

RADIONICA br. 4 HRZZ projekta "3D-FORINVENT"

"Završna radionica –
Prezentacija projektnih rezultata"

Jastrebarsko, 26. veljače 2021.



Pregled projektnih aktivnosti i rezultata 3D-FORINVENT projekta

Ivan Balenović

Hrvatski šumarski institut
Zavod za uređivanje šuma i šumarsku ekonomiku
Trnjanska cesta 35, Zagreb
ivanb@sumins.hr



HRVATSKI ŠUMARSKI
INSTITUT

CROATIAN FOREST
RESEARCH INSTITUTE



Uporaba podataka daljinskih istraživanja dobivenih
različitim 3D optičkim izvorima u izmjeri šuma
(3D-FORINVENT), IP-2016-06-7686



SADRŽAJ

- **OSNOVNE INFORMACIJE O PROJEKTU**
- **CILJEVI**
- **PODRUČJE ISTRAŽIVANJA**
- **MATERIJALI I METODE**
 - Terenska izmjera
 - Podaci daljinskih istraživanja
 - Istraživanja
- **USAVRŠAVANJA**
- **DOKTORANDI**
- **DISEMINACIJA**
 - Konferencije
 - Radionice
 - Publikacije



OSNOVNE INFORMACIJE O PROJEKTU

- **Naslov HR:** Uporaba podataka daljinskih istraživanja dobivenih različitim 3D optičkim izvorima u izmjeri šuma
- **Naslov EN:** Retrieval of Information from Different Optical 3D Remote Sensing Sources for Use in Forest Inventory
- **Akronim:** 3D-FORINVENT
- **URL:** <https://jaska.sumins.hr/3d-forinvent/> ← Nova web stranica
- **Broj projekta:** IP-2016-06-7686
- **Program:** HRZZ Istraživački projekti
- **Trajanje:** 4 godine (01.03.2017. - 28.02.2021.)
- **Vrijednost financiranja:** 728.000,00 HRK
- **Znanstveno područje / polje:** Biotehničke znanosti / Šumarstvo
- **Ustanova:** Hrvatski šumarski institut
- **Voditelj:** Ivan Balenović



OSNOVNE INFORMACIJE O PROJEKTU

• PROJEKTNI TIM

- Dr. sc. **Ivan Balenović (HŠI)**
- **Luka Jurjević**, mag. mag. ing. geod. et geoinf. **(HŠI)**
- Prof. dr. sc. **Ante Seletković (ŠF)**
- Doc. dr. sc. **Mateo Gašparović (GEOF)**
- Doc. dr. sc. **Anita Simic Milas (BGSU)**
- Dr. sc. **Maša Zorana Ostrogović Sever (HŠI)**
- **Danijela Ivanković**, dipl. ing. šum. **(HŠI)**
- **Goran Tijan**, mag. ing. silv. **(HŠI)**
- **Nikolina Milanović (HŠI)**

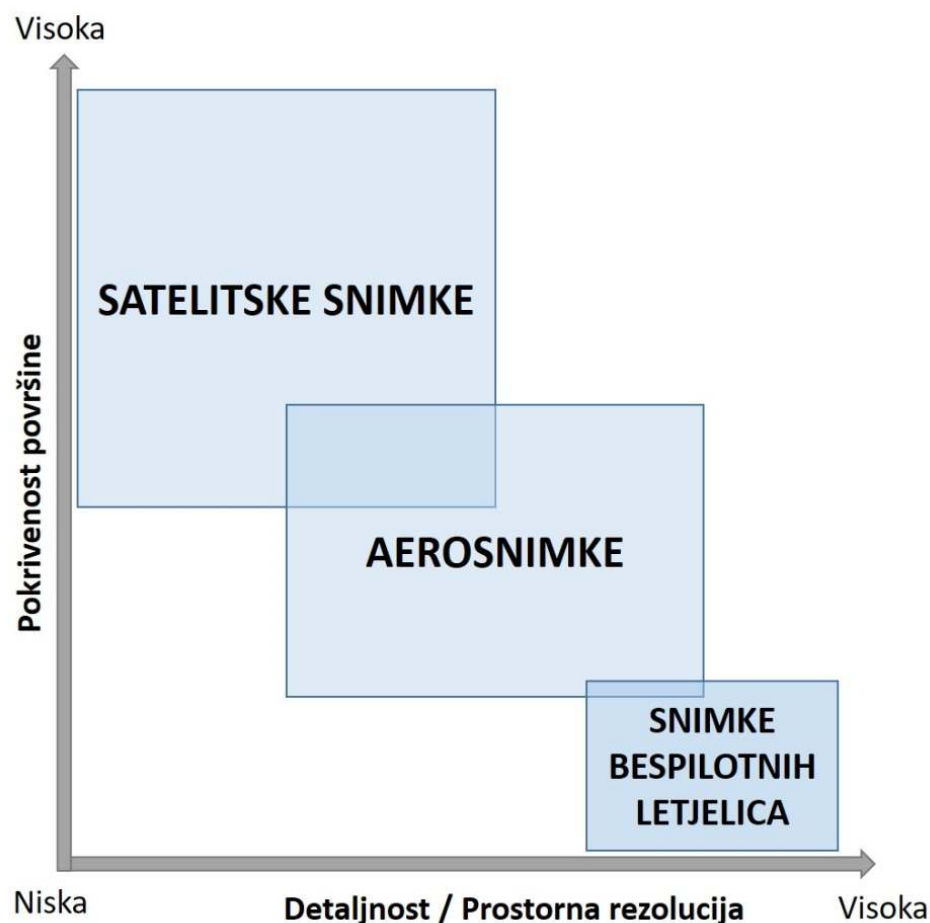


BGSU®



CILJEVI PROJEKTA

- Razviti i testirati metode temeljene na različitim 3D optičkim podacima DI (**satelitske snimke, aerosnimke, snimke bespilotnih letjelica**) za primjenu u inventuri šuma, a u svrhu poboljšanja učinkovitosti i ekonomičnosti postojećih terenskih načina prikupljanja podataka.
- Ispitati točnost fotogrametrijskih proizvoda izvedenih iz različitih 3D podataka DI i različitih prostornih rezolucija:
 - za **procjenu glavnih varijabli pojedinačnih stabala i šumskih sastojina** na raznim prostornim razinama (stablo, ploha, sastojina).
 - u **automatskoj segmentaciji i klasifikaciji pojedinačnih stabala i šumskih sastojina**.





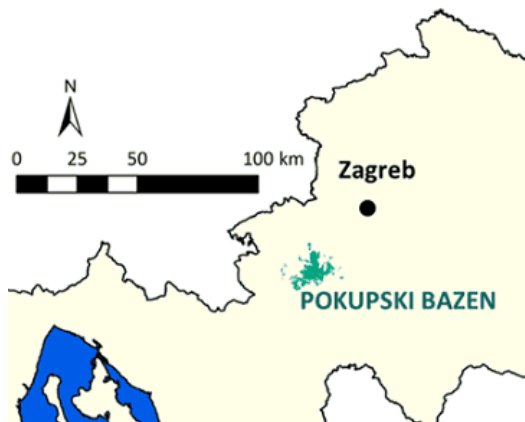
PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

- **Nizinske šume hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.)** – u gospodarskom i ekološkom pogledu jedan od najvažnijih šumskih ekosustava u RH

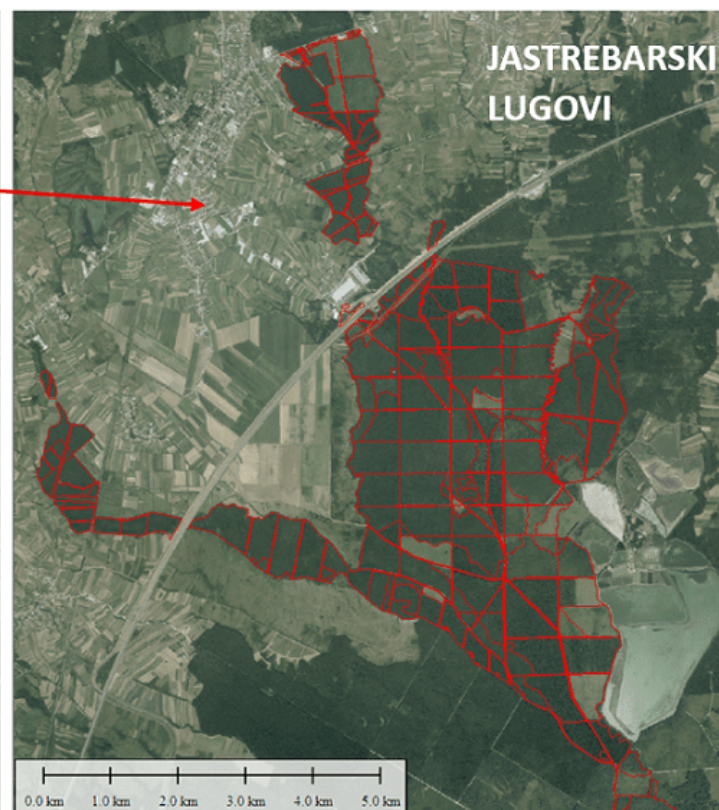
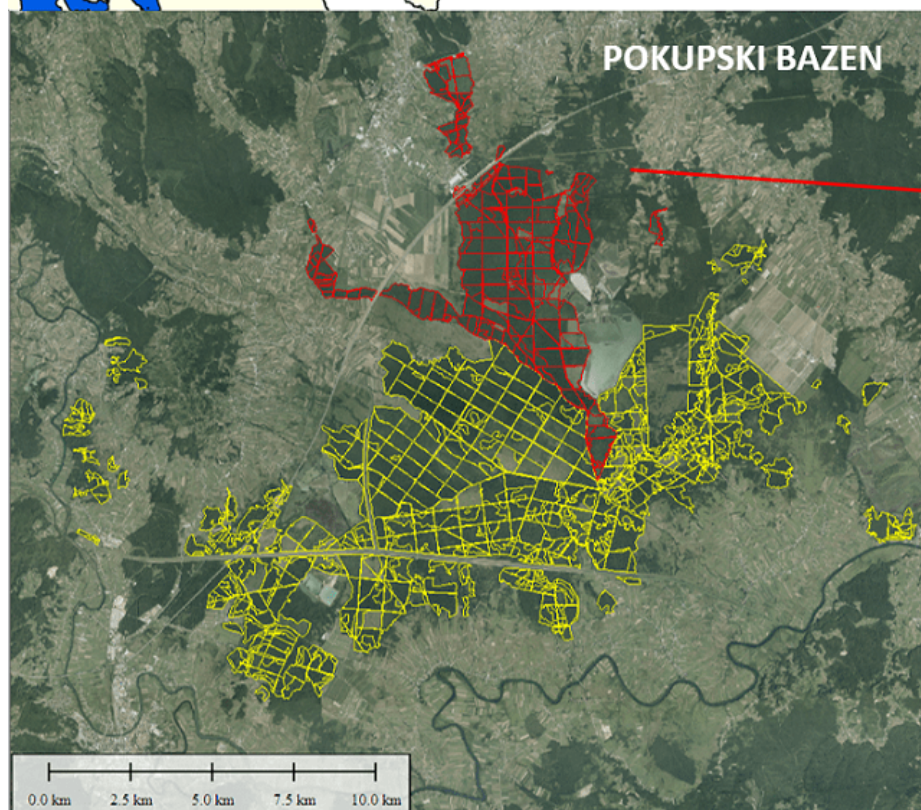




PODRUČJE ISTRAŽIVANJA



- **Pokupski bazen** (4 g.j.; ≈12.000 ha) → na razini šumske sastojine
- **G.j. Jastrebarski lugovi** (2128,77 ha) → na razini plohe i šumske sastojine
- **Dio g.j. Jastrebarski lugovi** (6 ploha) → na razini pojedinačnog stabla





MATERIJAL I METODE

- Provedba projekta realizirana je kroz sljedeće grupe glavnih aktivnosti:
 - 1) Terenska istraživanja i prikupljanje referentnih podataka;
 - 2) Prikupljanje i predobrada podataka daljinskih istraživanja;
 - 3) Obrada podataka daljinskih istraživanja;
 - 4) Analiza podataka;
 - 5) Usavršavanja;
 - 6) Doktorandi;
 - 7) Diseminacija projekta.



TERENSKA ISTRAŽIVANJA I PRIKUPLJANJE REFERENTNIH PODATAKA

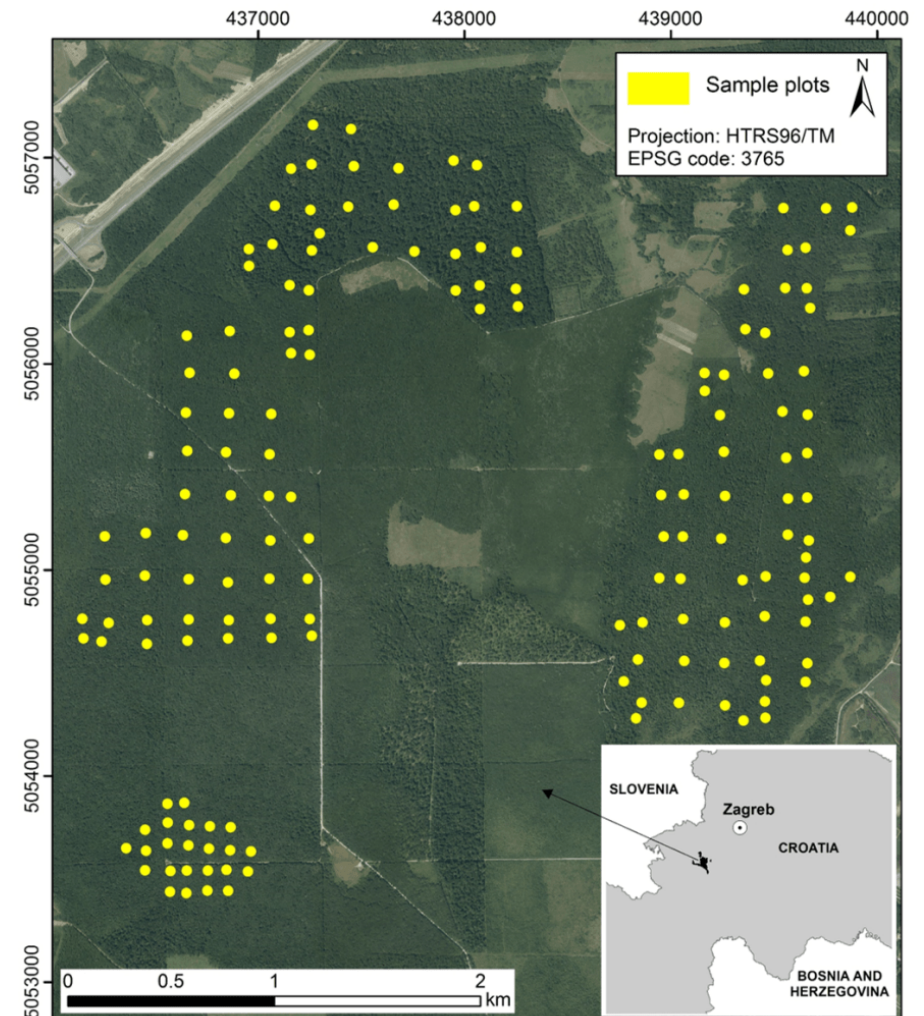
- **neophodna** za uspostavljanje odnosa (izradu modela) između terenskih podataka i podataka DI (ali u znatno manjoj mjeri nego kod klasične inventure šuma)
 - 1) **Detaljna terenska izmjera na primjernim ploham** → Geoprostorna baza terenskih podataka – varijabli pojedinačnih stabala i strukturnih elemenata šumskih sastojina na razini plohe,
 - 2) **Prikupljanje podataka iz osnove gospodarenja** → Geoprostorna baza podataka o šumskim sastojinama
 - 3) **Detaljna geodetska izmjera** (GNSS uređaj, totalna stanica) → Geoprostorna baza kontrolnih terenskih točaka (validacija DMR-a, precizno pozicioniranje terenske izmjere, orijentacija snimaka, itd.)



TERENSKA ISTRAŽIVANJA I PRIKUPLJANJE REFERENTNIH PODATAKA

- **Detaljna terenska izmjera na primjernim ploham**

- g.j. Jastrebarski lugovi
- ožujak 2017.- ožujak 2018.
- 164 plohe; $r=8$ m, 15 m ili 20 m
- 4943 stabala
- Starost sastojina = 33 - 163 godine
 - ✓ središta ploha - GNSS uređaj (CROPOS)
 - ✓ lokacija svakog stabala (daljinomjer i busola)
 - ✓ prsni promjeri svakog stabla
 - ✓ visine stabala (3248 stabala)
 - ✓ dimenzije krošanja (2158 stabala)
- Dodatna detaljna mjerenja 2019., 2020.





TERENSKA ISTRAŽIVANJA I PRIKUPLJANJE REFERENTNIH PODATAKA

- Detaljna terenska izmjera na primjernim ploham





TERENSKA ISTRAŽIVANJA I PRIKUPLJANJE REFERENTNIH PODATAKA

- Detaljna terenska izmjera na primjernim ploham





PODACI DALJINSKIH ISTRAŽIVANJA

- **Planirani podaci**
 - Satelitske stereo snimke (WorldView-3, multispektralne)
 - Aerosnimke
 - Snimke bespilotne letjelice (UAV)
 - Podaci DMR-a
- **Dodatno prikupljeni (neplanirani) podaci**
 - Satelitske stereo snimke (WorldView-2, pankromatske)
 - Snimke bespilotne letjelice – razne letjelice, kamere, područja i vremena snimanja
 - Podaci zračnog laserskog skeniranja
 - Podaci laserskog skeniranja korištenjem bespilotne letjelice (ULS)
 - Terestričko lasersko skeniranje (TLS)
 - Ručno lasersko skeniranje (HPLS)



PODACI DALJINSKIH ISTRAŽIVANJA

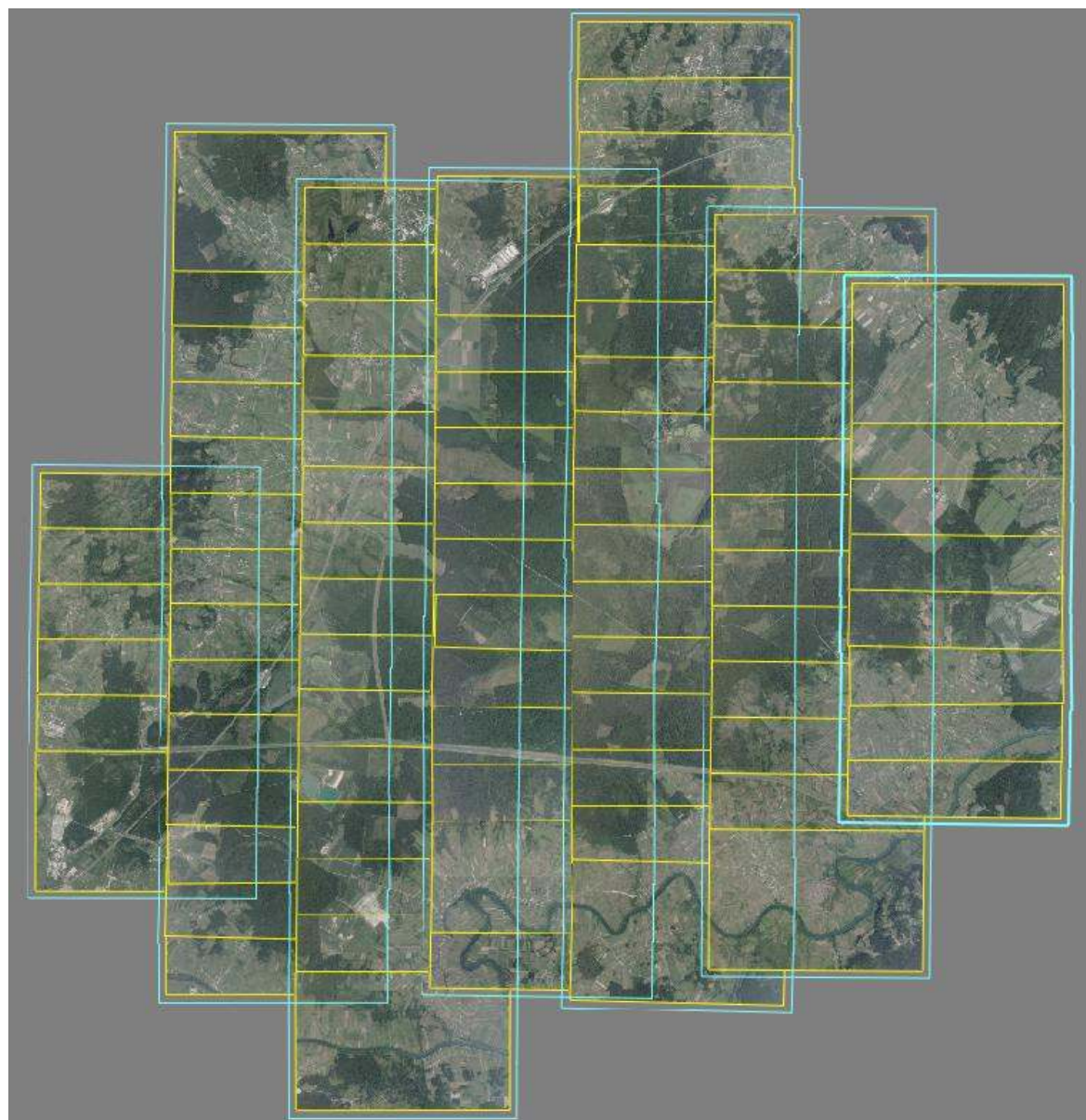
- **WorldView-3 (WV-3)**
- lipanj 2017.
- Pokupski bazen (≈ 15.000 ha)
- 2 multispektralne snimke (8 kanala)
 - GSD=0.31 m (pankromatske)
 - GSD=1.24 m (multispektralne)
- Ortho-Ready Standard (ORS2-A)





PODACI DALJINSKIH ISTRAŽIVANJA

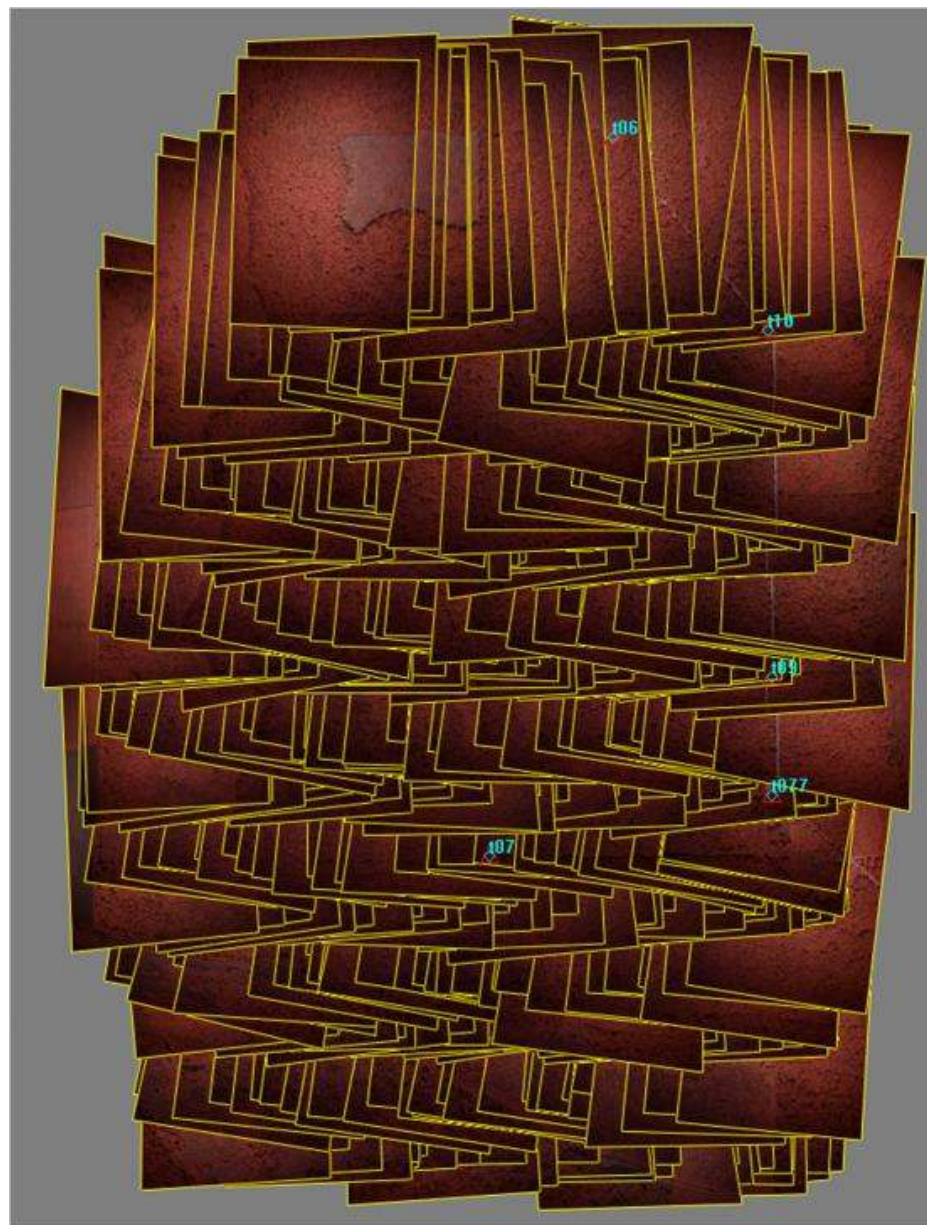
- **Aerosnimke**
- DGU, ljeto 2015.g.
- Pokupski bazen (>15.000 ha)
- 84 RGB snimke
- preklop 60%, 30%
- GSD=0.30 m





PODACI DALJINSKIH ISTRAŽIVANJA

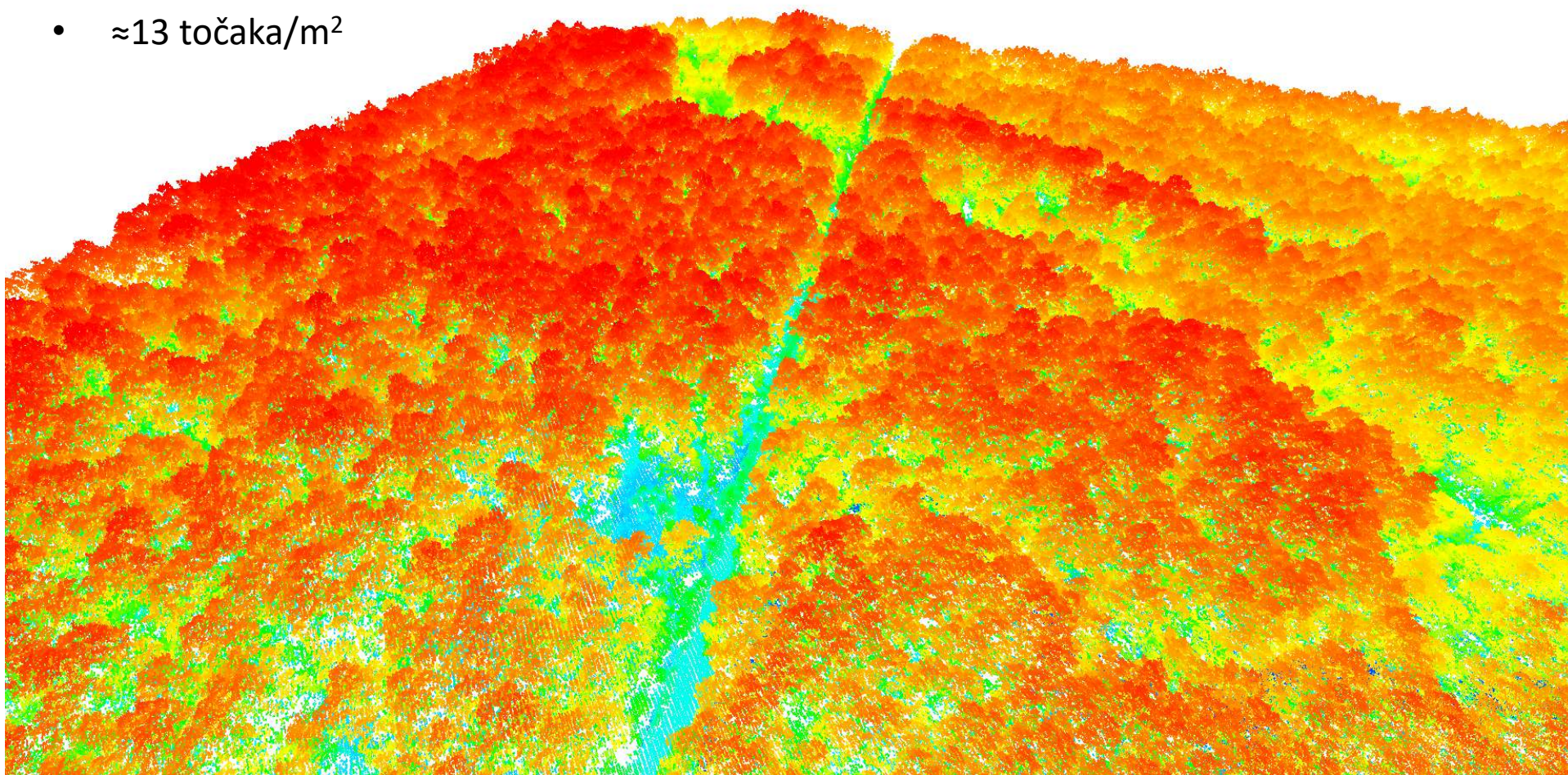
- **UAV snimke**
- Trimble UX5 HP, lipanj 2017.g.
- Pokupski bazen, dio (≈ 1.500 ha)
- 1440 snimaka (90%, 80%),
- 4 leta, 2 dana
- GSD=0.08 m





PODACI DALJINSKIH ISTRAŽIVANJA

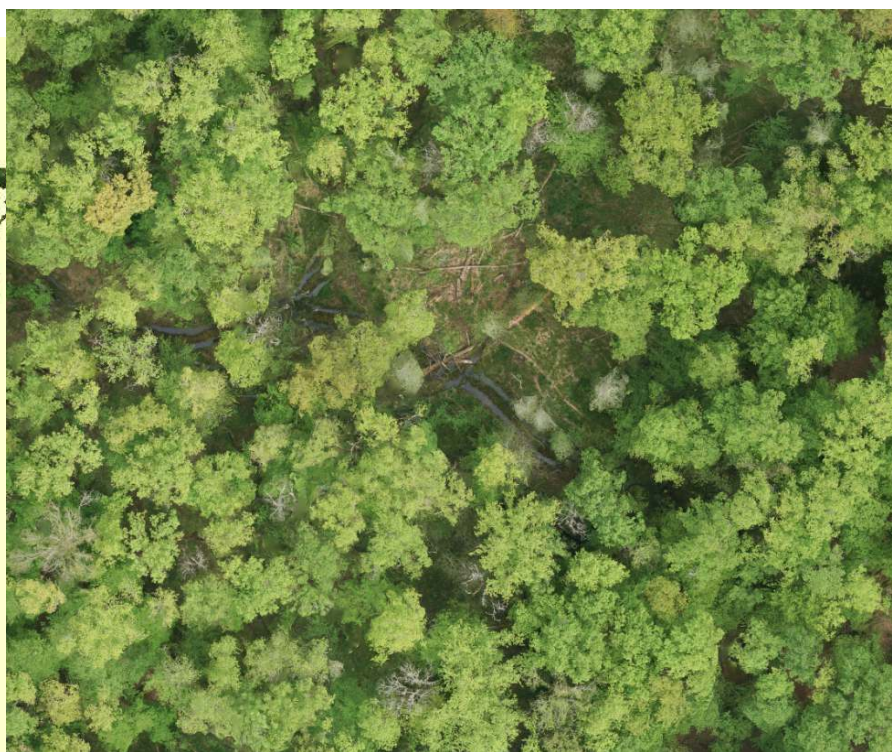
- **ALS (LiDAR)**
- Platforma: avion
- Ustupile Hrvatske vode
- ≈ 13 točaka/m²





PODACI DALJINSKIH ISTRAŽIVANJA

- **ULS (LiDAR)** vs. UAV snimke (fotogrametrija)
- Platforma: bespilotna letjelica
- **CADCOM d.o.o., Zagreb**
- LiDAR ≈ 320 točaka/m²
- UAV snimke GSD = 2 cm





PODACI DALJINSKIH ISTRAŽIVANJA

- Terestričko lasersko skeniranje – **TLS** (*Terrestrial Laser Scanning*)
- Ručno lasersko skeniranje – **HPLS** (*Handheld Personnel Laser Scanning*)
- **Geo-centar d.o.o., Čakovec**

TLS (Faro FOCUS S70)



HPLS (ZEB-HORIZON)





PODACI DALJINSKIH ISTRAŽIVANJA

- Nabavljena bespilotna letjelica



PODACI DALJINSKIH ISTRAŽIVANJA

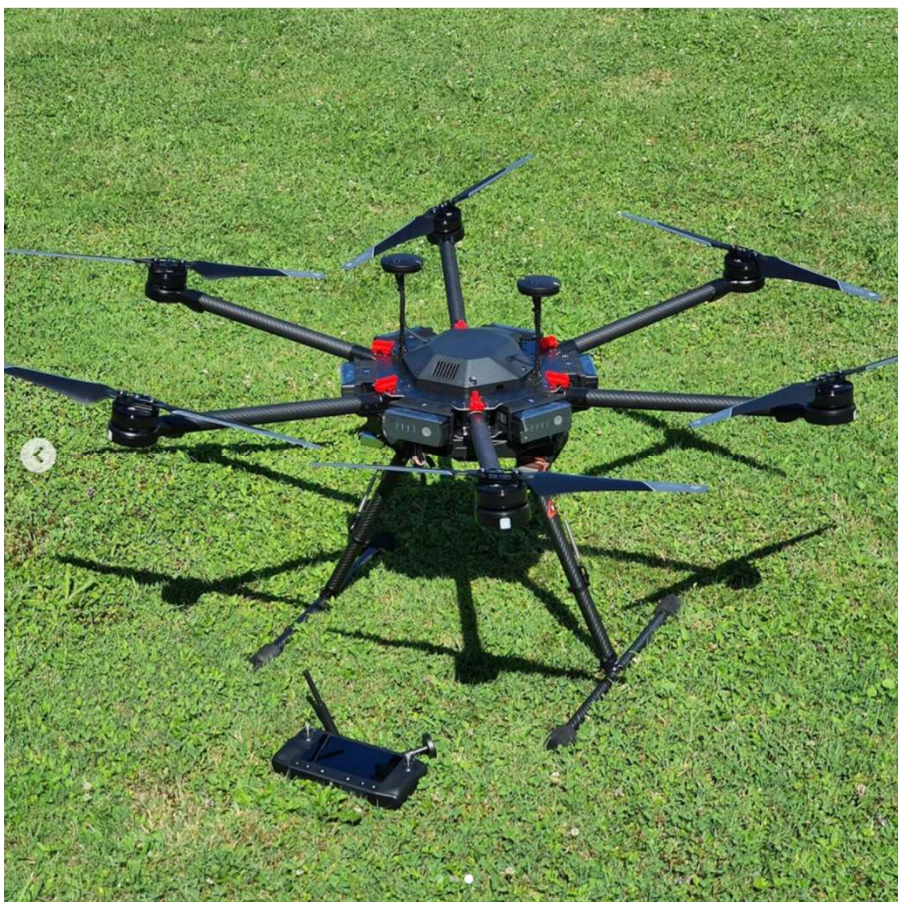
- Polomljena bespilotna letjelica





PODACI DALJINSKIH ISTRAŽIVANJA

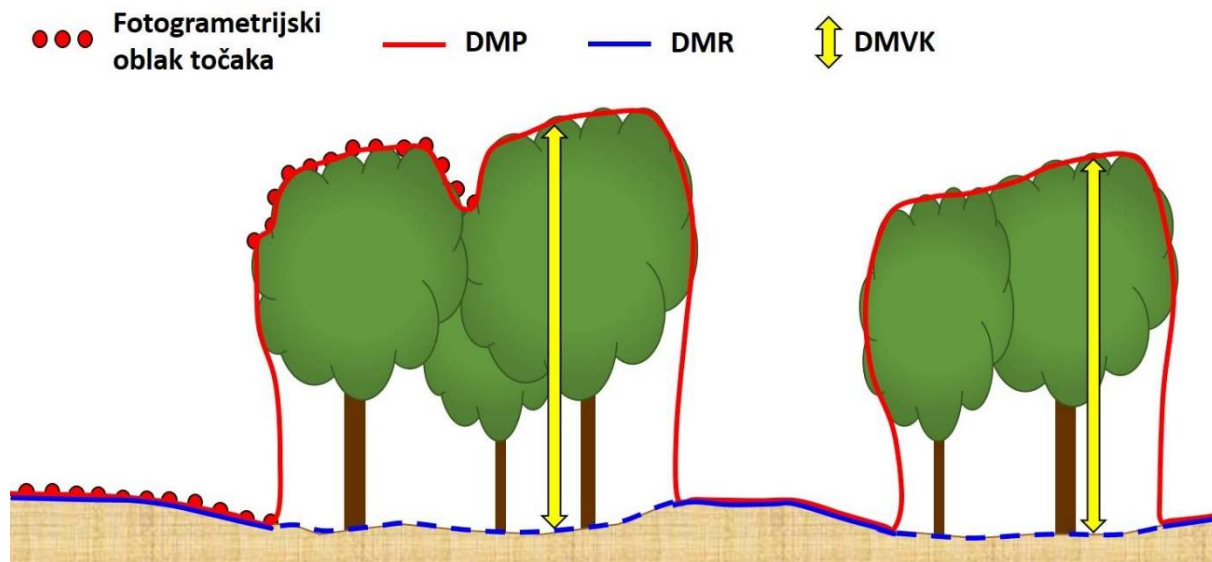
- Osvježena bespilotna letjelica (još uvijek leti...)





PODACI DALJINSKIH ISTRAŽIVANJA

- **Obrada snimaka**
 - Orijentacija snimaka (unutarnja, relativna, vanjska, kreiranje bloka snimaka)
 - Izrada **oblaka točaka**
 - Izrada **Digitalnog Modela Površine (DMP)**
 - Izrada **Digitalnog Modela Reljefa (DMR)**
 - Normalizacija oblaka točaka / Izrada **Digitalnog Modela Visine Krošanja (DMVK)** korištenjem Digitalnog Modela Reljefa (DMR)
- Izrada **Digitalnog OrtoFota (DOF)**





ISTRAŽIVANJA

- **Ispitivanja točnosti DMR-a u šumskom području iz različitih izvora DI (službeni DMR, ALS, ULS, UAV, TLS, HPLS)**
- **Ispitivanje točnosti** raznih fotogrametrijskih proizvoda i LiDAR podataka u:
 - Procjeni **strukturnih elemenata šumskih sastojina na razini plohe i razini sastojine / odsjeka** (satelitske snimke, aerosnimke, UAV, ALS)
 - Procjeni **glavnih varijabli pojedinačnih stabala** (UAV, ULS, TLS, HPLS)
- Ispitivanje točnosti **automatske segmentacije i klasifikacije pojedinačnih stabala i šumskih sastojina** (MS satelitske snimke, UAV).



USAVRŠAVANJA članova projektnog tima

- **Ukupno 6 usavršavanja** (4 na ljetnim/zimskim školama, 2 na radionicama)
- **4 usavršavanja:** L. Jurjević (doktorand), **1 usavršavanje:** I. Balenović (voditelj), **1 usavršavanje:** M. Gašparović (suradnik)
- **International SPLIT Remote Sensing Professional Summer School** (G-Eco Research, Ohio, USA)
 - Osoba: **Ivan Balenović** (1); **Luka Jurjević** (1)
 - Mjesto: Dubrovnik; Bolzano, Italija
 - Razdoblje: 2017; 2019
 - Vrsta: Ljetna škola



USAVRŠAVANJA članova projektnog tima

- **Karlsruher Institute of Technology (KIT) and Institute of Photogrammetry and Remote Sensing (IPF)**
 - Osoba: **Mateo Gašparović (1); Luka Jurjević (1)**
 - Mjesto: Karlsruhe, Njemačka
 - Razdoblje: 2018
 - Vrsta: Radionice

- **Finnish Geospatial Research Institute**
 - Osoba: **Luka Jurjević**
 - Mjesto: Masala, Finska
 - Razdoblje: 2019 (2 tjedna); 2020 (1 mjesec)
 - Vrsta: Specijalizacija / Zimska škola



DOKTORANDI

- **Luka Jurjević**
 - Hrvatski šumarski institut
 - **Naslov teme: Razvoj metodologije procjene strukturnih varijabli pojedinačnih stabala i primjernih ploha temeljem podataka blizupredmetnih daljinskih istraživanja**
 - Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet
 - Mentori: Mateo Gašparović, Ivan Balenović

- **Martina Deur**
 - Zavod za prostorno uređenje Šibensko-kninske županije
 - **Naslov teme: Razvoj nove metodologije za klasifikaciju šumskog pokrova primjenom satelitskih snimaka visoke rezolucije**
 - Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet
 - Mentori: Mateo Gašparović, Ivan Balenović



KONFERENCIJE

- **Ukupno 10** (7 usmenih izlaganja, 3 posterska izlaganja)
 - 1) Međunarodna znanstvena konferencija "**Šumarska znanost: sjećanje na prošlost, pogled u budućnost**", Jastrebarsko, veljača 2018., Usmeno izlaganje (Balenović).
 - 2) International scientific and expert conference "**Natural resources, green technology and sustainable development/3-GREEN2018**", Zagreb, lipanj 2018., Postersko izlaganje (Balenović).
 - 3) UAS4Enviro2018, 6th International Conference on "**Small Unmanned Aerial Systems for Environmental Research**", Split, lipanj 2018., Usmeno izlaganje (Balenović).
 - 4) UAS4Enviro2018, 6th International Conference on "**Small Unmanned Aerial Systems for Environmental Research**", Split, lipanj 2018., Usmeno izlaganje (Jurjević).
 - 5) 15th International Phytotechnology Conference "**How to Advance Forestry for Future Generations**", Novi Sad, listopad 2018., Usmeno izlaganje (Jurjević).



KONFERENCIJE

- 6) ISPRS TC I Mid-term Symposium "**Innovative Sensing – From Sensors to Methods and Applications**" Karlsruhe, listopad 2018., Postersko izlaganje (Jurjević).
 - 7) The International Society for Ecological Modelling Global Conference 2019 "**Modelling Forest Ecosystem Symposium**", Salzburg, listopad 2019., Postersko izlaganje (Balenović).
 - 8) The International Society for Ecological Modelling Global Conference 2019 "**Modelling Forest Ecosystem Symposium**", Salzburg, listopad 2019., Usmeno izlaganje (Jurjević).
 - 9) "**Klimatske promjene i novi izazovi u proizvodnji kvalitetnog i staništu prilagođenog šumskog reproduksijskog materijala**" 60. obljetnica šumskog sjemenarstva u Republici Hrvatskoj, Jastrebarsko, prosinac 2019., Usmeno izlaganje (Deur).
 - 10) "**18th International Conference on Operational Research**" (Koi 2020), Šibenik, rujan 2020., Usmeno izlaganje (Tafra).
- 2 konferencije planirane u 2020.g. otkazana zbog COVID-19...



OSTALA SUDJELOVANJA

- Presentacija projekta na Danima otvorenih vrata Hrvatskog šumarskog instituta – svake godine
- Pozvana predavanja (2) u okviru skupštinskih zasjedanja Znanstvenog vijeća za daljinska istraživanja, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti
- Video prilog u televizijskoj emisiji HTV-a "Prometej"
- Usmeno izlaganje u okviru ljetne škole 6th Split Remote Sensing Professional Summer School 2019



RADIONICE - Ukupno 4 (planirano 3)

Radionica br. 1. „Predstavljanje projekta i projektnih aktivnosti“

- Jastrebarsko, 01/05/2017





Radionica br. 2. „Metode obrade i primjene podataka daljinskih istraživanja dobivenih različitim 3D optičkim izvorima u izmjeri šuma”

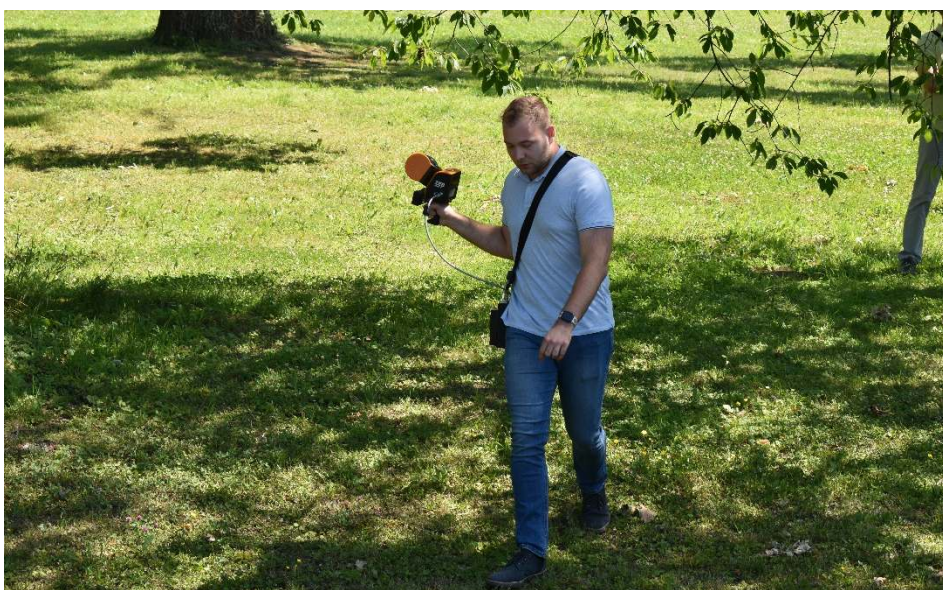
- NPŠO Duboka, Velika, 01/05/2019





Radionica br. 3. „Mogućnost primjene tehnologija blizu-predmetnih daljinskih istraživanja u izmjeri šuma”

- Jastrebarsko, 14/07/2020





Radionica br. 4. „Mogućnost primjene tehnologija blizu-predmetnih daljinskih istraživanja u izmjeri šuma”

- Jastrebarsko, 26/02/2021



RADIONICA br. 4

HRZZ projekta "3D-FORINVENT"

"Završna radionica –
Prezentacija projektnih rezultata"



PUBLIKACIJE

- **Objavljeno 11** znanstvenih radova (WOS CC) i **2** popularno znanstvena rada
- **Q1 = 6** ; Q4 = 5
- U pripremi 5 znanstvena rada

- *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, Q1, **IF=7.319** (1 rad)
- *Remote Sensing*, Q1, **IF=4.509** (2 rada)
- *Croatian Journal of Forest Engineering*, Q1, **IF=2.500** (3 rada)
- *Šumarski list* (1 rad)
- *Geodetski list* (2 rada)
- *South-east European forestry* (1 rad)
- *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* (1 rad)

HVALA !!!