

Jami Harilainen

VX Spatial Station -kuvantaminen ja 3D-skannaus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Maanmittaustekniikan koulutusohjelma

Insinööriytyö

13.2.2014

Tekijä Otsikko	Jami Harilainen VX Spatial Station -kuvantaminen ja 3D-skannaus
Sivumäärä Aika	30 sivua + 2 liitettä 13.2.2014
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	maanmittaustekniikka
Ohjaaja Ohjaava opettaja	tuotantopäällikkö Markku Palkama yliopettaja Vesa Rope
<p>Toimeksiantona oli Trimble VX Spatial Station takymetrin skannaus- ja kuvantamistoimintojen käyttäminen kohteeseen ja tulosten vertailu RealWorks-ohjelmalla. Mittaukset tehtiin itse paikan päällä ja tuotettua pistepilvettä muokattiin RealWorks-ohjelmalla.</p> <p>Insinööriyön tavoite oli saada tarkat kuvat ja skannaustulokset kohteesta ja vertailla saatuja tuloksia. Ohessa tehtiin myös mallinnus yhdestä kohteen seinästä. Takymetri tuotti pistepilviä ja kuvia kohteesta, joista luotiin objekteja. Näitä objekteja vertailemalla saatiin työn tulokset.</p> <p>Tuotetuista pistepilvistä valittiin yksi seinä ja tarkkuuden vertailuun valitut yksityiskohdat. Seinä digitoitiin luomalla objektit seinän muodoista ja tarkkuuden vertailussa muutamat yksityiskohdat, jotka asetettiin päällekkäin ohjelmassa ja objekteja verrattiin keskenään.</p> <p>Objektien vertailussa selvisi, että etäisyydellä ja laserskannauksen tarkkuuden ja asetusten muokkaamisella on suuri merkitys. Etäisyyden kasvaessa takymetrin kameran ominaisuudet eivät riitä riittävän tarkan kuvan tuottamiseen. Mitä kauempaa skannaus ja kuvat suoritettiin, sitä epäselvemmäksi kohde muuttui. Objektien luominen vaikeutui, koska kuva oli liian epäselvä. Virhemarginaali oli asemapistenäköymästä työskenneltäessä pienimmillään +30 mm.</p> <p>Tarkkuutta pystytään parantamaan skannaamalla kohde useammasta eri kulmasta. Laserskannauksessa ei ole merkitystä etäisyydellä pistepilven tarkkuudessa, skannauksen asetuksia muokkaamalla pystyttiin tuottamaan tarkkoja tuloksia.</p>	
Avainsanat	VX Spatial Station, laserskannaus, kuvantaminen

Author Title	Jami Harilainen VX Spatial Stations imaging and 3D-scanning
Number of Pages Date	30 pages + 2 appendices 13 February 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Land Surveying
Instructor Supervisor	Markku Palkama, Production Manager Vesa Rope, Principal Lecturer
<p>The purpose of this Bachelor's thesis was to scan and image a building with Trimble VX Spatial Station tachymeter and compare the results of various scans to each other with the RealWorks 7.0 programme. The building was surveyed on the spot and the acquired point clouds were processed with the RealWorks programme.</p> <p>The goal was to get several accurate pictures and scanning results of the building, and to compare the results to each other. Along with the actual project, one of the walls of the building was modelled.</p> <p>The results showed that the distance and the modification of the scanner settings are highly significant. As the distance grows, the features of the camera of the tachymeter are not sufficient for a sharp picture. When performing the scanning and imaging from farther away from the building, the picture became more unfocused and therefore it was more difficult to create the object. The margin of error was + 30 mm at minimum when working from the station view.</p> <p>The accuracy can be improved by scanning the building from multiple angles. In laser scanning the distance is not relevant for the accuracy of the point clouds, since accurate results could be achieved by editing the scanning settings.</p>	
Keywords	VX Spatial Station, laser scanning, imaging

Sisällys

Lyhenteet ja määritelmät

1	Johdanto	1
2	AIP-Mittaus Oy	2
3	Trimble VX Spatial Station	3
3.1	Trimble VX Spatial Station -takymetri	3
3.2	Tekniset tiedot	4
4	Trimble RealWorks 7.0	5
5	Mittauskohde	6
6	Pisteverkon suunnitleminen kohteen ympärille	7
6.1	Työnkuvaus	7
6.2	Mittaussuunnitelma	7
7	3D-skannaus ja kuvantaminen	9
7.1	Laitteisto	9
7.2	Mittauspäiväkirja	9
7.2.1	Yleiskäytäntö	9
7.2.2	Tiistai 29.10.2013	11
7.2.3	Keskiviikko 30.10.2013	13
7.2.4	Torstai 31.10.2013	14
7.3	Mittauksien tulokset	16
8	Pohjoisseinän digitoiminen	17
8.1	Työnkuvaus	17
8.2	Objektien luominen	17
9	Tarkkuuden selvittäminen RealWorks 7.0 -ohjelmalla	20
9.1	Ongelmakohdat	20
9.2	Objektin luominen	20
9.3	Objektien mittasuhteet keskenään	22
9.4	Objektien luonti pistepilvessä	24
9.5	Tarkemittaukset	27

10	Yhteenveto ja johtopäätökset	28
	Lähteet	30
	Liitteet	
	Liite 1. Mittausraportti, pohjoisseinän mallintaminen	
	Liite 2. Mittausraportti, länsiseinän skannaus 60 metrin kohdalta	

Lyhenteet ja määritelmät

3D-skannaus	Toiminto, joka tuottaa kohteen kolmiulotteiseksi.
"avaruus"-tila	RealWorks-ohjelman pisteiden muokkaamistila, jossa pistepilveä voi muokata kolmiulotteisesti.
CAD	<i>Computer-Aided Design</i> . Ohjelma, joka avustaa muotoilun suunnittelussa tietokoneavusteisesti.
DR-moodi	<i>Direct Reflex</i> . Toiminto, joka mittaa etäisyyden ja kohteen lasersäteellä.
kolmiulotteisuus	Tila, joka määritellään kolmen koordinaatin avulla, X (vaaka), Y (pysty) ja Z (syvyys).
kuvantaminen	Tarkasti georeferoituja kuvia, jotka ovat oikeassa mittakaavassa ja koordinaatistossa.
laserskannaus ja -keilaus	Takymetrin toiminto, joka tallentaa havainnot pistepilveksi joka muodostuu kohteesta.
pistepilvi	Takymetrin tuottama havaintosarja, jossa on useampia pisteitä kohteesta ja kohteen muodoista.
Polyline Drawing	Työtila, jolla luodaan objekteja pistepilvestä.

1 Johdanto

Opinnäytetyön tarkoituksena oli hyödyntää työkäytössä Trimble VX Spatial Stationia yrityksessä, jossa käsiteltiin tasoja ja suunniteltiin rakennuksien julkisivuja. Takymetri on rakennettu tekniikalla, joka voisi sopia tämän tapaisiin tehtäviin, mutta laitetta ei ole testattu yrityksessä. Takymetrissä on uutta tekniikkaa, mutta perustoiminnot ovat tuttuja. Uudet tekniikat ovat kuvantaminen ja 3D-skannaus. Uusien tekniikoiden käyttämiseen tarvitaan myös erillinen ohjelma kuten Microstation tai 3D-Win, jotka ovat normaaleja ohjelmia tulosten editoimiseen mittausten jälkeen. Työssä käytettävä ohjelma on RealWorks 7.0. Ohjelman oppimiseen tarvitaan ammattilaisen ohjausta. Laitteella oli tarkoitus laserskannata rakennuksen julkisivu sekä kuvata käyttäen takymetrin kuvantamistekniikkaa. Kuvasta oli tarkoitus tehdä tietokoneella tasoja, joita voi käsitellä RealWorks-ohjelmalla, niin ettei fyysisiä mittauksia tehdä maastossa kuin yksi tai kaksi kertaa. Tietokoneella tehtiin lopullinen työ, mutta tarkkuuden pitää olla vaaditulla tasolla, joka on vähintään yhtä tarkka kuin aikaisemmin käytetyillä metodeilla. Lopullisesta kohteesta valittiin tietyt vaativat pisteet tai alueet, joita käytettiin tarkkuuden vertailussa. Seuraavaksi mitattiin itse paikan päällä tarvittaessa takymetrimenetelmällä ja lopuksi kuvantamis- ja laserskannausmenetelmällä. Lopuksi liitettiin kaikki alueet samaan ohjelmaan ja työhön jolla verrattiin tarkkuutta. AIP-Mittaus Oy:n toimeksianto sisälsi ainoastaan muutaman yksityiskohdan kuvantamisen ja niistä tarkkuuden selvittämisen. Koko työnä skannattiin ja kuvattiin yksi kohteen julkisivu, joka lopuksi mallinnettiin osittain tietokoneella RealWorks 7.0 -ohjelmalla. Julkisivun mallintamisessa myös verrattiin ja arvioitiin eri etäisyyksien tuomia ongelmia ja haasteita.

Tavoitteena oli saada arvokasta tietoa AIP-Mittaus Oy:lle laitteesta ja varsinkin sen laserskannaustarkkuudesta.

2 AIP-Mittaus Oy

AIP-Mittaus Oy on osa MCG, MätCenter Groupia, johtavaa maanmittausyritystä. Yhtiön toimipaikkoja on eri puolella maailmaa kuten Ruotsissa, Virossa, Tšekissä ja myös Kanadassa. Yhtiön ovat perustaneet vuonna 1995 Ruotsissa sen kaksi omistajaa Simon Skinnars ja Jacob Strömberg. Nykyisin kokopäiväisiä työntekijöitä on 200. Yhtiön päätoimisto on Ruotsissa Örebrossa. [1]

Suomen päätoimisto sijaitsee Tuusulassa, josta se hallinnoi työntekijöitään ympäri Suomea. Mittaustyöt keskittyvät laajasti infrastruktuuriin ja rakentamiseen. Myös sisätilamittaukset sekä 3D-mallintamiset ovat yrityksen erikoisuutena. Kalustona AIP-Mittaus Oy:llä on mm. Leica TCRA1201 -tarkkuustakymetri, Wild N3 -tarkkavaaituskojeet, GPS GX1230 ja Leica 6200 -sarjan laserskanneri. [2]

3 Trimble VX Spatial Station

3.1 Trimble VX Spatial Station -takymetri

VX Spatial Station (kuva 1) on Trimblen uusin takymetrimittauskoje, jossa on yhdistetty edistyksellinen optinen mittaus, kuvantaminen ja 3D-skannaus. Koje on ensimmäinen, jossa yhdistyy tarkka paikkatieto sekä laserskannaus. Koje on valmistettu asiakkaiden vaatimusten mukaan. [3]



Kuva 1. Trimble VX Spatial Station [3].

Koje näyttää normaalilta takymetriltä mutta on edeltäjiään huomattavasti teknisempi. VX-laserkeilaustakymetrillä skannauksia voi tehdä päivittäisen työn ohessa ilman mo-

nimutkaisia ja erillisiä keilausjärjestelmiä tai vaihtamista toiseen maastomittausohjelmaan. Myös 3D-skannaukset voidaan tehdä suoraan oikeaan koordinaatistoon. [3]

3.2 Tekniset tiedot

VX Spatial Station tarjoaa uusinta teknologiaa käyttäjälleen niin mittauksiin kuin kuvantamiseen. Ulkomuoto on samanlainen kuin aiemmissa takymetreissä, mutta tekniikka on uudenlaista vanhempiin verrattuna. Skannauksesta ja kamerasta on julkaistu seuraavia teknisiä tietoja [3]:

- skannausetäisyys 1—250 metriä
- 5 pistettä sekunnissa tai jopa 15 pistettä sekunnissa
- tarkimmillaan 10 mm pistetiheydellä
- resoluutio 2048 x 1536
- 4-kertainen zoomi (1x, 2x, 4x, 8x)
- kuvauslaajuus 16.5° x 12.3°.

4 Trimble RealWorks 7.0

Trimble RealWorks 7.0 on suunniteltu mm. VX Spatial Stationin tuottaman pistepilven rekisteröintiin ja editoimiseen. Toiminnoiltaan ohjelma on monipuolinen ja alkuun pääseminen luonnistuu nopeasti. Ohjelma hyödyntää kaikkia VX Spatial Stationin tuottamia mittauksia ja kuvantamisia. Ohjelma on suunniteltu suurten tietomäärien hallintaan, käsittelyyn ja analysointiin, ja varsinkin graafisten elementtien ja pintamallien luomiseen pistepilvestä. Töiden lopputulokset voidaan siirtää erilaisiin CAD-sovelluksiin ja myös Microstation-ohjelmistoihin. [4]

Tässä työssä ohjelmaa käytettiin ainoastaan objektien luomiseen ja tarkkuuksien vertailemiseen. Ohjelman oppimiseen ei tarvitse useita koulutustunteja.

Ohjelma luo halutuista muodoista ja kohteista objekteja, jotka tallentuvat avoimna olevaan työhön tai haluttuun nimettyyn työhön.

5 Mittauskohde

Kohde on Vantaalla Helsingin Pitäjän alueella sijaitseva Pyhän Laurin kirkon kellotorni (kuva 2). Kellotorni sijaitsee hautausmaa-alueella. Kellotorni on oma itsenäinen rakennus, joka sisältää paljon yksityiskohtaisia rakennelmia. Kohde on erittäin hyvä tarkkuuden selvittämiseen. Kohde on valmistunut 1600-luvulla, mutta se on osittain tuhoutunut tulipalossa 1800-luvulla. Tulipalon jälkeen tilalle rakennettiin nykyisin paikalla olevat punatiilinen keskikerros ja peltinen huippu. Kellotornin kaksi kelloakin on vaihdettu. [5]

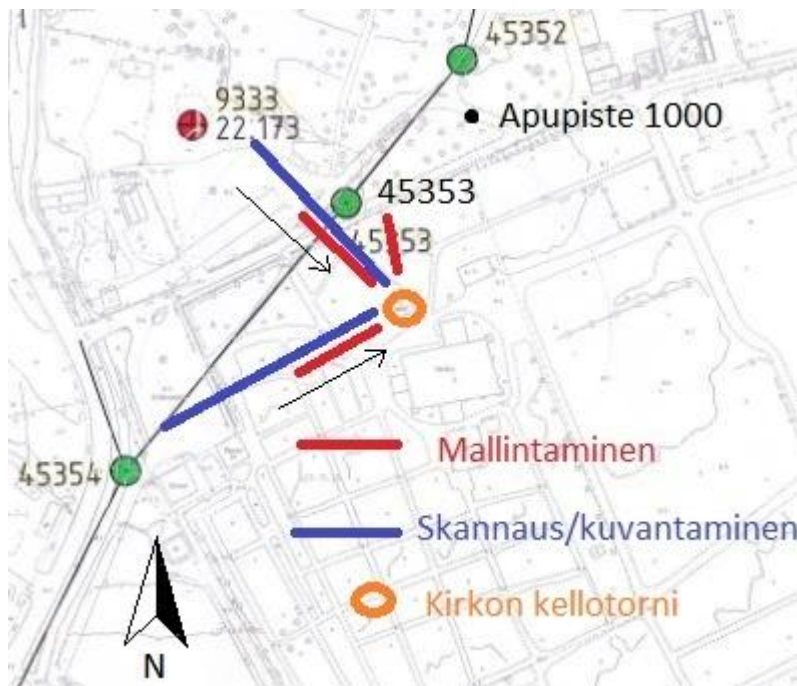


Kuva 2. Helsingin Pitäjän kirkon tapuli [6].

6 Pisteverkon suunnitleminen kohteen ympärille

6.1 Työnkuvaus

Työn tarkoituksena ei ollut rakentaa kohteen ympärille mittavaa pisteverkkoa, josta olisi hyötyä myöhäisemmässä vaiheessa. Tarvittavat tiedot hankittiin Vantaan maanmittausosastolta ennen työn aloitusta. Vantaan kaupungin pisteverkosto on tarpeeksi kattava tarvittaviin mittauksiin. Tarvittaessa rakennettiin yksi apupiste, jota käytettiin mittauksissa. Kohteen välittömässä läheisyydessä on yksi korkeuskiintopiste ja kaksi luokan 5 tasokiintopistettä. Kp. 45352 on pahasti kääntynyt ulkoisen tekijän toimesta, joten se ei ole luotettava. Kp. 45354 on paikoillaan ja avonaisella paikalla jalkakäytävällä asfaltissa, ja tämän kanssa korkeuskiintopiste 9333 riittää apupisteen tekemiseen.



Kuva 3. Mittaussyunnitelma. Kuva Jami Harilainen.

6.2 Mittaussyunnitelma

Mittaussyunnitelmassa halutaan tuoda ilmi työssä tehdyt mittaussyunnat. Mittaussyunnat esittää kuvassa 3 näkyvät nuolet. Mallintamisella tarkoitetaan kohteen koko seinän skannaamista ja skannaamisella/kuvantamisella tarkoitetaan yksityiskohteiden skan-

naamista sekä kuvaamista. Kuvassa 3 näkyy myös luotu apupiste sekä Vantaan kaupungin pisteverkko pisteet. Mallintaminen jouduttiin suorittamaan kahdesta eri suunnasta, johtuen suuresta esteestä pohjoissuunnasta mallintaessa.

7 3D-skannaus ja kuvantaminen

Mittaukset suoritettiin syksyllä vaihtelevalla säällä. Mittauksiin varattiin viikko aikaa mutta ne suoritettiin kolmessa päivässä. Mittaukset aloitettiin kiintopisteiden tiedustelulla Vantaan maanmittaustoimistolta. Pisteverkko suunniteltiin käsin paperille, josta saatiin yleiskuva asemapistepaikoista. Pisteverkon suunnittelun ohessa kohteessa käytiin tiedustelemassa paikallisen hautausmaatoimiston esimiehen kanssa mittausten suorittamisesta. Mittauksille annettiin lupa, kunhan suurempia jälkiä ei jää, ja työn suoritus ei häiritse mahdollisia hautausmaan tai kirkon asiakkaita, kuten hääpareja tai hautaustoimituksia. Suunnitelman valmistuttua pestattiin mittamies avuksi työhön. Mittamiehen päätyö oli prisma-auvan pitäminen kiintopisteillä, jotta orientointi onnistuu mahdollisimman tarkasti.

7.1 Laitteisto

Työssä käytettiin seuraavia laitteita:

- Trimble VX Spatial Station
- Trimble CU -maastotietokone
- Trimble MultiTrack Prisma
- prisma-auva
- messinkinaula (apupiste)
- vasara.

7.2 Mittauspäiväkirja

Mittauspäiväkirjaa pidettiin mittauspäivinä. Päiväkirjaan kirjataan kaikki mittausvaiheet ja suoritteet. Tarkoitus oli myös seurata laitteen toimimista erilaisilla asetuksilla ja verrata toiminta-aikoja.

7.2.1 Yleiskäytäntö

Huomattavan esteen takia luotiin yksi apupiste nro 1000 kävelytielle (kuva 4), jotta pohjoisessa saatiin kokonaan mallinnettua. Apupiste luotiin orientoimalla korkeuskiintopis-

teestä ja tasokiintopisteestä. 3D-skannaus aloitettiin samalla tavalla kuin normaali mitaus takymetrillä, orientoitiin tunnettuihin pisteisiin ja varmistettiin hyvät mittaustarkkuudet.



Kuva 4. Apupisteen sijainti mittauspaikalla. Kuva Jami Harilainen.

Trimble CU -maastotietokoneen skannaus-valikosta avautui videokuva takymetrin näkymälle, minkä jälkeen maastotietokoneen näytöltä rajattiin haluttu skannausalue. Maastotietokoneen näkymää pystyy zoomaamaan portaittain. Pistetiheys asetettiin itse työn asetuksista haluttuun arvoon. Pistetiheyden pystyi valitsemaan väliltä 0,01—1 m mutta työssä haettiin tarkkuuteen liittyviä ominaisuuksia, joten pistetiheys pidettiin 0,07 metrissä ja tätä pienempänä. DR-moodilla mitattiin suurin piirtein rajatun alueen keskimääräinen etäisyys VX:ään. DR-mittaus mittaa tarkasti etäisyyden ja kohteen lasersä-

teellä. Aloitettiin mallinnus, joka vie ennakoidun ajan tai kauemmin riippuen eteen tulevasta esteistä. Skannauksen jälkeen kuvattiin erikseen kohde. Kuvantaminen onnistuu samalla rajauksella kuin skannaus. Kuvien nimet voidaan nimetä haluttuun muotoon. Kuvien koon ja tarkkuuden sai valittua työn asetuksista, ja koot olivat tarkimmillaan 3 megapikseliä ja tarkkuudet joko erinomainen, hyvä tai normaali. Kuvien limittäisyys oli perusasetuksena 10 %, mikä oli riittävä. Limittäisyyttä saa muokattua välillä 0—50 %, mutta 0 %:n asetuksella on vaarana, ettei takymetri kuvaa kaikkea kohteesta.

Suurien kohteiden kanssa suositellaan osissa skannaamista. Etäisyys ei vaihtele rajauksen sisällä, ja ajankulun pystyy itse määrittelemään. Skannaustilalla on merkitystä kuvien laatuun, toimitaanko ulkona vai sisällä loisteputkien valossa.

7.2.2 Tiistai 29.10.2013

Orientointi määritettiin korkeuspisteen 45354 ja korkeuskiintopisteen 9333 avulla, minkä jälkeen aloitettiin kellotornin pohjoisseinän skannaus. Skannattiin osissa, aloitettiin alaosasta ja VX antaa arvioiduksi ajaksi 30 minuuttia ja noin 11 000 pistettä. Etäisyyttä rajaukseen oli 41,4 metriä ja pistetiheys oli 0,07 metriä.

Skannattiin kellotornin keskiosa, joka on isoin osa tornista, VX antoi arvioiduksi ajaksi 50 minuuttia ja noin 12 000 pistettä. Etäisyyttä rajaukseen oli 42,8 metriä, ja pistetiheys oli 0,07 metriä.

Skannattiin eri asemapisteeiltä kellotornin torniosa, koska takymetriä nostettaessa eteen tuli puun oksia. Orientointi tehtiin samoihin pisteisiin kuin aiemmalla asemapisteeellä. Varmistettiin orientoinnin tarkkuus. Arvioitu aika oli 45 minuuttia ja noin 4 000 pistettä. Etäisyyttä oli 48,2 metriä ja pistetiheys oli 0,07 metriä. Torni on kohteen tummin alue, joten vaikka pinta-alaa on vähemmän kuin muilla osilla, VX:llä oli vaikeuksia saada havaintoja takaisin tummemmasta pinnasta kuin vaaleasta.

Vaihdettiin asemapistepaikkaa itään päin, jotta saatiin skannattua katveeseen jääneet alueet (kuva 5). Orientointi tehtiin luotuun apupisteeseen 1000 ja korkeuskiintopisteseen 9333. Uudessa asemapistepaikassa ei tarvinnut skannata koko seinää uudelleen, vaan näytöltä pystyi katsomaan saman työn aikana kaikki aiemmat skannatut alueet pistepilvenä ja näin valittava alue pieneni. Skannattiin kellotornin oven sisääntulo. Arvi-

oitu aika oli kuusi minuuttia ja noin 1 000 pistettä. Etäisyys oli 28,2 metriä ja pistetiheys oli 0,07 metriä.



Kuva 5. Skannatut pisteet näkyvät punaisena ja katvealue oviaukossa. Kuva Jami Harilainen.

Skannattiin samasta asemapistepaikasta kellotornin alaosan somisteet. Arvioitu aika oli kolme minuuttia ja pisteitä noin 1 100. Etäisyys oli 27,2 metriä ja pistetiheys oli 0,07 metriä. Tästä ei otettu kuvia, koska rajattu alue oli pieni.

Skannattiin pohjoisseinän keskiosan katvealueet. Arvioitu aika oli 20 min ja pisteitä noin 6 000. Etäisyys oli 30,1 metriä ja pistetiheys oli 0,07 metriä.

Skannattiin pohjoisseinän torni ja arvioitu aika oli 20 minuuttia, joka ylittyi kohteen tumman pinnan takia 14 minuutilla. Skannaus aika oli siten 34 min. Pisteitä tuli 4 500. Etäisyys oli 35,3 metriä ja pistetiheys oli 0,07 metriä.

Kokonaisuudessaan ensimmäiseen päivään meni aikaa viisi tuntia. Asemapaikkoja oli kolme johtuen isosta kuudesta kohteen vieressä. Kaikki skannaukset tehtiin samaan työhön. Sää oli pilvinen. Pistetiheys oli sama kaikissa tässä työssä, koska koko seinän skannauksessa ei etsitä eroavaisuuksia toisiin mittauksiin.

7.2.3 Keskiviikko 30.10.2013

Skannattiin kellotornin länsiseinää, joka oli helpompi kohde laajalla avonaisuudella. Aloitettiin kellotornin alaosasta. Orientoitiin korkeuspisteeseen 43543 ja korkeuskiintopisteeseen 9333. Varmistettiin orientoinnin tarkkuus. Arvioitu aika oli 30 minuuttia ja pisteitä noin 10 000. Etäisyys oli 45,8 metriä ja pistetiheys 0,07 metriä.

Skannattiin samasta asemapaikasta kohteen länsiseinän keskiosa. Arvioitu aika oli 45 minuuttia ja pisteitä noin 15 000. Etäisyys oli 48,3 metriä ja pistetiheys oli 0,07 metriä.

Skannattiin kohteen torni samasta asemapaikasta. Arvioitu aika oli 20 minuuttia ja pisteitä noin 3 500. Etäisyys oli 52,5 metriä ja pistetiheys oli 0,07 metriä.

Verrattaessa kohteen pohjoisseinään näkymä oli selkeä ja mittaukset kestivät 3 tuntia. Ilma oli myös selkeämpi ja aurinkoisempi, jolloin torni ei ollut yhtä tumma kuin edellisellä päivänä, mikä selkeästi nopeutti skannaamista. Tornin alueen rajaaminen tehtiin myös tarkemmin siten, että alue oli huomattavasti pienempi, jolloin tämä vei melkein puolet vähemmän aikaa kuin ensimmäisen päivän mittaukset.

7.2.4 Torstai 31.10.2013

Tavoitteena oli skannata tietty pieni alue pohjoisseinästä. Alueeksi valittiin pieni pyöreän kolmion muotoinen somiste (kuva 6). Skannattava alue rajattiin somisteen ympärille isommalle alueelle.



Kuva 6. Somistekoriste pohjoisseinässä.

Kohde ei ollut kohtisuoraan VX:ään, joten kaikkia kulmia ei saatu skannattua. Aloitettiin noin 20 metrin etäisyydeltä kohteeseen ja orientoitiin tunnettuihin pisteisiin ja rajattiin kohde normaaliin tapaan. Arvioitu aika oli 3 minuuttia ja pisteitä noin 1 200. Etäisyyttä oli VX:n DR-moodilla mitattuna 25,1 metriä kohteeseen. Pistetiheytenä käytettiin tässä mittauksessa 0,03 metriä, jotta saatiin tuloskelpoisia vertaustuloksia.

Siirrettiin asemapaikkaa kauemmaksi noin 50 metriin ja orientoitiin tunnettuihin pisteisiin. Rajattiin suurin piirtein samankokoinen alue kohteesta. Arvioitu aika oli 2 minuuttia ja pisteitä noin 900. Etäisyys kohteeseen oli 43,9 metriä. Pistetiheytenä oli edelleen 0,03 metriä.

Vaihdettiin asemapaikkaa ja orientoitiin tunnettuihin pisteisiin. Etäisyyttä oli n. 80 metriä. Rajattiin samankokoinen alue kohteesta. Arvioitu aika oli 3 minuuttia ja pisteitä noin 3 000. Etäisyyttä kohteeseen oli 78,2 metriä. Pistetiheydeksi asetettiin 0,02 metriä.

Sää oli aurinkoinen, ja 80 metrin etäisyydeltä skannatessa aurinko paistoi melkein kohtisuoraan VX:ään. Aurinko ei vaikeuttanut laitteen toimintaa. Kuvantamisessa huomaa

selkeän vaikutuksen, kun auringonpaisteessa kohde on tummempi ja on vaikeampi suorittaa objektin luomista kuvasta.

Siirryttiin länsipuolelle kellotornia ja aloitettiin noin 30 metrin etäisyydeltä. Länsiseinaltä valittiin pieneksi alueeksi kellotornin keskialueelta somiste, jossa oli viisi samanlaista tornin muotoista somistetta kuvassa 7.



Kuva 7. Somistekoriste länsiseinässä.

Orientoitiin tunnettuihin pisteisiin ja rajattiin kohteen alue leveämmältä kuin somisteet ja arvioiduksi ajaksi annettiin 18 minuuttia ja pisteitä noin 8 000. Etäisyyttä kohteeseen oli 28,7 metriä. Pistetiheydeksi asetettiin 0,02 metriä.

Siirrettiin asemapaikkaa noin 60 metrin etäisyyteen ja orientoitiin tunnettuihin pisteisiin. Rajattiin alue samankokoiseksi. Arvioitu aika oli 14 minuuttia, ja pisteitä oli noin 8 600. Etäisyyttä oli 54,2 metriä, ja pistetiheydeksi asetettiin 0,02 metriä.

Asemapaikkaa vaihdettiin kauimmaksi noin 90 metriin ja orientoitiin tunnettuihin pisteisiin. Rajattiin alue samankokoiseksi ja arvioiduksi ajaksi annettiin 9 minuuttia. Pisteitä oli noin 8 000. Etäisyyttä kohteeseen oli 85,8 metriä ja pistetiheydenä oli 0,02 metriä.

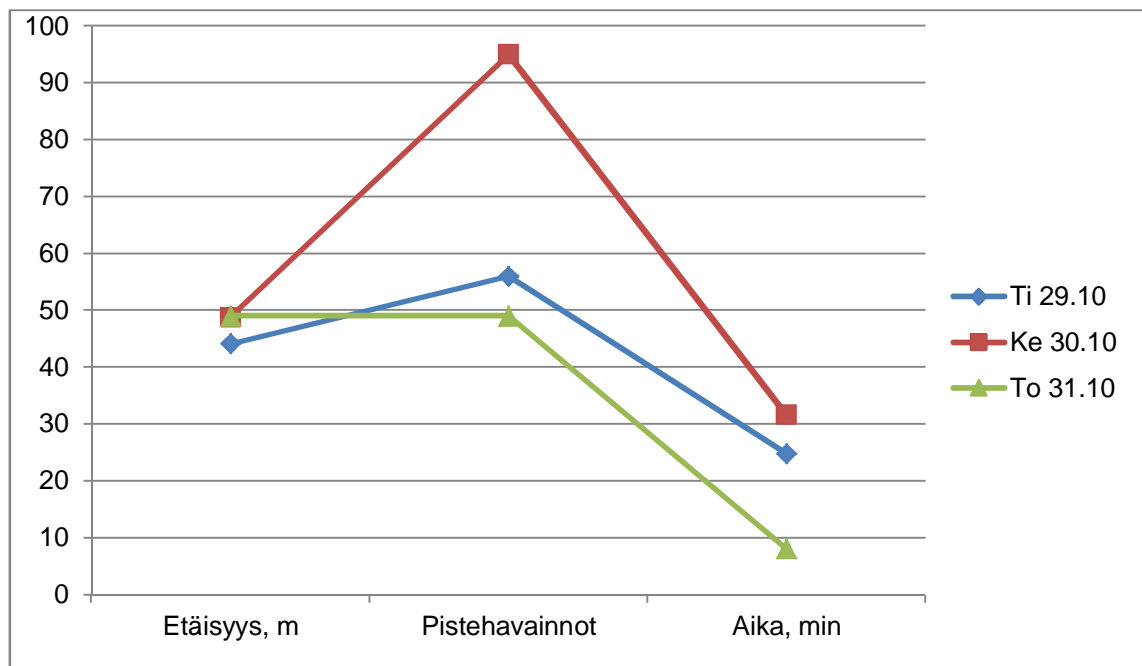
Länsipuolen seinän alue oli avonaisempi, joten kohdetta päästiin skannaamaan koh-tisuoraan. Tämä vaikutti huomattavasti tulokseen. Aurinko paistoi etelästä, mikä valotti kohdetta entisestään. Skannaukseen tämä ei vaikuta, mutta kuvantamisesta tulee hel-

pompaa ja kuvat ovat tarkempia. Lopulliseen arviointiin länsiseinän somisteet on parempi vertailukohta kuin pohjoisseinän somisteet, koska mittaukset ovat tapahtuneet normaaleissa olosuhteissa. Pohjoisseinän mittauksista otetaan huomioon sään tuomat vaikutukset insinöörityön yhteenvedossa.

7.3 Mittauksien tulokset

Mittauksia tuli kolmen päivän aikana 16 kpl ja pistehavainnoja n. 100 000 kpl. Kuvassa 8 on mittauksien keskiarvot etäisyyksistä, pistehavainnoista ja ajasta. Pistehavainnot ovat lukumäärältään tuhansissa.

Etäisyyden keskiarvo on etäisyyksien yhteenlaskettu määrä jaettuna mittausasemilla. Pistekeskiarvo on havaintojen määrä jaettuna mittauskerroilla. Ajan keskiarvo on käytetty aika jaettuna mittausasemilla. Tulokset ovat päiväkohtaiset.



Kuva 8. Mittauksien keskiarvot.

Kuvalla 8 osoitetaan mittauksiin kulutettu keskimääräinen aika, arviolta tuotetut pistehavainnot mittauksissa sekä keskiarvoinen etäisyys kohteeseen. Varsinkin etäisyyden keskiarvo on tarkasti 40–50 metrin välissä.

8 Pohjoisseinän digitoiminen

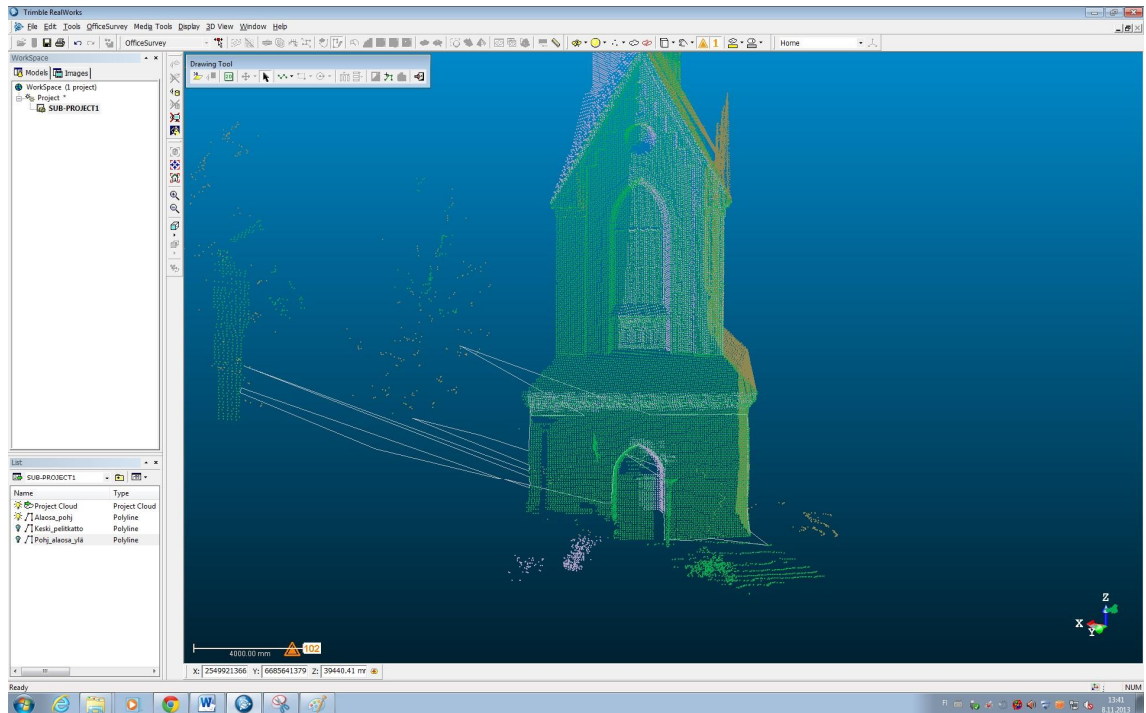
8.1 Työnkuvaus

Digitoiminen tehtiin RealWorks 7.0 -ohjelmalla. Skannaustulokset siirrettiin laitteelta tietokoneelle tai muistitikulle ja avattiin ohjelmassa. Seinien skannaukset voidaan avata samassa työssä, koska tässä ei arvioida tuloksia vaan digitoidaan pistepilvestä objekteiksi. Työ tehtiin, jotta saatiin yleiskuvaa aiheeseen liittyen ja toimeksiantajan vaatimuksia noudattaen.

8.2 Objektien luominen

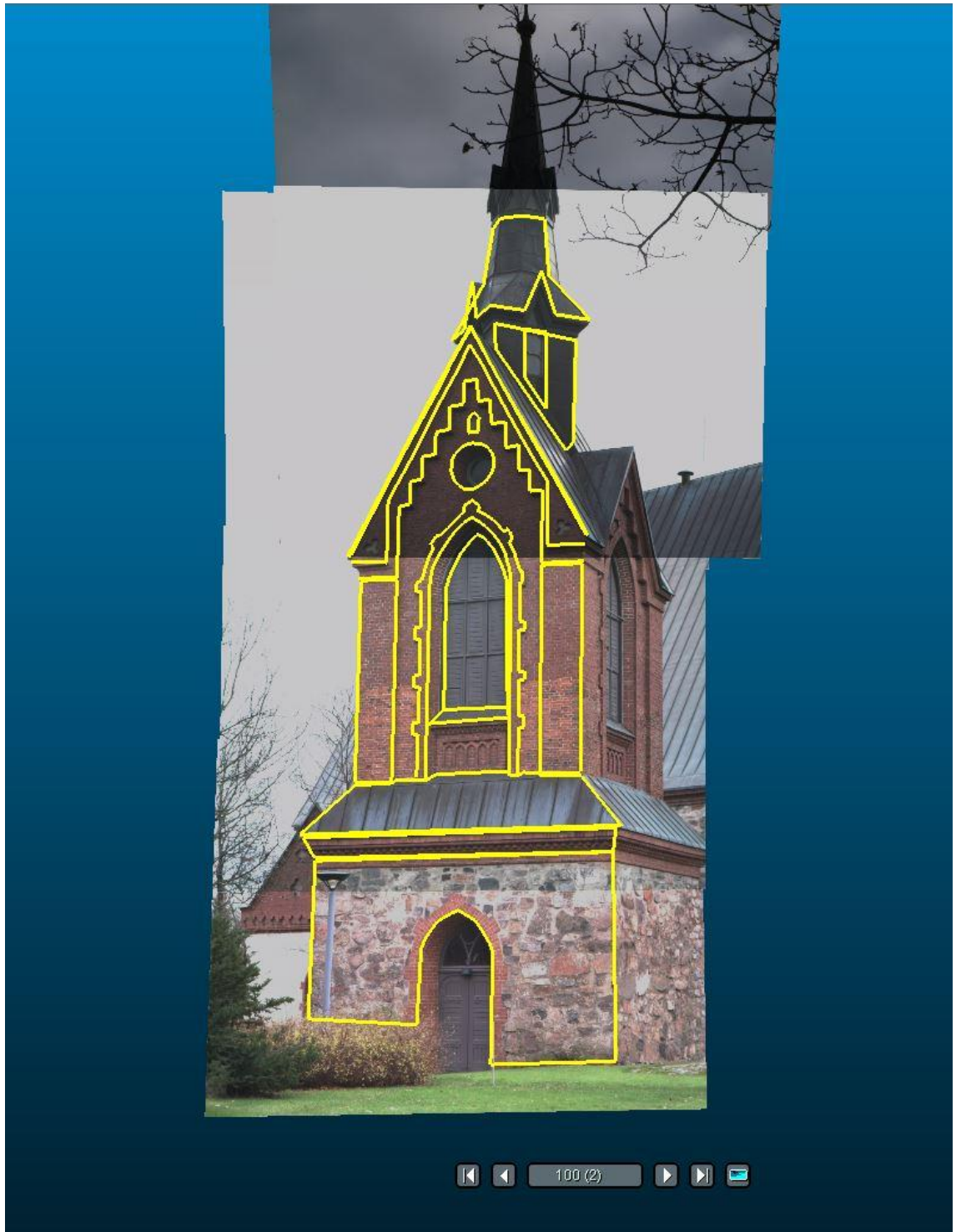
Suuren alueen digitoiminen vaati tarkkaavaisuutta ja aikaa. Suuren pistepilven tarkasteleminen ja muotojen tunnistaminen vaati kärsivällisyyttä ja oikeanlaista paneutumista työhön.

"Avaruus"-tilassa, eli kolmiulottuvuudessa, ylimääräiset pisteet taustalla häiritsivät oikean pisteen löytämistä ja valitsemista, jolloin pistepilven kääntämisellä ja tarkentamisella oli suuri merkitys. Myös havaitut pisteet vaikeuttivat oikean pisteen näkemistä, jos ne olivat päällekkäin tai limittäin kolmiulotteisesti. Tietyn muodon digitoimisen täytyi tapahtua samalla tasolla, ettei kohteen muoto vääristy. Pisteiden valinta täytyi tapahtua samalla korkeudella tai etäisyydellä kuin alkupiste. Kuvassa 9 objektin viivat ovat väärässä tasossa oikeaan tasoon nähden, koska pisteet kohteen taustalla ovat valittuina, vaikka aluksi objektia luodessa pisteet ovat näyttäneet olleen oikealla paikalla.



Kuva 9. Pistepilvinäkymä pohjoisseinästä, jossa objektit eivät ole oikeilla paikoillaan.

Työ eteni tietty muoto kerrallaan, kuten seinä, ovi, ikkuna, katos, ja räystäs. Objektit tallentuivat erikseen samaan työhön, ja niitä pystyi tarkastelemaan jälkeinpäin. Työ vei aikaa, koska kyseessä oli noin 15 metrin korkuinen ja noin kuuden metrin levyinen seinä. Kohteessa oli myös paljon yksityiskohtia, jotka vaativat erityisen paljon tarkkuutta ja huolellisuutta. Tuloksen näki samalla, kun luotiin objektia, ja lopuksi, kun objekti oli valmis (kuva 10).



Kuva 10. Objektit kirkon muotojen ja somisteiden päällä, asemapistenäky-mällä.

9 Tarkkuuden selvittäminen RealWorks 7.0 -ohjelmalla

Töiden valmistuttua tarvittavat tiedostot otettiin talteen, ja työt jatkuivat tietokoneella. Mitatuista tiedostoista tehtiin oma projektinsa, joka avattiin RealWorks-ohjelmalla. Tiedostot sijoitettiin samaan kansioon töiden hallinnan helpottamiseksi. Ohjelmaan on mahdollista avata tarvittaessa kaikki erilliset työt, mutta aluksi jokainen työ tehtiin yksittäin. Valituista kohteista luotiin objektit, joita vertailtiin lopuksi keskenään. Objektien luomiseksi piti itse valita kuvasta oikea kohta ja piirtää viiva, joka lopuksi rajasi kohteen ja loi objektin. Luotiin joka etäisyydeltä samat objektit, tallennettiin omina projekteina ja avattiin kaikki tallennetut projektit yhteen projekti-ikkunaan. Kaikki RealWorks-ohjelmalla luodut objektit avautuivat samaan työhön, ja objekteja pystyi vertailemaan keskenään.

9.1 Ongelmakohdat

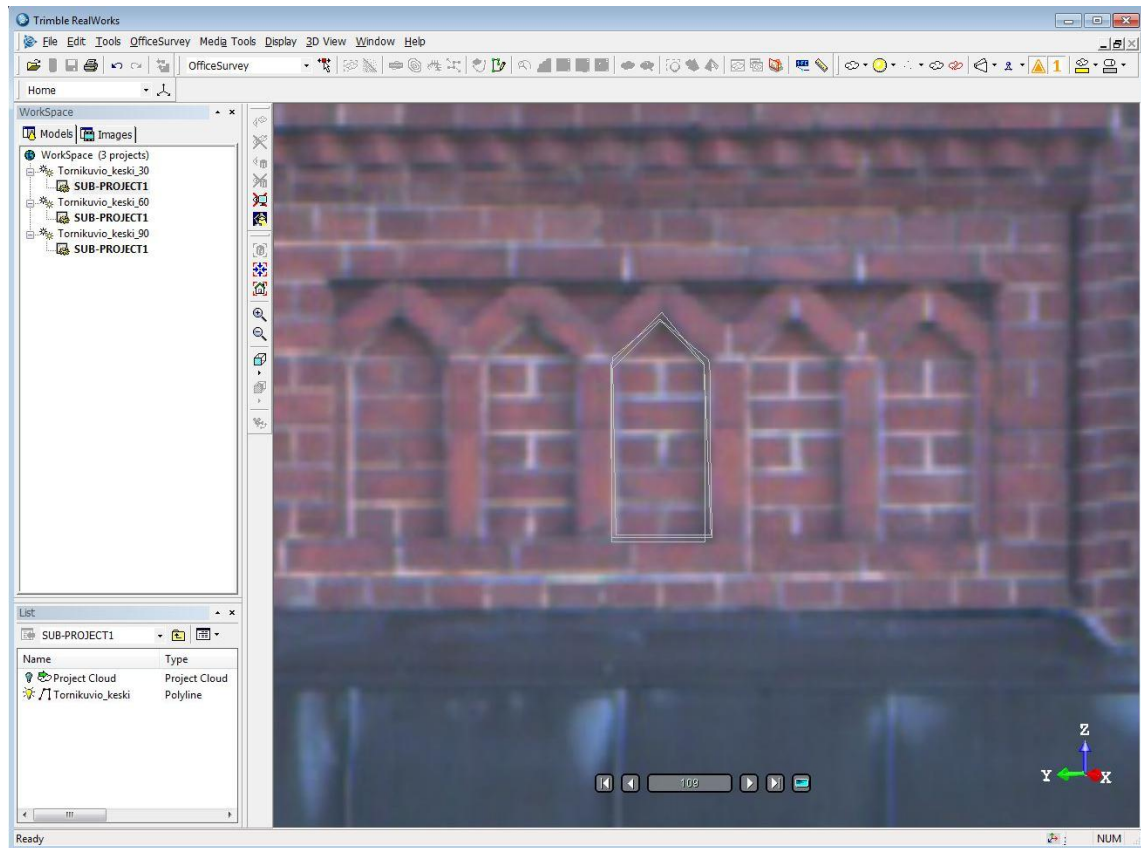
Kaikkien skannausten ollessa näkökentässä pisteen valitseminen vaikeutui. Koska asemapistenäkyymässä ei pystytty kääntämään kuvaa eri kulmaan, valitsemisvaiheessa ei tiedetä, valitseeko pistettä kuviossa vai pistettä toiselta puolelta seinää. Ongelman pystyy kuitenkin välttämään avaamalla työt yksittäin, jolloin pisteet eivät sekoitu. Skannauspisteet eivät välttämättä olleet samoissa kohdissa eri etäisyyksiltä. Havaintojen yhteismäärä ei vaihtelee kuin noin 600 pisteen välillä eri etäisyyksiltä, mutta havaintojen sijoittuminen kohteessa vaihtelee.

9.2 Objektin luominen

Skannatut pisteet näkyivät joko pelkkänä pistepilvenä "avaruus"-tilassa, jota pystyi kääntelemään kolmiulotteisesti, tai asemapistenäkyymässä, jossa mukana pisteiden lisäksi on myös VX:n ottama kuva. Tällöin kuvaa ja pistepilveä ei voinut käännellä kolmiulotteisesti. Objektin luominen aloitettiin valitsemalla Polyline Drawing -työtila, jolla valittiin tietty piste kuvasta tai pistepilvestä. Kuvasta valitsemalla piste täytyi napata pelkkien muotojen perusteella, koska syvyysnäkyymää ei voinut tarkastella. Pistepilvellä työskenneltäessä voitiin tarkastella myös syvyysnäkyymää. Objekti rajattiin kohteen muotoiseksi ja luotiin erilliseksi tasoksi projektiin. Sama toistettiin jokaiselle halutulle kohteelle.

Työn tarkoitus oli tehdä kummallakin tavalla samasta kohteesta objekti ja vertailla näitä keskenään. Kuvasta luominen oli aluksi helpon oloista ja vaivatonta. Tarkasteltiin kuvaa ja katsottiin piste oikeasta paikkaa ja aloitettiin objektin luominen. Jatkettiin kohteen ääriviivoja myöten ja päätettiin viiva alkupisteeseen. Ongelmakohtat olivat sellaiset, joissa ei saanut selvää ääri rajoista, eli kuvasta tulee epäselvä. Valintaa vaikeutti myös se, että oletettavassa äärikohtassa ei ollut skannattua pistettä.

Vaihdettiin näkyväksi "avaruus"-tila, jossa pisteiden syvyydet voitiin havaita pilveä pyörittämällä. Nyt kohteesta erottui selkeästi eri tasot. "Avaruus"-tilassa kaikki muut pisteet näkyivät myös, mikä vaikeutti oikean ja oikealla tasolla olevan pisteen valintaa. Tehtyjä valintoja pystyi tarkastelemaan heti valitsemisen jälkeen pyörittämällä kohdetta ympäri kolmiulotteisesti ja toteamalla, kulkiko viiva samalla tasolla. Pelkistä pisteistä valitseminen oli huomattavasti helpompaa. Ongelmaa ei tullut muusta kuin omasta hahmottelukyvystä, eli siitä, miten näki pistepilven ja miten sitä osasi hyödyntää. Objekti luotiin samalla tavalla, eli viiva päätettiin alkupisteeseen ja luotiin erillinen taso. Objektia ei ollut pakko päättää viivan alkupisteeseen, vaan luominen voitiin lopettaa mihin tahansa pisteeseen.

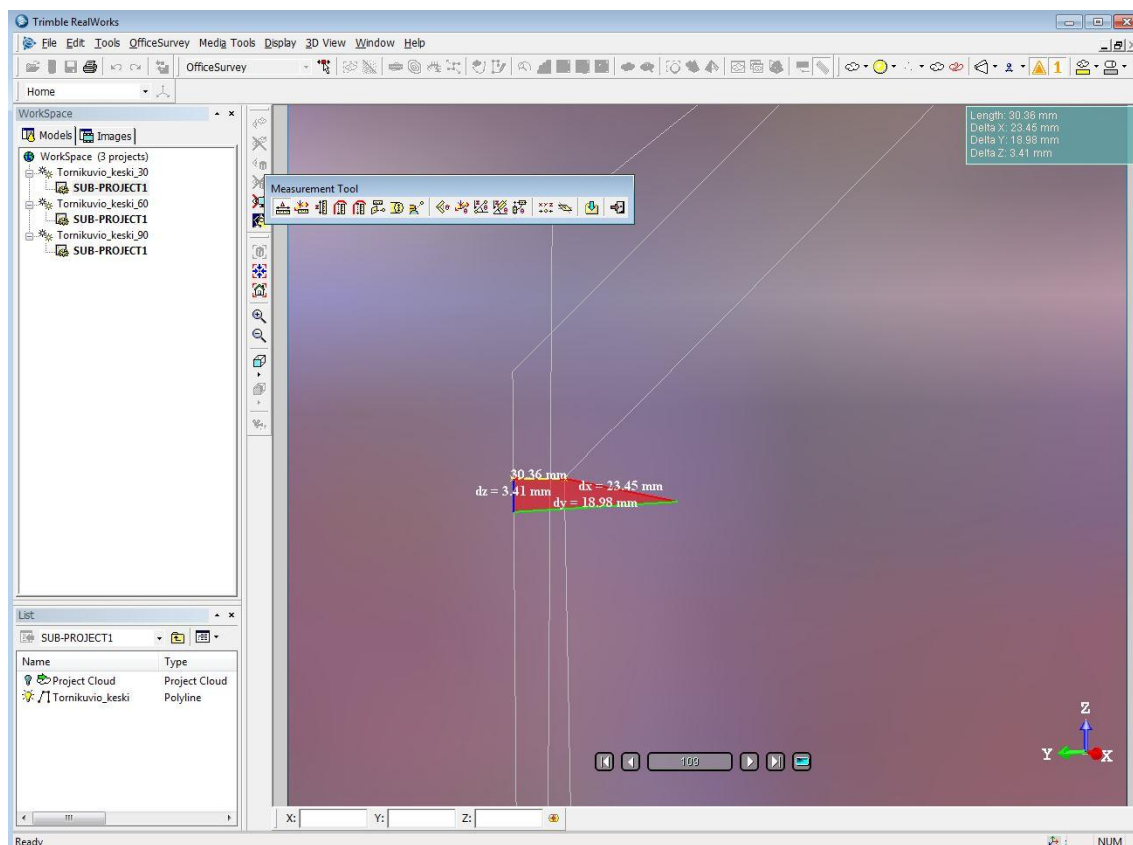


Kuva 11. Lähikuva objekteista, jotka on luotu samasta kuviosta eri etäisyyksiltä.

Vertailuun otettiin mukaan kolmen eri etäisyyden skannatut pistepilvet ja niistä jokaisesta erikseen tehdyt objektit. Eri objekteja oli kolme kappaletta (kuva 11).

9.3 Objektien mittasuhteet keskenään

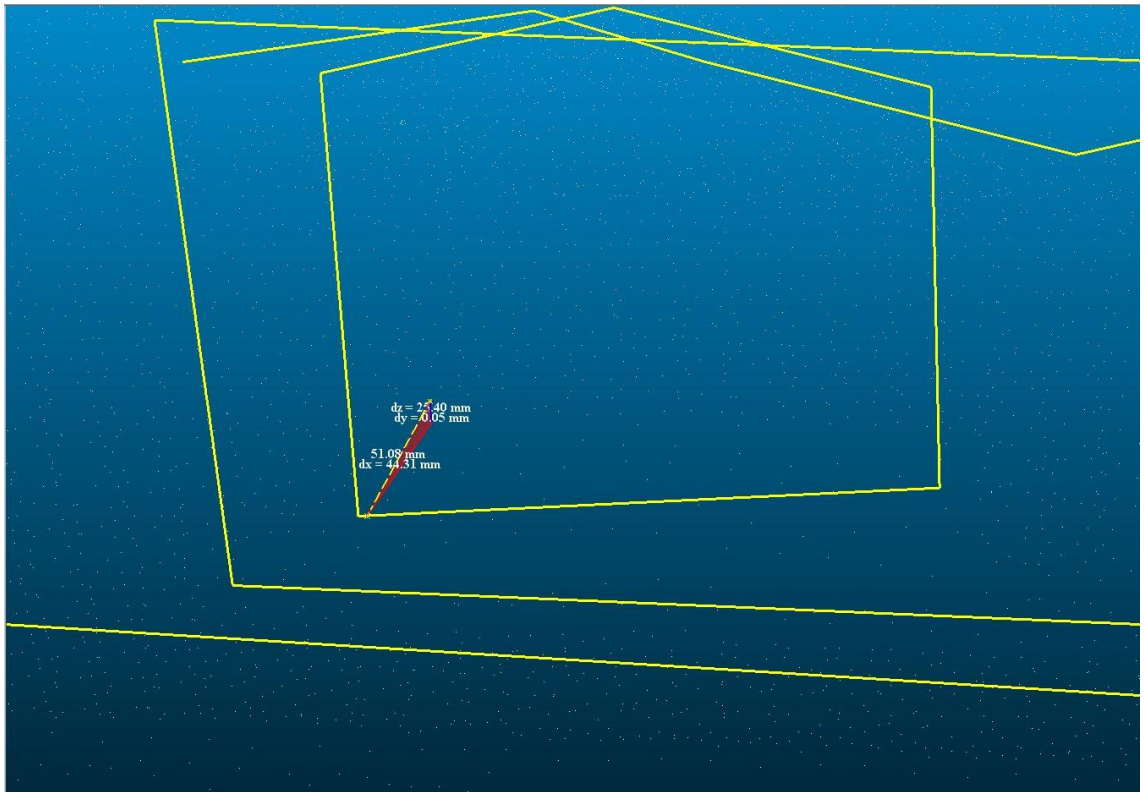
Etäisyyttä vaihdettiin, jotta kuvantamisessa tulisi mahdollisimman paljon vertailukohtia. Luotaessa objekteja kuvasta etäisyyden vaikutuksen huomaa heti. Mitä lähempänä oltiin kohdetta, sitä tarkemmin saa selvää kuvasta ja objektien luominen oli helpompaa. Mitä kauemmaksi siirryttiin, sitä vaikeammaksi kuvasta tarkan kohdan valitseminen tuli. Oletuksena oli, että objektit olisivat päällekkäin, eli samoissa paikoissa eri etäisyyksiltä luodessa. Objektit saatiin tehtyä joka etäisyydeltä, mutta tarkkuus ei ollut jokaisessa etäisyydessä samanlainen. Objektien valmistuttua ne avattiin samassa työssä ja vertailtiin tuotosta. Kuvasta 12 katsottuna eroavaisuudet olivat heti havaittavissa.



Kuva 12. Objektien mittasuhteet keskenään.

Eroavaisuutta tuli viivojen kesken +30 mm. Eroavaisuus syntyi, koska taustalla olevan objektin piste oli valittu sisennyksestä ja edessä olevan objektin ulkopuolelta, ja eroavaisuus johtui tiilen paksuudesta. Skannaushavainnot olivat myös eri asemapisteiltä.

Tilanne voitiin tehdä helpommaksi avaamalla kaikki skannaukset kerralla samalle työlle. Tällöin pisteitä tuli kolminkertaisesti samalle alueelle. Tarkkuuskin parani pisteiden moninkertaistuksessa. Tulos yllätti, koska aiemmalla tavalla objektit olivat erillään toisistaan. Asemapistenäköstä objektin luonti oli varmempaa, koska tiedettiin, että pisteitä on kolminkertaisesti. Luotiin useampi objekti eri kohdista ja muutettiin RealWorks-ohjelman näkymä "avaruus"-tilaan ja objektien oikeellisuutta tarkasteltiin kolmiulotteisesti, mutta joitain eroavaisuuksia silti havaittiin.

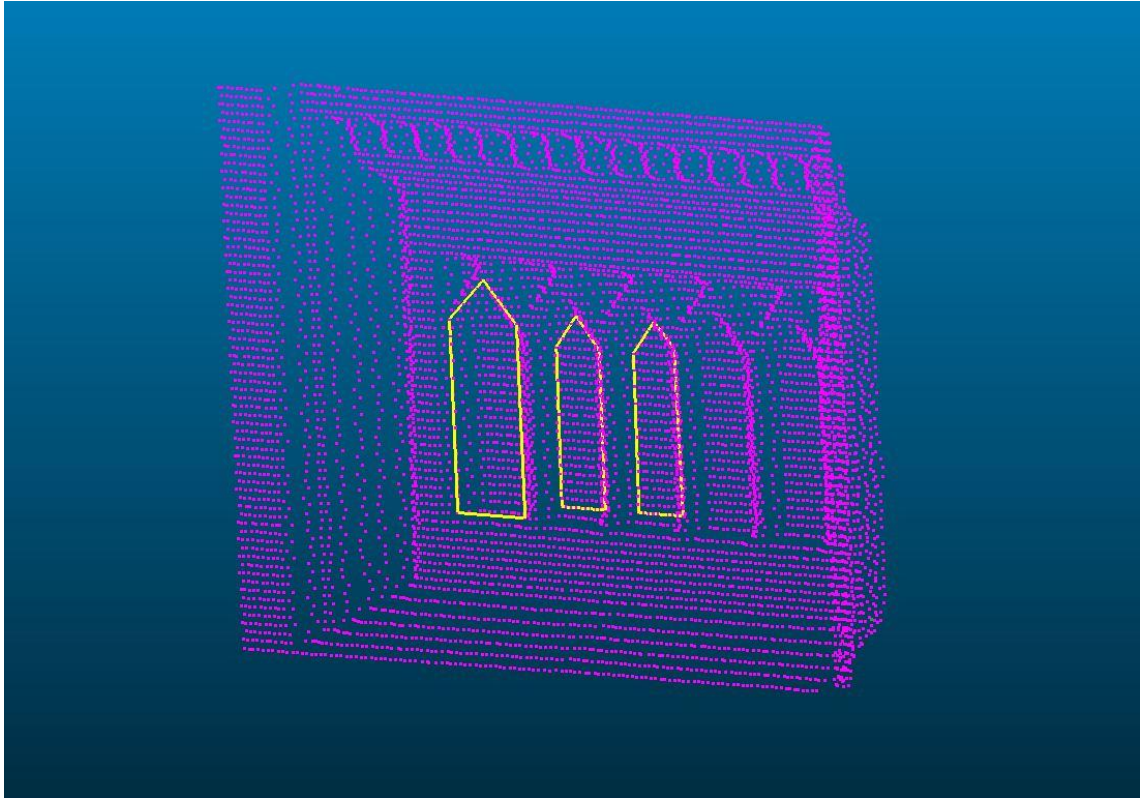


Kuva 13. Kolminkertaisen skannauksen objektin mittaus, ylhäältä kuvattuna.

Suurimmillaan eromitta oli yksittäisessä kohdassa +50 mm (kuva 13), mutta muuten toiset objektit sijoittuivat suurin piirtein oikeille paikoilleen, milloin eroa tuli 0—10 mm. Yksinkertaisesti skannattuun kohteeseen verrattuna tämä oli huomattavasti tarkempi tulos, mutta tarkkuus ei ollut läheskään yhtä tarkka kuin ”avaruus”-tilassa luodessa.

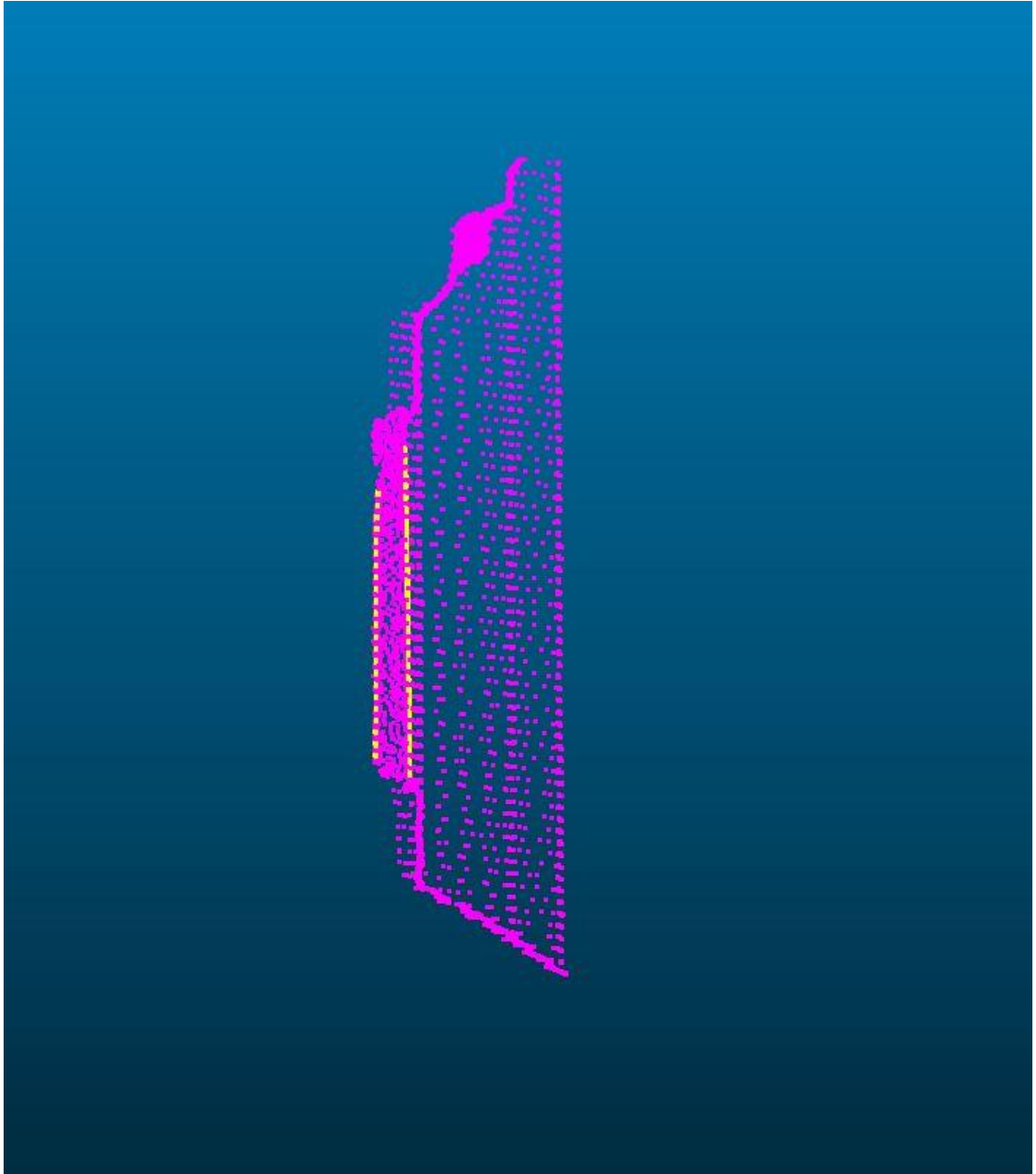
9.4 Objektien luonti pistepilvessä

Objekteja pystyi luomaan myös pistepilvinäkymässä eli ”avaruus”-tilassa. Tällöin pistepilveä pystyi kääntämään ja tarkentamaan kolmiulotteisesti. Kohteen muodot ja pintojen erottuivat selkeästi. Oikean pisteen valitseminen oli helpompaa ja varmempaa. Objekteista tuli kohteen muotoiset, eikä erehdyksiä synny helposti. Kuvassa 14 objektit on luotu pistepilvinäkymässä ja kuvattu edestäpäin, pienestä kulmasta, jotta kuvasta erottaa kohteen syvänteet.



Kuva 14. Havainne kuva pistepilvestä luoduista objekteista.

Kuvasta 14 näkyy, kuinka objektin viivat kulkevat tarkasti kohteen äärirajoja myöten. Nämä samat objektit näkyivät myös asemapistenäkössä, jossa niitä pystyttiin hyödyntämään. Seuraavaksi samat objektit näkyvät sivusta päin kuvattuna kuvassa 15.



Kuva 15. Havainnekuva pistepilvestä, jossa objektit ovat oikeassa paikassa.

Kuvasta 15 katsottuna objektit ovat täysin oikeassa tasossa eivätkä väärässä paikassa. Tällä tavalla pystyttiin täysin varmistamaan luodun objektin oikean tason paikka. Työskentely pistepilvinäkymällä oli työläämpää ja hitaampaa kuin asemapistenäköymällä. Tarkkuus oli huomattavasti parempaa.

9.5 Tarkemittaukset

Työn ohessa tehtiin myös tarkemittaukset DR-moodilla, eli lasermittauksilla, jotta voitiin vertailla asemapisteiden paikkoja keskenään. Valittiin länsiseinän somisteen alueesta tietty kohde ja joka asemapisteeltä mitattiin sama kohde. Tarkepisteeseenkin tähtäämisessä tulee huomioida mittaajan erehtyväisyys, koska kohde ei ole selkeä piste seinässä vaan valittu kulma, joten samaan paikkaan mittaaminen vaikeutuu huomattavasti. Suuntakulmallakin on merkitystä etäisyyden muuttuessa 30 metristä 90 metriin. Eroavaisuus oli maksimissaan x-akselilla 7 mm ja y-akselilla 16 mm. Mittaushetkelläkin on mahdollisuus erehdykseen kohteesta. Korkeusero oli tarkemittauksissa 4 mm. DR-moodin tarkkuus on teknisten tietojen mukaan 10 mm + 2ppm.

10 Yhteenveto ja johtopäätökset

VX Spatial Station takymetrillä skannaaminen on todella helppoa ja nopeaa. Tuotettu pistepilvi sijoittuu paikallisesti oikein heti alusta alkaen, kunhan lähtöpisteet perustuvat oikeaan koordinaatistoon. Halutun alueen valitseminen on yksinkertaista ja skannauksen aloittaminen helppoa. Skannausaika on huomattavasti lyhyempi kuin samankaltaisiin mittauksiin valmistetuilla laserkeilaimilla. Skannausaika vaihtelee muuttamalla asetuksia ja tarkkuuksia. Skannaustulokset näkee halutessaan heti CU-maastotietokoneen näytöllä.

Kohteella on vaikutusta laitteen skannausaikoihin. Jos kohteen pinta on vaalea ja selkeä, laserskannaus suoriutuu nopeammin tehtävästä. Pinnan ollessa tumma ja märkä lasersäteet eivät kykene lähettämään sädettä takaisin pinnasta yhtä nopeasti kuin pinnan ollessa kuiva.

RealWorks-ohjelmalla työskentely oli tutustumisen jälkeen helppoa. Pistepilven kanssa täytyy olla tarkkana sitä käännellessä. Isomman pistepilven kanssa työskentelyssä saattaa sekaantua useista pisteistä sekä epähuomiossa valita vääriä pisteitä, jotka ovat taustalla tai toisella seinällä. Pistepilvinäkymässä objektien luonti on sujuvaa mutta aikaa vievää. Pistepilveä pystyy myös halutessaan tarkastelemaan kolmiulotteisesti, mikä helpottaa oikeiden pisteiden valitsemista sekä kohteen muodot ja yksityiskohdat erottuvat tällä tavalla.

Asemapistenäkymässä kuvien tarkkuuteen vaaditaan parempaa kameraa. Resoluutiolla 2048x1536 pikseliä tarkoitetaan 3 megapikselin kameraa, joka ei riitä ainakaan yli 70 metrin etäisyyden tarkkaan objektien luomiseen. Etäisyydeltä 1–60 metriä työskentelykuvien kautta on vielä hyvää, mutta virhemarginaali +30 mm on liian suuri tämänkaltaisiin mittauksiin. Virheen saa pienemmäksi joko muokkaamalla skannausasetuksia tai skannaamalla useammalta asemapisteltä tai luomalla objektit avaruusnäkyssä. Useamman asemapisteen kautta tehdyt skannaukset lisäävät huomattavasti mittauksien tarkkuutta ja pisteiden valitsemista objektin luontivaiheessa. Huomioitava asia on, että usealta asemapisteltä tehdyt laserskannaukset ja tuotetut pistepilvet saattavat tuottaa enemmän työtä RealWorks-ohjelmalla. Kuten isommassa mittakaavassa tehtäessä pisteitä tulee liian paljon, ja haluttuja pisteitä on erittäin vaikea havaita. Taustalla olevien pisteiden vahingossa valitseminen lisääntyy tällä menetelmällä. Tosin RealWorks-ohjelmassa on toiminto, jolla valitaan pisteiden koko, mikä tarkentaa pisteiden

sijaintia ja korostaa kohteen muotoja. 40–50 metrin etäisyydeltä työskentely oli optimaalisin, koska kohteen alue oli keskiosassa kellotornia, jos mittausetäisyys olisi ollut lähempänä, ei olisi saatu tarpeeksi havaintoja koko alueesta, koska alaosa olisi jäänyt katvealueeseen. Yli 60 metrin etäisyydeltä mitattaessa takymetrin kameran ominaisuudet eivät olisi riittäneet hyvään lopputulokseen.

VX Spatial Station asetuksia pystyy muokkaamaan siten, että etäisyyttä mitattaessa asetetaan manuaalisesti isompi luku, jolloin laite havaitsee pistetiheydeltään paljon pienemmän välin kuin alun perin mitatun. Tällöin pisteitä tulee enemmän halutulle alueelle, ja skannaus voi olla paljon tarkempaa ainoastaan yhdellä tai kahdella asemapistteellä. Tämä tapa veisi enemmän aikaa, eikä tätä tapaa kokeiltu mittausvaiheessa.

Yksi iso muutos RealWorks 7.0 -ohjelmaan olisi paikallaan; pisteiden omatoiminen valitseminen, yksittäin tai ryhmässä, ja näiden poistaminen. Tällä toiminnolla suuren pistepilven editointi helpottuisi huomattavasti. Turhien pisteiden valitseminen poistuisi ja objektin luominen helpottuisi.

Lähteet

- 1 Historiaa. 2013. Mätcenter Group. Kotisivut. <<http://www.maetcenter.com/en-gb/history/history.php>>. Luettu 6.9.2013.
- 2 Mittauskalusto. 2013. AIP-Mittaus Oy. Kotisivut. <<http://www.aip-mittaus.fi/11>>. Luettu 6.9.2013.
- 3 Trimble VX Spatial Station. 2013. Verkkodokumentti. Geotrim Oy. <<http://www.geotrim.fi/shop/trimble-vx-spatial-station/?navdisp=3085>>. [Luettu 23.9.2013](#)
- 4 Trimble RealWorks Toimisto-ohjelmisto. 2013. Verkkodokumentti. Geotrim Oy. <<http://www.geotrim.fi/shop/trimble-realworks-toimisto-ohjelmisto/?navdisp=513>>. Luettu 10.10.2013.
- 5 Vantaan Pyhän Laurin kirkko. 2013. Verkkodokumentti. Wikipedia. <http://fi.wikipedia.org/wiki/Vantaan_Pyh%C3%A4n_Laurin_kirkko>. [Updated 17.7.2013. Luettu 26.9.2013](#)
- 6 Kellotorni. 2013. Verkkodokumentti. Wikipedia. <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vantaa_church_bell_tower.jpg>. [Luettu 17.7.2013.](#)

Mittausraportti, pohjoisseinän mallintaminen

Työn nimi	Kirkko scan
Versio	5.3
Etäisyyden yksiköt	Metres
Kulman yksiköt	DMSDegrees
Ilmanpaineen yksiköt	MilliBar
Lämpötilan yksiköt	Celsius

Työn koordinaattijärjestelmä

Järjestelmän nimi	
Kaistan nimi	
Datumin nimi	

Projektio

Projektio	Vain mittakaava
Mittakaava	1.00000000
Eteläatsimuti	Ei
Koordinaatisto	Kasvava Pohjoinen-Itä

Paikallinen järjestelmä

Tyyppi	Karttakoordinaatit
Datumin muunnos	
Tyyppi	Ei datumia

Mittaustiedot

--

Projektio	
Projektio	Transverse Mercator
Lat. Origo	0°00'00.00000"N
Long. Origo	25°00'00.00000"E
Pohjoiskorjaus	0.000
Itäkorjaus	500000.000
Mittakaava	1.00000000

Paikallinen järjestelmä	
Tyyppi	Karttakoordinaatit
Datumin muunnos	
Tyyppi	Seitsemänparametrinen
Maapallon säde	6378137.000
Litistyneisyys	298.257223
X-akselin kierto	0°00'00.0000"
Y-akselin kierto	0°00'00.0000"
Z-akselin kierto	0°00'00.0000"
X-siirto	0.000
Y-siirto	0.000
Z-siirto	0.000
Mittakaava	0.00000ppm
Korkeustasointus	
Geoidimallin tiedosto	FIN2000
Koordinaattijärjestelmä	
Järjestelmän nimi	ETRS_GK
Kaistan nimi	ETRS_GK25

Datumin nimi	ETRS89
---------------------	--------

Koodikirjasto	
Kirjaston nimi	vid_uusi
Kirjaston tiedostonimi	vid.ddf
Attribuutit tallennettu	Kyllä
Job:n huom	

Korjaukset	
Eteläatsimuti	Ei
Koordinaattien järjestys	Kasvava Pohjoinen-Itä
Magneettinen deklinaatio	0°00'00"
Etäisyydet	Kartta
Lähipistetasoitus	Ei

Piste	45354	Pohj	6685586.807	Itä	25499116.028	Korkeus	?	Koodi	1
--------------	-------	-------------	-------------	------------	--------------	----------------	---	--------------	---

Koodi (45354)	1
	0

Piste	9333	Pohj	6685704.900	Itä	25499140.900	Korkeus	22.173	Koodi	1
--------------	------	-------------	-------------	------------	--------------	----------------	--------	--------------	---

Koodi (9333)	1
	0

Koje	
Kojeen tyyppi	TrimbleVXandSSeries
EDM Refractive Index	273.6

EDM kantoaallon pituus	79.2
Vaakasuunnan asetus	Asetettu suuntakulmaksi
Vaakakulman tarkkuus	0°00'01"
Pystykulman tarkkuus	0°00'01"
Etäisyysmittarin tarkkuus	2mm + 2ppm

Säätila-asetukset

Ilmanpaine	980.20hPa	Lämpötila	9.0°C	ppm	-1.4	Refraktiivakio			
-------------------	-----------	------------------	-------	------------	------	-----------------------	--	--	--

Asemapiste

Asema- piste	10 0	Kojekor- keus	0.00 0	Asemapis- teen tyyppi	Vapaa- asema- piste	Mitta- kaava	1.000000 00	MK- keski- virhe	?
-------------------------	---------	--------------------------	-----------	----------------------------------	---------------------------	-------------------------	----------------	---------------------------------	---

Asemapisteen orientointi

Asemapiste	100	Liitospiste		Orientointi	?	Orient. keskivirhe	?		
-------------------	-----	--------------------	--	--------------------	---	-------------------------------	---	--	--

Korjaukset

Etelätsimuti	Ei
Koordinaattien järjestys	Kasvava Pohjoinen-Itä
Magneettinen deklinaatio	0°00'00"
Etäisyydet	Kartta
Lähipistetasoitus	Ei

Projektio	
Projektio	Vain mittakaava
Mittakaava	1.00000000

Paikallinen järjestelmä	
Tyyppi	Karttakoordinaatit

Datumin muunnos	
Tyyppi	Ei datumia

Koje	
Kojeen tyyppi	TrimbleVXandSSeries
EDM Refractive Index	273.6
EDM kantoaallon pituus	79.2
Vaakasuunnan asetus	Asetettu suuntakulmaksi
Vaakakulman tarkkuus	0°00'01"
Pystykulman tarkkuus	0°00'01"
Etäisyysmittarin tarkkuus	2mm + 2ppm

Säätila-asetukset										
Ilmanpaine	980.30hPa	Lämpötila	9.0°C	ppm	-1.4	Refraktiiovakio				

Asemapiste										
Asema- piste	10 0	Kojekor- keus	0.00 0	Asemapis- teen tyyppi	Vapaa- asema- piste	Mitta- kaava	1.000000 00	MK- keski- virhe		?

Asemapisteen orientointi										
Asemapiste	100	Liitospiste	45354	Orientointi	0°00'00"	Orient. keskivirhe	0°00'23"			

Piste (LIP)	4535 4	Vk	216°23'41"	Pk	90°11'44"	Vinomatka	100.363	Koodi	1
Keskivirheet		Vk	0°00'01"	Pk	0°00'01"	Vinomatka	0.002		
Prismakorkeus	1.500	Prismavalkio	2.0mm						

Koodi (45354)	1
	0

Piste (LIP)	9333	Vk	317°06'12"	Pk	88°43'24"	Vinomatka	50.954	Koodi	1
Keskivirheet		Vk	0°00'01"	Pk	0°00'01"	Vinomatka	0.002		
Prismakorkeus	1.500	Prismavalkio	2.0mm						

Koodi (9333)	1
	0

Piste	100	Pohj	6685667.585	Itä	25499175.571	Korkeus	22.538	Koodi	
Vapaa- asemapiste	100	P keski- virhe	0.013	I keskivir- he	0.005	Kork. keskivirhe	?		

Asemapisteen residuaalit									
Piste	45354	dP	0.010	dl	0.007	dKork	?		
		dVk	0°00'01"	dPk	?	dVinoEt	?		

Piste	9333	dP	-0.005	dl	0.005	dKork	0.000		
		dVk	0°00'01"	dPk	0°00'01"	dVinoEt	-0.007		

Koje	
Kojeen tyyppi	TrimbleVXandSSeries
EDM Refractive Index	273.6
EDM kantoaallon pituus	79.2
Vaakasuunnan asetus	Asetettu suuntakulmaksi
Vaakakulman tarkkuus	0°00'01"
Pystykulman tarkkuus	0°00'01"
Etäisyysmittarin tarkkuus	2mm + 2ppm

Säätöasetukset										
Ilmanpaine	984.80hPa	Lämpötila	9.0°C	ppm	-2.7	Refraktiiovakio				

Asemapiste									
Asemapiste	101	Kojekorkeus	0.000	Asemapisteen tyyppi	Vapaa- asema- piste	Mittakaava	1.000000 00	MK-keskivirhe	?

Asemapisteen orientointi									
Asemapiste	101	Liitospiste	45354	Orientointi	0°00'00"	Orient. keskivirhe	0°00'11"		

Piste (LIP)	45354	Vk		215°09'34"	Pk	90°11'49"	Vinomatka	103.597	Koodi	1
Keskivirheet		Vk		0°00'01"	Pk	0°00'01"	Vinomatka	0.002		

Prismakorkeus	1.500	Prismavakio	2.0mm						
Koodi (45354)	1								
	0								
Piste (LIP)	9333	Vk	313°50'23"	Pk	88°40'04"	Vinomatka	48.237	Koodi	1
Keskivirheet		Vk	0°00'01"	Pk	0°00'01"	Vinomatka	0.002		
Prismakorkeus	1.500	Prismavakio	2.0mm						
Koodi (9333)	1								
	0								
Piste	101	Pohj	6685671.499	Itä	25499175.682	Korkeus	22.551	Koodi	
Vapaa- asemapiste	101	P keski- virhe	0.006	I keskivir- he	0.003	Kork. keskivirhe	?		

Asemapisteen residuaalit

Piste	45354	dP	0.005	dl	0.003	dKork	?		
		dVk	0°00'00"	dPk	?	dVinoEt	?		

Piste	9333	dP	-0.002	dl	0.002	dKork	0.000		
		dVk	0°00'00"	dPk	0°00'00"	dVinoEt	-0.003		

Piste	1000	Vk	61°17'36"	Pk	91°16'52"	Vinomatka	72.034	Koodi	
Keskivirheet		Vk	0°00'01"	Pk	0°00'01"	Vinomatka	0.002		
Prismakorkeus	1.500	Prismavakio	2.0mm						

Koje

Kojeen tyyppi	TrimbleVXandSSeries								
EDM Refractive	273.6								

Index	
EDM kantoaallon pituus	79.2
Vaakasuunnan asetus	Asetettu suuntakulmaksi
Vaakakulman tarkkuus	0°00'01"
Pystykulman tarkkuus	0°00'01"
Etäisyysmittarin tarkkuus	2mm + 2ppm

Kommentti	Viimeksi käytetty asemapisteen määrittely
Koje	
Kojeen tyyppi	TrimbleVXandSSeries
EDM Refractive Index	273.6
EDM kantoaallon pituus	79.2
Vaakasuunnan asetus	Asetettu suuntakulmaksi
Vaakakulman tarkkuus	0°00'01"
Pystykulman tarkkuus	0°00'01"
Etäisyysmittarin tarkkuus	2mm + 2ppm

Säätila-asetukset									
Ilmanpaine	986.20hPa	Lämpötila	9.0°C	ppm	-3.1	Refraktiivakio			

Asemapiste									
Asema- piste	10 2	Kojekor- keus	0.00 0	Asemapis- teen tyyppi	Vapaa- asema- piste	Mitta- kaava	1.000000 00	MK- keski- virhe	?

Asemapisteen orientointi									
Asemapiste	102	Liitospiste	9333	Orientointi	0°00'00"	Orient. keskivirhe	0°00'12"		

Piste (LIP)	9333	Vk	295°46'56"	P k	88°53'02"	Vinomat- ka	76.30 4	Koo- di	1
Keskivirheet		Vk	0°00'01"	P k	0°00'01"	Vinomat- ka	0.002		
Prismakorke- us	1.50 0	Prismava- kio	2.0mm						

Koodi (9333)	1
	0

Piste (LIP)	1000	Vk	40°23'28"	Pk	91°35'06"	Vinomatka	45.146	Koodi	
Keskivirheet		Vk	0°00'01"	Pk	0°00'01"	Vinomatka	0.002		
Prismakorkeus	1.500	Prismavakio	2.0mm						

Piste	102	Pohj	6685671.715	Itä	25499209.601	Korkeus	22.189	Koodi	
--------------	-----	-------------	-------------	------------	--------------	----------------	--------	--------------	--

Vapaa- asemapiste	102	P keski- virhe	0.002	I keskivir- he	0.005	Kork. keskivirhe	0.002		
------------------------------	-----	---------------------------	-------	---------------------------	-------	-----------------------------	-------	--	--

Asemapisteen residuaalit									
Piste	9333	dP	0.002	dl	-0.005	dKork	-0.003		
		dVk	0°00'00"	dPk	0°00'07"	dVinoEt	0.005		

Piste	1000	dP	0.003	dl	0.002	dKork	0.001		
		dVk	0°00'00"	dPk	0°00'05"	dVinoEt	0.004		

Koje	
Kojeen tyyppi	TrimbleVXandSSeries
EDM Refractive Index	273.6
EDM kantoaallon pituus	79.2
Vaakasuunnan asetus	Asetettu suuntakulmaksi
Vaakakulman tarkkuus	0°00'01"
Pystykulman tarkkuus	0°00'01"
Etäisyysmittarin tarkkuus	2mm + 2ppm

Säätila-asetukset										
Ilmanpaine	999.00hPa	Lämpötila	9.0°C	ppm	-6.7	Refraktiiovakio				

Asemapiste									
Asemapiste	104	Kojekorkeus	0.000	Asemapisteen tyyppi	Vapaa- asema- piste	Mittakaava	1.000000 00	MK-keskivirhe	?

Asemapisteen orientointi									
Asemapiste	104	Liitospiste	9333	Orientointi	0°00'00"	Orient. keskivirhe	0°00'01"		

Piste (LIP)	9333	Vk	343°08'25"	Pk	89°01'30"	Vinomatka	89.589	Koodi	1
Keskivirheet		Vk	0°00'01"	Pk	0°00'01"	Vinomatka	0.002		

Prismakorkeus	1.50 0	Prismava- kio	2.0mm						
Koodi (9333)	1								
	0								
Piste (LIP)	4535 4	Vk	237°31'27" "	P k	89°57'31" "	Vinomat- ka	60.27 7	Koo- di	1
Keskivirheet		Vk	0°00'01" "	P k	0°00'01" "	Vinomat- ka	0.002		
Prismakorkeus	1.500	Prismava- kio	2.0mm						
Koodi (45354)	1								
	0								
Piste	104	Pohj	6685619.173	Itä	25499166.880	Korkeus	22.148	Koodi	
Vapaa- asemapiste	104	P keski- virhe	0.001	I keskivir- he	0.000	Kork. keskivirhe	?		

Asemapisteen residuaalit

Piste	9333	dP	-0.001	dl	0.000	dKork	0.000		
		dVk	0°00'00"	dPk	0°00'00"	dVinoEt	-0.001		

Piste	45354	dP	0.000	dl	0.000	dKork	?		
		dVk	0°00'00"	dPk	?	dVinoEt	?		

Mittauspisteet

Piste	45354	Pohj	6685586.807	Itä	25499116.028	Korkeus	?	Koodi	1
Piste	9333	Pohj	6685704.900	Itä	25499140.900	Korkeus	22.173	Koodi	1

Piste	100	Pohj	6685667.585	Itä	25499175.571	Korkeus	22.538	Koodi	
Piste	101	Pohj	6685671.499	Itä	25499175.682	Korkeus	22.551	Koodi	
Piste	1000	Pohj	6685706.091	Itä	25499238.848	Korkeus	19.441	Koodi	
Piste	102	Pohj	6685671.715	Itä	25499209.601	Korkeus	22.189	Koodi	
Piste	104	Pohj	6685619.173	Itä	25499166.880	Korkeus	22.148	Koodi	

Mittausraportti, länsiseinän skannaus 60 metrin kohdalta

Työn nimi	Lansi 60
Versio	5.3
Etäisyyden yksiköt	Metres
Kulman yksiköt	DMSDegrees
Ilmanpaineen yksiköt	MilliBar
Lämpötilan yksiköt	Celsius

Työn koordinaattijärjestelmä

Järjestelmän nimi	
Kaistan nimi	
Datumin nimi	
Projektio	
Projektio	Vain mittakaava
Mittakaava	1.00000000
Eteläatsimuti	Ei
Koordinaatisto	Kasvava Pohjoinen-Itä

Paikallinen järjestelmä

Tyyppi	Karttakoordinaatit
Datumin muunnos	
Tyyppi	Ei datumia

Mittaustiedot

--

Koodikirjasto	
Kirjaston nimi	vid_uusi
Kirjaston tiedostonimi	vid.ddf
Attribuutit tallennettu	Kyllä
Job:n huom	

Korjaukset	
Etelätsimuti	Ei
Koordinaattien järjestys	Kasvava Pohjoinen-Itä
Magneettinen deklinaatio	0°00'00"
Etäisyydet	Kartta
Lähipistetasoitus	Ei

Projektio	
Projektio	Vain mittakaava
Mittakaava	1.00000000

Paikallinen järjestelmä									
Tyyppi	Karttakoordinaatit								
Datumin muunnos									
Tyyppi	Ei datumia								
Piste	9333	Pohj	6685704.900	Itä	25499140.900	Korkeus	22.173	Koodi	1
Koodi (9333)	1								
	0								

Piste	45354	Pohj	6685586.807	Itä	25499116.028	Korkeus	?	Koodi	1
Koodi (45354)	1								
	0								
Koje									
Kojeen tyyppi	TrimbleVXandSSeries								
EDM Refractive Index	273.6								
EDM kantoaallon pituus	79.2								
Vaakasuunnan asetus	Asetettu suuntakulmaksi								
Vaakakulman tarkkuus	0°00'01"								
Pystykulman tarkkuus	0°00'01"								
Etäisyysmittarin tarkkuus	2mm + 2ppm								

Säätöasetukset

Ilmanpaine	1011.50hPa	Lämpötila	6.0°C	ppm	-13.2	Refraktiivakio			
-------------------	------------	------------------	-------	------------	-------	-----------------------	--	--	--

Asemapistepiste

Asemapiste	109	Kojekorkeus	0.000	Asemapisteen tyyppi	Vapaa- asema- piste	Mittakaava	1.000000 00	MK-keskivirhe	?
-------------------	-----	--------------------	-------	----------------------------	---------------------------	-------------------	----------------	----------------------	---

Asemapisteen orientointi

Asemapistepiste	109	Liitospiste	45354	Orientointi	0°00'00"	Orient. keskivirhe	0°00'03"		
------------------------	-----	--------------------	-------	--------------------	----------	---------------------------	----------	--	--

Piste (LIP)	4535	Vk		239°22'56	P	90°02'18	Vinomat-	53.41	Koo-	1
--------------------	------	-----------	--	-----------	----------	----------	-----------------	-------	-------------	---

	4		" k	" ka	2 di			
Keskivirheet		Vk	0°00'01"	Pk	0°00'01"	Vinomatka	0.002	
Prismakorkeus	1.500	Prismavalkio	2.0mm					

Koodi (45354)	1
	0

Piste (LIP)	9333	Vk	346°56'03"	Pk	89°06'49"	Vinomatka	93.317	Koodi	1
Keskivirheet		Vk	0°00'01"	Pk	0°00'01"	Vinomatka	0.002		
Prismakorkeus	1.500	Prismavalkio	2.0mm						

Koodi (9333)	1
	0

Piste	109	Pohj	6685614.010	Itä	25499161.994	Korkeus	22.229	Koodi	
Vapaa- asemapiste	109	P keski- virhe	0.001	I keskivir- he	0.001	Kork. keskivirhe	?		

Asemapisteen residuaalit

Piste	45354	dP	0.001	dl	0.001	dKork	?		
		dVk	0°00'00"	dPk	?	dVinoEt	?		

Piste	9333	dP	-0.001	dl	0.000	dKork	0.000		
		dVk	0°00'00"	dPk	0°00'00"	dVinoEt	-0.002		

Piste	9	Vk	57°03'41"	Pk	85°50'19"	Vinomatka	52.494	Koodi	500
Keskivirheet		Vk	0°00'01"	Pk	0°00'01"	Vinomatka	0.002		

Prismakorkeus	0.00 0	Prismava- kio	0.0mm						
Koodi (9)	500								
	0								
Piste	10	Vk	61°55'35" "	P k	84°05'39" "	Vinomat- ka	54.11 1	Koo- di	50 0
Keskivirheet		Vk	0°00'01" "	P k	0°00'01" "	Vinomat- ka	0.002		
Prismakorkeus	0.00 0	Prismava- kio	0.0mm						
Koodi (10)	500								
	0								

Mittauspisteet									

Piste	9333	Pohj	6685704.900	Itä	25499140.900	Korkeus	22.173	Koodi	1
Piste	45354	Pohj	6685586.807	Itä	25499116.028	Korkeus	?	Koodi	1
Piste	109	Pohj	6685614.010	Itä	25499161.994	Korkeus	22.229	Koodi	
Piste	9	Pohj	6685642.478	Itä	25499205.933	Korkeus	26.038	Koodi	500
Piste	10	Pohj	6685639.340	Itä	25499209.484	Korkeus	27.797	Koodi	500