

Analiza prostornih podataka prikupljenih GNSS uređajem i njihova primjena

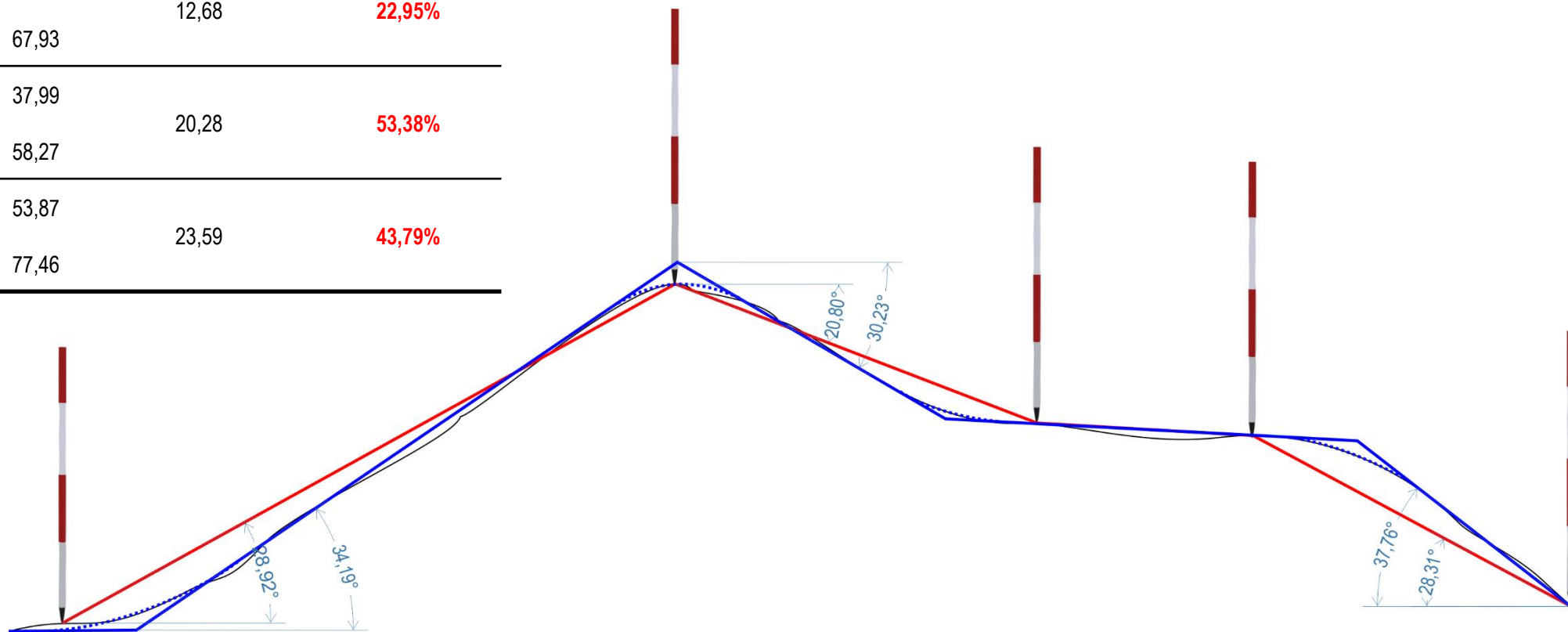


Uvod

- Trenutna izmjera otežana zbog nedostatka kvalitetnog internet signala i otežanog gps prijema signala radi razvedene konfiguracije terena i zastora krošanja.
- Izmjera geodetskom stanicom najtočnija metoda, ali uz veliki utrošak vremena, veći novčani trošak i velika ovisnost o ljudskom faktoru prilikom izmjere. Visoka osjetljivost uređaja u teškim terenskim uvjetima što iziskuje često skupo održavanje, kako bi se održala visoka preciznost mjerenja predmetnim uređajem.
- Potrebno osmisliti novu metodu terenske izmjere i određivanja uzdužnog nagiba šumske prometne infrastrukture sa smanjivanjem utjecaja ljudskog faktora, bržom izmjerom, točnijim određivanjem parametara i dobivanje pouzdanijih podataka.
- Korištenje suvremenih tehnologija za brzo i jednostavno dobivanje pouzdanih podataka.

Uvod

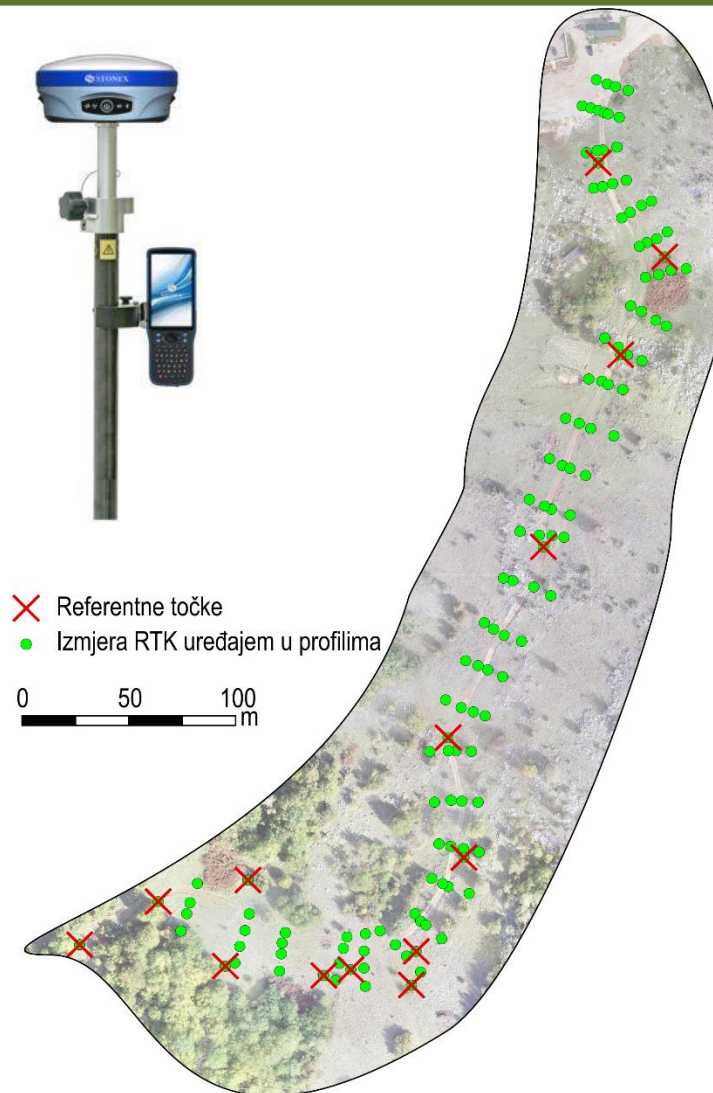
| Br. primjera | Metode | Uzdužni nagib | | Apsolutna razlika nagiba, % | Relativna razlika nagiba, % |
|--------------|-------------------------------|---------------|------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | | Stupnjevi, ° | Postoci, % | | |
| 1 | Određivanje lomova na terenu | 28,92 | 55,25 | 12,68 | 22,95% |
| | Softversko određivanje lomova | 34,19 | 67,93 | | |
| 2 | Određivanje lomova na terenu | 20,80 | 37,99 | 20,28 | 53,38% |
| | Softversko određivanje lomova | 30,23 | 58,27 | | |
| 3 | Određivanje lomova na terenu | 28,31 | 53,87 | 23,59 | 43,79% |
| | Softversko određivanje lomova | 37,76 | 77,46 | | |



Metode

Izmjera RTK (Real-Time Kinematic) uređajem:

- model Stonex S900T
- upotreba sustava CROPOS za pr pozicioniranje
- 29 terenskih profila
- 4-6 točaka u svakom profilu
- 14 referentnih točaka
- duljina izmjerene trase 550 m
- obrada prikupljenih podataka u QGIS programu



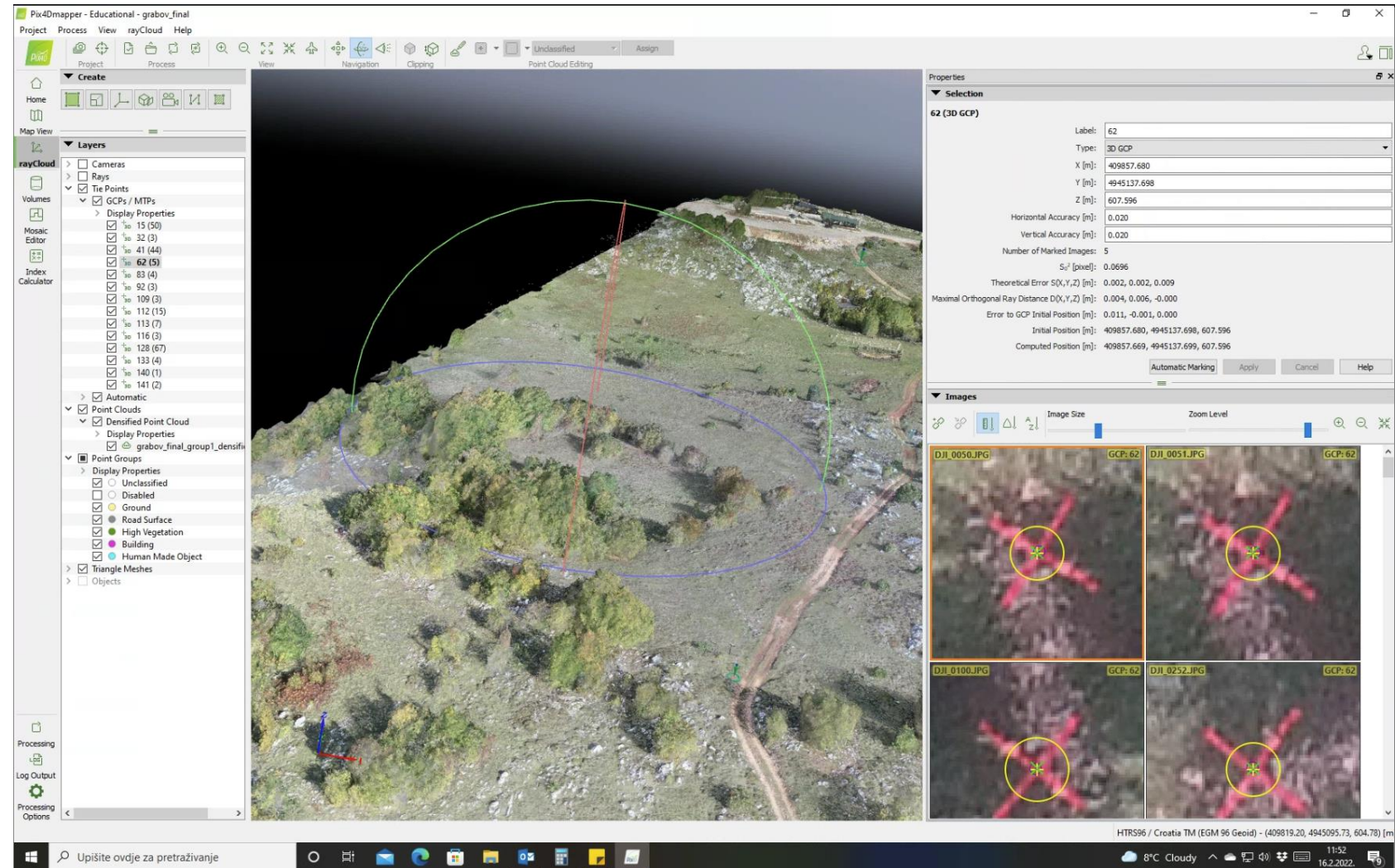
Podaci o profilima:

- X, Y, Z apsolutne koordinate u metrima
- format podataka ASCII, dwg, dxf, shp
- projekcija HTRS96

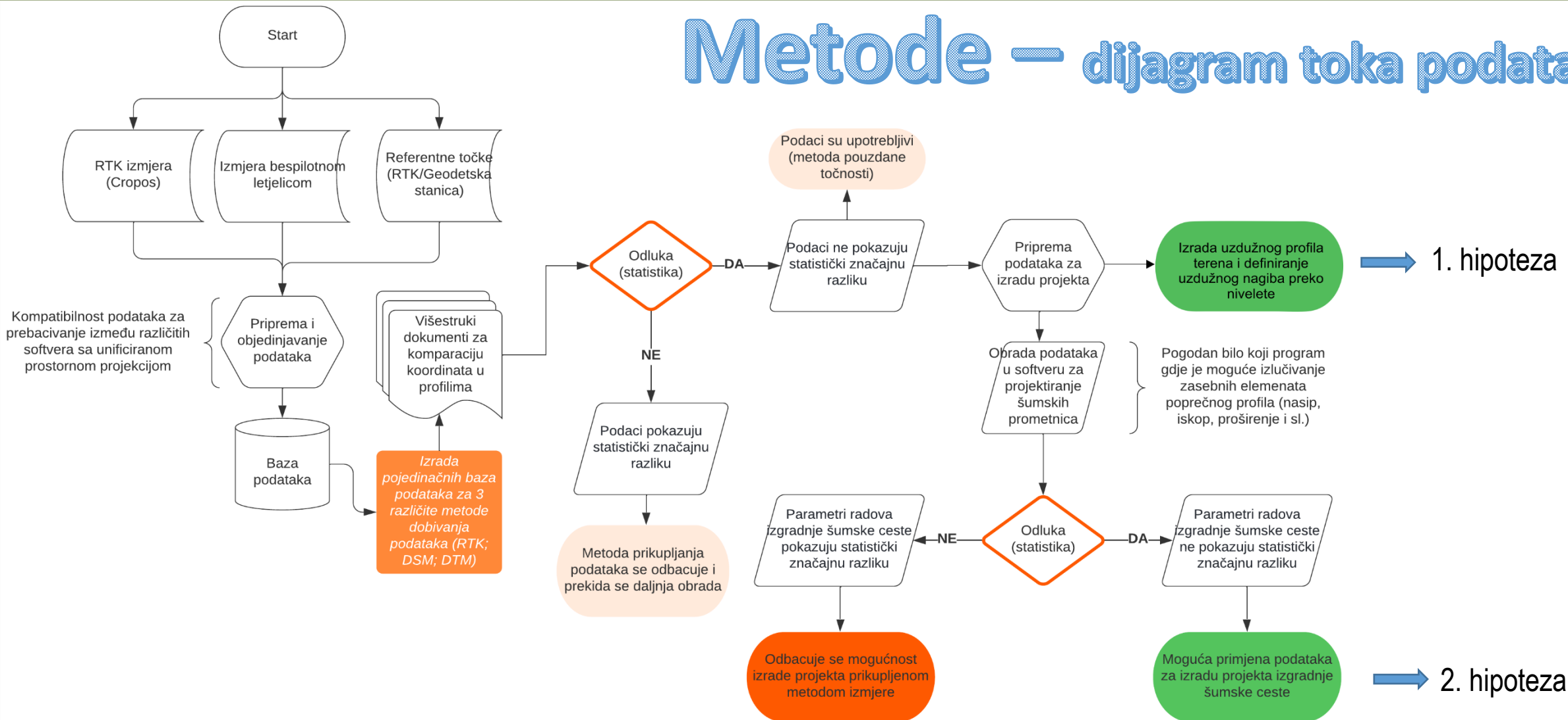
Metode

Izmjera bespilotnom letjelicom:

- model DJI Phantom 4 RTK
- 2 misije leta pomoću programa Pix4Dcapture
- planirana visina leta 50 m od točke polijetanja
- planirani veličina piksela < 2 cm
- preklop fotografije 80 %
- „double grid” misija leta
- procesuiranje podataka fotogrametrijskom metodom u programu Pix4Dmapper
- 14 referentnih točaka



Metode – dijagram toka podataka



Rezultati

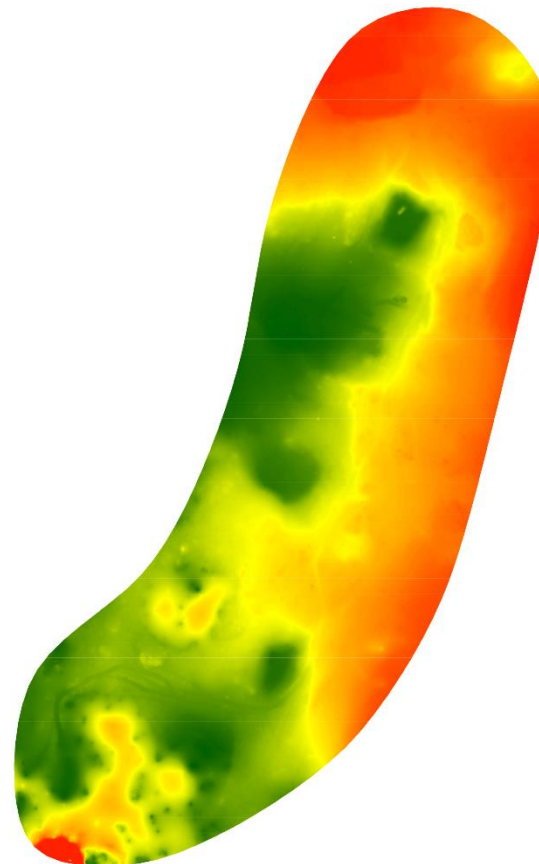
Produkt izmjere bespilotnom letjelicom:

- Ortomozaik (digitalni ortofoto)
- Digitalni model terena (DTM)
- Digitalni model površina (DSM)

| PARAMETRI | Obrada snimka drona |
|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Model kamere i rezolucija slike | FC6310_8.8 5472x3648 (RGB) |
| Oblik rešetke snimanja misije leta | Dupli grid (za 3D modele) |
| Planiran razmak između piksela po programu pix4dcapture (visina snimanja 50 m) | 1,66 cm/px |
| Stvaran razmak između piksela (GSD) | 1,77 cm/px |
| Pokrivena površina | 0,136 km ² /13,6 ha |
| Broj kalibriranih fotografija | 680 od 681 |
| Broj 3D točaka u oblaku točaka | 68 093 217 |
| Prosječna gustoća točaka (na m ³) | 632.4 |

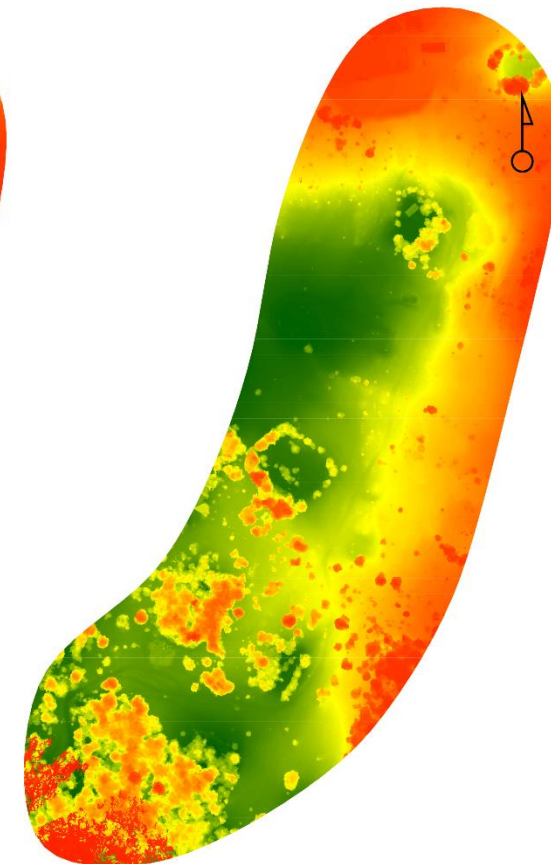
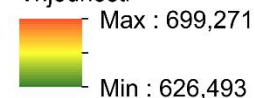


0 50 100 m



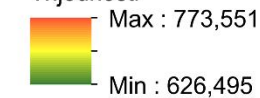
Dron snimak - DTM

Vrijednosti



Dron snimak - DSM

Vrijednosti



Rezultati

Usporedba nadmorske visine točaka u profilima za 3 različite metode prikupljenih podataka

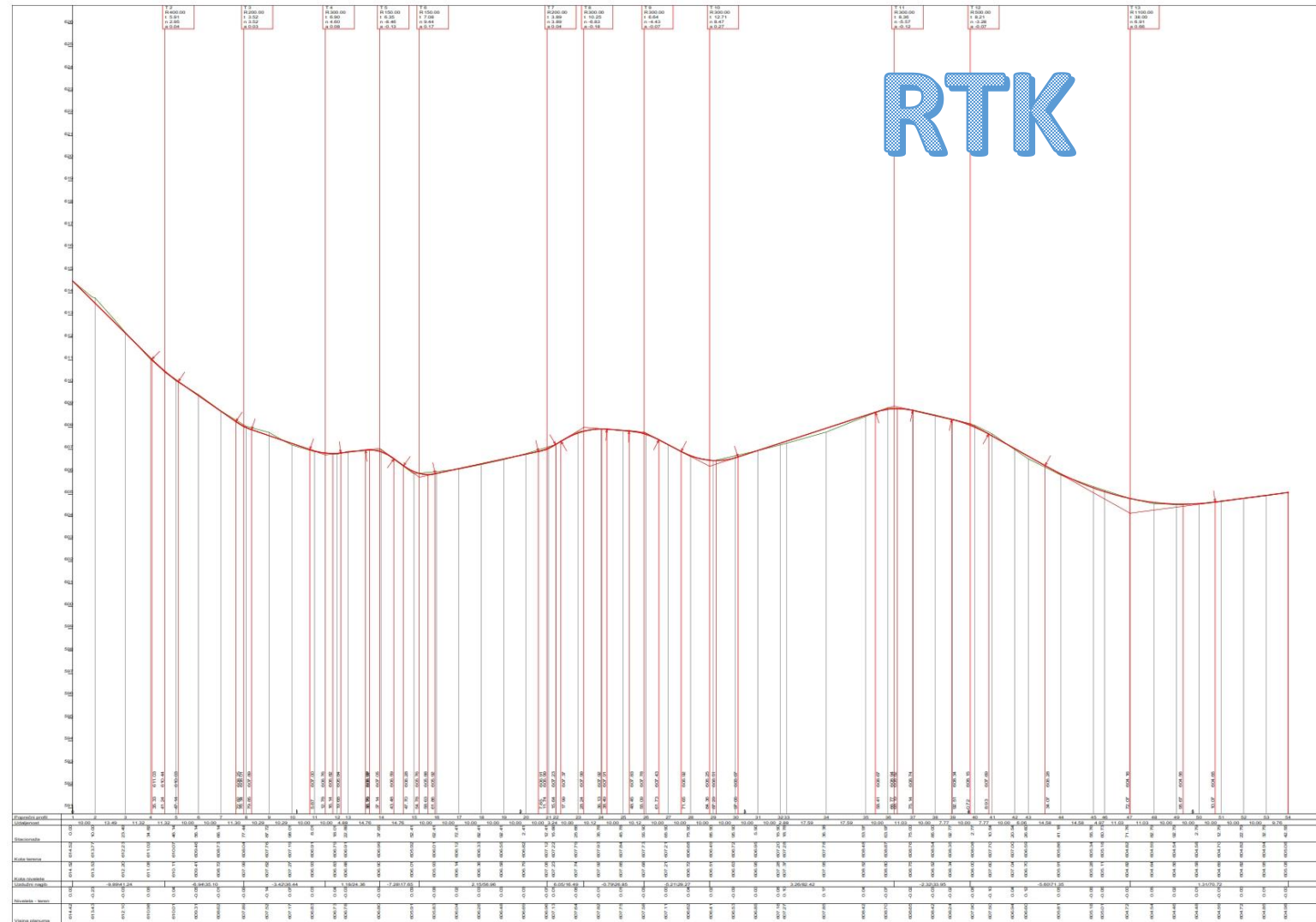
| Apsolutne razlike u visini | DSM (prosječno) | DTM (prosječno) |
|----------------------------|-----------------|-----------------|
| RTK | 8,76 cm | 6,19 cm |

| | Analiza varijance ponovljenih mjerenja | | | | |
|-----------|----------------------------------------|-------------------|-----------|---------|----------|
| | SS | Stupnjevi slobode | MS | F | p |
| Intercept | 156101808 | 1 | 156101808 | 7194011 | 0,000000 |
| Pogreška | 3038 | 140 | 22 | | |
| METODE | 0 | 2 | 0 | 8 | 0,000422 |
| Pogreška | 6 | 280 | 0 | | |

| | Tukey HSD test | |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------|----------|
| | Približne vjerojatnosti za post hoc testove | |
| Pogreška: Unutar MS = ,02196, df = 280.00 | | |
| RTK | | 0,321485 |
| DSM | 0,000247 | 0,032217 |
| DTM | 0,321485 | 0,032217 |

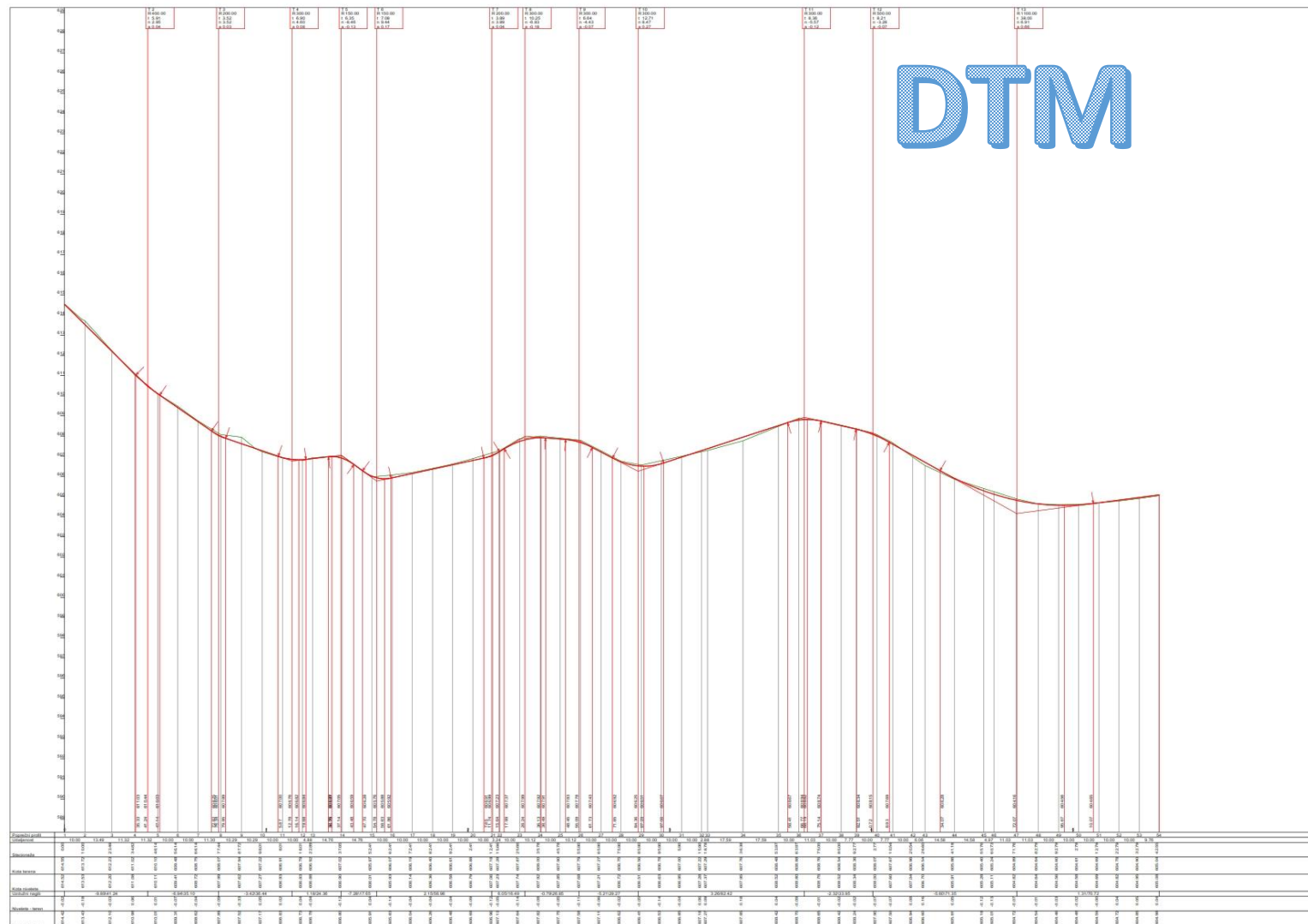
Rezultati

- Visinsko razvijanje terena na sredini snimane šumske prometnice RTK GPS komponentom GNSS sustava.
- Uklopljena niveleta u programu za projektiranje šumskih cesta uz definiranje pravilnog uzdužnog nagiba maksimalno prateći teren.
- 14 vertikalnih tjemena (12 lomova)
- Minimalni uzdužni nagib 0,79 %
- Maksimalni uzdužni nagib 9,89 %



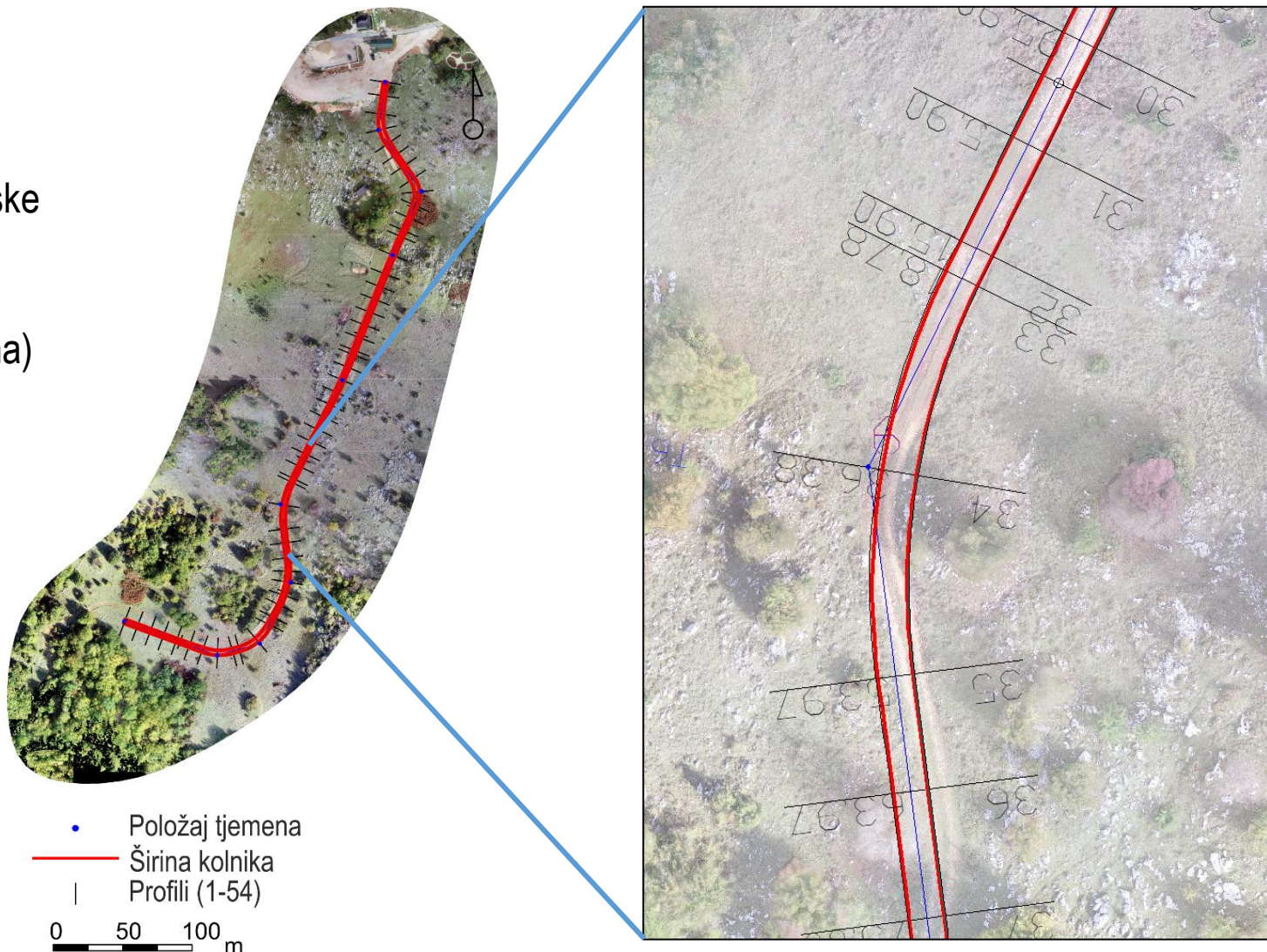
Rezultati

- Visinsko razvijanje terena na sredini snimane šumske prometnice bespilotnom letjelicom.
- Uklopljena niveleta u programu za projektiranje šumskih cesta sa identičnim parametrima (visinske pozicije, lomovi i radijus), kao i za teren snimljen RTK uređajem.



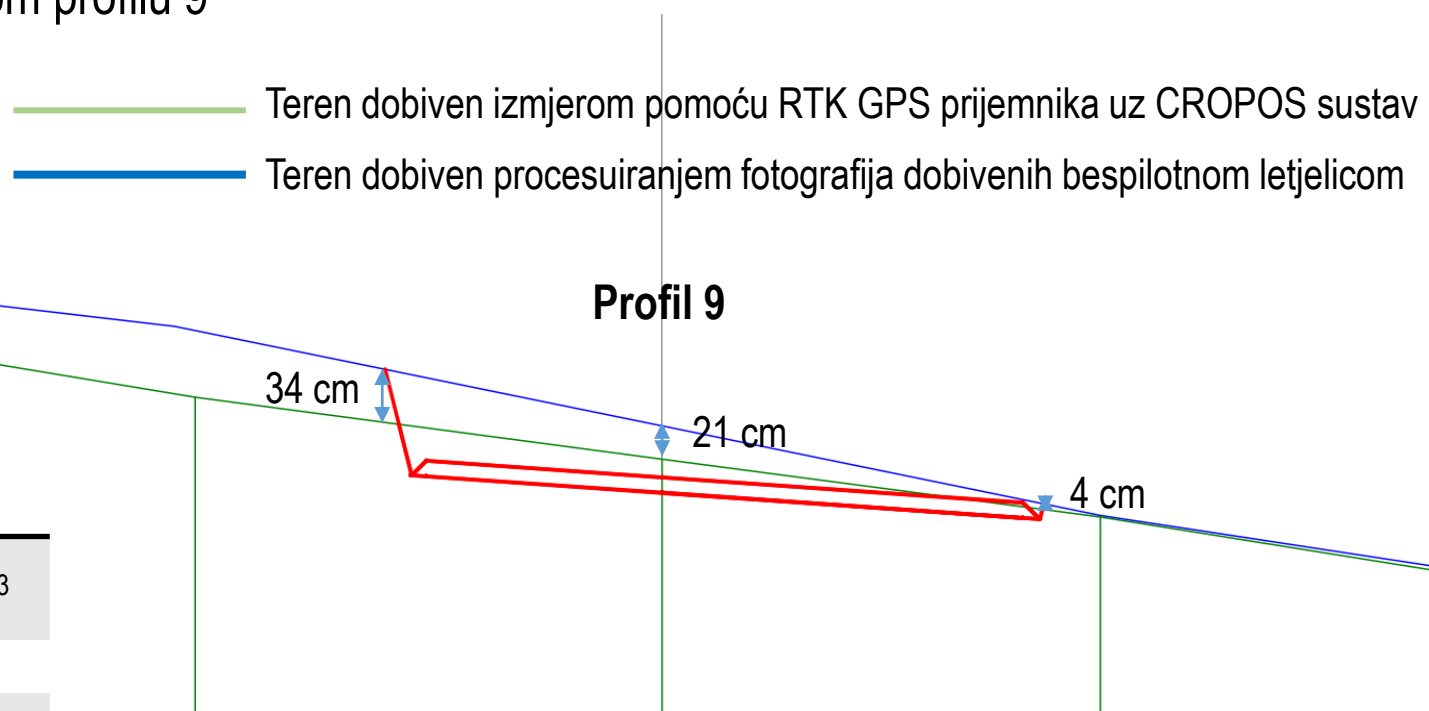
Rezultati

- Duljina projektirane šumske prometnice iznosi 542,55 m
- 10 horizontalnih tjemena (8 krivina)
- Minimalni radijus krivine 20 m
- Maksimalni radijus krivine 700 m



Rezultati

Primjer razlike terena s najvećom razlikom u poprečnom profilu 9



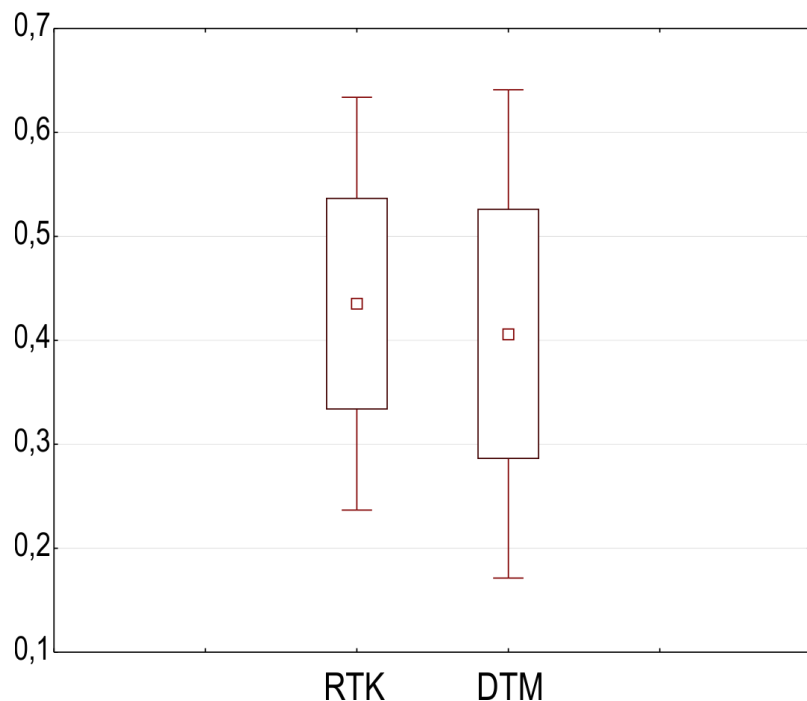
Izdvojeni parametri za čitavu projektiranu trasu ŠP

| Zemljani radovi | N, m ³ | I, m ³ | Razlika I-N, m ³ | Tampon, m ³ |
|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------------------|------------------------|
| RTK | 23,07 | 221,94 | 198,87 | 175,62 |
| DTM | 21,53 | 272,19 | 250,66 | 176,52 |
| Razlika | -1,54 | 50,25 | 51,79 | 0,00 |

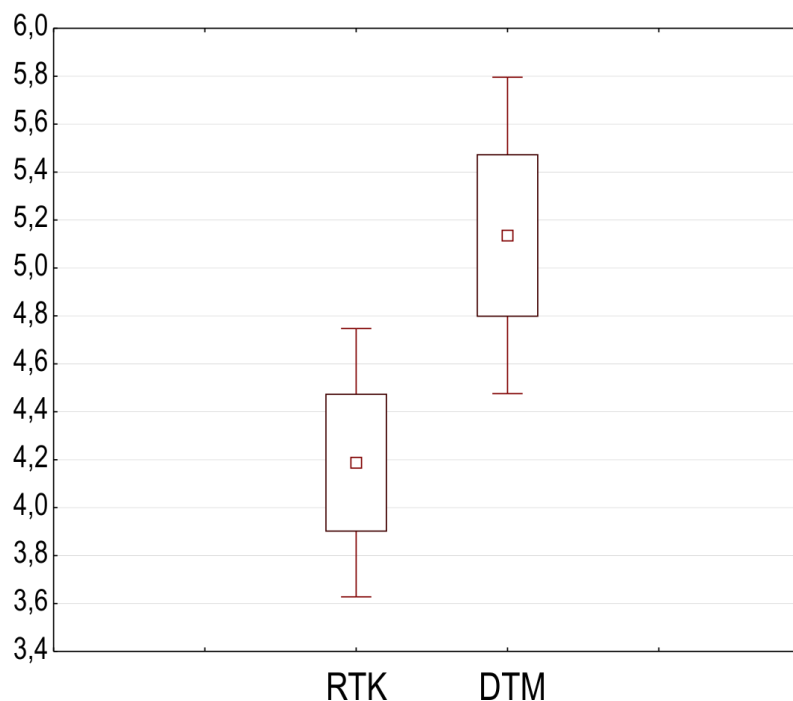
Rezultati

T-test za zavisne uzorke
Izražene razlike su značajne za vrijednost $p < ,05000$

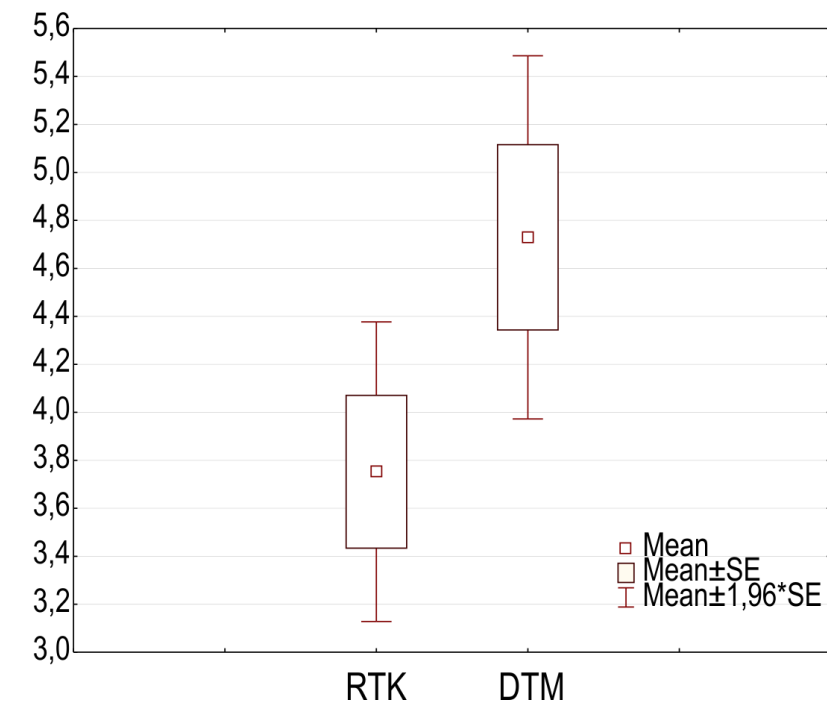
Zemljani radovi nasipa, m³
 $p = 0,465665$



Zemljani radovi iskopa, m³
 $p = 0,000001$



Razlika iskop/nasip, m³
 $p = 0,000003$



Zaključak

- upotreba suvremenog hardvera (bespilotna letjelica) i softvera (procesuiranje fotografija fotogrametrijskom metodom) omogućuju jednostavnije i brže prikupljanje prostornih podataka u određenim terenskim uvjetima,
- metoda određivanja uzdužnog nagiba šumskih prometnica uz korištenje softvera za projektiranje šumskih prometnica i prikupljanja prostornih podataka uz pomoć bespilotne letjelice daje pouzdanu točnost čime je potvrđena prva hipoteza,
- terenski podaci prikupljeni bespilotnom letjelicom uz precizno georeferenciranje referentnim točkama ne daje pouzdanu točnost za izradu glavnog projekta šumske prometnice te druga hipoteza nije potvrđena,
- daljnjim istraživanjima potrebno je utvrditi odstupanja bespilotne letjelice u radu s vlastitim GNSS prijemnikom bez definiranja referentnih točaka, te odrediti točnost podataka za veći preklop fotografija (> 80 %) sa nižom visinom leta,
- primjena i test prikazane metode izmjere u sastojinskim uvjetima visoke šume van vegetacijskog razdoblja.



HiSkid

H

V

A

L

A



REPUBLIKA HRVATSKA
Ministarstvo regionalnoga razvoja
i fondova Europske unije

