

LASERKEILAUS HUHTINIEMEN TUTKIMUKSISSA

Nina Heiska¹ ja Hannu Heinonen²

¹Teknillinen korkeakoulu, Maanmittausosasto
nina.heiska@tkk.fi

²Nordic Geocenter Ltd
hannu.heinonen@geocenter.fi

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan Huhtiniemen arkeologisia kaivauksia mitattiin laserkeilaamalla vuosina 2006–2007. Työn avulla haluttiin kehittää metodia arkeologisten kaivausten kolmiulotteiseen dokumentointiin ja testata laitteistoa käytännön tilanteessa. Lopputuloksena saatiin maastomalli osasta kaivausaluetta sekä kolmiulotteisia pintamalleja kaivauksessa löydetystä vainajista. Laserkeilaus osoittautui oivaksi keinoksi saada tarkkaa mitta-aineistoa, mutta laitteen valintaan täytyy kiinnittää erityistä huomiota maasto-olosuhteissa.

Avainsanat: laserkeilaus, arkeologia, Huhtiniemi

1 HUHTINIEMEN TUTKIMUSTEN TAUSTAA

Lokakuussa 2006 Helsingin yliopiston arkeologian oppiaineen ja oikeuslääketieteen laitoksen aloittamissa Lappeenrannan Huhtiniemen kaivauksissa halutaan selvittää, haudattiinko alueelle Jatkosodan aikana 1944 teloitettujen sotilaskarkureiden ruumiita. Tutkimuskysymyksen asettelu perustuu väitöksiin (esim. Arponen ja Meuronen 2006), joiden mukaan Lappeenrannassa toimi kyseisenä ajankohtana salainen kenttätuomioistuin, joka langetti kuolemantuomioita karkureille. Tutkimusten tarkempi päämäärä oli mm. hautojen tai joukkohaudan paikantaminen, säilyneen luu- ja muun oikeuslääketieteellisen aineiston analyysi sekä arkeologisten löytöjen tutkimus (Lavento *et al.* 2007: 12-14).

Syksyllä 2006 tutkimusryhmä löysi useita hautauksia, mutta pian löytöjen jälkeen kuitenkin havaittiin, että vainajat on todennäköisesti haudattu 1800-luvulla (Lavento *et al.* 2007: 7). Yhteyttä jatkosodan tapahtumiin ei siis havaittu syksyn 2006 tai myöhemmin kevään ja syksyn 2007 tutkimuksissa.

Tutkimusalueita ja -kuoppia kartoitettiin takymetrimittauksin, mutta samalla haluttiin kokeilla uudempia työmenetelmiä. Menetelmäksi ehdotettiin laserkeilausta, jota opetettiin EVTEK Muotoiluinstituutissa 3D-skannauksen ja mallinnuksen koulutusohjelmassa vuosina 2005-2007.

2 LASERKEILAUS JA KULTTUURIPERINTÖ

Laserkeilauksessa kohdetta kuvannetaan kolmiulotteisesti matalatehoisella laserilla ja samaan aikaan sitä myös yleensä kuvataan laitteeseen integroidulla tai siihen kiinnitettyllä digi- tai

digivideokameralla. Kuvannuksen aikana mitataan tuhansia tai jopa miljoonia pisteitä kohteen pinnalta ja yksittäisten mittapisteiden sisäinen tarkkuus riippuu käytettävästä tekniikasta ulottuen mikrometreistä useisiin senttimetreihin. Sen sijaan pisteistä mallinnettavien geometrinen elementtien, kuten tasojen, sijainnin tarkkuus on aina yksittäisen pisteen mittauksen tarkkuutta parempi, koska se lasketaan kaikkien sillä sijaitsevien mittapisteiden perusteella. Tarkkuuteen vaikuttaa lisäksi mitattavan kohteen pinnan materiaaliominaisuudet, mistä johtuen tietynlaisia pintoja, kuten marmoria, on vaikea keilata tarkasti. Tämä johtuu siitä, että laserkeilaimen kaltaisilla nk. aktiivisilla optisilla geometrinen muotojen mallinnuslaitteilla ei kyetä mittamaan läpikuultavia tai pinnaltaan mittausskaalan tasolla ei-homogeenisiä materiaaleja (Beraldin *et al* 2005). Sisäisen tarkkuuden (toistotarkkuuden) lisäksi on kiinnitettävä huomiota mitattavan pistepilviaineiston ulkoiseen tarkkuuteen, sillä mittapisteet on lisäksi mahdollista georeferoida haluttuun ulkoiseen koordinaatistoon. Tällöin lopullinen kokonaistarkkuus riippuu myös käytettyjen kiintopisteiden laadusta.

Laserkeilauksen tuloksena saadaan pistepilvi, josta saadaan tuotettua muun muassa leikkauksia ja pohjapiirroksia sekä laskettua pinta-aloja ja tilavuuksia. Mittausaineistoa voi myös käsitellä muilla, tarpeenmukaisilla mallinnusohjelmilla halutun lopputuloksen saavuttamiseksi. Pistepilven jokaisella yksittäisellä pisteellä on koordinaatit, joten kaikki kuvannetut kohteet ovat mitattavissa jälkeenpäin tietokoneen ruudulta. Pisteet siis muodostavat kolmiulotteisen mallin kohteen pinnasta ja ne voidaan myös mallintaa kolmioverkoksi. Tämän kolmioverkon voi myös myöhemmin teksturoida kuvalla. Käytettävästä laitteistosta ja ohjelmistoista riippuen pistepilvi on joko suoraan mahdollista "värjätä" keilaimen integroidun tai adapterilla kiinnitetyn kameran kuvalla. Tässä kohtaa on syytä painottaa keilaimen lasersäteen ja kameran keskinäisen kalibroinnin tärkeyttä sekä ulkoisen kameran asettamisen toistotarkkuutta käytettävään liitäntäadapteriinsa nähden kalibroinnin säilymiseksi kohdallaan.

Laserkeilauksen etuna on dokumentoinnin nopeus, tarkkuus, kattavuus sekä mahdollisuus tutkia kohdetta virtuaalisesti siinä vaiheessa, kun kohde tai sen osa on jo poistettu alkuperäisestä ympäristöstään. Menetelmän nopeudesta on erityistä hyötyä, kun varsinainen tutkimuspaikka on vaarallinen ja oleskelu siellä voidaan joutua minimoimaan. Laserkeilauksen etuihin kuuluu lisäksi kohteen säilyminen alkuperäisenä, sillä tutkijoiden ei tarvitse olla kiinni kohteessa eikä mittaus vahingoita kohdetta. Näin ollen laserkeilaus on osoittautunut erinomaiseksi tekniikaksi mallintaa reaali maailmaa kolmiulotteisesti. Laserkeilaus ei luonnollisesti poista paikan päällä tehtävän muun analyysin tarvetta, sillä kameralla ja mittatiedolla ei voida tallentaa kaikkea ihmisen aktiivisesti havainnoimaa tietoa.

Arkeologiseen tutkimukseen laserkeilausta alettiin soveltaa jo varhain; esimerkiksi Marseillen lähellä sijaitsevassa luolassa kuvannettiin kalliotaidetta keilaamalla vuonna 1994 (Mensi 2000). Erilaisissa rakennusperinnön kohteissa työtä on tehty jo suhteellisen paljon, sillä kulttuuriperinnön monimuotoiset ja -kokoiset kohteet sekä tarvittava tarkkuus tarjoavat haasteita laitteistojen ja ohjelmistojen kehittäjille. Menetelmän suhteellisesta kalleudesta johtuen pääosa keilatuista muinaisjäänöksistä on tärkeitä maailmanperintökohteita, mutta vähitellen on alettu keilaamaan myös tavallisempia kohteita kuten kaivauksia. Hyvä työprosessi luomalla on kaivauksissa saatu aikaan myös kustannussäästöjä (Doneus ja Neubauer 2005).

3 HUHTINIEMEN KENTTÄTYÖT

3.1 Laitteet

Huhtiniemen laserkeilaus suunniteltiin tehtäväksi Mensi GS200-laitteella, jonka mittausetäisyys ulottuu 2 metristä aina 350 metriin asti. Laite edustaa ns. pulssimittaustekniikkaa eli etäisyyttä mitataan laskemalla laserpulssin kulkemaa aikaa laitteesta kohteeseen ja takaisin. Laitteessa on myös integroitu kamera, jonka avulla mittapistet saavat väri-informaation jo mittaustilanteessa. Mittauksen edistymistä voi seurata reaaliaikaisesti tietokoneen kuvaruudulta ja pistepilveä voi jo tässä vaiheessa kääntää kuvaruudulla. Kyseinen laite olisi soveltunut sekä maastomallin että kaivauskuopan mittauksiin.

Käytetty keilain hajosi kuitenkin jo ensimmäisenä tutkimuspäivänä maastomallia mitattaessa, eikä ollut enää käytettävissä. Loput syksyn 2006 kenttätöiden mittauksista tehtiinkin tästä syystä seuraavilla laitteilla niiden saatavuuden mukaan: Mensi S25, Callidus CP3200 ja Faro LS 880. Syksyllä 2007 maastomallia laajennettiin jälleen Mensi GS200-keilaimella. Käytettyjen keilainten ominaisuuksia on esitetty taulukossa 1.

	Mensi GS200	Mensi S25	Callidus CP3200	Faro LS 880
Säteen halkaisija 50 m etäisyydellä	3 mm	0,7 mm (10 m et.)	232 mm	13 mm
Käytännön mittaussnopeus pistettä / s	600-2000	100	750-1500	(max. 120 000)
Kulmamittauksen tarkkuus	Hz ± 31 cc V ± 89 cc		Hz ± 56 cc V ± 100 cc	Hz ± 100 cc V ± 100 cc
Et. mittauseriaate	Pulssilaser	Kolmiointimittaus	Pulssilaser	Vaihe-eromittaus
Et.mittaustarkkuus +/- 1 σ	± 6 mm (2 -50 m etäisyys)	± 0,3-0,4 mm (10 m saakka) ± 0,6 mm (25 m saakka)	± 5 mm (10 - 32 m etäisyys)	± 11,3 mm (10 m saakka) ± 12,5 mm (25 m saakka)
Kohina +/- 2,5 σ	± 15 mm	± 1mm	± 12,5 mm	± 31 mm
Mittausalue	2-350 m	2- 25 m	0,5-80 m	0,6-76 m

Taulukko 2: Huhtiniemen tutkimuksissa käytetyt keilaimet ja niiden ominaisuuksia.

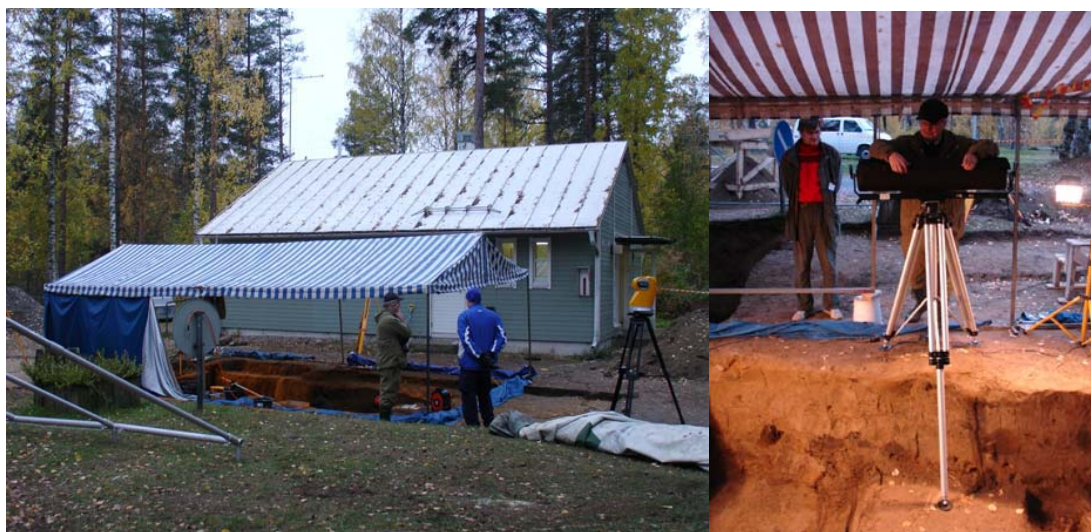
Hannu Heinonen toimitti paikalle keilausessa tarvittavat lisävarusteet ja 16.10.2006 mittauksissa Faron keilain ja tarvikkeet tuotiin TKK:lta. Tarvittavat takymetrimittaukset tehtiin pääosin HY:n Geodimeter 600 takymetrillä, joka oli valmiiksi tutkimuspaikalla. Myös TKK:n Geodimeter 600 oli käytössä, sillä se on kalibroitu Faron tähysten kanssa.

3.2 Työn kulku

Työ aloitettiin sunnuntaina 30.9.2006 korkeusmallin mittauksilla. Korkeusmallia haluttiin mitattavan kahdella eri alueella leirintäalueen sisäpuolella: rantatasanteella ja ylemmällä tasanteella huoltorakennuksen vieressä. Alustavien tutkimusten mukaan kaivausten arvioitiin keskittyvän näille alueille. Keilaus aloitettiin ylempältä alueelta huoltorakennuksen edestä. Päivän aikana oli tarkoitus mitata molemmat alueet, mutta käytetty Mensin GS200 laserkeilain hajosi heti ylempään alueen mittausten alussa ja työ jäi kesken. Keilauksia jatkettiin Calliduksen CP 3200 keilaimella torstaina ja perjantaina 5.-6. lokakuuta, jolloin maastomallin mittaus saatiin valmiiksi.

Kaivausten aikana tutkimusryhmä dokumentoi kuoppien kerrokset perinteisin arkeologisin menetelmin. Kun alueelta Y4 (Lavento *et al.* 2007: 34) alkoi paljastua merkkejä hautauksista, laserkeilausta haluttiin kokeiltavan vainajien kolmiulotteisessa dokumentoinnissa. Näin ollen paikalla käytiin useita kertoja syyskuun 2006 aikana. Keilaus tehtiin pääosin kaivauspäivän päätteeksi varsinaisen kaivausryhmän lopetettua työn. Näin saatiin tallennettua kuopan muutokset parhaimmillaan noin vuorokauden välein.

Keilain sijoitettiin jalustalle kaivauskuopan viereen (kuvat 1a ja 1b) ja keilaus tehtiin näin yleensä kolmesta eri suunnasta katvealueiden välttämiseksi. Kuopan laidalta otettiin myös valokuvia mallin teksturointia varten.



Kuvat 1a ja 1b. 1a) Callidus CP3200 mittaustilanteessa. 1b) Mensi S25 tarkkuuskeilain kaivauskuopan laidalle asetettuna. Kuvassa Mika Lavento ja Hannu Heinonen.

Käytetyn kaivaustekniikan johdosta kaikkia vainajia ei kaivettu yhdenaikaisesti esille vaan rivissä makaavien luurankojen reunimmaisten yksilöiden poistaminen tehtiin ennen kuin muut vainajat olivat kokonaan paljastettu. Näin saatiin lisää kaivaustilaa muiden luurankojen paljastamiseksi kokonaan. Eri aikoina keilattu aineisto mahdollistaa kuitenkin vainajien paremman rekonstruoinnin suhteessa toisiinsa. Lopputuloksena jokaisesta vainajasta on malli kaivettuna, mutta koko vainajarivistöstä tällaista samanaikaista valokuvaa ei ole. Lopullista julkaisua ja analysointia varten tällainen kuva ja 3D malli on kuitenkin tarpeellinen.

Lokakuun 2006 jälkeen kaivaukset jatkuivat jälleen keväällä 2007, mutta tällöin ei löydetty uusia hautauksia. Työ jatkui uudelleen lokakuussa 2007, jolloin haluttiin täydentää vuoden 2006 maastomallia. Mittaukset käytiin tekemässä heti tutkimuskauden alussa (kuva 2), mutta tälläkään kertaa kuoppien mittauksille ei löytöjen puutteesta ollut tarvetta.



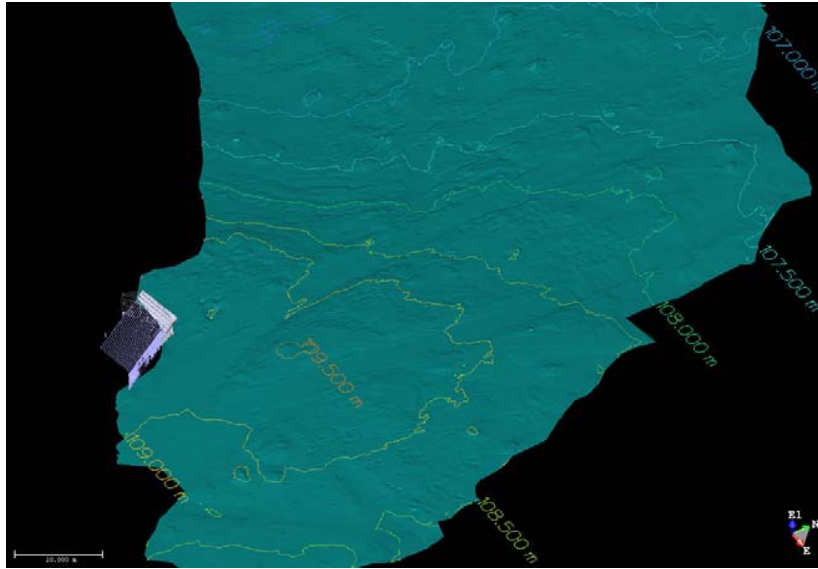
Kuva 2. Maastomallin mittausta Huhtiniemessä vuonna 2007. Kuvassa pistepilvien yhdistämiseen ja georeferointiin käytettäviä tasotähyksiä.

4 LOPPUTUOTTEET

4.1 Maastomalli

Ensimmäinen pistepilvestä mallinnettu aineisto oli kaivausalueiden maastomalli. Tämän mallin avulla kaivauspaikkojen pinta oli näin dokumentoitu lähtötilanteessa. Lisäksi saatiin tarkkaa korkeustietoa myös kuoppien lähistöstä sekä käsitys maaston muodoista hieman laajemmalla alueella. Pääosa keilatusta maastosta oli nurmikkoa, joten todellinen maaston pinta jäi noin 6-7 cm mitattua alemmaksi. Tämä johtuu siitä, että tiheä ruoho estää lasersäteen kulun ja näin säde heijastuu pääosin nurmikon yläosasta. Ruohikon tasaisuuden vuoksi virhe ei kuitenkaan ollut suuri maaston muotojen mittauksessa.

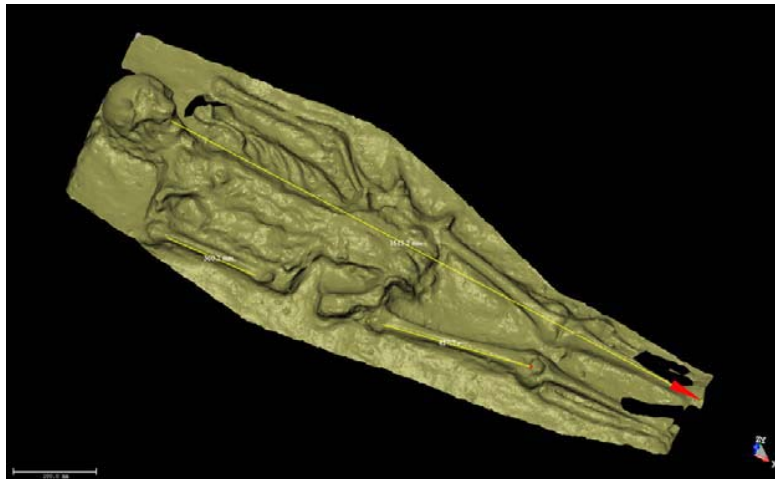
Maastomalli tallennettiin korkeuskäyrinä dxf-formaatissa, jotta se voitaisiin avata MapInfo-ohjelmassa yhdessä muiden takymetrimittausten kanssa. Kuvassa 3 näkyy osa maastomallista.



Kuva 3. Osa Huhtiniemessä tehtyä maastomallia.

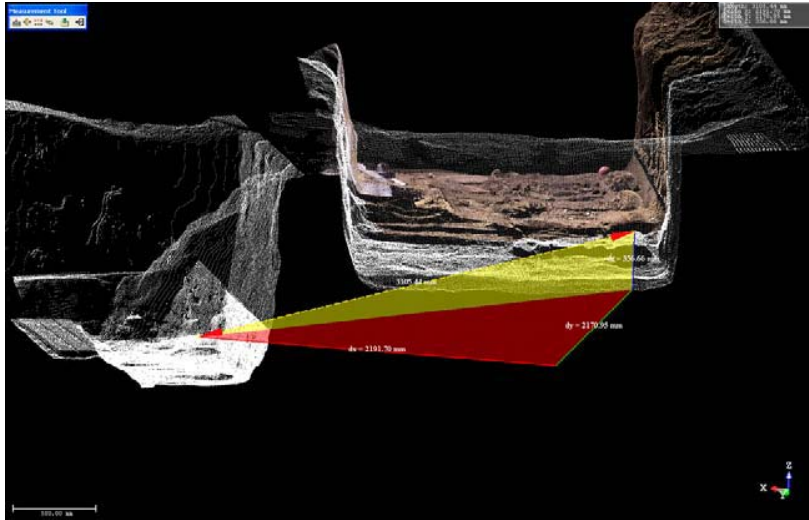
4.2 Muut mallit

Kaivauskuoppia keilattiin siis normaalisti noin klo 16 alkaen. Hitaalla tarkkuusskannerilla Mensi S25 mitattaessa työ jatkui jopa puoleen yöhön asti keinovalossa. Valaistuksesta johtuen samanaikaisesti otettujen kuvien laatu ei ole erityisen hyvä, joten ajateltiin, että keilauksen tuottama pintamalli teksturoitaisiin aiemmin päivänvalossa otetuilla kuvilla. Käytännössä kaikki kuvat on kuitenkin otettu niin viistossa kohteeseen nähden, että mallin päällystäminen niillä on haastavaa. Lisäksi käytetyllä Realworks-ohjelmalla ulkoisen kuvan liittäminen malliin ei onnistunut optimaalisesti. Lopputuloksesta voi selvästi nähdä kuvan olevan väärällä kohdalla. Näin ollen tähän asti muut mallinnetut lopputuotteet ovat teksturoimattomia pintamalleja vainajista (kuva 4).



Kuva 4. Pintamalli Huhtiniemenkaivausalueen alueen Y4A vainajasta L7.

Lisäksi pistepilvestä voi tehdä suoraan erilaisia mittauksia ja visualisointeja, jotka auttavat havainnollistamaan paremmin esimerkiksi kaivauskuoppien suhdetta toisiinsa (kuva 5).



Kuva 5. Aluiden Y4A ja Y4B vainajat kaivauskuopan pohjilla. Pistepilviaineistosta näkyy selvästi vainajien sijainnin keskinäinen korkeusero.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Huhtiniemen tutkimusten aikana saatiin arvokasta tietoa laserkeilaimen käytöstä arkeologisen kaivauksen dokumentoinnissa. Tässä vaiheessa itse tekniikka on jo kypsä kenttätöissä käytettäväksi, mutta eniten uutta tietoa saatiin siitä, miten käytännön mittausjärjestelyt kannattaa hoitaa kaivausten yhteydessä. Samoin on selvää, että mittauksessa saatavia lopputuotteita pitäisi paremmin saada yhdistettyä muuhun kaivausdokumentointiin. Käytännössä tämä tarkoittaa koko kaivauksen 3d-dokumentoinnin kehittämistä nykyistä pidemmälle, jotta kolmiulotteisia mittaussysteemeitä voitaisiin hyödyntää kunnollisesti.

5.1 Laitteiston ominaisuudet

Laitteiston valinnassa kannattaa ottaa huomioon muitakin ominaisuuksia, joilla on merkitystä sekä työn lopputulokseen että kenttätöiden sujuvuuteen. Käytetyn keilaimen olisi hyvä olla nopea, sillä muuten keilaus pysäyttää kaivaustyön tarpeettoman pitkäksi ajaksi. Tämä tuli esille erityisesti käytettäessä tarkkuusskanneria Mensi S25, jolla työn tekeminen kesti useita tunteja. Tosin laitteen tuottama pistepilvi on huomattavan hyvälaatuista ja esimerkiksi sen kohina on hyvin pieni, alle ± 1 mm.

Laitteistolta toivottavia ominaisuuksia ovat esimerkiksi:

- keilaimen nopeus
- laserpisteen mahdollisimman pieni läpimitta
- hyvä kulmamittaustarkkuus (huom! keilainten kulmamittaustarkkuus on vielä tällä hetkellä erittäin heikko takymetreihin verrattuna)
- mahdollisimman suuri yhden pisteen etäisyyden mittaustarkkuus, jolloin pistepilven kohina jää mahdollisimman pieneksi.

- akkukäyttöisyys
- integroitu hyvä kamera (jos ulkoinen kamera, niin se on kalibroitava aina ennen ja jälkeen mittauksen)
- laitteen yleinen maastokelpoisuus: säänkestävä, pölyn- ja kosteudenkestävä, kaluston kokonaispaino
- mahdollisuus käyttää keilainta ylösalaisin
- tarkoitukseen sopiva pistepilvien jälkikäsitteilyohjelma
- pistepilvet ovat suuria, joten tarvitaan tehokas tietokone aineiston käsittelyyn

5.2 Yleiset Mittausjärjestelyt

Käytännön mittausjärjestelyt tulee suunnitella niin, että mitattavaa kohdetta voidaan keilata mahdollisimman kohtisuoraan. Kaivauksen kohdalla olisi siis parasta, että keilaimen saisi ripustettua kuopan yläpuolelle telineen avulla. Näin katvealueita syntyisi mahdollisimman vähän ja parhaimmissa tapauksissa yhden löytökerroksen mittaus onnistuisi kertakeilauksella.

Keilauksen nopeutta voidaan myös parantaa käyttämällä kiinteitä tähyksiä. Tähyksiä tarvitaan pistepilvien liittämiseksi toisiinsa ja georeferoimiseksi samaan koordinaatistoon. Tähyksimerkit olisi hyvä sijoittaa näkyviin paikkoihin kiinteästi koko kaivauksen ajaksi. Tällöin koordinaatistoon päästään kiinni heti ja vältytään jatkuvalta tähyksien asettelulta ja purkamiselta.

Idealisesti skannaus tehtäisiin kuten nykyään valokuvaus ja takymetrimittaus kaivauksen aikana. Tällöin kaivauskohde putsataan kuvausta ja keilausta varten, kuvauksen/mittaustyön jälkeen kaivaustyö jatkuu taas normaalisti. Mittaustuloksia voidaan esimerkiksi käyttää kaivausyksiköiden tilavuustietojen tarkkaan laskemiseen, silloin kun mittauksia on tehty useasti yksikön kaivauksen aikana.

6 LOPUKSI

Laserkeilainten käyttö kulttuuriperinnön dokumentoinnissa ja osaltaan myös arkeologisessa kaivausdokumentoinnissa tulee lisääntymään lähivuosina voimakkaasti, koska esimerkiksi alan järjestöt kuten CIPA (*International Committee for Documentation of Cultural Heritage*) panostavat tekniikan käyttöön. Tällä hetkellä suuntaus näyttää olevan laserkeilauksen ja fotogrammetristen metodien yhteiskäyttö riippuen kohteesta ja käytettävistä olevista voimavaroista. Metodien yhteiskäyttöä suositaan, koska mikään tekniikka ei dokumentoi kohdetta täydellisesti vaan ne pikemminkin täydentävät toisiaan.

Arkeologin kannalta työ ei suinkaan lopu tekniikan kehittyessä, koska pistepilven jälkikäsitteily vie yleensä moninkertaisesti enemmän aikaa kuin kentällä tehty keilaustyö. Ajan tarve riippuu siitä, miten pistepilveä mallinnetaan, joten halutun mallinnusasteen on oltava selvillä jo jälkityöaikaa laskiessa. Mallintamaton, värillinen pistepilvi itsessään on jo huomattava dokumentointiaineisto, joka pitää arkistoida myös tulevaa tutkimustarvetta varten. Kentällä kohde on kuitenkin analysoitava entiseen tapaan, sillä kone ei korvaa ihmistä havaintojen tekijänä.

Aineiston pitkäaikaissäilytystä varten kulttuuriperinnön alalla tilaajan pitää saada koko mitattu pistepilvi, tieto siitä miten aineisto on mitattu ja miten sitä on käsitelty. Koska

myöskään ohjelmapuolella ei ole tällä hetkellä mitään standardeja, pistepilvet kannattaa pyytää myös ascii-formaatissa, jotta ne voi saada auki muillakin ohjelmilla. Näin materiaalia voidaan käyttää jatkossa muihin tutkimuskysymyksiin vastaamiseen sekä kohteen muutoksien seurantaan.

Kiitokset

Esitämme kiitokset prof. Mika Lavenolle ja prof. Helena Rannalle mahdollisuudesta kokeilla laserkeilausta kaivausolosuhteissa, Jari Rönkölle ja *Callidus Precision Systems*'lle välineistön lainasta sekä Suomen Kulttuurirahastolle projektin osarahoittamisesta.

Lähdeluettelo

Arponen, A. O. ja Meuronen, M. (2006). Teloitetut. Viimeinen jatkosodan kesä 1944. Kadonneet rintamakarkurit. Huhtiniemen mysteeri. Gummerus.

Beraldin, J.-A., Picard, M., El-Hakim, S., Godin, G., Borgeat, L., Blais, F., Paquet, E., Rioux, M., Valzano, V., Bandiera, A. (2005). International Workshop on Recording, Modeling and Visualization of Cultural Heritage. Ascona, Switzerland. (Invited). May 22-27, 2005.

Luettavissa: <http://iti-iit.cnrc-nrc.gc.ca/iit-publications-iti/docs/NRC-48100.pdf>

Doneus M. and W. Neubauer (2005). Laser scanners for 3D. documentation of stratigraphic excavations. CIPA XX International Symposium. International Cooperation to Save the World's Cultural Heritage. Torino, Italy, 26 September - 1 October 2005.

Luettavissa: <http://cipa.icomos.org/fileadmin/papers/Torino2005/226.pdf>

Lavento, M., Ranta, H., Sajantila, A. ja Vuori, E. (2007). Lappeenrannan Huhtiniemen arkeologiset ja oikeuslääketieteelliset tutkimukset. Raportti kenttätutkimuksista (1.10.–27.10.2006) ja jälkitöistä. Helsingin yliopisto.

Mensi (2000). Cosquer Cave in Marseille. Cave Scanning Report. In *CD-ROM Cultural & Multimedia Presentation*.