

# **PROJEKT ZVIJEZDA**

**Vladimir Ribičić, Filip Trezner i Marko Vuković**

**Mentor: Mladen Matvijev**

**Šumarska i drvodjeljska škola Karlovac**

## **1. Istraživačka pitanja/hipoteze**

Grad Karlovac smješten je u kotlini uz čak četiri rijeke te se zajedno uz svoju staru gradsku jezgru, Zvijezdu, nalazi u vrlo raznovrsnom zemljopisnom okruženju. Šira okolica je međutim potpuno drugačijih svojstava i karakteristična po velikim površinama šumskog i poljoprivrednog zemljišta. Potaknuti tom činjenicom zapitali smo se koja će se razlika u mjerenim meteorološkim veličinama pojaviti usporedbom postaje "Zvijezda" s ostalim postajama u okolici Karlovca s obzirom na njen gradski položaj. Usporedbom općih podataka sa postaja ustanovljeno je da su postaje i različito visinski raspoređene pa smo se zapitali u kojoj mjeri bi to moglo utjecati na izmjerene vrijednosti.

Pretpostavljeno je da će izmjerene vrijednosti temperature u samome gradu biti veće od onih u bližoj okolici. Za očekivati je bilo i više temperature na postajama u blizini zgrada te većih asfaltiranih i betonskih površina. U projektu „Zvijezda“ najveći naglasak stavljen je na slaganja i neslaganja istovrsnih GLOBE mjerenja u poznatoj karlovačkoj staroj jezgri, Zvijezdi, te postajama izvan nje. Usporedbom mjerenja na raznim visinama za očekivati je utjecaj grada na postajama u starogradskoj jezgri.

Projekt „Zvijezda“ Šumarske i drvodjeljske škole prepoznat je od strane grada Karlovca i uključen u Projekt Zvijezda Grada koji je i financijski podupro ovo istraživanje.

## **2. Metode istraživanja**

Prošlogodišnjim pilot projektom postavili smo dodatnih pet GLOBE postaja, a u ovaj projekt uključene su izravno postaje Orlovac, Zvijezda, Donje Mrzlo Polje, ŠAMP DAVIS, te školska postaja Šumarske i drvodjeljske škole Karlovac, dok su podaci Gimnazije Karlovac skinuti sa GLOBE servera, a podaci GMP Karlovac s Ogimeta i korišteni su takvi kakvi su tamo publicirani. Instrumenti na postajama kalibrirani su prije službenog početka projekta. U području Zvijezde za potrebe ovog projekta uspostavljena je nova postaja Zvijezda.

Pri odabiru lokacija i postavljanju mjernih postaja posebna pozornost dana je njihovoj što većoj različitosti. Tako se jedna postaja nalazi u samome centru grada, Zvijezdi, druga na nešto višoj nadmorskoj visini pored grada, treća tik uz rijeku i slično. Učenici/motritelji prošli su potrebnu obuku za motrenja koja su vršena istovremeno po GLOBE protokolima te iza sebe već imaju veliki broj sati prakse.

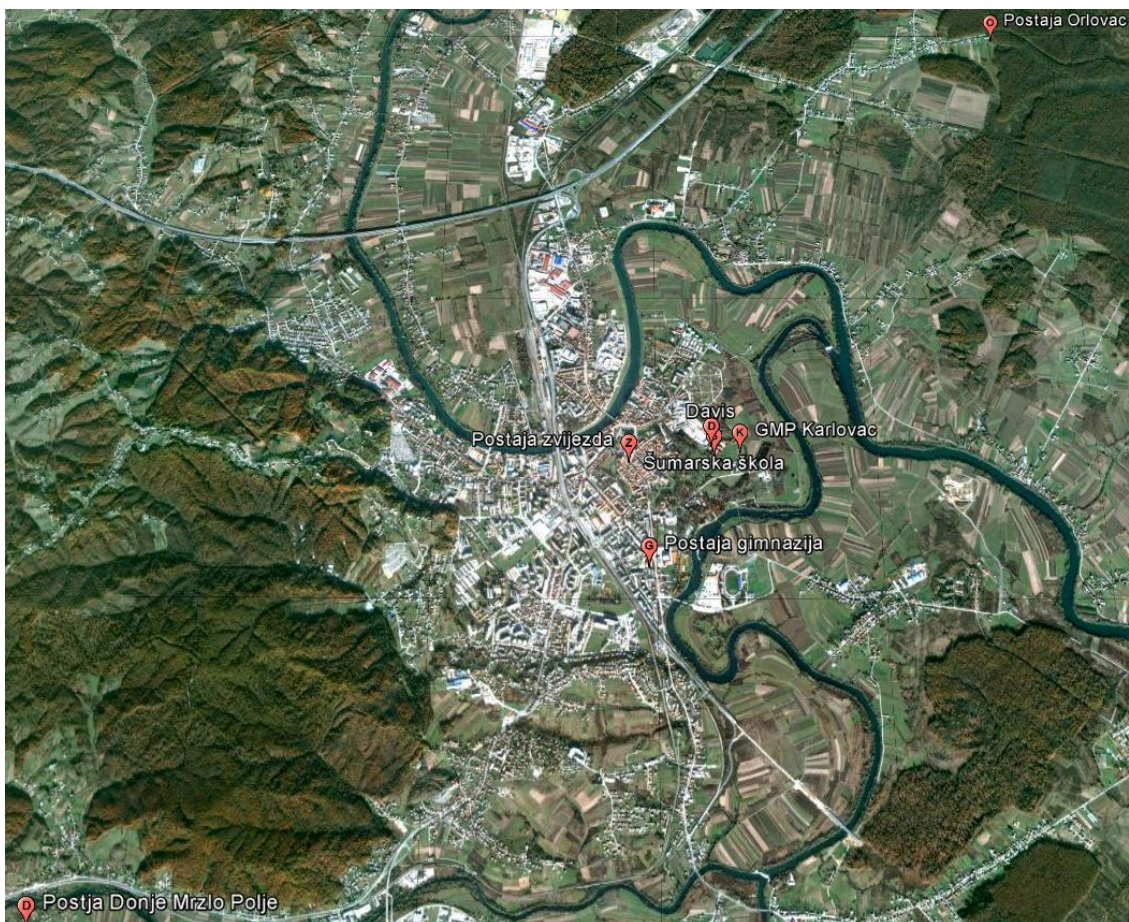
U razdoblju intenzivnih mjerenja mjerena je trenutna, minimalna i maksimalna temperatura zraka, trenutna, minimalna i maksimalna relativna vlažnost zraka, motrena je pokrivenost neba oblacima, rod i vrsta oblaka te pojave u atmosferi. Termohigrometar korišten u mjerenju sastoji se od vanjskog i unutarnjeg osjetnika koji mjere minimalnu, maksimalnu, trenutnu temperaturu i relativnu vlažnost zraka pri čemu vanjski osjetnik ne mjeri relativnu vlažnost zraka. Sve vrijednosti očitavane su s točnošću od +/- 0.1 °C.

Uspostava postaja i početak provođenja redovitog dnevnog motrenja – kampanja intenzivnih mjerenja, organizirana je do 1. prosinca 2011. godine i provedena do 31. ožujka 2012. godine za koje razdoblje su i analizirani podaci. Razdoblje mjerenja tako pokriva zimske mjesece te početak proljeća, što omogućuje praćenje promjena koje se pojavljuju u dva godišnja doba. Tokom mjeseca travnja 2012. godine svi podaci su prikupljeni te uneseni u GLOBE bazu podataka, započelo se s uspoređivanjem i analizom.

Doradili smo metodologiju korištenja paralelnih nizova mjerenja, provjeru i „čišćenje“ nizova podataka od grubih motriteljskih grešaka, proučili detaljno uvjete oko postaja te njihove nadmorske visine, izradili grafikone za sve izmjerene parametre te u završnom dijelu projekta utvrdili karakteristike prikupljenih podataka. Nakon svih provedenih obrada, nije bilo moguće riješiti neke nedostajuće podatke: mjerenja Gimnazije u razdoblju 3.-17.3., 30-31.3. 2012., maksimalna i minimalna od 10.-19.3.2012., 24-26.3. i 30-31.3.2012. te mjerenja u Donje Mrzlo Polje (22-24.3.2012.).

### 3. Prikaz i analiza podataka

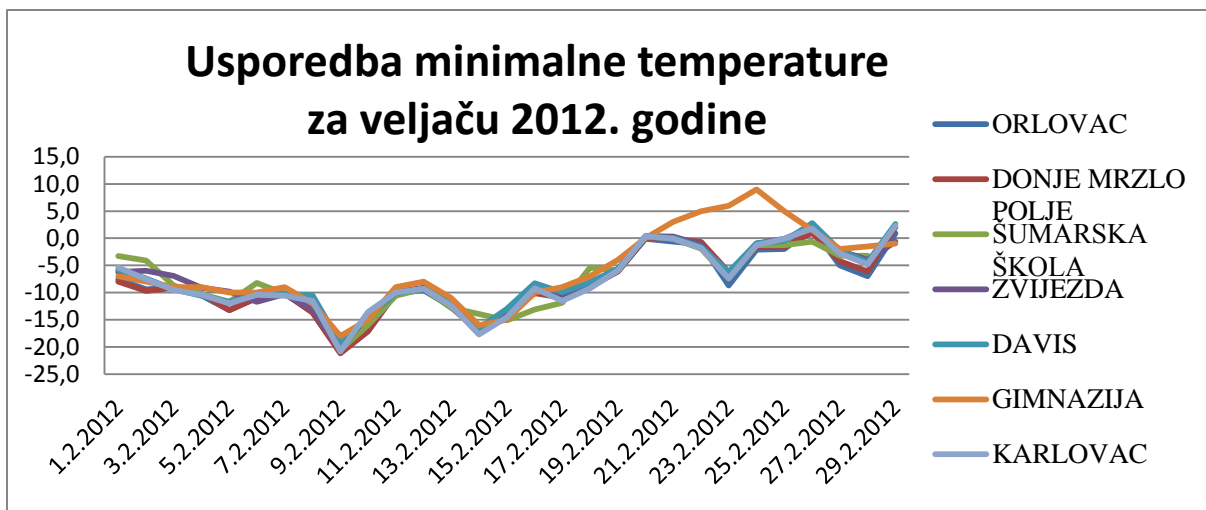
Podatke sa postaja uspoređivali smo sa novopostavljenom postajom u staroj gradskoj jezgri (postaja Zvijezda). Sve podatke sa novih postaja uspoređivali smo također i sa školskom automatskom postajom Šumarske i drvodjelske škole Karlovac i Glavne meteorološke postaje Karlovac DHMZ-a koje se nalaze u relativnoj blizini rijeke Korane. U blizini mjernog mjesta postoji samo jedan veći objekt, a šire područje je arboretum, dakle nije naseljeno. Postaje se nalaze u prostranom školskom arboretumu ili na njegovu rubu.



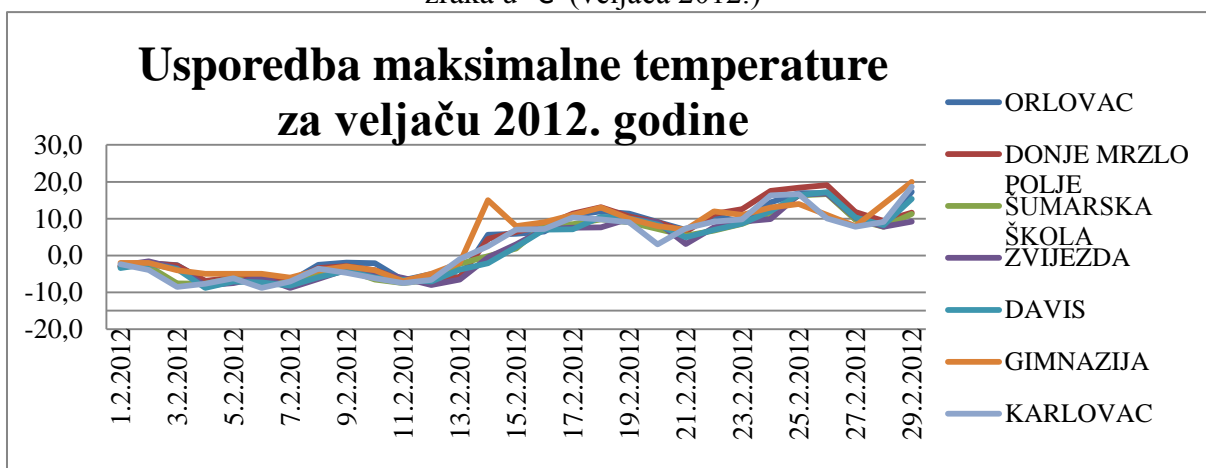
**Karta 1. Prikazuje položaj postaja uključених u mjerenja okvirom Projekta Zvijezda**

**Tablica 1. Postaje, instrumenti i motritelji uključeni u projekt Zvijezda**

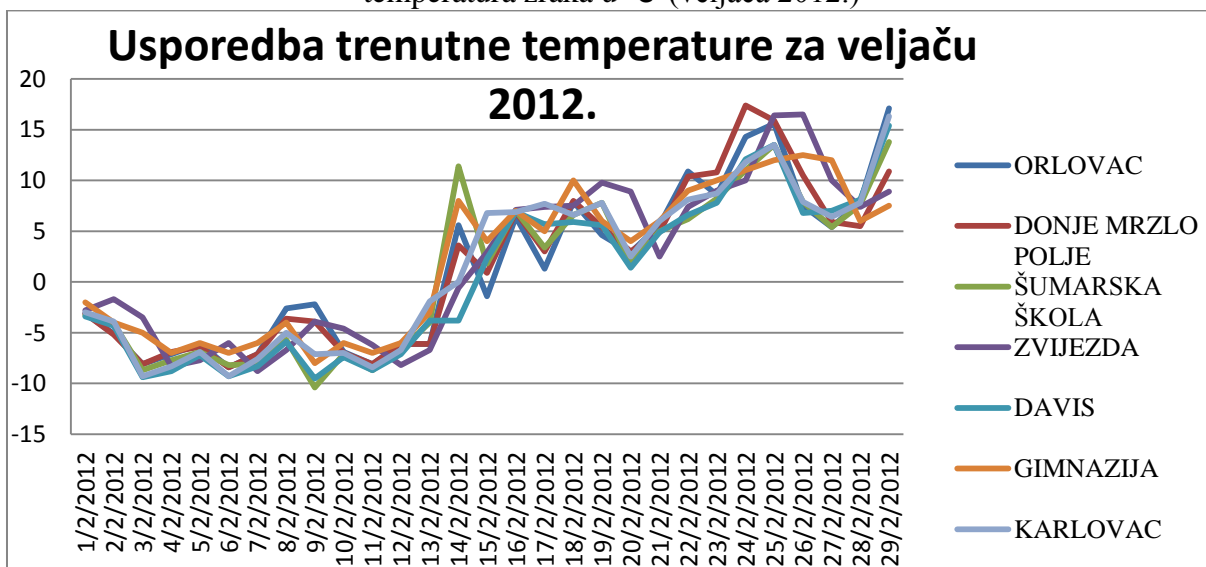
<b>Postaja/ motritelj</b>	<b>Mjesto</b>	<b>Geografski smještaj</b>	<b>Obilježja postaje</b>	<b>Instrumenti</b>
<b>Donje Mrzlo polje -Katarina Benić-</b>	Duga Resa, Donje Mrzlo Polje Mrežničko	G.Š. 45°27'45.12"N; G.D. 15°29'59.82"E 114m	u prostranom polju u blizini rijeke, nije okruženo većim objektima, šire područje rjeđe naseljeno	Termo- higrometar
<b>Orlovac -Vladimir Ribičić-</b>	Karlovac, Orlovac	G.Š. 45°31'36.61"N; G.D. 15°35'38.63"E 108m	u polju, u blizini guste šume, nije okruženo većim objektima, šire područje rjeđe je naseljeno	Termo- higrometar
<b>Zvijezda -Filip Trezner-</b>	Karlovac, Zvijezda	G.Š. 45°29'31.69"N; G.D.15°33'14.11"E 113m	okružena većim objektima; područje je gušće naseljeno; u blizini se nalaze i prometnice, travnata podloga	Termo- higrometar
<b>Šumarska i drvodjeljska škola -učenici-</b>	Karlovac, Gaza	G.Š. 45°29'36.03"N; G.D.15°33'44.68"E 119m	u arboretumu, u blizini jednog većeg objekta, šire područje rjeđe naseljeno	Psihrometar i higrometar
<b>DAVIS postaja -automatska postaja-</b>	Karlovac, Gaza, Šumarska i drvodjeljska škola	G.Š. 45°29'38.75"N; G.D.15°33'43.96"E 122m	na terasi, područje oko nje nije gušće naseljeno i nema većih objekata	Termo- higrometar
<b>Gimnazija Karlovac -učenici Gimnazije-</b>	Karlovac, Rakovac	G.Š. 45°29'7.91"N; G.D. 15°33'21.04"E 104m	arboretum Gimnazije, u blizini prometnica i škole. Prostor oko postaje gušće je naseljen.	U- termometar
<b>GMP Karlovac -djelatnici postaje-</b>	Karlovac, Gaza	G.Š. 45°29'36.62"N; G.D. 15°33'53.55"E 113m	u arboretumu, šire područje rjeđe naseljeno	Psihrometar



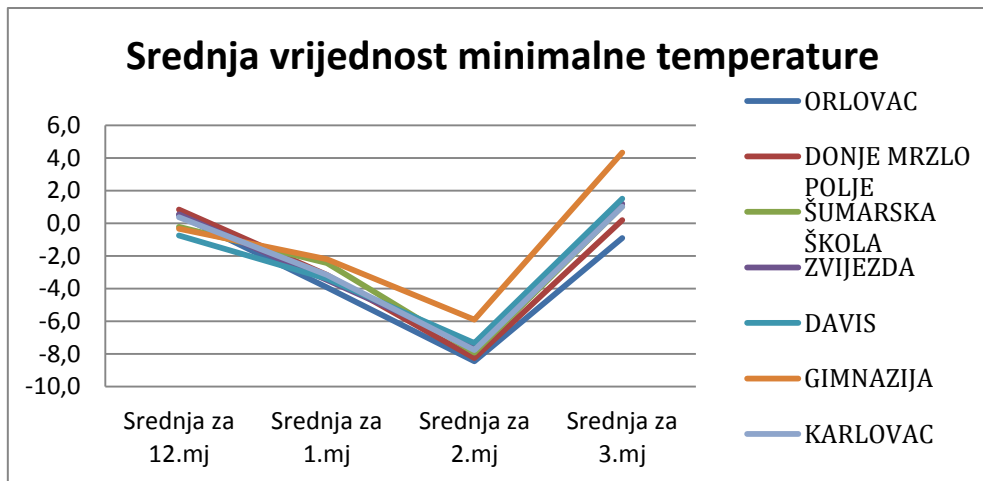
Graf 1. Primjer prikaza izmjerenih dnevnih minimalnih temperatura zraka u °C (veljača 2012.)



Graf 2. Primjer prikaza izmjerenih dnevnih maksimalnih temperatura zraka u °C (veljača 2012.)



Graf 3. Primjer prikaza izmjerenih dnevnih terminskih temperatura zraka u °C (veljača 2012.)



Graf 4. Srednje mjesečne minimalne temperature zraka u °C mjerene po GLOBE protokolima u mjesno solarno podne.

Tablica 2. Srednje mjesečne temperature (u °C) po postajama za terminska mjerenja te minimalne i maksimalne vđnevne vrijednosti

SREDNJE MJESEČNE TEMPERATURE: MINIMALNE, TERMINSKE, MAKSIMALNE (°C)							
	ORLOVAC	DMP	ŠUM ŠKO	ZVIJEZDA	ŠAMP	GIMN	GMP KA
XII (MIN)	0,5	0,8	-0,5	0,6	-0,7	-0,3	0,4
I (MIN)	-3,9	-3,2	-2,4	-3,5	-3,4	-2,2	-3,1
II (MIN)	-8,4	-8,3	-6,4	-7,7	-7,3	-5,9	-7,8
III (MIN)	-0,9	0,2	3,3	1,2	1,5	4,3	1,0
XII (TERM)	7,0	5,0	5,5	7,0	5,9	7,3	5,8
I (TERM)	5,7	4,9	4,5	7,3	5,8	7,7	6,3
II (TERM)	1,5	1,5	1,0	1,9	0,5	2,0	1,4
III (TERM)	16,0	15,1	14,9	16,6	15,1	19,4	15,5
XII (MAX)	8,3	7,9	7,2	8,6	8,0	9,0	7,3
I (MAX)	7,8	8,6	6,3	8,1	8,0	9,5	7,5
II (MAX)	3,9	4,1	2,6	2,1	2,4	4,5	2,7
III (MAX)	18,3	18,2	16,8	17,2	17,4	22,2	16,9

Kao što se i očekivalo od svih mjerenih parametara trenutna temperatura zraka najmanje se razlikuje među ovih sedam postaja. Na grafovima je vidljiv utjecaj grada tj. primjećuje se da postaje smještene u centru grada pokazuju nešto veće vrijednosti temperature, ali se u najvećem dijelu promatranog razdoblja temperature uglavnom poklapaju.

Maksimalna temperatura pokazuje veću razliku postaja u gradu od onih u bližoj okolici. Tako najveća pozitivna odstupanja ima postaja Gimnazije Karlovac smještana u



gradu, dok je „najhladnija“ postaja Šumarska škola te postaja Orlovac. Postaja Zvijezda zauzima prosječne vrijednosti temperature, dakle nema značajnih odstupanja.

Kod minimalnih temperatura postaja u centru grada, Gimnazija Karlovac ima najviše temperature, a nju prati postaja Šumarske škole. Postaja „Zvijezda“ u starogradskoj jezgri nema znatna pozitivna odstupanja minimalne temperature u odnosu na ostale postaje. Postaja Orlovac koja je najviše udaljena od grada ujedno ima i najniže temperature.

Usporedba promjene srednjih temperatura po visini temeljem nadmorske visine mjerne postaje dala nerealno velike iznose temperaturnih gradijenata i njihovu znatnu promjenjivost, razlike u visini mjernih postaja razmjerno su male. Iz tih razloga ovaj dio usporedbe ne može pružiti realistične zaključke pa ih ovdje niti ne prezentiramo. Istraživanje ovog područja nastavit će se i dalje, prvenstveno daljnjim mjerenjima i prikupljanjem podataka.

#### 4. **Zaključci**

Hipoteze projekta Zvijezda pokazale su se u velikoj mjeri točnima. Jedna od polaznih hipoteza ovoga Projekta koja govori o utjecaju grada na temperaturu potvrđena je ponajprije podacima maksimalne temperature. Iz iste proizlazi i potvrda hipoteze o utjecaju zgrada, asfaltiranih i betonskih površina na temperaturu, jer se razmjerno „najtoplije“ postaje nalaze u njihovoj blizini.

Prethodno smo pretpostavili da će najviše temperature biti izmjerene na postaji „Zvijezda“ zbog njenog položaja u centru grada, no iznenadili su nas podaci Gimnazije Karlovac koja se pokazala „najtoplijom“ što nije potpuno objašnjivo na temelju podataka ovog projekta već zahtijeva daljnja mjerenja, provjere i analizu.

Pozitivna odstupanja od prosjeka najveća su na postaji u novom centru grada, postaji Gimnazija, dok na postaji Zvijezda ona nisu toliko izražena. Razlog nešto nižim temperaturama na postaji Zvijezda tražimo u činjenici slabije naseljenosti tog dijela grada, manjka industrije i domaćinstava kao uobičajeno velikog izvor topline te djelomična prometna obustava u tom dijelu grada. Na rezultate mjerenja na postaji Gimnazija mogli su utjecati i drugi faktori, kao manjak iskustva motritelja te različit instrumentarij.

Uloga tipa instrumenta proizlazi iz činjenice da su mjerenja temperature izvršena pomoću tri različita instrumenta koja rade na različitim principima i različite su točnosti.

U cjelini promatrajući može se zaključiti da su podaci usporedivi, da se većina trendova poklapa i da ima čvrstog smisla korištenje paralelnih nizova mjerenja, ovdje raznih GLOBE škola, automatske postaje te GMP DHMZ-a, čime se mogu provesti vrlo uspješni projekti raznih namjena.

Temeljni zaključci na koje ukazuju podaci projekta su da blizina centra nužno ne utječe na stvaranju ekstrema. Upravo suprotno, smještaj u staroj jezgri grada Karlovca zbog svoje specifične prometne i industrijske „izoliranosti“ zajedno s miješanom podlogom daje uvjete koje ublažavaju svaku promjenu kako temperature tako i relativne vlažnosti.

#### 5. **Izvori**

- Podaci sa postaja Orlovac, Mrzlo Polje, Zvijezda, Školske meteorološke postaje, AMP DAVIS postaja škole, postaja Gimnazije Karlovac, GMP Karlovac
- GLOBE protokoli
- internetske stranice: globe.gov, globe.hr, ogimet.com
- GeoEye