

# VIRTUAALIARKEOLOGIAA LÄHI-IDÄSSÄ

Aaro Söderlund, Osku Söderlund

**Muinaisen arkkitehtuurin kannalta Lähi-itä tarjoaa todellisia aikakone-elämyksiä. Säilyneissä muinaiskaupungeissa voi sukeltaa suoraan menneisyyteen.**

Arkkitehtuurin historian tutkimus perustuu pääosin fyysisen todistusaineistoon: säilyneisiin rakennuksiin ja niiden arkeologisiin jäänteisiin. Arkeologinen tutkimus on varhemman arkkitehtuurin historian päälähteitä. Arkeologialle arkkitehtuuri sen sijaan on vain yksi monista tutkimusalueista.

Muinaisen arkkitehtuurin kannalta Lähi-itä tarjoaa todellisia aikakone-elämyksiä. Levantin tunnetuimpia muinaiskaupunkeja ovat Syyrian Palmyra, Apamea ad Orontes ja Bosra, Jordanian Gerasa ja Petra sekä Israelin Sippori, Scytopolis/ Bet Shean ja Caesarea Maritima. Viimeksimainitussa on suuri roomalainen valumuurisatama, jossa on suoritettu maailman suurin vedenalainen kaivaus CAHEP.

Vähemmän tunnettua on, että Hauranin ja Golanin alueilla Etelä-Syyriassa ja Pohjois-Jordaniassa voi löytää 1500 vuotta vanhoja, lähes ehjiä asuinrakennuksia, joissa koristellut julkisivut, kivikaarille rakennetut laakakivikatot ja kiviset ovilevyt ovat yhä toimintakunnossa. Tällaisia on esimerkiksi Umm el Gimalissa, Pohjois-Jordaniassa. Näitä basaltista rakennettuja bysanttilaisaikaisia (Lähi-idässä 330–640 jKr.) rakennuksia on yhä jopa alkuperäisessä käytössä.

Toinen hämmästyttävä alue on Pohjois-Syyria, jossa bysanttilaisajan jälkeinen autiokaupunkien alue sijoittuu Aleppon, Latakian ja Homsin kolmioon. Sen kymmenissä muinaisissa asutuskeskuksissa ja luostareissa näkee tyhjiä monikerroksisia rakennusryhmiä keskellä autiutta. Kävijä ei voi olla kysymättä, minne ihmiset ovat hävinneet. Rakennukset ovat olleet jo 1250 vuotta kuin neutronipommin jäljiltä.

Välimeren itäpäässä bysanttilaisajan arkeologian korostuminen johtuu muunmuassa alueen rauhallisesta hiljenemisestä tuhatvuotisen kehityskaaren jälkeen 700-luvun puolivälissä jKr., kun islamilaisen maailmanvallan pääkaupunki siirtyi Abbasididynastian myötä Damaskosta Mesopotamiaan.

## Arkkitehti kaivausryhmässä

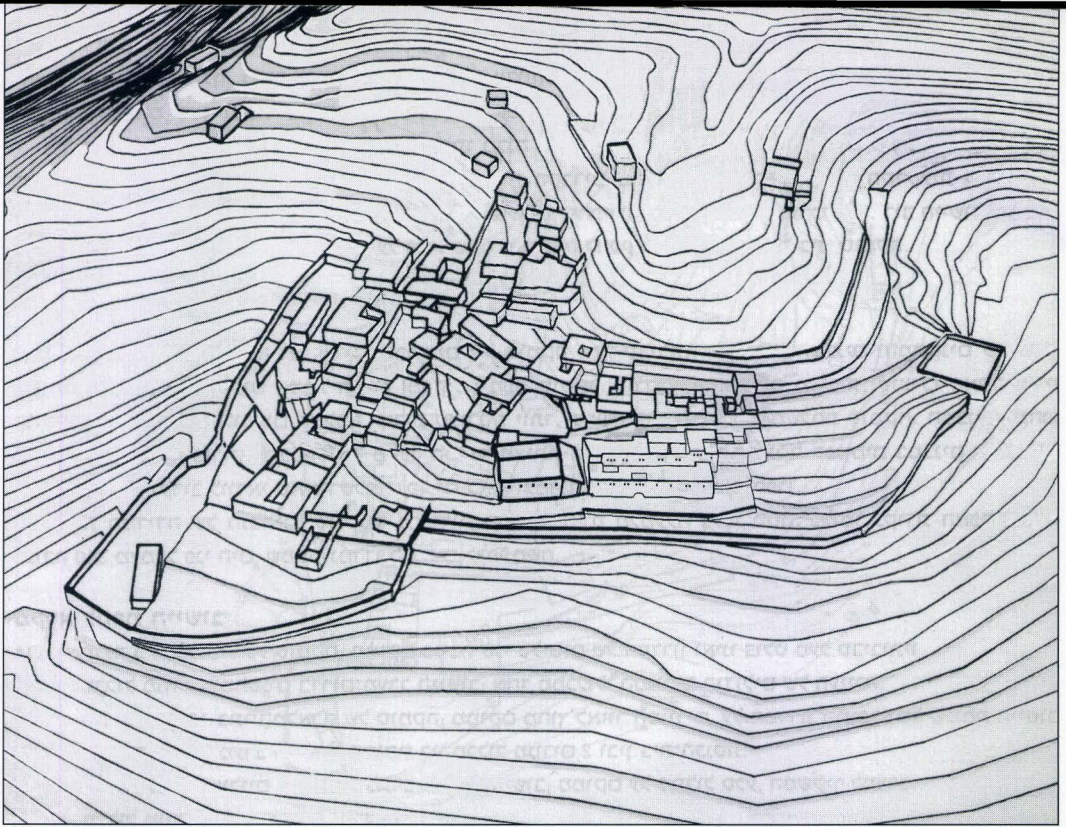
Arkeologisilla kaivauksilla, joilla tutkitaan merkittäviä tai vaikeaselkoisia rakennusjäänteitä, on ollut tapana turvautua arkkitehtuurin historiaan perehtyneen kaivausarkkitehdin apuun. Arkkitehtien kytkeminen kaivauksiin jo suunnitteluvaiheessa voi säästää paljon turhaa työtä. Näin on menetelty esimerkiksi Jaakko Frösénin johtamassa the Finnish Gebel Haroun Projektissa Petrassa, jossa TKK:ta ovat edustaneet arkkitehti yo. Vesa Putkonen ja arkkitehti Riku Karjalainen.

Mitä kaivausarkkitehti voi tehdä työryhmässä?

– Valmisteluvaiheessa työnkuvaan voi kuulua maastoinventointi (*site survey*) kaivausten tarkemmaksi kohdentamiseksi ja kaivauksen teknisen toteuttamisen vaatimat järjestelyt, kuten tarvittavien suojarakenteiden suunnittelu.

– Toteutusvaiheessa hän voi valvoa suunnittelemiensa rakenteiden toteuttamista, osallistua kaivausalueen dokumentoimiseen valokuvaamalla ja piirtämällä. Pienillä kaivauksilla hän voi toimia myös mittamiehenä (*recorder*). Päätyö on kuitenkin toimia ryhmänjohtajien (*field supervisor*) ja kai-





Sumaqaan bysanttilainen maanviljelyskeskus sijaitsee Karmel-vuorten keskellä 350 m korkeudessa. Shimon Darin (Bar Ilan University) kaivaustuloksia mallinnettaessa osoittautui, ettei tietokone hyötynytäkään vaikka CAD-mallia kuinka laajennettiin. Lopulta se käsitti alueen Jaffasta Tyrokseen jossa oli tarkemmin mallinnettuna Sumaqaan ohella myös Caesarea Maritiman metropolin. Mallista laadittiin puolituntinen, piirroksin ja valokuvin täydennetty videoanimaatio, joka alkaa avaruudesta, mutta jossa lennetään myös Caesarean ja Sumaqaan rekonstruoitujen tilojen läpi (AS & OS 1995). Kaivausraporttia valmistellaan julkaistavaksi Oxfordissa.





vauksen johtajan rakennushistoriallisena asiantuntijana.

– Analyysivaiheessa arkkitehti kokoaa rakennushistoriallisen evidenssin, tekee sen pohjalta johtopäätöksensä kaivauskohteen rakennushistoriasta ja rekonstruoi kohteen, mahdollisuuksien mukaan sen eri vaiheissa, ja kerää tietoa relevanteista referenssitapauksista arkkitehtuurin osalta käytettäväksi kaivauksen jatkosuunnittelun pohjana. Väli-raporttia tai loppujulkaisua varten hän valmistaa myös kaivausalueen ympäristöä, rakennetta ja erillisiä kaivausaloja esittäviä piirroksia.

## Dokumentointi

Arkeologinen kaivaus yleensä tuhoaa kohteensa. Kaivauksen oikeuttaa vain vaihtokauppa, jossa materia muuttuu tiedoksi. Jos näin ei tapahdu, esimerkiksi julkaisematta jättämisen takia, voidaan puhua ryöstökaivauksista. Joissakin Lähi-idän maissa on viime vuosina valitettavasti ylitetty 90% julkaisemattomuusaste.

Eräs tietoa tuottavan prosessin pulonkaloista on ollut kaivausten dokumentointi. Odoteltaessa mittausryhmää saapuvaksi viereisiltä kaivausaloilta ja itse mitaamisen, piirtämisen ja valokuvaamisen aikana kaivaus seiso. Odottaminen voi olla paitsi kiusallista myös varsin kallista. Maasto- ja kasvillisuusesteet, sääongelmat, väärinkäsitykset, kiire ja monet muut seikat voivat vaikeuttaa mittaustoimitusta.

Eri vaiheiden jälkeen on avuksi otettu esimerkiksi takymetrimittaus (EDM-mittaus). Siinä avainpisteet merkitään spraymaalilla jäänteisiin. Näihin sijoitetaan keppi, johon on kiinnitetty laserpeili, johon tähdätään tunnettuun pisteeseen sijoitetulla mittalaitteella. Näin saadaan jokaisesta mittapistestä kolmiulotteiset xyz-koordinaatit esimerkiksi mittalaitteen muistikortille, jolta ne luetaan kaivaustoimiston tietokoneelle. Tulos näkyy pistekarttana. Tämä tulostetaan ja viedään takaisin kaivaukselle, jossa siihen täydennetään käsin piirtäen seinälinjat, rakennuskivet ja muut löydöt. Uudet tiedot digitoidaan toimistossa käsin ja tulostetaan. Tuloste tarkastetaan ja täydennetään kohteella, jonka jälkeen täydennykset ja kor-

jaukset taas digitoidaan toimiston koneeseen. Mittapistettä ei useinkaan voida tavalliseen tapaan automaattisesti yhdistää viivakuvaksi, koska tutkittavat jäänteet eivät läheskään aina ole säännöllisen muotoisia. Niinpä jokainen viiva piirretään ainakin kahdesti: ensin kohteessa ”polven päällä”, sitten digitointialustalla. Tämä aiheuttaa virheiden kertautumista. Menetelmä on monivaiheinen ja häiriöaltis.

Viimeisimmissä mittausjärjestelmissä, joita kehittyneimmillään edustaa videoteodoliitti, kolmiulotteinen koordinaattimittaus perustuu digitaaliseen kuvankäsittelyyn eli hahmontunnistukseen ja automaattiseen havaintojen rekisteröintiin ja tallennukseen. Analysointiohjelmisto mahdollistaa koordinaattitietojen jatkojalostuksen (*Computer Aided Design/ Measurement, CAD/ CAM*). Yhdistämällä lasersäde videoteodoliittiin päästään automaattiseen ja reaaliaikaiseen, erittäin tarkkaan kolmiulotteiseen mallintamiseen.

Tietotekniikan kehitys on tuonut myös fotogrammetrian, eli kolmiulotteisen kuvamittauksen, kaivausten dokumentointimenetelmäksi. Se perustuu satelliiteissa ja lentokoneissa käytettyihin kaukokartoitusmenetelmiin ja välineisiin. Ne on vain sovitettu pieneen mittakaavaan ja vaakakuvaukseen. Satelliittipaikannuslaitteiden (*Global Positioning System, GPS*) ja lasermittauksin luodaan kaivausalueelle ensin referenssiverkko. Siihen tukeutuen kuvataan kohde kuvapareittain, joista sitten laaditaan fotogrammetrisesti erittäin tarkkoja korkokuvakarttoja kaivauksesta sen eri vaiheissa.

International Council on Monuments and Sites (ICOMOS) on suositellut kaikkien maailmanperintökohteiden dokumentoimista fotogrammetrisesti. Tämä työ on tehty esimerkiksi Jordanian Petrassa.

Fotogrammetrian avulla on laadittu myös kolmiulotteisia tietokonemalleja. Tästä teknologiasta ollaan jo etenemässä niinkutsuttuun videogrammetriaan. Helsingin teknillisen korkeakoulun fotogrammetrian laboratorion maanmittarit ovat Henrik Haggrénin johdolla mukana kehittämässä videokuvaan perustuvaa kolmiulotteista mallintamismenetelmää edellä mainituilla Petran Gebel Harounin kaivauksilla.



## GIS ja arkeologia

Välimeren alueella voivat kaivaukset tuottaa uskomattoman määrän paikka-, aika- ja ominaisuustietoa, sekä kasoittain ja konteitain järjestyksessä säilytettävää tutkimusmateriaalia. Pienlöydöt koostuvat osin savi-, lasi- ja metalliastioista, öljylampuista, rahoista, luista ja rautakuonasta. Dokumentoitaviin löytöihin kuuluu myös arkkitehtuurifragmentteja, kuten kapiteeleja, pylväitä, basiksia ja ovipalkkeja. Lisäksi maastoon jää karttoina ja kuvina arkistoitavaa tutkimusmateriaalia kuten kiinteitä muinaisjäännoiksi ja installaatioita: erilaisia rusementtimia, myllyjä, öljynpuristimia, viiniprässejä, hautoja, seinäiä, latioita ja mosaiikkia. Aikajänne yhdellä kaivauspaikalla voi olla jopa 10 000 vuotta, kuten Jerikossa, jota on perinteisesti pidetty vanhimpana (8. vuosituhannelta eKr.) kaupunkimaisena asutuksena. Paleoliittisen esihistorian puolella puhutaan vielä pidemmistä ajoista.

Jotta yli-inhimillisen suuri tietomäärä saataisiin hallituksi, otettiin vuosikymmen sitten tietokoneet avuksi. Erilaisiin tietopankkeihin koottiin kaivaustietoa lopulta niin paljon, että sen hallitseminen muodostui ongelmaksi. Kaivausraportti saattoi muistuttaa enemmän listausta kuin tieteellistä analyysiä. Paradoksaalisesti tiede alkoi kärsiä liiasta tiedosta.

Nyt käytössä on erilaisia tiedon visuaaliseen hallintaan perustuvia paikkatietojärjestelmiä (*Geographical Information System*, GIS). Ne perustuvat paikka- ja ominaisuustiedon yhdistämiseen karttakäyttöliittymään. Kehitystä tapahtuu sekä valtiolisella, alueellisella että kohdetasolla.

Jordaniassa on ollut jo vuodesta 1994 italialaisen Gaetano Palumbon johdolla ja ARC/ info-ohjelmalla laadittu Jordan Antiquities Database & Information System (JADIS), johon koko maan kaivausten avaintiedot kootaan. Suomen ulkoministeriön kehitysyhteistyöosastolla (KYO) on vuodesta 1997 ollut vireillä vastaava kehitysyhteistyöhanke Egyptin muinaismuistohallinnon paikkatietojärjestelmän laatimiseksi yhdessä egyptiläisen osapuolen kanssa. Maa ja Vesi Oy ja TKK laativat hankkeelle projektisuunnitelman. Täydessä

muodossaan tämä paikkatietojärjestelmä kattaisi kenties maailman suurimman muinaisjäännoskeräytymän. Onhan arvioitu, että Egyptissä olisi peräti kolmannes maailman muinaisjäännoksistä.

Alueellisista GIS-järjestelmistä, joissa keveys ja muokattavuus ovat paremmat kuin koko maan kattavissa, käy esimerkiksi TKK:n kartografian ja geodesian professori Kirsi Artimon aloittama yhteistyö Bar Ilanin yliopiston kanssa Karmel-vuorten (n. 25 x 30 km) bysanttilaisen aikatazon arkeologisen GIS-mallin laatimiseksi.

Kaivausaluekohtaisten paikkatietojärjestelmien eräänä uranuurtajana olivat 90-luvun alkupuolella antiikin pankkikeskusten Ashkelonin kaivaukset Israelissa. Nykyään paikannusohjelmilla syötetään tietoa CAD-ohjelmiin, joilla voidaan saavuttaa lähes GIS:iä vastaava tiedonhallintakyky yhdistyneenä kehittyneisiin 3D-ominaisuuksiin (CAD/ CAM). CAD:in ja GIS:in välinen raja hämärtyy. Muinaistieteessä aikatieto voi olla jopa paikkatietoa keskeisempää. Tämän voi ajatella suuntaavan kolmiulotteisten paikkatietojärjestelmien kehitystä uuteen, neliulotteisten, niinkutsuttujen aikatietojärjestelmien suuntaan.

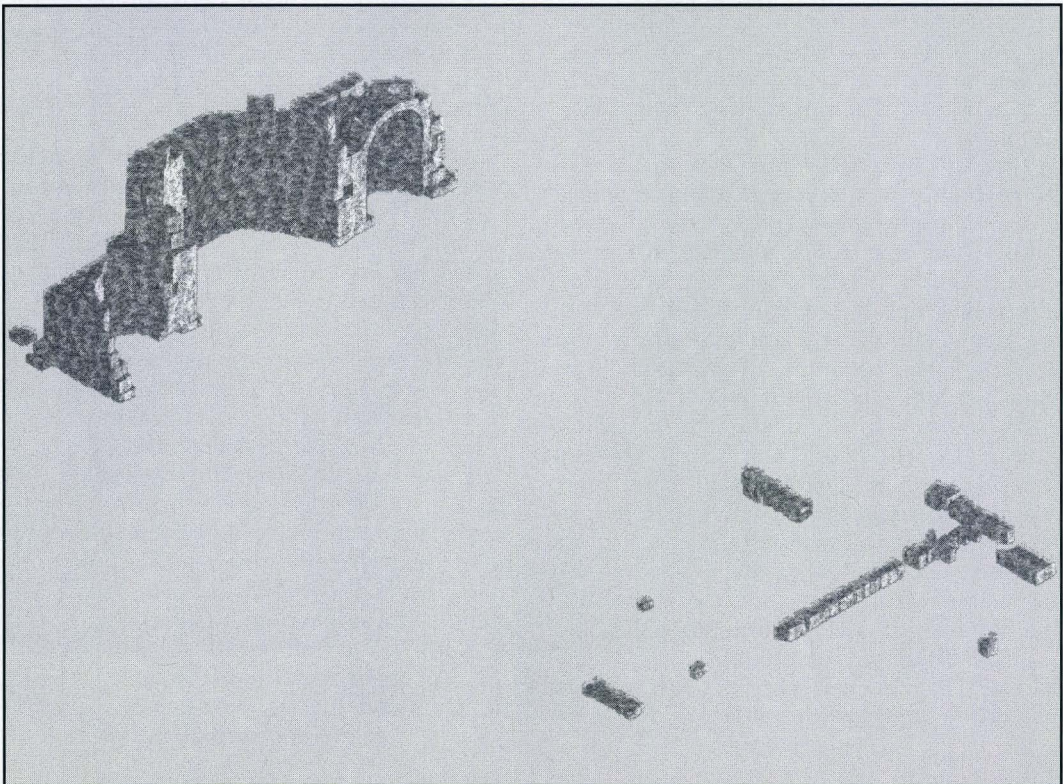
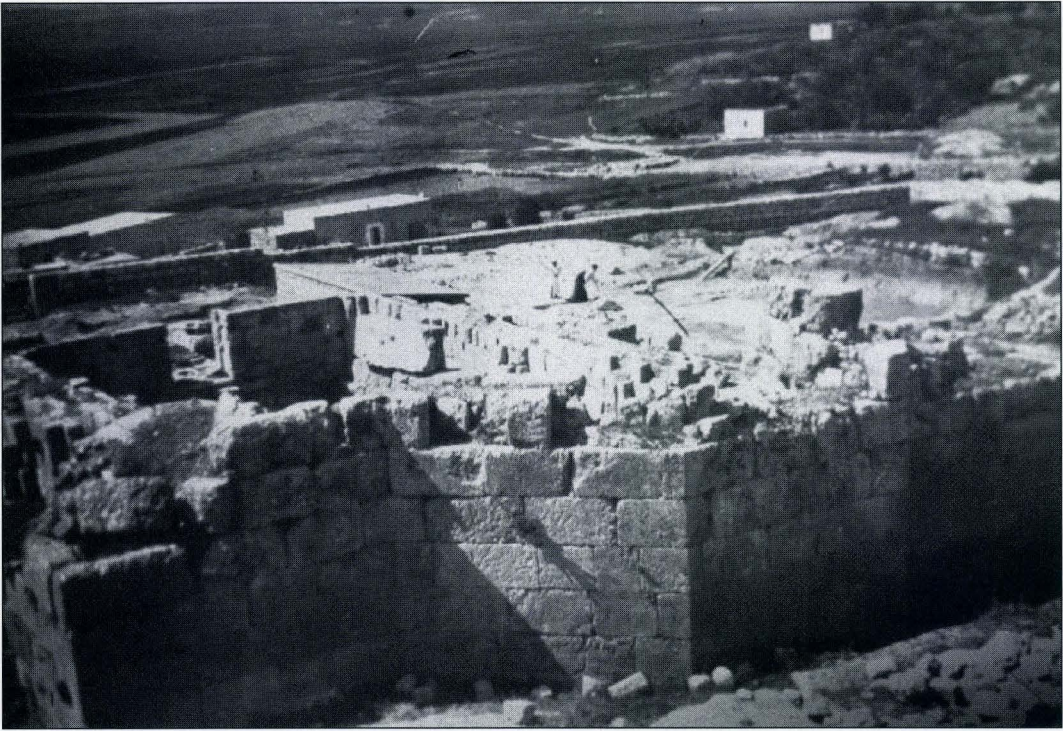
## Virtuaaliarkeologia

Tähän saakka on tietotekniikkaa käytetty arkeologiassa paljolti toteavassa, summaavassa mielessä: tällaisia tietoja on koottu, tällaiselta paikka on kaivausten tulosten valossa alkuaan näyttänyt. Paikkatietojärjestelmien myötä on tapahtumassa uusi tietotekninen läpimurto, joka on johtamassa virtuaaliarkeologiaan, jossa tietotekniikka saa paljon aiempaa aktiivisemmän roolin. Virtuaalimaailmalla tarkoitetaan tässä sähköistä rinnakkaistodellisuutta.

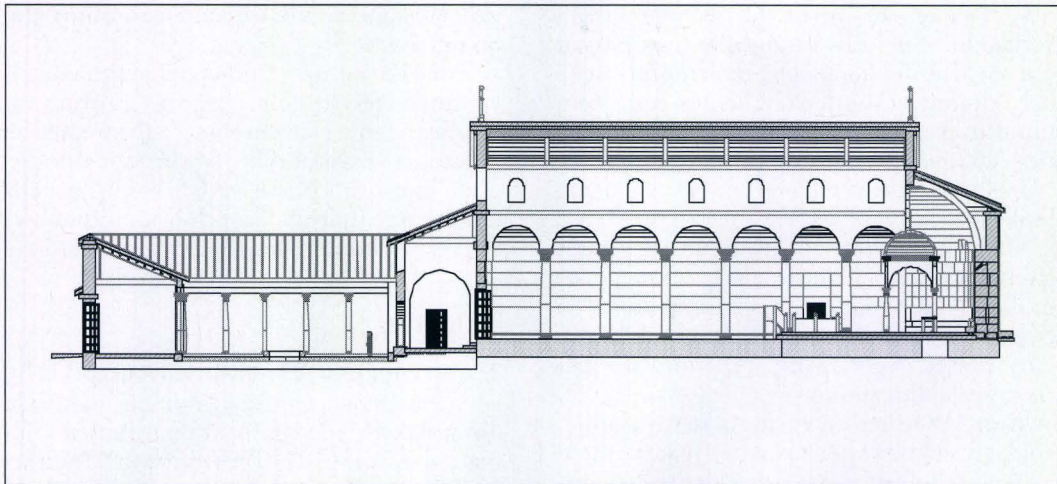
Ensivaiheessa kaivaustulokset mallinnetaan eri keinoin 3D-malliksi suoraan kohteella siten, että jokaiselle evidenssille annetaan omat spesifit aika-, paikka- ja ominaisuustietonsa (APO) ja ne järjestetään malliin eri tietotasoille (*layer*) APO-ominaisuuksiensa mukaisesti.

– Aikatieto voi järjestää materiaalin joko suhteellisen tai absoluuttisen aikajärjestelmän, taikka molempien mukaisesti.

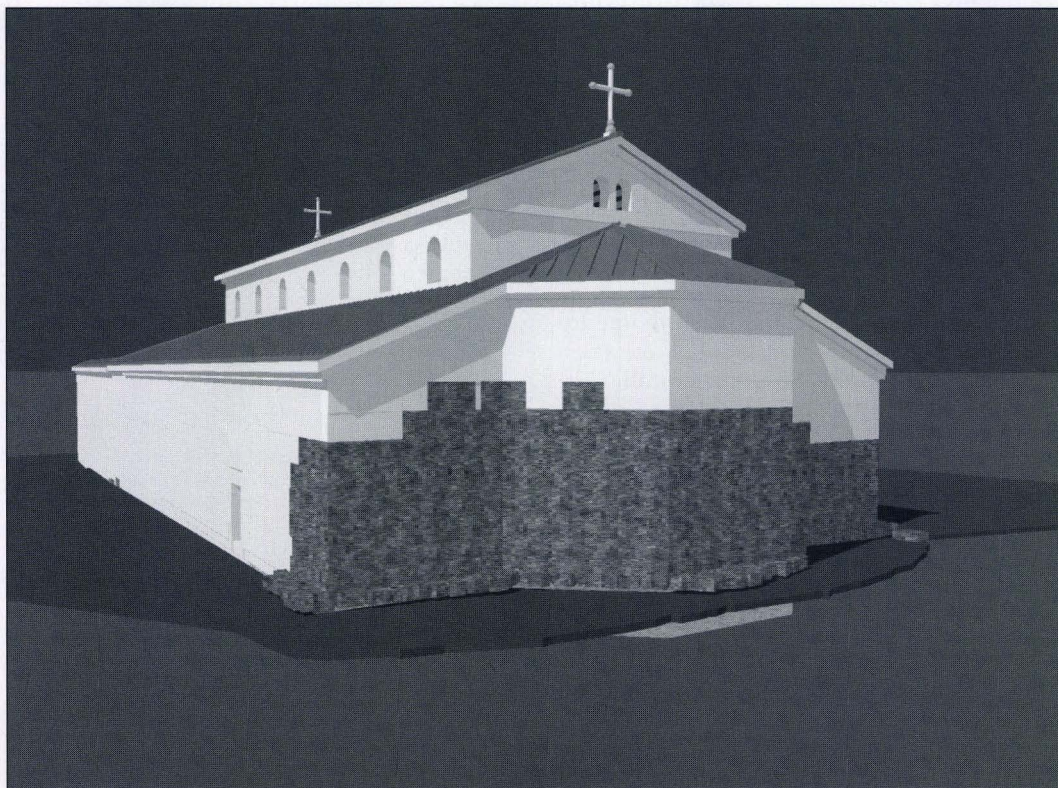








Emmaus on kristinuskon synnyn kannalta keskeinen paikka. Vaihtoehtoisia Emmauksia tunnetaan tusina. Arabialaisen Amwaksen kylän paikalla suoritettavien, Mikko Louhivuoren (Israelin museovirasto) ja Michel Piccirillon (Fransiscan Custodiae Terra Santa) johtamien kaivausten painotus on arkkitehtoninen. Kohteena on usean bysanttilaisen ja yhden ristiretkiajan kirkkoraunioin ryhmä. Rauniot ovat vierekkäin ja sisäkkäin, ne sisältävät osia toisistaan. Viereisellä sivulla on valokuva kaivauspaikalta, sen alla raunio kuvattuna tietokoneessa kolmiulotteisena mallina. Tällä sivulla kaivauksen tuottaman informaation perusteella tehdyt ennallistukset.





– Paikkatieto perustuu maakohtaiseen verkkoon tai kaivausalueelle laadittuun omaan ruudukkoon tai molempiin, sekä kaivausalueen sisäiseen rakenteeseen, jossa muuttujina ovat esimerkiksi *Area, Wall, Locus, Installation* jne. ja juokseva numero.

– Ominaisuustietojen perusteella omat luokkansa voisivat saada esimerkiksi erilaiset kolikot, erityyppiset öljylamput ja muut ajoittavat keramiikkasirpaleet, erityyppiset mosaiikit ja niiden pohjantasausmassat ja erilaiset *tesserat* (irtonaiset mosaiikkikivet), erityyppiset seinärakenteet, niiden peruskivet ja alusmassat jne.

Kun APO-tieto on ensin sijoitettu malliin, voidaan sitä tarkastella varsin vapaasti, myös aktuaalitodellisuudessa tarkastelua rajoittavista esteistä huolimatta. Kun evidenssiä päästään mallissa analysoimaan ja syntetisoimaan vapaasti yhdessä ja erikseen, voidaan epäolennainen tieto rajata pois kulloisestakin tarkastelusta. Tällainen yksinkertaistamisen mahdollisuus helpottaa arkeologian neliulotteisesti monimutkaisten ongelmavytyhtien hahmottamista, ja vuosisatojen kuluessa irralleen joutuneiden seikkojen saattamista jälleen yhteen. Evidenssin APO-määritys voidaan helposti muuttaa ja näin koetella materiaalin yhteensopivuutta eri aikatasoilla. Edettäessä sitten varmasta epävarmaan voidaan avainreliikkien perusteella ajoittaa muutoin ajoittamatonta materiaalia. Kaivausalueen kaaoksesta voi näin jälleen iteroitua se kosmos, joka paikka ”eläessään” on mahdollisesti ollut.

Kun kohteen virtuaalimallia päivitetään jatkuvasti, voidaan aktuaalikaivausta ohjata sen avulla. Se on dynaaminen dokumentti kulloisestakin tiedontasosta. Hypoteettisia rekonstruktioita voidaan sijoittaa omille, evidenssiä sotkemattomille tiedontasoilleen. Niihin liittyviä oletuksia ja kausaliteetteja päästään heti tarkastamaan kaivamalla. Näin saadut kaivaustulokset syötetään takaisin malliin uusia johtopäätöksiä varten. Kun toimenpide uusitaan toistuvasti, kaivaukset etenevät vuorotahtiin rintarinnan, kontrolloidussa vuorovaikutussuhteessa. Näin päästään strategisesti johdettuun, päämääräsidoonaiseen toimintaan, ja

vähällä kaivamisella saavutetaan suuri tiedollinen teho.

Edelläkuvattua rationaalista virtuaalikaivausmenettelyä on päästy alustavasti kokeilemaan käytännössä Emmauksen kirkkojen kaivauksilla Israelissa. Tulokset ovat lupaavia. Niitä on tarkoitus esitellä tarkemmin Juan A. Barcelon toimittamassa kirjassa *Virtual Archaeology*.

## Tulostus

Tietotekniikkaa käyttävä kaivausarkkitehti voi luovuttaa työnsä tuloksen kätevästi esimerkiksi videoanimaationa, kuten Sumaqan kaivauksissa 1995 tapahtui. Internet on Emmauksen kaivauksien yhteydessä 1998 osoittautunut verrattomaksi työkaluksi. Liitedokumentteina tai kotisivulta noudetuna ovat liikkuneet niin CAD-mallit, niiden kirjastot kuin sadat valokuvat, skannattu ja muu kuvamateriaali kätevästi. Mediana voi olla myös CD-R, joka voi sisältää referenssimateriaalin, sadat digitaalivalokuvat kohteilta, kaivauskartat, site- ja area-pohjat ja leikkaukset, sekä detaljipiirroksia, rekonstruktioita 3D-malleista projisioituina, sekä vapaasti tarkasteltavat QTVR-virtuaalimallit ja animaatiot, kaikki aiemmin kuvatun APO-järjestelmän mukaisesti järjestettynä. Näin on menetelty Raqitin 1998 kaivaustulosten kanssa. Viimeistään CD:ltä voi arkeologi poimia tarvittavat kuvat vuosittaiseen väliraporttiin, jollainen esimerkiksi Israelissa on nyt tehty kaivausluvan jatkumisen ehdoksi.

### Kirjallisuutta:

Maurizio Forte & Alberto Siliotti (Ed.). Foreword by Colin Renfrew. *Virtual Archaeology. Great Discoveries Brought to Life Through Virtual Reality*. Thames & Hudson, London – New York 1997.

### Kirjoittajat:

Aaro Söderlund, SAFA, toimii tutkijana Teknillisessä korkeakoulussa.  
aaro.soderlund@hut.fi

Osku Söderlund, ArchiCAD-tuki, M.A.D. Oy. osku@mad.fi