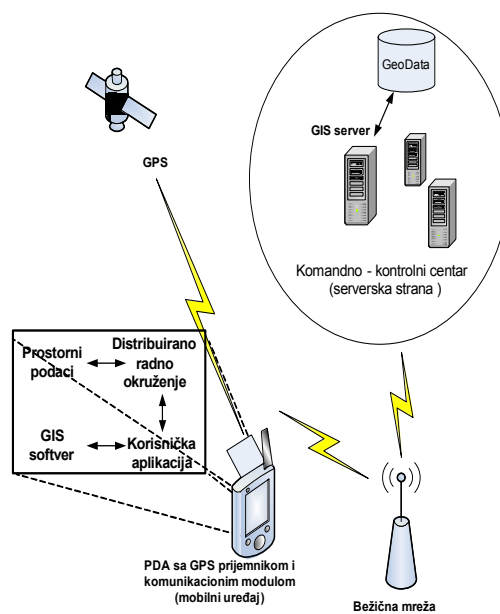
Ograničenja nezavisne arhitekture mogu biti prevaziđena primenom klijent-server (client-server) arhitekture, prikazane na slici 5. U ovoj arhitekturi prostorni podaci se u potpunosti nalaze na posebnom GIS serveru koji je sastavni deo komandno-kontrolnog centra. Mobilni uređaj opremljen je dodatnom hardverskom komponentom – komunikacionim modulom, pomoću kojeg bežičnom mrežom ostvaruje razmenu podataka sa serverskom stranom, komandno-kontrolnim centrom. Na GIS serveru izvršava se serverska GIS aplikacija, a na mobilnom

uređaju – klijentska verzija. Korisnik mobilnog uređaja, komandir jedinice na terenu, ima mogućnost pristupa svim podacima u realnom vremenu. Na ekranu mobilnog uređaja moguć je prikaz georeferenciranih karata područja na kojem se korisnik nalazi, izvršavanje prostornih upita i grafički prikaz alternativa rešenja postavljenog zadatka od strane pretpostavljene komande, kao podrška u donošenju odluka. U istom trenutku, veći broj klijentskih aplikacija sa različitih mobilnih uređaja može konkurentno pristupiti GIS serveru i postavljati različite upite. Klijent-server arhitektura nema ograničenja vezanih za smeštajni prostor podataka na mobilnom uređaju, ali zavisi od postojanja i propusne moći komunikacione mreže. U slučaju prekida komunikacije sa komandno-kontrolnim centrom, mobilni uređaj postaje neupotrebljiv.

Na slici 6 prikazana je distribuirana klijent-server (Distributed Client-Server) arhitektura mobilnih GIS u C4I2 [8]. Pri-



Sl. 5 – Klijent-server arhitektura

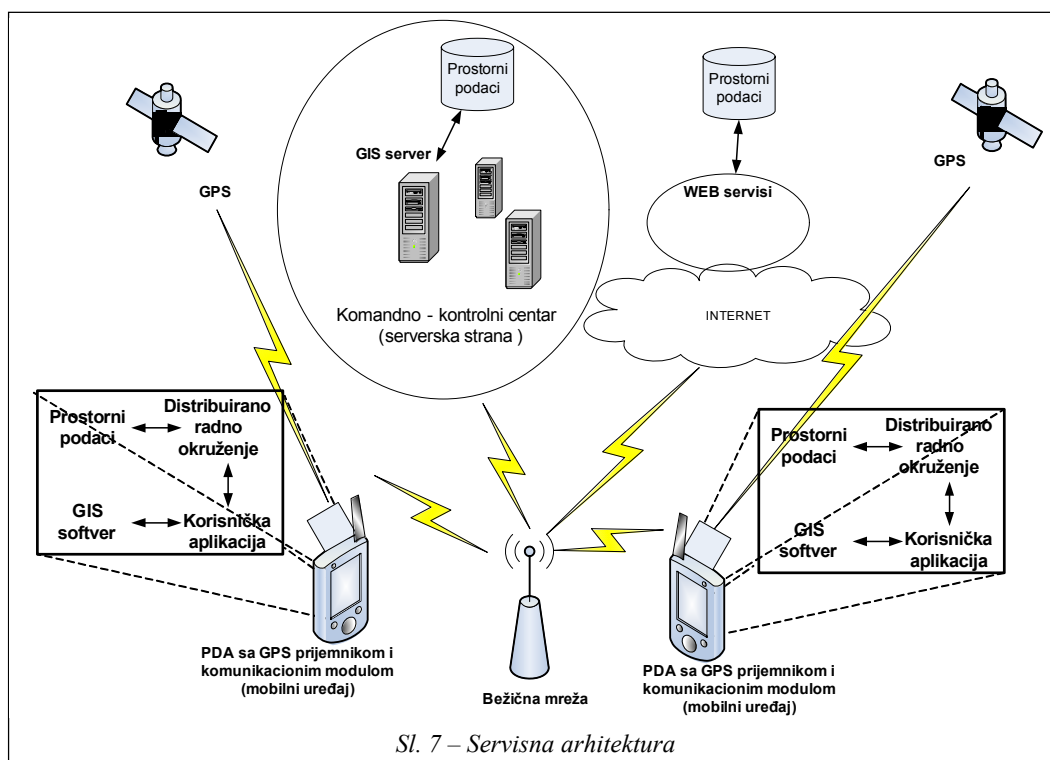


Sl. 6 – Distribuirana klijent-server arhitektura

kazana arhitektura ublažava problem prekida komunikacije sa serverskom stranom. Rešenje problema prekida komunikacija zahteva postojanje dva ključna koncepta distribuiranih sistema: otpornosti i upravljanja resursima. Otpornost podrazumeva sposobnost mobilnog uređaja da u slučaju prekida veze sa serverom uporno pokušava da uspostavi vezu, ali da ne dođe do „pada“ klijentske aplikacije koja se na njemu izvršava. Upravljanje resursima omogućava klijentskoj aplikaciji da u vremenskom periodu nepostojanja komunikacije koristi set podataka (podskup podataka sa servera) koji se lokalno nalazi na mobilnom uređaju. Po uspostavljanju veze automatski se vrši sinhronizacija podataka sa serverom. Softverska komponenta instalirana na

mobilnom uređaju koja omogućava ovakav način rada, naziva se distribuirano radno okruženje (Distributed Framework). Nedostatak distribuirane klijent-server arhitekture jeste nemogućnost korišćenja proširenih mogućnosti serverske aplikacije i podataka na serverskoj strani u slučaju prekida veze.

Proširenje mogućnosti distribuirane klijent-server arhitekture predstavlja servisna (Services) arhitektura prikazana na slici 7 [8]. Ona vidi GIS server kao web servis i omogućava drugim web servisima da budu ravnopravni delovi klijent-server aplikacije. Mobilni klijenti, pomoću mobilnih uređaja, mogu koristiti sve servise preko bežične mreže, koristeći web protokole. Na taj način proširuju bazu podataka i informacija neophodnih u



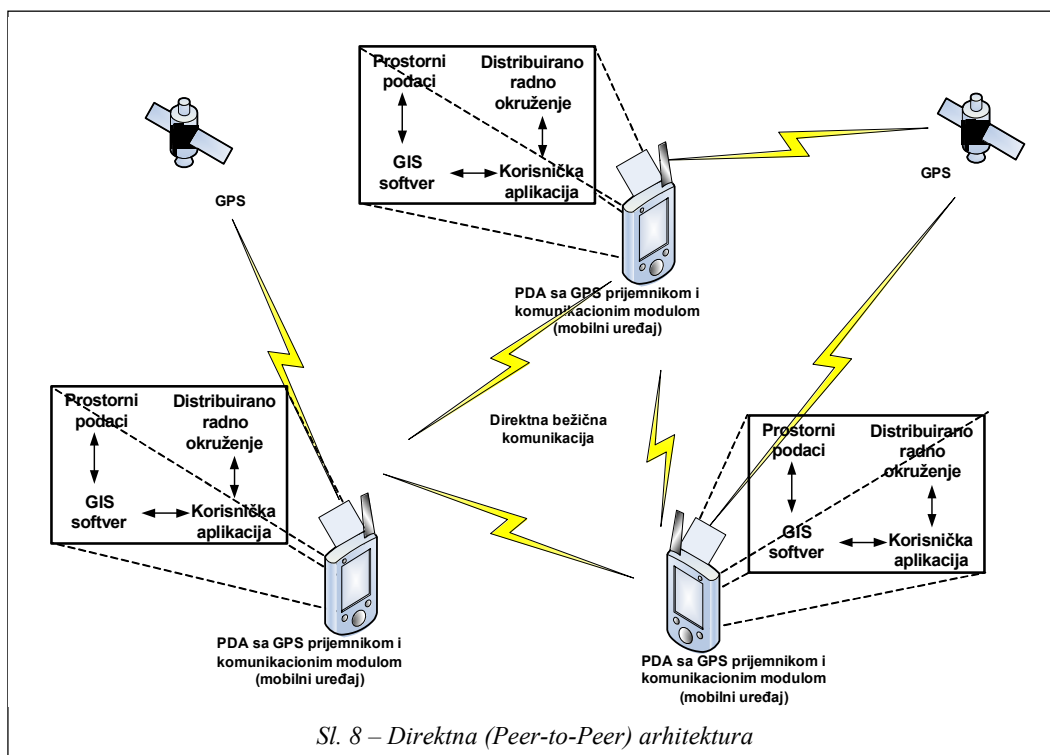
Sl. 7 – Servisna arhitektura



procesu donošenja odluka. Nedostatak i ove arhitekture ogleda se u neophodnosti postojanja komunikacione mreže za uspostavljanje veze sa serverom ili Internet okruženjem.

Slika 8 prikazuje direktnu (Peer-to-Peer) arhitekturu mobilnog GIS [8]. U prikazanom scenariju upotrebe mobilnih uređaja ne postoji potreba za komunikacijom sa komandno-kontrolnim centrom i komunikacionom mrežom. Komunikacija se odvija direktno samo između mobilnih uređaja. Slično nezavisnoj arhitekturi, i ovde se deo podataka neophodnih za izvršenje lokalnih prostornih upita i analiza nalazi distribuirano na samom mobilnom uređaju. Distribuirano radno okruženje koje se nalazi na mobilnim uređajima, u ovom slučaju, omogućava

korišćenje seta podataka sa drugih dostupnih mobilnih uređaja. Ovakav pristup zahteva postojanje još jednog koncepta u distribuiranim sistemima poznatog kao identifikacija. Ona podrazumeva jedinstveno obeležavanje svakog mobilnog uređaja i postojanje logike za njihovo pojedinačno raspoznavanje. Pored identifikacije, u direktnoj arhitekturi potrebno je obezbediti i redundantnost seta podataka u okviru mobilnih uređaja koji imaju lokalnu međusobnu komunikaciju. To znači da se deo podataka koji se nalazi na uređaju B, a koristi za potrebe uređaja A, nalazi i na uređaju A. Ista logika primenjena je i u slučaju postojanja mobilnog uređaja C. U slučaju prekida komunikacije između uređaja A i B, distribuirano radno okruženje znače da potrebne po-

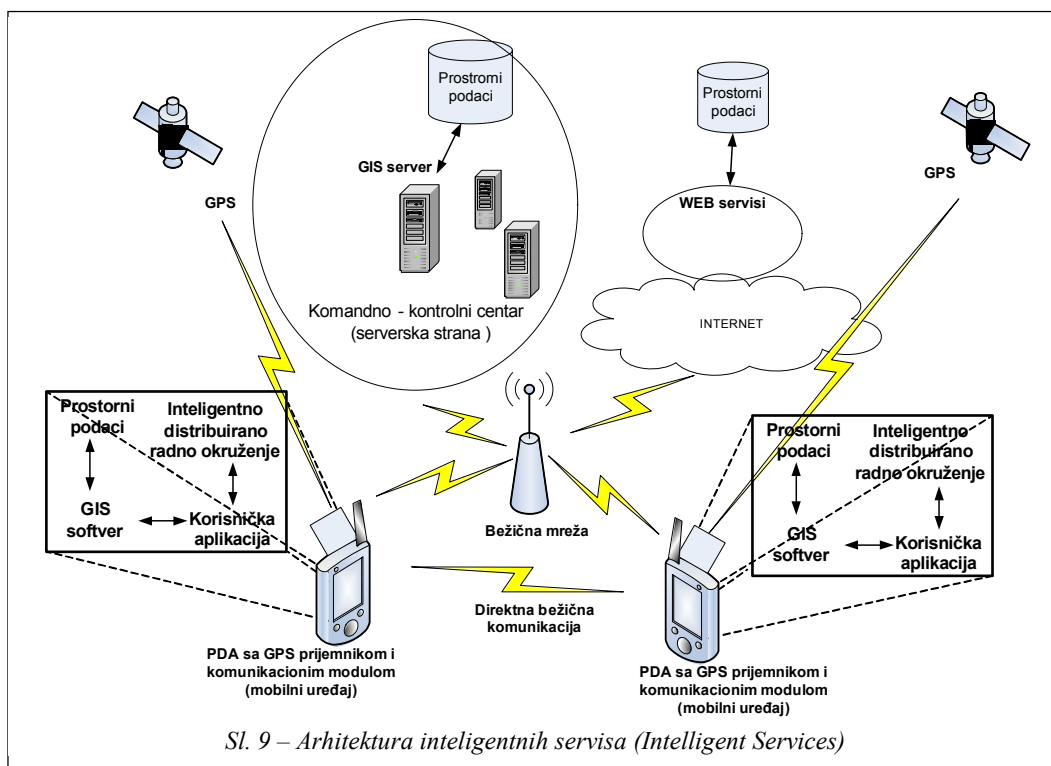


datke može dobiti i sa uređaja C sa kojim ima komunikaciju. Ova mogućnost vrlo je važna u borbenim dejstvima, gde zbog pokreta jedinica i nepovoljne konfiguracije terena može doći do prekida u komunikaciji između pojedinih mobilnih uređaja.

Opisane arhitekture ugrađene su u arhitekturu prikazanu na slici 9 koja je nazvana arhitektura inteligentnih servisa. Na slici se vidi da mobilni uređaji mogu ostvariti vezu sa komandno-kontrolnim centrom i Internet okruženjem preko komunikacione mreže, dok u isto vreme mogu direktno komunicirati međusobno. Na svakom mobilnom uređaju nalazi se set podataka koji odgovara prostornoj lokaciji mobilnog uređaja. Sve dok postoji komunikacija sa komandno-kontrolnim centrom, inteligentno distribuirano okru-

ženje vrši ažuriranje podataka na mobilnom uređaju sa GIS servera. Inteligentna distribuirana serverska aplikacija ima podatke, u realnom vremenu, o geografskoj poziciji svakog mobilnog uređaja i njihovom međusobnom prostorno-komunikacionom odnosu (gde se nalaze, da li mogu direktno uspostaviti vezu, da li će u bližem narednom periodu moći da uspostave vezu, da li će biti u vezi sa serverom, ...). Na osnovu toga vrši distribuiranje i ažuriranje seta podataka na svakom pojedinačnom mobilnom uređaju.

Ovakva arhitektura mobilnog GIS omogućava sistemima C4I2 podršku u donošenju odluke komandnim strukturama u komandno-kontrolnom centru i komandirima jedinica na terenu u realnom vremenu. Zahvaljujući velikoj otpornosti na totalni prekid veza i postojanju redun-



dance podataka na različitim lokacijama, komandne strukture će, sa velikom vjerovatnoćom, biti snabdjevane neophodnim informacijama za donošenje najboljih odluka o angažovanju svojih snaga.

*Mobilni GIS i jedinstvena operativna slika (Common Operational Picture)*

Jedinstvena operativna slika (JOS, Common Operational Picture – COP) definiše se kao „jedinstveni prikaz relevantnih informacija na displeju, deljiv između većeg broja komandi“. To je neophodan vizuelni alat u pružanju podrške u donošenju odluka komandantima i komandirima jedinica. Zahvaljujući njemu, proces donošenja odluka pretpostavljenih komandi se ubrzava omogućavanjem potčinjenim sastavima da sami donose odluke na svom nivou. Zadatak pretpostavljene komande jeste usaglašavanje pojedinačnih odluka relevantnih potčinjenih snaga koje izvode borbena dej-

stva, u njenoj zoni odgovornosti. To predstavlja mrežnocentrični pristup u izvođenju borbenih dejstava, čime se IDA ciklus (Information-Decision-Action) smanjuje i stiče prednost u odnosu na neprijateljeve snage.

Arhitektura inteligentnih servisa MGIS u sistemima C4I2 obezbeđuje JOS. Distribuirana arhitektura baze, kao i njena denormalizovana forma i redundantna struktura podataka omogućava mrežnocentrični pristup u analizi prostornih podataka na serverskom nivou i na nivou mobilnih klijenata. Proces podrške komandnim strukturama u donošenju odluke se ubrzava, uzimajući pri tom u obzir podatke iz realnog i prošlog vremena. Komplikovane vremensko-prostorne analize, neophodne u procesu donošenja odluka u borbenim situacijama, izvršavaju se mnogo lakše i brže. Na slici 10 prikazana je zavisnost brzine izvršavanja prostorno-vremenske analize u zavisnosti od vrste primenjenih alata.

Vrste analiza	Složenost problema /Brzina izvršavanja	
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Analiza 1</b> Prostorna analiza – 1 tema, 1 vremenski period</li> </ul>	prosta/brzo	prosta/brzo
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Analiza 2</b> Prostorna analiza – više tema, 1 vremenski period</li> </ul>	složena/sporo	prosta/brzo
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Analiza 3</b> Prostorna analiza – više tema, više vremenskih perioda</li> </ul>	Vrlo složena - nemoguća / dani	prosta / sekunde
<b>Alati/ vrste baza</b>	<b>GIS/ transakcionalne baze</b>	<b>SOLAP<sup>1</sup>/ baze za podršku u odlučivanju</b>

\*SOLAP – Spatial On-Line Analytical Processing

*Sl. 10 – Brzina izvršavanja analize [7]*

Primenom arhitekture inteligentnih servisa MGIS u sistemima C4I2, omogućavaju prostorno vremensku analizu u realnom vremenu sa realnim podacima iz prostora i mogućnost distribucije podataka za podršku u donošenju odluka na svakom mestu i u svako vreme.

### Komunikacija u mobilnim GIS

Mogućnost MGIS sistema i njihova upotrebnost vrednost u sistemima C4I2 zavisi od kvaliteta bežične komunikacije između servera i mobilnih klijenata. Sve prethodno opisane arhitekture MGIS, osim stand-alone, zahtevaju komunikaciju mobilnih klijenata i servera. Arhitektura inteligentnih servisa (slika 9) najzahtevnija je po pitanju komunikacija i sve njene prednosti i mogućnosti direktno zavise od bežične komunikacione infrastrukture i od mogućnosti komunikacionih modula u mobilnim uređajima.

Bežična komunikacija mora zadovoljiti potrebe MGIS aplikacija za prenosom neophodne količine podataka u realnom vremenu:

- uspostavljanjem dvostrane komunikacije u realnom vremenu;
- omogućavanjem prenosa glasa, podataka, slika i video zapisa;
- kreiranjem komunikacionih podgrupa za sve učesnike u izvršavanju istog zadatka i definisanja JOS;
- obezbeđivanjem zaštite podataka na celom prenosnom putu od početka do kraja.

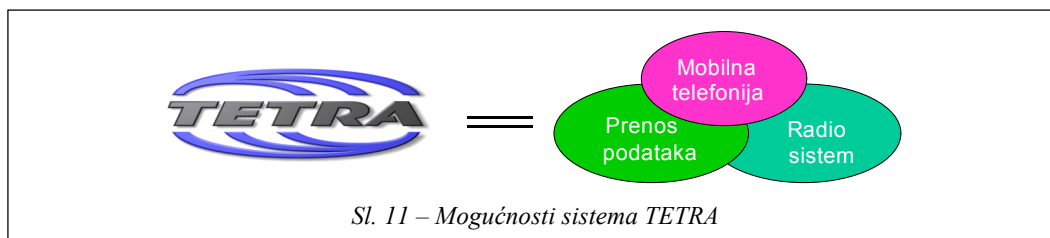
Na osnovu definisanih potreba za komunikacijom između komandno-kontrolnog centra i mobilnih klijenata, između samih mobilnih klijenata i sa sistemom fiksne infrastrukture zasnovane na komercijalnim tehnologijama (pristup Internetu), koje uslovljavaju postojanje mobilnog radio-komunikacionog sistema visokog nivoa usluga, pouzdanog i otpornog, kako na prisluškivanje, tako i na ometanje, uz prihvatljivu cenu, kao idealno rešenje nameće se sistem TETRA.

#### *Sistem za digitalni prenos podataka – TETRA*

TETRA je skraćenica od engleskog naziva **Terrestrial Trunked Radio**. Ona objedinjuje osobine mobilne telefonije i klasičnog radija, a obezbeđuje, osim govora i prenos podataka (slika 11).

Sistem TETRA, za razliku od GSM, omogućava [9]:

- definisanje govornih grupa – Talk Groups,
- postavljanje različitih nivoa prioriteta učesnicima mreže – Priority,
- grupni poziv – Group Call, opšti poziv – Broadcast call, hitni poziv – Emergency call,
- definisanje dispečera – Dispatch,
- kreiranje privremenih govornih grupa – Dynamic group assignement,
- direktni način rada – Direct Mode Operation DMO,
- povećanje teritorije pokrivenosti – Rural Coverage,



– brzu uspostavu veze – Fast Call Setup, kvalitetnu kriptozastitu – Encryption.

Navedene prednosti u odnosu na GSM opravdavaju primenu TETRA sistema u vojsci u sistemima C4I2, jer zadovoljavaju specifične zahteve rada u vojnim uslovima, kao što su [9]:

– sposobnost da se upravlja raznolikom lepezom operativnih scenarija;

– veoma kvalitetna kriptozastita, autentičnost i integritet poruka, dupleks veze;

– celularna struktura mreže sa svim standardima i osobinama celularnih telefona;

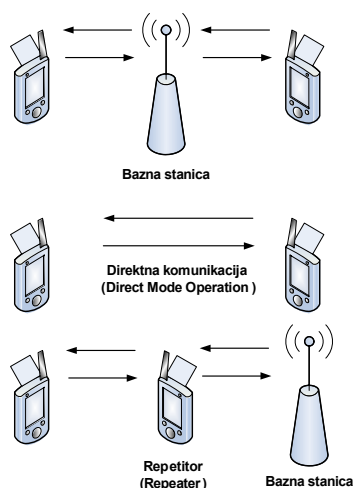
– imunitet protiv neprijateljevog ometanja;

– interoperabilnost sa strategijskim sistemima veza;

– otpornost na uslove okoline i povećana izdržljivost;

– rad na vojnom frekvencijskom opsegu, mogućnost ugradnje u vozila, i

– prenosiva komunikacijska struktura (brzo raspoređivanje u ruralnim područjima radi brzog proširenja područja pokrivanja) (slika 12).



Sl. 12 – Način proširenja područja pokrivanja u sistemu TETRA [9]

## Zaključak

Mrežnocentrični savremeni pristup u vođenju rata i borbenih dejstava zahteva brze i pouzdane reakcije komandnih struktura. Komandanti i komandiri vojnih jedinica suočeni su sa velikim brojem podataka i informacija na osnovu kojih u kratkom periodu moraju doneti odluke. Da bi one bile najbolje, i donete na osnovu svih trenutno raspoloživih informacija i podataka u procesu komandovanja i odlučivanja, koriste se sistemi C4I2 za podršku u donošenju odluka.

Sistemi C4I2 su interdisciplinarne strukture. Mobilni geografski informacijski sistemi su bitna komponenta takve strukture. Predstavljaju vrlo važan alat koji sistemima C4I2 omogućava:

– pristup geografskim i prostornim podacima na terenu i sa terena u realnom vremenu;

– unos prostornih podataka na terenu u realnom vremenu;

– pridruživanje prostorne komponente ulaznim podacima;

– funkcionalnost i mogućnost GIS aplikacija na terenu.

Inteligentni servisi MGIS svojom arhitekturom u sistemima C4I2 obezbeđuju donosiocima odluka jedinstvenu operativnu sliku. Mrežnocentrični pristup, koji se ostvaruje u analizi prostornih podataka na serverskom nivou i na nivou mobilnih klijenata, omogućava izvršavanje komplikovanih vremensko-prostornih analiza neophodnih u procesu donošenja odluka u borbenim situacijama.

Upotrebna vrednost MGIS u sistemima C4I2 zavisi od kvaliteta bežične komunikacije između servera i mobilnih klijenata.

Potrebe za komunikacijom mobilnih geografskih sistema u sistemima C4I2 uslovljavaju postojanje mobilnog radio-komunikacionog sistema visokog nivoa usluga, pouzdanog i otpornog na prisluškivanje i ometanje. Prihvatljiva cena, usluge i servisi, neophodni za primenu u vojne svrhe koje poseduje, kao idealno rešenje nameću sistem TETRA za komunikaciono rešenje u C4I2, a samim tim i u mobilnim GIS sistemima.

*Literatura:*

- [1] Ucuzal, P.: GIS in CCIS , [www.gisess.org/cis2003/pdf/GI-SinCIS%203.pdf](http://www.gisess.org/cis2003/pdf/GI-SinCIS%203.pdf)
- [2] DoD USA, Developing Critical Technologies, Military Critical Technologies, Part III, Section 10, 2000.
- [3] Burrough, P. A.: Principles of Geographical Information Systems, Oxford Science Publication, Oxford, New York, Toronto, 1991.
- [4] Vulić, I.: Primena tehnologije GIS u lociranju izvora radio-talasa, Magistarska teza, Elektronski fakultet Niš, 1998.
- [5] Luqun, L.: Investigation on the concept model of mobile GIS, Symposium on Geospatial Theory, Ottawa 2002.
- [6] Devedžić, M.: Povezivanje GIS tehnologije sa ES sistemima, YUGIS, zbornik radova, 1996.
- [7] Ascough, J.: Multicriteria Spatial Decision Support Systems, [www.iemss.org/iemss2002/proceedings/pdf/volume%20tre/290\\_ascough%202.pdf](http://www.iemss.org/iemss2002/proceedings/pdf/volume%20tre/290_ascough%202.pdf)
- [8] Hassin, B.: Mobile GIS:How to get there from here, R7 Solution, Houston, 2004.
- [9] Obradović, M.: Primena TETRA sistema u vojsci, OTEH, Beograd 2005.