

## ***PRVO LASERSKO ALTIMETRIJSKO SNIMANJE KORIDORA IZ HELIKOPTERA U SRBIJI***

### ***UVOD***

U tekstu **Lasersko altimetrijsko snimanje iz helikoptera** objavljenom u Geodetskom žurnalu br. 3 dat je prikaz **FLI-MAP (Fast Laser Imaging and Mapping Airborne Platform)** najnovije američko - holandske metode za snimanje koridora. U ovom članku daje se prikaz realizacije prvog laserskog altimetrijskog snimanja koridora iz helikoptera izvedenog u Srbiji.



*Slika1. Helikopter MUP-a srbiye sa montiranom opremom*

Firma "Evrogeomatika" u maju 2003-će godine sa **Republičkom direkcijom za puteve** potpisala je Ugovor o izradi topografskih planova za potrebe rekonstrukcije putne mreže. Ukupna dužina puteva je **330 km**. Ugovorom su obuhvaćene deonice:

- Preljina - Požega - Kokin brod, dužine **121 km**, širina koridora **150 m**,
- Bačka Palanka - Sombor, dužine **72 km**, širina koridora **60 m**,
- Subotica - Senta, dužine **33 km**, širina koridora **150 m**,
- Batajnica - Dobanovci, dužine **11 km**, širina koridora **150 m**,
- autoput oko Novog Sada, dužine **10 km**, širina koridora **150 m**,
- most kod Beške na autoputu Beograd - Subotica, dužine **5 km**, širina koridora **60 m**,
- Kragujevac - Batočina, dužine **24 km**, širina koridora **100 m**.

Sa JP "Elektroistok" potписан је Уговор о изради топографских планова далековода Обреновац - Београд, дужине **60 km**, ширина коридора **60 m**.

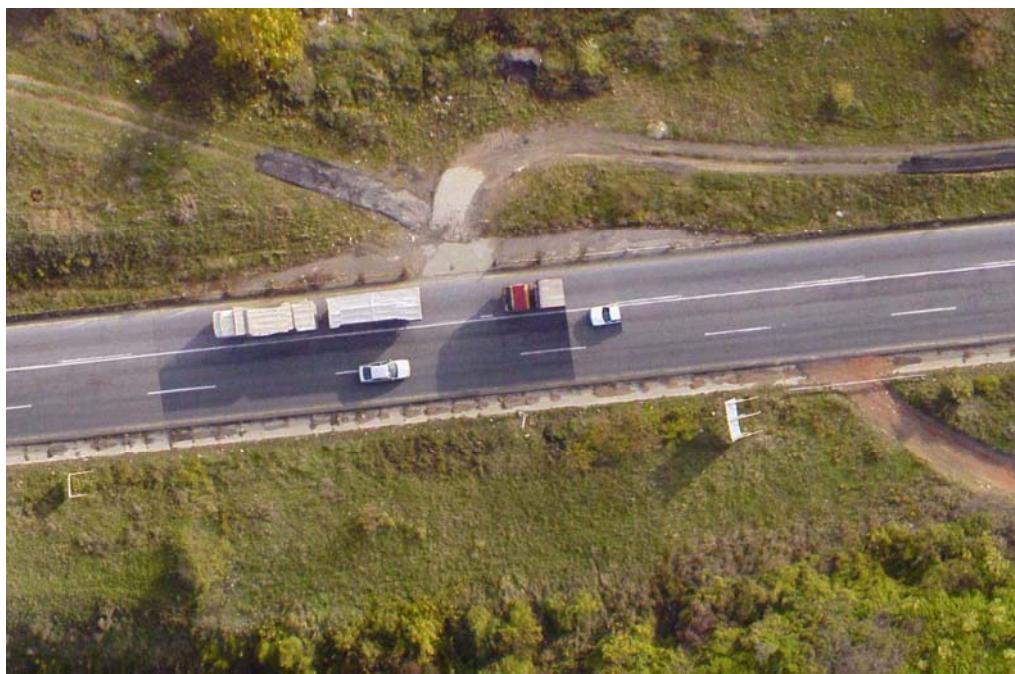
Топографски планови раде се у **R 1:1000** (за главне пројекте) и **R 1:2500** (за идејне пројекте).

## **PRIPREMNI RADOVI**

У Србији је од стране Републиčког геодетског завода развијена положајна referentna мрежа (**SREF**), високе тачности и велике густине (**10 x 10 km**). На ту мрежу је ослонјено ово снимање и нису биле потребе постављати нове тачке. Пре снимања све тачке су реконогосиране.

**FLI-MAP** снимањем добијају се координате тачака у **WGS'84** систему. Заhtеви Investitora су да се планови испоруче у државном координатном систему. Zbog тога су за потребе положајне трансформације на једном броју тригонометријских тачака извршена **GPS** мерења. За потребе висинске трансформације реконогосирани су репери дуž пута и на њима извршена **GPS** мерења. По деоницама:

- Preljina - Požega - Kokin brod, дужине **121 km**, 15 тригонометара и 40 репера,
- Bačka Palanka - Sombor, дужине **72 km**, 10 тригонометара и 15 репера,
- Subotica - Senta, дужине **33 km**, 8 тригонометара и 10 репера,
- Batajnica - Dobanovci, дужине **11 km**, 5 тригонометара и 5 репера,
- autoput oko Novog Sada, дужине **10 km**, 5 тригонометара и 5 репера,
- most kod Beške на autoputu Beograd - Subotica, дужине **5 km**, 4 тригонометра и 5 репера,
- Kragujevac - Batočina, дужине **24 km**, 8 тригонометара и 10 репера,
- далеководи, дужине **60 km**, 10 тригонометара и 20 репера.



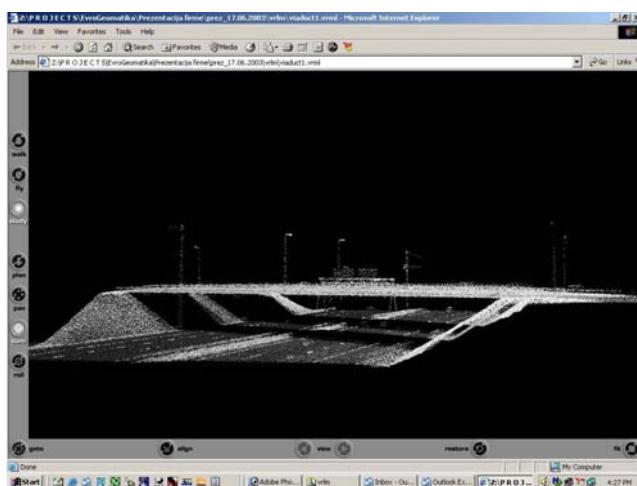
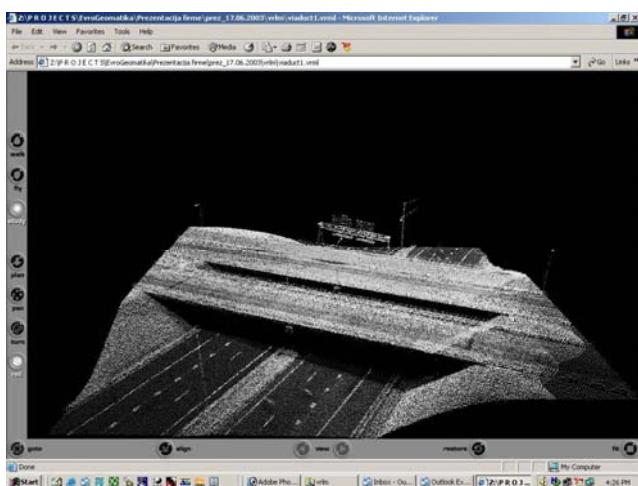
*Slika 2. Deonica most kod Beške*

## **TOK SNIMANJA**

20. X 2003. Dolazak opreme iz Holandije, montaža na helikopter,
21. X 2003. Probni let, kalibracija opreme
22. X 2003. Loši vremenski uslovi
23. X 2003. Let 1 (dalekovodi i most kod Beške),
24. X 2003. Loši vremenski uslovi,
25. X 2003. Let 2 (Batajnica – Dobanovci),
26. X 2003. Let 3 (dalekovodi),
27. X 2003. Let 4 (Bačka Palanka – Odžaci – Sombor),
28. X 2003. Loši vremenski uslovi,
29. X 2003. Let 5 (most kod Beške, Subotica – Senta, autoput oko Novog Sada),
30. X 2003. Let 6 (Preljina – Kokin Brod),
31. X 2003. Let 7 (Preljina – Kokin Brod),
01. XI 2003. Let 8 (Batočina – Kragujevac).

## **Obrada terenskih podataka**

Na kraju svakog radnog dana, putanja leta helikoptera se prethodno obrađuje, proverava i formatira u posebnu datoteku sa informacijama o visini platforme. Tokom prethodne obrade, rade se različite provere kontrole kvaliteta, da bi se osiguralo zadovoljenje zahteva projekta i da nema prekida u podacima. Poseban softver se koristi za računanje veoma tačnih vektora od svih baznih stanica do helikoptera, korišćenjem dvofrekventnih faznih i kodnih merenja. Ovi vektori će izravnanjem po metodi najmanjih kvadrata obezbediti, 2 puta u sekundi, **3D** položaj antene helikoptera koji se "najbolje uklapa". Integriranje **INS** podataka sa podacima o položaju **GPS**, rezultovaće u skoro kontinualnom položaju lasera. Kroz uobičajenu vremensku osnovu, laserske dužine će se povezati za položaj i visinu lasera, što rezultuje tačnim **YXZ** koordinatama laserskih merenja. Rezultujuća datoteka se može, zajedno sa datotekom putanje leta, datotekom leta, datotekom događaja i nekoliko datoteka lasera, isporučiti klijentu na ekstrakciju oblika pomoću softvera **FLIP7**.



*Slika 3. Autoput oko Novog Sada – laserski podaci*

## **Naknadna obrada podataka softverom FLIP7**

Da bi se sračunale **YXZ** koordinate lasera, visine platforme i laserskih podataka kao i izvući korisne informacije iz ovih položaja, razvijenje **FLI-MAP** sistem za obradu podataka **FLIP7** (**Microsoft NJindonjs 95 ili NT 4.0**). Ovaj softverski paket spaja položaje helikoptera i informacije o visini sa podacima laserskog senzora i video snimcima. **FLIP7** obezbeđuje pune **CAD** mogućnosti. Zajedno sa programom **VcrController**, kontroliše videorekordere sa mogućnošću vremenskih kodova, što omogućuje korisniku koordinaciju video snimaka sa obrađenim laserskim podacima, da bi se dobila puna multimedijalna prezentacija snimljenih podataka. **FLIP7** omogućuje ortorektifikaciju video snimaka.

## **ZAKLJUČAK**

Za 13 dana kampanje (3 dana nije bilo snimanja zbog loših vremenskih uslova) snimljeno je 390 km koridora i dnevno je bilo angažovano od 5 do 9 operatera na baznim stanicama.

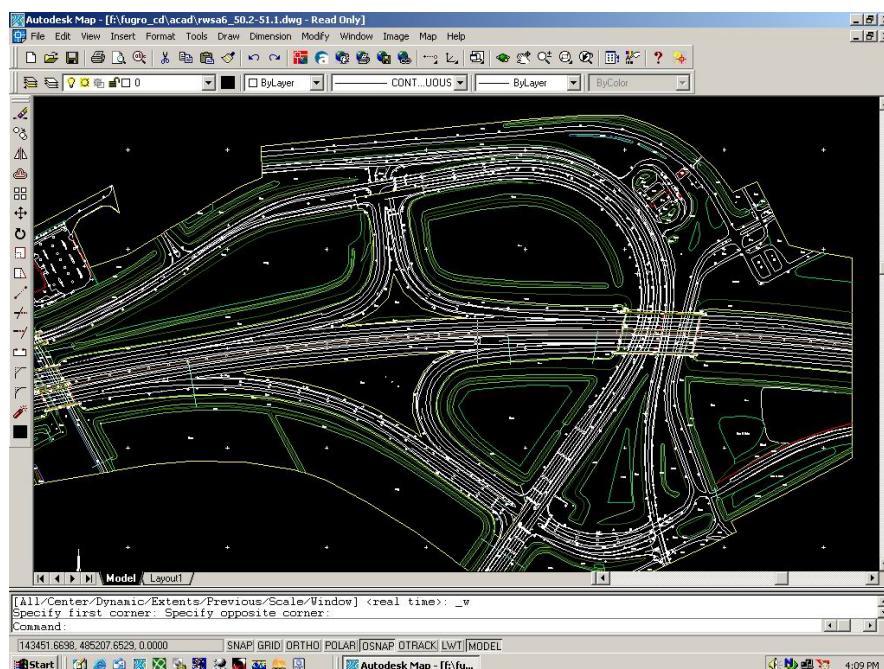
### **Komentar:**

Neuporediva je brzina snimanja detalja u odnosu na bilo koju drugu klasičnu metodu, kao i broj angažovanih ljudi na terenu.

Obrada terenskih podataka i izrada ortofoto planova trajala je 15 dana.

Softverom **FLIP7** moguće je obraditi do 50 km koridora za 10 dana (1 operater).

Investitor zahteva overu elaborata merenja i topografskih planova od strane Republičkog geodetskog zavoda.



*Slika 4. Autoput oko Novog Sada – topografski plan*

**Komentar:**

Elaborat GPS merenja za transformaciju koordinata je predat na overu RGZ-u, ali za elaborat merenja vezan za izradu topografskih planova ovom novom tehnologijom ne postoji zakonska regulativa koja reguliše kakav elaborat treba predati na overu (šta su originali merenja i koji je format za razmenu podataka?). Da bi mogli i dalje da koristimo ovu tehnologiju hitno u zakonsku regulativu uvrstiti i ovu metodu snimanja i propisati način predaje ovakvih elaborata.

SREF mreža u potpunosti zadovoljava sva FLI-MAP snimanja. Zadata tačnost koordinata detaljnih tačaka određenih u sistemu WGS '84 od 3 cm je postignuta zahvaljujući tačnosti koordinata tačaka SREF mreže i tačnosti laserskog snimanja.

**Komentar:**

Tačnost koordinata detaljnih tačaka je smanjena transformacijom koordinata u državni koordinatni sistem i pored velikog broja merenja koja su omogućila transformaciju. U Srbiji treba preći na novi koordinatni sistem WGS '84 kako bi u potpunosti mogli da koristimo nove tehnologije merenja visoke tačnosti i iskoristili SREF mrežu na pravi način.

Milorad Gligorić  
"Evrogeomatika"