

- Honjo, T., Umeki, K., Wang, D., Yang, P., Hsieh, H. (2011). Landscape Simulation and Visualization on Google Earth. *International Journal of Virtual Reality*, 10(2), 11.
- Benker, S. C., Langford, R. P., Pavlis, T. L. (2011). Positional accuracy of the Google Earth terrain model derived from stratigraphic unconformities in the Big Bend region, Texas, USA. *Geocarto International*, 26(4), 291–303.
- Agouris, P., Aref, W., Goodchild, M. F., Barbra, S., Jensen, J., Knoblock, C. A., ..., Yuan, M. (2011). From GPS and Google Earth to Spatial Computing, 1–11.
- Peterson, M., Dobson, K. J., Fandry, K., Shrader, W. (2012). Techniques in Google Earth and Google Maps. *Cartographic Perspectives*, (72), 75–90.
- Hennessy, R., Arnason, T., Ratinen, I., Rubensdotter, L. (2012). Google Earth geo-education resources: A transnational approach from Ireland, Iceland, Finland, and Norway. *Geological Society of America Special Papers*, 492, 413–418.
- Mohammed, N. Z., Ghazi, A., Mustafa, H. E. (2013). Positional accuracy testing of Google Earth. *International Journal of Multidisciplinary Sciences and Engineering*, 4(6).
- Bodzin, A. M., Anastasio, D., Kulo, V. (2014). Designing Google Earth activities for learning Earth and environmental science. In *Teaching science and investigating environmental issues with geospatial technology* (pp. 213–232). Springer Netherlands.
- Déodat, L., Lecoq, P. (2015). 5.2 Using Google Earth and GIS to survey in the Peruvian Andes. *Landscape Archaeology between Art and Science*, 321.

## Literatura

- Wikipedia (2016): Google Earth,  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Google\\_Earth](https://en.wikipedia.org/wiki/Google_Earth), (22. 5. 2016.).

*Nedjeljko Frančula*

## POLOŽAJNA TOČNOST SNIMAKA GOOGLE EARTHA NA PODRUČJU RIMA

U posljednje vrijeme sve veći broj istraživača koristi se snimcima *Google Eartha* (GE) u različitim tehničkim i znanstvenim projektima. Na osnovi citiranih radova o primjeni snimaka GE-a u većem broju znanstvenih istraživanja Pulighe i dr. (2016) ističu da, prema njihovim saznanjima, nedostaju istraživanja i analize položajne točnosti snimaka vrlo visoke rezolucije posebno u gradskim područjima.

Stoga su u ovdje citiranom članku analizirali položajnu točnost snimaka visoke rezolucije GE-a na području grada Rima. Područje istraživanja omeđeno je autocestom *Grande Rac-cordo Anulare* koja u duljini od 63 km okružuje urbano područje Rima ukupne površine oko 344 km<sup>2</sup>. Treba naglasiti da je područje istraživanja približno ravno i da je visinska razlika između najniže i najviše točke 137 m.

GE uključuje različite satelitske snimke, npr. SPOT5, Landsat, IKONOS, QuickBird, GeoEye-1, Worldview-1, Worldview-2. Ako se zumira pojedino područje, metapodaci uključuju jedino proizvođača snimaka i datum snimanja. Rezoluciju je moguće procijeniti jedino na osnovi veličine vidljivih objekata. U istraživanju su se služili snimcima iz srpnja 2007. (GE07), studenoga 2011. (GE11) i lipnja 2013. (GE13). Procijenili su da je rezolucija tih snimaka oko 30 cm i da se vjerojatno radi o aerosnimcima.

U ocjenjivanju točnosti snimaka GE-a kao kontrolne točke poslužilo je 57 točaka tzv. *Punti Fiduciali* (PF), koje se primjenjuju pri osuvremenjivanju talijanskih katastarskih karata i 41 točka određena GPS-om. Iz praktičnih razloga, prvenstveno cijene, područje istraživanja ograničeno je na centar grada ukupne površine oko 88 km<sup>2</sup>. Položaj kontrolnih točaka za

određivanje GPS-om pažljivo je biran da bi se dobio njihov homogen razmještaj preko područja istraživanja, pri čemu je vođeno računa i o dobroj pokrivenosti signalom GPS-a.

Budući da se u *Google Earthu*, za bilo koju točku pokazanu mišem, mogu pročitati koordinate E, N s centimetarskom preciznošću u odgovarajućoj zoni UTM-a, za područje Rima 33. zoni, to su i koordinate točaka određene GPS-om preračunate u tu zonu UTM-a. Naime, UTM je definiran u referentnom koordinatnom sustavu WGS84, sustavu koji je referentan i za pozicioniranje GPS-om. Koordinate PF točaka transformirane su iz Cassini-Soldnerove projekcije u lokalnom datumu u navedeni globalni datum i zonu UTM-a.

Položajna točnost snimaka (GE07, GE11 i GE13) izračunata je pomoću PF ili GPS točaka. Da bi se na snimcima što točnije označio položaj antene GPS-a, snimci su maksimalno zumirani tako da su vidljivi pikseli. Za računanje točnosti određenog snimka izračunate su razlike između koordinata PF-a ili GPS-a i koordinata odgovarajućih točaka na snimku i označene kao GE07 – PF ili GE07 – GPS, itd.

U detaljnoj analizi primijenjeni su statistički testovi da bi se provjerilo podliježu li pogreške normalnoj razdiobi. Položajna točnost ocjenjivana je srednjim pogreškama (engl. RMSE).

Rezultati analize točnosti pokazuju da je točnost snimaka dobivena pomoću GPS točaka veća od točnosti dobivene pomoću PF točaka. Sve u svemu, uzimajući u obzir rezoluciju snimaka, rezultati ukazuju na submetarsku točnost za snimke GE07 i GE13, dok je točnost snimka GE11 malo manja i iznosi nešto više od 1 m. Moguće objašnjenje za ovakve rezultate može biti primjena netočnoga digitalnog modela reljefa koji je primijenjen u procesu georektifikacije. Drugo moguće objašnjenje je da je transformacija točaka PF-a iz Cassini-Soldnerove projekcije u UTM izazvala sustavne pogreške veće od 1 m. Autori citiraju druga istraživanja koja potvrđuju tu pretpostavku.

U zaključku autori ističu da satelitski snimci visoke rezolucije GE-a na području Rima imaju ukupnu položajnu točnost blizu 1 m, što je dovoljno za uzimanje npr. vrlo točnih zemljišnih uzoraka za različita istraživanja i izradu karata krupnih mjerila. Buduća istraživanja treba usmjeriti na područja složene topografije te šumska i planinska područja.

## Literatura

- Pulighe, G., Baiocchi, V., Lupia, V. (2016): Horizontal accuracy assessment of very high resolution Google Earth images in the city of Rome, Italy, *International Journal of Digital Earth*, 4, 342–362, <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/17538947.2015.1031716>, (25. 4. 2016).

*Nedjeljko Frančula*

## DIGITALNA ZEMLJA

Američki potpredsjednik Al Gore artikulirao je 1992., a potom detaljnije 1998. viziju Digitalne Zemlje (*Digital Earth – DE*) kao više-rezolucijski trodimenzionalni prikaz našeg planeta koji će omogućiti traženje, vizualizaciju i upotrebu velike količine georeferenciranih informacija iz fizikalnog i društvenog okruženja. Takav sustav omogućit će korisnicima kretanje kroz prostor i vrijeme, pristup povijesnim podacima, ali i budućim predviđanjima te omogućiti znanstvenicima, kreatorima politike, ali i djeci njihovu uporabu.

U to vrijeme činilo se gotovo nemogućim ostvariti tu viziju *DE* s obzirom na tražene zahtjeve, npr. širokopojasni internet, interoperabilnost sustava i prije svega organizaciju podataka, njihovu pohranu i dohvat. Deset godina kasnije pregledavanje digitalnih geopodataka na