
Raasion ampuma-alueen inventointi ja suunnittelu

Janne Tuikka

**Rakennustekniikan koulutusohjelma
Yhdyskuntatekniikka
Opinnäytetyö**

Ammattikorkeakoulututkinto



Koulutusala Tekniikka	
Koulutusohjelma Rakennustekniikka	
Työn tekijä Janne Tuikka	
Työn nimi Raasion ampuma-alueen inventointi ja suunnittelu	
Päiväys	14.12.2010
Sivumäärä/Liitteet	31+12
Ohjaaja Juha Pakarinen, pt. tuntiopettaja	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Siilinjärven riistanhoitoyhdistys ja Siilinjärven Urheiluampujat ry:n siluettijaosto	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän insinööriyön tavoitteena oli laatia jo olemassa olevien rakennusten lupapiirustuksia erilaisista ampumaradan rakennuksista, practical-radalla sijaitsevan kallionnyppylän poistamisen suunnitelmat, 100 metrin kivääriratojen suojavallin takana sijaitsevan huoltotien tasauksen alentamisen suunnitelmat ja uuden siluettiradan rakentamisen suunnitelmat. Kallionnyppylän poistamiseen ja huoltotien tasauksen alentamiseen oli myös laadittava kustannusarviot. Kaikki rakennukset ja muut suunniteltavat kohteet sijaitsevat Raasion ampumaurheilualueella noin 10 km Siilinjärveltä kaakkoon päin.</p> <p>Jo olemassa olevien rakennusten piirustusten laatimiseen ja infrasuunnitteluun tarvitaan mittatietoja, joten rakennusten ja alueen mittaaminen oli iso osa työtä. Mittauslaitteet olivat uusia ja sisälsivät uutta tekniikkaa ja menetelmiä, joten mittaus töiden lisäksi päätettiin suorittaa Trimble VX-robotitakymetrillä mahdollisten mittausmenetelmien vertailua. Tutkitut mittausmenetelmät olivat Direct Reflex, 3D-laserkeilaus ja tavanomainen prismamittaus. Niistä tehdyt havainnot on esitetty työssä. Rakennusten piirustukset laadittiin Revit Architecture 2009-ohjelmalla ja infraan liittyvät suunnitelmat pääosin AutoCAD:llä, mutta huoltotien tasauksen alentamisen suunnittelussa hyödynnettiin Vianovan Novapoint-ohjelmaa AutoCAD:n lisäksi. Mallinnusohjelmat tekivät suunnittelusta ja piirustusten laatimisesta nopeampaa ja helpompaa.</p> <p>Työn tuloksena olivat onnistuneesti laaditut suunnitelmat ja piirustukset. Mittausmenetelmien tutkiminen auttoi ymmärtämään nykyaikaisten mittauslaitteiden mahdollisuuksia.</p>	
Avainsanat ampumarata, suunnittelu, mittaus	
Luottamuksellisuus Julkinen	

Field of Study Engineering			
Degree Programme Construction Engineering			
Author(s) Janne Tuikka			
Title of Thesis Inventory and planning of Raasio shooting centre			
Date	14 December 2010	Pages/Appendices	31+12
Supervisor Mr. Juha Pakarinen, Lecturer			
Project/Partners Siilinjärven riistanhoitoyhdistys ja Siilinjärven Urheiluampujat ry:n siluettijaosto			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this thesis was to make drawings for the buildings of a shooting centre. The purpose was also to produce plans for deleting the solid rock at the practical range, lowering the service road behind the 100-meter shooting range and building a new silhouette range. The client wanted a cost estimate for the practical range and the service road. The Raasio sports shooting centre is located about 10 kilometers northeast from the town of Siilinjärvi.</p> <p>For the permit drawings for the existing buildings and for infra planning measurements were needed so a big part of the thesis consisted of measuring the area and its buildings. The measuring devices were new and included quite new measuring technology and methods. The measuring methods using the Trimble VX robotic total station were also compared. The studied measuring methods were Direct reflex, 3D-laserscanning and ordinary prism measuring. Drawings of the buildings were made with Revit Architecture 2009 and the infra plans mainly with AutoCAD 2009. In planning of the service road Vianova's Novapoint was used. Modelling programs made planning and producing of the drawings much faster and easier.</p> <p>As a result of this project drawings and plans were successfully created. The studying of the measuring methods helped to understand the versatile utilization of the modern measuring devices.</p>			
Keywords shooting range, planning, measuring			
Note Public			

ALKUSANAT

Haluan kiittää Juha Pakarista opinnäytetyöni ohjauksesta. Kiitokset kuuluvat myös lehtori Ville Kuuselalle neuvoista ja Eemeli Lehmusoksalle, sekä Veijo Leskiselle hyvin hoide-
tuista mittaustöistä.

Työni aikana olen oppinut soveltamaan tutkintoon kuuluvien kurssien asioita, joista tärkeimpinä mittaukset ja niiden jatkotoimenpiteet, rakennusten piirustusten laatiminen ja suunnittelutyö.

Kuopiossa 14.12.2010

Janne Tuikka

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	7
2	KOHTEEN ESITTELY.....	8
3	RAKENNUSTEN JA MAASTON MITTAUKSET.....	11
3.1	Mittausmenetelmät ja laitteet.....	11
3.2	Mittaaminen	14
3.3	Mitta-aineiston jatkokäsittely	16
4	AMPUMARATARAKENNUSTEN LUPAPIIRUSTUSTEN LAADINTA.....	18
4.1	Rakennuskohtaisten lupapiirustusten laatiminen.....	18
4.2	Asemakaavan laadinta.....	20
5	SILUETTIRATA JA SEN SUUNNITTELU	21
6	PRACTICAL-RADAN KALLION POISTO.....	23
6.1	Kallion poiston suunnittelu.....	23
6.2	Kustannusarvio	24
7	HUOLTOTIEN TASAUKSEN ALENTAMINEN	26
7.1	Suunnittelun lähtökohdat.....	26
7.2	Suunnittelutyö	27
7.3	Kustannusarvio	28
8	YHTEENVETO	29
	LÄHTEET	31

LIITTEET

Liite 1	Esimerkkejä rakennusten lupapiirustuksista	6
Liite 2	Asemakaava	1
Liite 3	Silueettiradan suunnitelmat	1
Liite 4	Practical-radon kallionpoiston suunnitelmat	1
Liite 5	Huoltotien tasauksen alentamisen suunnitelmat	1

1 JOHDANTO

Tämän insinööriyön tarkoituksena on laatia Siilinjärven riistanhoitoyhdistykselle (RHY) kuuluvien Raasion ampumaurheilukeskuksen alueella sijaitsevien rakennusten lupapiirustukset, 100 metrin kivääriratojen suojavallin takana sijaitsevan huoltotien tasauksen alentamisen suunnitelmat ja practical-radalla sijaitsevan kallionnyppylän poistamisen suunnitelmat. Kallionnyppylän poistamiseen ja huoltotien tasauksen alentamiseen on myös laadittava kustannusarviot. Siilinjärven RHY:n, kuten yleensäkin riistanhoitoyhdistysten yksi tärkeimmistä tehtävistä on ampumakokeiden järjestäminen. Tätä toimintaa varten riistanhoitoyhdistys huolehtii ammuntaa varten rakennetun alueen järjestämisestä ja ylläpidosta. Alueelle on suunnitteilla uusi siluettirata, jonka suunnitelmien laatiminen on myös osa työtä. Siluettiradan suunnittelun tilaajana on Siilinjärven Urheiluampujat ry:n Siluettijaosto. Insinööriyön aihe on saatu Savonia-ammattikorkeakoulun välityksellä Siilinjärven RHY:n tarjottua aihetta opettajille.

Työn tavoitteena on laatia tilaajien ja rakennusvalvonnan tarpeet täyttävät laadukkaat lupapiirustukset rakennuksista, sekä tulevien työvaiheiden kustannukset ja laatu huomioiden suunnitelmat practical-radalle, huoltotielle ja uudelle siluettiradalle. Suunnitelmien ja piirustusten valmistuksessa hyödynnetään mallinnusohjelmia. Rakennusten lupapiirustusten laadinnassa käytetään Revit Architecturea ja selvitetään ohjelman soveltuvuuseen yksinkertaisen rakennuksen mallintamiseen yhdessä projektissa. Maanrakennusta sisältävien töiden suunnittelussa käytetään Vianovan Novapoint -suunnitteluohjelmistoa ja piirustukset viimeistellään AutoCAD:llä.

Työssä laadittavien monialaisten suunnitelmien ja piirustusten laadinnan lähtökohtina ovat kohteesta mittaamalla saatavat lähtötiedot ja olemassa olevien suunnitelmien, sekä vanhojen mittaustietojen hyödyntäminen. Kohteella suoritetuista mittauksista esitetään havaintoja ja pohditaan nykyaikaisella robottitakymetrillä mahdollisten mittausmenetelmien soveltuvuutta jo olemassa olevien rakennusten mittauksiin. Mittausmenetelmistä erityisessä tarkastelussa on 3D-skannausmenetelmä. Mittausten suorittaminen, mittausmenetelmien vertailu ja mittausaineiston muuntaminen käyttökelpoiseen muotoon ovat myös merkittävä osa työtä ja työn tavoitteita.

2 KOHTEEN ESITTELY

Tässä luvussa esitetyt tiedot ovat osittain Siilinjärven Urheiluampujat ry:n internetsivuilta /1/.

Raasion ampumaurheilukeskus sijaitsee noin 10 km Siilinjärven keskustasta koilliseen. Ampumaurheilukeskuksen osoite on Raasiontie 261, 71840 Kuuslahti. Alueella on monipuolinen valikoima kivääri- ja haulikkoratoja, joita isännöivät tämän työn tilaajan eli Siilinjärven RHY:n lisäksi Siilinjärven urheiluampujat ry (SiUra) ja sen eri lajikohtaiset jaostot. Ampumaratojen käyttäjät koostuvat pääosin SiUran ja Siilinjärven RHY:n jäsenistä, mutta myös ulkopuolisten on mahdollisuus suorittaa ammuntaa aukioloaikoina. Rakenteilla olevan siluettiradan lisäksi alueella on seuraavanlainen valikoima ampumaratoja (kuvat 1;2):

Haulikkoradat

- 5 trap-rataa, joista 2 A-trap-rataa ja 3 olympiatrap-rataa
- 4 skeet-rataa

Kivääriradat

- 25 m, 25-paikkainen pistoolirata
- 50 m, 25-paikkainen pienoiskiväärirata
- 50 m, pienoishirvirata
- 100 m, 25-paikkainen luodikkorata
- 100 m ja 75 m hirvirata

sekä

- practical-rata

Uudet olympiatrap-radat on rakennettu SiUra:n toteuttaman ampumakeskushankkeen yhteydessä vuonna 2009. Hankkeen tarkoituksena on ollut rakentaa Raasioon kansainväliset mitat täyttävä ampumaurheilukeskus, joka samalla palvelee alueen matkailua. Hanketta varten alue sai myös uuden ja ajantasaisen ympäristöluvan 6.3.2007.



Kuva 1. Yleiskuva Skeet-radoista heitintorneineen.



Kuva 2. 100 metrin hirvirata.

Siilinjärven riistanhoitoyhdistys oli rakentanut tai rakennuttanut nykyisen Raasion ampumakeskuksen alueelle erilaisia rakennuksia ampumaharrastuksia ja metsästysamuntoja varten 1980-luvulla. Kyseisiä rakennuksia varten oli ennen rakentamisen aloittamista jätetty laatimatta rakennuslupiin vaadittavat lupapiirustukset (kuva 3).



Kuva 3. Yleiskuva haulikkoradoille päin. Vasemmalla olevista punaisista rakennuksista ei ollut olemassa lupapiirustuksia. Oikealla uusi trap-ampumakatos.

Insinööriyön tarkoitus oli laatia tarvittavat lupapiirustukset rakennuksista, joista niitä ei vielä ollut olemassa. Samassa yhteydessä tilaaja päätti suunnitella myös practical-radan kallionpoiston suunnitelmat, sillä kallionnyppylä aiheuttaa radalla pienimuotoisen turvallisuusriskin. Lisäksi tilaaja päätti suunnitella 100 metrin hirviradan suojavallin

takana kulkevan huoltotien tasauksen alentamisen, jotta huoltotiellä voisi ajaa ammuntojen aikana. Tällä hetkellä tie joudutaan sulkemaan kivääriradalla tapahtuvien ammuntojen ajaksi.

Alueella suoritettavien mittauksien aikana työhön yhdistettiin vielä yksi osio, kun Siilinjärven Urheiluampujat ry:n siluettijaosto pyysi laatimaan tarvittavat suunnitelmat siluettiradan rakentamista varten. Siluettirataa varten oli jo raivattu maastoa alueen pohjoisosasta ja ampumapaikka, sekä eri etäisyyksillä sijaitsevat maalitasat oli merkitty maastoon.

3 RAKENNUSTEN JA MAASTON MITTAUKSET

Raasion ampuma-alueella oli suoritettu maaston ja rakennusten paikalleen mittauksia mm. uusien trap-ratojen suunnitteluvaiheessa. Mittaukset olivat kuitenkin lähinnä kartoitussmittausluontoisia, joten niistä puuttuivat mm. rakennuspiirustuksien laadinnassa tarvittavat korkeustiedot. Vaikka rakennuksista olisikin ollut mitattuna muitakin kuin nurkkapisteitä, ei olisi välttämättä voinut tietää, mistä kohti mitat oli otettu, siksi päätettiin suorittaa omia mittauksia.

Jo olemassa olevien rakennusten lupapiirustusten laatimiseen tarvitaan mittatietoja jokaisen rakennuksen mahdollisimman monesta osasta ja materiaalitietoja jokaisesta rakenteesta eli seinistä, katosta, alapohjasta, sekä mahdollisista välipohjista. Tarkkojen rakennuspiirustusten laadintaan tarvitaan tietoja myös rakenteista, ovista, ikkunoista, portaista yms. Maastonmuokkausta sisältävien töiden, kuten tulevan siluettiradankin suunnittelua varten tarvitaan mm. maaston hajakorkeuspisteitä. Tässä työssä laadittavia rakennusten lupapiirustuksia varten tarvittiin kaikkia em. tietoja. Mittaamaan alettaessa oli siis suunniteltava mistä kohdista rakennuksia ja maastoa mittoja otetaan. Mittauksien suunnittelu jäi kuitenkin suurelta osin mittauksien aikana suoritettaviksi, sillä yhtenä työn tavoitteista oli verrata ja kokeilla Trimble VX Spatial Station -robottitakymetrin eri mittausmenetelmiä ja niiden soveltuvuutta jo olemassa olevien rakennusten piirustusten laatimiseen ja infrasuunnitteluun.

3.1 Mittausmenetelmät ja laitteet

Verrattavat ja kokeiltavat mittausmenetelmät olivat Trimble VX-robottitakymetrillä (kuva 4) mahdolliset DR-mittaus (Direct Reflex), 3D-skannaus ja tavallinen prismamittaus. Muissa kuin rakennuksien mittauksissa eli siluetti- ja practical-ratojen, sekä huoltotien maastojen mittauksissa käytettiin Trimble R8 GPS (Global Positioning System) –mittauslaitetta (kuva 5), koska se soveltuu erittäin hyvin maanmittaukseen, jossa ei vaadita suuria tarkkuuksia. Lisäksi alueella oli mitattavaa siinä määrin, että ainoastaan yhdellä laitteella mitatessa aikaa olisi kulunut liikaa. Yksittäisten rakenteiden, kuten ovien, aukkojen, ikkunoiden, palkkien tai pilareiden paikkoja rakennuksissa mitattiin robottitakymetrin lisäksi rullamitalla ja käsikäyttöisellä laseretäisyysmittarilla. Rakennuksien sisäpuoliset mittaukset suoritettiin ainoastaan rullamitalla ja laseretäisyysmittarilla. Mittoja

rakennusten sisäpuolelta tarvittiin esim. heitintornien välipohjien korkeudesta ja luodikokotosten kannatinväleistä.

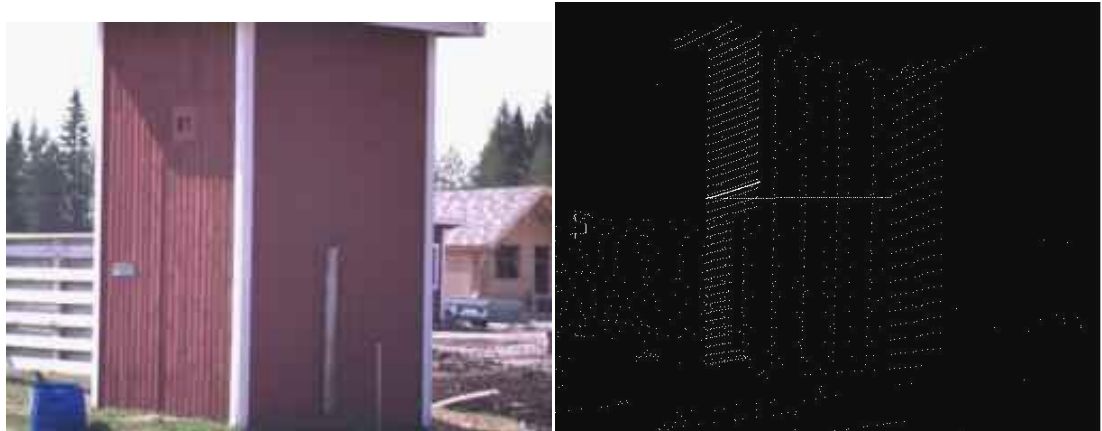


Kuva 4. Trimble TSCU2-maastomikro ja VX Spatial Station-takymetri.



Kuva 5. Trimble ACU-maastomikro ja R8-vastaanotin.

Robottitakymetri eroaa tavallisesta takymetrinä siten, että mittauskojetta voi käyttää maastomikrolla esimerkiksi prismaauvalta käsin, jolloin laite on asetettu seuraamaan prismaa, tai ilman prismaa, jolloin suoritetaan DR-mittausta. DR-mittaus mahdollistaa mittaukset mistä tahansa pisteestä, joka pystyy heijastamaan takymetrin lähettämää lasersädettä takaisin. Mittaus voidaan suorittaa maastomikrolta käsin, ohjaamalla laitteen tähtäin kohteeseen ja seuraamalla kuvaa maastomikron näytöltä. DR-menetelmällä mittaustarkkuus on likipitään samaa luokkaa kuin prismamittauksella. Koska mittauslaitetta voi ohjata maastomikrolta käsin, riittää mittausten suorittamiseen yksi henkilö. Robottitakymetrillä pystyy laserkeilauksen yhteydessä ottamaan myös valokuvia. Valokuvan voi ottaa täsmälleen samasta kohdasta kuin pistepilvet eli suuret yhtenäiset pistemäärät on määritetty mitattavaksi (kuva 6). Valokuvien ottamisen mahdollisuus pistepilven mittauksen yhteydessä on hyödyllinen toiminto mallinnettaessa monimutkaisia rakennuksia, sillä valokuvat voi laittaa suunnitteluohjelmissa taustalle. Tällöin saadaan tarkoista mittatiedoista eroteltua mitä rakenteita ja materiaalia esimerkiksi julkisivupinnoissa on. Skannatessa täyttä ympyrää voi laitteella ottaa ns. panoraamakuvia eli täyden ympyrän kuvia.



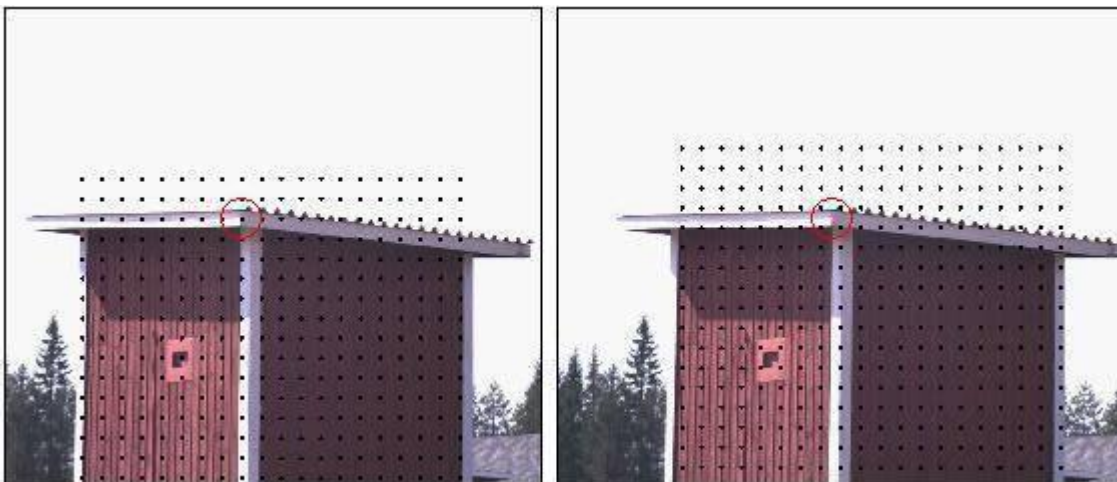
Kuva 6. Vasemmalla valokuva rakennuksesta (heitintorni), oikealla harva pistepilvi samasta rakennuksesta.

Tarkoituksena oli aloittaa ampuma-alueen rakennusten lupapiirustusten luontiin tarvittavan mittausaineiston hankkiminen 3D-skannausmenetelmällä, joka on robottitakymetrillä mitattaessa käytännössä sama asia kuin DR-mittaus. 3D-skannatessa laite asetetaan mittaamaan tietty alue valittavalla tarkkuudella ja pistevälillä, jonka jälkeen laite mittaa pistepilven automaattisesti. Menetelmän mittausnopeus riippuu asetetuista pisteväleistä, mitattavan alueen koosta ja mittaustarkkuudesta, mutta varta vasten 3D-skannaukseen kehitettyihin laitteisiin verrattuna VX on auttamattoman hidas. Kun varsinaiset 3D-

laserkeilaimet mittaavat parhaimmillaan kymmeniä tai jopa satoja tuhansia pisteitä sekunnissa, mittaa VX-robottitakymetri pisteitä sekunnissa maksimissaan noin 15 kpl. Siksi oli odotettavissa, että ampumaradalla suoritettavissa mittauksissa 3D-skannausta tul-
laan vain kokeilemaan ja siirrytään yksittäisten pisteiden DR- ja prismamittaukseen.

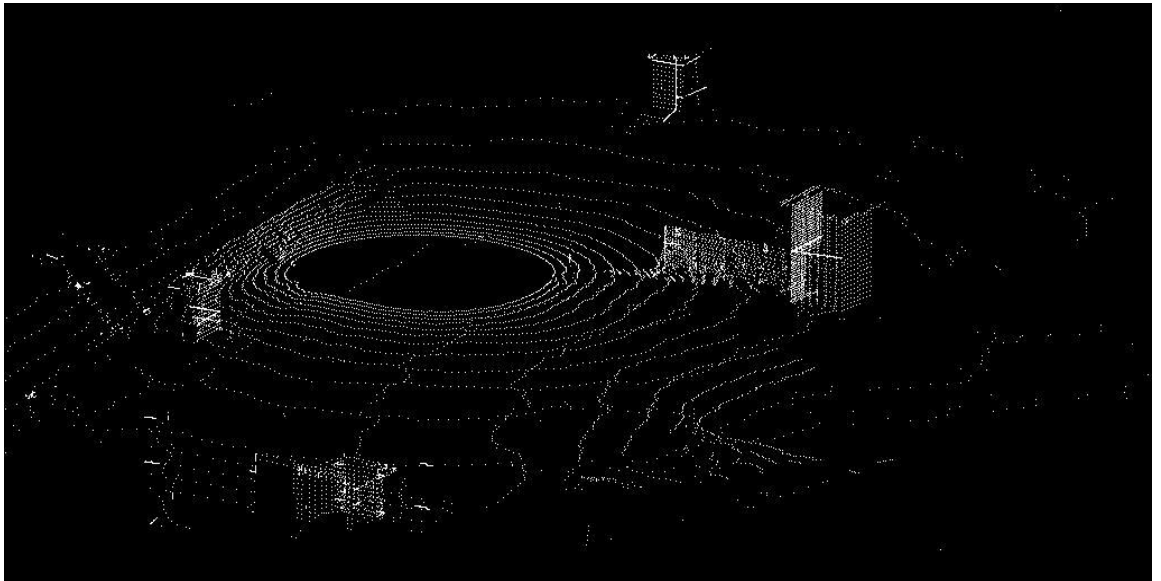
3.2 Mittaaminen

Mittaukset suoritettiin kahtena päivänä keväällä 2010. Ensimmäinen päivä aloitettiin varmistamalla, että mittaukset suoritetaan samaan korkeusjärjestelmään kuin käyttöön saadut, alueelle aiemmin suoritettut mittaukset. Korkeus- ja koordinaattijärjestelmien selvitykset ovat aina ensisijaiset asiat ennen mittauksia. Mittausten järjestelmät olivat N60-korkeusjärjestelmä ja koordinaattijärjestelmänä KKJ (kartastokoordinaattijärjestelmä). Samoissa järjestelmissä olevat mittausaineistot olivat yhdistettävissä ja antoivat yhdistettyinä luotettavampia tuloksia. Varsinaiset mittaukset aloitettiin ensimmäisenä päivänä suunnitellusti 3D-laserkeilausmenetelmällä. Kuten aiemmin oli ajateltu, 3D-skannaus osoittautui VX-robottitakymetrillä aivan liian hitaaksi menetelmäksi rakennusten mittaamiseen. Ajan säästämiseksi mitattavien pisteiden väli jouduttiin säätämään harvakkoksi, jolloin mittapistettä ei välttämättä saatukaan kohdasta, josta se olisi ollut tarkoitus saada (kuva 7). Ensimmäinen mittauspäivä kului lähes kokonaan 3D-skannauksen parissa ja mitattua saatiin ainoastaan muutama rakennus niitä ympäröivän maaston lisäksi.



Kuva 7. Vasemmalla 3D-skannauksessa on saatu mittapiste räystäslaudan puolesta välistä, oikealla puolella eri mittausasetuksilla haluttua pistettä ei ole saatu.

Mikäli alueella ei olisi ollut suoritettu maanmittausta ja kartoitusmittausta aiemmin, olisi 3D-skannausta VX-robotitakymetrillä voinut hyvin hyödyntää maaston mittaamiseen, koska maaston hajakorkeuspisteitä ei tarvita tiheästi. Menetelmää kokeiltiin rakennusten keilauksen yhteydessä myös hieman maaston mittaukseen. Maaston mittaamisessa 3D-skannausmenetelmällä on kuitenkin kiinnitettävä erityistä huomiota mittauslaitteen sijoittamiseen. Laite olisi sijoitettava mahdollisimman korkealle muuhun maastoon nähden, koska takymetrin mittauslaserin liikuessa alhaalta ylöspäin mittausväli pitenee koko ajan, vaikka siirryessään seuraavalle mittausriville laitteen silmä liikkuisikin saman verran. Varsinkin tasaisessa maastossa mittausvälistä voi kauempana tulla liian harvaa (kuva 8). Kasvillisuuden määrään on myös kiinnitettävä huomiota suoritettaessa 3D-skannausta, koska mittalaitteiden laserit heijastavat mittausväliä takaisin hyvin pienestäkin kohteesta. Korkea kasvillisuus antaa siis luonnollisesti virheellisiä tuloksia. Suurien virheiden välttämiseksi mitattavalla alueella liikkuminen on estettävä.



Kuva 8. Esimerkki 3D-skannausaineistosta. Kuvassa mittauslaite on sijainnut ison aukon kohdalla. Aineistosta on hyvin nähtävissä, kuinka tasaisella maanpinnalla mittausväli kasvaa etäisyyden kasvaessa takymetrin mittauslaserin kulman vaihtuessa saman verran. Rakennuksissa viivamaisina näkyvien pistejonojen kohdalla mittaustiheyttä on lisätty.

Mittaajia oli mukana useampikin, joten yhden oli järkevää 3D-skannauksen aikana lähteä mittaamaan tulevan siluettiradan maastoa R8 GPS-mittalaitteen avulla. Tulevan siluettiradan paikalle oli jo hieman tehty maastonmuokkaustöitä ja ampumapaikka, lisäksi maalitasat oli mitattu paikoilleen. Radalta puuttuivat siis korkotiedot, joten mittaus sisälsi maalitasojen korkeuden mittaamisen lisäksi lähinnä hajakorkeuspisteiden mittaamista.

Toisena päivänä rakennusten mittauksia päätettiin 3D-skannaus-kokeilun jälkeen jatkaa DR- ja prismamittauksilla. Koska rakennukset olivat kohtalaisen yksinkertaisia ja niitä oli 32 eli runsaasti, päätettiin mittoja ottaa ainoastaan alapohjan ja ulkoseinän liittymäkohdista, sekä katon nurkista päätylautojen puolesta välistä. Katot olivat useimmissa rakennuksissa prismamittauksen ulottumattomissa, joten DR-mittaus oli niiden osalta luonnollinen valinta. DR-mittaus olisi tietenkin onnistunut alapohjien kohdaltakin, mutta siinä olisi ollut vaarana, että mittaava lasersäde olisi osunut matkalla kasvillisuuteen. Lisäksi kahden henkilön voimin prismamittaus on hieman nopeampaa, koska VX-robotitakymetrin voi asettaa seuraamaan käytössä olevaa prismaa. DR-mittauksessa mitattava piste on aina haettava maastomikron näytön tai itse takymetrin silmän kautta.

Laitekokonaisuus sisälsi myös R8 GPS-vastaanotinta uudemman R8 GNSS(Global Navigation Satellite System) -mittauslaitteen. Uutta R8:aa pystyy käyttämään saumattomasti yhteistyössä VX-robotitakymetrin kanssa, jolloin laite voidaan asemoida ilman maastossa olevia kiintopisteitä. Mitatessa takymetriä paikalleen, on hyvä mitata GNSS-vastaanottimen kanssa ainakin kolme pistettä ja asemointitarkkuus kasvaa käytettäessä useampia mittaustietoja. Uuden R8 GNSS -vastaanottimen tarkkuus on hyvä, sillä se pystyy vastaanottamaan myös venäläisen GLONASS-paikannusjärjestelmän signaalia. Mittauksien aikana takymetriä jouduttiin siirtämään useaan otteeseen, sillä rakennusten ja korkeiden suojevallien takia mitattavat kohteet jäivät helposti katvealueelle.

3.3 Mitta-aineiston jatkokäsittely

Mitta-aineisto oli siirrettävä suunnittelua varten käyttökelpoisempaan muotoon. Uuden VX-robotitakymetrin TSCU2-maastotietokoneesta aineiston siirtäminen tietokoneelle oli USB-kaapelin avulla helppoa. Tiedostojen aukaiseminen ja muuntaminen piti kuitenkin suorittaa RealWorksSurvey Advanced 6.4 -nimisen ohjelman kautta, jonka avulla esimerkiksi mittavasta 3D-aineistosta voisi luoda 3D-malleja. RealWorksSurvey on Trimblen mitta-aineiston siirtoon, yhdistämiseen ja jalostamiseen kehittämä ohjelma. Koska mitattu aineisto sisälsi pisteitä harvakseltaan, oli järkevämpää ainoastaan siirtää aineisto AutoCAD:n tukemaan .dxf-muotoon. 3D-skannausaineisto ei sellaisenaan (pelkkänä pistepilvenä) ole järkevää suunnitteluaineistoa esimerkiksi AutoCAD:ssä, koska valtavasta määrästä pisteistä muodostuvat tiedostot ovat suuria ja hitaita käyttää tehokkaista tietokoneista huolimatta. Mitta-aineistoa olisi siis ensin kehitettävä RealWorksSurvey:llä, luomalla siitä esimerkiksi pintamalleja. Pintamalleista tietomallin luominen on huomattavasti helpompaa kuin pistepilvestä ja tiedostokoot eivät kasva liian suuriksi.

Vanhemman R8 GPS-mittauslaitteen ACU-maastotietokoneen sisältämän mittausaineiston siirtäminen tietokoneelle oli hieman hankalampaa, sillä USB-johdosta huolimatta tietokone ei löytänyt laitetta ilman ActiveSync-ohjelmaa. Ennen siirtoa mitta-aineisto piti myös muuntaa maastomikrossa Vianovan Novapoint-infrasuunnitteluohjelmaan integroidun 3DWin-ohjelman tukemaan muotoon. Lopulta 3DWin-ohjelman muuntimilla mitta-aineiston sai muunnettua AutoCAD-yhteensopivaan .dwg-muotoon.

4 AMPUMARATARAKENNUSTEN LUPAPIIRUSTUSTEN LAADINTA

Raasion ampuma-alueen rakennusten lupapiirustuksiin vaadittiin pohja- ja julkisivupiirustukset, koko rakennuksen leikkaus, sekä asemakaava. Lähes kaikki rakennukset olivat erilaisia ja samanlaisetkin rakennukset mitoiltaan erilaisia. Rakennuksia oli myös useita, joten nopeuden ja helppouden takia ehdoton ohjelmavalinta piirustuksien laadintaan oli Autodeskin Revit Architecture. Työssä käytettiin Revitin 2009-versiota, koska se oli entuudestaan tuttu.

4.1 Rakennuskohtaisten lupapiirustusten laatiminen

Rakennusten mallinnukset suoritettiin ottamalla .dwg-muodossa olevasta mitta-aineistosta mittoja AutoCAD:n avulla, mallintamalla seinät niiden mukaan ja kääntämällä rakennukset oikeaan kulmaan pohjoissuuntaan nähden. Kattojen ja väli- sekä alapohjien korkeudet sai myös helposti mitattua mitta-aineiston pisteistä. Rakennuksia oli paljon, mutta yksinkertaisuuden takia kaikki sijoitettiin yhteen projektiin. Kaavapiirustuksen laadinnan ja alueen visualisoinnin takia se olikin järkevää. Jos jokaisesta rakennuksesta olisi luotu oma projekti, olisi myös kansiorakenteen järjestyksen ylläpitäminen tietokoneella ollut työlästä. Rakennusten mallintaminen yhdessä Revit-projektissa osoittautui toimivaksi ratkaisuksi myös visualisointia ajatellen, kun topografian luonti suoraan mitta-aineistosta oli helppoa. Näin kaikki rakennukset yhdistettynä topografiaan näyttävät hyvältä, koska koko ampuma-alue on nähtävissä yhtenä kokonaisuutena (kuva 9). Oikein luodun mitta-aineiston takia lähes automaattinen topografian luonti helpotti myös julkisivupiirustusten valmistusta huomattavasti. Kun kaikki rakennukset oli mallinnettu, oli niille mietittävä järkevä nimeämistekniikka, sillä 32 rakennuksesta kertyy Revitin näkymälistaan jo pelkästään julkisivunäkymiä (pohjoiseen, itään, etelään, länteen) 132 kpl. Suuresta näkymien määrästä on Revitin käytössä huomioitava ainakin julkisivunäkymien varjostusten ottaminen pois päältä ja leikkausnäkymien näkymäetäisyyksien asettaminen mahdollisimman pieneksi. Nämä toimenpiteet nopeuttavat työskentelyä huomattavasti.

Mallin laadinnassa vastaan tulleet ongelmat johtuivat lähinnä joidenkin mallinnusobjektien puutteesta. Näistä yksityiskohdista oli tehtävä oma objekti, koska niitä ei löytynyt valmiina objektikirjastoista tai edes internetistä, joka kuitenkin nykyään sisältää varsin kattavan valikoiman käyttäjien itse tekemiä objekteja. Puuttuvia objekteja olivat esimer-

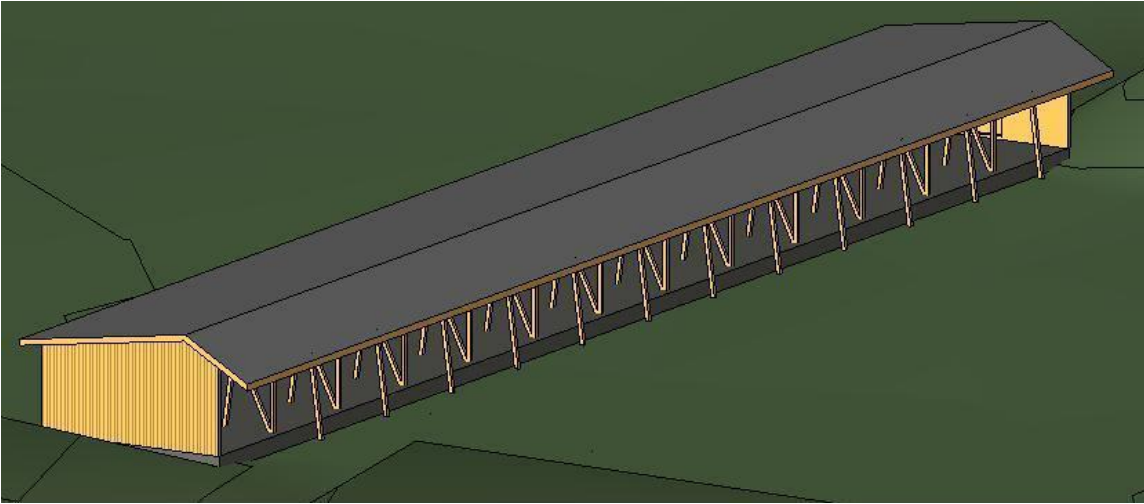
kiksi savupiiput, kiväärikatosten vinot ristikkomaiset kannattimet ja muut vinot palkit ja pilarit, joiden on hyvä näkyä julkisivu- ja pohjapiirustuksissa.



Kuva 9. Revit Architecturella mallinnetut rakennukset mitta-aineistosta luodussa topografiassa.

Jo olemassa olevien rakennusten mallinnuksessa valokuvat ovat erinomainen apuväline, koska niistä on helppo arvioida mittasuhteita ja mittauksiin yhdistettynä niistä voi jopa ottaa mittoja. Lisäksi niistä on helppo arvioida materiaalien, esimerkiksi sahatavaran mittoja.

Rakennuksia oli siis yhteensä 32 ja ne koostuivat trap- ja skeetratojen heitintorneista, tuomarikopeista, trap-heitinbunkkereista, kivääri- ja haulikkoampumakatoksista, kivääriratojen maalikopeista ja –katoksista, grillauskatoksista, varastoista, jätekatoksista ja ulko-WC:istä (kuva 10). Työssä valmistettiin kaikista rakennuksista rakennuslupaam tarvittavat piirustukset: pohjapiirustukset, julkisivut ja leikkaukset (liite 1). Mallinnusohjelman avulla lupapiirustusten laatiminen onnistui nopeasti ja tehokkaasti.



Kuva 10. Esimerkki mallinnetusta rakennuksesta (luodikkoradan ampumakatos).

4.2 Asemakaavan laadinta

Raasion ampumakeskushankkeen lupa-asioiden hoidon yhteydessä SiUra oli tilannut Ramboll Finland Oy:ltä kartoituksen alueesta. SiUran luvalla työtä varten saatiin käyttöön kyseinen .dwg-muodossa oleva kartta alueesta ja tästä olikin suuri hyöty kaavapiirustuksen laadinnassa. Asemakaavapiirustus laadittiin suurelta osin AutoCAD:llä, hyödyntäen Revit-mallia ainoastaan muuntamalla koko projektin pohjapiirustus .dwg:ksi export-komennolla ja tuomalla sen asemakaavapiirustuksen päälle (liite 2).

5 SILUETTIRATA JA SEN SUUNNITTELU

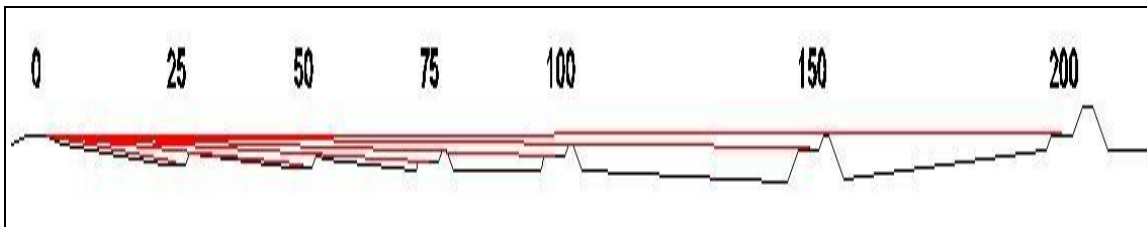
Siluettiammunnassa ammutaan eri matkoilla sijaitseviin eri eläinkuviollisiin metallimaaleihin. Ammunta suoritetaan eri kaliiberisilla revolvereilla, pistooleilla tai kivääreillä. Usein aseiden kaliiberit ovat suuria, jolla varmistetaan maalien kaatuminen, sillä ainoastaan kaatuneesta maalista saa pisteen. Miellyttävän ammunnan varmistamiseksi rata olisi suunniteltava järkevästi siten, että maaleista yli menevät laukaukset eivät helposti osuisi seuraaviin maaleihin (kuva 10).



Kuva 10. Esimerkki siluettiradasta (Heinola)./2/.

Raasion ampumakeskuksen alueen pohjoisosaan tulevan siluettiradan suunnittelussa tärkein asia oli ampuma- ja maalitasojen korkotasojen suunnittelu, koska radalle oli jo saatu ympäristöluvat ja ampumapaikan, sekä maalipaikkojen tarkat kohdat oli määrätty. Radan sijainti oli mietitty ennakkoon järkevästi, koska maasto oli jo valmiiksi melko epätasaista ja maalipaikkojen tasojen välille oli saatava korkeuseroja. Maaleja tulisi olemaan yhteensä kuudella eri etäisyydellä; 25, 50, 75, 100, 150 ja 200 metriä.

Mittailujen ja mitta-aineiston muuntelun jälkeen työ aloitettiin tutkimalla maalitasojen kohdilla olevia korkeustasoja. Maalipaikkojen korkeusasemat oli sijoitettava siten, että maaleihin oli esteetön näkymä ampumapaikalta ja seuraavan maalipaikan maalien oli sijaittava ampumapaikalta katsottuna aina edellisen yläpuolella (kuva 9). Maalipaikkojen taakse oli lisäksi suunniteltava luodit pysäyttävät suojapenkereet, joiden ampumapaikalta katsottuna oli myös yletyttävä huomattavasti itse maaleja korkeammalle. Näin ollen aina seuraavan maalipaikan maalit eivät olisi liian päällekkäin ampumapaikalta katsottuna ja vahinko-osumilta seuraavilla etäisyyksillä sijaitseviin maaleihin välttyttäisiin. Esteetömän tähtäyslinjan varmistamiseksi laadittiin poikkileikkaus, jonka avulla oli helpompi kokeilla maalitasojen eri korkeusvaihtoehtoja, kuin jos korkoja olisi suunniteltu pelkän pystygeometrian avulla (kuva 11).



Kuva 11. Suunnittelua ja tilaajaa helpottava poikkileikkaus siluettiradasta. Kuvassa punaiset viivat ovat makuultaan suoritettun ammunnan tähtäysviivoja.

Kun maalitasojen korot oli saatu järkeviksi, laadittiin suunnitelmat, joiden avulla uuden siluettiradan voisi rakentaa. Määräyksenä jokaisen maalipaikan takapenkereen lisäksi oli, että jokaisen maalipaikan molemmilla sivuilla tuli olla suojavallit. Käytännössä iso osa suunnitelmien laatimista oli penkereiden suunnittelua. Ampumapaikalle on tarkoitus rakentaa katos, mutta vasta radan valmistumisen jälkeen, eikä suunnitelmille ollut vielä tarvetta. Suunnittelun valmistuttua piirustukset sijoitettiin vielä ennen tilaajalle lähettämistä kaavapiirustukseen (liite 3).

6 PRACTICAL-RADAN KALLION POISTO

Practical-ammunta on pistoolilla, revolverilla, kiväärillä tai haulikolla suoritettavaa nopeaa toiminnallista ammuntaa, jossa liikutaan paljon. Lähtökohtana tässä osiossa opinnäytetyötä oli practical-radalla haitallisessa kohdassa sijaitseva, maan pinnasta vajaan metrin ylöspäin ulottuva kallio (kuva 12). Koska practical-ammunta on nopeaa, olisi maan pinnan oltava turvallisuuden takia mahdollisimman tasainen. Tästä syystä tilaaja pyysi laatimaan kallion poistoon tarvittavat suunnitelmat ja kustannusarvion.



Kuva 12. Raasion ampumakeskuksen practical-rata ja radalla haitallisesti sijaitseva kallio.

6.1 Kallion poiston suunnittelu

Kallion poisto oli suoritettava siten, että maanpinnasta tulisi tasainen. Kallion pinta oli vajaan metrin korkeammalla kuin ympärillä oleva kallionpinta, joten louhintalaskelmat laadittiin 1 metrin syvyiselle tasauslouhinnalle. Seuraavaksi laadittiin AutoCAD:llä kairavanto- ja louhintapiirustus, sekä louhinta- ja täyttöleikkaus (liite 4). Louhintalaskelmat ovat suunnittelupätevyyksien puutteen vuoksi vain ehdotuksia, joita louhinnan suorittava

urakoitsija voi työssä halutessaan käyttää. Kallio oli maanpinnan yläpuolella kahdessa eri kohdassa, joiden välissä maanpinta oli noin 1 metrin matkalta samassa tasossa ympäröivän maanpinnan kanssa. Kallionnyppylät oli siis louhittava kahdessa eri kentässä.

6.2 Kustannusarvio

Kustannusarvion laadinnassa käytettiin INFRA 2006- rakennusosa- ja hankenimikkeistön mukaista määräluetteloa, koska ne ovat yhtenevät RIL 231-2-2007 Infrarakentamisen hanke- ja rakennusosahinnaston kanssa. RIL:n hinnastoa oli järkevä käyttää, koska käytössä ei ollut muuta sopivaa hinnastoa. INFRA 2006- nimikkeistössä on pyritty yhtenäistämään infra-alalla esiintyviä töitä, joten se tulee varmastikin yleistymään urakoitsijoiden keskuudessa./4/. Määrälaskennat suoritettiin luoduista suunnitelmista AutoCAD:llä ja niiden perusteella laadittiin Excelillä määrämittauslomakkeen (taulukko 1). Käytännössä tässä työssä on mukana vain kahta työnimekettä; *kallioavoleikkaus ja pengertai täyttö*, sekä *lopputäytöt*, koska nämä nimekkeet sisältävät jo kuormaukset, kuljetukset yms. näihin töihin liittyvät työt. /4/.

Taulukko 1. INFRA 2006- rakennusosa- ja hankenimikkeistön mukainen määrämittauslomake kustannusarvioineen Practical-radan kallionpoistosta. /3;4/.

MÄÄRÄMITTAUSLOMAKE/Practical-radan kallion poisto					
MAKU 9/2010=121,8					
Numero	Nimeke	Yksikkö	Määrä	Yksikköhinta €	Kustannusarvio €
1000	Maa-, pohja- ja kalliorakenteet				
1700	Kallioleikkaukset, -kaivannot ja -tunnelit				
1710	Kallioavoleikkaukset				
1712	Kallioavoleikkaus ja pengertai täyttö(Rakennusosa sisältää irrotuksen, kuormauksen, kuljetuksen (1km), murskauksen, rikotuksen ja vastaanoton	m2	35	40	1397
1800	Penkereet maapadot ja täytöt				
1830	Kaivantojen täytöt				
1833	Lopputäytöt (Rakennusosa sisältää materiaalin, kuljetuksen(1km), levityksen, tasauksen ja tiivistyksen/viimeistelyn)	m3rtr	43	7	312
Yhteensä					1709
ALV 23%					393
Verollinen hinta					2102

Hintoja oli hieman muokattava vastaamaan työn laajuutta ja kallion pinnan epätasaisuutta. Varsinkin louhinnan hintaa oli muokattava, koska urakan louhintamäärät ovat pieniä. Hinnat muokattiin lisäksi Maanrakennuskustannusindeksin (MAKU) 9/2010 mukaisiksi.

7 HUOLTOTIEN TASAUKSEN ALENTAMINEN

Viimeisenä työn osiona oli 100 metrin kivääriratojen takana kulkevan huoltotien tasauksen alentamisen suunnittelu ja kustannusarvion laatiminen. Huoltotie kulki liian korkealla noin 100 metrin matkalla ja sen vuoksi tie joudutaan aina sulkemaan hirviradalla tapahtuvien ammuntojen ajaksi (kuva 12).

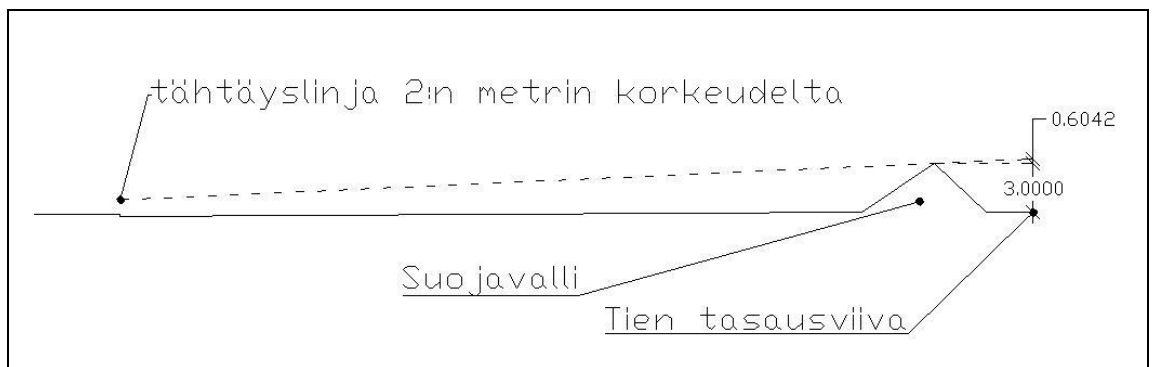


Kuva 12. Suojavalliin nähden liian korkealla kulkeva osa huoltotiestä. Oikealla suojavalli, jonka takana sijaitsevat kivääriradat.

7.1 Suunnittelun lähtökohdat

Kivääriradan maalipaikan ja huoltotien välissä sijaitsee suojavalli, mutta vallin korottaminen ei ollut hyvä vaihtoehto, sillä se oli jo valmiiksi niin korkea, että korottaminen olisi vaatinut vallin alaosan merkittävää leventämistä. Huoltotie kulki osittain maanpinnan yläpuolella olevan kallion päällä, joten huoltotien tasauksen alentamista ei myöskään saataisi toteutettua helposti. Vaikka suojavalli olikin korkea, oli huoltotien tasaus pintakalliosta johtuen paikoitellen jopa niin korkealla, että korkeampien autojen katot saattoi

havaita ampumapaikalta niiden kulkiessa tiellä. Pienimmillään suojavallin huipun ja tien pinnan välinen korkeusero oli noin 1,3 metriä. Lähtökohtainen toimenpide suojavallin huipun ja tien pinnan välisen riittävän korkeuseron saavuttamiseksi oli kalliosta huolimatta tienpinnan tasauksen alentaminen, jota puolsi myös se, että kallio ei ollut pinnassa koko matkalla. Koska huoltotiellä kulkeminen oli tarkoitus saada turvallisiksi ammuntojenkin aikana, oli suojavallin huipun ja tien tasausviivan välisen eron oltava tarpeeksi suuri sekä jalankulkijoille, että autoille. Ampumaradoilla ajetaan usein pakettiautoilla, joten käytännössä korkeusero oli mitoitettava korkeille pakettiautoille. Suojavallin huipun ja tien tasausviivan väliseksi minimikorkeudeksi valittiin kolme metriä, jolloin tähtäyslinja ampumapaikalta katsoen nousee tien kohdalla yli puoli metriä. Näin ollen tiellä voi kulkea jopa 3,5 metriä korkea ajoneuvo. Tien ja suojavallin etäisyys toisistaan on koko tien matkalla niin pieni, että luodin lentorata ei ehdi laskea merkittävästi (kuva 13).



Kuva 13. Periaatteellinen leikkaus ampumapaikalta huoltotielle.

7.2 Suunnittelutyö

Tasauksen alentaminen suunniteltiin Vianovan Novapoint 18.0-suunnitteluohjelmalla, koska sillä on helppo luoda 3D-mittausaineistosta maastomalleja, joiden avulla maaston tutkiminen esimerkiksi poikkileikkauksia ottamalla on nopeaa. Novapoint on AutoCAD:n päälle rakennettu ohjelmisto, joten suunnitelmien viimeistely tapahtui perinteisellä viivanpiirrolla AutoCAD:n avulla. Tarkan ja todellisuutta vastaavien maasto- ja kalliomallien luominen vaatii kairausaineistoa. Työssä käytettävät resurssit olivat kuitenkin rajalliset, joten kalliopinnan muoto oli arvioitava pintakallion perusteella siten, että kallion pinta ei aiheuttaisi yllätyksiä rakennusvaiheessa, olemalla arvioitua korkeammalla. Tasauksen alentamisen rakentamiseen tarvittavat suunnitelmat koostuivat pituusleikkauksesta, rakenteen tyyppipoikkileikkauksesta, alku- ja loppupaalujen poikkileikkauksista ja asema-kaavaan sijoitetusta pystygeometriasta (liite 5).

7.3 Kustannusarvio

Huoltotien tasauksen alentamisen kustannusaskelmassa käytettiin myös samaa hanke- ja rakennusosahinnastoa ja nimikkeistöä, kuin Practical-radon kallionpoiston kustannuslaskelmassa. Määrälaskennat suoritettiin suunnitellun tyyppipoikki- ja pituusleikkauksen avulla AutoCAD:iä hyödyntäen ja laskelmat koottiin Excelillä laadittuun määrämittausslomakkeeseen (taulukko 2).

Taulukko 2. INFRA 2006-rakennusosa- ja hankenimikkeistön mukainen määrämittausslomake kustannusarvioineen huoltotien tasauksen alentamisesta. /3;4/.

MÄÄRÄMITTAUSLOMAKE/Huoltotien tasauksen alentaminen					
MAKU 9/2010=121,8					
Numero	Nimeke	Yksikkö	Määrä	Yksikköhinta €	Kustannusarvio €
1000	Maa-, pohja- ja kalliorakenteet				
1600	Maaleikkaukset ja -kaivannot				
1610	Maaleikkaukset				
1612	Maaleikkaus ja pengertai täyttö	m3ktr	99	7	714
1700	Kallioleikkaukset, -kaivannot ja -tunnelit				
1710	Kallioavoleikkaukset				
1712	Kallioavoleikkaus ja pengertai täyttö	m3ktr	320	40	12920
2000	Päälly- ja pintarakenteet				
2100	Päällysrakenteen osat ja radan alusrakennekerrokset				
2130	Kantavat kerrokset				
2131	Sitomattomat kantavat kerrokset	m3rtr	90	13	1211
				Yhteensä	14845
				ALV 23%	3414
				Verollinen hinta	18260

Tässä työssä oletetut louhintamäärät ja syvyydet ovat pienehköjä, joten louhintatyön hintana on käytetty samaa, kuin Practical-radon kallion poistossa. Tämänkin työn hinnat on muokattu Maanrakennuskustannusindeksi(MAKU) 9/2010 mukaisiksi.

8 YHTEENVETO

Tämän insinööriyön tavoitteena oli laatia Siilinjärven RHY:lle Raasion ampumaurheilukeskuksen alueella sijaitsevien rakennusten lupapiirustukset, 100 metrin hirviradan suojavallin takana sijaitsevan huoltotien tasauksen alentamisen suunnitelmat, practical-radalla sijaitsevan kallionnyppylän poistamisen suunnitelmat, sekä alueelle tulevan uuden siluettiradan suunnittelu SiUra:n siluettijaostolle. Kallion poistamiseen ja huoltotien tasauksen alentamiseen oli lisäksi laadittava kustannusarviot. Tavoitteina työssä oli mitata-aineiston järkevä hankinta testaamalla eri menetelmiä ja tiedostojen siirto suunnitella varten, sekä aineiston pohjalta resurssien puitteissa mahdollisimman laadukkaiden suunnitelmien ja piirustusten laadinta tilaajille.

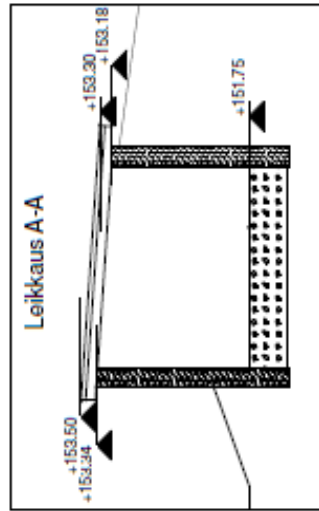
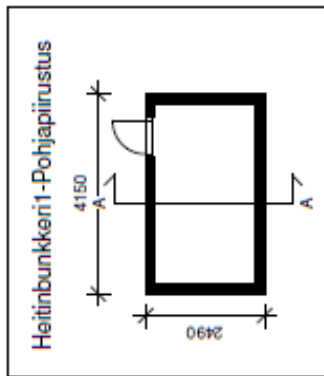
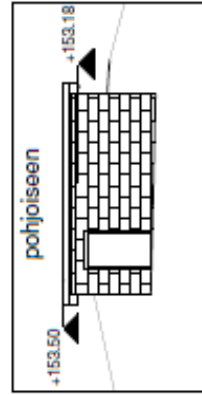
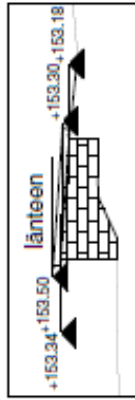
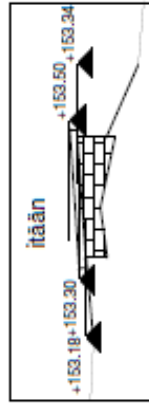
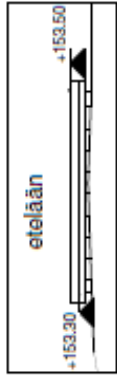
Työssä perehdyttiin erityisesti jo olemassa olevien rakennusten piirustusten laadintaan ja erilaisten infrarakenteiden suunnitteluun, sekä nykyaikaisten mittausten menetelmien soveltavuuteen suunnitteluun tarvittavan mitata-aineiston hankinnassa. Lupapiirustusten laadinnassa käytetty Revit Architecture sopii useamman rakennuksen mallintamiseen yhdessä projektissa ja vastaavaa työtä suorittavalle suosittelen ehdottomasti sen käyttämistä perinteisen viivanpiirto-ohjelman sijasta. Tietomallinnusta puoltavia tekijöitä ovat muun muassa suunnittelun nopeus, muokattavuus ja visualisointi. Novapoint-suunnitteluohjelmaa olisi voinut hyödyntää työssä enemmänkin, mutta infrasuunnittelu-tehtävät olivat sen luontoisia, että ne onnistuivat helposti AutoCAD-ohjelmallakin. 3D-skannaus on hyödyllinen menetelmä maanmittauksissa kun huomioidaan mittauslaitteen sijoittaminen muuta maastoa korkeammalle, kasvillisuus ja estetään liikkuminen mitattavalla alueella. Maanmittauksissa mittauslaitteeksi ei tarvita varsinaista 3D-laserkeilainta vaan menetelmään riittää mainiosti tarvittavilla toiminnoilla varustettu robottitakymetrikin skannaustoiminnolla varustettuna, koska tiheää pistepilveä ei tarvita. Sen sijaan rakennusten 3D-skannauksessa ei robottitakymetrillä järkevillä aikamäärillä saavuteta riittävää pistepilveä, joten yksittäisten pisteiden mittaaminen on siinä järkevämpi vaihtoehto.

Asetetut tavoitteet täytettiin jokaisessa työn osiossa ja varsinkin mittaukset osoittautuivat erittäin hyödylliseksi oppimisprosessin kannalta. Mittausten jälkeen työtä suoritettiin melko itsenäisesti, hyödyntäen ohjaavien opettajien apua lähinnä loppupuolella työtä. Isompia palavereita ei juuri pidetty, mutta ongelmiin haettiin selvennystä pienillä työn ohjaajille suunnatuilla kysymyksillä. Kaiken kaikkiaan työ oli laaja ja erittäin mielenkiintoinen, sisältäen asioita useilta rakennustekniikan koulutusohjelman osa-alueilta ja vaik-

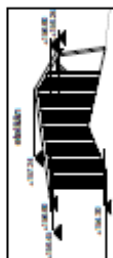
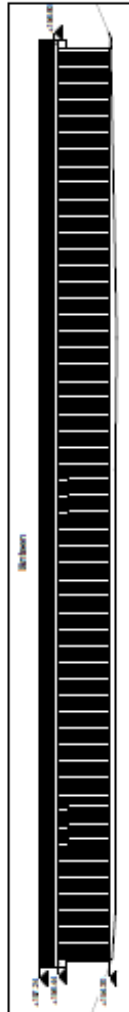
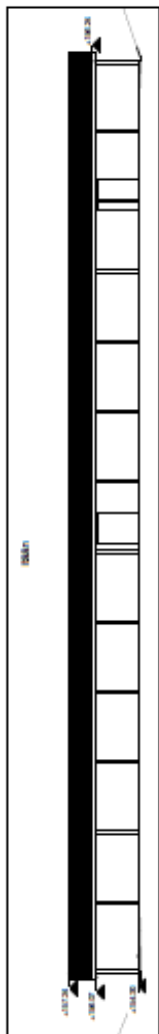
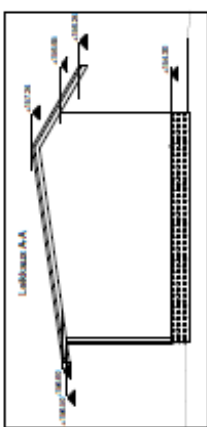
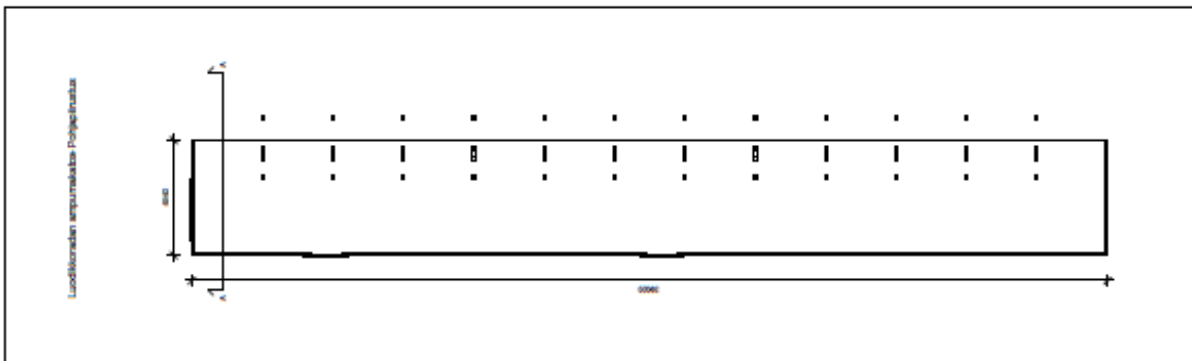
ka työ koostui suurelta osin talorakennussuunnittelun tapaisista tehtävistä, painottuivat asiat ja ajankäyttö kuitenkin enimmäkseen yhdyskuntatekniikkaan.

LÄHTEET

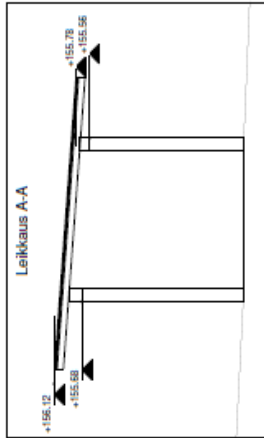
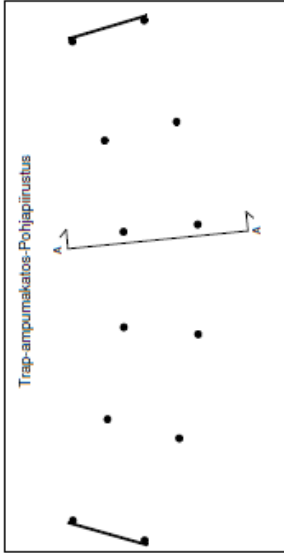
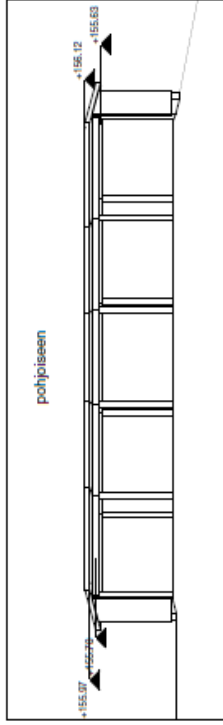
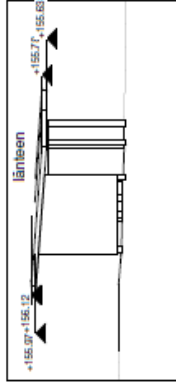
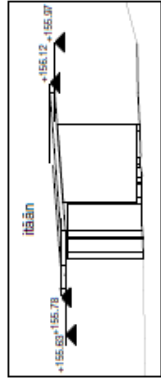
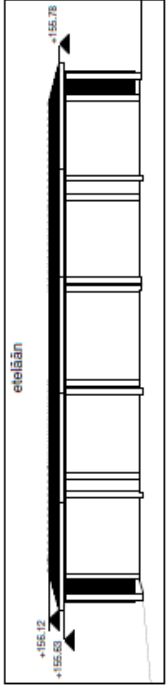
1. SiUra. Seuran esittely. Raasion ampumaurheilukeskus [viitattu 8.11.2010].
Saatavissa <http://siura.sporttisaitti.com/>
 2. Heinolanampujat. Kuvia. Siluettikuvia [30.11.2010].
Saatavissa www.heinolanampujat.fi
 3. INFRA 2006 Rakennusosa- ja hankenimikkeistö määramittausohje, versio 2.1 2009. Helsinki: Rakennustieto Oy Rati
 4. RIL 231-2-2007 Infrarakentamisen kustannushallinta. Hanke- ja rakennusosahinnasto 2007. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry
- Kuvat Janne Tuikka, jos ei toisin mainita



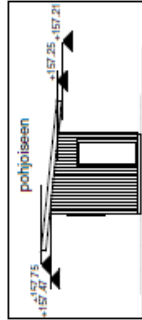
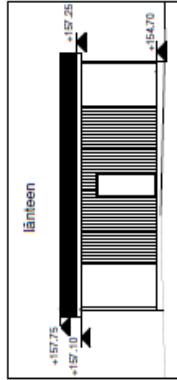
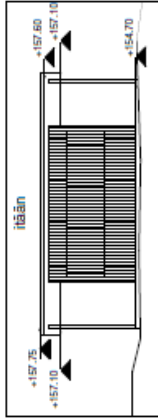
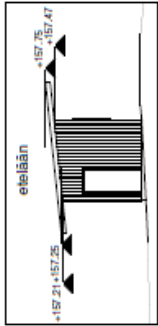
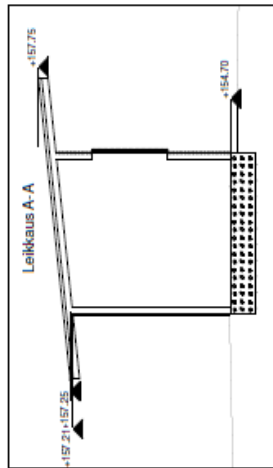
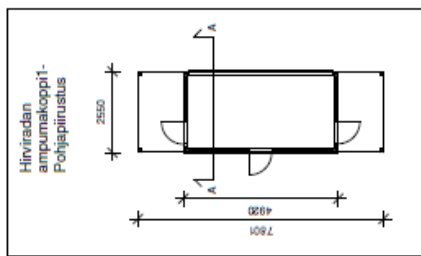
Kaupunginosa / Nimi	Korttel / Tila	Tontti / Pinta	Vaivastalon merkintä
Vaivastalon merkintä UUDISRAKENNUS Rakennuksen numero / Rakennuksen nimi / Rakennusluvasta			Puhelinnumero Pääpiirustus
Rakennuskoode RAASION AMPUMAKESKUS Raasiontie 261 71840 Kuusisaari			Puhelinnumero Heitinbunkkeri1 Pohjapiirustus Leikkaus Julkisivut
Suurikokojen tilojen osittainen jätteenkäsittely ja puhallus Jarmo Tuikka			Yhtymä Puhelinnumero A103
Vaivastalon merkintä, omat tilat, ulkoilma ja jätteenkäsittely Juha Pakarinen, Insinööri amik		11.10.2010	Suurikokojen ARK Tehtävä



PROJEKTNAME	PROJEKT NR.	PROJEKTSTADIUM	PROJEKTLEITER
PROJEKTLEITER	PROJEKTLEITER	PROJEKTLEITER	PROJEKTLEITER
HANSON AIRTECHNOLOGIES PROJECT NO. 1100 PROJECT NAME: AIR CONDENSATOR PROJECT NO. 1100			
PROJECT NO. 1100 PROJECT NAME: AIR CONDENSATOR PROJECT NO. 1100			
PROJECT NO. 1100 PROJECT NAME: AIR CONDENSATOR PROJECT NO. 1100			
PROJECT NO. 1100 PROJECT NAME: AIR CONDENSATOR PROJECT NO. 1100			



rakennusnimi Raision Ampumakatos Raision Ampumakatos	osasto Raision Ampumakatos	katuosoite Raision Ampumakatos	katuosoite Raision Ampumakatos	suunnittelija ARK	suunnittelun päivä 11.10.2020
rakennusnumero RAASION AMPUMAKESKUS Raision 261 71840 Kuisjärvi Järven Talo	rakennusnumero Raision Ampumakatos Pohjapiirustus Leikkaus Järven Talo	rakennusnumero Raision Ampumakatos Pohjapiirustus Leikkaus Järven Talo	rakennusnumero Raision Ampumakatos Pohjapiirustus Leikkaus Järven Talo	suunnittelija ARK	suunnittelun päivä 11.10.2020



1:500 1:500

suunnittelija LVI-suunnitelmisto suunnittelijaksi: suunnittelija:	kallis: 78 10.01.2010 suunnittelijaksi: suunnittelija:	toteuttaja: rakentaja: Pöytäkirustus	alkuperäinen suunnitelma: A110
kohteeseen: RAASION AMPUMAKESKUS Raasionea 251 71940 Kuusisipi Järven Taloja	kohteeseen: Hiviradan ampumakoppi Pöytäkirustus Leikkaus Jukka	mittakaava: 1:100 1:50 1:100	päiväys: 11.10.2010
suunnittelijaksi: suunnittelija:	toteuttaja: rakentaja:	alkuperäinen suunnitelma: ARK	päiväys: 11.10.2010

www.savonia.fi

