

VYBRANÉ POSTUPY ANALÝZY A SPRACOVANIA MRAČIEN BODOV Z LASEROVÉHO SKENOVANIA NA ZVÝŠENIE KVALITY

SELECTED PROCEDURES OF ANALYSES AND POINT
CLOUD PROCESSING OF LASER SCANNING FOR
QUALITY IMPROVEMENT

Vybrané postupy analýzy a spracovania mračien bodov z laserového skenovania na zvýšenie kvality

1. Oblasti laserového skenovania a systémy zberu dát s vysokou pridanou hodnotou - TLS, MLS, ALS a ULS laserové skenovacie systémy RIEGL
2. Ako súvisí laserové skenovanie s digitálnou fotogrametriou – výhodnosť multisenzorových riešení na príklade Vexcel Imaging UltraCam Dragon
3. Je nutné mračná bodov pred ďalším použitím hlbšie študovať a analyzovať?
4. Odporúčaná súčasť analýzy mračien bodov
5. Príklad rozhraní na postprocessing dát v spracovateľskom softvéri Applanix, RIEGL a Laserdata
6. Záver

1. Oblasť laserového skenovania a systémy zberu dát s vysokou pridanou hodnotou - TLS, MLS, ALS a ULS laserové skenovacie systémy RIEGL

Rakúska firma **RIEGL** Laser Measurement Systems je už viac ako 40 rokov svetovým lídrom inováciách s neustále sa rozširujúcim portfóliom **oceňovaných laserových systémov** na automatizovaný zber dát pre 4 hlavné oblasti **podľa upevnenia senzorov / HW** na "nosiči":



- * **TLS** – pre oblasť terestrickú (na pevnom statíve postavenom bez pohnutia na zemi)
- * **MLS** – pre oblasť mobilnú (na aute, vlaku, bicykli, lodke)
- * **ALS** – pre oblasť leteckú (lietadlo s pilotom)
- * **ULS** – pre oblasť UAV (bezpilotnú)

Spracovateľský softvér / SW je sústredený do 2 ucelených SW balíkov:

- * Statický – pre oblasť TLS,
s hlavným zástupcom **RiScanPro a RiPano**
- * Kinematický - RIEGL Kinematic LiDAR Software Suite – pre oblasť MLS, ALS a ULS,
s hlavným zástupcom **RiProcess**

Naša firma **Expert_for_3D_Landscape, spol. s r.o.** sa ako systémový integrátor dlhodobo venuje laserovým systémom a je výhradným distribútorom RIEGL pre SR. Sami niektoré systémy vlastníme a aj s ostatnými máme bohaté osobné skúsenosti.

Vychádzajúc z praktických skúseností pri automatizovanom zbere dát metódou laserového skenovania s pomocou odporúčaných senzorov s vysokou pridanou hodnotou, sa v príspevku zameriame na vybrané postupy, ktoré zlepšujú kvalitu výsledného mrača bodov na základe cieľovej analýzy a následného spracovania.



Ing. Marko Paško,
Expert_for_3D_Landscape, spol. s r.o.



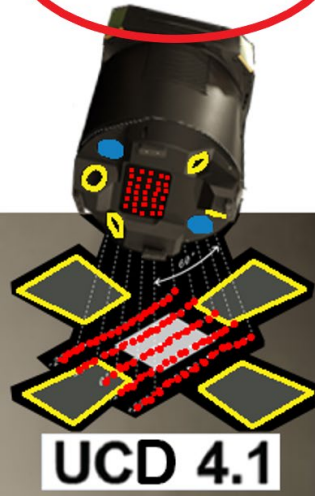
2. Ako súvisí laserové skenovanie s digitálnou fotogrametriou – výhodnosť multisenzorových riešení na príklade Vexcel Imaging UltraCam Dragon



digitálna fotogrametria

snímky najvyššej kvality s AMC Adaptive Motion Compensation, nadir aj šikmé

UltraCam Dragon = UCO + RIEGL



laserové skenovanie

najvyšší počet stanovísk za hod., presná a rýchla automatizovaná kontrola

integrovane kalibrovane kamery na zvýšenie presnosti



MLS VMY-2

TLS VZ600i

ULS,ALS

Snímky z digitálnej fotogrametrie sa dajú použiť na presné merania aj bez IMU a GNSS, mračná bodov získané z laserového skenovania kinematicky sa bez synchronizovaného záznamu údajov IMU a antény GNSS nedajú vyhodnotiť. Preto všetky skenery RIEGL majú možnosť integrácie interných alebo externých digitálnych kamier. Vexcel zase v UltraCam Dragon integroval letecký laserový skener RIEGL ako ďalší, nezávislý zdroj dát, snímaný naraz.

3. Je nutné mračná bodov pred ďalším použitím hlbšie študovať a analyzovať?

Aj keď **moderné** laserové skenery poskytujú **rôzne spôsoby automatizácie procesov** a každý typ snímanej scény má svoje špecifické odporúčané postupy, aj tak je na zvýšenie kvality výsledkov vhodné zamyslieť sa

- nad povahou snímaných objektov,
- ich rozložením v priestore a čase,
- hustotou skenovania,
- vzdialenosťou stanovísk a
- **overiť si analýzou celku i detailu kvalitu skenovania**, hlavne zameraním sa na očakávané problematické miesta s vyšším šumom, so zatienením, zrkadlením, nasnímaním pohyblivých objektov a podobne.

Ak tieto problematické oblasti správne identifikujeme a analyzujeme ich **hraničné parametre**, vieme šum následne eliminovať a zvýšiť tak kvalitu výsledného mračna bodov. Takto ošetrené mračno bodov poskytne vhodnejší **predpoklad na matematické vyrovnanie stanovísk pomocou normálových vektorov častkových plôch** a presnejšiu **klasifikáciu mračien bodov** do podrobnejších tried a tak môže ďalej poslúžiť ako vstup pre **umelú inteligenciu (AI) na strojové učenie (ML), automatizované modelovanie a mapovanie.**

4. Odporúčaná súčasť analýzy mračien bodov

- 4.1 Informácia o použítom **senzore** (výrobca, produkt, model, nastavené parametre skenovania, kalibračný protokol, typ skenovacieho mechanizmu)
- 4.2 Informácia o použítom **IMU a GNSS** antény (výrobca, produkt, model, použité technológie, nastavené parametre)
- 4.3. Informácia o **nosiči** (výrobca, produkt, model, rýchlosť zberu)
- 4.4. Informácia o **uchytení senzora** na nosiči – mount, gimbal (výrobca, produkt, model, parametre maximálnych korekcií)
- 4.5. Analýza územia a snímaného **povrchu** (rozsah, prevýšenie, typ, tienenie a rušenie signálu)
- 4.6. Analýza **trajektórie** pred a po postprocesingu
- 4.7. Prítomnosť a rozloženie **kontrolných objektov**, prípadne ich doplnenie
- 4.8. Analýza výsledného mračna bodov (hustota bodov na m², overenie počtu odrazov, rozdiely medzi mračnami bodov na prekryte medzi susednými stanoviskami, medzi jednotlivými prejazdami, medzi letovými líniami), odstránenie pohyblivých objektov, odstránenie zrkadlenia objektov

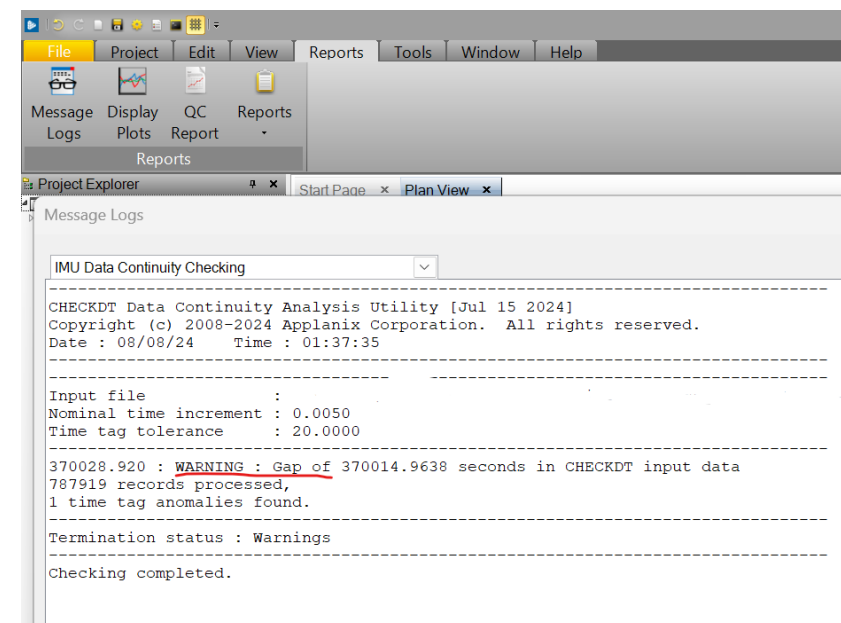
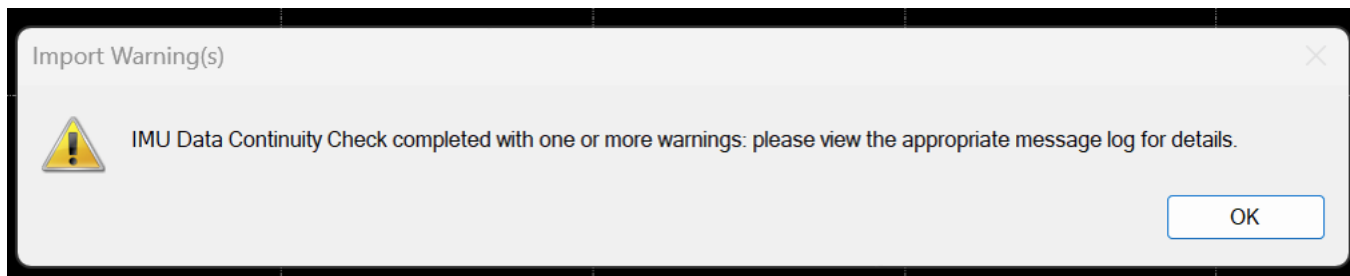
5. Príklad rozhraní na postprocessing dát v spracovateľskom softvéri Applanix, RIEGL a Laserdata

Overovanie a postprocessing trajektórie v softvéri **Trimble Applanix POSPac MMS**  **CenterPoint® RTX | Post Processing**

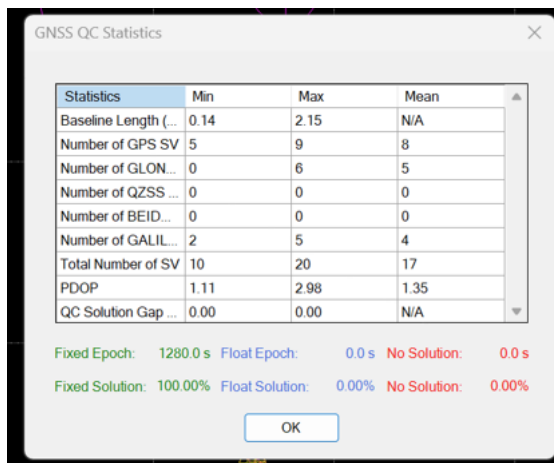
Načítanie trajektórie – hľadanie príčin a odstraňovanie Warnings

– continuity check – výpadky alebo rušenie GNSS signálu

- Message logs – IMU Data Continuity Check



- GNSS Quality Control Statistics – No solution: 0s

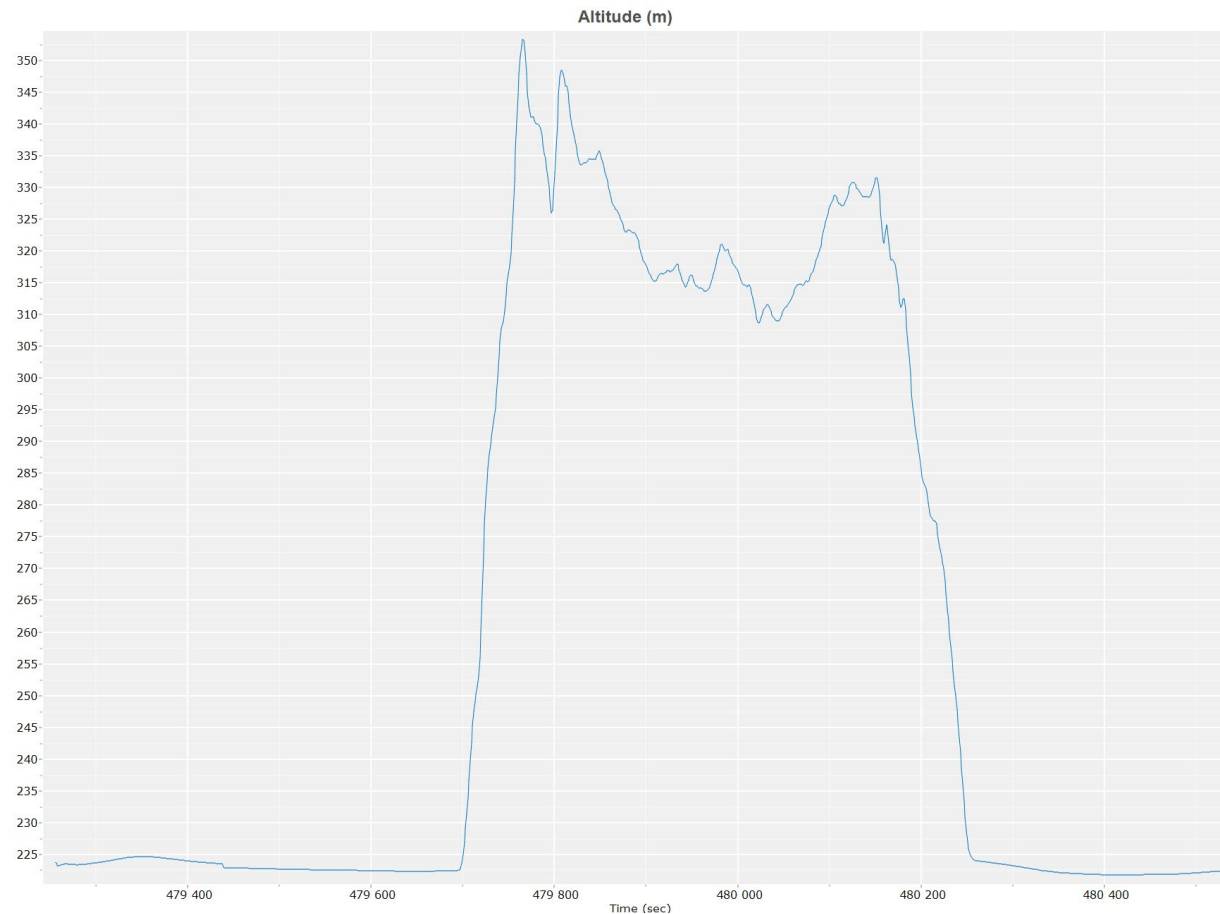
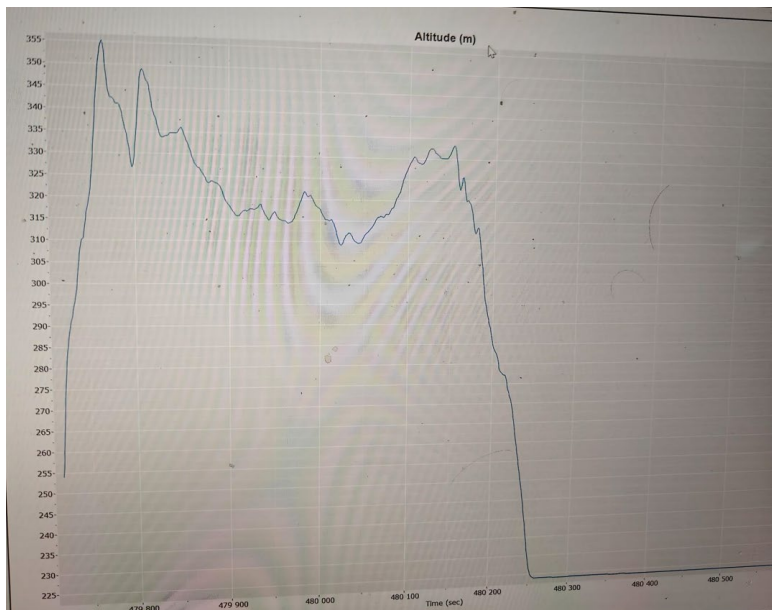


5. Príklad rozhraní na postprocessing dát v spracovateľskom softvéri Applanix, RIEGL a Laserdata

Overovanie a postprocessing trajektórie v softvéri **Trimble Applanix POSpac MMS**

Predtým – trajektória **bez static alignment** na začiatku alebo na konci

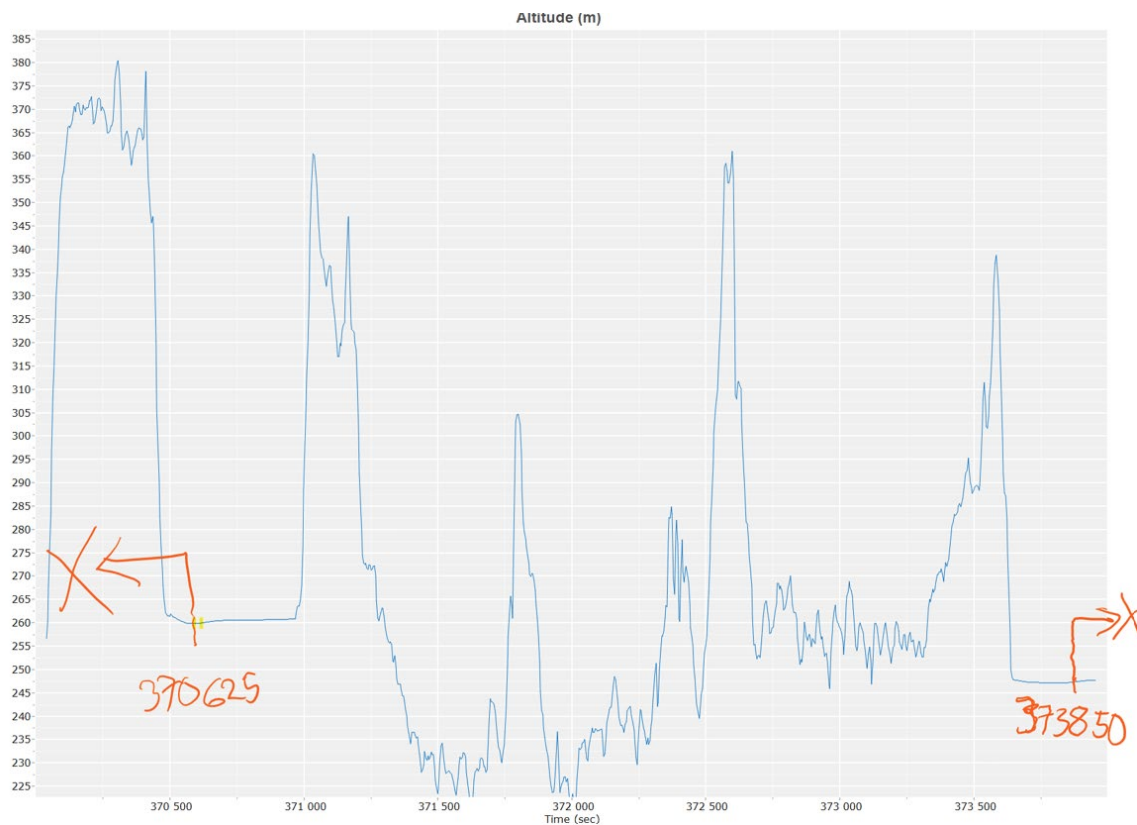
Potom – kompletne zaznamenaná a načítaná trajektória



5. Príklad rozhraní na postprocessing dát v spracovateľskom softvéri Applanix, RIEGL a Laserdata

Overovanie a postprocessing trajektórie v softvéri Trimble Applanix POSpac MMS

Predtým – dlho zaznamenávaná trajektória s viacerými čiastkovými projektami Potom – trajektória skrátená na podstatný úsek

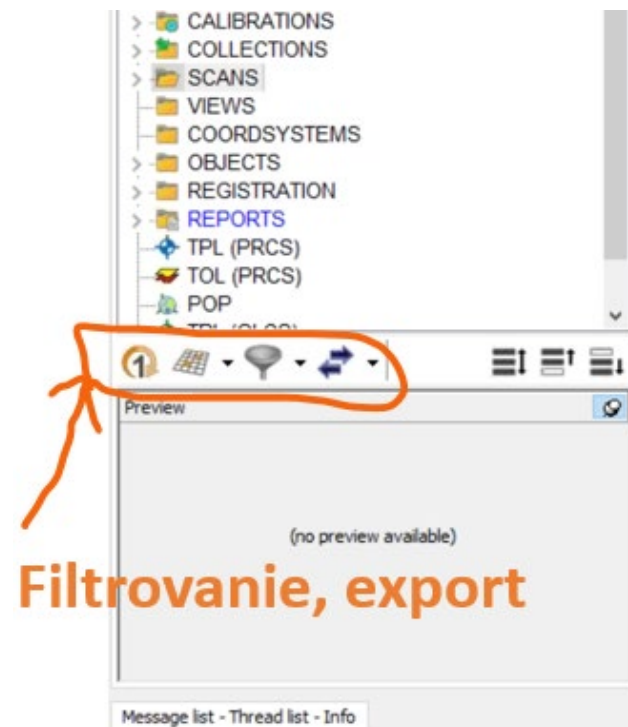
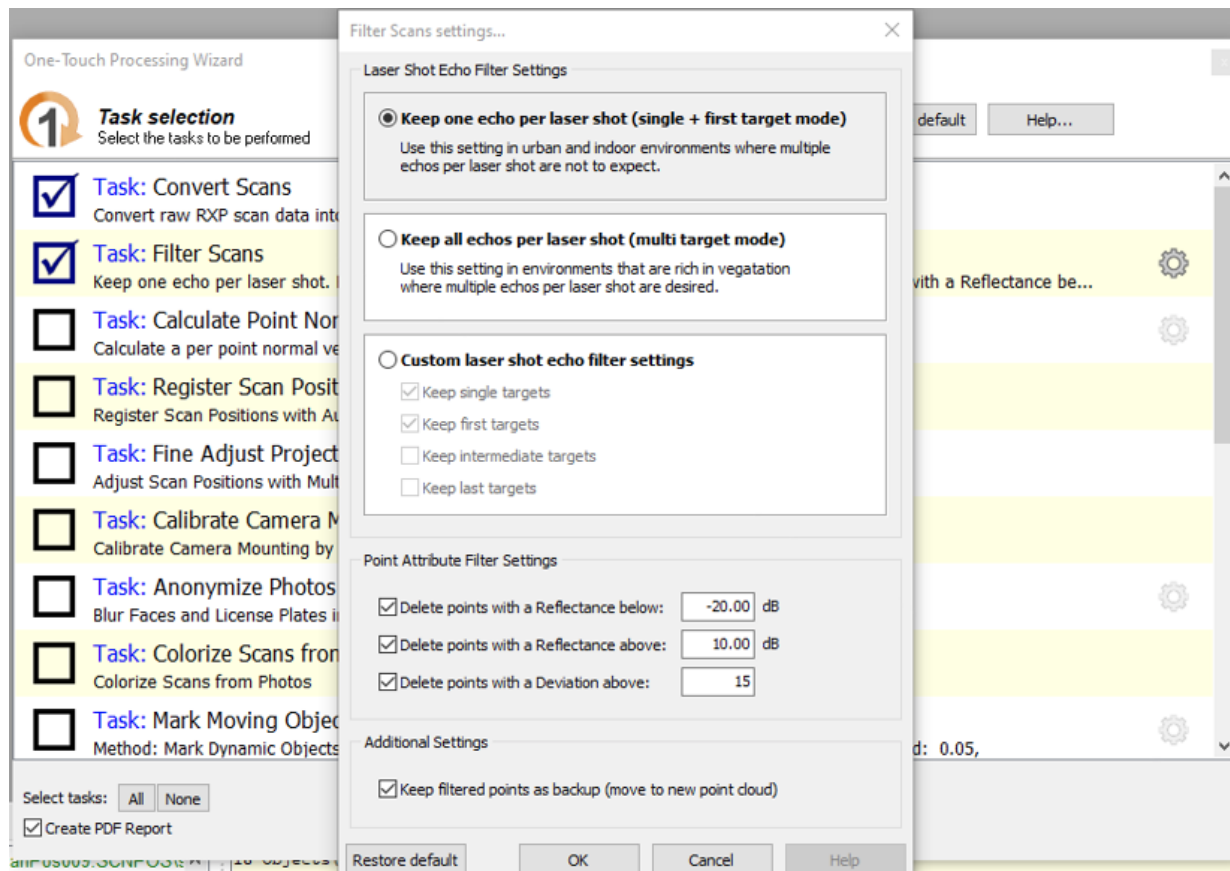


The screenshot shows the 'Project Settings' dialog box. The 'Timing' section is highlighted with a green box, showing 'Start' at 479255.762 and 'End' at 480528.994. The 'Entire time interval' checkbox is checked. Other settings include 'Output Format' set to 'Applanix Standard', 'Output Units' set to 'Meter', 'Angle' set to 'Degree', and 'Lat & Lon' set to 'Deg Decimal'. The 'Height Options' section shows 'Ellipsoid' selected with 'EGM96' as the Geoid Model. The 'Local Shift (m)' section shows X, Y, and Z all set to 0.000. The 'Solution in use' is set to 'Real time'. The 'Mapping Frame' is set to 'ETRF00 Universal Transverse Mercator UTM North 34 (18E to 24E) NONE 2024.566'.

5. Príklad rozhraní na postprocessing dát v spracovateľskom softvéri Applanix, RIEGL a Laserdata

Postprocessing TLS v softvéri **RIEGL RiScanPro**

Zvážiť účel skenovania, typ a komplexnosť scény a podľa toho **zvoliť stratégiu importu a filtrovania dát** – OneTouch processing Wizard



5. Príklad rozhraní na postprocessing dát v spracovateľskom softvéri Applanix, RIEGL a Laserdata

Postprocessing TLS v softvéri **RIEGL RiScanPro**

Filtrovanie dát – OneTouch processing Wizzard – Deviation, Reflectance, Dynamic objects, Mirroring objects

Pozor – tu uvedené hodnoty platia pre daný prístroj a danú scénu ! Operátor si musí dané vlastnosti overiť najprv v celku a potom v detaile.

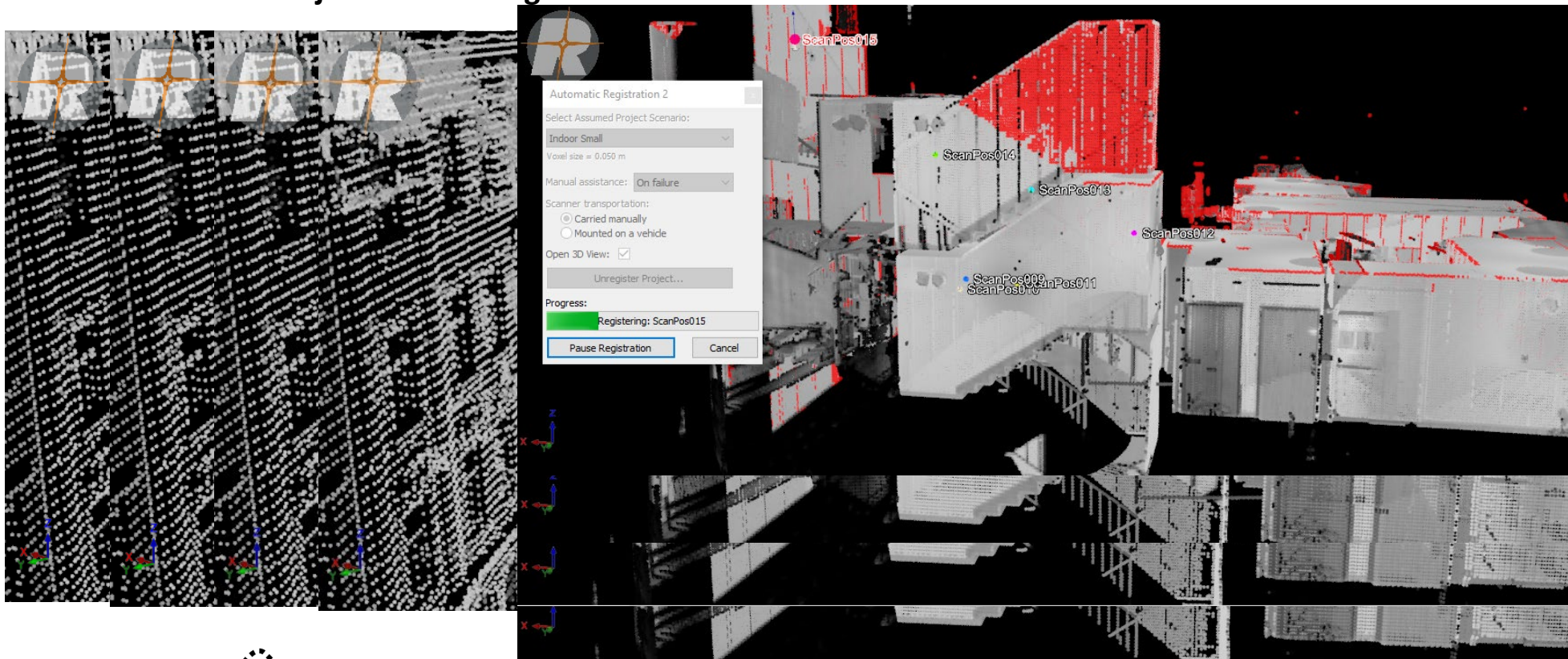
Výsledkom OneTouch Processing wizard môže byť až rendrovanie videa s čistými objektami ([Rf](#), [TC](#))

5. Príklad rozhraní na postprocessing dát v spracovateľskom softvéri Applanix, RIEGL a Laserdata

Postprocessing TLS v softvéri **RIEGL RiScanPro**

Dokončenie a vylepšenie vzájomnej registrácie jednotlivých stanovísk – OneTouch processing Wizzard

- na základe prečistených dát je vzájomná registrácia automatická a presnejšia
- horizontálne alebo aj vertikálne zregistrované stanoviská

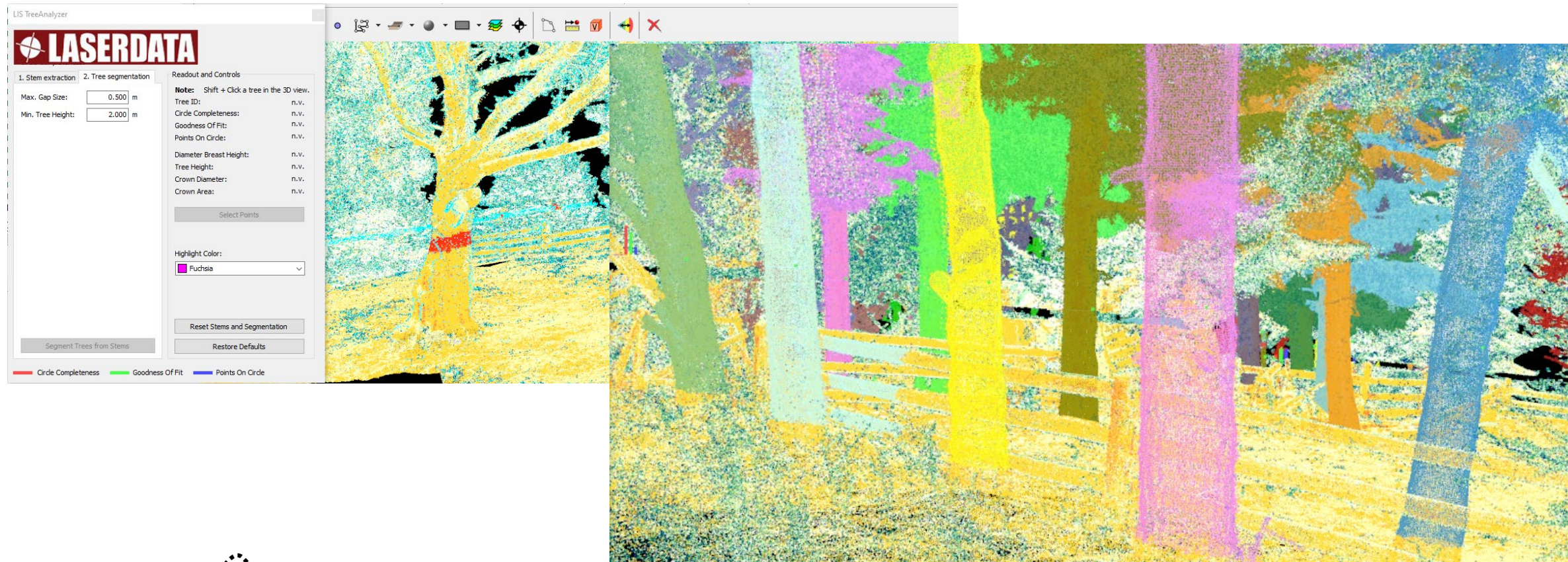


5. Príklad rozhraní na postprocessing dát v spracovateľskom softvéri Applanix, RIEGL a Laserdata

Postprocessing TLS v softvéri **RIEGL RiScanPro**

Ak vegetácia zakrýva terén, je možnosť identifikácie jednotlivých stromov a ich odstránenie zo scény

Plugin Tree Analyzer - Laserdata



6. Záver

Analýza mračien bodov laserového skenovania umožňuje **presnejšie nastavenie parametrov funkcií v postprocessingu** a tým rýchlejšie dosiahnuť vyššiu kvalitu výsledkov – hlavne vďaka kvalitným senzorom a softvéru

Ďakujem za pozornosť. Viac na www.x3d.sk



Expert_for_3D_Landscape, spol. s r.o.

www.x3d.sk

20+ rokov skúseností v systémovej integrácii a automatizácii meracie a mapovacie multikamerové a multisenzorové systémy



laserové skenovanie

najvyšší počet stanovísk za hod., presná a rýchla automatizovaná kontrola šetrí milióny v investičnej výstavbe



MLS VMY-2



TLS VZ600i



VMX-RAIL



hyperspektrál

umenie videnia neviditeľného, vedecká kvalita každého pixla, monitoring životného prostredia



UAV Airborne

Lab



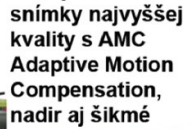
fotogrametria

žiadajte letecké snímky najvyššej kvality s AMC Adaptive Motion Compensation, nadir aj šikmé

UCO + RIEGL



UCO 4.1



UCE 4.1



UCD 4.1



IMU



SW

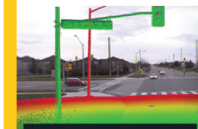
Trimble, Applanix

priame geo-referencovanie počas mapovania



APX-20 UAV

management, spracovanie a publikovanie dát



iTwin Capture