



Naručitelj: Hrvatske vode

Oznaka: VPB-TGS-19-0017

GEODETSKI ELABORAT

ZA PROJEKT „NATURAVITA - IZRADA 3D MODELA TERENA POPLAVNOG PODRUČJA PARKA PRIRODE KOPAČKI RIT”

Ovlašteni inženjeri geodezije:

Jure Šimundić, dipl.ing.geod.

dr.sc. Slaven Marasović, dipl.ing.geod.

Direktor:

Helena Jeftimija, dipl.ing.građ.

Zagreb, 12.04.2021. godine
Broj elaborata: VPB-TGS-19-0017





| | |
|------------------------|---|
| <i>NAZIV PROJEKTA:</i> | GEODETSKI ELABORAT "NATURAVITA - IZRADA 3D MODELA TERENA POPLAVNOG PODRUČJA PARKA PRIRODE KOPAČKI RIT" |
| <i>NARUČITELJ:</i> | Hrvatske vode |

| | |
|--|--|
| <i>VODITELJ IZRADE PROJEKTNE DOKUMENTACIJE</i> | Dr.sc. SLAVEN MARASOVIĆ, dipl.ing.geod. |
|--|--|

| | | | |
|----------------------------|---|-----------------|----------|
| <i>ID OZNAKA PROJEKTA:</i> | VPB-TGS-19-0017 | <i>REVIZIJA</i> | 0 |
| <i>RAZINA OBRADE:</i> | GEODETSKI ELABORAT | | |
| <i>PROJEKTANT:</i> | JURE ŠIMUNDIĆ dipl.ing.geod. | | |
| <i>SURADNICI:</i> | HRVOJE BRALO, dipl. Ing. geod. TOMISLAV ŠIKIĆ, ing.geod. DAMIR ČIŽMEK, geod.teh. MARTIN KALAICA, građ.teh. | | |
| <i>MJESTO I DATUM:</i> | ZAGREB, travanj, 2021. god. | | |

Direktor:
Helena Jeftimija, dipl.ing.građ.



Republika Hrvatska
Ministarstvo unutarnjih poslova



KOPAČKI RIT
Park prirode - Nature Park



REPUBLIKA HRVATSKA
Ministarstvo regionalnoga razvoja
i fondova Europske unije



SADRŽAJ:

I. TEHNIČKI DIO – TEKST

1. OPĆI DIO
2. UVOD
3. TEHNIČKO IZVJEŠĆE
 - 3.1. BATIMETRIJSKO SNIMANJE
 - 3.2. LIDAR SNIMANJE
 - 3.3. PSALMOLOŠKO SNIMANJE

II. TEHNIČKI DIO – GRAFIČKI PRILOZI

1. PREGLEDNA KARTA M: 1:25000



2. UVOD

Temeljni fenomen i iznimna vrijednost Parka prirode Kopački rit (PPKR) i Regionalnog parka Mura-Drava zasnovana je na poplavnoj prirodi područja nastalog pod utjecajem dviju velikih rijeka Dunava i Drave. Područje je pod neprekidnim utjecajem toka voda koje daju ritam stvaranja i razaranja na području PPKR. Uočeni trendovi na promatranom poplavnom području (temeljne zone) PPKR ukazuju na potencijalno smanjenje retencijskog kapaciteta poplavnog područja te na smanjenje bioraznolikosti područja.

Uvažavajući trendove morfoloških promjena na rijekama vidljivo je da je opstojnost PPKR-a, u obliku u kakvom ga danas poznajemo, dugoročno upitna. Zbog vidljivog trenda smanjenja močvama i vodnih površina u temeljnoj zoni PPKR-a u malovodnim razdobljima rijeka Drave i Dunava, sukcesije i povećanja livadnih i šumskih površina na prostorima gdje su se nalazile trajne vodne površine u prošlosti, uočena je potreba izrade multidisciplinarnе Studije revitalizacije voda i o vodama ovisnih ekosustava poplavnog područja Parka prirode "Kopački rit".

Cilj ovih istraživanja je izraditi 3D model Parka prirode Kopački rit s utvrđenim debljinama naslaga mulja na dnu glavnih kanala kojima voda dolazi u Park iz Dunava i Drave (Vemeljski dunavac, Hulovski kanal, Hordovanj, Čonakut, Novi kanal/Linjov) i na temelju toga utvrditi retencijski kapacitet poplavnog područja PPKR. Pregledom i analizom sve postojeće dostupne dokumentacije, rezultata provedenih dosadašnjih praćenja i prikupljenih podataka mjerenja, kao i mogućim terenskim obilascima na ključnim mjestima (u cilju prikupljanja podataka o interakciji vodnih tijela/voda i o vodama ovisnih ekosustava odnosno živih bića koja ovise o njima i/ili utječu na njih u promatranom području), potrebno je odrediti nulto stanje voda i o vodama ovisnih



Republika Hrvatska
Ministarstvo unutarnjih poslova



KOPAČKI RIT
Park prirode - Nature Park



REPUBLIKA HRVATSKA
Ministarstvo regionalnoga razvoja
i fondova Europske unije





ekosustava. Također je potrebno izraditi Elaborat o utvrđenom retencijskom kapacitetu i nultom stanju voda i o vodama ovisnih ekosustava te na temelju istoga izraditi prijedlog detaljnog plana istraživanja i monitoringa u svrhu prikupljanja odgovarajućih podataka potrebnih za izradu studije revitalizacije poplavnog područja PP Kopački rit.



Republika Hrvatska
Ministarstvo unutarnjih poslova



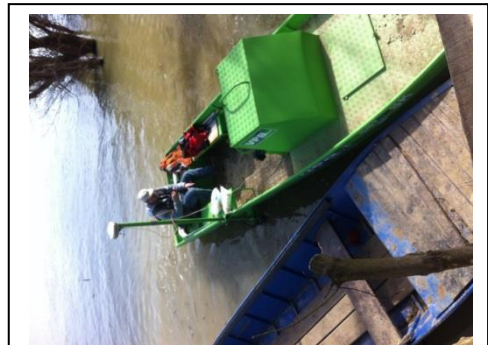
KOPAČKI RIT
Park prirode - Nature Park



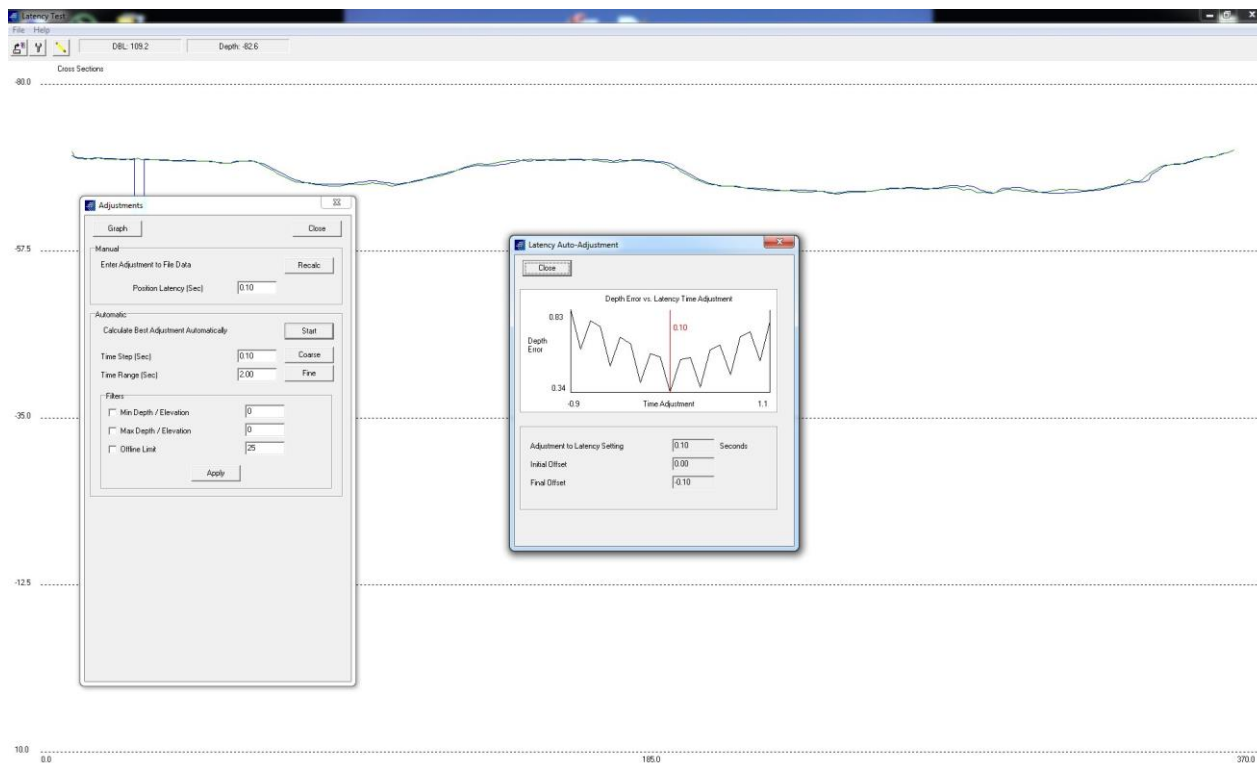
3. TEHNIČKO IZVJEŠĆE

3.1. BATIMETRIJSKO SNIMANJE

Podvodna mjerenja korita kanala i jezera izvršena su po prethodno definiranim profilima na udaljenosti od 20m. Kako bi se osigurala zahtjevana razina točnosti, prije početka snimanja izvršene su nužne provjere u svrhu visinske i položajne točnosti podataka. Izvršen je i „Bar Check“, te „Latency test“ (Slika 2). Također je svakodnevno, prije početka snimanja, izvršena provjera temperatura vode kao pokazatelja za određivanje brzine zvuka u vodi. Provjera dobivenih podataka izvršena je minimalno jednim kontrolnim mjerenjem podatka dobivenog dubinomjerom i direktnog očitavanja na letvi.



Slika 1.: Čamac s opremom za podvodno mjerenje



Slika 2.: Sinkronizacija podataka GNSS uređaja i dubinomjera testnim mjerenjima (Latency test) u programu Hypack 2011/2016a

Princip funkcioniranja instrumenata u sustavu za podvodno precizno trodimenzionalno mjerenje i prikaz korita rijeka, jezera i podmorja prikazan je na Slika 3.

Sastavni dijelovi sustava su:

- Plovilo- AlumaCro 590
- GNSS uređaj koji služi za određivanje pozicije - Trimble R8/5800,
- dubinomjer sa sondom za mjerenje dubina - Syqwest Hydrobox, sonda PO1740,



- računalo za pohranu podataka - Prijenosno računalo HP ProBook 6570b te
- programi za prikaz podataka, upravljanje sustavom i sinkronizaciju podataka - Hypack 2011/2016a, GPS Configurator te HydroBox 2.45.

Prije svakog projekta potrebno je podesiti sustav kako bi pohranjeni podaci odgovarali zahtjevima projekta.

Prilagodba GNSS uređaja vrši se u programu GPS Configurator gdje se odabiru vrste zapisa te parametri prijenosa zapisa. Zapisi koji su iz GNSS uređaja pridruženi programima Hypack 2010/2011 i HydroBox 2.45 su:

- GGA - podaci o 3D lokaciji i točnost podataka
- GST - statistički podaci o šumu GPS pseudoudaljenosti
- GSV - podaci o satelitima
- VTG - podaci o smjeru i brzini kretanja (plovidbe)
- ZDA - podaci o datumu i vremenu (mogućnost usklađenja programa s GNSS uređajem)

Identične parametre treba podesiti u svim programima i uređajima kako bi komunikacija bila valjana.

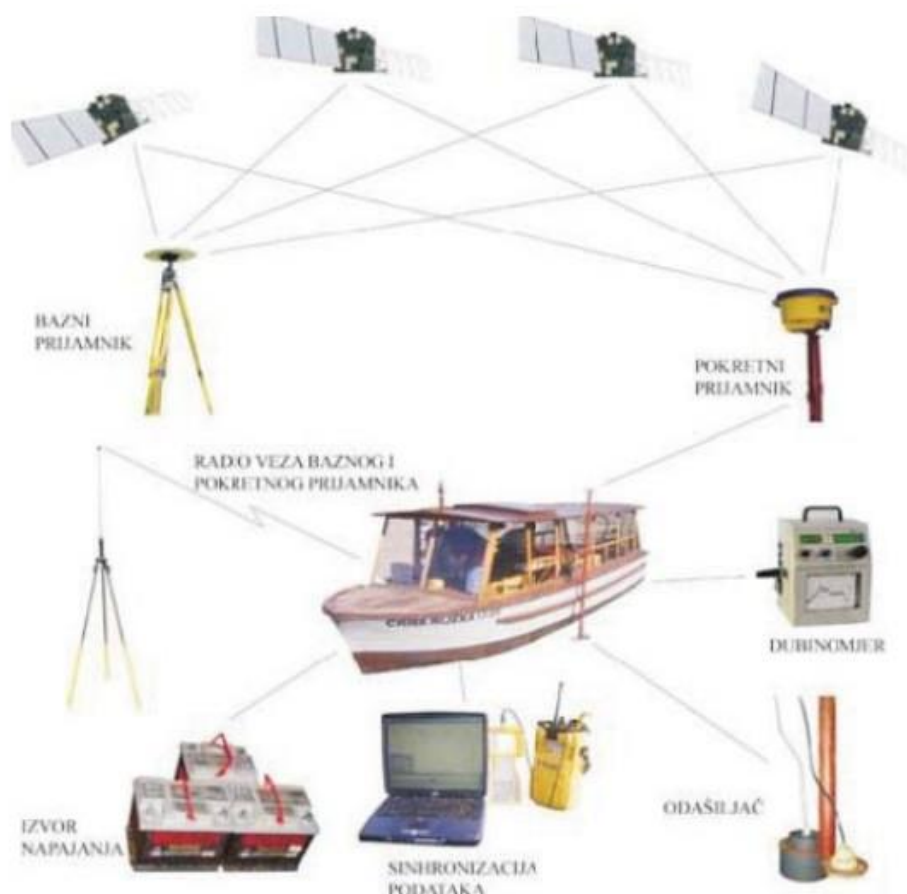


Republika Hrvatska
Ministarstvo unutarnjih poslova



KOPAČKI RIT
Park prirode - Nature Park



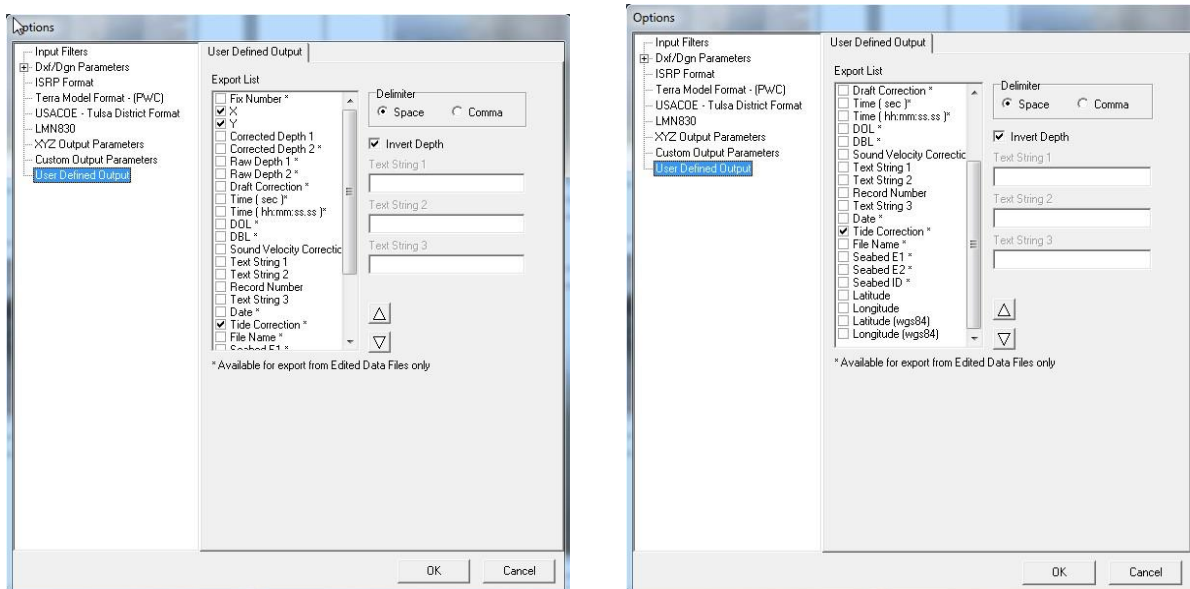


Slika 3.: Prikaz funkcioniranja sustava za podvodno mjerenje korita rijeka jezera ili podmorja

Planirani položaji poprečnih profila također se unose u program Hypack 2011/2016a u jednom (*.dxf) od za to predviđenih formata te u kontroler (TSC2) kako bi se u realnom vremenu moglo precizno pozicionirati u odnosu na planirane položaje poprečnih profila. Na ovaj način uvid u položaj plovila i smjer plovidbe imaju dvije

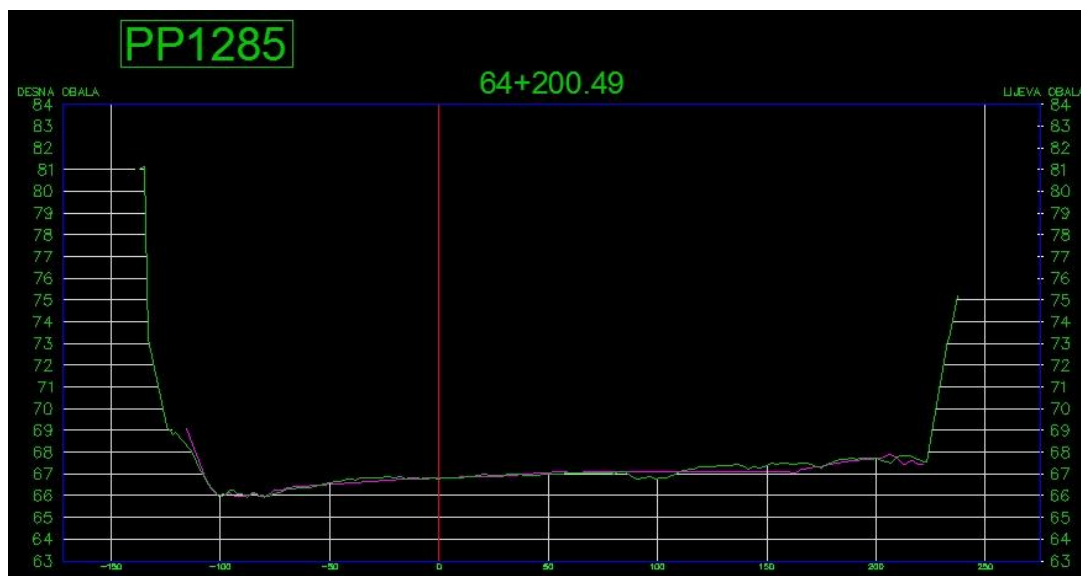
osobe čime se preciznost plovidbe po poprečnim profilima povećava što doprinosi podacima pogodnijim za izradu 3D modela te povećava sigurnost plovidbe.

Program Hypack 2011/2016a ima mogućnost pohrane podataka na elipsoidu WGS84, lokalnom datumu i elipsoidu lokanog datuma. Podatke koji sustav može zapisati i izvesti iz programa prikazani su na Slika 4. Time je mogućnost obrade podataka pojednostavljena, a sami rezultati su kvalitetnije „pročišćeni“ od raznih negativnih utjecaja na kvalitetu mjerenja.



Slika 4.: Mogućnost pohrane i izvoza podataka iz programa Hypack 2011/2016a

Primjer kontrole poprečnog profila prikazan je na Slika 5. Kod kontrolnih mjerenja nekoliko stvari utječe na kvalitetu usporedbe. Mogućnost ponavljanja identične putanje plovidbe po poprečnom profilu i morfološki izgled korita najznačajnije utječu na kvalitetu usporedbe. Na primjeru je vidljiv povoljan utjecaj navedenih parametara

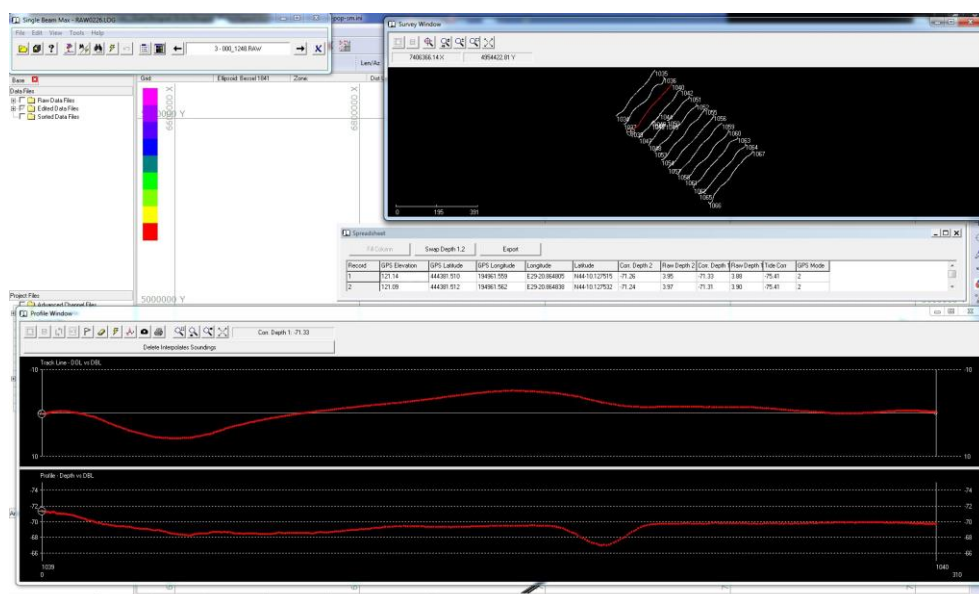


Slika 5.: Prikaz kontrolnog mjerenja na mjerenom poprečnom profilu

Po završetku mjerenja bilo je potrebno počistiti rezultate mjerenja od raznih negativnih vanjskih utjecaja na rezultate mjerenja. Takvi utjecaji nastaju uslijed nepovoljnog rasprostiranja signala sonde u vodi što rezultira zaustavljanjem procesiranja dubina, a uočava se kontinuiranom dubinom, „smrznutoj“ na određenom iznosu ili rezultatna dubina bude prikazana u iznosu 0.00 m. Takve nepravilnosti može uzrokovati viša vegetacija ispod površine vode, nagli izraženi padovi u reljefu korita ili objekti koji plutaju ispod površine vode, a što utječe na rasprostiranje signala sonde na dubine s velikom razlikom pa prosječna rezultatna dubina ne može biti dobro sračunata. Prilagodbom načina plovidbe, takve nepravilnosti mogu se anulirati ili djelomično anulirati ovisno o intezitetu nepravilnosti. Za napomenuti je da se takve nepravilnosti rasprostiru na manjem dijelu poprečnih profila. Program Hypack

2011/2016a nudi sučelje (Single Beam Max) za brisanjem takvih dubina te mogućnost uprosječivanja mjerenja na mjestu brisanih (Slika 6).

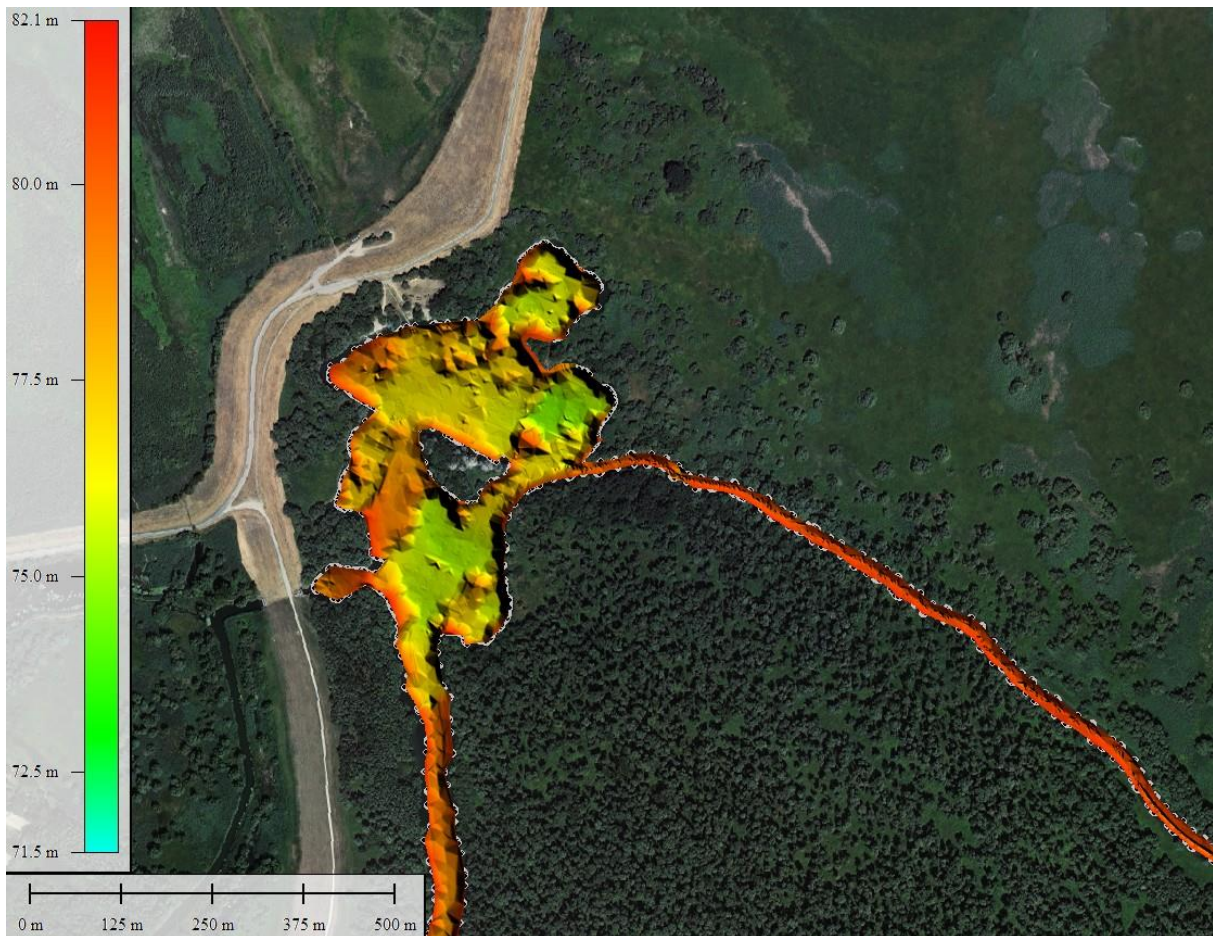
Gubitak signala mobilnog operatera na mobilnom uređaju koji prenosi korekcije satelita s permanentnih stanica također utječe na točnost rezultata mjerenja. Međutim, obradom podataka nivo vode se prenosi s onih točaka na poprečnom profilu gdje je signal bio postojan pa se, savjesnim pristupom obradi podataka taj utjecaj skoro u potpunosti anulira.



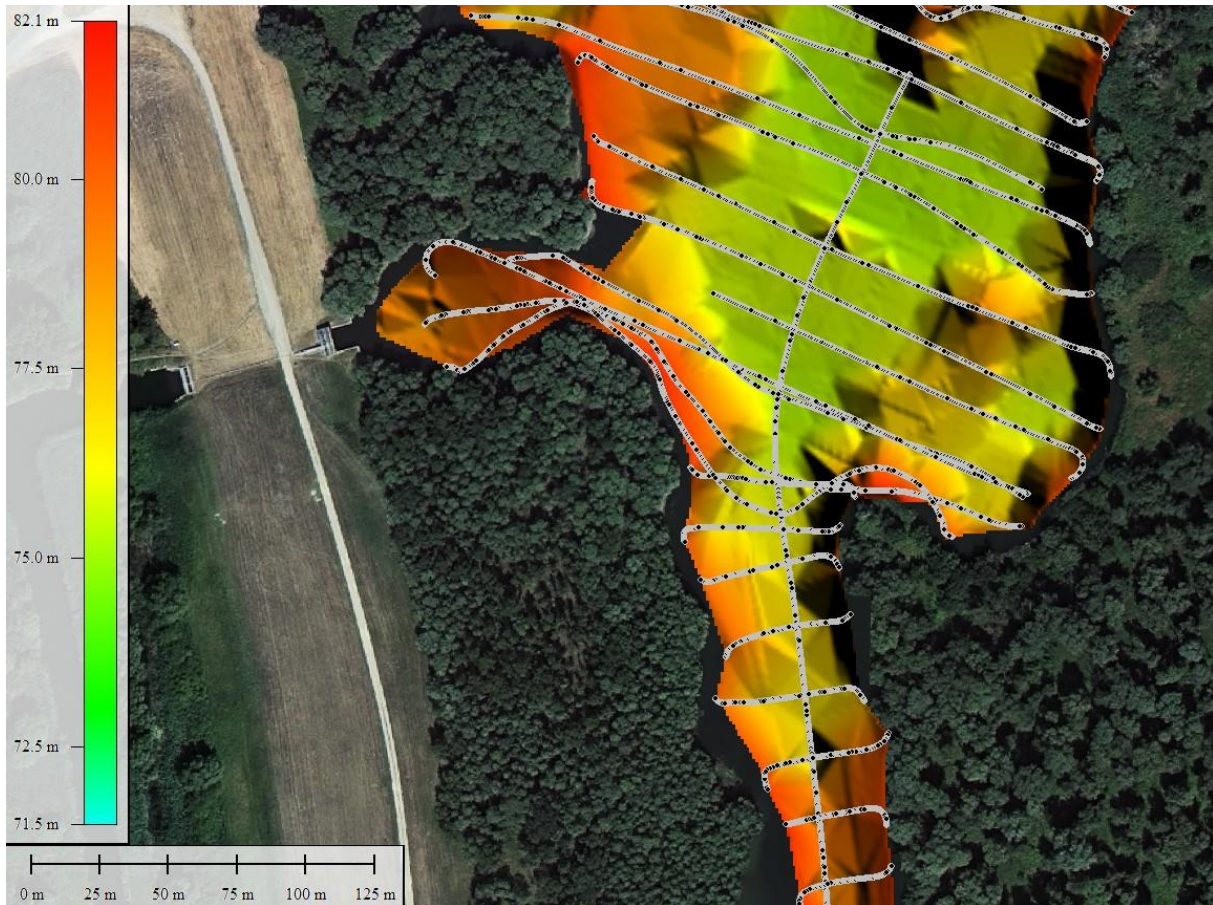
Slika 6.: Modul Single Beam Max za editiranje nepravilnosti u mjerenju

Na temelju mjerenih poprečnih profila izrađen je 3d model kanala i jezera PPKP-a (Slika 7., Slika 8., Slika 9., Slika 10., Slika 11.) na dionici obuhvaćenoj projektnim zadatkom iz kojeg se posljedično mogu vaditi poprečni ili uzdužni profili na bilo kojoj

dionici. Rubni uvjeti takvih poprečnih ili uzdužnih profila su povoljan morfološki izgled korita i kontinuirana udaljenost između mjerenih poprečnih profila od 20m.



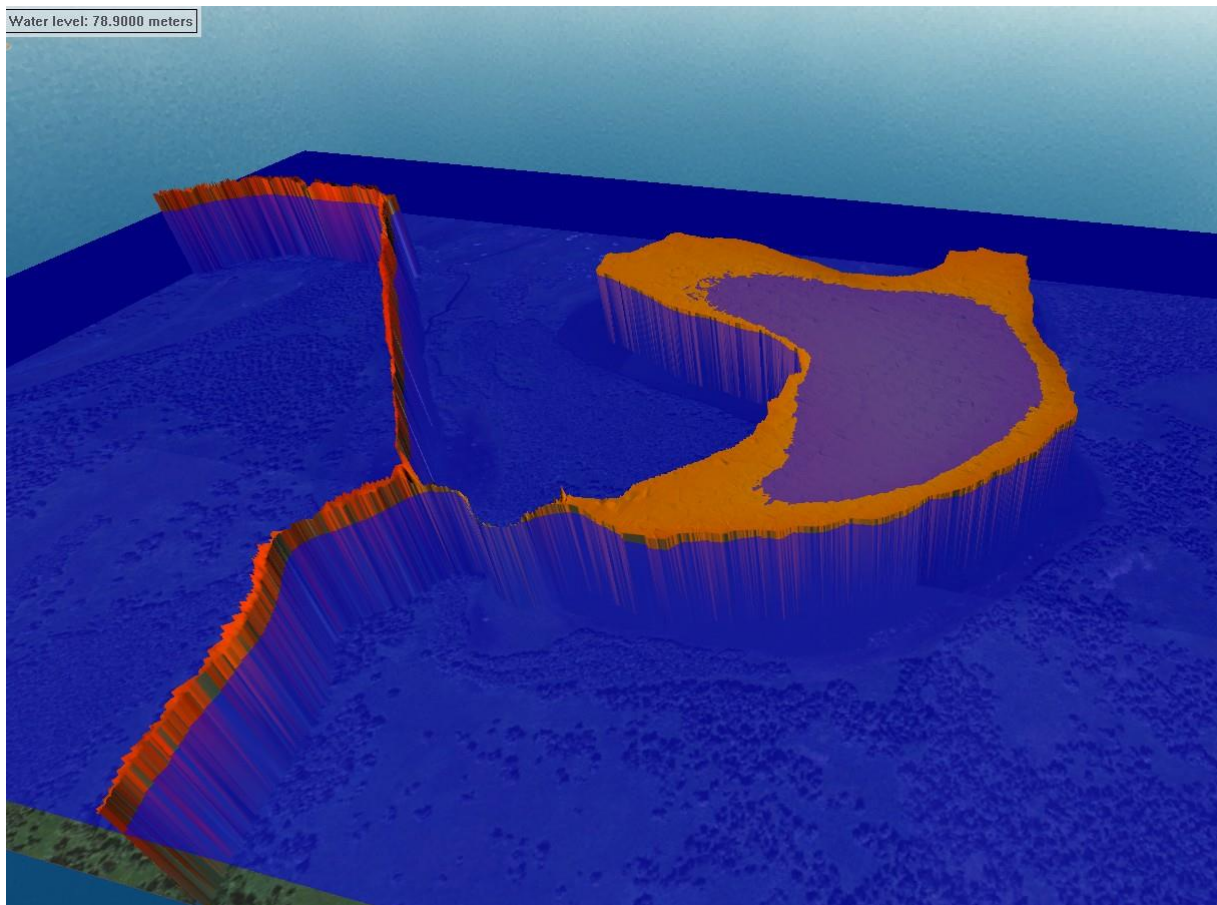
Slika 7.: Tlocrtni prikaz 3D modela s prikazom dubina kroz nijanse boje (Jezero Sakadaš)



Slika 9.: Tlocrtni prikaz 3D modela s prikazom putanje ploidbe



Slika 10.: Tlocrtni prikaz 3D modela (Kopačevsko jezero)



Slika 11.: 3D model s prikazom vodnog lica pri određenom vodostaju

GEOREFERENCIRANI VIDEO

Paralelno sa snimanjem vodnih nivoa i profila izvršeno je i fotodokumentiranje obale na način da je izrađen georeferencirani video pomoću dvije video kamere s integriranim GPS uređajem (Slika 12.).

Georeferencirani video je video zapis u kojem za svaku sliku videa znate položaj s kojeg je snimljena. Ovisno o sustavu za snimanje može se znati i precizna orijentacija čime, ovisno o kvaliteti inercijalnog sustava može postati mobilni sustav za mapiranje. GPS uređaj, video kamera i pokretni nosač (plovilo, vozilo ili letjelica) su osnovni dijelovi sustava za prikupljanje podataka za izradu georeferenciranog videa (Slika 13.).



Slika 8.: Postavljene akcijske kamere za snimanje georeferenciranog videa

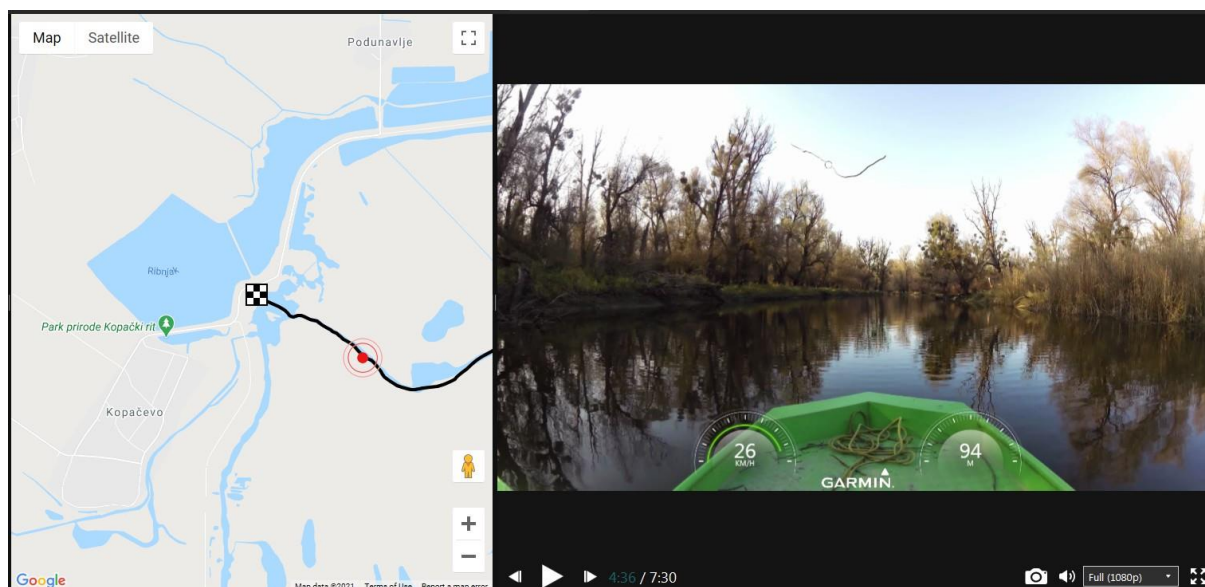
Pri obradi video materijala osnovna stvar kojoj je potrebno posvetiti pozornost je sinkronizacija GPS datoteka (*.gpx) i video snimka (*.mp4). Takvu mogućnost nudi korišteni Garminov program VIRB™ Edit.

Za izradu georeferenciranog videa korišteni su:

Akcijnska kamera sa integriranim GPS uređajem: Garmin Virb Elite

VIRB™ Edit program

Plovilo – AlumaCro 590



Slika 13.: Georeferencirani video u VirbEdit sučelju



U Zagrebu, travanj, 2021. godine

Izradio:

Jure Šimundić, dipl.ing.geod.



Republika Hrvatska
Ministarstvo unutarnjih poslova



KOPAČKI RIT
Park prirode - Nature Park



3.2. LIDAR SNIMANJE

IZRADA 3D MODELA TERENA PARKA PRIRODE KOPAČKI RIT





3.2.1. Protokol o kalibraciji senzora Riegl VUX-240

Title: **Protocol: System Calibration RIEGL VUX-240-SYS 2225777**

Author: DI Peter Rieger, Markus Nowotny

Customer: GeoGIS Consultants
Doc. No.: Na
Date: 28.08.20
Pages: 17
Issue: 03
Distribution:



Copying of this document, and giving it to others and the use or communication of the contents thereof, is forbidden without express authority. Offenders are liable to the payment of damages. All rights are reserved in the event of the grant or the registration of a utility model or design.



Republika Hrvatska
Ministarstvo unutarnjih poslova



KOPAČKI RIT
Park prirode - Nature Park



REPUBLIKA HRVATSKA
Ministarstvo regionalnoga razvoja
i fondova Europske unije



Contents

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUCTION | 3 |
| 2 | EXPLANATIONS TO THE PROTOCOL | 4 |
| 3 | RIPROCESS SCAN DATA ADJUSTMENT PROTOCOL | 6 |
| 3.1 | CALCULATION PARAMETERS | 6 |
| 3.2 | CALCULATION RESULTS | 6 |
| 3.3 | LASER DATA | 6 |
| 3.4 | LASER DEVICES | 6 |
| 3.5 | NAVIGATION DEVICES | 6 |
| 3.6 | OBSERVATIONS | 6 |
| | <i>Best 15 observations</i> | 6 |
| | <i>Worst 15 observations</i> | 7 |
| | <i>Best 15 scans</i> | 7 |
| | <i>Worst 15 scans</i> | 7 |
| 3.7 | HISTOGRAM OF RESIDUALS | 8 |
| 3.8 | ORIENTATION CHART | 8 |
| 4 | VISUAL ACCURACY ASSESSMENT | 9 |
| 4.1 | HEIGHT DIFFERENCE PLOTS | 10 |
| | <i>Scan 200709_143944 vs. 200709_150923</i> | 10 |
| | <i>Scan 200709_153735 vs. 200709_155501</i> | 11 |
| | <i>Scan 200709_144231 vs. 200709_152730</i> | 12 |
| | <i>Scan 200709_144716 vs. 200709_150923</i> | 13 |
| | <i>Scan 200709_144716 vs. 200709_145840</i> | 14 |
| 5 | CALIBRATION RESULT | 15 |
| 5.1 | BORESIGHT ANGLES SCANNER S2224982 - IMU | 15 |
| 5.2 | EXCERPT OF THE ARINC 705 AVIATION STANDARD: | 16 |
| 5.3 | RESIDUES AFTER SYSTEM CALIBRATION | 16 |
| | CALIBRATION PROTOCOL CAL-0520-2225777 | 17 |

1 Introduction

Calibrating laser scanning systems is mandatory to achieve the utmost accuracy of the resulting point cloud. This document gives information about the boresight calibration of the laser scanning system, i.e., the three angular deviations between the IMU- and the laser scanner own coordinate system.

The system calibration has been performed using the associated software tools for airborne - laser scanning developed by RIEGL LMS GmbH:

SDCImport, version V.3.1.1

RiWORLD, version V.6.1.1

RiPROCESS, version V.1.8.7

Calibration parameter values are derived from a process called “scan data adjustment”. Chapter 2 describes the essential parameters given in the protocol associated with scan data adjustment.

The process of system calibration is highly automated; the final “RiPROCESS Scan Data Adjustment Protocol” given in chapter 3 “RiPROCESS Scan Data Adjustment Protocol” includes the automatically generated summary of relevant parameters and results provided by the iterative calculation performed by RiPROCESS.

A visual verification of the quality of the system calibration has been performed by plotting the height difference of two overlapping scan stripes.

The results of the calibration and a calibration protocol confirming the systems specified accuracy are included in this document.

2 Explanations to the protocol

Calculation parameters

Information regarding the configuration and the status of the scan data adjustment algorithm are given in this category.

Calculation mode

In case „least square fitting“ is chosen the sum of the squares of the residues is minimized (least squares method).

The „robust fitting“ method minimizes the absolute values of the residues.

Calculation time

States the actual computation time of the algorithm.

Min. change of error [m]

The iterative calculation ends when the minimum changes of the residual error are smaller than the chosen value.

Search radius [m]

Asks for the maximum distance of the centre of gravity of a terrestrially surveyed control surface (a so called “tie object”) to the centre of gravity of a corresponding surface found in the scan data (point cloud).

Angle tolerance [deg]

The terrestrially surveyed tie objects and the surface in the scan data is found to be correspondent if the normal vectors of both surfaces include an angle smaller than *Angle tolerance*.

Max. normal dist. [m]

The terrestrially surveyed tie objects and the surface in the scan data is found to be correspondent if the mean distance of both surfaces is smaller than *Max. normal distance*.

Calculation results

Number of free parameters

States the amount of parameters to be optimized by the scan data adjustment algorithm.

Number of observations

States the amount of actually used observations by the scan data adjustment algorithm.

Error (Std. deviation) [m]

States the resulting standard deviation of the residual errors.

Protocol: System Calibration RIEGL VUX-240-SYS 2225777

Laser Data

The table gives the optimized angular differences [deg] and translations [m] with respect to the system calibration.

Laser devices

The exact boresight angles of the laser scanner's coordinate system with respect to the IMU-sensors coordinate system is a result of the scan data adjustment. The boresight calibration and also the optimized angular differences and translations between scan stripes are taken into account with the data processing of all scan stripes separately.

Navigation Devices

The global shifts with respect to the directions east and north as also to the local normal vector to the ellipsoid in meters are given in this category.

Additionally, the parameter "Time" is taken into account when combining the scan data and the trajectory.

Observations

The spreadsheets give the absolute residual errors of single observations. The best and the worst 15 observations are listed separately with their residual error which is the mean normal distance [m]. The coordinates of each single observation enables a fast search.

A statement regarding the quality of the attitude and position of single scan stripes is given in the tables „best 15 Scans “and “worst 15 Scans “. The standard deviation of all observations within a single scan stripe with respect to all other overlapping stripes is stated.

Histogram of residues

The histogram shows the distribution of the observations according to their residual error. Generally, it is a nearly Gaussian distribution with a mean value of 0.

Orientation chart

The orientation of the observations has an influence on the results of the scan data adjustment algorithm. If the observations are oriented in various directions the result can be expected to be stable and accurate. In case all the corresponding surfaces are aligned similar, e.g. north-south, or in case that only horizontally oriented surfaces are available the algorithm may diverge and a stable result is unlikely, at the same time the residual errors will be low.

The orientation chart shows the distribution of all surfaces with respect to all directions of the compass.

Protocol: System Calibration RIEGL VUX-240-SYS 2225777

3 RiPROCESS Scan Data Adjustment Protocol

| | |
|------------------|-----------------------------------|
| Projekt: | 2020-061000041_3_VUX-240_S222492 |
| Projekt dat: | 2020-08-20 09:46 |
| Operater: | 1401 |
| Station: | VUX-240-SYS 2225777 |
| Program verzija: | RiPROCESS v1.9.10.56 (2020-05-06) |
| Computer: | BLACKBIRD |
| Physical unit: | m, deg, s |

3.1 Calculation parameters

| | |
|--------------------------|------------------|
| Calculation mode: | Angle |
| Calculation order: | 3 axis, 10 axis |
| Calculation method: | Least Square Fit |
| Tolerance: | 0.000100 |
| Use Manual Fit Object: | True |
| Search on step planes: | False |
| Search radius [m]: | 1.000 |
| Angular tolerance [deg]: | 5.000 |
| Max. mirror dist. [m]: | 1.000 |
| Observation active: | True |
| Observation count: | 101911 |

3.2 Calculation results

| | |
|----------------------------|--------|
| Number of free parameters: | 0 |
| Number of observations: | 101977 |
| Rms (RM, excluded) [m]: | 0.0166 |

3.3 Laser data

| Name | Roll [deg] | Pitch [deg] | Yaw [deg] | East [m] | North [m] | Height [m] | Time [s] |
|-------------------------|------------|-------------|-----------|----------|-----------|------------|----------|
| 200709 142814 Scanner 1 | 0.008 | 0.017 | -0.008 | -0.022 | -0.041 | -0.028 | 0.000 |
| 200709 142944 Scanner 1 | -0.002 | 0.007 | 0.023 | -0.044 | -0.079 | -0.018 | 0.000 |
| 200709 144231 Scanner 1 | -0.003 | 0.003 | -0.060 | -0.112 | -0.025 | -0.012 | 0.000 |
| 200709 144446 Scanner 1 | 0.006 | -0.001 | 0.000 | 0.047 | -0.041 | -0.016 | 0.000 |
| 200709 144716 Scanner 1 | 0.011 | 0.002 | -0.012 | -0.034 | -0.047 | -0.010 | 0.000 |
| 200709 144924 Scanner 1 | 0.004 | -0.016 | 0.013 | 0.044 | 0.046 | -0.019 | 0.000 |
| 200709 145142 Scanner 1 | 0.007 | 0.014 | -0.020 | 0.223 | 0.287 | 0.012 | 0.000 |
| 200709 145483 Scanner 1 | 0.008 | 0.001 | -0.001 | 0.008 | -0.017 | -0.014 | 0.000 |
| 200709 145626 Scanner 1 | -0.014 | 0.043 | -0.006 | 0.166 | 0.120 | 0.029 | 0.000 |
| 200709 145840 Scanner 1 | -0.002 | 0.002 | 0.000 | 0.072 | -0.014 | -0.001 | 0.000 |
| 200709 150047 Scanner 1 | 0.005 | 0.000 | -0.002 | -0.040 | -0.000 | 0.006 | 0.000 |
| 200709 150180 Scanner 1 | 0.004 | 0.001 | -0.000 | 0.012 | -0.004 | -0.001 | 0.000 |
| 200709 150925 Scanner 1 | 0.001 | 0.005 | -0.002 | 0.001 | -0.007 | -0.000 | 0.000 |
| 200709 151234 Scanner 1 | -0.002 | 0.000 | -0.017 | 0.002 | -0.001 | -0.000 | 0.000 |
| 200709 151615 Scanner 1 | 0.000 | 0.011 | 0.012 | -0.047 | 0.000 | -0.007 | 0.000 |
| 200709 151944 Scanner 1 | -0.002 | 0.006 | 0.013 | -0.000 | -0.000 | -0.001 | 0.000 |
| 200709 152106 Scanner 1 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -0.004 | -0.003 | 0.000 | 0.000 |
| 200709 152238 Scanner 1 | -0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.006 | -0.013 | 0.000 | 0.000 |
| 200709 152501 Scanner 1 | -0.000 | -0.004 | -0.000 | -0.002 | -0.004 | 0.000 | 0.000 |
| 200709 152730 Scanner 1 | -0.002 | -0.001 | -0.000 | 0.013 | -0.120 | 0.007 | 0.000 |
| 200709 153121 Scanner 1 | -0.001 | -0.001 | -0.002 | 0.048 | -0.147 | 0.035 | 0.000 |
| 200709 153506 Scanner 1 | 0.001 | -0.001 | 0.013 | 0.026 | -0.141 | 0.034 | 0.000 |
| 200709 153849 Scanner 1 | 0.000 | 0.002 | -0.000 | 0.004 | -0.110 | 0.006 | 0.000 |
| 200709 154200 Scanner 1 | 0.001 | -0.000 | 0.000 | 0.029 | -0.140 | 0.028 | 0.000 |
| 200709 154417 Scanner 1 | 0.001 | 0.000 | -0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 200709 154642 Scanner 1 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | -0.003 | -0.004 | 0.000 | 0.000 |
| 200709 155045 Scanner 1 | -0.001 | -0.001 | 0.011 | 0.016 | -0.124 | 0.007 | 0.000 |

3.4 Laser devices

| Name | Roll [deg] | Pitch [deg] | Yaw [deg] | X [m] | Y [m] | Z [m] |
|------------------------------|------------|-------------|-----------|-------|--------|-------|
| Scanner 1 (VUX-240, S222492) | 0.0206 | -0.1477 | -0.1428 | 0.200 | -0.009 | 0.000 |

3.5 Navigation devices

| Name | Roll [deg] | Pitch [deg] | Yaw [deg] | East [m] | North [m] | Height [m] | Time [s] |
|--|------------|-------------|-----------|----------|-----------|------------|----------|
| INS GPS 1 (Appalta POS AVL VMV, 11134) | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

3.6 Observations

Best 15 observations

| # | Object 1 | Object 2 | Deviation [m] | Description |
|---|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------|-------------|
| 1 | Record01: 200709 151232 Scanner 1 | Record03: 200709 152730 Scanner 1 | 0.000 | |
| 2 | Record02: 200709 150303 Scanner 1 | Record06: 200709 155944 Scanner 1 | 0.000 | |
| 3 | Record04: 200709 144446 Scanner 1 | Record05: 200709 151615 Scanner 1 | 0.000 | |
| 4 | Record05: 200709 144716 Scanner 1 | Record06: 200709 155944 Scanner 1 | 0.000 | |

Protocol: System Calibration RIEGL VUX-240-SYS 2225777

| # | Object 1 | Object 2 | Deviation [µm] | Description |
|----|----------------------------------|----------------------------------|----------------|-------------|
| 5 | Rece009 - 200709_14526_Scanner_1 | Rece019 - 200709_13211_Scanner_1 | 0.000 | |
| 6 | Rece004 - 200709_14446_Scanner_1 | Rece009 - 200709_14526_Scanner_1 | 0.000 | |
| 7 | Rece014 - 200709_15124_Scanner_1 | Rece016 - 200709_15144_Scanner_1 | 0.000 | |
| 8 | Rece016 - 200709_15194_Scanner_1 | Rece027 - 200709_15043_Scanner_1 | 0.000 | |
| 9 | Rece023 - 200709_15108_Scanner_1 | Rece026 - 200709_15462_Scanner_1 | 0.000 | |
| 10 | Rece006 - 200709_14543_Scanner_1 | Rece017 - 200709_15236_Scanner_1 | 0.000 | |
| 11 | Rece003 - 200709_14421_Scanner_1 | Rece020 - 200709_15270_Scanner_1 | 0.000 | |
| 12 | Rece011 - 200709_15047_Scanner_1 | Rece014 - 200709_15124_Scanner_1 | 0.000 | |
| 13 | Rece002 - 200709_14394_Scanner_1 | Rece004 - 200709_14446_Scanner_1 | 0.000 | |
| 14 | Rece016 - 200709_15194_Scanner_1 | Rece025 - 200709_15417_Scanner_1 | 0.000 | |
| 15 | Rece004 - 200709_14446_Scanner_1 | Rece026 - 200709_15462_Scanner_1 | 0.000 | |

Worst 15 observations

| # | Object 1 | Object 2 | Deviation [µm] | Description |
|----|----------------------------------|----------------------------------|----------------|-------------|
| 1 | Rece016 - 200709_15194_Scanner_1 | Rece017 - 200709_15236_Scanner_1 | -0.183 | |
| 2 | Rece012 - 200709_15030_Scanner_1 | Rece023 - 200709_15349_Scanner_1 | -0.179 | |
| 3 | Rece016 - 200709_15194_Scanner_1 | Rece017 - 200709_15236_Scanner_1 | -0.171 | |
| 4 | Rece020 - 200709_15270_Scanner_1 | Rece026 - 200709_15462_Scanner_1 | -0.171 | |
| 5 | Rece017 - 200709_15236_Scanner_1 | Rece026 - 200709_15462_Scanner_1 | -0.170 | |
| 6 | Rece019 - 200709_15230_Scanner_1 | Rece026 - 200709_15462_Scanner_1 | -0.168 | |
| 7 | Rece003 - 200709_14421_Scanner_1 | Rece004 - 200709_14446_Scanner_1 | 0.168 | |
| 8 | Rece010 - 200709_14548_Scanner_1 | Rece026 - 200709_15462_Scanner_1 | 0.164 | |
| 9 | Rece002 - 200709_14394_Scanner_1 | Rece014 - 200709_15144_Scanner_1 | -0.163 | |
| 10 | Rece018 - 200709_15232_Scanner_1 | Rece021 - 200709_15121_Scanner_1 | 0.162 | |
| 11 | Rece012 - 200709_15030_Scanner_1 | Rece026 - 200709_15462_Scanner_1 | -0.161 | |
| 12 | Rece003 - 200709_14421_Scanner_1 | Rece006 - 200709_15462_Scanner_1 | 0.161 | |
| 13 | Rece003 - 200709_14421_Scanner_1 | Rece004 - 200709_14446_Scanner_1 | 0.160 | |
| 14 | Rece006 - 200709_14446_Scanner_1 | Rece013 - 200709_15022_Scanner_1 | 0.158 | |
| 15 | Rece001 - 200709_15121_Scanner_1 | Rece022 - 200709_15336_Scanner_1 | 0.158 | |

Best 15 scans

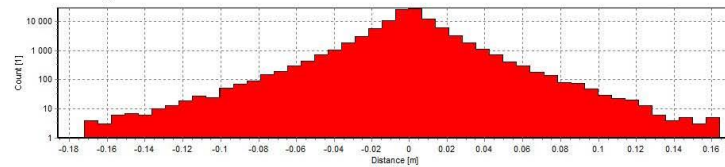
| Name | Objects | Std. dev. [µm] |
|-------------------------|---------|----------------|
| 200709_145142_Scanner_1 | 2039 | 0.014 |
| 200709_15230_Scanner_1 | 1393 | 0.015 |
| 200709_15200_Scanner_1 | 2127 | 0.025 |
| 200709_151417_Scanner_1 | 9909 | 0.016 |
| 200709_151944_Scanner_1 | 9137 | 0.016 |
| 200709_152730_Scanner_1 | 8712 | 0.016 |
| 200709_14920_Scanner_1 | 6501 | 0.016 |
| 200709_150140_Scanner_1 | 9264 | 0.016 |
| 200709_143944_Scanner_1 | 4907 | 0.016 |
| 200709_144716_Scanner_1 | 6414 | 0.017 |
| 200709_151610_Scanner_1 | 9070 | 0.017 |
| 200709_149100_Scanner_1 | 5446 | 0.017 |
| 200709_150923_Scanner_1 | 7646 | 0.017 |
| 200709_151234_Scanner_1 | 9222 | 0.017 |
| 200709_143814_Scanner_1 | 2153 | 0.018 |

Worst 15 scans

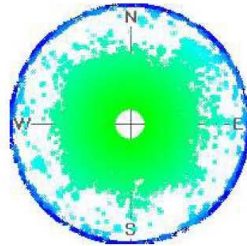
| Name | Objects | Std. dev. [µm] |
|-------------------------|---------|----------------|
| 200709_144231_Scanner_1 | 9222 | 0.025 |
| 200709_154642_Scanner_1 | 9196 | 0.024 |
| 200709_151121_Scanner_1 | 7382 | 0.023 |
| 200709_150202_Scanner_1 | 8367 | 0.021 |
| 200709_144924_Scanner_1 | 1887 | 0.023 |
| 200709_153649_Scanner_1 | 6146 | 0.020 |
| 200709_151706_Scanner_1 | 2373 | 0.020 |
| 200709_143640_Scanner_1 | 9480 | 0.019 |
| 200709_144140_Scanner_1 | 10637 | 0.019 |
| 200709_152501_Scanner_1 | 7646 | 0.019 |
| 200709_150197_Scanner_1 | 9114 | 0.018 |
| 200709_154302_Scanner_1 | 5900 | 0.018 |
| 200709_143814_Scanner_1 | 2153 | 0.018 |
| 200709_151234_Scanner_1 | 9222 | 0.017 |
| 200709_150923_Scanner_1 | 7646 | 0.017 |

Protocol: System Calibration RIEGL VUX-240-SYS 2225777

3.7 Histogram of residuals



3.8 Orientation chart



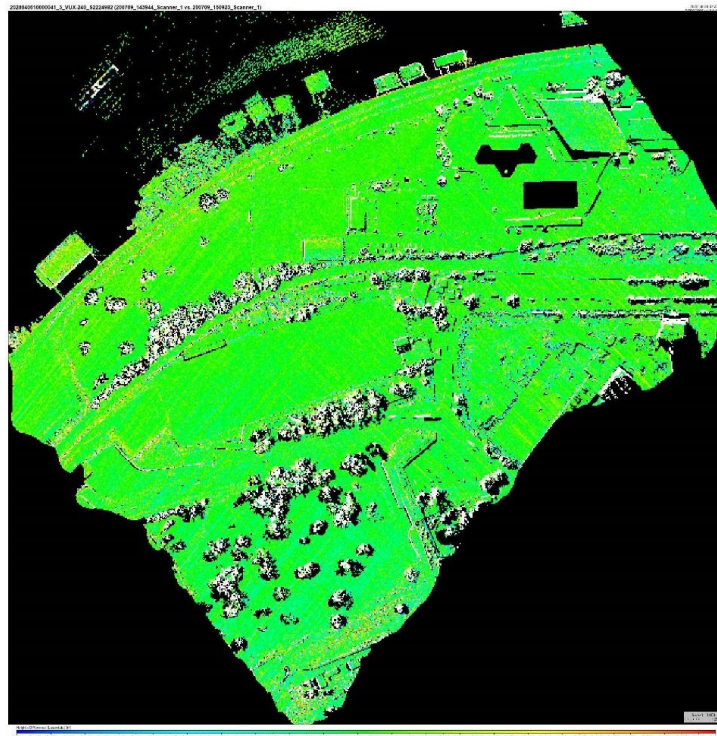
4 Visual accuracy assessment

For the visual assessment of the data quality achieved by applying the results of the scan data adjustment algorithm, a few plots chosen at random, showing the height difference of two overlapping scan lines in each case, are given. The height difference is calculated by already determined surfaces in the overlap of two scan stripes. The distance of the centre of gravity of two corresponding surfaces is colour coded according to the colours of the rainbow with a range of ± 20 cm. If no surfaces have been determined because of e.g. vegetation and trees or missing data like for example lakes and rivers, no valuable information is available which is indicated by black or white coloured pixels.

Protocol: System Calibration RIEGL VUX-240-SYS 2225777

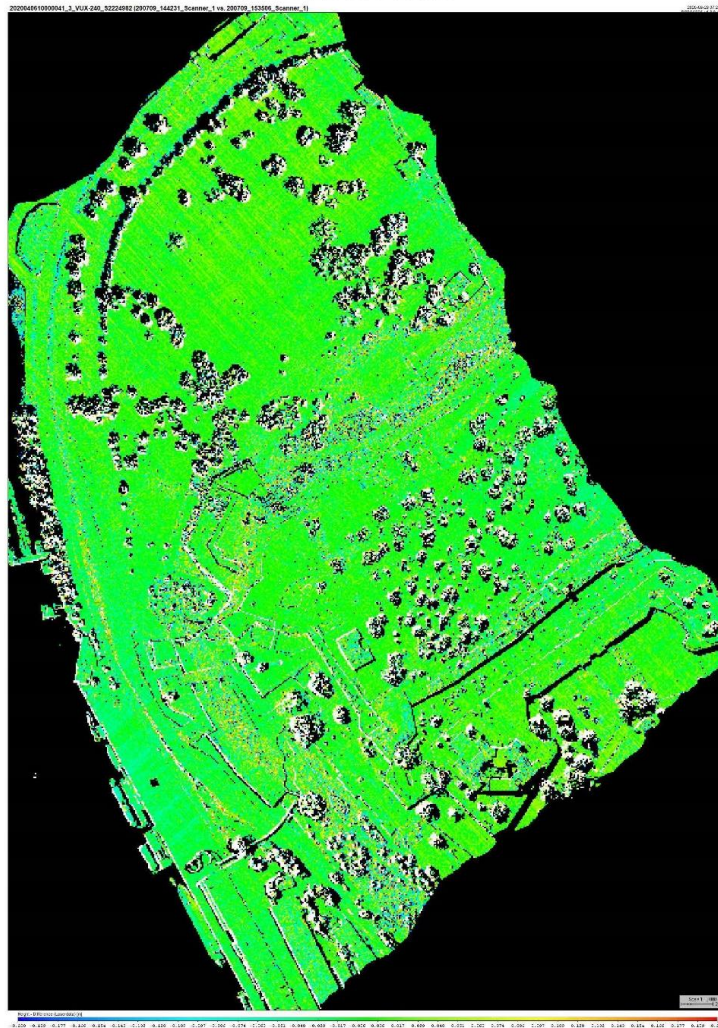
4.1 Height difference plots

Scan 200709_143944 vs. 200709_150923



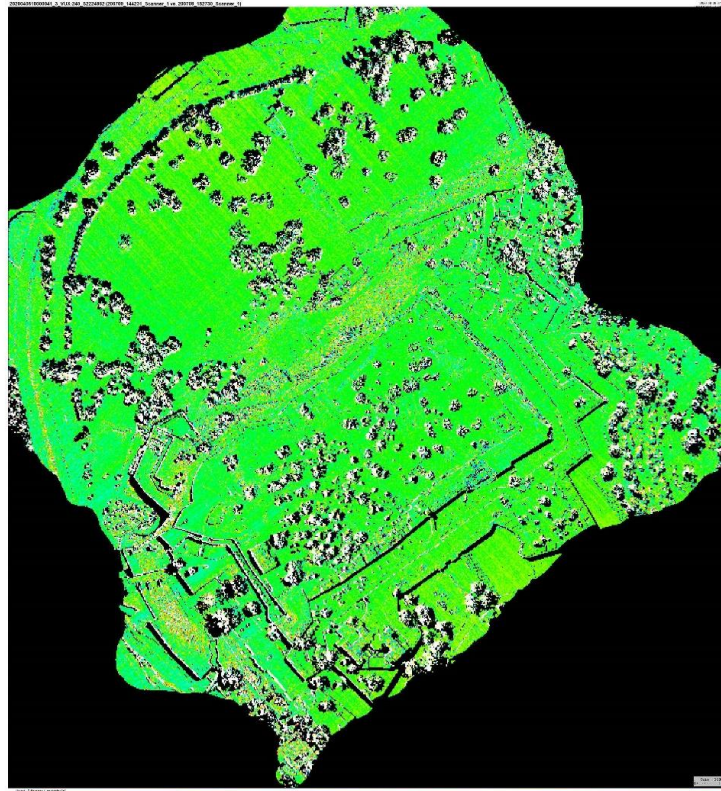
Protocol: System Calibration RIEGL VUX-240-SYS 2225777

Scan 200709_153735 vs. 200709_155501



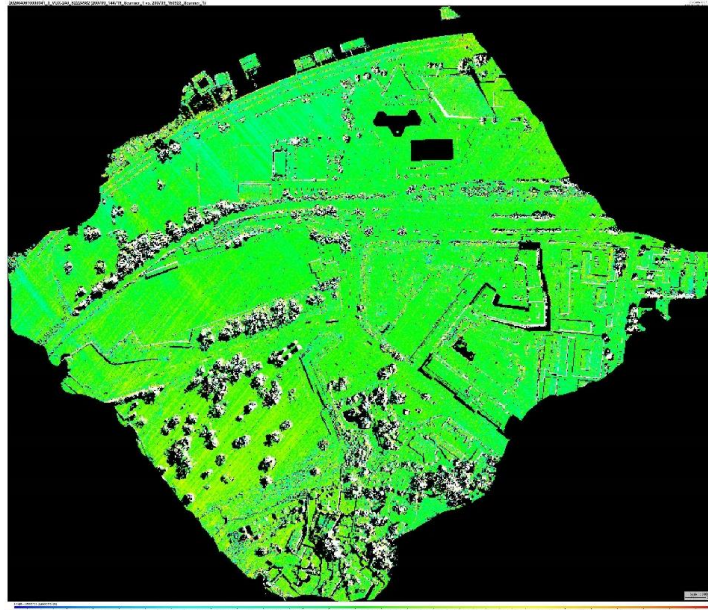
Protocol: System Calibration RIEGL VUX-240-SYS 2225777

Scan 200709_144231 vs. 200709_152730



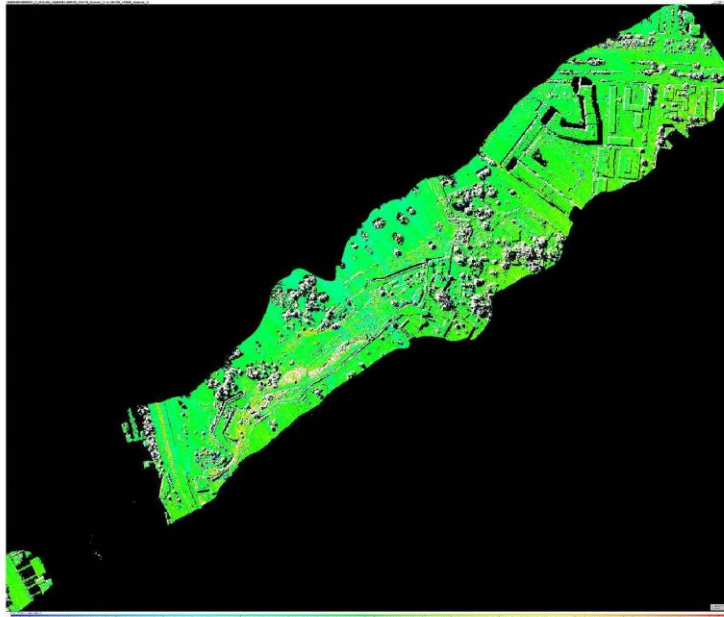
Protocol: System Calibration RIEGL VUX-240-SYS 2225777

Scan 200709_144716 vs. 200709_150923



Protocol: System Calibration RIEGL VUX-240-SYS 2225777

Scan 200709_144716 vs. 200709_145840



5 Calibration Result

In the following the boresight angles for laser scanner are specified. The results are an output of the iterative scan data adjustment algorithm and are also given in chapter 3 "RiPROCESS Scan Data Adjustment Protocol".

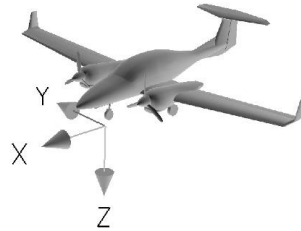
Applying the automated scan data adjustment algorithm the following values of boresighting angles Scanner-IMU, according to the axis and their chirality of the aircraft defined in the ARINC 705 aviation standard (see chapter 5.2 "Excerpt of the ARINC 705 aviation standard:"), have been determined to be:

5.1 Boresight angles Scanner S2224982 - IMU

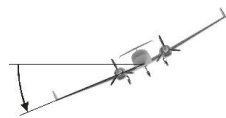
| Axis | notation | angle [deg] |
|-----------|------------|-------------|
| x - Roll | ν_c | 0.02906 |
| y - Pitch | ρ_c | -0.14377 |
| z - Yaw | κ_c | -0.14228 |

Protocol: System Calibration RIEGL VUX-240-SYS 2225777

5.2 Excerpt of the ARINC 705 aviation standard:



Definition of the axis of the aircraft-own coordinate system



Positive values of roll angles mean a right handed rotation of the aircraft around the roll-axis (x) with respect to the local horizon



Positive values of pitch angles mean a right-handed rotation around the pitch-axis (y) with respect to the local horizon.



Positive values of yaw angles mean a right-handed rotation around the yaw-axis (z) with respect to Heading North.

The ARINC 705 Standard – definition of roll-, pitch- and yaw angles with respect to the aircraft own coordinate system.

5.3 Residues after System Calibration

The standard deviation of all residual errors determined by taking 101877 observations into account calculates to 0.0186 Meters (1.86 cm).

Protocol: System Calibration RIEGL VUX-240-SYS 2225777



Calibration Protocol


CAL-0820-2225777


| | | | |
|------------------------|--------------------|-------------------|----------|
| Customer: | GeoGIS Consultants | | |
| System: | | | |
| Model: | RIEGL VUX-240 | Serial No: | S2224982 |
| IMU/GPS-System: | APPLANIX AV310 | Serial No: | 11134 |
| IMU-Sensor | IMU82 | Serial No: | 19260055 |

Calibration Results 2225777:

| Boresight Misalignment (System Installation): | |
|---|--------------------------------|
| | optimum alignment angles [deg] |
| Roll | 0.02906 |
| Pitch | -0.14377 |
| Yaw | -0.14228 |

Standard deviation of residuals derived from 101877 observations = 0.0186 m

Calibration performed: 28.08.2020 
Date, Sign

Supervising engineer: 28.08.2020 
Date, Sign

Approved: 28.08.2020 
Date, Sign

3.2.2. Protokol o kalibraciji aerofotogrametrijske kamere



Test Certificate - Camera Calibration

Test Certificate - Camera Calibration

camera type / serial no: Sony Alpha 7R III / 380 1877

| objective | serial No. | pixel deviation at the calibration | | pixel deviation after calibration final test | |
|-------------|-----------------|------------------------------------|--------------|--|-------------------|
| | | mean | maximum | mean | maximum |
| <u>27mm</u> | <u>57344657</u> | <u>0,403</u> | <u>1,425</u> | <u> </u> | <u> </u> |
| | | | | | |
| | | | | | |


The calibration parameters are shown at the print out paper.

calibrated with: scanner model: V2-1000 serial no: 52221028

project name of the calibration: 19129849-Vuz Sys- Cam Cal- Sony Alpha 7R III- 27mm


archived on the server:

notes:

calibration performed: 03.03.2020 
date, sign

Final Test Report

optical inspection
objective rings mounted
camera settings checked
focus checked
pixel deviation checked
inspection of the CD's/USB-Stick

final test performed: 03.03.2020 
date, sign

calibration released: 3.3.2020 
date, sign



Projekt je sufinancirala EU
iz Kohezijskog fonda



C:\Users\my_HORN\Desktop\SonyAlpha7RIII_21mm_SN3801817_51744651.cam

Dienstag, 03. März 2020 09:26

```
[GENERAL]
CameraModel=Sony Alpha 7R III
CameraSerial=3801817
LensModel=1.8/21
LensSerial=51744651
Settings=f8
Version=2
Name=SonyAlpha7RIII_21mm_SN3801817_51744651
[PARAMETERS]
fx=4775.2514975610701000
fy=4774.1499113468800000
k1=-0.0696947871309881
k2=0.0162226899424749
k3=0.0600975518440477
k4=0.0046878857353941
Cx=3960.8609310759795000
Cy=2614.9696612216499000
p1=-0.0006327350535134
p2=-0.0000105853345847
Nx=7952
Ny=5304
dx=0.0000045200000000
dy=0.0000045200000000
```



Republika Hrvatska
Ministarstvo unutarnjih poslova



KOPAČKI RIT
Park prirode - Nature Park





3.2.3. TEHNIČKI IZVJEŠTAJ O REALIZACIJI LASERSKOG SKENIRANJA PODRUČJA PARKA PRIRODE KOPAČKI RIT

3.2.3.1. Uvod

Predmet izrade Izvještaja odnosi se na prikupljanje prostornih podataka LIDAR tehnologijom laserskog skeniranja područja parka prirode Kopački rit, ukupne površine 18.040,00 ha. Realizacija laserskog skeniranja i pratećih poslova provedena je u suradnji Vodoprivredno-projektnog biroa iz Zagreba i privrednog društva GeoGIS Konsultanti iz Beograda. Dozvola za snimanje je dobivena od strane Direkcije za civilno zrakoplovstvo Republike Hrvatske.

Završni produkti koji su dobiveni laserskim snimanjem terena odnose se na sljedeće:

- Digitalni orto-foto plan (DOF) u TIFF formatu (rezolucija 9.6 cm);
- Oblak točaka sa gustoćom od 20-40 točaka po m²;
- 3D model površine (eng. *Digital Surface Model*) i DTM (eng. *Digital Terrain Model*).



Republika Hrvatska
Ministarstvo unutarnjih poslova



KOPAČKI RIT
Park prirode - Nature Park



REPUBLIKA HRVATSKA
Ministarstvo regionalnoga razvoja
i fondova Europske unije



HRVATSKE VODE



Slika 1. Granica predmetnog područja parka prirode Kopački rit

3.2.3.2. Terenski geodetski radovi

Prva faza geodetskih radova podrazumijevala je obilazak lokacije predviđene za snimanje i rekognosciranje terena, kao i stabilizaciju i mjerenje na kontrolnim točkama, u cilju verifikacije točnosti realiziranih mjerenja tehnologijom laserskog skeniranja.

Kontrolne točke su izmjerene RTK tehnologijom satelitskog pozicioniranja 3x30 sekundi u skladu sa pravilnicima i uredbama koji se odnose na područje primjene tehnologije satelitskog pozicioniranja. Kontrolne točke su raspoređene tako da ravnomjerno pokrivaju predmetno područje istraživanja.



3.2.3.3. Princip laserskog skeniranja

Prostorno prikupljanje podataka u cilju izrade digitalnog modela terena, digitalnog modela površina, orto-foto plana i filtriranih i klasificiranih oblaka točaka koji se odnose na površinu terena realizirano je primjenom LiDAR tehnologije laserskog skeniranja terena sa zračne platforme ALS (slika 2). Za svaku točku strukturnih linija terena dobivene su trodimenzionalne koordinate sa RGB karakteristikama. Senzori koji se koriste ovom prilikom odnose se na GNSS prijemnik, laserski skener RIEGL VUX 240, inercijalni navigacijski sustav i digitalnu kameru visoke rezolucije Sony Alpha 7RIII (42mpix) . Protokoli kalibracije navedenih senzora prikazani su u prilogima.

Točnost koju osigurava navedeni laserski skener jeste $\pm 1 \rightarrow 2 \text{ cm}$, dok je točnost prostornih koordinata definirana točnošću koju osigurava mreža aktivnih permanentnih stanica ili mreža koja je uspostavljena u neposrednoj okolini predmetnog područja, kao podrška realizaciji snimanja tehnologijom laserskog skeniranja.

Na slici 2 je prikazana platforma za snimanje sa laserskim skenerom Riegl VUX 240, Sony Alpha 7RIII (42mpix), inercijalni navigacijski sustav i GNSS prijemnik za satelitsko pozicioniranje.

Visina leta iznad terena tijekom prostornog prikupljanja podataka tehnologijom laserskog skeniranja je iznosila približno oko 450 metara.

Lasersko skeniranje je obavljeno 04.03.2021. godine sa dva realizirana leta i 05.03.2021. godine sa jednim realiziranim letom.



Republika Hrvatska
Ministarstvo unutarnjih poslova



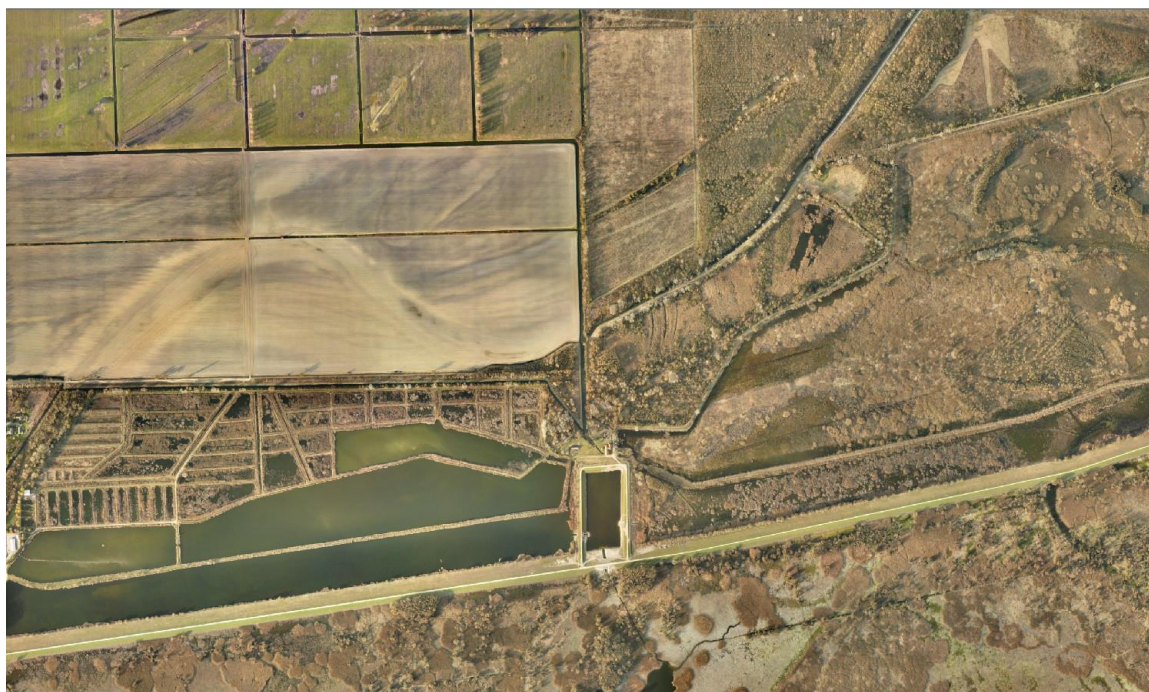
KOPAČKI RIT
Park prirode - Nature Park





Slika 2. Zračna platforma za lasersko skeniranje sustavom RIEGL VUX 240

Lasersko skeniranje terena LiDAR tehnologijom ALS metodom izvršeno je u okviru projektnog područja (slika 1) sa postavljenim kontrolnim točkama za verifikaciju, koje su ravnomjerno raspoređene na predmetnom području. Laserskim skeniranjem iz helikoptera (Robinson R44 Raven II) prikupljeni su prostorni podaci koji se odnose na sve izgrađene i prirodne prostorne forme u neposrednom okruženju predmetnog područja (pristupni putevi, teren, itd).



Slika 3. Orto-foto snimak

LiDAR, kao tehnologija daljinske detekcije, bazirana je na prikupljanju tri različita seta podataka. Pozicija senzora je određena primjenom GNSS prijarnika, koristeći fazna mjerenja u režimu relativne kinematike, dok je upotrebom Inertial Measurement Unit (IMU) određena njihova orijentacija. Posljednja komponenta je



laserski skener. Laser šalje infracrvenu zraku prema zemljinoj površini i reflektira se do senzora. Vrijeme proteklo od emitiranja do prijama signala uz poznavanje pozicije senzora i orijentacije, omogućuje da se izračuna trodimenzionalna koordinata na zemljinoj površini. RIEGL VUX 240 predstavlja vrlo lagan i kompaktan laserski skener, koji je projektiran tako da se može montirati u bilo kojoj orijentaciji, čak i pod ograničenim uvjetima težine i prostora. Uređaj je vrlo skroman u potrošnji električne energije i zahtjeva samo jedan izvor napajanja. Točnost izmjere iznosi 10-20 mm, pri čemu je brzina skeniranja do 1.500.000 točaka u sekundi. Može se montirati u okviru helikoptera, aviona, kao i u okviru bespilotnih letelica UAS (eng. *Unmanned Aircraft System*) ili UAV (eng. *Unmanned Aerial Vehicle*). Prikupljeni podaci se čuvaju na internom hard disku 1 TB SSD, pri čemu je osiguran LAN-TCP/IP *interface*. Mobilno lasersko skeniranje sa zračne platforme (Slika 2) predstavlja najefikasniju tehnologiju masovnog prikupljanja prostornih podataka na velikim površinama.



Republika Hrvatska
Ministarstvo unutarnjih poslova



KOPAČKI RIT
Park prirode - Nature Park



REPUBLIKA HRVATSKA
Ministarstvo regionalnoga razvoja
i fondova Europske unije





Slika 4. DTM (Digitalni Model Terena)

Podaci laserskog skenera u kombinaciji sa pozicijom skenera i orijentacijom osiguravaju generiranje trodimenzionalnih koordinata laserskog otiska na površi terena. Emitirana zraka može imati višestruku refleksiju što uzrokuje da određena točka ima iste koordinate, ali različitu visinu. Prva refleksija može odgovarati podatku o vegetaciji ili rubu objekta, voda ili sličnog, dok posljednja najvjerojatnije odgovara informaciji o zemljinoj površini ili izgrađenom objektu. Ukoliko je prvi impuls skoro jednak posljednjem najčešće se radi o površini Zemlje. Maksimalna visina leta može iznositi i do 1500 m, dok je u slučaju snimanja područja parka prirode Kopački rit iznosila oko 450 m.

Za potrebe laserskog skeniranja terena predmetnog područja, korištena je visina leta koja osigurava zahtevanu srednju gustoću od 20-40 točaka po kvadratnom metru.



Slika 5. Digitalni Model Površina (DSM)

Specifikacija korišćenog senzora (Riegl VUX 240) data je u sledećoj tabeli:

Tabela 1. Specifikacija laserskog skenera Riegl VUX 240

Airborne Laser Scanning



Proizvodjač opreme: Riegl

Model: VUX-240

Kut snimanja: 75°

Daljina (opseg) snimanja: 5m – 1400m

Maximalan broj prikupljenih točaka: 1.500.000 točaka/sec

Okretaji laserske glave: 400 obrtaja u sekundi

Točnost: 20mm

Preciznost: 15mm

Otisak laserskog zraka: 35 mm @ 100 m, 175 mm@500m, 350 mm@1000m

Operativna temperatura: -10°C do +40°C (radna) / -20°C up to +50°C
(skladištenje podataka)

LIDAR ima vrlo jednostavan princip mjerenja. Ogledalo unutar laserskog transmitera se pomiče rotirajući uspravno na pravac letenja čime se omogućuje mjerenje u širem pojasu. Na osnovu višepulsnih mjerenja vrši se klasifikacija prostornih entiteta koji pripadaju „goloj” površi terena, vegetaciji ili objektima.



Republika Hrvatska
Ministarstvo unutarnjih poslova

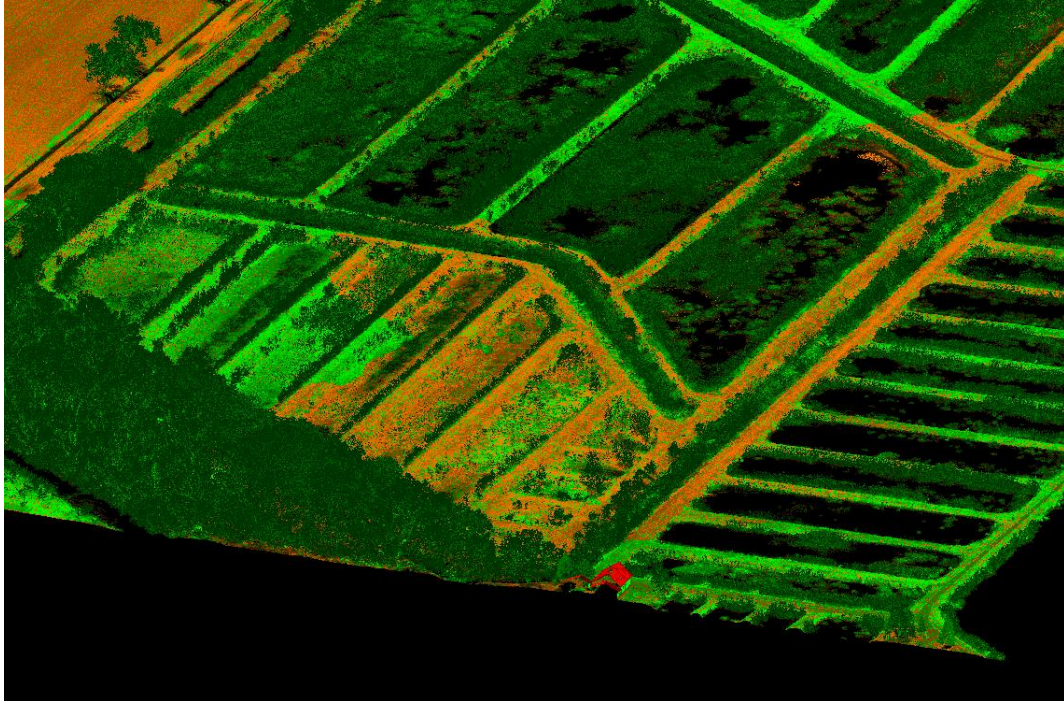


KOPAČKI RIT
Park prirode - Nature Park



REPUBLIKA HRVATSKA
Ministarstvo regionalnoga razvoja
i fondova Europske unije





Slika 5. Klasificirani oblak točaka



3.2.3.4. Obrada podataka

Tehnologijom laserskog skeniranja je prikupljen ogroman broj podataka, koji je izražen u stotinama milijuna točaka koje imaju prostorne podatke i podatke o boji i refleksiji terena (RGBI). Obrada oblaka točaka je izvršena u okruženju programskih paketa TerraSolid i MicroSurvey Cad Studio, kao i u specijaliziranim softverskim paketima u okviru RIEGL sustava.

Takođe, predmet projekta je i izrada digitalnog orto-foto plana sa rezolucijom piksela oko 9.6 cm u nekomprimiranom World TIFF formatu.

Pored DOF-a, rezultat obrade je i klasificirani i filtrirani oblak točaka, koji može poslužiti kao važan digitalni izvor prostornih informacija za kasnija projektiranja na području parka prirode Kopački rit. Posebna pažnja je posvećena metodama klasifikacije točaka, na način njihove pripadnosti „goloj“ površi terena.



Republika Hrvatska
Ministarstvo unutarnjih poslova

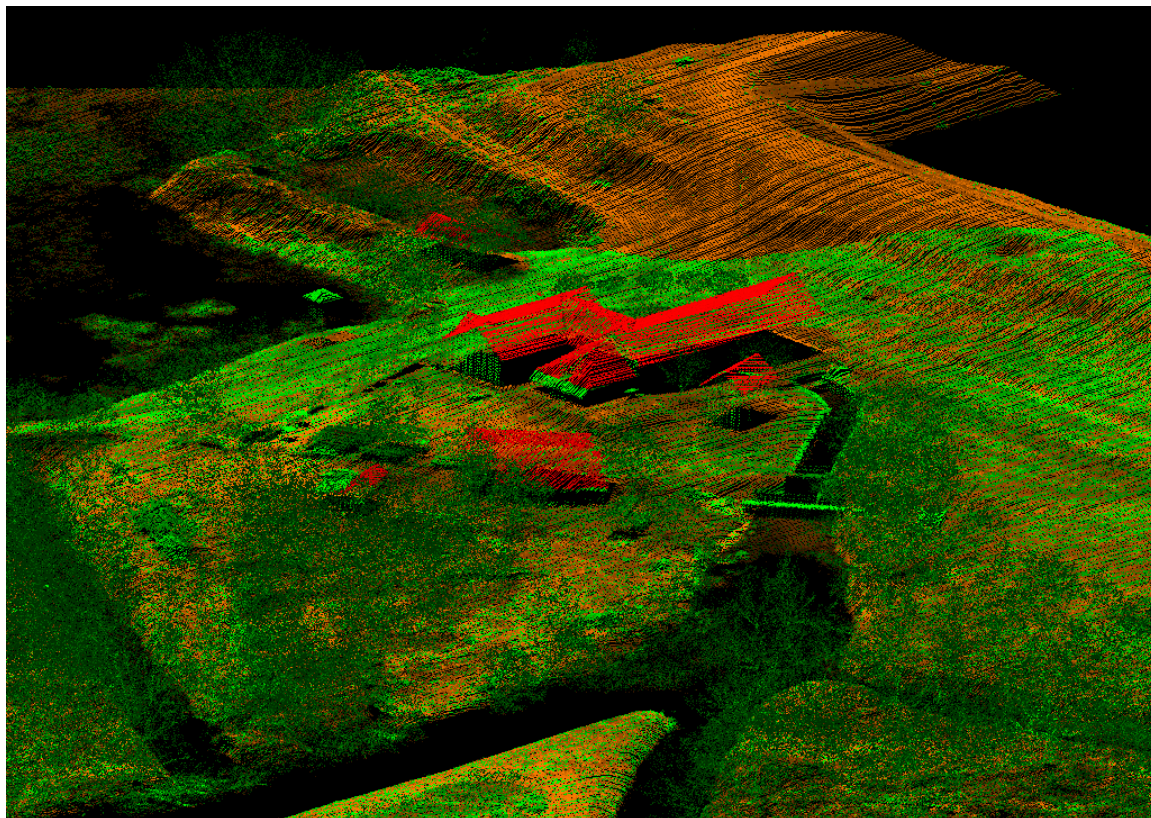


KOPAČKI RIT
Park prirode - Nature Park



REPUBLIKA HRVATSKA
Ministarstvo regionalnoga razvoja
i fondova Europske unije





Slika 6. Klasificiran oblak točaka

Na osnovu generiranih fotografija visoke rezolucije za potrebe izrade orto-foto plana (uz visok postotak uzdužnog i poprečnog preklopa snimaka visoke rezolucije), izvršeno je bojenje oblaka točaka, tako da sve točke (prostorne rezolucije 20-40 točaka/m²) imaju RGBI karakteristike.

Svi podaci se isporučuju u HTRS96/TM (HVR571) državnom koordinatnom sustavu. Filtrirani i klasificirani oblaci točaka se isporučuju u *.las formatu, kao i u

ASCII (xyz/gs/rgb). Georeferncirani i ortorektificirani orto-foto plan se isporučuje sa pripadajućom .fwm datotekom.



Slika 7. Orto-foto snimak



3.2.3.5. Zaključak

Definitivni produkti, koji su generirani tehnologijom laserskog skeniranja područja parka prirode Kopački rit, odnose se na izradu digitalnog orto-foto plana visoke rezolucije, DTM-a, DSM-a i oblaka tačaka sa prostornom rezolucijom 20-40 točaka po m².

Mjerenja na prethodno izabranim kontrolnim točkama su realizirana RTK tehnologijom satelitskog pozicioniranja da ravnomjerno pokrivaju predmetno područje Parka prirode Kopački rit. Koordinate i visine kontrolnih točaka su određene u državnom koordinatnom sustavu, u skladu sa Projektnim zadatkom.

Sve prostorne forme su prikazane u skladu sa aktualnim pravilnicima Republike Hrvatske koji definiraju područje geo-prostornih podataka.

Svi radovi koji su prethodili realizaciji aerofotogrametrijskog i LIDAR topografskog snimanja predmetne lokacije područja parka prirode Kopački rit, realizirani su u skladu sa svim pravilnicima i normativima koji se odnose na ovu vrstu geodetskih radova.

Svi podaci koji su prikupljeni i prezentirani u formi oblaka točaka predstavljaju važan digitalni arhiv iz koga je moguće ekstrahirati bilo koje informacije koje su značajne za postupak budućih istraživanja i studija koje se odnose na predmetno projektno područje.



Republika Hrvatska
Ministarstvo unutarnjih poslova



KOPAČKI RIT
Park prirode - Nature Park



REPUBLICA HRVATSKA
Ministarstvo regionalnoga razvoja
i fondova Europske unije





3.3. PSALMOLOŠKO SNIMANJE

SUBPRO 1210 jedinstveni je sustav za mjerenje sedimenta visoke rezolucije na bazi ultrazvuka. U kombinaciji sa DSLP tehnologijom (*Detection of Sediment Layers and Properties*), inovativana je i priznata geofizička metodologija za istraživanje vode i slojevitosti tla, uključujući hidrografsko snimanje.

SUBPRO / DSLP rješava probleme konvencionalnih akustičkih izmjera i istodobno postiže viši standard kvalitete.



Republika Hrvatska
Ministarstvo unutarnjih poslova



KOPAČKI RIT
Park prirode - Nature Park



REPUBLIKA HRVATSKA
Ministarstvo regionalnoga razvoja
i fondova Europske unije



Specifications of SUBPRO 1210 / 2545



| | |
|-----------------------------|---|
| Input and Output Interfaces | RS232, RJ45, USB2.0, parallel port |
| Hardcopy | Windows® printer / Thermal printer |
| Output formats | SEG-Y; XTF (optional) |
| Time synchronisation | GPS time (pps) |
| Navigation input | GPS (NMEA) RS232, RJ45, log file |
| Optional interfaces | HRP, CTD |
| Data storage | logging of high resolution raw – and project data |
| Data backup | CD-R/DVD-R, HDD |
| Transducer size and weight | Ø 37/30 cm , 17/14 cm high, 35/28 kg @ 12/25-45 kHz |
| Mounting | In Hull or over board |
| Controller size and weight | 19", 5U 50 x 50 x 28 cm, 20 Kg |
| PC Unit size and weight | 19", 2U 50 x 50 x 8 cm, 8 Kg |

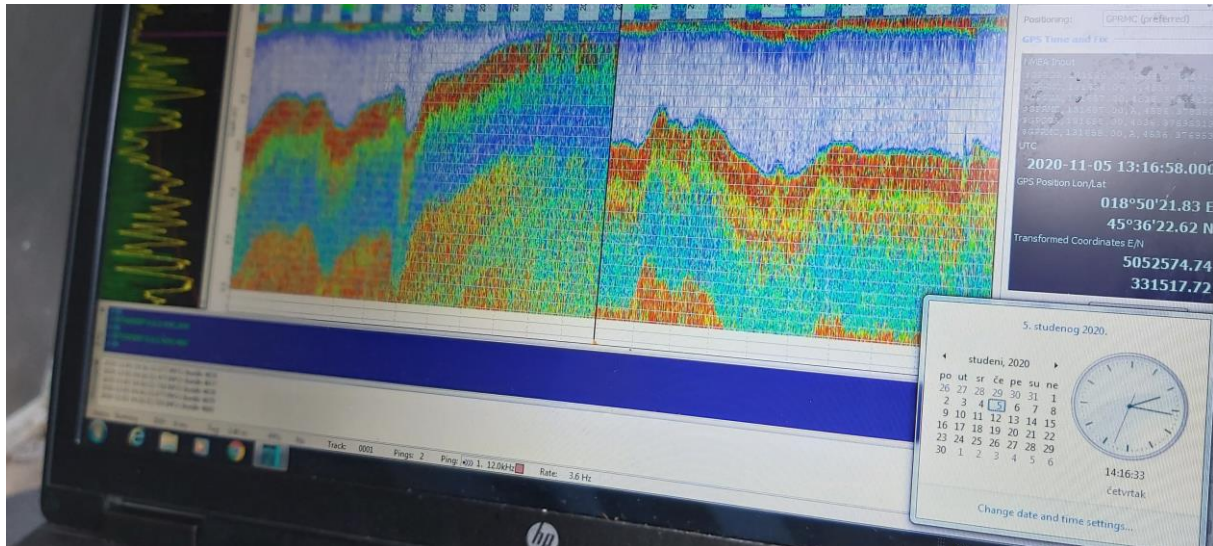
Slika 8.: Specifikacije uređaja SUBPRO 1210/2545

Specifications of SUBPRO 1210 / 2545

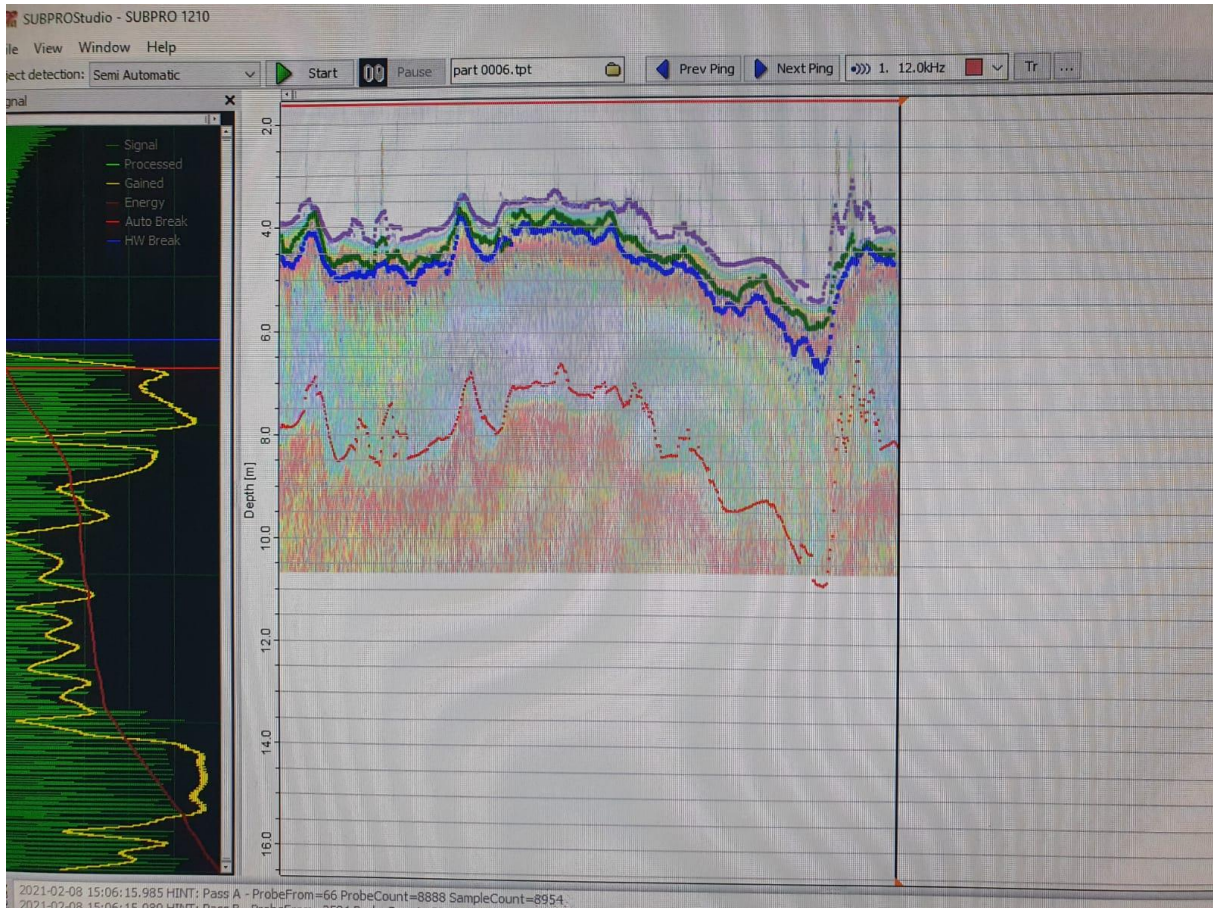


| | |
|------------------------------------|---|
| Frequency | 12 or 25-45 KHz |
| Maximum Power Output | 10 / 4 KW @ 12 / 25-45 kHz |
| Transducer Beam width | 10° / 6° / 4° @ 12 / 25 / 45 kHz |
| Transducer depth rating | 500 m |
| Max Firing / Repetition Rate | 20 Hz |
| Pulse length | 80 μ s - 1 ms |
| Dynamic range | >160 dB |
| Gain functions | HW and SW AGV, TVG, |
| Technical internal resolution | 1 mm |
| Typical bottom penetration in sand | 10 / 4 m @ 12 / 25 kHz |
| Power supply | 110 / 230 VAC, 500 W 24 VDC (optional) |

Slika 9.: Specifikacije uređaja SUBPRO 1210/2545



Slika 10.: Snimanje slojevitosti



Slika 11.: Obrada podataka

Ljubičasta linija predstavlja dno, zelena linija predstavlja dno suspenzijskog sloja dok plava linija predstavlja dno muljevitog sloja.



4. GRAFIČKI PRILOG

PREGLEDNA KARTA M 1: 25000



Republika Hrvatska
Ministarstvo unutarnjih poslova



KOPAČKI RIT
Park prirode - Nature Park



REPUBLIKA HRVATSKA
Ministarstvo regionalnoga razvoja
i fondova Europske unije

