



Ville Heikkinen

Pistepilven vektorointi Microstation- ja Terra-ohjelmistoilla

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Maanmittaustekniikka

Insinöörityö

27.4.2021

Tekijä Otsikko	Ville Heikkinen Pistepilven vektorointi Microstation- ja Terra-ohjelmistoilla
Sivumäärä Aika	17 sivua + 1 liite 27.4.2021
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	maanmittaustekniikka
Ohjaajat	Lehtori Jussi Laari Palvelupäällikkö Eero Kannosto
<p>Tämän insinööriyön tarkoituksena oli tuottaa ohje pistepilviaineiston vektorointiin ja pinta-mallin tekemiseen käyttäen Microstation- ja Terra-ohjelmistoja. Ohjeen on tarkoitus toimia opetusmateriaalina henkilöstön koulutuksessa, sekä tukena koulutuksen jälkeisessä vektorointi työssä.</p> <p>Ennen ohjeen laatimista opettelin vektorointi prosessia kahden Staran Projektimittauksen kantahenkilökunnan jäsenen opastamana. Tätä varten sain Projektimittaukselta kannettavan työaseman sekä pistepilviaineiston, jotka olivat käytössäni koko kirjoitustyön ajan. Ohjeen laatiminen tapahtui pääasiassa itsenäisesti, mutta ongelmatilanteiden ja kysymysten ilmetessä sain konsultointiapua puhelimitse, taikka kasvatusten Projektimittauksen toimistolla. Ohje oli valmis, kun molemmat osapuolet olivat tyytyväisiä sen sisältöön.</p> <p>Vektoroitaessa pistepilvi jaetaan aluksi käsiteltävän kokoisiin osiin. Tämän jälkeen ylimääräiset ja virheelliset pisteet poistetaan ja siivottu aineisto luokitellaan. Luokittelu helpottaa käsittelyä ja on pakollinen pintamallin muodostuksessa. Luokittelun jälkeen aineisto vektoroidaan ja vektorit muutetaan kartoituskohteiksi. Lopuksi luodaan pintamalli vektori- ja pistepilviaineiston pohjalta. Prosessin tuloksena syntynyt kartoituskuva vastaa takymetrillä tai GNSS-vastaanottimella tuotettua kartoituskuvaa ja soveltuu siten hyvin kartoitetun alueen suunnittelun pohjaksi.</p> <p>Lopputuloksena syntyi ohje, jota Microstation ohjelmiston käyttöön perehtynyt henkilö voi seurata ja oppia samalla vektorointi prosessiin liittyvät työkalut ja työvaiheet.</p>	
Avainsanat	pistepilvi, vektorointi, Microstation, Terra, pintamalli

Author Title	Ville Heikkinen Point Cloud Vectorization with Microstation and Terra software
Number of Pages Date	17 pages + 1 appendix 27 April 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Professional Major	Land Surveying
Instructors	Jussi Laari, Senior Lecturer Eero Kannosto, Service Manager
<p>The purpose of this final year project was to produce a manual for point cloud data vectorization and surface modelling in Microstation and Terra software. The manual was intended to serve as teaching material in staff training, as well as to support post-training vectorization.</p> <p>Portable workstation and point cloud material were used to practise the vectorisation process, which began with dividing the point cloud into parts of reasonable size, removing excess and erroneous points and classifying the material. The process continued with vectorization, and converting the vectors into objects. Finally, a surface model was created on the basis of the vector and point cloud data. When problems or questions arose in the process, employees of the company were consulted in order to solve them. Once all parties were satisfied with the contents of the manual, it was considered complete.</p> <p>The result of the final year project was a manual that a person who is familiar with the use of Microstation can follow and, at the same time, learn the tools and work steps related to the vectorization process.</p>	
Keywords	point cloud, vectorization, Microstation, Terra, surface model

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Työn tilaaja	2
3	Vektorointi	3
3.1	Vektorimuotoinen paikkatieto	3
3.2	Vektoroinnin hyödyt	3
4	Käytetyt ohjelmistot	4
4.1	Microstation	4
4.2	Terrasolid-laajennukset	4
4.2.1	Scan	5
4.2.2	Modeler	5
4.2.3	Survey	6
5	Maastotyöt ja georeferointi	7
5.1	Maastotyöt	7
5.2	Siivous ja georeferointi	7
6	Ohje	9
6.1	Sisältö	10
6.1.1	Pistepilvien tuonti, blokkijako ja luokittelu	11
6.1.2	Vektorointi	11
6.1.3	Pintamalli ja korkeuskäyrät	13
6.2	Ohjeentekoprosessi	14
6.3	Ohjeen hyödyt	14
	Lähteet:	16

Liitteet

Liite 1. Ohje pistepilven vektorointiin Microstation- ja Terra-ohjelmistoilla

Lyhenteet

CAD	Computer-aided design. Tietokoneavusteinen suunnittelu.
UAV	Unmanned aerial vehicle. Miehittämätön ilma-alus.
GNSS	Global navigation satellite system. Globaali satelliitti paikannus järjestelmä.
3D	Three dimensional. Kolmiulotteinen.
VRS	Virtual reference station. Virtuaalinen referenssiasema.

1 Johdanto

Mobiililaserkeilaaminen mahdollistaa suurien alueiden kartoittamisen yhdellä kertaa. Keilauksen tuotoksena syntyvät pistepilvet tulee käsitellä ja vektoroida. Ne kelpaavat sellaisenaan vain visuaaliseen tarkasteluun ja tiedostojen suuri koko tekee niistä raskaita käsitellä. Vektoroimalla pistepilviaineistosta tuotetaan kartoituskuva, joka vastaa takymetrillä tai GNSS-järjestelmällä suoritettua kartoitusta.

Työ tehtiin Helsingin kaupungin liikelaitos Staran kaupunkitekniikan rakentamisen osaston projektimittaus yksikölle. Staran projektimittaus yksikön käyttöön on kesän 2019 aikana tullut mobiililaserkeilain. Projektimittauksen yhdeksästä kantahenkilökunnan jäsenestä vain kahdella on koulutus Pistepilvien käsittelyyn ja vektorointiin.

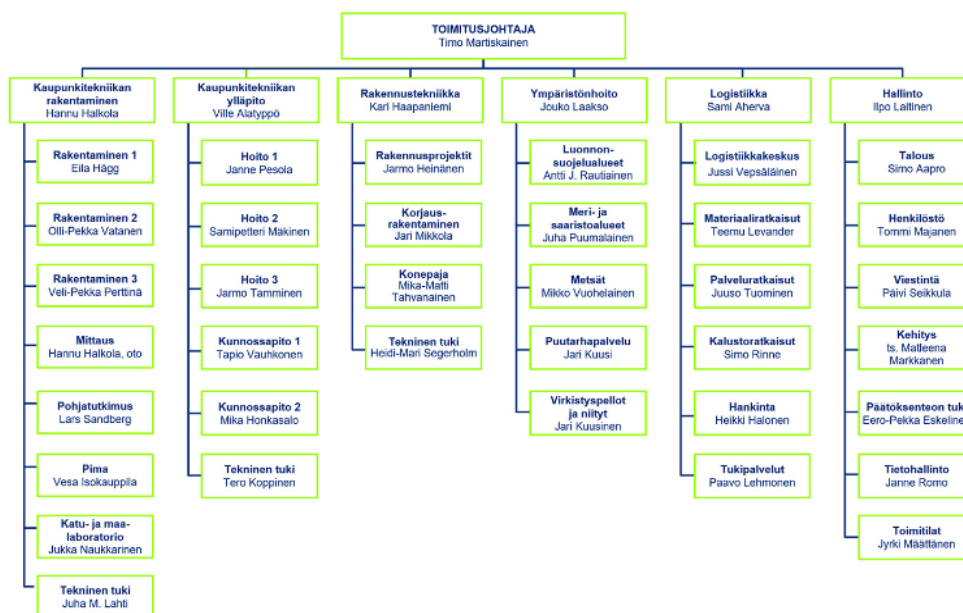
Tämä insinööri työ on laadittu toimimaan ohjeena projektimittauksen kartoittajille, joilla ei ole aiempaa kokemusta pistepilviaineiston vektoroinnista. Työn tavoite on tuottaa mahdollisimman suuri hyöty projektimittaukselle ja muille Staran yksiköille.

Teoriaosuudessa käydään läpi käytetyt ohjelmistot ja niiden roolit. Lisäksi siinä valotetaan ohjeen suunnitteluratkaisuita ja käydään läpi kirjoitus prosessia. Oppaassa käydään läpi pistepilviaineiston siivoaminen ja jakaminen käsiteltäviin osiin, pisteiden luokittelu, vektorointi ja pintamallinnus.

2 Työn tilaaja

Työn tilaaja on Helsingin kaupungin Staran kaupunkitekniikan rakentamisen osaston projektimittaus yksikkö. Stara on Helsingin kaupungin rakentamispalvelu, joka rakentaa ja hoitaa katuja ja puistoja, korjaa rakennuksia, hoitaa luonnonmukaisia alueita ja tarjoaa logistiikan ja teknisen alan asiantuntijapalveluita. [1; 2.]

Staran mittausyksiköt kuuluvat kaupunkitekniikan rakentamiseen (kuva 1). Projektimittaus on yksi neljästä mittausyksiköstä. Sen tehtävät ovat muita mittausyksiköitä laajempia ja keskittyvät katualueiden sijasta puistojen, yleisten alueiden ja kaupungin kiinteistöjen kartoittamiseen ja merkintään. Lisäksi projektimittaus tarjoaa erikoismittauksia kuten UAV-ilmakuvausta, sekä staattista ja mobiilia laserkeilausta. [1; 2.]



Kuva 1. Staran organisaatorakenne [3].

Projektimittauksen toimipiste sijaitsee Hammarskjöldintieellä olympiastadionia vastapäätä. Samassa sijainnissa toimii myös Staran kukkamyynti ja talvipuutarha. Projektimittauksessa on yhdeksän vakituista työntekijää ja lisäksi kesäisin kaksi harjoittelijaa. [2]

Stara työllistää yhteensä noin 1 400 työntekijää ja kesäisin työntekijöiden määrä on lähes kaksi tuhatta.

Staran liikevaihto vuonna 2019 oli 250,2 miljoonaa euroa. Liikeliiketoimintaa kertyi 7,7 miljoonaa ja tilikauden ylijäämäksi muodostui 5,7 miljoonaa. [4]

3 Vektorointi

3.1 Vektorimuotoinen paikkatieto

Vektoroitu kartoituskuva muodostuu pisteistä, joista voidaan myös muodostaa viivoja tai polygoneja. Jokaisella pisteellä on koordinaatit ja ominaisuustietoja, joiden avulla kartoituskohdetta kuvataan. Tästä syystä vektori pohjaisia kuvia pystytään muokkaamaan helpommin. Niiden tarkkuus ei rajoitu resoluutioon, joten kuvan terävyys säilyy zoomatessa.

Vektoripohjainen kartoituskuva ei ole kuva vaan taulukko, jonka kartoitusohjelma piirtää kuvaksi. Tämä tekee vektoripohjaisista tiedostoista kooltaan pieniä ja kevyitä käsitellä. Lisäksi niiden pohjalta on helppoa ja nopeaa tehdä esimerkiksi pinta-alalaskelmia taikka etsiä kohteita niiden ominaisuustietojen perusteella. [5]

3.2 Vektoroinnin hyödyt

Mobiililaserkeilaus on monesta syystä perinteisiä kartoitus metodeja parempi vaihtoehto. Syyt ovat käytännöllisiä ja taloudellisia. Erityisesti suurilla työmailla ja katualueilla mobiililaserkeilaus on nopeampi, kustannustehokkaampi ja turvallisempi vaihtoehto. Mittauksen tarkkuus on nykyisellä kalustolla vastaava tai paikoittain jopa parempi. Mobiililaserkeilaus ei myöskään vaadi täydennysmittauksia, koska laserkeilauksessa syntynyt pistepilviaineisto ei rajoitu yksittäisiin kartoituskohteisiin, vaan kattaa koko kartoitettavan alueen.

Pistepilviaineisto ei kuitenkaan ole riittävä sellaisenaan vaan se vaatii myös vektoroinnin. Valmis kartoitus menee usein konsultille, joka suunnittelee aluetta kartoituksen pohjalta. Pistepilviaineisto on kooltaan suuri, ja sen käsittely vaatii tehokkaan työaseman ja ohjelmistoja, joiden arvokkaita lisenssejä konsulteilta harvoin löytyy. Konsulteilla ei myöskään usein ole asiantuntemusta pistepilvien käsittelyyn, ja vektoroitu kuva on heille havainnollisempi. [6]

4 Käytetyt ohjelmistot

Projektimittaus käyttää kartoitusten käsittelyyn Microstation- ja Terra-ohjelmistoja. Huomioitavaa on, että tässä luvussa käydään läpi vain näiden ohjelmistojen roolit vektorointi prosessissa.

4.1 Microstation

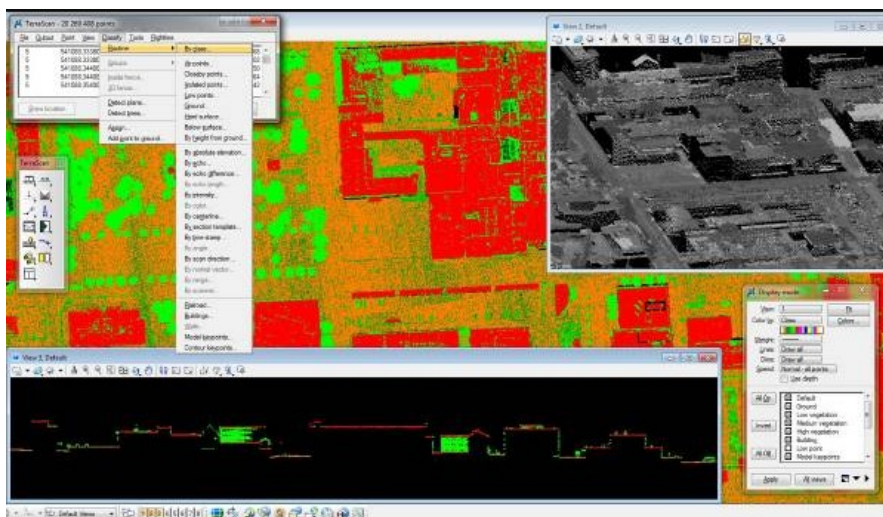
Microstation on Bentley Systemsin kehittämä CAD-ohjelmisto kaksi- ja kolmiulotteisen vektorigrafiikan piirtämiseen. Se on alansa johtava ohjelmisto ja on laajassa käytössä maailmanlaajuisesti. Helsingin kaupungin rakennusvirasto ja Staran mittausyksiköt käyttävät Microstation-ohjelmistoa kartoitusten käsittelyyn ja piirtämiseen. [7]

4.2 Terrasolid-laajennukset

Terrasolid on suomalainen ohjelmistokehittäjä. Suurin osa sen ohjelmistoista on tehty laajennuksiksi Microstationiin. Terrasolid-laajennukset ovat tärkeä osa kartoituksen piirtoprosessia ja ne ovat laajassa käytössä maanmittausalalla. [8]

4.2.1 Scan

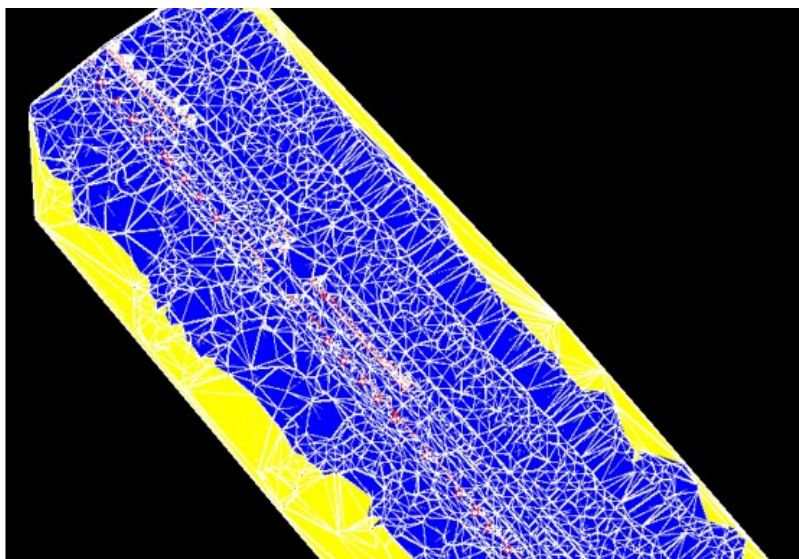
TerraScan-sovelluksessa on työkalut pistepilvien hallintaan ja prosessointiin. Sen avulla pistepilvi jaetaan käsiteltävän kokosiin palasiin ja siivotaan ylimääräisistä ja virheellisistä pisteistä. Pisteet luokitellaan niiden ominaisuuksien mukaan esimerkiksi maanpinnaksi ja kasvustoksi (kuva 2). Tämä helpottaa vektorointia ja pintamallin muodostusta. [9]



Kuva 2. Pistepilven hallintaa TerraScan-ohjelmistolla. Pistepilvi on luokiteltu ja jokaisella luokalla on oma värikoodinsa [9].

4.2.2 Modeler

TerraModeleria käytetään pintamallien tekemiseen ja korkeuskäyrien piirtämiseen. Pintamallin muodostuksessa voidaan käyttää yhtä taikka useampaa lähdettä. Ohjeessa pintamalli tehdään käyttäen vektoroituja kartoituskohteita sekä TerraScanilla luokiteltuja maanpinnan avainpisteitä. Valmiista pintamallista (kuva 3) voidaan piirtää korkeuskäyrät, jotka tulevat lopulliseen kartoituskuvaan. [10]

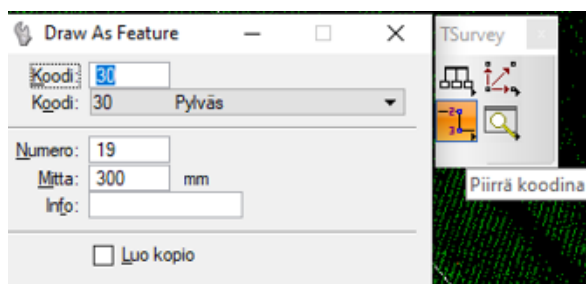


Kuva 3. Kolmioidun pintamallin karsintaa TerraModelerilla. Kuvassa keltaisella näkyvät kolmiot on karsittu pois, eivätkä siten ole mukana korkeuskäyrien muodostuksessa.

4.2.3 Survey

TerraSurveyyn avulla takymetreillä ja GNSS-vastaanottimilla tuotettu tekstipohjainen mitausdata muutetaan kolmiulotteiseksi kartoituskuvaksi. Laserkeilatessa kartoitettavia kohteita ei erotella, vaan tuloksena on pistepilvi, jonka kohteet yksilöidään muodostamalla kartoituskohteista vektoreita.

Surveyllä pistepilvestä vektoroiduille kohteille annetaan kartoituskoodit, joilla on ennalta määrätyt piirtosäännöt (kuva 4). Näin pistepilvestä tuotetaan kartoituskuva, joka vastaa takymetrillä tai GNSS-vastaanottimella tehtyä kartoitusta. [11]



Kuva 4. Vektoreiden muuntamista kartoituskohteeksi TerraSurveyllä.

5 Maastotyöt ja georeferointi

Ohje alkaa pistepilvien tuonnista Microstation-sovellukseen. Tätä ennen on suoritettu maastotyöt, sekä pistepilven siivous ja georeferointi.

5.1 Maastotyöt

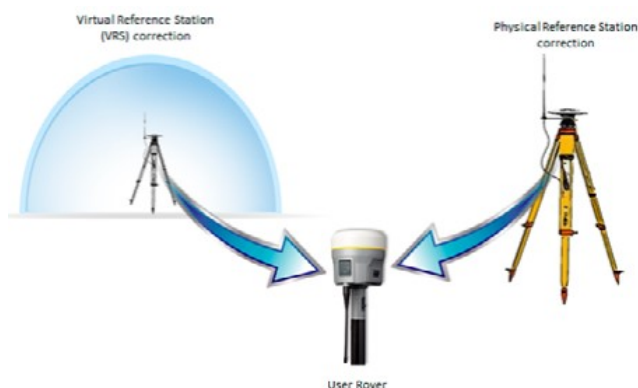
Pistepilviaineisto on tuotettu mobiililaserkeilaamalla. Keilauksessa on käytetty Riegl VMX-1HA-mobiililaserkeilainta (kuva 5), joka on kalibroitu yhteen inertiamittalaitteen kanssa. Inertiamittalaite mittaa ajoneuvon ja keilaimen kallistumia kolmella eri akselilla. Lisäksi autossa on kiihtyvyyden mittari. Näiden avulla keilaimen sijaintia päivitetään reaaliaikaisesti sisäisen ja ulkoisen tarkkuuden takaamiseksi. Mittalaitteet on asennettu BMW X5-katumaasturiin, jolla kartoitusalue on ajettu läpi useaan kertaan pistepilven tiheyden varmistamiseksi. Mittausalueella on ollut myös Sokkian GCX2-mallinen kiinteä GNSS-tukiasema. [6; 12.]



Kuva 5. Riegl VMX-1HA-mobiililaserkeilain [13].

5.2 Siivous ja georeferointi

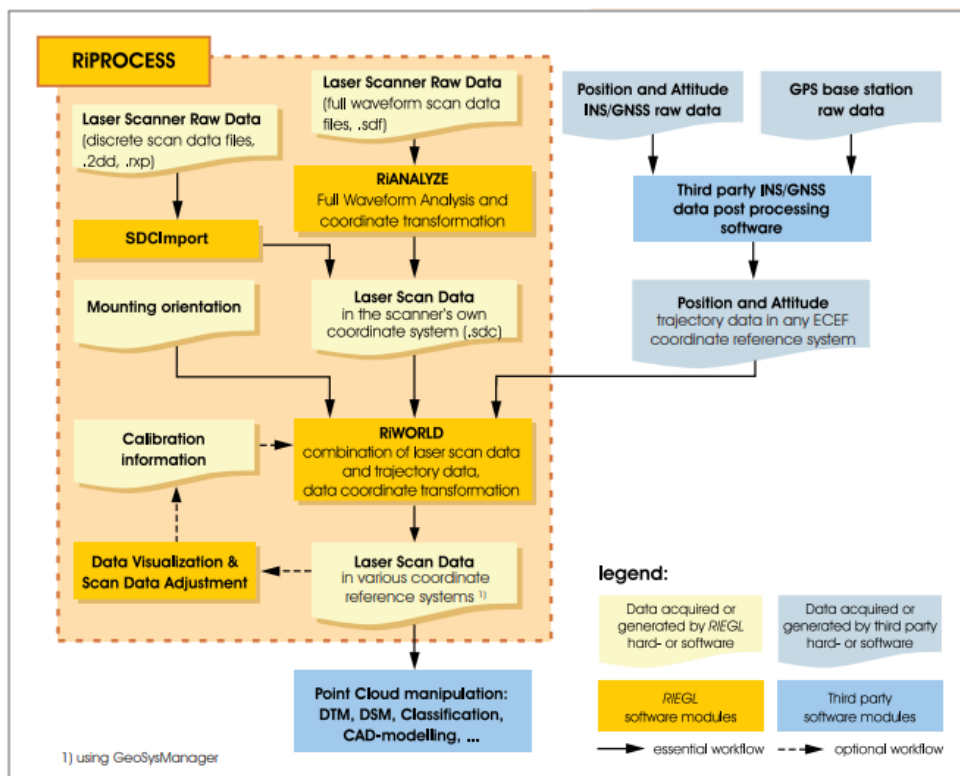
Kiinteän tukiaseman tarkkuutta parannetaan virtuaalisilla tukiasemilla. Virtuaaliset GNSS-tukiasematiedot haetaan Trimnetistä, joka on Geotrim nimisen yrityksen luoma ja ylläpitämä tukiasemaverkko. VRS-teknologia mahdollistaa virtuaalitukiasemien luomisen, joiden avulla saadaan virhekorjattu korjausviesti GNSS-havainnoille (kuva 6). Korjauslaskenta suoritetaan jälkikäteen Topcon Tools8 -sovelluksella. [12; 14.]



Kuva 6. Virtuaalitukiaseman toiminta [15, s. 4].

Virhekorjatut tukiasematiedot sekä inertia- ja kiihtyvyysanturien tiedot tuodaan seuraavaksi Pospac-ohjelmistoon, jonka avulla antureiden tiedot saadaan georeferoitua. Georeferoinnilla tarkoitetaan havaintojen sitomista koordinaatistoon.

Mobiililaserkeilaimen tuottamat pistepilvet ja georeferoidut anturihavainnot tuodaan tämän jälkeen RiPROCESS-ohjelmistoon. Tässä vaiheessa pistepilvi sidotaan koordinaatistoon ja pistepilvelle suoritetaan suuripiirteinen siivous, jossa mitta-alueen ulkopuolella olevat pisteet, sekä heijastumat poistetaan (kuva 7). Lopuksi pistepilvi voidaan kirjoittaa ulos Microstation-ohjelmiston tukemassa LAZ 1.2-formaatissa. [12; 16.]



Kuva 7. RiPROCESS-ohjelmiston työnkulku [16].

6 Ohje

Insinööriyön työosuus on ohje pistepilvi aineiston vektorointiin ja pintamallin tekemiseen Microstation- ja Terra-ohjelmistoilla.

6.1 Sisältö

Ohjeen sisältö seuraa vektoroinnin prosessin vaiheita kronologisessa järjestyksessä (kuva 8). Jokainen työvaihe on selitetty ja havainnollistettu kuvilla. Lisäksi työvaiheisiin tarvittavat työkalut ja niiden löytäminen valikoista on tuotu esille.

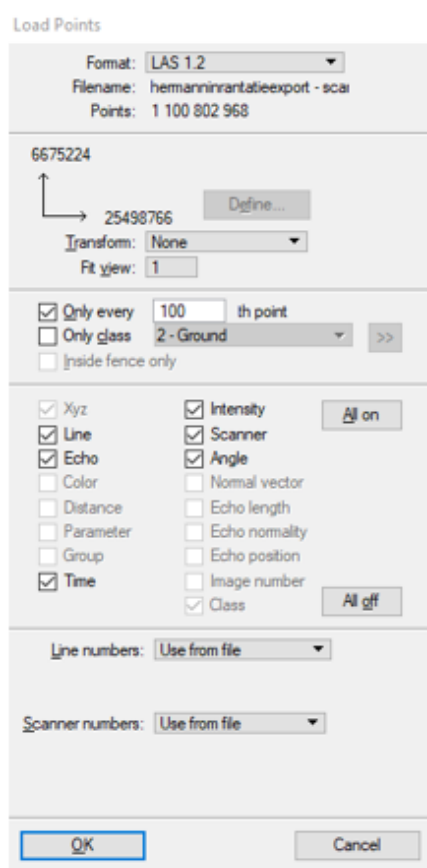
Sisällys

1	Pistepilvien tuonti	1
2	Blockien muodostaminen ja numerointi	2
3	Luokittelu ja macrot	7
4	Viivamaiset kohteet	15
4.1	Kanttikivet	19
4.1.1	Terrascanin työkalu kanttikiven havainnoimiseen	20
5	Pistemäiset kohteet	21
6	Pintamallin teko	23
6.1	Model keypoints	23
6.2	Pintamallin teko modelkeypointseista	25
6.3	korkeuskäyrien piirtäminen	27

Kuva 8. Ohjeen sisällysluettelo.

6.1.1 Pistepilvien tuonti, blokkijako ja luokittelu

Ohje alkaa LAZ 1.2-muotoisten pistepilvien tuonnista Microstation-ohjelmistoon (kuva 9). Pistepilviaineistot ovat niin suuria ja raskaita että ne täytyy jakaa käsiteltävän kokosiin osiin, joita kutsutaan blokeiksi. Tämän jälkeen pisteet luokitellaan niiden ominaisuuksien mukaan käsittelyn helpottamiseksi. Luokkia ovat mm. maanpinta, matala kasvillisuus, korkea kasvillisuus ja roskat.



Pistepilvet tuodaan Microstationiin Terrascanin pääikkunasta.

Valitaan File -> Read points -> Valitaan pistepilvet ja käytetään kuvan mukaisia asetuksia.

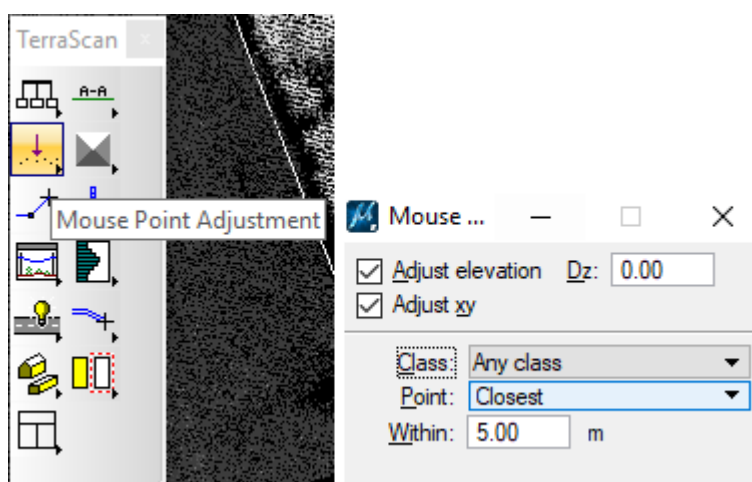
Load Points -ikkunan yläosassa näkyy tuotavien pisteiden määrä. Pisteiden harvennus määritetään siten että ladattuja pisteitä on maksimissaan 40 000 000.

Kuva 9. Pistepilvien tuonti TerraScan-ohjelmistoon.

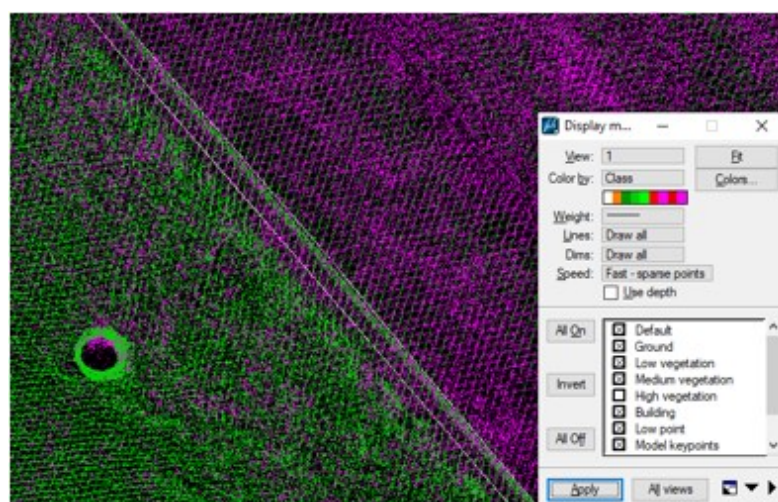
6.1.2 Vektorointi

Kun luokittelu on saatu suoritettua ja ylimääräiset sekä virheelliset pisteet on siirretty roskat tasolle, alkaa viivamaisten ja pistemäisten kohteiden vektorointi. Vektoroitaessa kartoitettavat kohteet piirretään pistepilviaineistoa apuna käyttäen. Oikeiden

tartuntalukkojen (kuva 10) ja visuaalisten työkalujen (kuva 11) käyttö ovat tässä vaiheessa oleellisessa asemassa. Kun kaikki kohteet on piirretty, ne muutetaan TerraSurveyllä kartoituskohteiksi. Kartoituskohteilla on omat piirtosäännöt ja mahdollisia ominais-tietoja, kuten esimerkiksi puulla halkaisija.



Kuva 10. Tartunta pistepilveen.

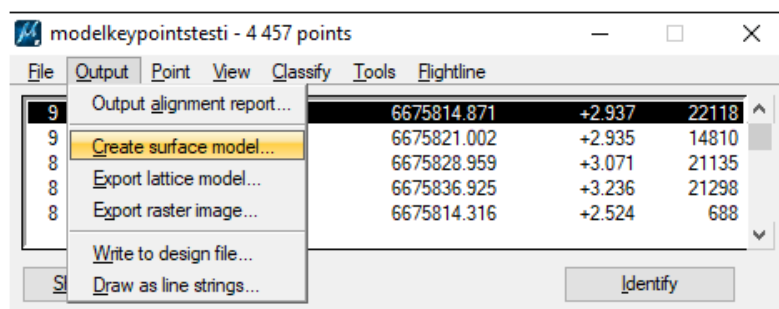


Piilottamalla High vegetation -luokan, kanttikiven näkee paremmin.

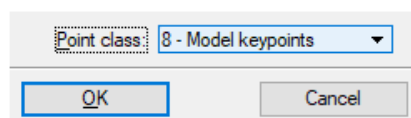
Kuva 11. Display mode -työkalun käyttöä.

6.1.3 Pintamalli ja korkeuskäyrät

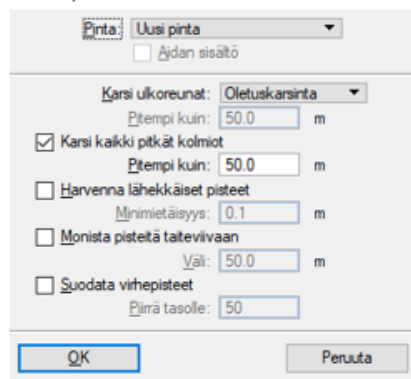
Lopuksi pistepilviaineistosta tehdään pintamalli (kuva 12). Pintamallin tekemiseen käytetään vektoroituja taiteviivoja ja kartoituskohteita sekä pistepilvestä luokiteltuja avainpisteitä. Kolmiointia tarkastellaan varjostuksen avulla ja virheellisiä pisteitä ja kolmioita karsitaan siten että pintamalli vastaa todellista maastoa paremmin. Korkeuskäyrät piirretään kolmioinnin pohjalta kolmioinnin korjaamisen jälkeen.



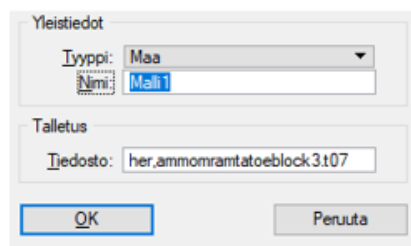
Create surface model



Kolmioi pinta



Pinnan tiedot



Kuva 12. Pintamallin luonti Model keypointseista.

6.2 Ohjeentekoprosessi

Ohjeentekoprosessi alkoi 11.10.2019 aloituspalaverilla, jossa sovimme ohjeen tilaajan kanssa työn sisällöstä.

Alkupalaverin jälkeen projektimittauksen kaksi vektorointia tekevää kantahenkilökunnan jäsentä opettivat minulle vektorointiprosessia. Opetustilanteista laadittiin yksityiskohtaiset muistiinpanot, joita käytettiin pohjana ohjeen tekemisessä. Itsenäinen opettelu tapahtui projektimittauksen kannettavalla työasemalla, jolla käsittelin Hermannin rantatien mobiililaserkeilausaineiston. Samat kantahenkilökunnan jäsenet vastasivat ohjetta tehdessä heränneisiin kysymyksiin ja avustivat ongelmien ilmetessä.

Nämä aiemmin vektorointia tehneet kantahenkilökunnan jäsenet tarkastivat ohjeen ja antoivat korjaus- ja parannusehdotuksia. Ehdotettujen korjausten jälkeen he arvioivat ohjetta uudelleen. Tämä prosessi toistui, kunnes osapuolet olivat tyytyväisiä ohjeen sisältöön.

6.3 Ohjeen hyödyt

Monet projektimittauksen kartoituksista sijoittuvat työmaa- ja katualueille. Näissä kohteissa työskentely on usein hidasta ja vaarallista. Mobiililaserkeilaimella suurienkin alueiden maastotyöt voidaan tehdä yhdellä kertaa esimerkiksi yöllä, jolloin liikenteen määrä on vähäistä.

Talvisin lumi ja jää tekevät pintojen ja materiaalirajojen kartoittamisesta vaikeaa. Lisäksi oikeiden maanpinnan korkouksien mittaamiseksi kartoittajan on kaivettava maanpinta näkyviin. Pintamalla tehdessä korkeuspisteitä tarvitaan usein satoja, jolloin suuri osa kartoitukseen käytetystä ajasta menee lumen siirtelyyn. Kartoittajalta saattaa jäädä myös huomaamatta lumen peittämiä materiaalirajoja. Takymetrimittauksessa kolmijalan paikallaan pysyminen on varmistettava. Kojeasemaa ei siis voi tehdä lumelle tai jäälle, koska sulaessaan ne aiheuttavat orientoinnin ja tasauksen menetyksen. Mobiililaserkeilaamalla maastotyöt voidaan tehdä nopeasti maan vielä ollessa sulana. [17, s. 25.]

Vektoroinnin ajankohta voidaan valita joustavammin, koska se ei ole riippuvainen ulkoisista tekijöistä tai olosuhteista. Tämä tuo joustoa kartoitusten suunnitteluun ja toteutukseen. Työtä pystytään myös jakamaan tasaisemmin kausille, joihin tilauksia on vähemmän tai olosuhteet tekevät maastotöistä hankalaa.

Projektimittauksen kartoittajat voivat seurata ohjetta askel askeleelta ja oppia samalla prosessin eri vaiheet ja tarvittavat työkalut. Näin heidän kouluttamisensa tehtävään nopeutuu ja koulutukseen vaadittavien resurssien tarve pienenee. Ongelmatilanteiden ilmetessä kartoittaja voi palata ohjeeseen ja tarkistaa oikean tavan työvaiheen tekemiseen.

Lähteet:

- 1 Arasalo Jyrki. 2014. Kartoitusmittausprosessin kehittäminen Helsingin kaupungin Staran Projektimittauksessa. Insinöörityö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 2 Tervetuloa Staralla töihin. 2020. Perehdytysopas. Stara.
- 3 Organisaatio. 2020. Verkkoaineisto. Helsingin kaupunki. <<https://www.hel.fi/stara/fi/staran-esittely/organisaatio>>. Luettu 11.11.2020
- 4 Stara kasvoi kannattavasti. 2020. Verkkoaineisto. Helsingin kaupunki. <<https://www.hel.fi/stara/staran-vuosi-2019-fi/talous/talous>>. Luettu 20.11.2020
- 5 Paikkatietoaineiston kaksi muoto – rasteri ja vektori. 2018. Verkkoaineisto. <<https://www.paikkaoppi.fi/fi/rasteri-ja-vektorimuotoinen-paikkatietoaineisto/>>. Luettu 21.1.2021
- 6 Kannosto Eero. 2020. Palvelupäällikko. Stara Projektimittaus. Haastattelu. 12.1.2021
- 7 The Next Generation of Computer-aided Design Software. 2020. Verkkoaineisto. Bentley Systems. <https://www.bentley.com/en/products/product-line/modeling-and-visualization-software/microstation> Luettu 12.11.2020
- 8 The industry standard software for point cloud and image processing. 2020. Verkkoaineisto. Terrasolid. <<https://terrasolid.com>>. Luettu 5.11.2020
- 9 TerraScan. 2020. Verkkoaineisto. Terrasolid. <<https://terrasolid.com/products/terrascan/>>. Luettu 01.11.2020
- 10 TerraModeler. 2020. Verkkoaineisto. Terrasolid. <<https://terrasolid.com/products/terramodeler/>>. Luettu 01.11.2020
- 11 Other Terrasolid products. 2020. Verkkoaineisto. Terrasolid. <<https://terrasolid.com/other-products/>>. Luettu 01.11.2020
- 12 Suominen Emil. 2020. Vastaava kartoittaja. Stara Projektimittaus. Haastattelu. 14.1.2021

- 13 VMX-1HA High Performance Dual Scanner Mobile Mapping System. 2020. Verkkoaineisto. Riegl USA. <<http://products.rieglusa.com/product/mobile-scanners/igh-performance-dual-scanner-mobile-mapping-system>>. Luettu 15.1.2021
- 14 Trimnet VRS-palvelu. 2020. Verkkoaineisto. Geotrim. <<https://geotrim.fi/palvelut/trimnet-vrs/>>. Luettu 12.01.2021
- 15 TRIMBLE XFILL RTK. 2012. Verkkomateriaali. Trimble survey division. <https://geotronics.es/files/products/216/Trimble%20xFill%20White%20Paper_1012_sec.pdf>. Luettu 15.1.2021
- 16 RiPROCESS. 2020. Verkkoaineisto. Riegl Laser Measurement Systems. <<http://www.riegl.com/products/software-packages/riprocess/>>. Luettu 13.1.2020
- 17 Alanen Ville. 2013. Rakennustyömaan mittausten kehittäminen. Insinöörityö. Tampereen Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.



Ville Heikkinen

Ohje pistepilven vektorointiin Microstation- ja Terra-ohjelmistoilla

14.4.2020

STARA
Pidetään Stadista huolta.

Johdanto

Tämä ohje on laadittu Staran Projektimittaukselle osana insinööriötä. Ohje on suunnattu projektimittauksen kartoittajille, jotka eivät ole aiemmin tehneet vektorointia piste-pilvi aineistosta.

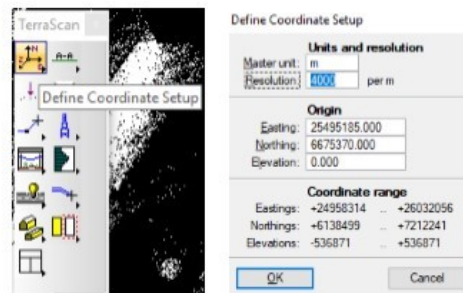
Työ tapahtuu Microstation-ohjelmistolla ja sen TerraScan, -Survey ja -Modeler laajennuksilla.

Sisällys

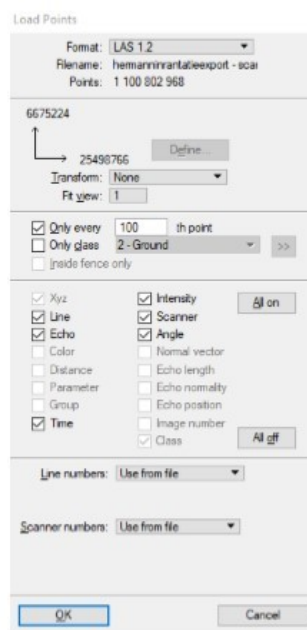
1	Pistepilvien tuonti	1
2	Blockien muodostaminen ja numerointi	2
3	Luokittelu ja macrot	7
4	Viivamaiset kohteet	14
4.1	Kanttikivet	18
4.1.1	TerraScanin työkalu kanttikiven havainnoimiseen	19
5	Pistemäiset kohteet	20
6	Pintamallin teko	22
6.1	Model keypoints	22
6.2	Pintamallin teko Model keypointseista	25
6.3	Korkeuskäyrien piirtäminen	30
6.4	Pintamallin teko Model keypointseista tapa 2	32

1 (34)

1 Pistepilvien tuonti



Aluksi projektille määritetään resoluutioksi 4000 per m.



Pistepilvet tuodaan Microstationiin Terrascanin pääikkunasta.

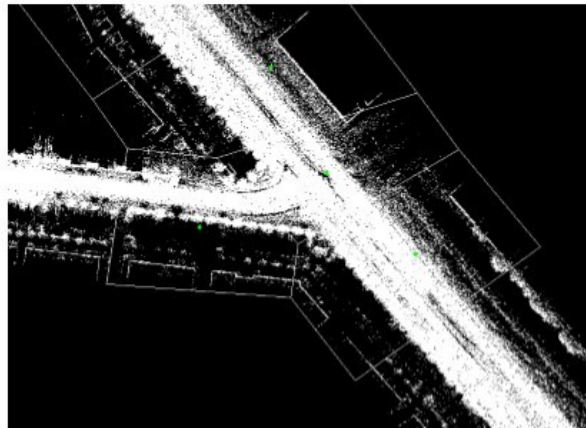
Valitaan File -> Read points -> Valitaan pistepilvet ja käytetään kuvan mukaisia asetuksia.

Load Points -ikkunan yläosassa näkyy tuotavien pisteiden määrä. Pisteiden harvennus määritetään siten että ladattuja pisteitä on maksimissaan 40 000 000.

2 (34)

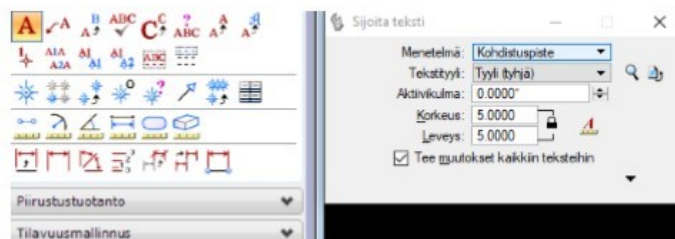
2 Blockien muodostaminen ja numerointi

Pistepilven koon vuoksi se tulee jakaa osiin, joita kutsutaan blockeiksi. Blockirajojen teko tapahtuu Smartline-työkalulla. Pistepilvi jaetaan käsittelyn kannalta järkevästi ja siten, että jokaiseen blockiin tulee 10 - 40 miljoonaa pistettä. Blockirajoja piirtäessä elementti tulee sulkea, jotta pisteitä ei jää blockien ulkopuolelle.



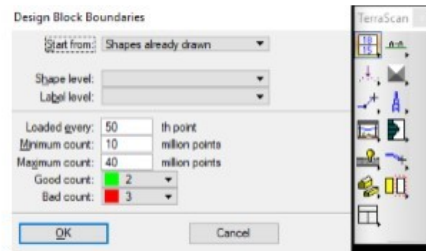
Hyvin tehty blockijako.

Aluksi fontin koko muutetaan suuremmaksi, jotta blockeissa olevien pisteiden määrä näkyy paremmin.

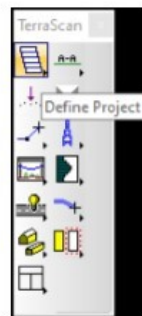


3 (34)

Aloitetaan piirtämällä ensin yksi blocki ja kokeillaan sen jälkeen Design Block Boundaries -työkalulla montako pistettä blockiin tuli. OK-napin painamisen jälkeen blockin sisällä näkyy luku, joka kertoo blockissa olevien pisteiden määrän. Pistemäärä on hyvä, kun numero on vihreä.

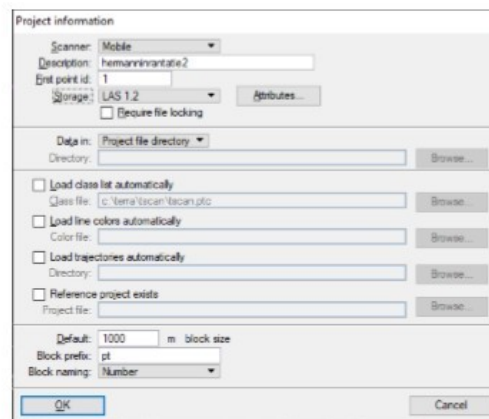


Design Block Boundaries -työkalun asetukset.



Kun halutut blockit on piirretty, määritetään projekti.

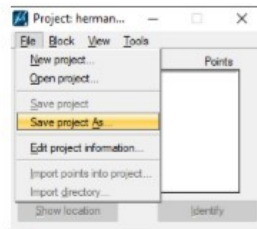
Define new project -> File -> New project.



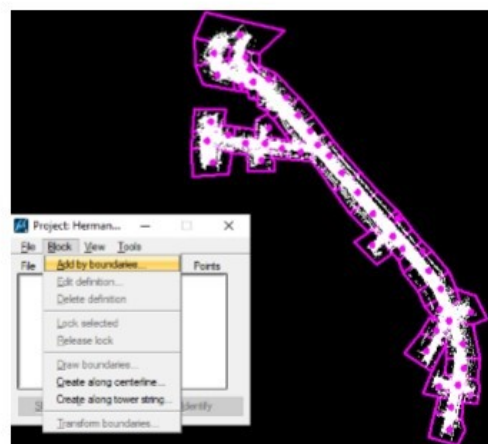
Käytetään kuvan asetuksia.
Description projektin mukaan ja aina;

Scanner: Mobile
Storage: Las 1.2

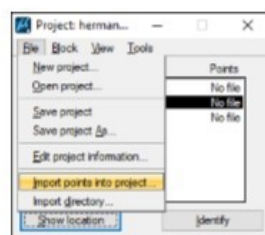
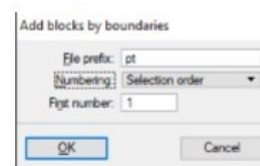
4 (34)



Määrittelyn jälkeen projekti tallennetaan.



Tämän jälkeen blockit maalataan
ja valitaan Block -> Add by boundaries.



Kun blockit on muodostettu, pisteet tuodaan projektiin.

5 (34)

Pisteiden tuonnissa käytetään näitä asetuksia. Blockijako on tehty siten että harvennusta ei enää tarvitse tehdä.

Pistepilveen täytyy vielä tehdä koordinaatti korjaus.

Pistepilvestä valitaan aluksi vähintään neljä selkeää pistettä, joiden koordinaatit käydään mittaamassa takymetrillä maastossa. Pisteitä tulee olla ainakin mitta-alueen molemmissa päissä siten, että mitta-aluegeometria on hyvä. Pisteet on hyvä valita maaliviivasta, tai muusta pinnasta jossa on pistepilvessä korkea intensiteetti.

TerraScanin pääikkunasta valitaan identify, jonka jälkeen haluttua pistettä klikataan pistepilvessä.

File	Output	Point	View	Classify	Tools	Flightline
0	25498002	230	6676550.248	-7.827	11697	
0	25498002	230	6676550.251	-7.827	3906	
0	25498002	210	6676550.252	-7.840	0	
0	25498002	206	6676550.263	-7.832	0	
0	25498002	202	6676550.271	-7.827	0	

Kun haluttua pistettä on painettu pistepilvessä, se näkyy korostettuna TerraScanin pääikkunassa.

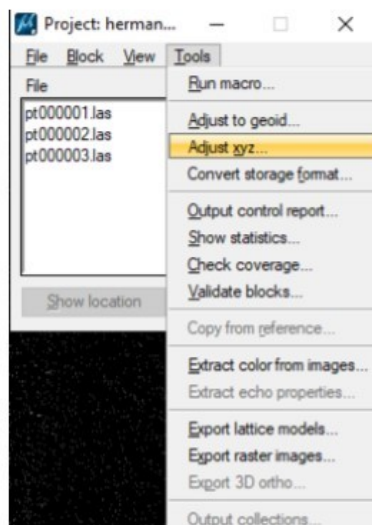
Valittujen pisteiden koordinaatit poimitaan listasta tekstitiedostoon. Tiedostoja tarvitaan kaksi, toinen X- ja Y-korjaukselle eli tasokoordinaateille ja toinen Z-korjaukselle eli korolle.

6 (34)

Maastossa mitattuja koordinaatteja verrataan pistepilven koordinaatteihin ja korjaustiedostoihin tehdään tarvittavat erotukset.

KORJAUS_XY.txt – Muistio						
Tiedosto	Muokkaa	Muotoile	Näytä	Ohje		
25498831.280	6675294.138	0.015	0.015	0.000		
25498807.638	6675533.781	0.003	0.024	0.000		
25498261.024	6676195.588	-0.016	0.011	0.000		
25497903.024	6676232.760	0.006	0.018	0.000		
25498002.176	6676550.245	0.009	0.008	0.000		

KORJAUS_Z.txt – Muistio						
Tiedosto	Muokkaa	Muotoile	Näytä	Ohje		
25498831.280	6675294.138	0.000	0.000	-0.026		
25498807.638	6675533.781	0.000	0.000	-0.014		
25498261.024	6676195.588	0.000	0.000	-0.018		
25497903.024	6676232.760	0.000	0.000	-0.010		
25498002.176	6676550.245	0.000	0.000	-0.007		



Korjaus tiedostot tuodaan projekti-ikkunasta.

TerraScanin työkaluikkuna -> Define Project -
>
Projekti-ikkunasta Tools -> Adjust xyz.

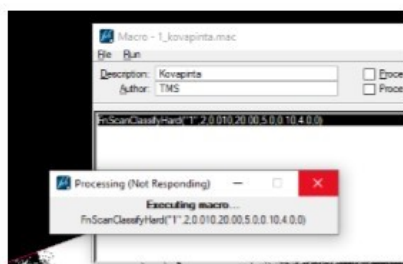
Ensin korjataan xy-koordinaatit ja sen jälkeen z-koordinaatit, korjaukset on tehtävä tässä järjestyksessä tai ne eivät toimi.

7 (34)

3 Luokittelu ja macrot

Macroilla pistepilven pisteet jaotellaan luokkiin, jotka helpottavat pistepilven käsittelyä. Kaikki pisteet luokitellaan aluksi Default-tasolle. Muita luokkia ovat mm. maanpinta, kasvillisuus ja roskat.

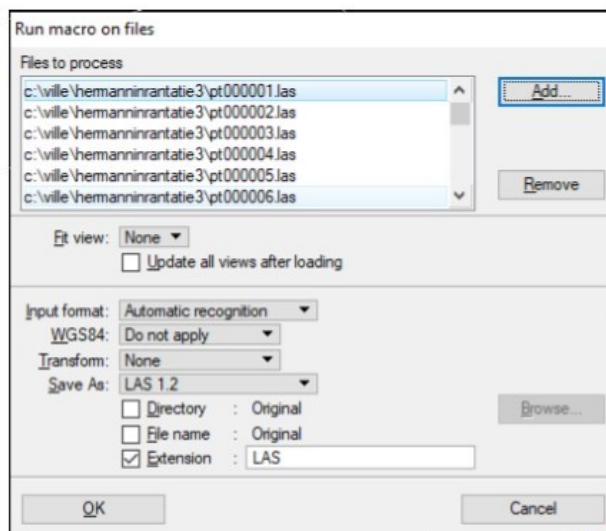
Luokittelun voi tehdä yhdelle tai useammalle blockille kerrallaan. Nopein tapa on ajaa macrot jokaiselle projektin blockille samanaikaisesti.



Macro-ikkuna aukeaa TerraScanin pääikkunasta **Tools -> Macro**.

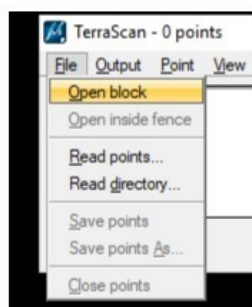
Macro-ikkunassa **File -> Open -> Valitaan oikea macro -> Run -> Run on selected files**.

Add -> Maalataan blockeihin jaetut pistepilvet -> Käytetään kuvan asetuksia.



8 (34)

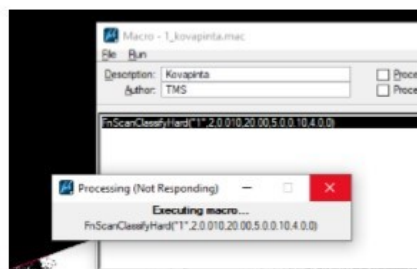
Macrot pystyy ajamaan myös auki olevalle blockille.



Avataan haluttu block TerraScanin pääikkunasta.

File -> Open block -> Osoitetaan haluttua blockia.

Avatun blockin pistepilvi näkyy valkoisena, koska luokittelua ei ole vielä tehty.



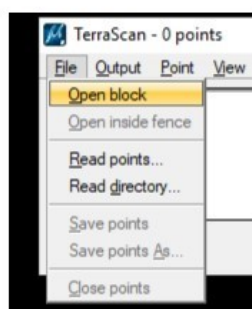
Macro -ikkuna aukeaa TerraScanin pääikkunasta *Tools -> Macro*.

Macro -ikkunassa *File -> Open -> Valitaan oikea macro -> Run -> Run on loaded points*.

9 (34)

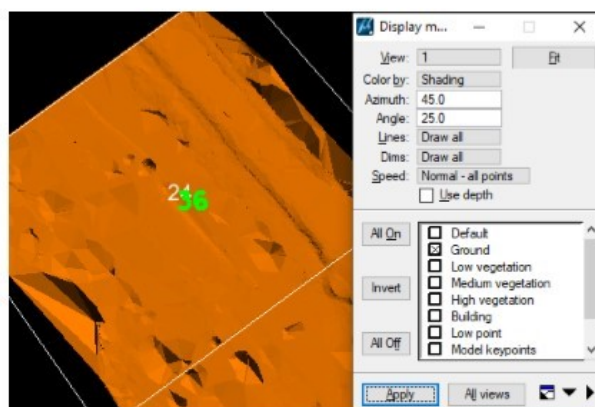
Lopuksi siivotaan Ground-luokan pisteet koko pistepilviaineistosta.

Ground –luokan pisteet siivotaan blocki kerrallaan. Siivous on parasta tehdä ennen vektoroinnin aloittamista.



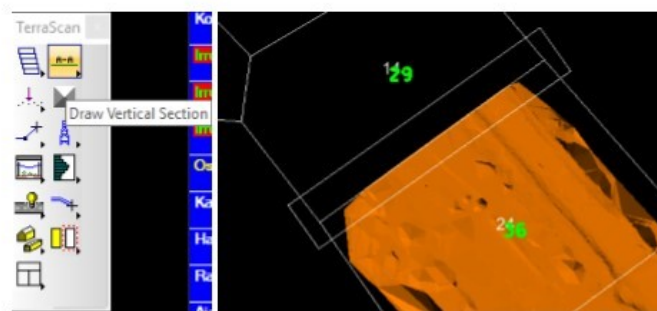
File -> Open block -> Valitaan avattava blocki kursorilla.

Kun blocki on ladattu, asetetaan Display mode -ikkunasta näkymään haluttu luokka (tässä tapauksessa Ground). Lisäksi valitaan color by: shading, jonka avulla näkee pisteet, jotka tulee siirtää Roskat-luokkaan. Tällaiset pisteet näkyvät pinnan epämuodostumina.

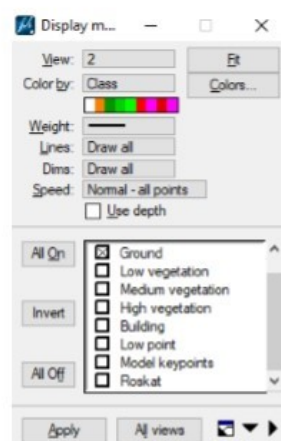
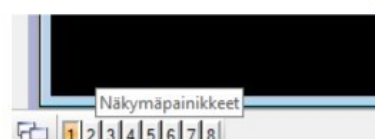


10 (34)

Pisteet siivotaan Draw Vertical Section -työkalulla. Pistepilvestä valitaan ohut suikale, jonka jälkeen painetaan kakkosnäkymää.

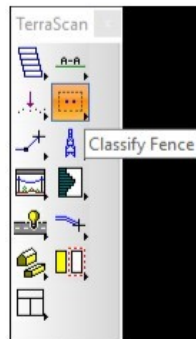


Näkymäpainikkeet löytyvät Microstationin vasemmasta alakulmasta.



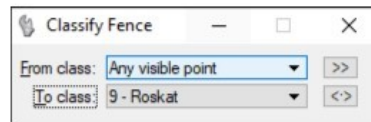
Asetetaan Display view mode -ikkunasta view 2 vain Ground-luokka näkyviin ja kaikkien pisteiden piirto päälle. Pisteet näkyvät paremmin muuttamalla Weight -asetuksesta viivan paksuutta.

11 (34)

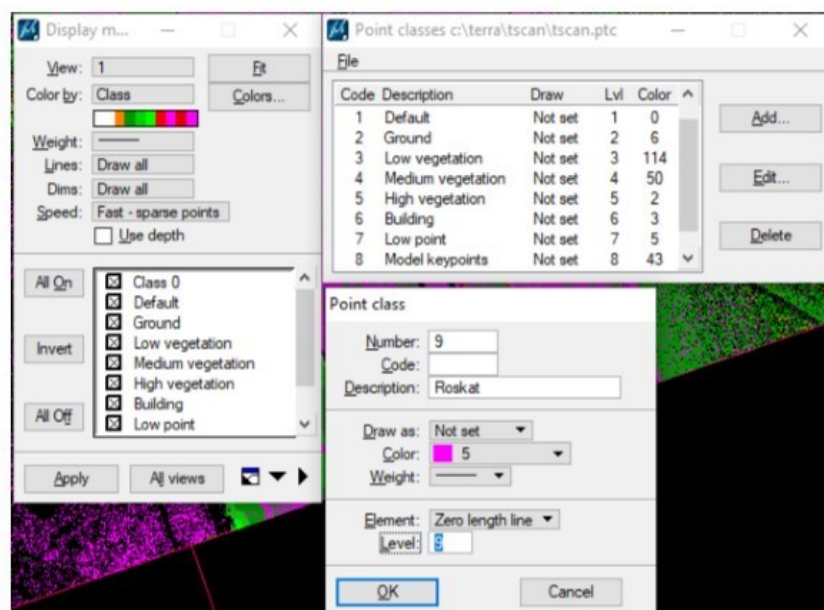


Pisteet siirretään Roskat-tasolle rajauksen mukaan.

Kaikki pisteet näkyviin -> Piirretään aita monikulmiolla haluttujen pisteiden ympärille -> Classify by fence -työkalu ja alla olevat asetukset.



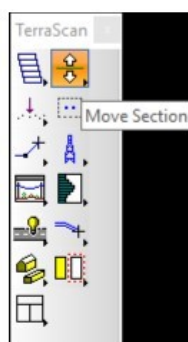
Mikäli Roskat-luokkaa ei vielä ole niin sen voi luoda Display mode -ikkunasta. TerraScan pääikkuna -> View -> Display mode -> Colours -> Add.



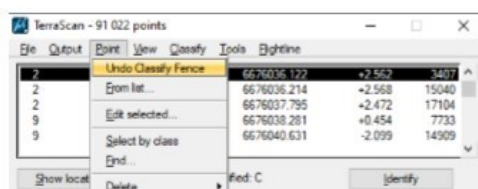
12 (34)



Kuvassa pisteitä, jotka ovat selvästi maanpinnan alapuolella ja tulee siirtää Roskat-tasolle. Siirrettäviä pisteitä voi olla myös maanpinnan yläpuolella, esim. rakenteiden katot.



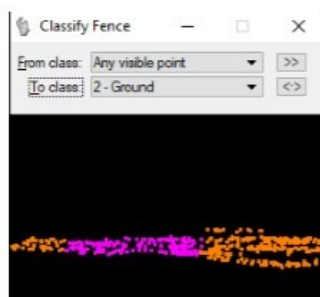
Leikkausta voi siirtää Move selection -työkalulla. Leikkaus siirtyy eteen ja taakse hiiren vasemmalla ja oikealla painikkeella. Koko blocki käydään läpi.



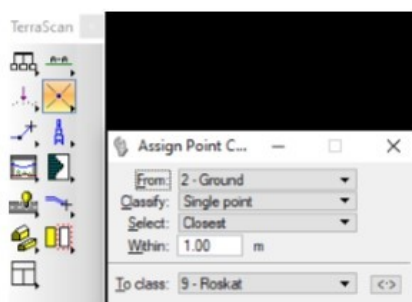
Jos luokittelussa tapahtuu virhe, tehdyn komennon voi perua TerraScanin pääikkunasta.

Point -> Undo Classify Fence.

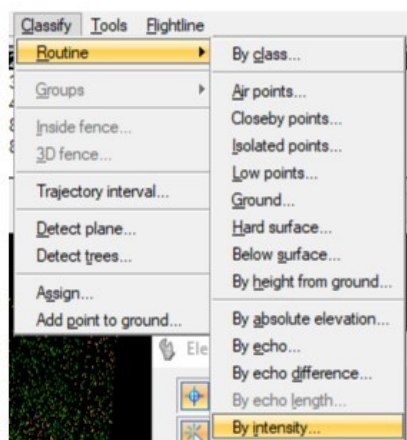
13 (34)



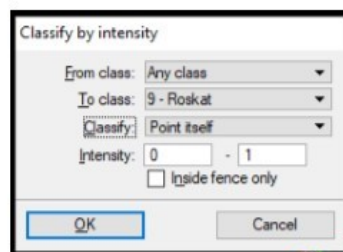
Toinen tapa korjata virhe on laittaa Display mode-ikkunasta Roskat-luokka näkyviin. Classify Fence -työkalun asetuksia muuttamalla pisteet voi siirtää takaisin Ground-luokkaan.



Välillä on hyvä tarkistaa Ground-luokan pisteet ykkösnäkymästä, jossa virheelliset pisteet näkyvät hyvin Shading-asetuksen ollessa päällä. Assign Point Class -työkalulla voi siirtää yksittäisiä virheellisiä pisteitä ylänäköymästä.

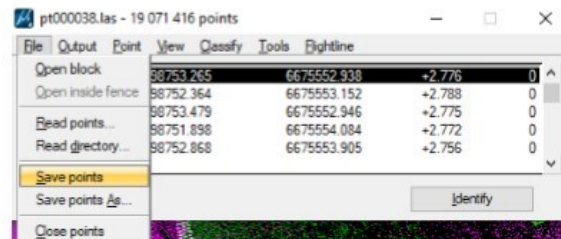


Ground-luokan pisteitä siivotessa siirretään samalla nollla intensiteetti pisteet Roskat-tasolle. Tämä tapahtuu TerraScanin pääikkunasta ja tehdään jokaisen blockin kohdalla.



14 (34)

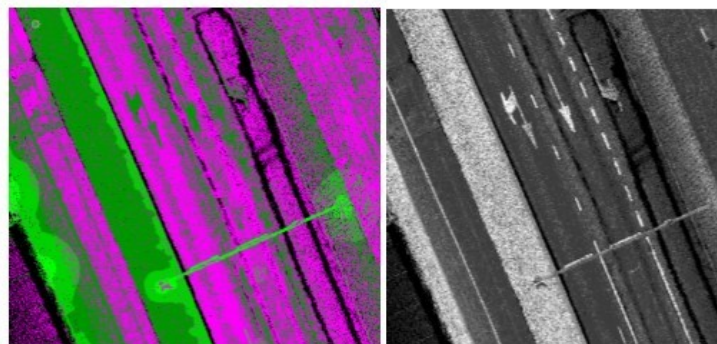
Pisteet tulee tallentaa, kun blockin luokittelu on saatu valmiiksi ja blockia ollaan sulke-
massa.



4 Viivamaiset kohteet

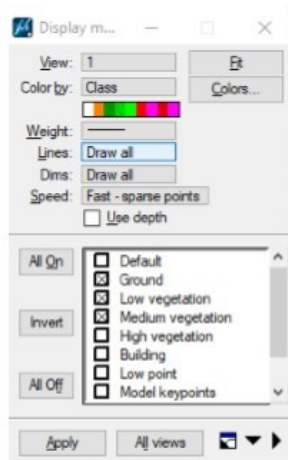
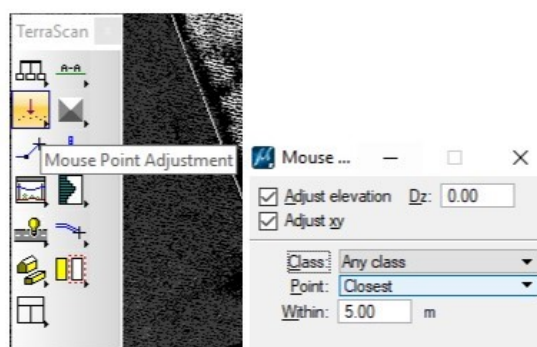
Vektoroitaessa tulee miettiä, miten sama alue kartoitettaisiin takymetrillä. Lisäksi vektoroidut kohteet kannattaa aina tarkistaa jälkikäteen eri kuvakulmista. Kuvakulman kääntäminen onnistuu painamalla shift-näppäin pohjaan, jonka jälkeen hiiren keskinäppäintä klikataan pistepilvessä. Nyt näkymä pyörii hiirtä liikuttaessa painamasi kohdan ympärillä.

Pistepilven selkeä tulkitseminen on tärkeää vektoroidessa. Display mode -ikkunasta löytyy erilaisia työkaluja visualisoinnin ja tulkitsemisen helpottamiseksi. Alapuoletta esitetynä sama kohta pistepilvestä. Vasemmanpuoleisessa kuvassa värityksenä on luokat ja oikeanpuoleisessa kuvassa pisteiden intensiteetti.



15 (34)

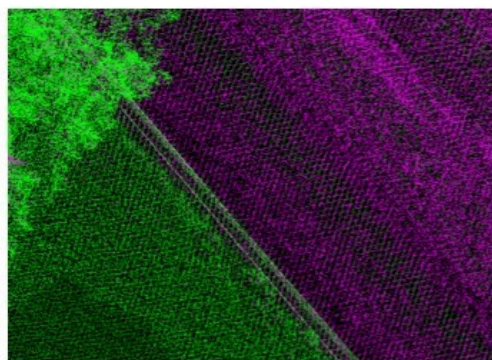
Vektorointi kannattaa tehdä loogisessa järjestyksessä. Top viewistä on helppoa piirtää maaliviivat ja tien reunat. Aloitetaan valitsemalla TerraScanin työkaluikkunasta Mouse Point Adjustment -työkalu. Mouse point adjustment -työkalun ollessa päällä, tartunta tapahtuu pistepilveen. Tämän jälkeen voidaan piirtää Microstationin piirtotyökaluilla. Jos haluat että piirtotyökalu tarttuu myös piirrettyihin elementteihin, poista valinnat kohdista Adjust elevation ja Adjust xy. Valinnat tulee lisätä takaisin tartuttaessa pistepilveen.



Vektoroitaessa on hyvä muistaa että vaikka pisteet on piilotettu Display mode -ikkunasta, niihin on silti mahdollista tarttua Mouse point adjustment -työkalulla.

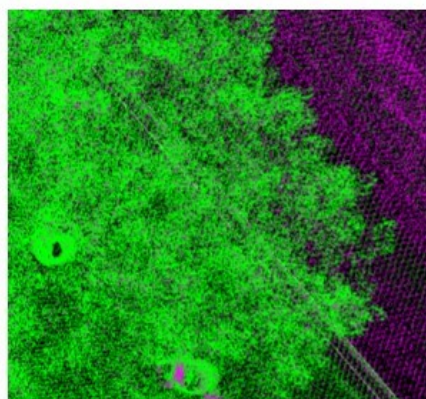
16 (34)

Mouse Point Adjustment -työkalua käytettäessä voidaan valita luokka, johon kursori tarttuu. Yleensä tien reunoja, maaliivivoja ja muita maassa olevia kohteita piirrettäessä kannattaa tarttua joko Ground- tai Low vegetation-luokkaan. Joskus tämä ei kuitenkaan ole mahdollista.



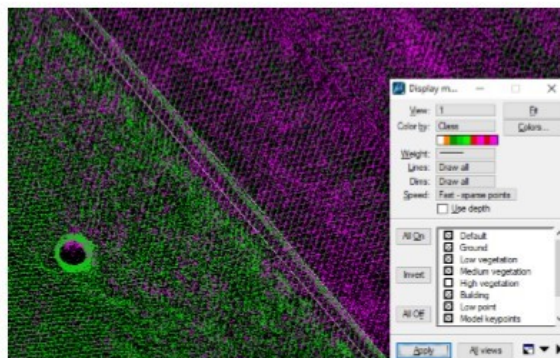
Asettamalla värityksen luokkien mukaan, näkee mitä tartuntaa Mouse Point Adjustment -työkalulla kannattaa käyttää.

Kuvan kanttikiveyksen pisteet ovat lähellä olevan puuston takia luokituneet Medium vegetation -luokkaan, joten tartunta tulee valita sen mukaan.

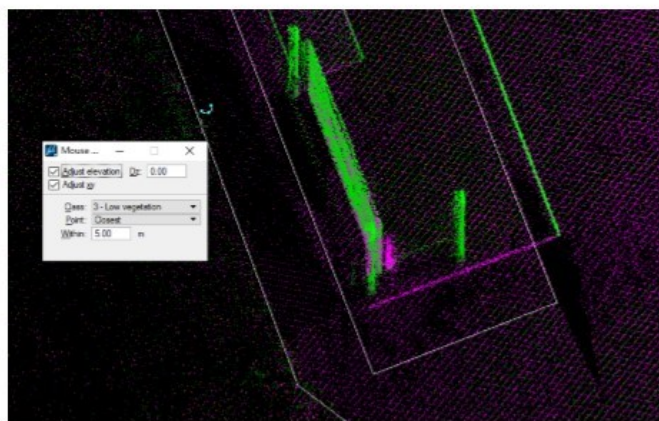


Kanttikiveyksen havaitseminen ylänäkymästä on mahdotonta puun latvuston takia.

17 (34)



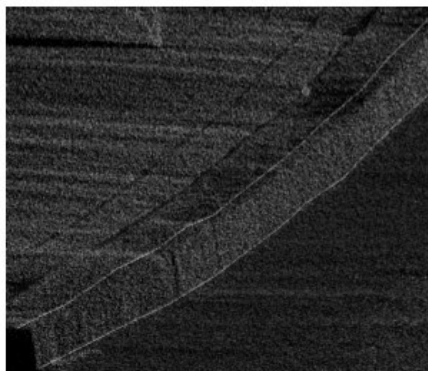
Piilottamalla High vegetation -luokan, kanttikiven näkee paremmin.



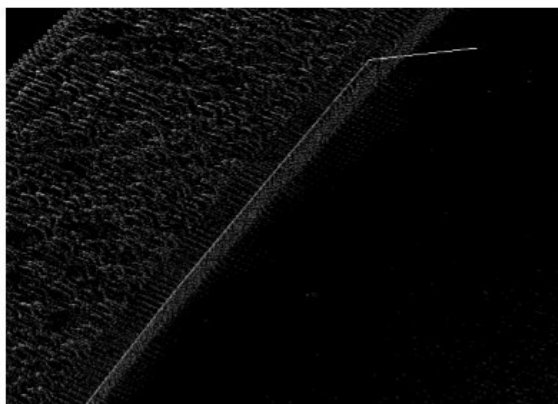
Yllä olevassa kuvassa katoksen havaitsemiseksi pistepilvestä myös High vegetation - ja Roskat-luokkien tulee olla päällä. Suurin osa katoksen alla olevasta pistepilvestä on Roskat-luokassa, joten tarttuminen Ground-luokkaan, jossa ei ole tarpeeksi pisteitä ei onnistu. On mahdollista käyttää Low vegetation -luokkaa, jonka pisteitä löytyi katoksen alta tarpeeksi. Roskat -luokkaan tarttumista kannattaa välttää, jos muiden luokkien pisteitä on riittävästi.

4.1 Kanttikivet

Kanttikivetyksen vektorointi on viivamaisista kohteista eniten aikaa vievä. Kanttikivetyksen vektorointi kannattaa aloittaa alareunasta. Näin riski vektoreiden ristiin menosta on pienempi.



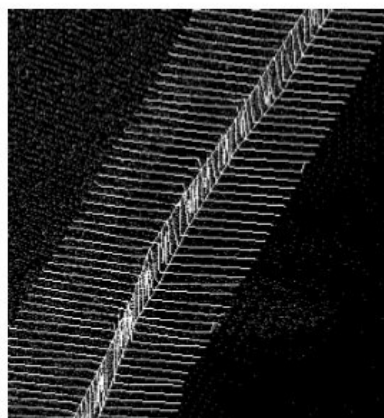
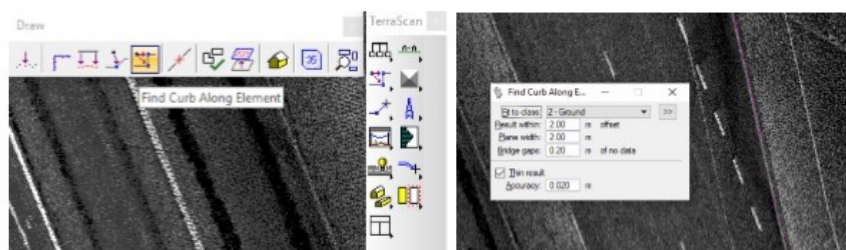
Kanttikiven reunojen löytäminen vaatii näkymän kääntelyä. Näkymää voidaan kääntää painamalla Shift-näppäintä pohjassa ja samanaikaisesti klikkaamalla hiiren keskirullaa pistepilvessä. Tämän voi myös tehdä Käännä näkymää -työkalulla.



4.1.1 TerraScanin työkalu kanttikiven havainnoimiseen

TerraScanista löytyy työkalu kanttikiven havainnoimiseen. Työkalu ei ole pakollinen, eikä aina välttämättä nopeuta vektorointia, mutta se saattaa olla paikoin hyödyllinen.

Piirretään Smartline, joka kulkee kanttikiven mukaisesti -> Avataan TerraScanin työkalukunasta Find Curb Along Element -työkalu -> Valitaan asetukset (oikeiden luokkien valitseminen vaikuttaa ratkaisevasti lopputulokseen) -> Osoitetaan piirrettyä Smartlineä.



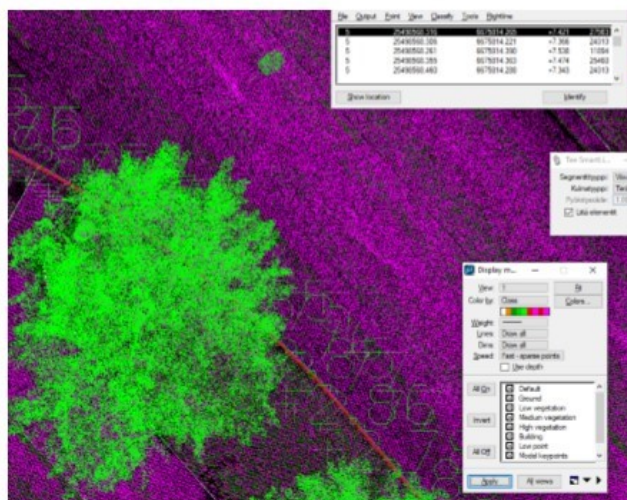
Työkalun käytön jälkeen voidaan kanttikiven reunat piirtää syntyneitä elementtejä apuna käyttäen.

Syntyneet elementit tulee poistaa työstä jossain vaiheessa. Koska elementit ovat oletus tasolla, helpointa tämä on tehdä käyttämällä tasojen näyttöä sen jälkeen, kun vektorit on muutettu kartoituskohteiksi Terra Surveyllä.

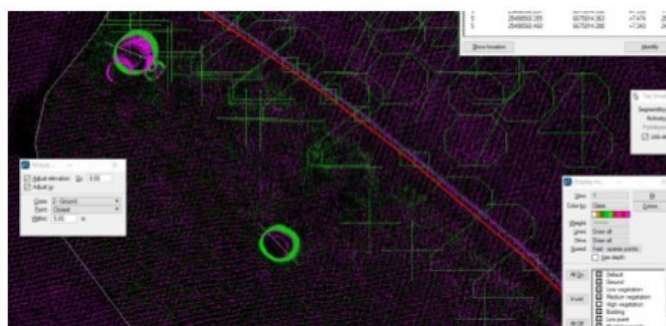
20 (34)

5 Pistemäiset kohteet

Pistemäiset kohteet ovat yleensä valaisinpylväitä ja puita. Alla olevan kuvan pistepilvessä on puu ja valaisinpylväs. Valaisimen tyveä tai puun runkoa on kuitenkin mahdoton nähdä ylänäköymästä.

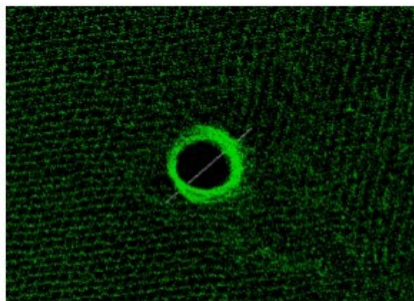


Kytkeällä High vegetation -luokan näyttäminen pois päältä, valaisimen jalka ja puun runko ovat helppo havaita. Säättämällä tarttumisen vain Ground- tai Low vegetation -luokkaan, ei vahingossa tule tartuttua puun latvuston pisteisiin. Tämä on vaarana, koska vaikka High vegetation -luokan näyttäminen on pois päältä, siihen voi silti tarttua.



STARA
Päätään Stadista huolta.

21 (34)

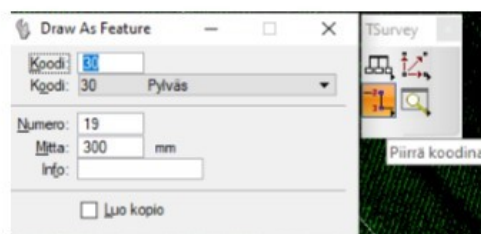


Ensin piirretään viiva, joka läpäisee kohteen ja jonka alkuperä ja loppupiste ovat maan tasossa. Tarkuttaminen maanpintaan tapahtuu Mouse Point Adjustment -työkalulla. Viivat piirretään kaikkien pistemäisten kohteiden läpi.

Tämän jälkeen voidaan piirtää Smartline, joka kulkee kaikkien puiden kohdalle piirrettyjen viivojen kautta. Viiva tulee piirtää siten, että se kulkee kartoitettavien kohteiden keskipisteen läpi. Tämä onnistuu Lähispiste-tartunnalla. Jos valaisinpylväitä on blockissa vain yksi, Smartlinen toisella päällä ei ole väliä. Muista kuitenkin poistaa ylimääräinen symboli, joka syntyy, koska Draw as Feature -työkalua käytettäessä pistemäinen symboli tulee Smartlinen molempiin päihin.



Käyttämällä TerraSurveyyn Draw As Feature -työkalua saadaan nyt kaikki puut vektoroitua kerralla. Sama prosessi toistetaan valaisinpylväille ja muille pistemäisille kohteille.



Myös viivamaiset kohteet muutetaan Draw As Feature -työkalulla kartoituskohteiksi.

Lopuksi poistetaan kaikki apuviivat. Helpoiten tämä onnistuu piilottamalla kaikki muut paitsi oletustaso ja sulkemalla pistepilvi.

22 (34)

6 Pintamallin teko

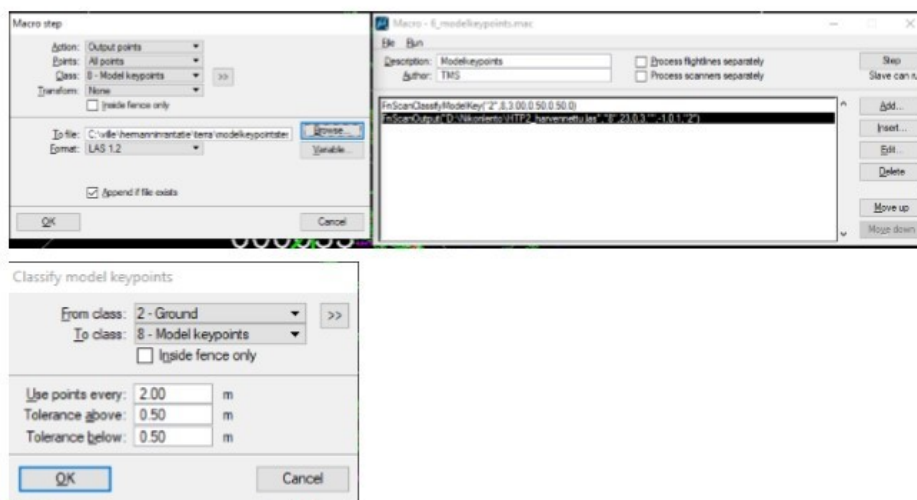
Takymetrillä tehtävässä kartoituksessa pintamallin tekemiseen käytetään kartoituskoh-
teiden lisäksi maanpinnan hajapisteitä. Laserkeilausaineistossa käytetään kartoituskoh-
teiden lisäksi hajapisteiden sijasta maanpinnasta luokiteltuja avainpisteitä

6.1 Model keypoints

Model keypointsit ovat maanpinnan pisteitä, jotka ovat pintamallin kannalta oleellisissa
paikoissa. Jos Ground-luokan pisteitä ei ole vielä siivottu, niin se tulee tehdä ennen Mo-
del keypointsien luomista.

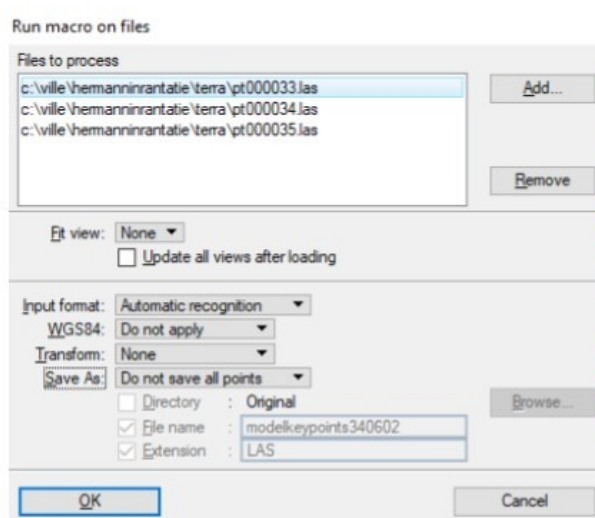
Tarvitset macroa Model keypointsien luontiin.

*TerraScanin pääikkunasta Tools -> Macro -> File -> Open -> Model keypoints -> Toi-
sesta macron askeleesta valitaan tiedosto, johon Model keypointsit kirjoitetaan.*



*Sitten Run -> Run on selected files -> Valitaan aiemmin luotu siivottu Ground-luokan
pistepilvi -> Nämä asetukset.*

23 (34)

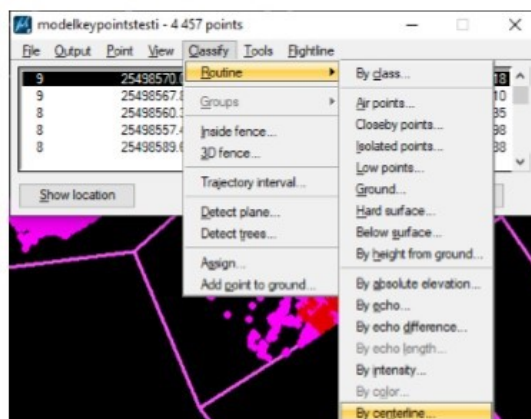


Huom! Save as: Do not save all points.

Tämän jälkeen pisteet voidaan sulkea TerraScanin pääikkunasta *File -> Close points.* ja luodut Model keypointsit avataan. *Read points -> Valitse Model keypoint -tiedosto.*

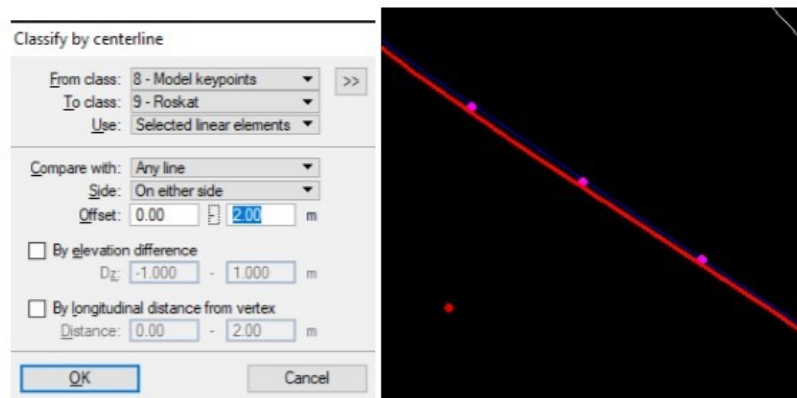
Lopuksi liian lähellä elementtejä olevat Model keypointsit siirretään Roskat-tasolle, jotta niitä ei ole esimerkiksi kanttikiven ylä- ja alareunan välissä.

Aluksi turhat tasot laitetaan piiloon. Korkolukemat piilotetaan, mutta blockirajat jätetään näkyviin. Sitten maalataan kaikki elementit, joiden ympäriltä pisteitä karsitaan ja valitaan *Classify by centerline* -työkalu.



24 (34)

Offset-asetusta voidaan muuttaa tilanteen mukaan, mutta luokkien tulee olla alla olevan kuvan mukaiset. Offset kannattaa olla aika pieni, esimerkiksi 0.3m. Toisessa kuvassa näkyy violettina Roskat-tasolle siirtyneitä Model keypointseja jotka olivat kanttikivetyksen sisällä.



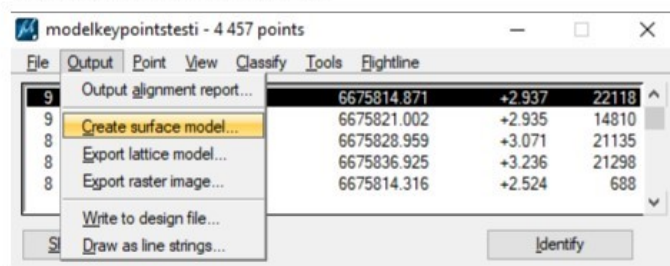
Pisteiden luokittelut tallennetaan TerraScanin pääikkunasta *File -> Save points*.

25 (34)

6.2 Pintamallin teko Model keypointseista

Pintamallin teko aloitetaan avaamalla aiemmin luodut Model keypointsit TerraScanin pääikkunasta.

Tämän jälkeen pinta kolmioidaan.



Create surface model

Point class: 8 - Model keypoints

OK Cancel

Kolmioi pinta

Pinta: Uusi pinta

☐ Eidan sisältö

Karsi ulkoreunat: Oletuskarsinta

Pitempi kuin: 50.0 m

☒ Karsi kaikki pitkät kolmiot

Pitempi kuin: 50.0 m

☐ Harvenna lähekkäiset pisteet

Minimietäisyys: 0.1 m

☐ Monista pisteistä taiteviivaan

Väli: 50.0 m

☐ Suodata virhepisteet

Pinta tasolle: 50

OK Peruuta

Pinnan tiedot

Yleistiedot

Tyyppi: Maa

Nimi: Malli

Talletus

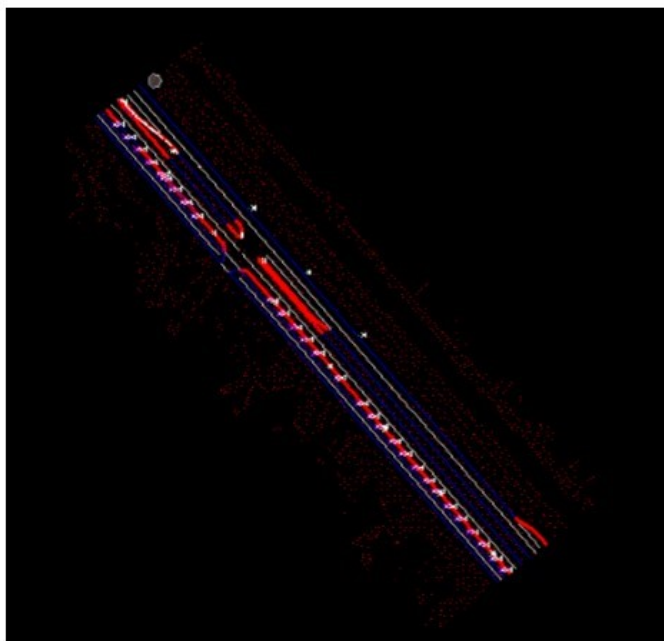
Tiedosto: her_ammomrantatoeblock3107

OK Peruuta

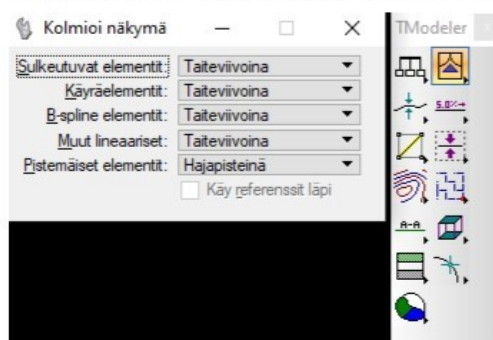
26 (34)

Nyt kolmiointiin otetaan mukaan myös vektoroidut kartoituselementit.

Aloitetaan piilottamalla turhat tasot kuten blockirajat ja korkeuslukemat.



Kun turhat elementit ovat piilossa, valitaan Kolmioi näkymä-työkalu.



27 (34)

Kolmioi pinta

Pinta: Malli1
☐ Aidan sisältö

Karsi ulkoreunat: Oletuskarsinta
Pitempi kuin: 50.0 m

☒ Karsi kaikki pitkät kolmiot
Pitempi kuin: 50.0 m

☐ Harvenna lähekkäiset pisteet
Minimietäisyys: 0.1 m

☐ Monista pisteistä taiteviivaan
Väli: 50.0 m

☐ Suodata virhepisteet
Piirrä tasolle: 50

OK **Peruuta**

Pinnaksi valitaan aiemmin luotu pinta.

Kun pintamalli on luoto, kolmioinnin saa esille Esitä kolmiot –työkalulla. Valitse pinnaksi aiemmin luomasi pinta.

TModeler **Esitä kolmiot**

Pinta: Malli1
Piirtotapa: Esikatselu
Väjäys: Korkeustason mukaan
Taso: 59

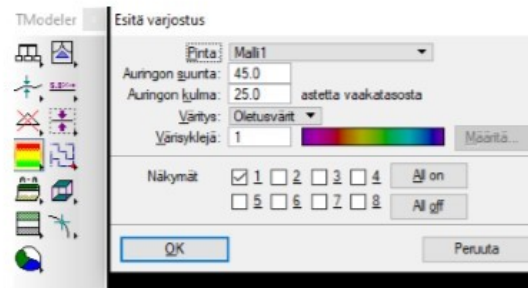
☐ Vääntäytö
☐ Vakiotasoon Korkeustaso: 0.000
☐ Pehmennä reunat varjostukseen
☐ Vain aidan sisältä

Värit... ☐ Piirrä väntystaulukko

OK **Peruuta**

28 (34)

Varjostuksen avulla kolmioinnin tarkastelu on helpompaa.

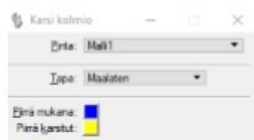


TerraModeler pääikkuna ->
Esitä varjostus



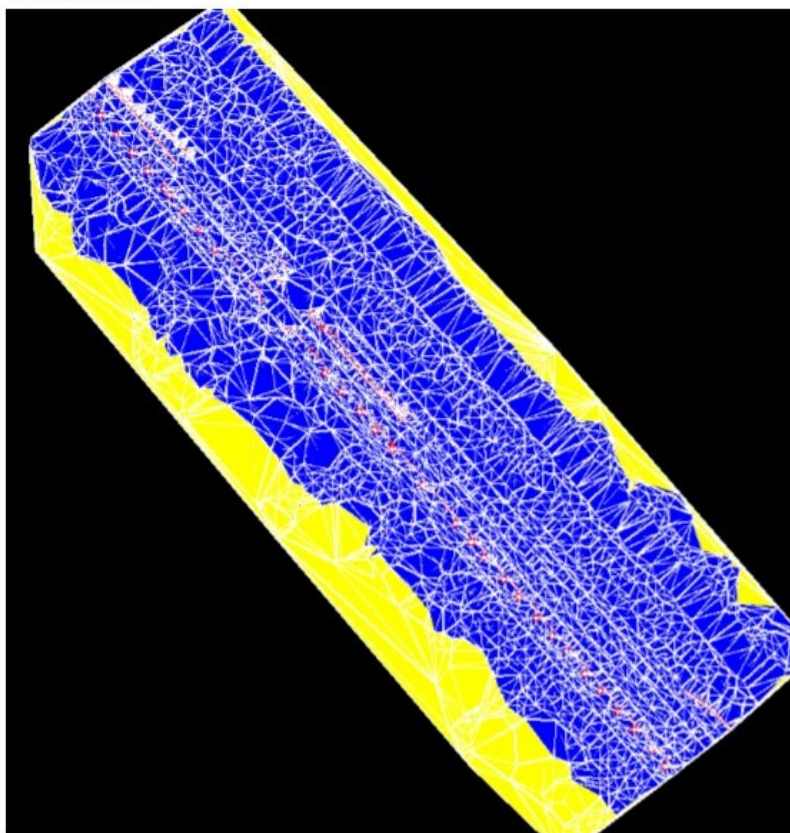
Tämän jälkeen voidaan tarkastella kolmiointia ja siivota pois kolmioita ja pisteitä, jotka ovat selvästi virheellisiä ja huonontavat pintamallia.

29 (34)



Reunojen pitkät kolmiot saa karsittua parhaiten maalamalla.

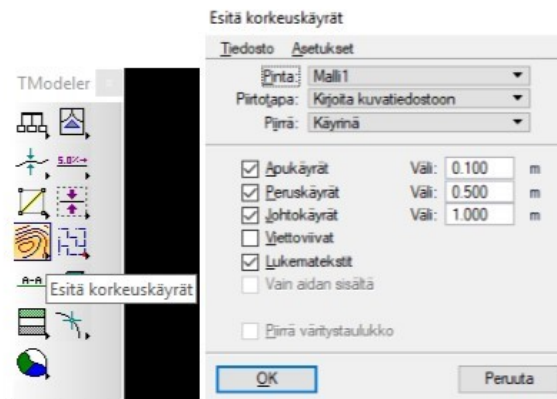
Reunojen lisäksi kolmiointi poistetaan muun muassa kanttikivetyksen sisältä. Tässäkin kohtaa kannattaa miettiä miten kolmioinnin kanssa toimitaan takymetrimittauksen pinta-mallinnuksessa.



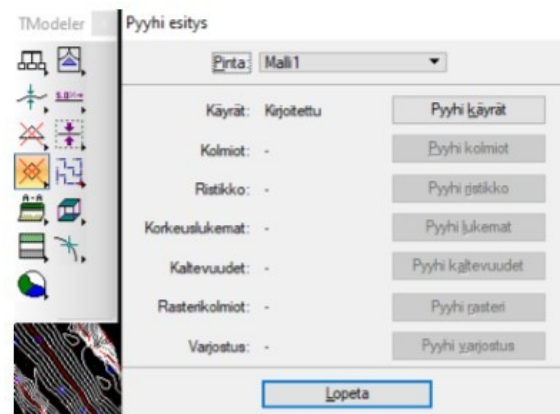
30 (34)

6.3 Korkeuskäyrien piirtäminen

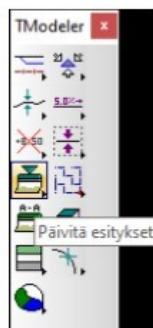
Korkeuskäyrät voidaan piirtää, kun kolmiointi on valmis. Työkalu löytyy Modelerin työkalu ikkunasta. Käytä alla olevia asetuksia.



Korkeuskäyrät tarkistetaan ja jos ne eivät näytä fiksulta, esitys pyyhitään ja kolmiointi tarkastetaan uudelleen. Pyyhi esitys –työkalulla voi myös poistaa kolmioinnin ja varjostuksen, jotta käyrät näkyvät paremmin.



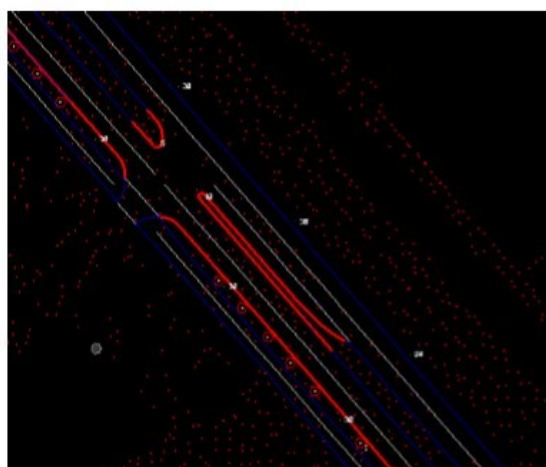
31 (34)



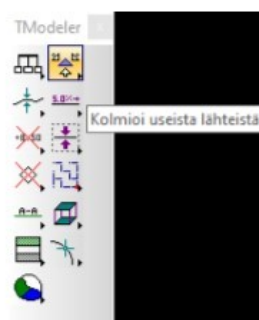
Käyriin voi tehdä pientä editointia Poista piste -työkalulla. Pisteiden poiston jälkeen näkymä päivittyy painamalla Päivitä esitykset-painiketta.

6.4 Pintamallin teko Model keypointseista tapa 2

Pintamallin teko aloitetaan avaamalla aiemmin luodut Model keypointsit TerraScanin pääikkunasta.



Ylimääräiset tasot on piilotettu ja Model keypointsit avattu.



Kun pisteet on avattu ja korkeuslukemat, blockirajat ja muut elementit, joita ei haluta pintamalliin on suljettu, valitaan TerraModelerista Kolmioi useista lähteistä –työkalu.

33 (34)

Uusi pintamalli nimetään ja lisätään valinnat Karttaelementit ja TerraScanin ladatut laserpisteet kohdalle. Model keypointsien luokka on yleensä 8, mutta tarvittaessa sen voi tarkistaa Display view mode –ikkunasta.

Kolmioi useita lähteitä

Pintamalli

Luo: Normaali malli
Tyyppi: Maa
Nimi: Maanpinta
Tiedosto: maanpinta.tin

Tietolähteet

☐ Vektorelementit
Säännöt: Selaa...

☒ Karttaelementit
☒ TerraScanin ladatut laserpisteet
Luokat: 8
☒ Tee tästä 'Editable model'
☐ Aja esikäsittelymakro
Makro: Selaa...

☐ Laserpisteet binääritiedostosta
Tiedosto: Selaa...

OK Peruuta

Kun pintamalli on luotu, kolmioinnin saa esille Esitä kolmiot –työkalulla. Valitse pinnaksi aiemmin luomasi pinta.

TModeler

Esitä kolmiot

Pinta: Maanpinta
Piirtotapa: Esikatselu
Väjäys: Korkeustason mukaan
Taso: 59

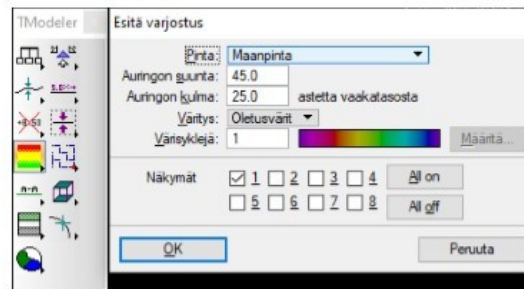
☐ Vääntäytö
☐ Vakiotasoon Korkeustaso: 0.000
☐ Pehmeänä reunat varjostukseen
☐ Vain ajan sisältä

Värit...
☐ Piirrä vääntäystaulukko

OK Peruuta

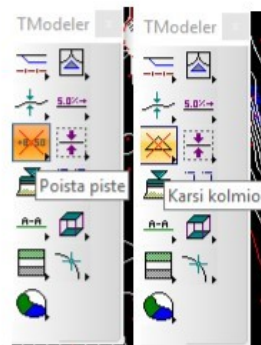
34 (34)

Varjostuksen avulla kolmioinnin karsiminen on helpompaa.



TerraModeler pääikkuna ->

Esitä varjostus



Tämän jälkeen voidaan tarkastella kolmiointia ja siivota pois kolmioita ja pisteitä, jotka ovat selvästi virheellisiä ja huonontavat pintamallia.