

STEZA – STEREOZAJEM IZ AEROFOTOGRAFIJ IN PODATKOV LIDAR

STEZA – COMBINED STEREORESTITUTION FROM AEROPHOTOGRAPHS AND LIDAR DATA

*Mihaela Triglav Čekada, Stane Tršan, Borut Pegan Žvokelj, Niko Lukač, Marko Bizjak,
Matej Brumen, Borut Žalik*

1 UVOD

Kljub obstoju različnih tujih računalniških programov, ki omogočajo fotogrametrični zajem podatkov iz aerofotografij velikega formata, tudi slovenska stroka zadnjih dvajset let ne zaostaja za tujino in izdeluje svoje fotogrametrične programe. Ti omogočajo večjo optimizacijo 3D-zajema pri slovenskih projektih: na primer pohitritev zajema zaradi vnaprej opredeljenih atributnih tabel in optimalno izvedbo operacij, ki se velikokrat ponavljajo.

Tako so na DFG Consulting že leta 1997, ko je večina fotogrametričnega zajema še potekala na analitičnih fotogrametričnih instrumentih, razvili prvo slovensko digitalno fotogrametrično programsko opremo StereoEXplorer za zajem iz aerofotografij velikega formata. StereoEXplorer je bil najprej namenjen za urejanje DMR-jev, kasneje pa so ga nadgradili v klasično digitalno fotogrametrično postajo za potrebne fotogrametričnega zajema obrisov streh stavb.

Obrise streh stavb celotne Slovenije so pričeli zajemati že leta 1999, glavnina zajema pa je bila izvedena med letoma 2000 in 2002. Skupno je bilo zajetih 1.400.000 streh, ki so bile podlaga za vzpostavitev Katastra stavb (Grilc in sod., 2003). StereoEXplorer so po koncu zajema stavb večkrat nadgradili za zajem različnih verzij državnih topografskih kart oziroma topografskih baz merila 1 : 5000 (DTK 5). Tako se ponekod uporablja še danes.

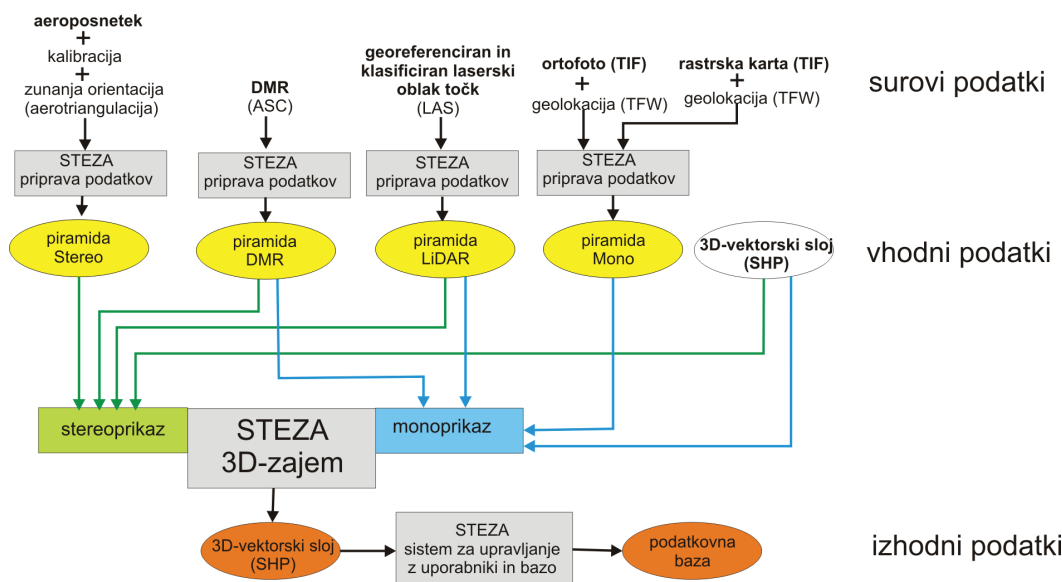
Ob skorajšnji uvedbi podatkov laserskega skeniranja celotne Slovenije v fotogrametrični zajem (Triglav Čekada in Bric, 2015) pa se je pokazala potreba po skupni uporabi aerofotografij in podatkov laserskega skeniranja Slovenije. Pri tem že obstajajo različne vrste tuje programske opreme, ki omogočajo fotogrametrični stereo-zajem iz aerofotografij ali 3D-zajem iz laserskih podatkov, pri čemer se kot pomožni vir za interpretacijo uporablja ortofoto. Ker je ortofoto že izveden podatek, obremenjen s svojimi položajnimi napakami (Kosmatin Fras, 2004), ki lahko pri interpretaciji podrobnosti v velikih merilih povzročijo večje položajne napake, lahko najbolj natančen 3D-zajem dosežemo le v kombinaciji stereofotogrametričnega zajema in laserskih podatkov. Slednji namreč omogočajo 3D-pogled pod vegetacijo, stereoposnetki pa lažjo interpretacijo ter pravilno izmero lege in dimenzij objektov, ki v laserskih podatkih niso vidni (na primer vode) ali pa so slabše določljivi zaradi manjše gostote laserskih točk na tem mestu. Prav tako taka kombinacija omogoča 3D-zajem skoraj enakovredno natančnih podatkov na območjih, na katerih uporabljamo različno stare podatke.

Zato smo na Geodetskem inštitutu Slovenije ter Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko (FERI) na Univerzi v Mariboru v letu 2015 razvili računalniško programsko opremo z imenom STEZA (STEereoZAJem), ki omogoča kombiniran stereofotogrametrični zajem podatkov iz aerofotografij CAS in laserskih podatkov. Kot pomožne vire za zajem lahko uporabljamo tudi različne pomožne georeferencirane rastrske ali vektorske vire. Programska oprema je bila optimizirana za obsežen projekt množičnega 3D-zajema podatkov hidrografije in dejanske rabe – vodno zemljišče (krajše: zajem vod), ki se izvaja v letih 2015 in 2016.

2 OPIS GLAVNIH FUNKCIJ PROGRAMA

STEZA je fotogrametrična programska oprema, ki skupaj s fotogrametrično strojno opremo (3D-monitor, IR-oddajnik in aktivna polarizacijska stereoočala) ali brez nje v anaglifnem načinu omogoča zajem topografskih vsebin na podlagi merskih stereofotografij. Deluje na operacijskem sistemu Windows 7 ali novejših različicah. Pri tem izkorišča grafične kartice, ki podpirajo NVIDIA 3D Vision. STEZA omogoča izmero, zajem in urejanje vektorskih 3D-točkovnih, linijskih in ploskovnih slojev v formatu Shapefile (SHP).

STEZA omogoča kombiniran zajem na podlagi stereoerofotografij in laserskih podatkov oziroma izdelkov; uporablja točke terena iz klasificiranega oblaka točk v formatu LAS (GKOT) ali digitalni model reliefa v tekstovnem formatu ASCII (DMR). Omogoča pripenjanje položajnih in/ali višinskih koordinat na točke ali na ploskev med točkami GKOT/DMR. Stereomodel se prikazuje v oknu, imenovanem Stereoprikaz. Dodatni kartografski viri, kot so ortofoti in različne rastrske karte, se prikazujejo v oknu, imenovanem Monoprikaz (slika 1).



Slika 1: Shema priprave podatkov v STEZI in shranjevanje rezultatov zajema v skupni podatkovni bazi.

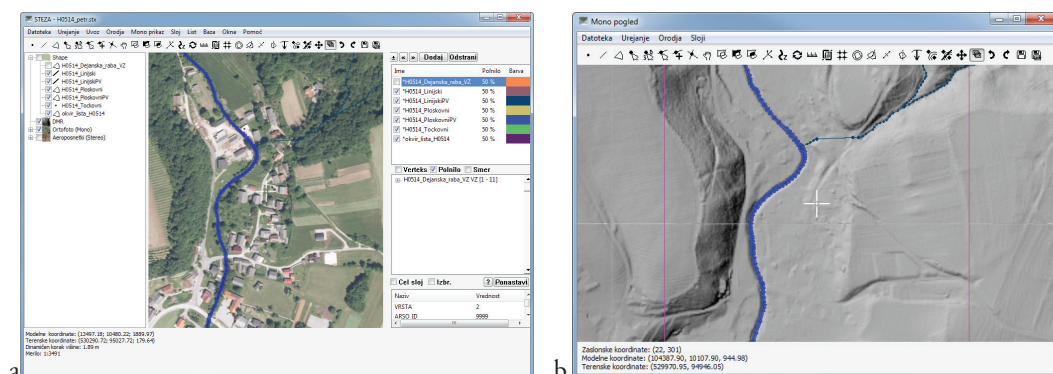
Za zagotovitev hitrejšega dela z večjim številom aerofotografij in laserskih podatkov (povprečna datoteka aerofotografije je velika 1 GB, povprečna datoteka GKOT pa 0,3 GB) so vsi rastrski in laserski podatki

v STEZI najprej pretvorjeni v interni piramidni format. Vsaka piramida vsebuje orientacijo, tako dve piramidi aerofotografij sestavljata stereomodel na območju prekrivanja. V posamezni piramidi aerofotografij so že upoštevani podatki notranje (kalibracija kamere) in zunanje orientacije (aerotriangulacija) aerofotografije. Piramide nad ortofotom pa že vsebujejo geolokacijske podatke iz datoteke TFW. Po pripravi podatkov v piramide ti omogočajo zelo hitro prehajanje med stereomodeli, kar je še posebej prikladno za hitro kontrolo že zajetih podatkov.

Program omogoča tudi gradnjo kompleksnih atributnih podatkovnih tabel ter izvedbo atributnih, geometrijskih in topoloških kontrol, odvisnih od posameznega podatkovnega modela. Podatkovna baza je izvedena kot baza PostgreSQL z dodatkom PostGIS, ki omogoča shranjevanje in arhiviranje prostorskih podatkov več uporabnikov na enem mestu ter prav tako različne nivoje vpogleda v podatke različnim uporabnikom (na primer zajemalci in kontrolorji različnih nivojev), vključuje tudi različne samodejne, geometrijske in topološke kontrole, ki se izvajajo nad podatki, shranjenimi v podatkovni bazi.

Osnovna verzija STEZE je bila razvita za zajem vod. V ta namen smo vgradili kompleksne, vsebinsko prilagojene atributne podatkovne tabele in različne kontrole podatkov. Skupno je za zajem vod vgrajenih prek 150 samodejnih kontrol, od tega 60 atributnih, ki delujejo že ob vpisovanju atributov pri zajemu podatkov, ter 90 geometrijskih in topoloških kontrol, ki se izvajajo nad podatki, shranjenimi v podatkovni bazi.

Orodja za 3D-vektorizacijo so na voljo v orodni vrstici in prek menujev, ki jih lahko uporabljamo v stereo- in monooknu (slika 2). Sestavlja jih kombinacija orodij za klasičen fotogrametrični zajem (na primer 2D- in 3D-pripenjanje točk, ohranjanje dolvodnosti vod) in orodij za pripenjanje zajema na laserske podatke (na primer pripenjanje na točke in samodejno prilagajanje trenutne višine merske marke med točkami) ter orodij za urejanje podatkov (na primer kopiranje elementov med sloji različnega tipa z ohranjanjem atributnih vrednosti ter rezanje, združevanje, unije in preseki zaključenih poligonov ...). Omogoča tudi izvajanje enostavnejših izračunov, kot je izračun dolžin in površin objektov. Program podpira tudi veliko klasičnih operacij, ki se izvajajo v orodjih GIS, kot so barvanje, skrivanje vektorskih slojev, barvanje objektov v posameznem sloju glede na atributne vrednosti posameznih objektov v sloju, preverjanje usmerjenosti vektorjev, obračanje usmerjenosti vektorjev in druge podobne operacije.



Slika 2: a) Stereoprikaz potoka s pritokom in b) monoprikaz iste podrobnosti na podobi analitičnega senčenja laserskega DMR.

3 SKLEP

Po končanem zajemu vod bodo za nadaljnji razvoj STEZE, enako kot je bilo pred desetimi leti s StereoEXplorerjem, zelo pomembni 3D-zajemi ostalih prostorskih podatkov ter razvoj potreb in zahtev uporabnikov večrazsežnih prostorskih podatkov. Nova verzija STEZE je že bila nadgrajena in prirejena za zajem zadnje različice topografske baze merila 1 : 5000, imenovane Državni topografski model.

STEZA trenutno deluje na stacionarni stereoskopski fotogrametrični postaji, na kateri je nameščena, prek interneta pa dostopa do oddaljene baze, kamor se shranjujejo rezultati. V prihodnosti lahko pričakujemo, da se bodo taka fotogrametrična orodja v večjem delu ali v celoti preselila v obliko oddaljene aplikacije (spletne aplikacije), kjer se bo zajem izvajal lokalno, aerofotografije in ostali podatki pa bodo dostopni prek oddaljenega dostopa, čemur bo seveda sledil tudi razvoj te programske rešitve.

ZAHVALA

Avtorji se zahvaljujemo še vsem drugim zaposlenim na Geodetskem inštitutu Slovenije, Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko na Univerzi v Mariboru ter Geodetskemu zavodu Celje, ki so prispevali svoje znanje za načrtovanje, optimizacijo ter testiranje različnih procesov na STEZI in njenih posodobitvah. Za informacije o programu StereoEXplorer se zahvaljujemo mag. Tomažu Gvozdanoviću iz DFG Consultinga.

Literatura in viri:

Grilc, M., Pogorelnik, E., Triglav, M., Pegan - Žvokelj, B. (2003). Vzpostavitev katastra stavb – registrski podatki. *Geodetski vestnik*, 47(3), 193–214.

Kosmatin Fras, M. (2004). Vpliv kakovosti vhodnih podatkov na kakovost ortofota.

Geodetski vestnik, 48(2), 167–178.

Triglav Čekada, M., Bric, V. (2015). Končan je projekt laserskega skeniranja Slovenije. *Geodetski vestnik*, 59(3), 586–592.



dr. Mihaela Triglav Čekada, univ. dipl. inž. geod.

Geodetski inštitut Slovenije
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: mihaela.triglav@gis.si

Stane Tršan, geodetski tehnik

Geodetski inštitut Slovenije
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: stane.trsan@gis.si

mag. Borut Pegan Žvokelj, univ. dipl. inž. geod

Inštitut PROIN, Inštitut za prostorski inženiring, d. o. o.
Kidričeva ulica 25, SI-3000 Celje
e-naslov: borut.pegan-zvokelj@proin.si

Niko Lukač, mag. inž. rač. in inf. tehnol.

Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko
Smetanova 17, SI-2000 Maribor
e-naslov: niko.lukac@um.si

Marko Bizjak, mag. inž. rač. in inf. tehnol.

Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko
Smetanova 17, SI-2000 Maribor
e-naslov: m.bizjak@um.si

Matej Brumen, dipl. inž. rač. in inf. tehnol.

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko
Smetanova ulica 17
SI-2000 Maribor
e-naslov: matej.brumen@um.si

prof. dr. Borut Žalik, univ. dipl. inž. el.

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko
Smetanova ulica 17
SI-2000 Maribor
e-naslov: borut.zalik@um.si