SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

GEODETSKI FAKULTET

MARINA BIOČIĆ

PRIKUPLJANJE PODATAKA NOVIM I PRISTUPAČNIM METODAMA IZMJERE KORIŠTENJEM LETJELICA

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, 2014.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU – GEODETSKI FAKULTET
UNIVERSITY OF ZAGREB – FACULTY OF GEODESY
Zavod za geomatiku – Katedra za geoinformatiku
Institute of Geomatics – Chair of Geoinformatics
Kačićeva 26, 10 000 Zagreb, Hrvatska
http://www.geof.unizg.hr/, tel: (+385 1) 46 39 222, fax: (+385 1) 48 28 081

Usmjerenje: Geodezija

DIPLOMSKI RAD

PRIKUPLJANJE PODATAKA NOVIM I PRISTUPAČNIM METODAMA IZMJERE KORIŠTENJEM LETJELICA

Izradila:

Marina Biočić

Osoje VI/2, Okrug Donji

mbiocic@geof.hr

Mentor: prof. dr. sc. Damir Medak

Zagreb, veljača 2014.

I. Autor
Ime i prezime: Marina Biočić
Datum i mjesto rođenja: 28.02.1989., Trogir, Hrvatska
II. Diplomski rad
Naslov: Prikupljanje podataka novim i pristupačnim metodama izmjere korištenjem letjelica
Mentor: prof. dr. sc. Damir Medak
Voditelj: Dražen Odobašić, dipl. ing.
III. Ocjena i obrana
Datum zadavanja zadatka: 22.01.2013.
Datum obrane: 07.02.2014.
Sastav povjerenstva pred kojim je obranjen rad: prof. dr. sc. Damir Medak prof. dr. sc. Drago Špoljarić dr. sc. Ivan Medved

PRIKUPLJANJE PODATAKA NOVIM I PRISTUPAČNIM METODAMA IZMJERE KORIŠTENJEM LETJELICA

Sažetak: *Tema ovog diplomskog rada je prikupljanje podataka novim i pristupačnim metodama izmjere pomoću letjelica. Dan je kratak uvod u fotogrametrijsku izmjeru te su objašnjene nove metode prikupljanja podataka, kao što su Volinteered geographic information (VGI), Citizen Science te Crowdsourcing. Osim metoda, u radu su objašnjene i tehnologije pomoću kojih dolazimo do zračnih snimki, kao što su bespilotne letjelice, baloni i zmajevi. U praktičnom dijelu prikazan je postupak izrade karte pomoću MapKnittera te su na kraju navedeni primjeri ovakvog načina prikupljanja i obrade podataka u svijetu.*

Ključne riječi: *zračne snimke, fotogrametrija, crowdsourcing, bespilotne letjelice, baloni, zmajevi, MapKnitter*

NEW AND AFFORDABLE METHODS OF DATA COLLECTION USING AIRCRAFTS

Abstract: *The topic of this master thesis is collecting data with new and affordable methods of data collection using aircrafts. A short introduction into the photogrammetric survey is given as well as explanation of new methods of data collection, such as Volunteered geographic information (VGI), Citizen Science and Crowdsourcing. Besides the methods of data collection, in this thesis the technologies which are used to get the aerial photos, such as unmanned aircraft, balloons and kites, are explained. The practical part shows the process of creating maps using MapKnitter. In the end, examples of this kind data gathering and processing in the world are given.*

Keywords: *aerial photography, photogrammetry, crowdsourcing, unmanned aircraft, balloons, kites, MapKnitter*

SADRŽAJ

1. UVOD 1

2. METODE PRIKUPLJANJA PODATAKA 2

2.1. CROWDSOURCING 2

2.2. CITIZEN SCIENCE 4

2.2.1. Zooniverse 5

2.3. VOLUNTEERED GEOGRAPHIC INFORMATION (VGI) 7

2.3.1. OpenStreetMap (OSM) 7

2.3.2. Geo-Wiki 9

2.3.3. WikiMapia 10

3. FOTOGRAMETRIJA 12

3.1. OSNOVE FOTOGRAMETRIJE 12

3.2. POVIJEST FOTOGRAMETRIJE 15

3.2.1. Fotogrametrija u Hrvatskoj 15

3.3. PRIMJENA FOTOGRAMETRIJE 17

4. TEHNOLOGIJE ZA PRIKUPLJANJE PODATAKA 19

4.1. ZAKONSKA REGULATIVA 19

4.2. BESPILOTNE LETJELICE 22

4.2.1. Općenito o bespilotnim letjelicama 22

4.3. BALONI I ZMAJEVI 25

4.3.1. Snimanje iz zraka 25

5. PRAKTIČNI DIO 29

5.1. KORIŠTENE TEHNOLOGIJE 29

5.1.1. MapKnitter 29

5.1.2. QGIS 2.0.1 30

5.2. PRIKUPLJANJE PODATAKA 31

5.3. KREIRANJE KARTE 31

6. DISKUSIJA 36

7. ZAKLJUČAK 41

LITERATURA 42

POPIS SLIKA 44

POPIS TABLICA 45

PRILOZI 46

ŽIVOTOPIS 49

1. UVOD

Napretkom Interneta i weba, paralelno su se razvijali procesi izrade i prikazivanja karata na Internetu. Takve karte dijele se u različite skupine ovisno o načinu prikupljanja i prikazivanja podataka koje zajednički održavaju i stvaraju korisnici.

Dostupnost informacija i usluga vrlo je važno područje u životu svakog čovjeka. Konstantnim razvojem tehnologije i znanosti posljednjih godina, korisnici su u mogućnosti sami prikupljati podatke o svojoj okolini pristupačnim senzorima. Osim 'pametnih mobitela' koji u sebi sadrže kameru, mikrofon, GPS prijemnik i druge senzore pomoću koji se mogu prikupljati podaci, korisnici mogu prikupljati i podatke iz zraka koristeći balone na helij ili zmajeve u kombinaciji s običnim fotoaparatom. Točnost takvih podataka ne mora nužno biti 'milimetarska'. Postoje mnogi slučajevi u kojima je i točnost od desetak metara sasvim dovoljna, odnosno podaci su iskoristivi. Korisnici, samostalno ili u suradnji s profesionalcima, prikupljaju i obrađuju podatke te na taj način stvaraju novu bazu prostornih podataka dostupnu svima. Sve češće se spominju izrazi koji definiraju metode prikupljanja podataka pomoću volontera, kao što su web kartiranje, *crowdsourcing*, *neogeography*, *volunteered geographic information* i *citizen science*.

Cilj ovog diplomskog rada je prikazati proces prikupljanja i obrade podataka prikupljenih pomoću raznih letjelica. U narednim poglavljima objasnit će se pojmovi koji definiraju nove metode prikupljanja podataka te predstaviti neki njihovi produkti. Osim toga, dati će se i kratak uvid u tehnologije koje se mogu koristiti za prikupljanje podataka iz zraka. U sklopu praktičnog dijela, objasnit će se postupak kreiranja karte te spomenuti moguće primjene takvih karata.

2. METODE PRIKUPLJANJA PODATAKA

U ovom poglavlju opisane su metode prikupljanje podataka. Opisani su novi pojmovi, kao što su *Volunteered geographic information* (VGI), *Citizen Science* te *Crowdsourcing*. Spomenuto je i nekoliko projekata gdje su korištene nove metode prikupljanja podataka.

2.1. Crowdsourcing

Croudsourcing se može objasniti kao vrsta mrežne aktivnosti u kojoj, umjesto tradicionalnih zaposlenika, određeni zadatak ili problem rješava skupina pojedinaca, najčešće korištenjem interneta. Ljudi više nisu pasivni promatrači već aktivni sudionici u prikupljanju podataka. Najčešće prikupljaju podatke o svom neposrednom okruženju, području koje najbolje poznaju što rezultira kvalitetnijim podacima.

Najpoznatiji primjer *crowdsourcinga* je Wikipedia, slobodna enciklopedija koju razvijaju brojni korisnici uz pomoć Wiki softvera. Osim Wikipedije, produkt *croudsourcing*a je i Oksfordski rječnik engleskog jezik. Volonteri su imali zadatak indeksirati sve riječi u engleskom jeziku i dati primjere njihovog korištenja.

Podaci se najčešće prikupljaju pomoću GPS prijemnika koji daju GPS tragove ili pomoću ortofota. Mogu se koristiti i fotografije nastale pomoću drugih izvora, kao što su zračne i satelitske snimke, fotografije snimljene pomoću mobilnih uređaja, bespilotnih letjelica i sl., pod pretpostavkom da se mogu ili su već georeferencirane. Prikupljanje podataka korištenjem fotografija naziva se *neo-photogrammetry*.

Prikupljanje podataka mogu obavljati individualci, timovi ili grupa volontera. Ovisno o potrebama, interesima i načinu motivacije, *crowdsourcere* možemo podijeliti na:

- ljubitelje karata, mala grupa ljudi koja prikuplja vjerodostojne i korisne podatke,

- neformalne kartografe (npr. penjači, biciklisti, planinari, i sl.), preklapaju se s ljubiteljima karata, ali ulažu manje truda za prikupljanje podataka. Prije će prikupljati nove podatke nego prijaviti pogrešku,

- stručnjake, aktivni ljudi i korisnici prikupljenih podataka u organizacijama kao što su gorska služba za spašavanje, vatrogasci, prometne službe, itd.,

- medijske kartografe, velike grupe ljudi, najčešće motivirane raznim natjecanjima, kartografskim zabavama i sl.,

- pasivne kartografe, pojedinci koji pomoću mobilnih uređaja sa ili bez GPS pozicioniranja pasivno, ponekad nesvjesno, prikupljaju podatke o položaju, vremenu, smjeru i brzini kretanja,

- slobodne kartografe, daleko najveća grupa čiji broj konstantno raste. Oni predstavljaju važnu grupu koja ulaže značajno vrijeme i trud za stvaranje otvorene baze podataka. Motivirani su pridonošenjem i korištenjem kvalitetnih javnih podataka.

Pitanje kvalitete prostornih podataka prisutno je otkako je prvi put uveden pojam *crowdsoucinga*. Prilikom prikupljanja i obrađivanja podataka prikupljenih *crowdsourcingom*, kao i u tradicionalnom načinu prikupljanja podataka, moraju se uzeti u obzir standardizirani parametri kvalitete (potpunost, ažurnost, relativna i apsolutna geometrijska točnost, atributna točnost, semantička točnost i logička konzistentnost). Dobiveni prostorni podaci su u mnogim slučajevima zadovoljavajući ponajviše zahvaljujući lokalnom znanju *crowdsourcera*.

Kartiranje cijelog svijeta pomoću *crowdsourcinga* ograničeno je nedostatkom pristupačne tehnologije u mnogim dijelovima svijeta. Osim toga, za korištenje većine web servisa potrebno je određeno znanje engleskog jezika i pisma (Heipke 2010).

2.2. Citizen Science

Rick Bonney prvi je uveo pojam *citizen science* 90-ih godina prošlog stoljeća. *Citizen science* može se objasniti kao znanstveno istraživanje, provedeno u cijelosti ili djelomično od strane amatera ili neprofesionalnih znanstvenika. *Citizen science* mogu obavljati individualci, timovi ili grupa volontera u suradnji s profesionalnim znanstvenicima kako bi došli do zajedničkog cilja. Prikupljaju se određene vrste podataka kako bi se ažurirale ili čak kreirale nove znanstvene baze podataka, kao npr. prikupljanje uzoraka vode iz potoka, analiziranje kemijskog sastava vode, analiziranje pepela iz vulkana na Aljaski, prikupljanje podataka o učincima potresa, proučavanje klimatskih promjena ili kartiranje putem interneta (kartiranje digitalne topografske karte, asteroida, planeta, mjeseca, ...).

Neke od aktivnosti koje ne kvalificirani volonteri mogu obavljati u znanstvenim istraživanjima su:

- prikupljanje podataka koje kasnije obrađuju profesionalni istraživači,
- analiziranje podataka koje su prikupili profesionalni istraživači,
- volontiranje u istraživačkim centrima ili pridruživanje istraživačkoj ekspediciji,
- sudjelovanje u različitim natjecanjima,
- izrada i osposobljavanje vlastitog instrumentarija za prikupljanje podataka kao dio nekog većeg projekta.

Danas, mnogi *citizen science* projekti iskorištavaju prednosti mobilnih i ostalih elektronskih uređaja s mogućnostima snimanja za jednostavnije prikupljanje podataka. Zbog velikog broja sudionika, internet se nameće kao komunikacijska platforma za razmjenu prikupljenih podataka. Sa sve dostupnijom tehnologijom, a najviše *open source*[1] inicijativama, povećava se broj mrežnih aplikacija koje omogućavaju sudjelovanje volontera u brojnim *citizen science* projektima. Prednosti takvih sustava je dostupnost koja nije ograničena softverom ili hardverom, već je dostatan web preglednik u kojem se nalazi

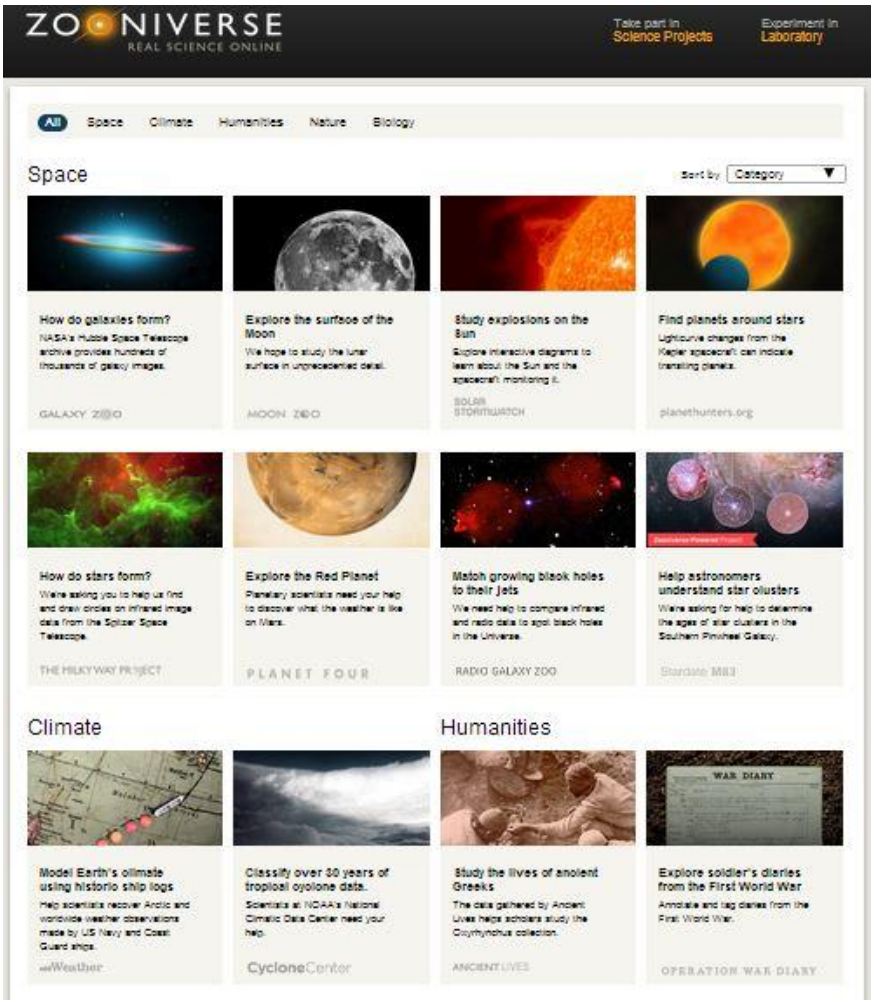
[1] Termin *open source* odnosi se na bilo kakvu informaciju, bilo pisanu ili audiovizualnu, koja je slobodno dostupna javnosti. Kada se prevodi kao otvoreni kod, onda se odnosi na softver čiji je čitav izvorni kod dostupan u nekom programskom jeziku svim korisnicima unutar open source licence te se može mijenjati, prepravljati i poboljšavati njegov sadržaj.

sučelje sustava. Gotova rješenja mogu se distribuirati korisnicima putem weba, posebno optimizirana za naručitelja, te u svakom trenutku nadogradiva ako klijent uvidi potrebu za daljnjim razvojem ili proširenjem (URL 1).

Postoje brojne platforme preko kojih volonteri mogu sudjelovati u različitim *citizen science* projektima. Neke od njih su Zooniverse, CitSci.org, Socientize i mnoge druge.

2.2.1. Zooniverse

Zooniverse je platforma koja sadrži brojne popularne i uspješne *citizen science* projekte. Brojne institucije, članice *Citizen Science* saveza, u suradnji s drugim akademskim partnerima rade na kreiranju novih projekata pomoću kojih volonteri mogu pridonijeti znanstvenoj zajednici. U nastavku su predstavljeni neki od tih projekta (slika 1).

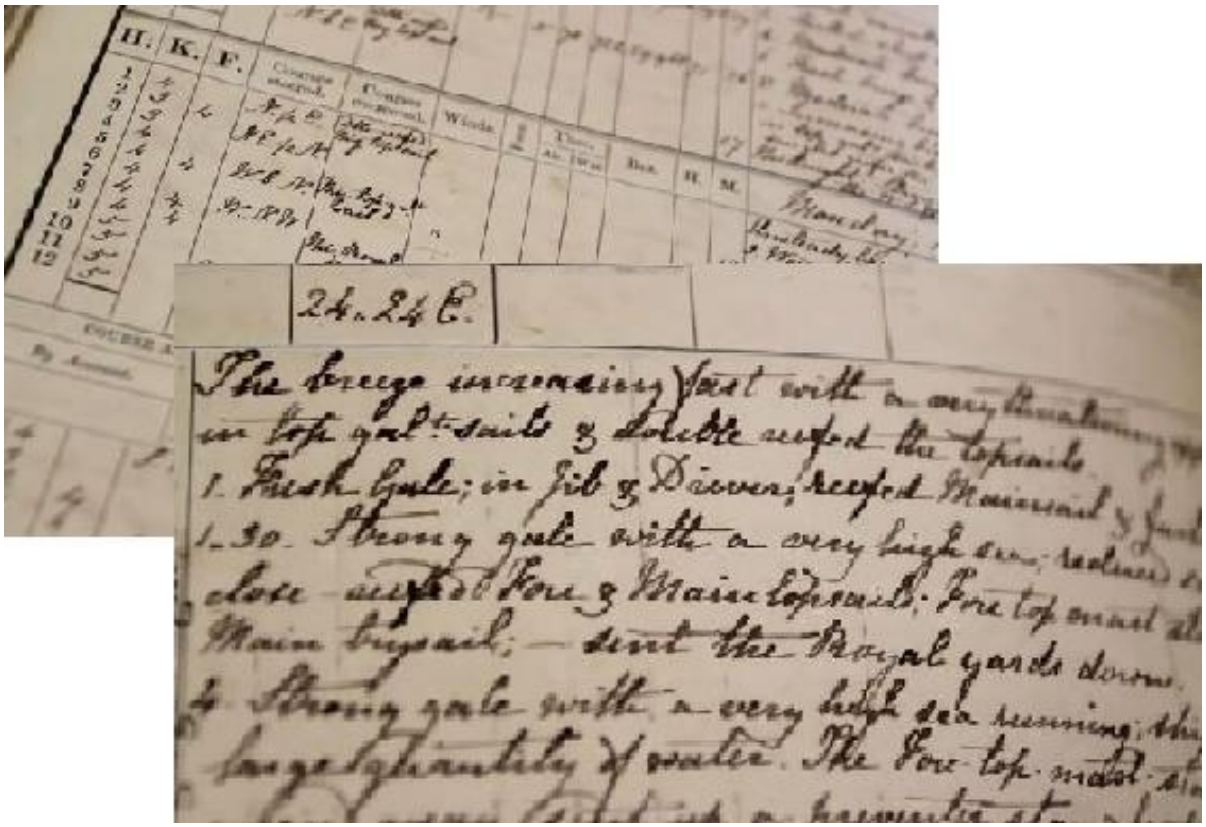


Slika 1. Zooniverse projekti dostupni na domeni www.zooniverse.org/projects

- Modeliranje klimatskih uvjeta pomoću povijesnih brodskih dnevnika

Prepisivanjem brodskih dnevnika (slika 2) američke ratne mornarice i obalne straže od sredine 19. stoljeća volonteri pomažu u kreiranju baze podataka o prošlim vremenskim uvjetima. Takve baze podataka omogućavaju znanstvenicima kreiranje modela klimatskih promjena, daju predodžbu o prošlim klimatskim uvjetima te pomažu pri predviđanju određenih klimatskih uvjeta u budućnosti.

Volonteri imaju veliku ulogu u ovom projektu jer je gotovo nemoguće kreirati algoritam koji bi omogućili kompjuterima precizno iščitavane ljudskog rukopisa te prepoznavanje važnih informacija. Do sada je obrađeno oko 24% brodskih dnevnika (URL 2).



Slika 2. Primjeri brodskih dnevnika

2.3. Volunteered geographic information (VGI)

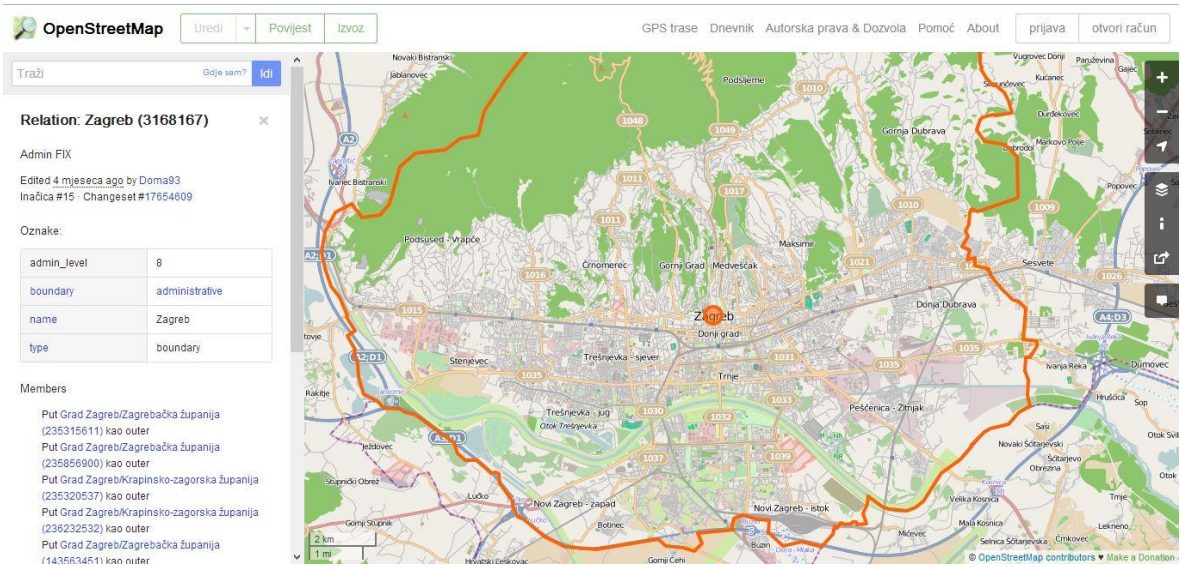
Brzim razvojem tehnologije, naročito razvojem GPS-a, pametnih telefona, *cloud computinga* i drugih tehnologija baziranih na Web 2.0 tehnologijama, dolazi do velikih promjena u načinu prikupljanja, analiziranja, prikazivanja i korištenja prostornih podataka.

Volunteered geographic information (VGI) su prostorni podaci koje slobodno prikupljaju volonteri. Volonteri mogu imati ulogu u prikupljanju podataka (ucrtavanje ceste pomoću GPS-a te prebacivanje podataka u OpenStreetMap) ili mogu jednostavno dozvoliti drugim korisnicima pregled i upotrebu prikupljenih prostornih podatka (npr. korisnici pomoću Google Mapsa mogu tražiti, ne samo tradicionalne prostorne podatke, već sve geokodirane digitalne informacije dijeljenjem unosa s Wikipedije, Flickr slika, Facebook/Twitter postova i sl.) (Sui, Elwood, Goodchild 2012).

Posljednjih nekoliko godina su sve učestaliji projekti s ciljem stvaranja slobodne, svima dostupne karte koju svatko može koristiti i dorađivati. Neki od njih su OpenStreetMap, Geo-Wiki, Wikimapia, Usahidi, Google Map Maker, MapKnitter te mnogi drugi.

2.3.1. OpenStreetMap (OSM)

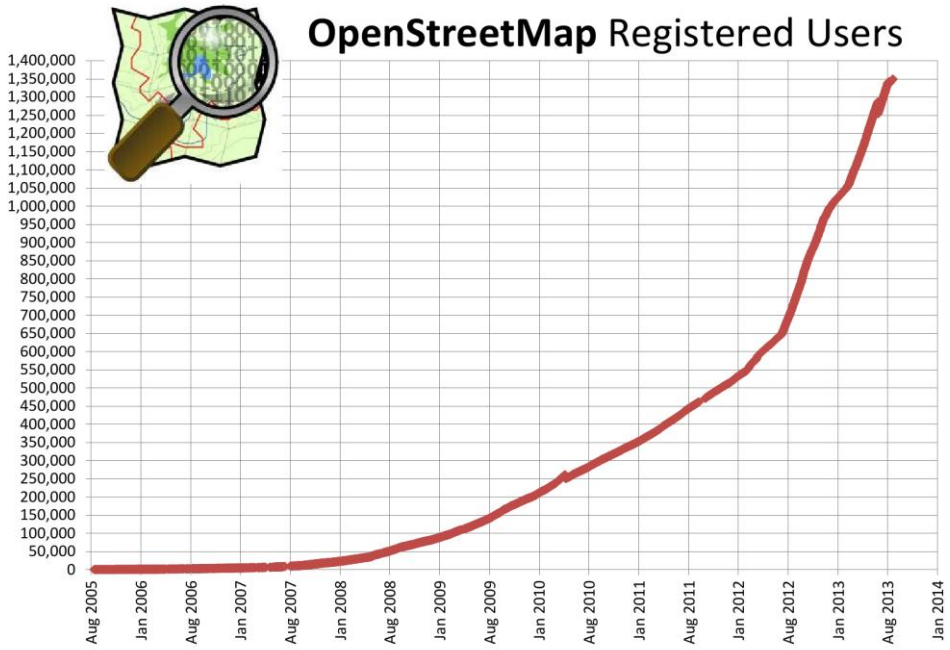
OpenStreetMap (slika 3) je projekt virtualne zajednice s ciljem ostvarivanja slobodne i svima dostupne karte koju svatko može i sam dorađivati. Zbroj brojnih pravnih ili tehničkih ograničenja već postojećih karata, Steve Coast pokreće OSM projekt 2004. godine u Engleskoj, nadahnut uspjehom Wikipedije. Osnovni cilj projekta je stvoriti slobodnu kartu svijeta, koja bi omogućila korisnicima korištenje karata na kreativne, produktivne te neočekivane načine. Inicijalni podaci prikupljali su se ručnim GPS-ovima u kombinaciji s bilježnicom, digitalnim kamerama ili diktafonom te su se naknadno ubacivali u OSM bazu podataka.



Slika 3. Početni zaslon OpenStreetMapa

OSM prostorni podaci dostupni su pod *OpenDatabase* licencom (ODbL) te se mogu slobodno koristiti u bilo koju svrhu. Svi podaci koji se dodaju projektu moraju biti kompatibilni s *OpenDatabase* licencom, inače se uklanjaju iz projekta. U procesu stvaranja karata mogu se koristiti samo podaci iz slobodnih izvora upravo zbog slobodnog dijeljena podataka. Nije dozvoljeno koristiti izvore prostornih podatka koji su zaštićeni autorskim pravom, poput topografskih karata, Google Mapsa ili satelitskih snimaka. Iznimke su Yahoo i Bing karte koji su dopustili slobodno korištenje svojih satelitskih snimki za potrebe OSM projekta (URL 3).

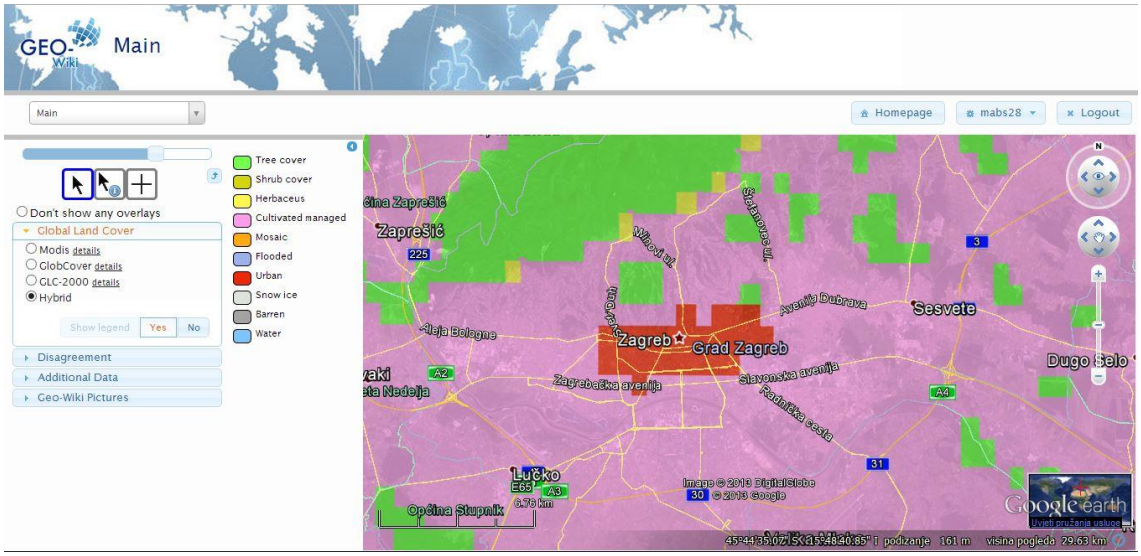
Trenutno projekt OpenStreetMap ima više od 1.4 milijuna registriranih korisnika (slika 4), od kojih je 5% modificiralo barem jedan OSM objekt. Korisnici su pohranili oko 3.8 milijardi GPS točaka, 2.1 milijardi čvorova, 212 milijuna putova i 2.3 milijuna relacija (URL 4).



Slika 4. Registrirani korisnici OpenStreetMapa

2.3.2. Geo-Wiki

Geo-Wiki projekt je globalna mreža volontera koji žele poboljšati kvalitetu globalnih karata pokrova. Zbog velike razlike između karata pokrova i postojećeg stanja ekosustava volontere se tražilo da pregledaju neslaganja kod pokrova zemljišta i odrede, na temelju svog lokalnog znanja te onoga što vide na Google Earthu, jesu li karte točne ili netočne. Njihovi podaci spremaju se u bazi podataka, zajedno s poslanim fotografijama, kako bi se u budućnosti izradile nove kvalitetnije i ažurnije karte globalnog pokrova. Takvi podaci mogu se koristiti npr. za određivanje potencijalnih poljoprivrednih zemljišta koji su dostupni za rast usjeva u Africi.

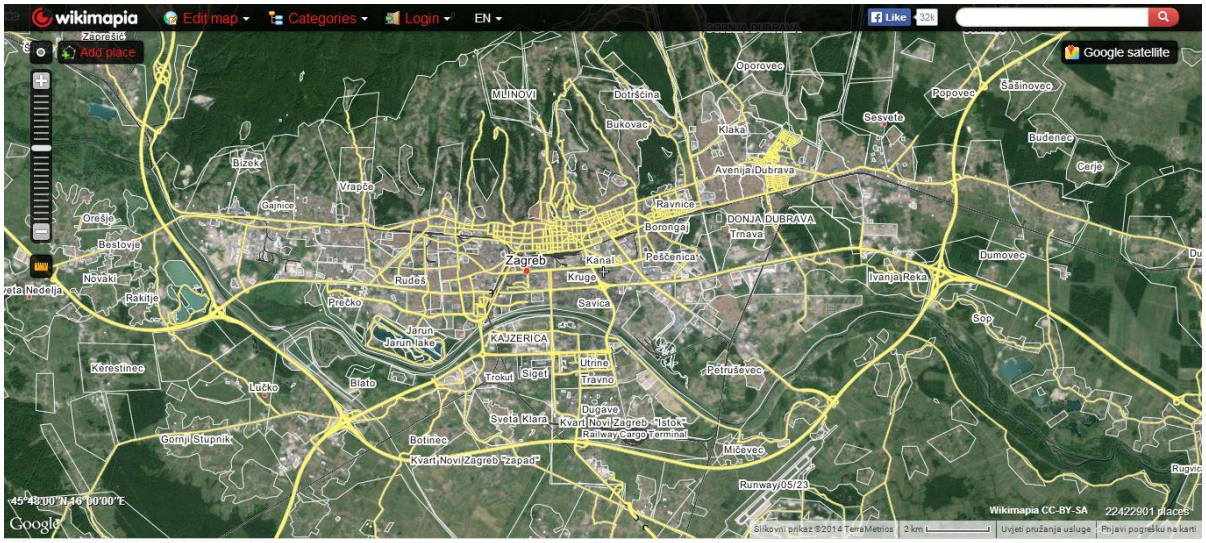


Slika 5. Korisničko sučelje Geo-Wiki.org

U projektu se može sudjelovati prijavom na Geo-Wiki.org (slika 5) kao gost ili jednostavnom i brzom registracijom. Osim toga, kreirana je i mobilna aplikacija *Geo-Wiki pictures* koja funkcionira na svim platformama (androidu, iOSu, windows uređajima). Pomoću te aplikacije, korisnici mogu fotografirati krajolik te slike dijeliti s prijateljima ili kolegama preko Geo-Wiki.org, koristeći prikaz preko Google Eartha. Fotografije su automatski georeferencirane te sadrže informacije kao što su orijentacija, smjer i kut nagiba. Karte globalnih pokrova se koriste kod donošenja odluka u mnogim važnim područjima, kao npr. kod evidentiranja klimatskih promjena, prirodnih raznolikosti, pri krčenju šuma i sl. (URL 5).

2.3.3. WikiMapia

WikiMapia (slika 6) je višejezična karta otvorenog sadržaja koju je moguće uređivati preko domene wikimapia.org. Cilj projekta je opisati bilo koje mjesto na Zemlji te prikupiti što više korisnih informacija o nekoj geografskoj lokaciji korištenjem lokalnog znanja. WikiMapia omogućava unos različitih vrsta podataka kao što su trgovine, restorani, bolnice, parkovi, sela, sveučilišta te mnoge druge objekte.



Slika 6. Korisničko sučelje Wikimapije

Za dodavanje ili pregledavanje informacija na WikiMapii nije potreban korisnički račun, no za promjenu unesenih podatke potrebno je kreirati korisnički račun. Glavna ideja projekta je kreirati jednostavnu, shvatljivu i zanimljivu kartu koju mogu koristitisvi korisnici, s ili bez kartografskog predznanja. Glavna karakteristika projekta je nastojanje da karta uvijek bude ažurna te da se prikupi što više informacija iz svih pristupačnih izvora (URL 6).

3. FOTOGRAMETRIJA

U ovom poglavlju daje se kratki osvrt na definiranje i objašnjenje fotogrametrijske izmjere. Također, dan je i povijesni pregled razvoja fotogrametrije, kako u svijetu, tako i u Hrvatskoj, te su na kraju navedene prednosti i primjene fotogrametrije.

Područje fotogrametrije koje posebno dolazi do izražaja u ovom diplomskom radu je aerofotogrametrija ili takozvano fotogrametrijsko snimanje iz zraka.

3.1. Osnove fotogrametrije

Fotogrametrija je znanost, ali i tehnika mjerenja pomoću koje se iz fotogrametrijskih mjernih snimki dobivaju oblik, veličina i položaj snimljenog predmeta.

Može se podijeliti prema položaju kamere u prostoru na aerofotogrametriju, terestričku fotogrametriju, orbitalnu fotogrametriju i extra-terestričku fotogrametriju. Prema snimci u prostoru dijeli se na vertikalnu, približno vertikalnu, kosu i horizontalnu fotogrametriju. Sljedeća je podjela prema načinu rekonstrukcije modela na grafičku, numerička, analognu i analitičku fotogrametriju. Prema vrsti snimki dijeli se na analognu (mjerenja korištenjem optičkih i mehaničkih uređaja) i digitalnu fotogrametriju (mjerenja se vrše pomoću računala). S metodološkog gledišta važna je podjela kamera na mjerne kamere (koje su razvijene specifično za fotogrametriju), djelomično mjerne kamere (koje izvorno nisu određene za mjerne svrhe, ali su naknadno dorađene za potrebe fotogrametrijskog snimanja iako svi elementi unutarnje orijentacije nisu stabilni) i amaterske kamere (koje se mogu koristiti samo za fotogrametriju niskih zahtjeva točnosti i uz značajne probleme) (Gajski 2008).

Slika 7. Produkti fotogrametrijske izmjere

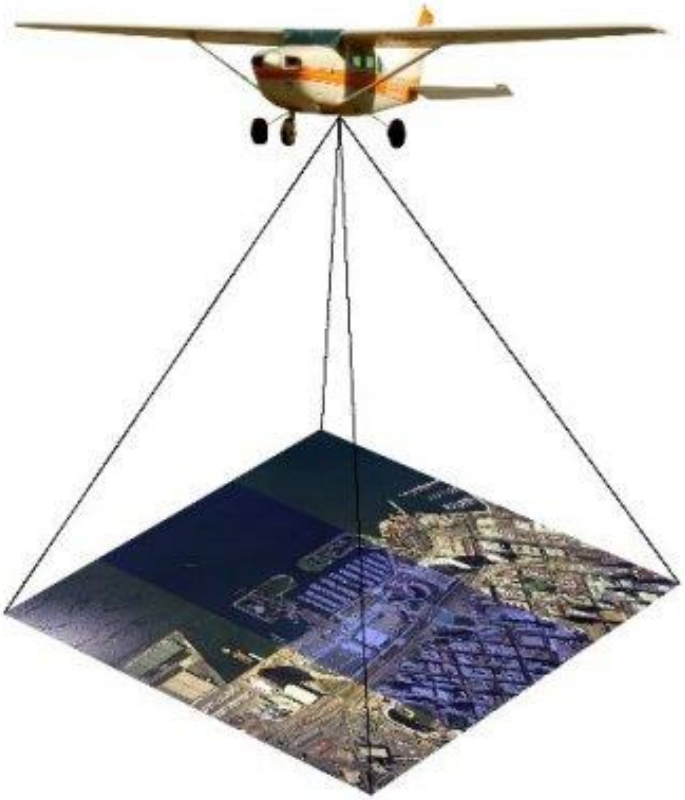
Rezultati fotogrametrijske izmjere mogu biti:

- brojevi, odnosno koordinate pojedinih točaka objekta u trodimenzionalnom koordinatnom sustavu (digitalno određivanje točaka),
- crteži (analogni i/ili digitalni), odnosno karte i planovi s horizontalnom i visinskom predodžbom i drugi grafički prikazi objekata i
- snimke (analogne ili digitalne), prije svega georeferencirane fotografije (ortofoto) i iz njih izrađene fotokarte, kao i fotomozaici, panoramske slike i prostorne (stereo) snimke (slika 7).

Uz geometrijsku rekonstrukciju snimljenih objekata, u mnogo je slučajeva važan sadržaj snimki. Rezultat takve fotointerpretacije je klasifikacija objekata prema različitim značajkama. Fotogrametrija omogućava rekonstruiranje objekata i utvrđivanje njihovih značajki bez izravnog kontakta. Taj način dobivanja informacija danas se naziva daljinskim istraživanjem (*remote sensing*). Prvenstveno se primjenjuje za izradu topografskih podloga u obliku linijskih karti i ortofoto karti. Kada se navedeni produkti izvode modernim instrumentarijem dobiva se i vrijedan nusprodukt, koji se koristi u mnogim aplikacijama, tzv. Digitalni model reljefa (DMR). U jednom takvom digitalnom

modelu reljefa pohranjene su informacije o obliku, položaju i veličini, te korištenju površine terena te se mogu na različite načine obrađivati u Geografskim informacijskim sustavima. Osim toga, u fotogrametriji je moguće odrediti i gustu mrežu stalnih točaka koje mogu poslužiti kao osnova za daljnju izmjeru, kao i za katastarsku izmjeru. Točnije, može se vršiti određivanje koordinata međnih točaka (Kraus 2006).

Projekt snimanja iz zraka sastoji se od tri faze, planiranja leta i određivanja orijentacijskih točaka (signalizacija i određivanje orijentacijskih točaka pomoću GPS-a), snimanja iz zraka (slika 8) te obrade snimaka u svrhu izrade digitalnog ortofoto plana i digitalnog modela reljefa za potrebe katastra, projektiranja, izrade karata itd.



Slika 8. Princip aerofotogrametrijskog snimanja

3.2. Povijest fotogrametrije

Povijest fotogrametrije dijeli se na nekoliko razdoblja i to ponajviše zbog razvoja samog instrumentarija: fotogrametrija u ravnini (1860. – 1900.), analogna fotogrametrija (1900. – 1960.), analitička fotogrametrija (1960. – 1996.) i digitalna fotogrametrija (1996. do danas).

Ocem fotogrametrije smatra se A. Laussedat koji je 1851. godine koristeći metodu švicarskog matematičara J. H. Lamberta (Freye Perspective, Zürich, 1759), iz dvije fotografije rekonstruirao snimljeni objekt. Metodu je nazvao " Mtrophotographi", a rezultat su godine istraživanja konstrukcija baziranih na topografskom stolu i „camera obscuri“. Pojam fotogrametrija, prema dostupnoj literaturi, prvi je u znanosti upotrebio W. Jordan 1876. godine za stručno područje "indirektnog mjerenja prostornih objekata pomoću fotografije". Od 1883. godine matematičar G. Hauck objavljuje niz članaka u kojima istražuje i analizira dvije projekcije/perspektive na temeljima deskriptivne geometrije. Već u naslovu, a i u tekstu pojavljuje se pojam "Photogrammetrie" kao opće prihvaćena odrednica. Danas, u hrvatskoj znanstvenoj klasifikaciji Fotogrametrija je grana polja Geodezije, znanstvenog područja Tehničkih znanosti.

Prva knjiga/udžbenik fotogrametrije tiskana je u Weimaru 1889. godine autor je C. Koppe, druga u Beču 1891. godine (autor je F. Steiner profesor na Tehničkoj visokoj školi u Pragu), a već 1897. godine u Križevcima tiskana je knjiga "Fotogrametrija i praktični dio Tahimetrije" koju je napisao na hrvatskom jeziku Franjo pl. Kružić, civilni inženjer i profesor tehničke struke na Gospodarsko-šumarskom učilištu u Križevcima. 1901. godine C. Pulfrich konstruira prvi "Stereokomparator", uređaj za mjerenje slikovnih koordinata. Današnji suvremeni analitički stereoinstrumenti i sustavi (SD3000 Leica, P-Series Planicomp Zeiss...) temelje se konstrukcijski na istim principima (URL 7).

3.2.1. Fotogrametrija u Hrvatskoj

1929. i 1930. godine izvedeno je aerosnimanje šireg područja grada Zagreba, a izveo ga je 'svojim avionima i kamerama' 1. vazduhoplovni puk iz Novog Sada po narudžbi 'Poglavarstva slobodnog i kraljevskog glavnog grada Zagreba za potrebe izradbe

generalnog regulacionog plana'. Snimano je s visine od 3000 metara i izrađeni su fotomozaici u približnom mjerilu 1:10 000 (napravljeno ih je 10, izrađeni su na kartonu u tri dijela). Uvećane snimke nisu kontrastno ujednačene, slabe su oštrine i montaža je loša čak i u nizinskom području (sa skokovima do 70 m u intravilanu i do 250 metara u ekstravilanu). 1934. do 1937. godine Hidroplanska komanda Kraljevine Jugoslavije snima obalu Jadrana i otoke (snimke se čuvaju u Hrvatskom hidrografskom institutu). 1936. godine prema zapisu W. Meckinga (servisera Wilda) u Splitu je instaliran autograf A5 tvrtke Wild (pretpostavlja se da je instaliran u Hidrografskom uredu koji je od 1937. godine Hidrografski institut mornarice). 1939. godine, Vojno-geografski institut iz Beograda, snima rijeku Savu od Podsuseda do Ivanje Reke s visine 2100 metara. Izrađen je fotomozaik u približnom mjerilu 1:10 000, izrađen na karton u 20 dijelova, približnog formata A4. Fotomozaik je fotografski besprizorno izrađen s izjednačenim tonovima i minimalno izblijedio, a pokazuje stanje toka rijeke Save nakon regulacije (fotomozaik se čuva u Hrvatskim vodama). 1944. godine Englezi su sustavno snimali obalu i otoke u pripremama za invaziju (u Hrvatskom hidrografskom institutu ima ih cca. 10 000 i čuvaju se pod 'Saveznički'). Veliki broj zračnih snimaka iz rata je uglavnom uništeno.

Sva aerosnimanja do 1970. godine obavljala je isključivo specijalizirana služba Geografskog instituta JNA kasnije Vojnogeografskog instituta iz Beograda (kamerama RC5a, RC8 i RC10 Wild). Te godine ustrojene su civilne službe aerosnimanja u Beogradu (Geopremer s kamerom RC8 Wild) i Ljubljani (Geodetski zavod SR Slovenije s kamerama RC8 Wild, RMK A i kasnije LMK 21 Zeiss). Od tog vremena aerofilmovi se arhiviraju u Geodetskoj upravi SRH i dostupni su korisnicima (Uprava vodi evidenciju o snimljenim područjima). Snima se u najrazličitijim mjerilima za potrebe izgradnje prometnica, arheologije, geologije, hidrografije, šumarstva, a najviše za geodetsku izmjeru (izradu Osnovne državne karte i katastar). Od 1994. godine Hrvatska ima vlastitu službu aerosnimanja (u proljeće 1994. godine tvrtka Geofoto iz Zagreba izvela je prva snimanja s kamerom RC20 Leica a ubrzo iza toga snima i Geodetski zavod iz Osijeka kamerom RC8 Wild i od 2001. godine s RMK TOP 15 Zeiss).

Pitanje uvođenja fotogrametrije u civilnu geodeziju u Hrvatskoj pokrenuo je prof. S. Horvat, a počeci su osmišljeni i započeti na Geodetsko-kulturnotehničkom odjelu Tehničkog fakultete Sveučilišta u Zagrebu pa je 1941. godine na Katedri za primijenjenu

geodeziju osnovan i Zavod za fotogrametriju, sa zadatkom razvijanja i uvođenja fotogrametrije u praksu. Nakon rata inicijativa na Fakultetu se nastavlja, osniva se Katedra za fotogrametriju (1947.) i za njenog šefa postavlja docent F. Braum koji sa skromnom fotogrametrijskom opremom izvodi praktičnu nastavu iz fotogrametrije (Geodetska uprava NR Hrvatske ustupila je Zavodu Aeroprojektor Multiplex i ogledalni stereoskop s mikrometrom, a Rudarski odjel fototeodolit TAN i stereokomparator Pulfricha, sve od tvrtke Zeiss-Aerotopograph).

Korištenje aerosnimaka godinama je ograničavala vojska kojekakvim zabranama snimanja i kartiranja, kompliciranim dobivanjem dozvole za snimanje i pregledima (što je znalo potrajati mjesecima). Proglašavajući fotomaterijal 'povjerljivim' i opasnim za sigurnost zemlje (retušem je jedno vrijeme i fizički uklanjan sadržaj snimke pa se takve snimke cesto nisu mogle orijentirati) korištenje snimaka bilo je znatno otežano. Osamostaljenjem, Hrvatska znatno liberalizira korištenje aerosnimaka Uredbama o snimanju iz zraka (1993. i 2003. godine). Od 1997. godine teritorij države snima se iz zraka ciklički svake četiri godine (mjerilo snimanja je 1:20 000) (URL 7).

3.3. Primjena fotogrametrije

Konstrukcijom fotogrametrijskih kamera za blizupredmetno snimanje (udaljenost snimanja od cca 1 m do 100 m), a naročito stereokamera, područje primjene fotogrametrije proširilo se na mjerenja u arhitekturi, precizna mjerenja građevinskih i drugih inženjersko-tehničkih objekata, mjerenja u svrhu kontrole građevinskih objekata i prikupljanje dokumentacije o štetama na tim objektima, mjerenja umjetničkih i inženjersko-tehničkih modela, mjerenja deformacija i praćenje kinematičkih pojava, te mnogo drugih mogućnosti.

Mogućnosti upotrebe aerofotogrametrijskih snimki su velike. Za geodetske svrhe koriste se kao osnova za katastarsku izmjeru, prikupljanje podataka za digitalni model reljefa, fotogrametrijsku izmjeru za uspostavu i održavanje topografske baze podataka, proizvodnju digitalnog ortofota različitih mjerila, obnavljanje topografskih baza, izradu Hrvatske osnovne karte HOK5, Topografske karte u mjerilu 1:25.000 i vojnih topografskih karata.

Fotogrametrija se, osim u geodeziji, primjenjuje i u rudarstvu, ekologiji, medicini, policiji, te u meteorologiji kod utvrđivanja brzine kretanja tornada, kada uobičajene meteorološke metode to ne omogućavaju. Ciklično snimanje idealan je način nadzora prostora, a interpretacijom snimki se intenzivno koriste u geologiji, pedologiji, hidrologiji, geomorfologiji, poljoprivredi, šumarstvu, zaštiti okoliša, prostornom planiranju i arheologiji.

Uz pomoć kompleksnih algoritama i odgovarajućih softvera može se vršiti i mjerna rekonstrukcija amaterskih snimki. Kako su potrebna opsežna računanja, mjerenje i obrada se izvodi u elektroničnim računalima (uglavnom se koristi kod rekonstrukcije prometnih nesreća) (Kraus 2006).

4. TEHNOLOGIJE ZA PRIKUPLJANJE PODATAKA

Prvi korak za izradu karte je prikupljanje podataka. U ovom poglavlju opisana je zakonska regulativa koja se odnosi na let i snimanje iz zraka te oprema pomoću koje dolazimo do adekvatnih podataka, konkretno do zračnih snimki.

4.1. Zakonska regulativa

Osnovni preduvjet za korištenje bespilotnih letjelica je dobivanje dozvole za letenje i snimanje iz zraka. Pravila koja vrijede za zrakoplove ne mogu se primjenjivati za bespilotne letjelice. Stoga su formirani propisi i pravila koje pravne i/ili fizičke osobe moraju ispuniti kako bi mogle snimati iz zraka kopnena područja i vodene površine u Republici Hrvatskoj.

Osnovni preduvjet za snimanje iz zraka kopnenih područja i vodenih površina u Republici Hrvatskoj je dobivanje dozvole za letenje i snimanje iz zraka od nadležnih institucija. Za proces dobivanja takve dozvole postoje određene zakonske norme koje su propisane od strane Vlade države na čijem se teritoriju obavlja snimanje iz zraka. Uredbom o snimanju iz zraka (NN 130/2012) propisuju se uvjeti koje pravne i/ili fizičke osobe moraju ispuniti kako bi mogle snimati iz zraka kopnena područja i vodene površine u Republici Hrvatskoj, razvijati, umnožavati i/ili objavljivati snimljene materijale, postupke i uvjete pod kojima je dopušteno iznositi snimke iz zraka iz Republike Hrvatske te proceduru i način pregledavanja snimaka prije njihovog korištenja. Također, treba napomenuti da tvrtka treba biti registrirana pri Trgovačkom sudu za izvođenje poslova snimanja iz zraka.

Zrakoplov za snimanje iz zraka je svaki zrakoplov koji se koristi u operacijama snimanja iz zraka. Pod ovim pojmom razumijevaju se i letjelice bez posade opremljene uređajem za snimanje.

Snimati iz zraka, područja i vodene površine u Republici Hrvatskoj za potrebe izmjere zemljišta, istraživanja, prostornog uređenja, te za druge gospodarstvene i znanstvene potrebe, mogu pravne i fizičke osobe koje su registrirane za snimanje iz zraka.

Tuzemne pravne i fizičke osobe smiju snimati iz zraka samo nakon pribavljenog odobrenja za razvijanje zračnih snimaka. Inozemne pravne i fizičke osobe smiju snimati iz zraka nakon pribavljenog odobrenja za snimanje iz zraka i prethodno pribavljene suglasnosti ministarstva nadležnog za poslove obrane. Odobrenja izdaje Državna geodetska uprava. Odobrenje se izdaje za svako pojedinačno snimanje. Odobrenje se može iznimno izdati za više pojedinačnih snimanja u određenom razdoblju za potrebe izvješćivanja o izvanrednim događajima (prometne gužve, prometne nesreće, prirodne nepogode i sl.). Prilikom snimanja iz zraka pravne i fizičke osobe iz moraju se pridržavati odredbi koje se odnose na zračni promet i upravljanje i let zrakoplova. Odobrenje izdaje se snimatelju i sadrži podatke o snimatelju, naručitelju snimanja, području i vremenu snimanja, te svrsi snimanja. Odobrenje može se izdati najviše za razdoblje od 3 mjeseca. Primjerak odobrenja Državna geodetska uprava dostavlja Hrvatskoj agenciji za civilno zrakoplovstvo.

Zahtjev neposredno podnosi naručitelj snimanja Državnoj geodetskoj upravi. Zahtjev mora sadržavati sljedeće podatke:

1. podatke o naručitelju snimanja (naziv, adresu sjedišta i OIB);
2. podatke o snimatelju (naziv, adresu sjedišta i OIB) i dokaz o registriranoj djelatnosti snimanja iz zraka;
3. podatke o operatoru snimanja (ime, prezime, zanimanje);
4. podatke o zrakoplovu (proizvođač, tip/model, registracijska oznaka);
5. podatke o operatoru zrakoplova (naziv, adresa, osoba za kontakt, telefon, fax, e-mail);
6. podatke o izvršitelju razvijanja u slučaju da je različit od snimatelja (naziv, adresu sjedišta i OIB);
7. podatke o vremenu snimanja;
8. svrhu snimanja (izmjera zemljišta, istraživanje, prostorno uređenje, te druge gospodarstvene i znanstvene potrebe);
9. plan snimanja na karti u mjerilu 1:100 000 ili krupnije s označenim područjem snimanja;
10. podatak radi li se o pojedinačnom snimanju (u slučaju pojedinačnog snimanja priložiti popis objekata);
11. podatke o vrsti snimanja (analogno/digitalno), MS/GSD, kameri/senzoru, žarišnoj daljini objektiva, filmu ili formatu digitalnog zapisa snimka;
12. mjesto čuvanja snimljenog materijala.

Za snimanje nacionalnih parkova, parkova prirode i drugih zaštićenih dijelova prirode pored već navedenih podataka dostavlja se suglasnost ustanove koja upravlja nacionalnim parkovima, parkovima prirode te drugim zaštićenim dijelovima prirode i drugi podaci u skladu s posebnim propisima. Za snimanje vojnog i drugog objekta posebno važnog za obranu dostavlja se i podatak o osobi zaduženoj za zaštitu klasificiranih podataka. Za snimanje za potrebe izvješćivanja o izvanrednim događajima (prometne gužve, prometne nesreće, prirodne nepogode i sl.) naručitelj snimanja prilaže i ugovor sa snimateljem za razdoblje koje ne smije biti dulje od 3 mjeseca.

Pravne i fizičke osobe kojima je izdano odobrenje za snimanje ili razvijanje zračnih snimki, dužne su zračne snimke i dokumentaciju navedenu u odobrenju za snimanje ili razvijanje zračnih snimaka, prije uporabe zračnih snimaka dostaviti na pregled Državnoj geodetskoj upravi odmah po obavljenom snimanju, a najkasnije u roku 8 dana od završetka snimanja. U slučaju da snimanje nije izvršeno, pravne i fizičke osobe kojima je izdano odobrenje za snimanje ili razvijanje zračnih snimki, dužne su o tome obavijestiti Državnu geodetsku upravu najkasnije u roku 8 dana od isteka odobrenja.

Državna geodetska uprava i ministarstvo nadležno za poslove obrane će zajednički osnovati Povjerenstvo koje će pregledati zračne snimke. Povjerenstvo će u roku 15 dana od dana dostave originalnih i kompletnih zračnih snimaka s pripadajućim popisima i kartama, odrediti koji se snimci smiju koristiti u skladu s podnesenim zahtjevom. Temeljem zaključka Povjerenstva, Državna geodetska uprava izdat će naručitelju snimanja odobrenje za uporabu zračnih snimaka. Način rada Povjerenstva propisuju ravnatelj Državne geodetske uprave i ministar nadležan za poslove obrane Poslovnikom o radu Povjerenstva.

Pravne i fizičke osobe smiju umnožavati, objavljivati ili iznositi zračne snimke iz Republike Hrvatske samo nakon pribavljenog odobrenja Državne geodetske uprave. Odobrenje za iznošenje zračnih snimki Državna geodetska uprava izdaje uz prethodnu suglasnost ministarstva nadležnog za poslove obrane.

Zahtjev za izdavanje odobrenja za umnožavanje, objavljivanje i iznošenje zračnih snimaka iz Republike Hrvatske podnosi se Državnoj geodetskoj upravi. Zahtjev podnosi vlasnik snimaka ili korisnik uz suglasnost vlasnika.

Zahtjev za izdavanje odobrenja za umnožavanje i objavljivanje zračnih snimaka sadrži:

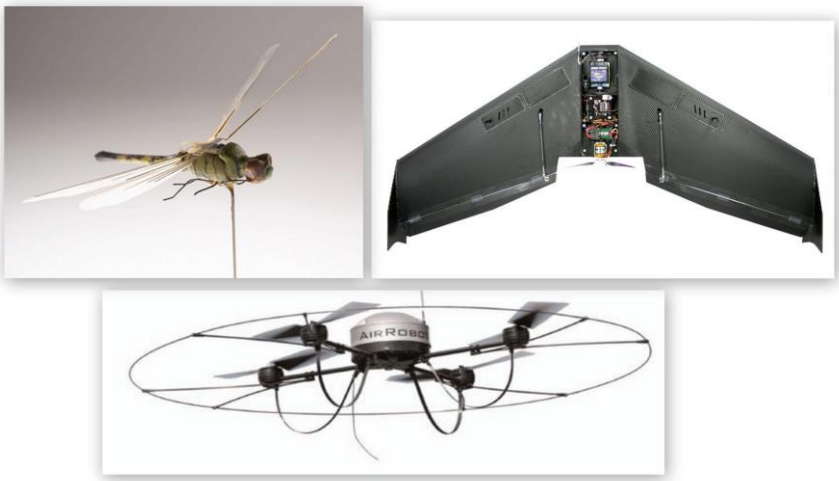
1. puni naziv i adresu podnositelja zahtjeva,
2. podatke o izvršenom snimanju i razvijanju,
3. svrhu i način umnožavanja/objavljivanja snimaka,
4. podatke o izvršitelju umnožavanja/objavljivanja snimaka,
5. popis snimaka za koji se traži odobrenje za umnožavanje/objavljivanje.

4.2. Bespilotne letjelice

Iako bespilotne letjelice nisu dostupne svima te podliježu strogoj zakonskoj regulativi potrebno ih je spomenuti. U ovom poglavlju ukratko su opisane karakteristike bespilotnih letjelica, projekt planiranja leta te zakonska regulativa koja se odnosi na let i snimanje pomoću bespilotnih letjelica.

4.2.1. Općenito o bespilotnim letjelicama

Bespilotna letjelica (eng. UAV - Unmanned Aerial Vehicles) je letjelica ili zrakoplov bez posade, koja se može nadzirati na daljinu ili letjeti samostalno uporabom unaprijed programiranog plana leta ili pomoću složenih autonomnih dinamičkih sustava (slika 9). Često se koriste u vojne svrhe za izviđanje i napad na ciljeve kao i za brojne civilne zadaće, kao što su vatrogasni zadaci, policijsko praćenje ili istraživanje terena.



Slika 9. Primjeri bespilotnih letjelica

Bespilotne letjelice dijele se, prema Europskoj zajednici za bespilotne letjelice, na mikro/mini, taktičke, strateške i bespilotne letjelice s posebnom namjenom. Mikro i mini bespilotne letjelice spadaju u kategoriju najmanjih platformi koje ujedno lete i na najmanjim visinama (ispod 300 metara). Njihov dizajn prilagođen je upravljanju u urbanim područjima (čak i među zgradama), letove duž tunela, prijenos uređaja za snimanje i prisluškivanje te prijenos odašiljača i malih kamera. U tablici 1 dane su specifikacije mikro bespilotnih letjelica prema DARP-i (The U.S. Defence Advanced Research Projects Agency).

Tablica 1. Specifikacije mikro bespilotnih letjelica

Specifikacije	
Veličina	< 15 cm
Težina	100 g
Nosivost	20 g
Doseg signala	1 - 10 km
Trajanje leta	60 min
Visina	< 150 m
Brzina	15 m/s

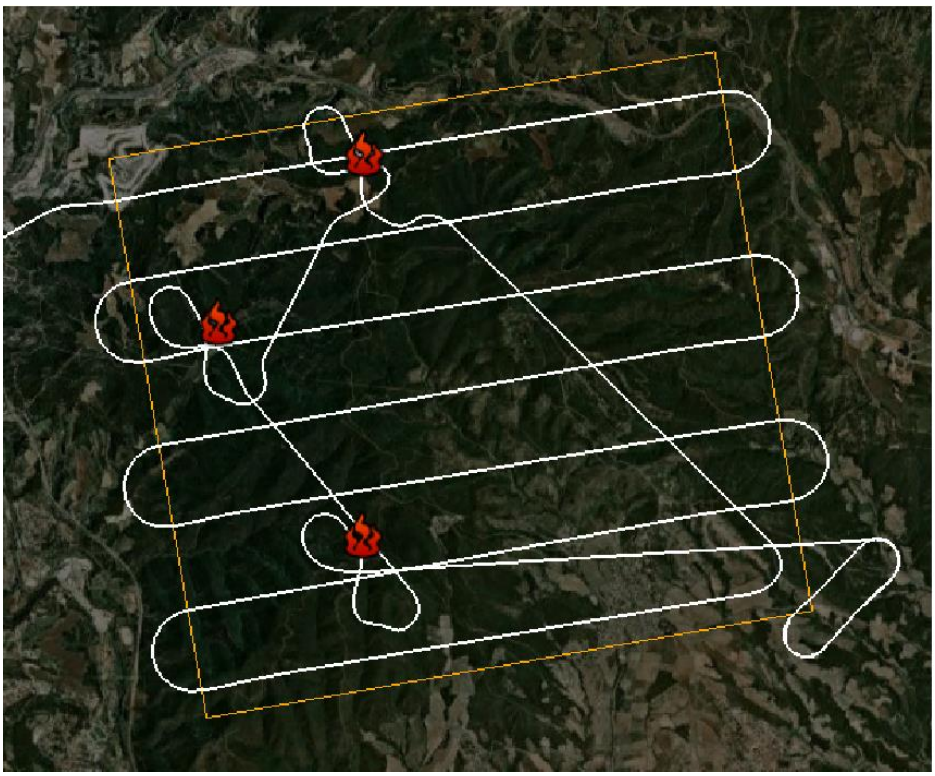
Taktičke bespilotne letjelice spadaju u kategoriju težih platformi koje ujedno i lete na većim visinama (od 3000 do 8000 metara). Za razliku od mikro i mini bespilotnih letjelica koje se mogu koristiti i u civilne svrhe, taktičke bespilotne letjelice namijenjene su isključivo za vojne svrhe. Strateške bespilotne letjelice spadaju u kategoriju najtežih platformi s najvećim dosegom signala i visinom leta te najdužim trajanjem (URL 8).

Osim vojne upotrebe, bespilotne letjelice imaju primjenu i u civilne svrhe. U slučajevima kriznih situacija (nadzor širenja požara ili poplave, otkrivanje unesrećenih, nadzor prometa, nadzor državnih granica i dr.) mogu brzo prikupiti podatke te tako pravodobno pomoći prilikom donošenja ključnih odluka. Također, pomažu u nadzoru industrijskih objekata i njegovih kritičnih mjesta. Osim prikupljanja informacija o stanju na terenu, u posljednje vrijeme sve je veća potreba za mjernim podatkom do kojeg se može doći putem upotrebe bespilotnih letjelica i metoda daljinskih istraživanja (snimanje arheoloških nalazišta, izdvojenih dijelova prometnica te za posebnu namjenu kada je objekt snimanja nepristupačan kao što je to slučaj kod vrlo strmih stijena ili detaljnog snimanja većih objekata kulturne baštine).

Drugim riječima, bespilotne letjelice su jako korisne u slučajevima kada nije isplativo obaviti klasično aerofotogrametrijsko snimanje, zbog male površine objekta snimanja te u slučajevima kada je vrlo nepraktično izrađivati različite skele ili druge instalacije koje će omogućiti siguran pristup samom objektu. Osim toga, bespilotne letjelice daju realniji prikaz stvarnog stanja na terenu spram klasične aerofotogrametrije i satelitskih snimaka. Mala relativna visina leta kod mikro i mini bespilotnih letjelica eliminira utjecaj negativnih atmosferskih prilika kao što su oblaci ili slaba magla (gdje su satelitski snimak i klasična aerofotogrametrija vrlo osjetljivi) te omogućuje brzu reakciju i trenutno prikupljanje podataka.

Projekt snimanja iz zraka sastoji se od tri faze:

- pripremni terenski radovi,
- snimanje iz zraka i
- *postprocesing* ili obrada podataka.



Slika 10. Planiranje leta

U nastavku su objašnjene faze projekta snimanja iz zraka opisane na internetskim stranicama švicarske tvrtke SenseFly. Terenski radovi sastoje se od uspostave niza točaka koje služe kao orijentacija i kontrola zračnih snimki (slika 10). Moraju biti postavljene na način da kasnije budu uočljive na zračnim snimkama. Kod većine bespilotnih letjelica, planiranje leta je automatiziran proces i odvija se na samom terenu. Na satelitskim ili drugim preglednim kartama označava se područje snimanja malo većeg opsega od potrebnog (slika 10). Putem radio veze podaci se prebacuju s laptopa na bespilotnu letjelicu i ona je spremna za polijetanje. Snimanje iz zraka potpuno je automatizirano, od uzlijetanja do slijetanja. Obrada podataka također je automatizirana te se temelji na *cloud computingu*. Krajnji rezultat su digitalni ortofoto, Google Earth prikaz, digitalni model terena i izvješće o projektu (URL 9).

4.3. Baloni i zmajevi

Prvo snimanje iz zraka pomoću balona izveo je Frenchman Gaspard Felix Tournachon (Nadar) za snimanje sela Petit Bicetre u Francuskoj 1858. godine. Zbog pristupačnosti, jednostavnosti i sigurnog korištenja, snimanje iz zraka pomoću balona se češće primjenjuje. Velika prednost je što za razliku od bespilotnih letjelica, snimanje iz zraka pomoću balona ili zmaja ne podliježe zakonskoj regulativi.

Balon na helij može se koristiti za snimanje nepristupačnih objekata. Koristi se kada nije moguće snimiti cijeli objekt s tla (npr. krov objekta), za snimanje arheoloških nalazišta te za izradu panoramskih fotografija (npr. turističkih naselja).

4.3.1. Snimanje iz zraka

Nakon što je sva oprema nabavljena (slika 11) te su vremenski uvjeti povoljni (vjetar ne smije biti prejak), potrebno je izvršiti pripremne radove. Snimanje se može započeti nakon što su zadovoljeni određeni uvjeti: balon je napunjen helijem, fotoaparat je adekvatno pričvršćen te je namješteno neprekidno snimanje. Fotoaparat se može montirati izravno na balon ili na konopcu koji drži balon. Kako bi fotoaparat bio stabilan potrebno je izraditi i zaštitno kućište (npr. od plastične boce).

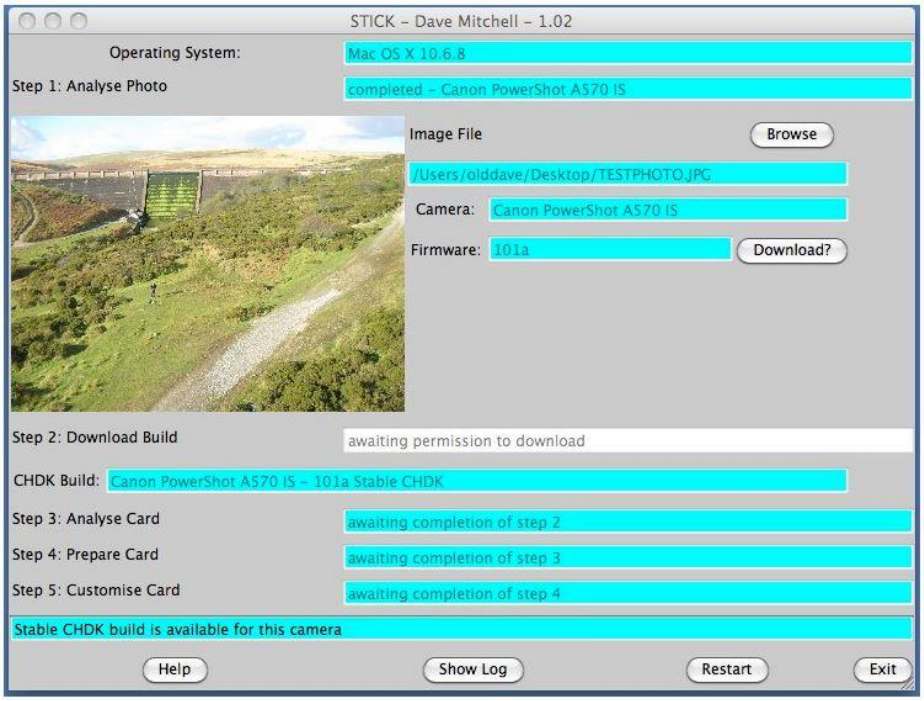
Slika 11. Oprema za snimanje iz zraka pomoću balona ili zmajeva

Kada je fotoaparat smješten na balonu, najvažnije je odrediti način slikanja. To se može izvesti na tri načina: elektronički, mehanički ili pomoću specijalizirane skriptirane značajke koja omogućava definiranje početaka i intervala snimanja (CHDK[2]).

Danas, većina fotoaparata podržava opciju kontinuiranog načina slikanja. Pokretanjem te opcije, fotoaparat snima fotografije sve dok mu se ne istroši baterija ili popuni memorijska kartica. U slučaju da fotoaparat ne podržava opciju kontinuiranog slikanja, potrebno je dodati vanjski okidač. Pri tome se najčešće koristi čvor ili mali predmet (npr. kamenčić) koji se zalijepi za okidač. U oba slučaja dobiva se veliki broj fotografija te je potrebno napraviti određenu selekciju (URL 10).

Od navedenih načina sikanja, najbolja opcija je korištenje CHDK skripte. Određeni Canon powershot digitalni fotoaparati podržavaju CHDK skriptu koja se instalira direktno na memorijskoj kartici, a omogućava definiranje početaka i intervala snimanja. Kako bi instalirali CHDK skriptu, potrebno je skinuti i instalirati STICK aplikaciju (http://zenoshrdlu.com/stick/stick.html). STICK aplikacija automatski pronalazi *firmware* verziju fotoaparata preko slike te instalira CHDK skriptu na memorijsku karticu (slika 12).

[2] *Canon Hack Development Kit*

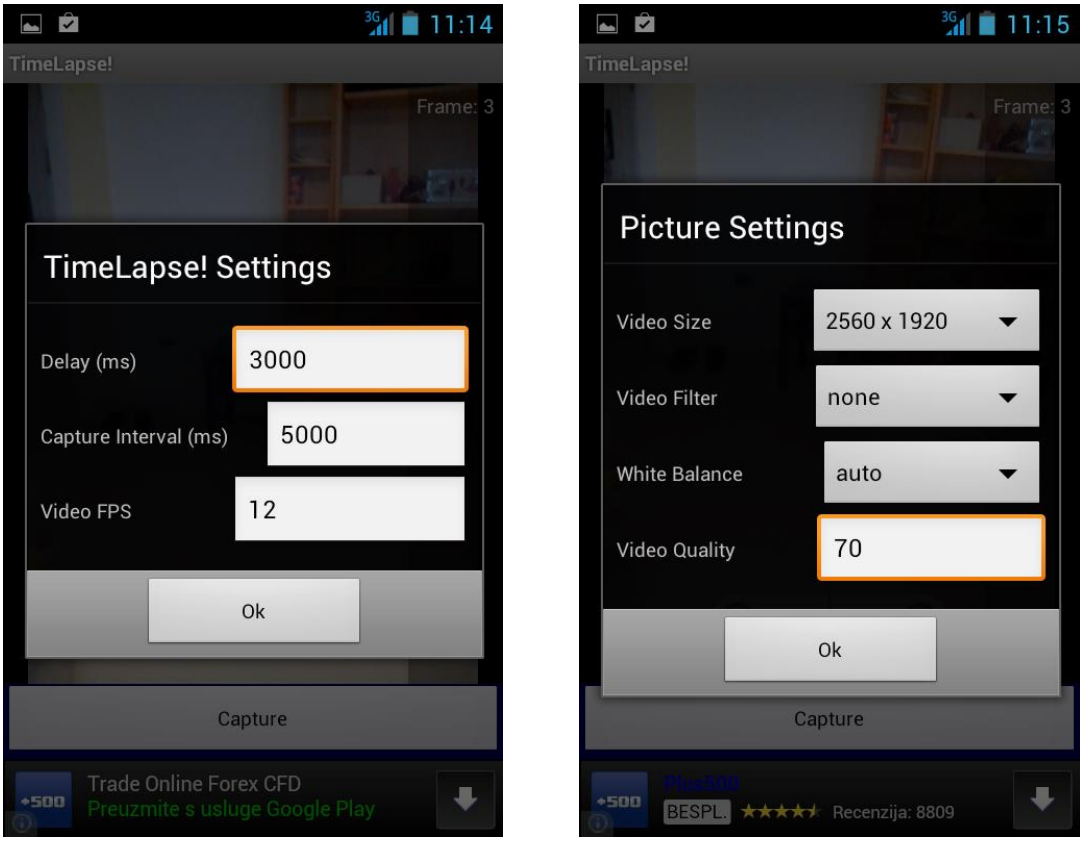


Slika 12. Sučelje STICK aplikacije

Za instaliranje određene CHDK skriptu potrebno je tekst iz priloga 2 kopirati u .txt datoteku te ubaciti u skript mapu memorijske kartice (/CHDK/Scripts). Skripta omogućava snimanje u pravilnim intervalima. Nakon što je skripta do kraja instalirana na memorijskoj kartici, potrebno ju je aktivirati i u samom fotoaparatu odabirom tipke FUNC/SET → Load Script from File. Prije pokretanja skripte potrebno je namjestiti željeni interval snimanja. Skripta se pokreće i zaustavlja pritiskom tipke za snimanje (URL 11).

Duljina snimanja ovisi o veličini balona te jačini fotoaparata. Nakon što je izvršeno snimanje, potrebno je sortirati slike te izbrati one koje se mogu iskoristiti u kreiranju karte.

Zahvaljujući *Timelapse* aplikacijama, klasične fotoaparate moguće je zamijeniti 'pametnim telefonima'. Koristeći *Timelapse* aplikaciju moguće je odrediti vrijeme odgode te interval snimanja, kao i veličinu slike ili videa (slika 13).



Slika 13. Postavke *Timelapse!* aplikacije

5. PRAKTIČNI DIO

U ovom poglavlju opisan je postupak izrade karte, počevši procesa nužnih za prikupljanje podataka pa sve do kreiranje karte pomoću MapKnittera, *open source* projekta dostupnog na webu. Dani su i primjeri korištenja takvih karata u svijetu.

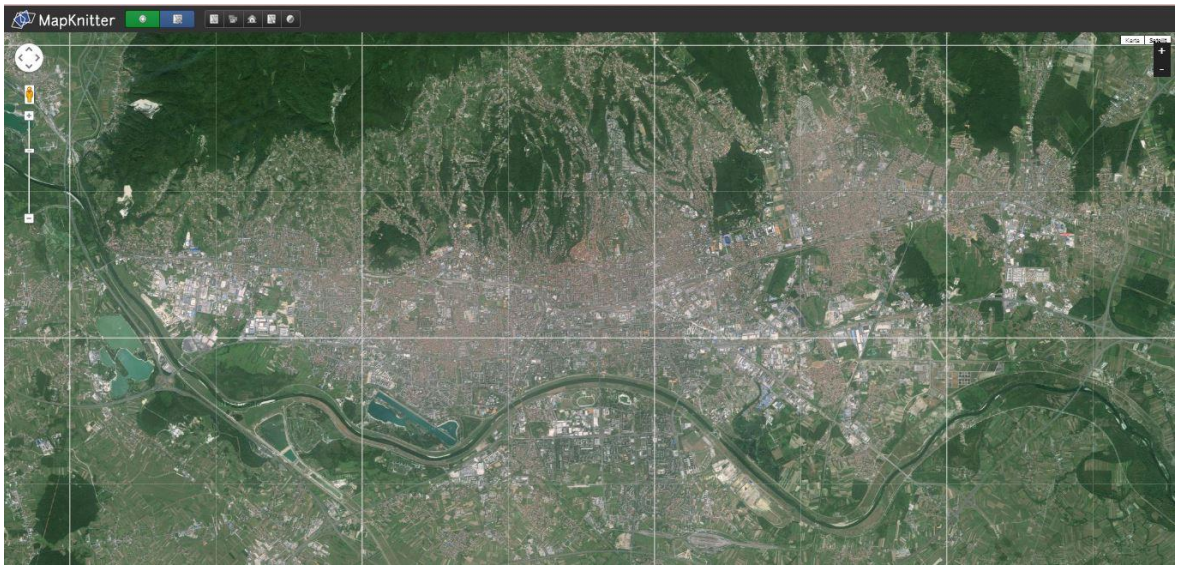
5.1. Korištene tehnologije

U ovom poglavlju ukratko su objašnjene tehnologije korištene prilikom izrade praktičnog dijela rada.

5.1.1. MapKnitter

MapKnitter (slika 14) je besplatan i *open source* alat za kombiniranje i georeferenciranje zračnih slika (najčešće iz MapMilla[3]) u složenu fotokartu. Najčešće se izrađuju karte pomoću slika snimljenih balonom ili zmajem. Proces izrade karte pomoću MapKnittera bitno se razlikuje od tradicionalnih načina izrade karata. S MapKnitterom „kartograf“ dinamički stavlja svaku sliku te selektira koju će sliku uvrstiti u mozaik. Pri tome se koriste određene dodatne informacije kao reference za georeferenciranje slika, npr. postojeće snimke niže rezolucije ili satelitske snimke, te je potrebno voditi računa o osnovnim kartografskim elementima kao što su mjerilo i projekcija.

[3] MapMill je alat za sortiranje slika prikupljenih pomoću balona ili zmajeva gdje volonteri mogu pomoći odabrati najoštrije, najjasnije i najbolje slike koje će se kasnije uvrstiti u fotokartu.



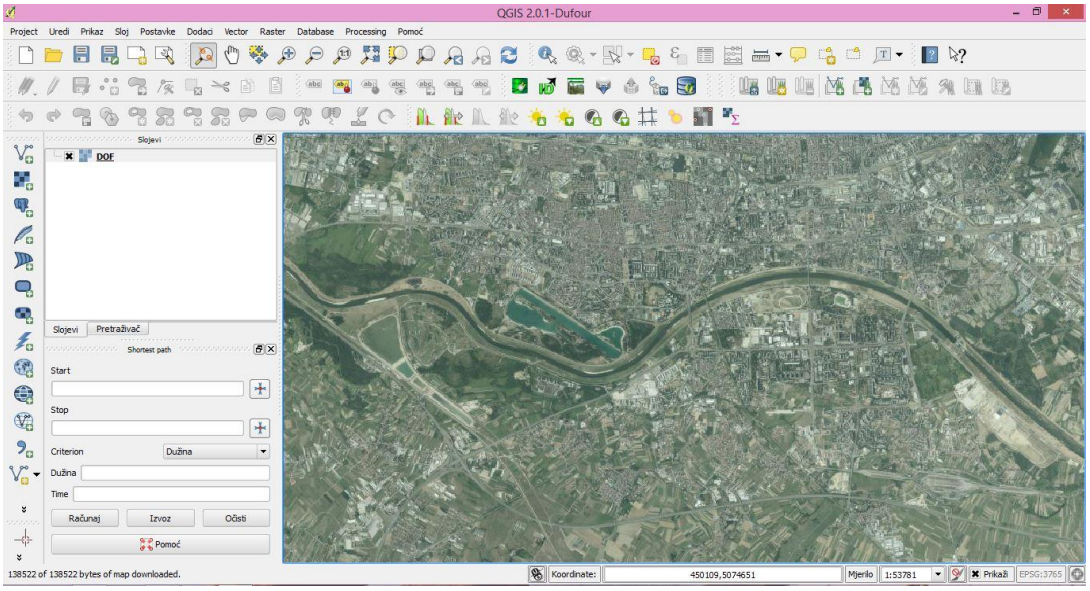
Slika 14. Korisničko sučelje *MapKnittera*

Postupak pronalaženja gdje se slika može postaviti na postojeću satelitsku kartu, te kako se slike mogu kombinirati ili „prilijepiti“ zajedno naziva se "ortorektifikacija" ili "georektifikacija". Tim postupkom dolazi do preklapanja različitih slika istog područja te je potrebno koristiti neku vrstu sortiranja, bilo pomoću MapMilla ili nekog drugog alata, kako bi se utvrdilo koje slike koristiti za novu fotokartu (URL 12).

5.1.2. QGIS 2.0.1

QGIS je slobodna i jednostavna *open source* aplikacija, nastala kao rad cijele zajednice. Licencirana je pod GNU *General Public License* (opća javna licenca). QGIS je službeni projekt Open Source Geospatial Foundation-a (OSGeo). Aplikacija je kompatibilna sa svim operativnim sustavima te podržava brojne vektorske i rasterske formate kao i različite baze podataka. Nudi mogućnost vizualizacije, uređivanja, upravljanja i analize podataka te komponiranja vlastitih karata i njihov ispis.

Sučelje (slika 15), osim prostora za vizualizaciju, sadrži i izbornik slojeva, standardne padajuće izbornike, alatne trake s gumbima za brz pristup često korištenim funkcijama te pomoćnu traku s trenutnim koordinatama pokazivača miša, mjerila i aktivnog koordinatnog referentnog sustava (URL 13).



Slika 15. Korisničko sučelje QGISa

5.2. Prikupljanje podataka

Prikupljanje podataka iz zraka pomoću balona, kako je prvotno bilo osmišljeno, nažalost nije bilo moguće realizirati zbog nestašice helija u svijetu. Stoga je za potrebe ovog rada korišten WMS[4] servis DGU-a u Quantum GIS aplikaciji. Koristeći WMS servis moguće je skinuti digitalni ortofoto koji smo kasnije koristili za kreiranje karte pomoću MapKnittera (URL 14).

5.3. Kreiranje karte

Prije nego korisnik krene u izradu nove karte mora se registrirati, odnosno otvoriti korisnički račun na web stranici Public Laba. Kako bi otvorio korisnički račun korisnik mora definirati svoje korisničko ime i lozinku te mail preko kojeg će potvrditi registraciju. Nakon otvaranja korisničkog računa, korisnik može pristupiti kreiranju karte pomoću MapKnitter.

[4] WMS (eng. Web Map Service) je standardni protokol za dobavljanje georeferenciranih karti preko interneta. Karte (DOF, HOK, TK25) se generiraju preko poslužitelja koristeći podatke iz GIS baza podataka.

Pri kreiranju nove karte potrebno je unijeti naziv, lokaciju, kratak opis karte te definirati želimo li dopustiti drugim korisnicima korištenje karte ili je licencirati koristeći *open source* licencu. Osim toga potrebno je odabrati i željenu podlogu koja će nam služiti kao referenca za georeferenciranje naših snimki, iako se podloga može mijenjati i tijekom izrađivanja karte (slika 16).

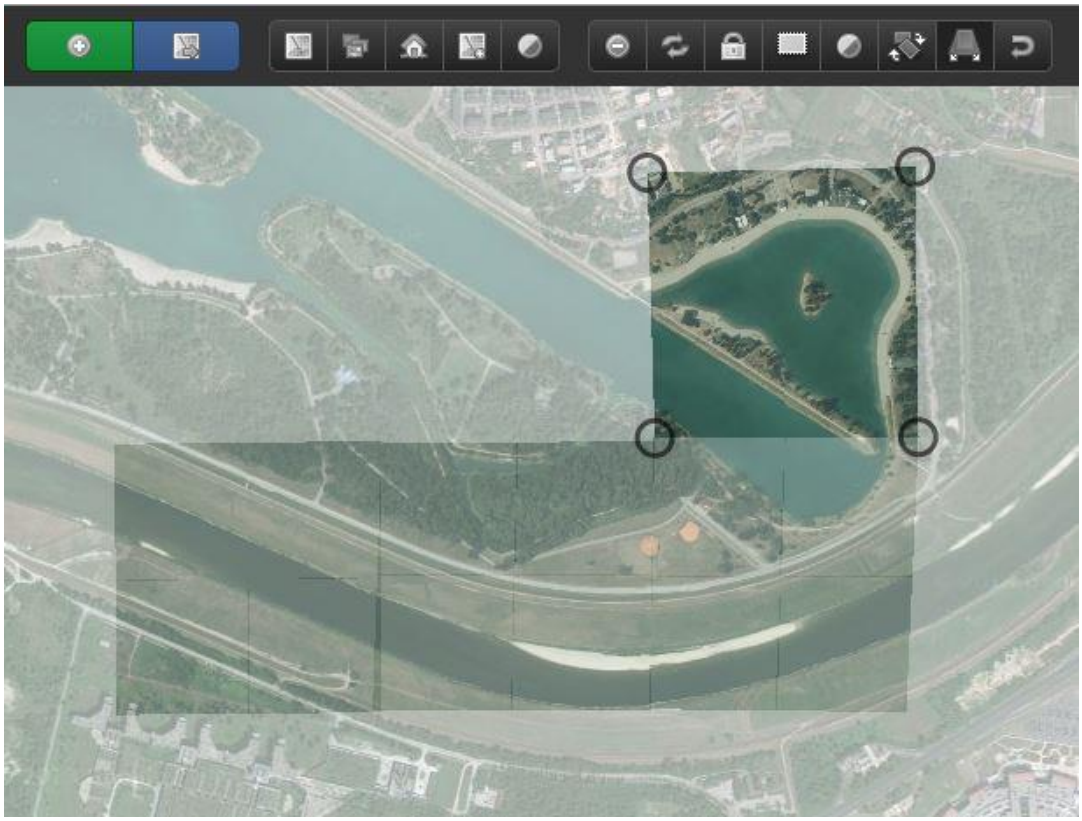
Slika 16. Kreiranje nove karte u MapKnitteru

Slika 17. Odabir podloge

Sam proces izrade karte pomoću MapKnittera bitno se razlikuje od tradicionalnih načina izrade karata jer „kartograf“ dinamički stavlja svaku sliku te selektira koju će sliku uvrstiti u mozaik, pri čemu se koriste određene dodatne informacije kao reference za georeferenciranje slika, npr. postojeće snimke niže rezolucije ili satelitske snimke. Slika 17 prikazuje podloge koje se koriste kao referenca za georeferenciranje: OpenStreetMap, MapBox (OpenStreetMap), Bing Maps, Google Maps i TMS (Tile Map Service).

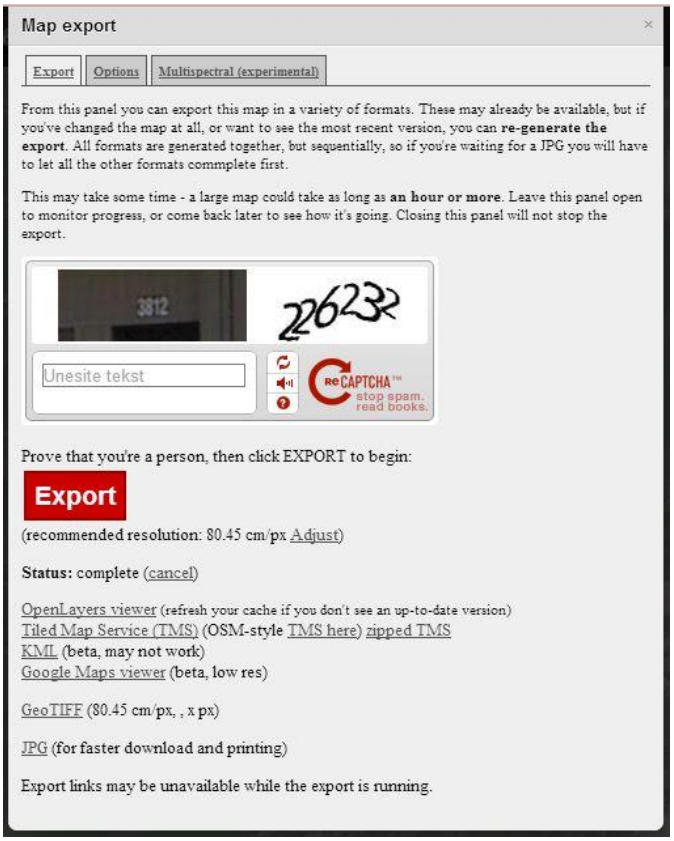
Sučelje (slika 18), osim prostora za vizualizaciju, u lijevom gornjem uglu sadrži i alatnu traku s gumbima za pristup raznim funkcijama: učitavanje slike, izvoz karte u standardne GIS formate, pregled karte, pregled svih korištenih slika, geolociranje vlastite pozicije, odabir podloge za georeferenciranje te prigušivanje podloge.

Kada se učitana slika selektira, pojavljuju se dodatne opcije: brisanje slike, vraćanje slike na početno stanje, zaključavanje slike, mijenjanje transparentnosti slike, rotiranje / skaliranje slike te poništavanje posljednje radnje.

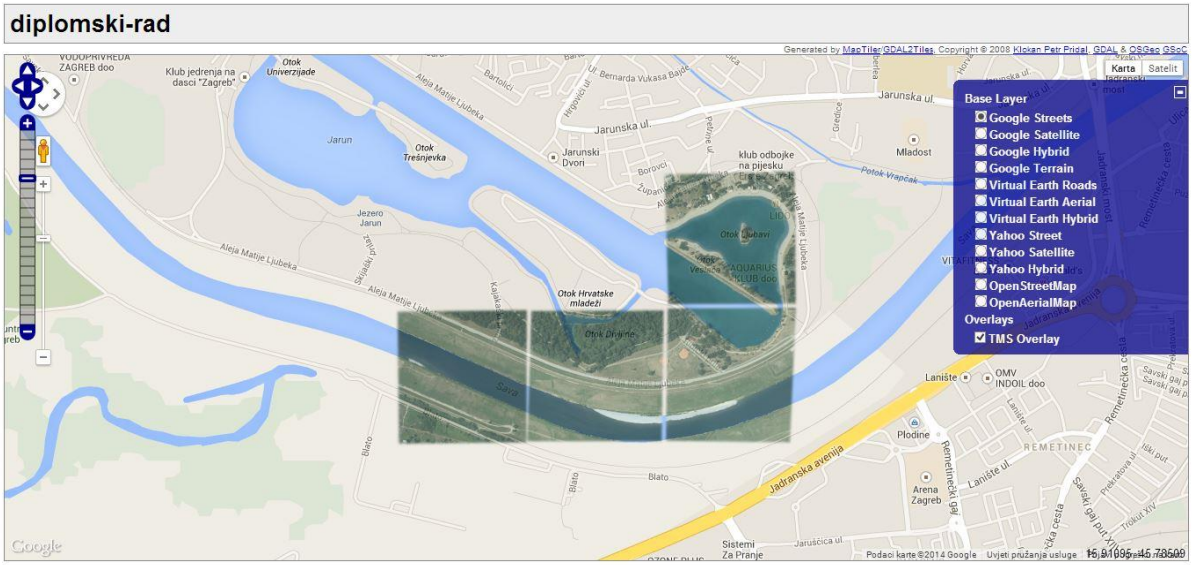


Slika 18. Sučelje s alatnom trakom za uređivanje slika

Odabrana slika georeferencira se pomicanjem rubova na identična mjesta na podlozi. Kako bi što bolje postavili sliku na pravo mjesto, poželjno je uključiti transparentnost slike. Nakon što je slika namještena i zadovoljava tražene kriterije, potrebno ju je zaključati, kako ju prilikom selektiranja ne bi pomakli sa željene lokacije. Na taj način kreira se mozaik zračnih slika koji se dalje može koristiti kao TMS, KML, GeoTIFF te JPG datoteka ili otvoriti u OpenLayers i Goggle Maps pregledniku (slika 19, slika 20) i koristiti u razne svrhe.



Slika 19. Izvoz karte



Slika 20. Primjer karte u OpenLayers pregledniku

6. DISKUSIJA

Napretkom Interneta i weba, mnoge znanstvene grane evoluiraju i mijenjaju se paralelno s razvojem novih tehnologija. Prikupljanje prostornih podataka, njihovo obrađivanje i vizualiziranje danas postaje dostupnije sve većem broju ljudi zahvaljujući novim metodama kao što su web kartiranje, *crowdsourcing*, *neogeography*, *volunteered geographic information* i *citizen science.*

Posljednjih godina, sve većim razvojem bespilotnih letjelica pomoću kojih se mogu vršiti snimanja iz zraka zadovoljavajuće kvalitete stvara se želja i potreba za korištenjem navedene tehnologije. Uredbom o snimanju iz zraka (NN 2013/130) propisani su uvjeti koje treba ispuniti kako bi se moglo snimati iz zraka u Republici Hrvatskoj, kao i uvjeti pod kojima je dopušteno korištenje, umnožavanje i objavljivanje snimljenih materijala. Definirano je da operator zrakoplova za izvođenje operacija snimanja iz zraka mora imati važeću svjedodžbu za radove iz zraka i u operativnim specifikacijama navedeno odobrenje za snimanje iz zraka, ili drugo odobrenje koje izdaje Hrvatska agencija za civilno zrakoplovstvo u skladu s propisima koji reguliraju zračni promet. Trenutno u Hrvatskoj ne postoji potreban pravni okvir koji bi omogućio jednostavno dobivanje potrebnih odobrenja za snimanje iz zraka koje izdaje Hrvatska agencija za civilno zrakoplovstvo. Zbog toga je u studenom 2013. godine pokrenuta inicijativa za reguliranje snimanja iz zraka pomoću bespilotnih letjelica. Hrvatska komora ovlaštenih inženjera geodezije bi trebala, u suradnji s Hrvatskom agencijom za civilno zrakoplovstvo izraditi nacrt pravilnika koji će regulirati zakonski okvir vezan za bespilotne letjelice te omogućiti korištenje istih za snimanje iz zraka. Veći napredak na nacrtu pravilnika očekuje se od travnja 2014. godine, zavisno od raspoloživosti resursa unutar Hrvatske agencije za civilno zrakoplovstvo.

Snimke iz zraka sve više postaju osnovni izvor informacija za evidentiranje raznih događaja i promjena u prostoru. Dolazi do novog trenda gdje ljudi više nisu pasivni promatrači već aktivni sudionici u prikupljanju podataka. Javno objavljivanje i dostupnost svih raspoloživih snimaka veoma je korisno za znanstveno - istraživačko djelovanje. Iako za područje Hrvatske postoje snimke iz zraka, donedavno nisu bile slobodne za korištenje svim zainteresiranim korisnicima. Novi trend prikupljanja podataka u Hrvatskoj još je u

povojima, dok se u svijetu sve više koristi. Područje primjene snimaka iz zraka je široko. Glavno je područje istraživanja u fotogrametriji gdje se koristi već duže vrijeme. Pojedine informacije, snimke i karte, dostupnije su zahvaljujući internetu te se mogu primijeniti u prostornom planiranju i drugim područjima od interesa za urbaniste. Na ovaj način moguće je ažurirati određene karte gradova, prometnica, infrastrukture, pokrova, staništa divljih životinja, arheoloških nalazišta, zatim se mogu koristiti pri praćenju onečišćenja okoliša, identificirati odlagališta te koristiti u kriznim situacijama (nakon prometnih nesreća, tsunamija, potresa ili poplava) kada je potrebno brzo prikupljanje i obrada podataka. Budući da podatke prikupljaju različiti sudionici pomoću različitih uređaja postavlja se pitanje koliko su prvobitno prikupljeni podaci kvalitetni. Kvaliteta prikupljenih podataka ponajviše ovisi o samim sudionicima, njihovoj preciznosti prilikom prikupljanja podataka, poznavanju područja za koje se prikupljaju podaci te o preciznosti i kvaliteti tehnologije koja se koristi prilikom prikupljanja podataka. Također, dolazi i do velikog broja redundantnih podataka te je potrebno koristiti određene alate za odabir najoštrijih, najjasnijih i najboljih slika koje će tvoriti novu kartu.

Za razliku od satelitskih snimki, kartiranje pomoću balona se vrši za specifično područje u specifičnom trenutku kada je potrebno prikupiti dovoljno podataka u određenom vremenskom periodu. Najveći problem kod takvog kreiranja karti je njihova točnost i pouzdanost. Točnost ovisi o kvaliteti snimke i podloge te o preciznosti 'kartografa' prilikom georeferenciranja. U praktičnom dijelu rada prikazano je kreiranje karte pomoću ortofoto snimki. Bilo je za očekivati kako ortofoto snimke prilikom georeferenciranja neće imati deformacija. Međutim to nije bio slučaj. Prilikom georeferenciranja, u jednom trenutku može se pomicati samo jedan rub snimke što dovodi do određenih deformacija. Osim toga, satelitske snimke, koje služe kao podloga prilikom georeferenciranja, mogu sadržavati distorziju te na taj način utjecati na deformiranje zračnih snimki. Iz toga se može zaključiti kako na točnost najveći utjecaj ima ljudski faktor te kvaliteta podloge. Iako točnost takvih karata nije 'milimetarska', postoje mnogi slučajevi u kojima je i točnost od desetak metara sasvim dovoljna, odnosno podaci su iskoristivi.

Potrebno je poticati korištenje novih tehnologija jer one predstavljaju dobar temelj za prikupljanje, obradu i analiziranje prostornih promjena na ekonomičan, jednostavan i brz način.

U nastavku je navedeno nekoliko primjera gdje su volonteri ili snimanjem iz zraka pomoću DIY (*DoItYourself*) letjelica ili obrađivanjem podataka doprinijeli raznim projektima. Primjeri su dostupni na stranici http://publiclab.org/ i http://crowdcrafting.org/.

- *FrackFinder* (URL 15)

FrackFinder je *crowdsourcing* "SkyTruthing" projekt gdje volonteri pomoću satelitskih i zračnih snimki traže i klasificiraju područja gdje se provode bušenja u Marcellus Shale regiji na sjeveroistoku SAD-a (slika 21). Na taj način se prate aktivnosti i razmjeri vidljivog utjecaja na okoliš od 2005. godine.

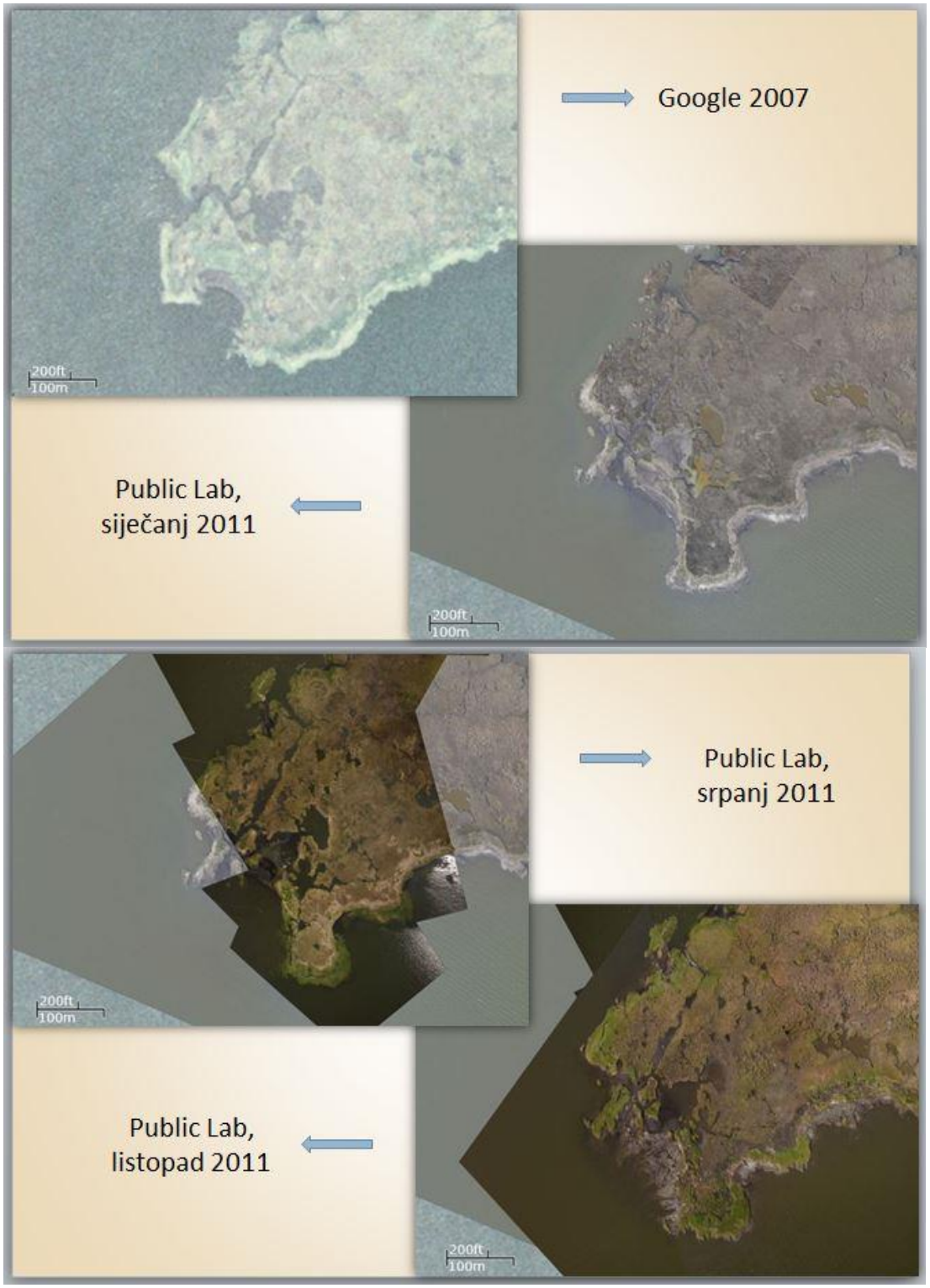
Slika 21.Klasificiranje bušotina u Marcellus Shale regiji na sjeveroistoku SAD-a

- Kartiranje područja podložno poplavama, Hilton Head, Južna Karolina (slika 22, URL 16)

Slika 22. Praćenje područja podložno poplavama

- Periodično kartiranje naftne mrlje uslijed izlijevanja nafte u Meksičkom zaljevu (URL 17)

Izljev nafte u Meksičkom zaljevu 2010., znan i kao Izljev nafte BP-a, Deepwater Horizon katastrofa i Macondo puknuće, bio je masovni tromjesečni izljev nafte u Meksičkom zaljevu koji se dogodio 20. travnja 2010. godine te je nakon mjesec dana nezaustavljivog širenja naftne mrlje proglašen najvećom naftnom ekološkom katastrofom američke povijesti. Zahvatio je područja u Louisiani, Mississippiju, Alabami i Floridi. Volonteri su, u suradnji Sveučilištem u Južnoj Alabami, balonima snimali ugroženo područje te kartirali pomoću MapKnittera s ciljem praćenja i kartiranja promjena tijekom vremena (slika 23). Od svibnja 2010. do travnja 2011., prikupljeno je preko deset tisuća slika i kreirano 50 regionalnih karata.



Slika 23. Praćenje širenja nafte u Meksičkom zaljevu

7. ZAKLJUČAK

U okviru ovog diplomskog rada objašnjene su nove i pristupačne metode izmjere pomoću letjelica. Dan je kratak uvod u fotogrametrijsku izmjeru, objašnjene su nove metode prikupljanja podataka, kao što su Volunteered geographic information (VGI), Citizen Science te Crowdsourcing te su opisane karakteristike bespilotnih letjelica, postupci koji su nužni prilikom snimanja iz zraka te zračna regulativa koja se odnosi na let i snimanje pomoću bespilotnih letjelica.

Osim toga, opisane su i predradnje nužne prilikom snimanja iz zraka pomoću balona na helij. Iako su u radu objašnjeni koraci prikupljanja podataka pomoću bespilotnih letjelica i balona, konkretno izvođenje praktičnog dijela rada, tj. prikupljanje podataka pomoću balona nije bilo moguće realizirati. Za potrebe ovog rada iskorištene su digitalne ortofoto karte korištenjem WMS servisa DGU-a u QGIS aplikaciji.

Na kraju je opisan postupak izrade karte pomoću MapKnittera, *open source* alata za kombiniranje i georeferenciranje zračnih slika u složenu podlogu. Dobivenu kartu moguće je preuzeti u različitim formatima (TMS, KML, GeoTIFF te JPG datoteke) ili otvoriti u OpenLayers i Goggle Maps pregledniku i tako primjenjivati u različite svrhe.

LITERATURA

Gajski, D. (2008): Predavanja i kolegija „Fotogrametrija“, Geodetski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb

Heipke, C. (2010): Crowdsourcing geospatial data, ISPRS Journal of Photogrammetry and RemoteSensing, 65, 550-557

Kraus, K. (2006): Fotogrametrija, 1.dio: Osnove i standardni procesi, Synopsis d.o.o., Zagreb

Narodne novine (2012): Uredba o snimanju iz zraka, NN 130/12, Zagreb

Sui, D. , Elwood, S., Goodchild, M. (2012): Crowdsourcing Geographic Knowledge: Volunteered Geographic Information (VGI) in Theory and Practice, Springer, New York

URL 1: Citizen science, https://en.wikipedia.org/wiki/Citizen_science (23.11.2013.)

URL 2: Zooniverse, https://www.zooniverse.org/ (25.01.2014.)

URL 3: OpenStreetMap, http://en.wikipedia.org/wiki/OpenStreetMap (29.11.2013.)

URL 4: OpenStreetMap statistika, http://www.openstreetmap.org/stats/data_stats.html (29.11.2013.)

URL 5: Geo-Wiki, http://geo-wiki.org/ (29.11.2013.)

URL 6: Wikimapia, http://wikimapia.org/ (30.11.2013.)

URL 7: Sekcija za fotogrametriju, daljinska istraživanja i geoinformacije Hrvatskog geodetskog društva - Povijest fotogrametrije, http://fodig.hgd1952.hr/povijest.html (08.11.2013.)

URL8: Bespilotne letjelice, http://www.insidegnss.com/auto/janfeb08-wp.pdf (24.12.2013.)

URL9: SenseFly, https://www.sensefly.com/operations/flight-planning-control.html (24.12.2013.)

URL10: Upute za snimanje pomoću balona, http://old.publiclab.org/sites/default/files/BalloonMappingQuickStartGuide1English.pdf (27.12.2013.)

URL11: CHDK skriptiranje, http://publiclab.org/notes/nicholas/12-05-2013/chdk-scripting (03.01.2014.)

URL12: MapKnitter, http://publiclab.org/wiki/mapknitter (30.11.2013.)

URL13: QuantumGIS, http://www.qgis.org/en/site/index.html (04.01.2014.)

URL 14: Geoportal DGU, http://geoportal.dgu.hr/upute/qgis-wms-dgu/ (04.01.2014.)

URL 15: *SkyTruth FrackFinder*, http://crowdcrafting.org/app/frackfinder_tadpole/ (25.01.2014.)

URL16: Hilton Head, Južna Karolina, http://publiclab.org/map/humane-alliance-hilton-head-south-carolina/2011-03-02 (05.01.2014.)

URL17: Meksički zaljev, http://publiclab.org/wiki/gulf-coast (05.01.2014.)

POPIS SLIKA

Slika 1. Zooniverse projekti dostupni na domeni www.zooniverse.org/projects 5

Slika 2. Primjeri brodskih dnevnika 6

Slika 3. Početni zaslon OpenStreetMapa 8

Slika 4. Registrirani korisnici OpenStreetMapa 9

Slika 5. Korisničko sučelje Geo-Wiki.org 10

Slika 6. Korisničko sučelje Wikimapije 11

Slika 7. Produkti fotogrametrijske izmjere 13

Slika 8. Princip aerofotogrametrijskog snimanja 14

Slika 9. Primjeri bespilotnih letjelica 22

Slika 10. Planiranje leta 24

Slika 11. Oprema za snimanje iz zraka pomoću balona ili zmajeva 26

Slika 12. Sučelje STICK aplikacije 27

Slika 13. Postavke *Timelapse!* aplikacije 28

Slika 14. Korisničko sučelje *MapKnittera* 30

Slika 15. Korisničko sučelje QGISa 31

Slika 16. Kreiranje nove karte u MapKnitteru 32

Slika 17. Odabir podloge 33

Slika 18. Sučelje s alatnom trakom za uređivanje slika 34

Slika 19. Izvoz karte 35

Slika 20. Primjer karte u OpenLayers pregledniku 35

Slika 21.Klasificiranje bušotina u Marcellus Shale regiji na sjeveroistoku SAD-a 38

Slika 22. Praćenje područja podložno poplavama 39

Slika 23. Praćenje širenja nafte u Meksičkom zaljevu 40

POPIS TABLICA

Tablica 1. Specifikacije mikro bespilotnih letjelica 23

PRILOZI

PRILOG 1: Popis Canon powershot digitalnih kamera koji podržavaju CHDK skriptu

A410: 100e, 100f
A420: 100b
A430: 100b
A450: 100d
A460: 100d
A470: 100e, 101a, 101b, 102c
A480: 100b
A490: 100d, 100e, 100f
A495: 100d, 100e, 100f
A530: 100a
A540: 100b
A550: 100c
A560: 100a
A570: 100e, 101a
A580: 100c, 101b
A590: 100e, 101b
A610: 100d, 100e, 100f
A620: 100f
A630: 100c
A640: 100b
A650: 100d
A700: 100b

A710: 100a
A720: 100c
A800: 100b, 100c
A810: 100b, 100d, 100e
A1000: 100a, 100b
A1100: 100b, 100c
A1200: 100a, 100b, 100c
A1300: 100b, 100d, 100e
A2000: 100a, 100b, 100c
A2100: 100a
A2200: 100b, 100c, 100d
A2300: 100c, 100e, 100f
A2400: 100c, 100d, 100e
A3000: 100b, 100c, 100d
A3100: 100a, 100b, 100d
A3200: 100a, 100c, 100d
A3300: 100a, 100c, 100d
A3400: 100f, 101a, 101b
A4000: 100c, 101a, 101b, 102a
D10: 100a, 100b
D20: 100b
G1X: 100e, 100f, 100g, 101a

G7: 100e, 100g, 100i, 100j
G9: 100d, 100f, 100g, 100h, 100i
G10: 102a, 103b, 104a
G11: 100f, 100h, 100j, 100k, 100l
G12: 100c, 100e, 100f, 100g
G15: 100b, 100e
IXUS30 (SD200): 100k
IXUS40 (SD300): 100j, 100k
IXUS50 (SD400): 101a, 101b
IXUS55 (SD450): 100b, 100c, 100d
IXUS60 (SD600): 100a, 100d
IXUS65 (SD630): 100a
IXUS70 (SD1000): 100c, 101a, 101b, 102a
IXUS75 (SD750): 100b, 101a, 101b, 102a
IXUS80 (SD1100): 100c, 101a, 101b
IXUS85 (SD770): 100a, 100b
IXUS90 (SD790): 100c, 100d, 100e
IXUS95 (SD1200): 100b, 100c

IXUS100 (SD780): 100b, 100c
IXUS105 (SD1300): 100b, 100c, 100d
IXUS110 (SD960): 100b, 101d, 101f, 101g
IXUS115 (ELPH100HS): 100c, 101a, 101b, 101c
IXUS120 (SD940): 100e, 101a, 102c, 103b, 103c
IXUS125 (ELPH110HS): 100d, 100e, 101a
IXUS130 (SD1400): 100a, 100c
IXUS140 (ELPH130): 100a, 100b
IXUS200 (SD980): 100c, 101c, 101d
IXUS220 (ELPH300HS): 100c, 101a, 101c, 101d, 101e, 101g
IXUS230 (ELPH310HS): 100a, 100b, 100e
IXUS240 (ELPH320HS): 100d, 101a, 102a
IXUS300 (SD4000): 100d
IXUS310 (ELPH500HS): 100a, 101a, 101b, 101c
IXUS700 (SD500): 101a, 101b
IXUS750 (SD550): 100f, 100g, 100h

IXUS800 (SD700): 100b, 101a, 101b
IXUS850 (SD800): 100d, 100e
IXUS860 (SD870): 100c
IXUS870 (SD880): 100e, 101a, 102b
IXUS900 (SD900): 100c
IXUS950 (SD850): 100c
IXUS960 (SD950): 100c, 100d
IXUS970 (SD890): 100b, 100c, 100d, 100f
IXUS980 (SD990): 100e, 101b
IXUS1000 (SD4500): 100d, 100f, 101a, 102b
IXUSIZOOM (SD30): 100f, 100g
IXUSW (SD430): 110a
S2IS: 100e, 100f, 100g, 100i
S3IS: 100a
S5IS: 101a, 101b
S80: 100g
S90: 100c, 101a, 101b, 101c
S95: 100e, 100h, 100i, 100k
S100: 100d, 100e, 101a, 101b, 102a

S110: 101b, 102b
SX1: 200h, 201a
SX10: 100c, 101a, 101b, 102b, 103a
SX20: 100f, 102b, 102c, 102d
SX30: 100e, 100h, 100l, 100m, 100n, 100p
SX40HS: 100d, 100f, 100g, 100i
SX50HS: 100b, 100c
SX100IS: 100b, 100c
SX110IS: 100b
SX120IS: 100b
SX130IS: 101c, 101d, 101f
SX150IS: 100a
SX160IS: 100a
SX200IS: 100c, 100d
SX210IS: 100c
SX220HS: 100a, 101a, 101b, 101c, 101e
SX230HS: 100c, 101a, 101b, 101c, 101e
SX240HS: 100a, 100c, 101a
SX260HS: 100b, 100c, 101a
SX500IS: 100c, 100d
TX1: 100g, 101b

PRILOG 2: CHDK skripta (chdk-timer.txt)

```
rem Author - Keoeeit rem USE WITH CAUTION rem do not run for many hours or days
@title

Interval Shooting Non-stop @param a Interval (Minutes) @default a 0 @param b Interval
(Seconds) @default b 10 @param c Interval (10th Seconds) @default c 0
t=a60000+b1000+c*100
if t<100 then let t=5000
n=1
print "Interval shooting." print "Until you interrupt it." print "Use with caution."
sleep 1000
goto "shot"
:shot print "Shot number", n shoot n=n+1 sleep t goto "shot"
```

ŽIVOTOPIS

OSOBNI PODACI

Prezime Ime: Biočić Marina
Datum rođenja: 28.02.1989.
Adresa: Osoje VI/2, Okrug Donji, 21220 Trogir
Tel: +385 21 887 565
Mob: +385 095 922 15 45
e-mail: mbiocic@geof.hr
mbiocic@gmail.com

OBRAZOVANJE I OSPOSOBLJAVANJE

- Rujan 2011. –

  Geodetski fakultet, apsolvent diplomskog studija, Zagreb, smjer: Geodezija
- Srpanj 2007. – Srpanj 2011.
  Geodetski fakultet, preddiplomski studij, Zagreb, smjer: Geodezija i geoinformatika, prvostupnik geodezije i geoinformatike
- Srpanj 2003. – Srpanj 2007.

  Opća gimnazija Ivan Lucić, Trogir

RADNO ISKUSTVO

- Ožujak 2013. –

  USUS FRUCTUS d.o.o. Zagreb – izrada geodetskih elaborata
- Veljača 2013. – Ožujak 2013.

  NAVTEQ EUROPE B.V. Glavna podružnica Zagreb – izrada i nadopuna navigacijskih karata
- 21. 6. 2010. - 30. 6. 2010.

  Geodetski ured, Kaštel Gomilica – praktikant

ZNANJA I VJEŠTINE

Informatičko znanje: MS Office, AutoCad, Internet

Znanje jezika: Engleski (aktivno u govoru i pismu), talijanski (pasivno u govoru i pismu)

Dodatna znanja: Položen vozački ispit - B kategorija

DODATNE INFORMACIJE

Hobiji: putovanje, čitanje, planinarenje

Stipendija Općine Okrug temeljem kriterija uspjeha (2007. - 2012.)

Rektorova nagrada Sveučilišta u Zagrebu za rad "*GIS osnovnih škola grada Zagreba"*

Mentor: doc. dr. sc. Vlado Cetl

Sudionica u izradi časopisa **Ekscentar** (2010. – 2012.)