

“SLAM” un “Terrestrial” lāzerskenēšanas tehnoloģiju salīdzinājums

RTU 59. SZK apakšsekcija “Ģeomātika”

Ēriks Trišins

St.apl.nr.: 121RBC165



RTU
BŪVNICĪBAS
INŽENIERZINĀTŅU
FAKULTĀTE

Rīga, 2018

“SLAM” un “Terrestrial” lāzerskenēšanas tehnoloģiju salīdzinājums

Pētījumā mērķis: Salīdzināt divas lāzerskenēšanas tehnoloģijas.

Darba uzdevumi:

- Izmantojot terestisko un rokas lāzera skeneri, veikt objekta uzmērīšanu;
- Izvērtēt mērīšanas procesu;
- Apstrādāt iegūtos datus;
- Salīdzināt iegūtos datus, izmērot viena un tā pašā objekta ģeometriju;
- Salīdzināt tehnoloģiju lietošanas sarežģītību un iespējamo pielietojumu.

LĀZERSKENĒŠANAS TEHNOLOĢIJA

Lāzerskenēšana ir attālinātās uzmērīšanas tehnoloģija, kas lielā ātrumā, ļauj fiksēt objekta ģeometriju, ar nolūku iegūt uzmērīta objekta trīsdimensiālo attēlojumu.

Lāzerskenēšana

Statiskā



- Terrestiskā (Terrestrial) lāzerskenēšana

Dinamiskā



- Aerolāzerskenēšana (LIDAR);
- Mobilā lāzerskenēšana;
- Rokas mobilā lāzerskenēšana.

Terrestiskā (Terrestrial) lāzerskenēšana

Klasiskā lāzerskenēšanas tehnoloģija. Skenēšana notiek no fiksētas pozīcijas. Šāda tehnoloģija piemērota lokālu objektu uzmērīšanai, šādi objekti var būt: ēkas, torņi, tilti u.c. Izmantojot šādu mērīšanas tehnoloģiju, iespējams iegūt telpiskos datus ar precizitāti līdz milimetram.

Rokas mobilā lāzerskenēšana (SLAM)

Kompleksa sistēma kas ļauj noskenēt apkārtni kustības laikā. Simultaneous Localisation And Mapping (SLAM) tehnoloģija tika izveidota robotikas industrijā. Izmantojot SLAM algoritmus, reālā laikā, tiek izmantota informācija no sensoriem (LIDAR vai fotoattēliem), kas palīdz aprēķināt ierīces pozīciju un veidot 3D karti.

SALĪDZINĀŠANĀ IZMANTOJAMĀS IERĪCES

Leica BLK360



- Diapazons: min. 0,6 - līdz 60 m
- Punktu mērīšanas ātrums: līdz 360'000 punkti / sek
- 3D punktu precizitāte: 6mm uz 10m
- Mērīšanas laiks 03:30 min
- Mērīšanas leņķis 360 ° (horizontāli) / 300 ° (vertikāli)

FARO 3D S120



- Diapazons: min. 0,6 - līdz 120 m
- Punktu mērīšanas ātrums: līdz 976'000 punkti / sek
- 3D punktu precizitāte: 2mm uz 10m
- Mērīšanas laiks 6.52 min
- Mērīšanas leņķis 360 ° (horizontāli) / 305 ° (vertikāli)

GeoSLAM ZEB-Revo



- Diapazons: min. 0,6 - līdz 30 m
- Punktu mērīšanas ātrums: līdz 43'200 punkti / sek
- Precizitāte 1-3 cm
- Mērīšanas laiks -----
- Mērīšanas leņķis 270 ° (horizontāli) / 360 ° (vertikāli)

Dators un programmatūra

Visi dati tika apstrādāti uz viena datora, tāvad datora resursi, ko izmantoja pēcapstrādes programmatūras ir vienādi. Dati tika apstrādāti uz datora ar šādiem parametriem:

- Intel® Core i7-4770S CPU @ 3.10 GHz
- RAM 16.0 Gb
- NVIDIA GeForce GT730

Katrai ierīcei, ražotājs nodrošina pēcapstrādes programmatūru:



Leica BLK360: Datu apstrādei tiek izmantota Autodesk programmatūra «Recap». Izmantojot šo programmu ir iespējams izlādēt datus no instrumenta, apvienot punktu mākoņus, iztīrīt punktu mākoņus no trokšņa, ģeoreferencēt punktu mākonī, veidot griezumus un veikt mērījumus, kā arī izeksportēt punktu mākonī populārākajos punktu mākoņa formātos.



FARO 3D S120: Datu apstrādei tiek izmantota FARO SCENE programma. Izmantojot šo programmu, punktu mākoņi tika apvienoti, attīrīti un izeksportēti.



GeoSLAM ZEB-REVO: GeoSLAM HUB, vienīgā programma, kura spēj apstrādāt ZEB-REVO «raw» datus, speciālais formāts, kā arī licence, kas ir piesaistīta tikai vienam instrumentam, ļauj pārveidot ZEB-REVO datus *.las, *.ply formātos, apvienot datu kopas, veidot 2D rasējumus.

Testa objekts Nr.1

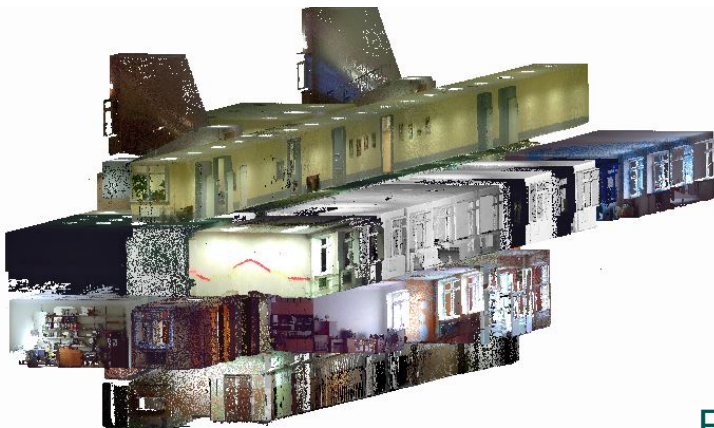
Meža iela 1 k-1

Testa nolūkos, tika noskenēta ēka Meža iela 1 k-1.

Noskanēts: Trīs stāvu gaitenī, pagrabstāvs, divas kāpņu telpas, dažas telpas.

Uzmērīšanas rezultāta bija nepieciešams noskaidrot – vai, cik precīzi rokas skeneris savietos vienādus gaitenī un kāpņu telpās vienā datu kopā, kā arī salīdzināt iegūtos datus ar terestiskā lāzera skenera datiem.

- Izmantojamā ierīce nr.1 : **FARO 3D S120**
- Punktu mākoņu savietošanas metode: Sfēras un Cloud to Cloud
- Uzmērīšanas laiks: 4 stundas
- Datu apstrādes laiks: 6 stundas
- Pēcapstrādes programmatūras: Faro SCENE, Autodesk Recap

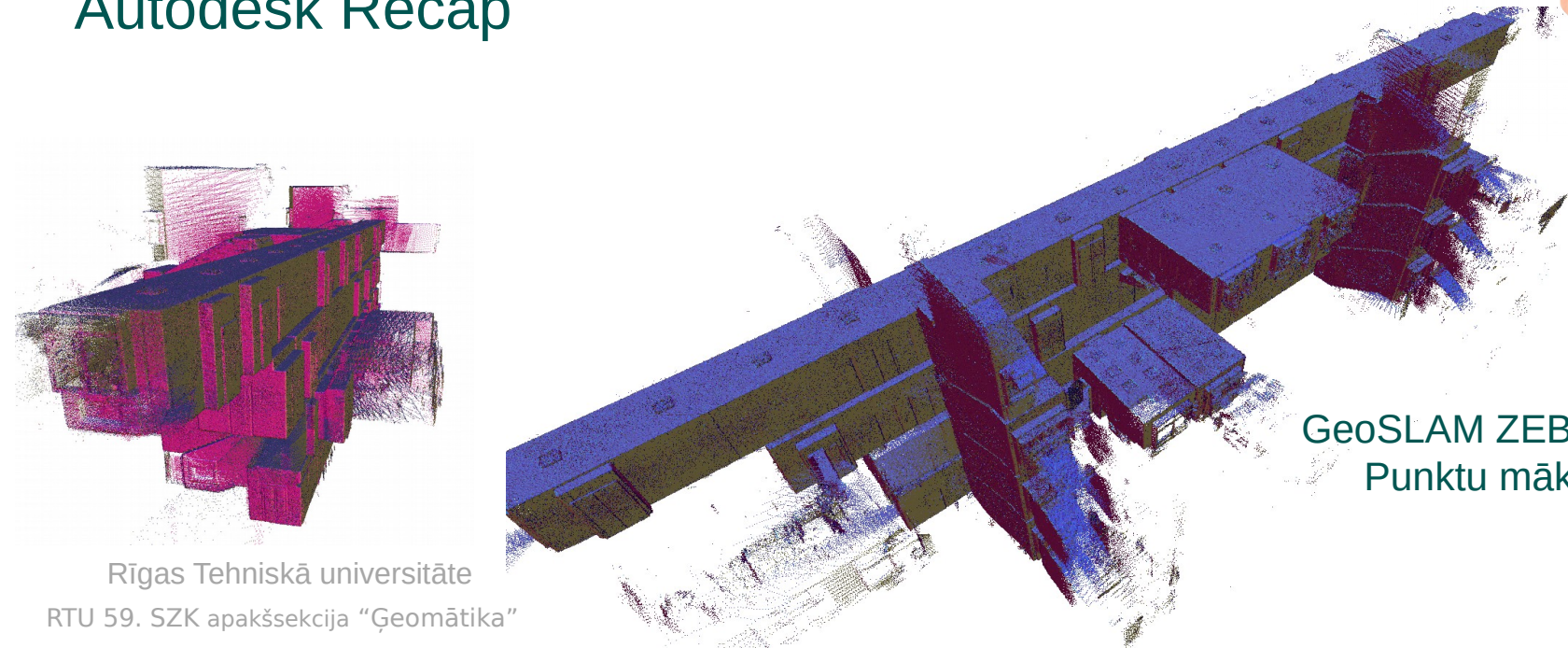


FARO 3D S120 Punktu mākonis

Testa objekts Nr.1

Meža iela 1 k-1

- Izmantojamā ierīce Nr.2 : **GeoSLAM ZEB-REVO**
- Punktu mākoņu savietošanas metode: SLAM
- Uzmērīšanas laiks: 30 min
- Datu apstrādes laiks: 30 min
- Pēcapstrādes programmatūras: GeoSLAM HUB, Autodesk Recap



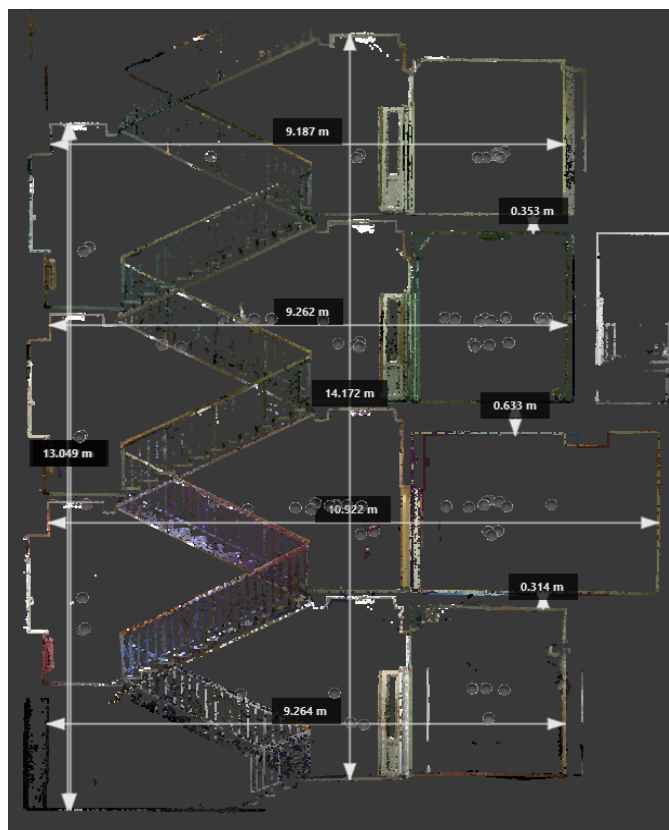
GeoSLAM ZEB-REVO
Punktu mākonis

Iegūto datu salīdzinājums

	FARO 3D	GeoSLAM ZEB-REVO
Datu apjoms:	33.4 Gb	969 Mb
Punktu izkliede (max):	1.27 cm	4.7 cm
Līdzīgākais attālums:	9.187 m	9.187 m
Atšķirīgākais attālums	61.143 m	61.247 m

Uzmērīta objekta kāpņu telpas griezumums. Bildē var redzēt, ka daži izmēri sakrīt viens ar otru, starpība nav lielāka par 3 cm.

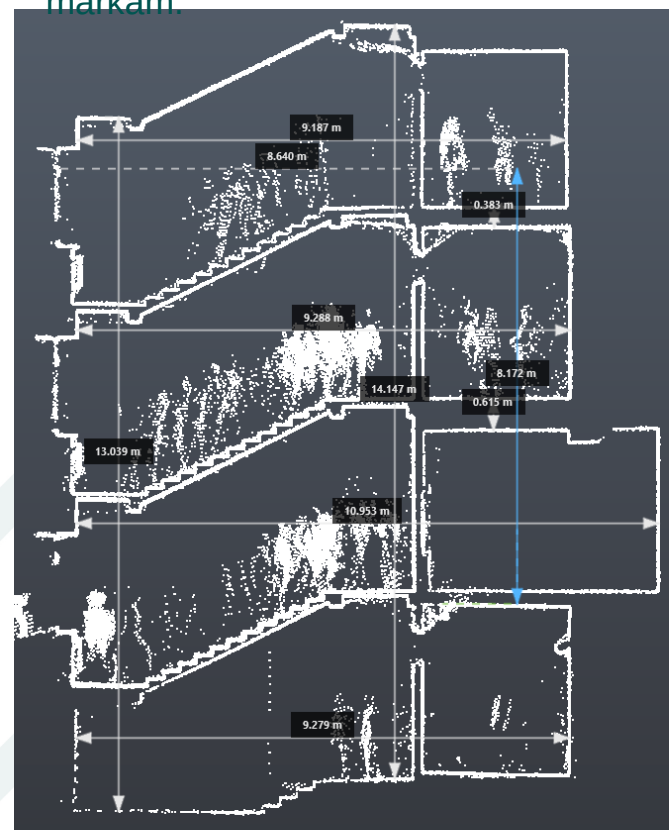
Toties uzmērīt šādu kāpņu telpu, izmantojot terestisko skeneri, aizņems apmēram 1 stundu, un vajadzēs likt markas vai sfēras, jo visas detaļas, sienas, margas ir līdzīgas. Toties SLAM skeneris to paveiks 5 minūšu laikā un savietos visu kopā bez sfērām un markām.



FARO Dati



GeoSLAM Dati

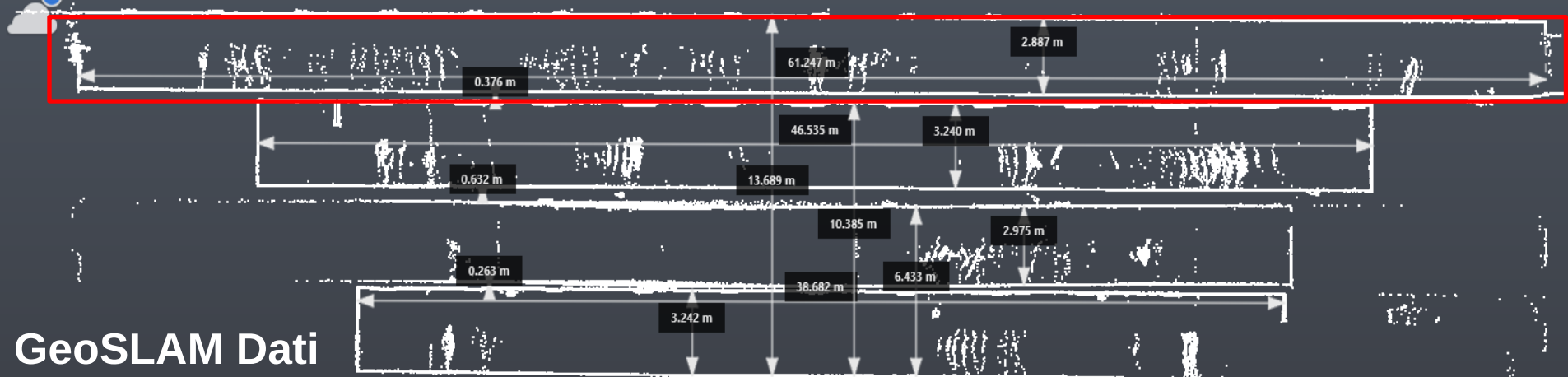
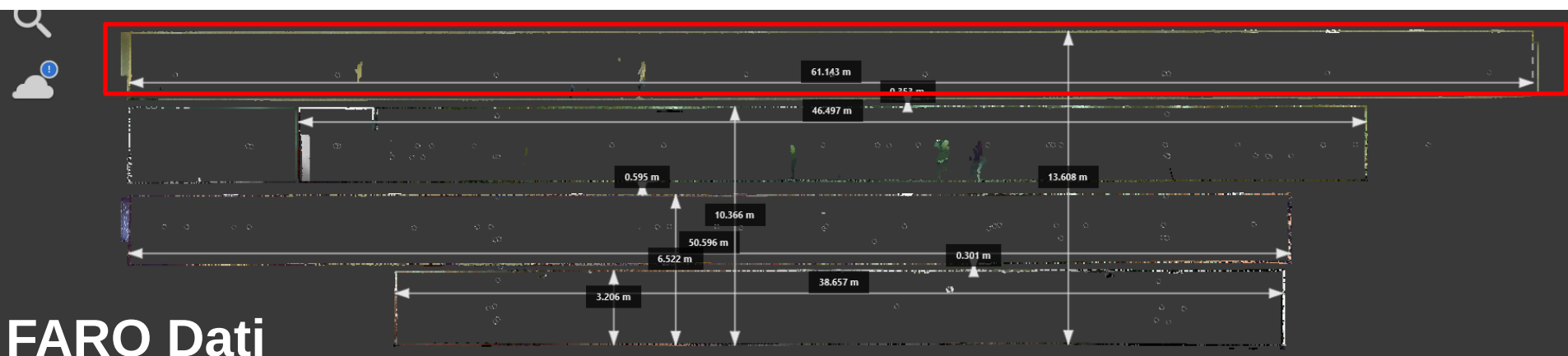


legūto datu salīdzinājums

Tabulās var redzēt, ka lielāka starpība ir 104 mm, tā starpība ir trešā stāvā gaitenā garumam. Kļūda veidojas lielā gaitenā garuma dēļ, vienādības kā arī dēļ tā, ka rokas skenerim tā bija tālākā vieta no sākuma punkta.

Ja mērījumi būtu veikti sakot ar trešo stāvu, lielākā kļūda būtu pagrabstāvā.

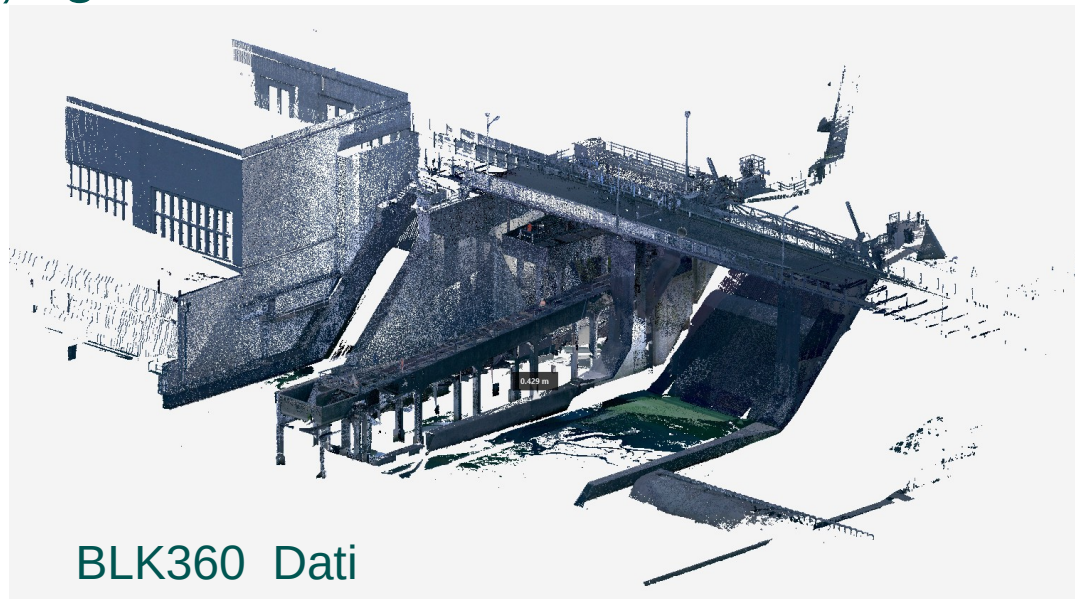
No mīnusiem var minēt arī to, ka Rokas skenera skani tiek veikti bez foto fiksācijas, līdz ar to ir melnbalti, un atpazīt ,piemērām, MARKAS nav iespējams.



Testa objekts Nr.2

Ķeguma HES

Uzmērīšanas objekts: Ķeguma HES, objekta sarežģītības dēļ, vienīgā ātrā metode, kā to precīzi uzmērīt, ir lāzera skenēšanā. Lai veiktu salīdzinājumu, tika veikta uzmērīšana izmantojot divus instrumentus.



- Izmantojamā ierīce Nr.1.: **Leica BLK360**
- Punktu mākoņu savietošanas metode: Cloud to Cloud
- Uzmērīšanas laiks: 3 stundas
- Datu apstrādes laiks: 2 stundas
- Datu apjoms: 31.6 GB
- Pēcapstrādes programmatūras: Autodesk Recap

Rīgas Tehniskā universitāte

RTU 59. SZK apakšsekcija "Ģeomātika"



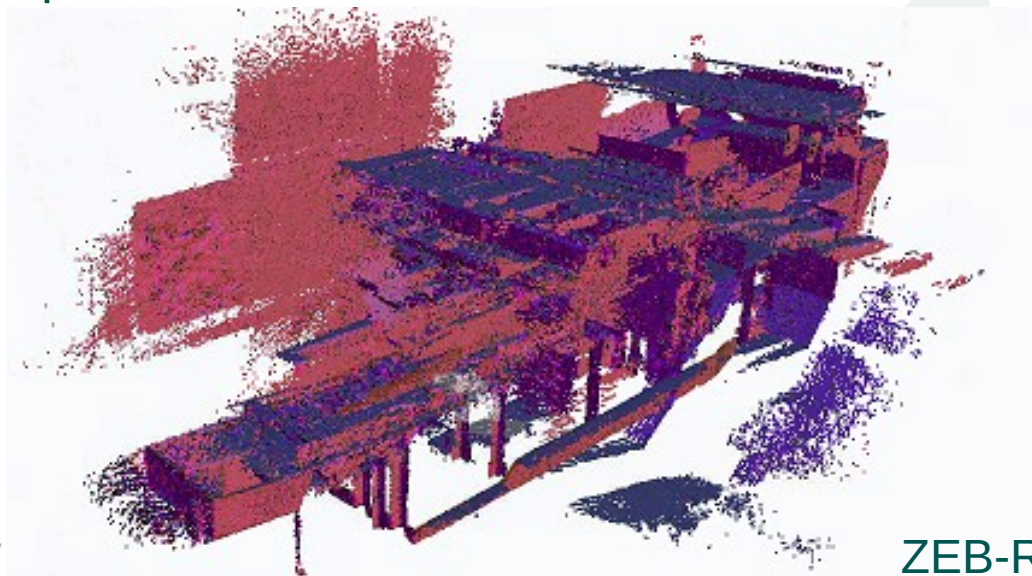
Testa objekts Nr.2

Ķeguma HES

HES Zivju ceļš



- Izmantojamā ierīce Nr.2: GeoSLAM ZEB-REVO
- Punktu mākoņu savietošanas metode: SLAM
- Uzmērīšanas laiks: 24 min
- Datu apstrādes laiks: 25 min
- Datu apjoms: 631 Mb
- Pēcapstrādes programmatūras: GeoSLAM HUB, Autodesk Recap



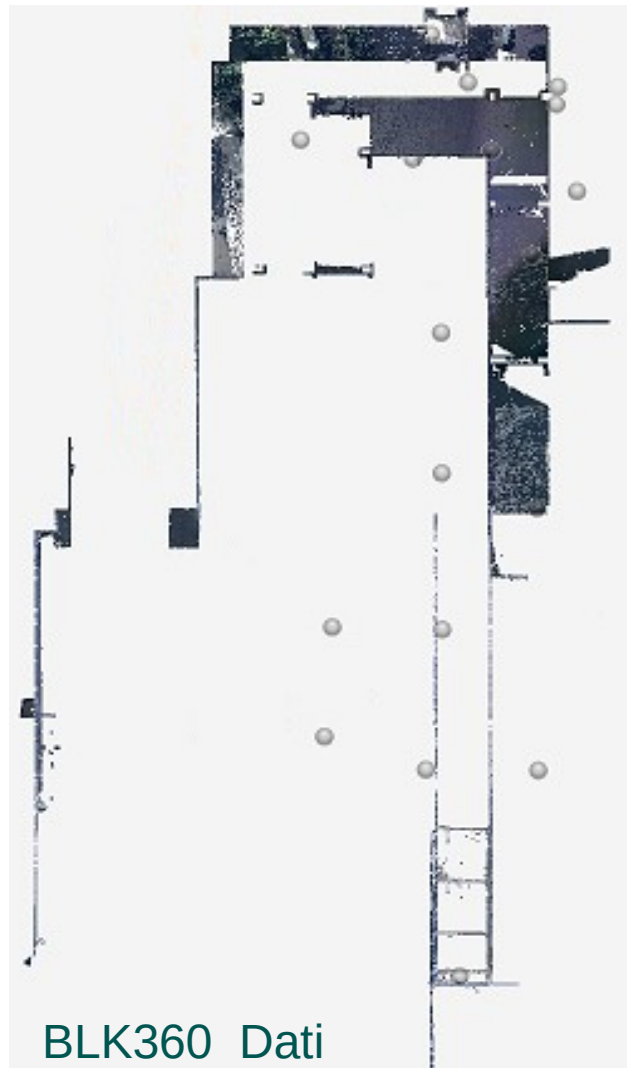
Testa objekts Nr.2 Ķeguma HES

Uzmērīšanas rezultāti:
darba uzdevuma
izpildīšanai tika izmantoti
BLK360 dati, jo
instrumenta precizitāte ir
labākā, gan pēc tehniskās
specifikācijas, gan pēc
iegūtajiem datiem.

ZEB-REVO punktu
mākonī, punktu izkliede ir
ļoti liela, un tas ir
bezkrāsains, līdz ar to,
tos grūtāk identificēt
objektos.

Tomēr datus ir iespējams
izmantot inventarizācijai,
kā arī konstrukciju
lokalizācijai.

Rīgas Tehniskā universitāte
RTU 59. SZK apakšsekcija "Ģeomātika"



BLK360 Dati

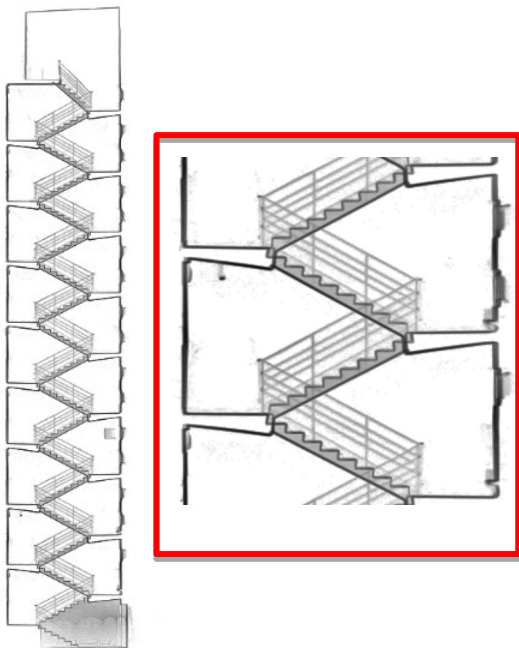


ZEB-REVO Dati

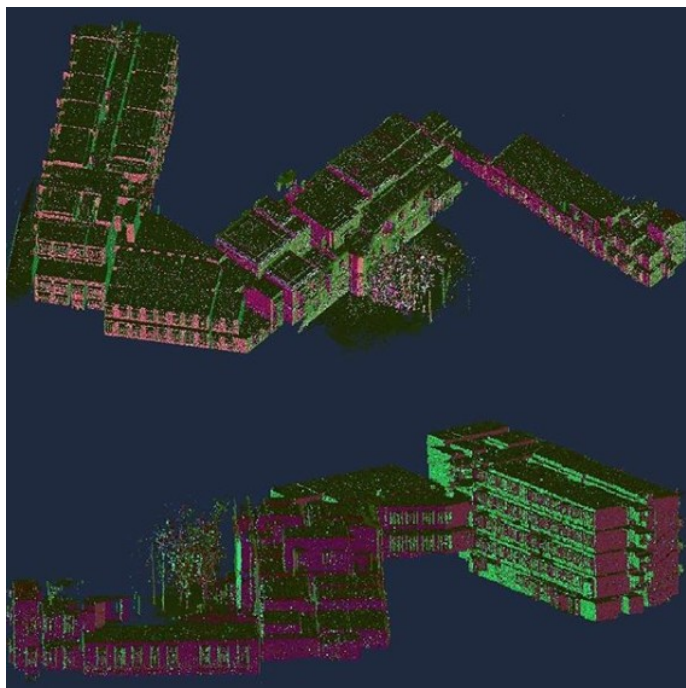
Papildus testi

Lai izvērtētu SLAM pielietojumu, prasmes, kas ir vajadzīgas, lai mēritu ar šādu instrumentu, tika veikti papildus dažādu objektu mērījumi.

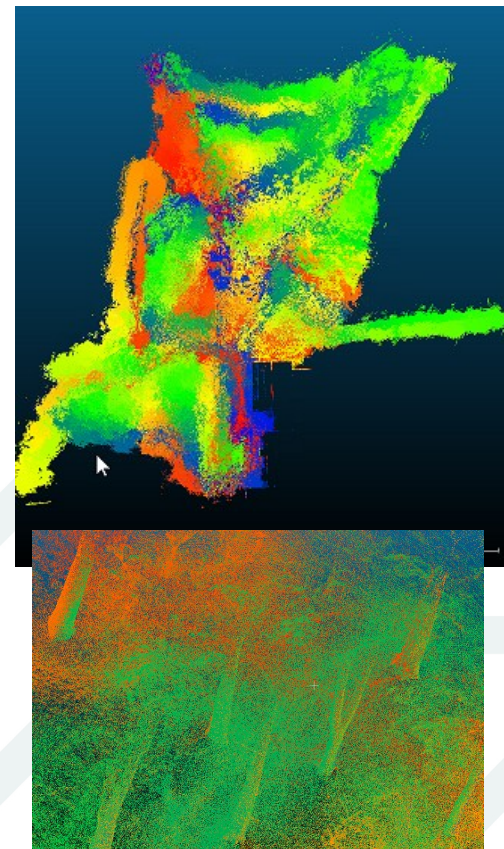
Deviņu stāvu ēkas kāpņu telpa



Pieciestāvu skola ar 4 korpusiem



Mežs



Mērīšanas laiks: 20 min

Mērīšanas laiks: 4 stundas
Apjoms: 6000 kv.m.

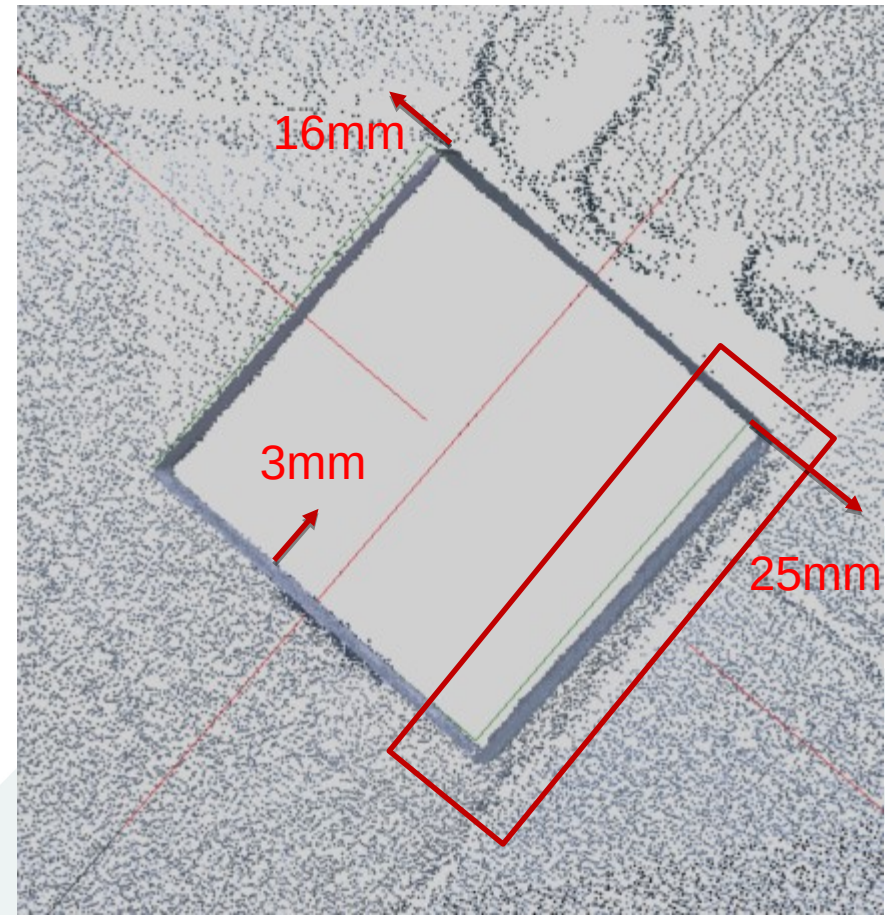
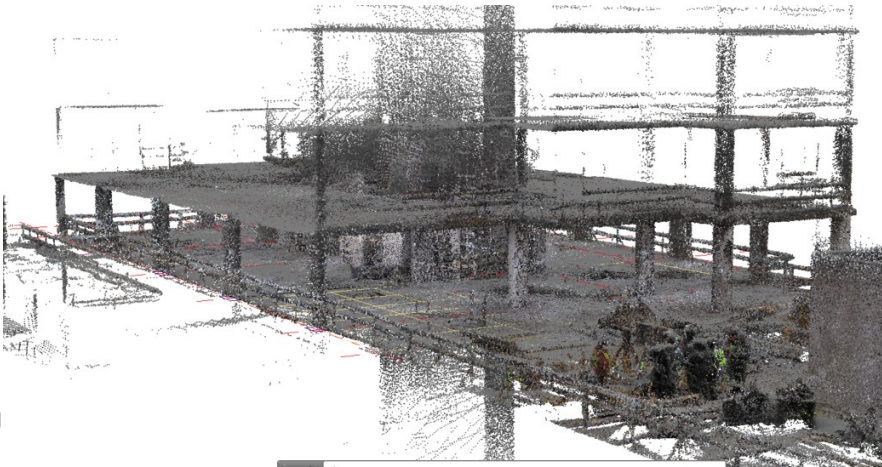
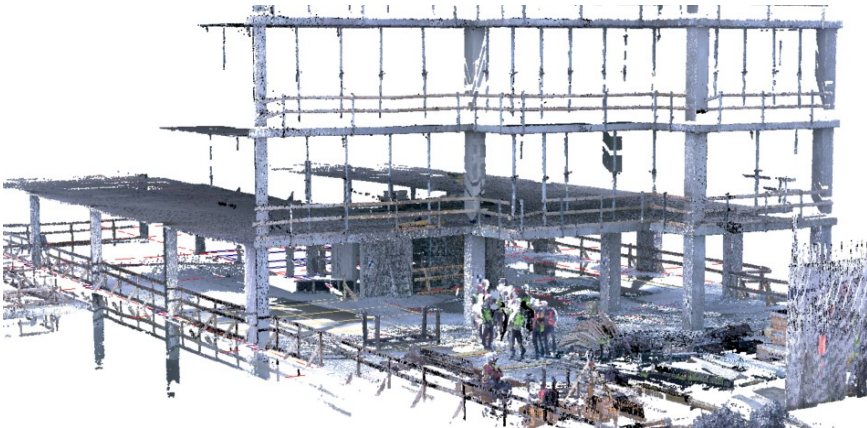
Mērīšanas laiks: 8 stundas
Apjoms: 20 ha

Papildus testi

GeoSLAM ZEB-REVO nenodrošina labāku precizitāti, tomēr tas spēj diezgan ātri uzmērīt objektu, un izvērtēt objekta konstrukciju novietojuma pareizību.

Tika veikta celtniecības objekta uzmērīšana ar BLK360 un ZEB-REVO, ar nolūku salīdzināt ierīkoto betona kolonnu novietojumu ar konstruktoru izveidotiem plāniem.

Pateicoties ZEB-REVO datiem var secināt, ka visas kolonnas ir ierīkotas tām paredzētajās vietās. Izmantojot BLK datus var secināt, ka kolonnām ir novirze, kura dažās vietās pārsniedz 25mm.



Secinājumi

Pielietojums:

- SLAM: Sarežģītas telpas, kāpņu telpas, inventarizācijas lieta, 2D plāni, Meži
- Terrestiskais: mērīšana iekštelpā/ārtelpā.

Precizitāte:

- SLAM: Relatīva +/- 1.5cm , Absolūta +/- 15cm
- Terrestiskais: Var iegūt līdz 2mm

Laiks

Mērīšana, izmantojot SLAM instrumentu, paātrina gan uzmērīšanas, gan pēcmapstrādes procesu. Ar to var paveikt tādu pašu darba apjomu 4 reizes ātrāk, nekā ar stacionāro skeneri, bet precizitāte līdz ar to ir zemāka. Instruments var derēt specifiskiem objektiem, kur nav nepieciešama liela precizitātē.

Prasmes/Zināšanas

Lai lietotu šādā veida instrumentus, nepieciešamas speciālas zināšanas un prasmes, katram instrumentam ir savas nianšes, līdz ar to, jebkurš nevarēs pareizi lietot šādu instrumentu, kaut arī ar SLAM instrumentu var uzmērīt cilvēks ar pamata zināšanām, ir jāspēj arī pareizi apstrādāt un savietot vairākus punktu mākoņus, un savietošanas process nav no vieglākajiem.

Cena

- SLAM – sākot no 50K EUR
- Terrestiskais – sākot no 18K EUR

Gandrīz visu darbu, ko spēj SLAM skeneris, var paveikt ar terrestrisko lāzera skeneri, bet tas var aizņemt vairāk laika gan mērīšanā, gan pēcmapstrāde, bet toties, ne visu to, ko spēj terrestiskais skeneris, spēs paveikt SLAM skeneris, līdz ar to, pagaidām, terrestiskai skeneris tiek atzīts par labāko 3D punkta mākoņa iegūšanas variantu. Bet tehnoloģijas attīstās, un, visticamāk, pēc dažiem gadiem varēsīm vērot SLAM lāzera skeneri ar labu kameru un precizitāti līdz milimetram.



Paldies par uzmanību!