

## Muinaisjäännöksestä mallinnokseksi - GIS sisällöntuotannon välineenä 3D -visualisoinnissa

Jouko Pukkila ja Kari Uotila

### GIS ja 3D-mallinnos Kalanti-hankkeessa

Tietokonearkeologien vuosittaisissa CAA-konferensseissa on jo vuosia ollut kaksi vieheisissä seminaarituloissa työskentelevää ryhmää, nimittäin paikkatieto-aineiston analyysiin keskittyneet GIS-tutkijat ja toisessa CAD ja VRML -visualisointimaailmaan erikoistuneet tutkijat ja suunnittelijat. Konferenssien aikataulut on vielä yleensä järjestetty niin, että kumpikin ryhmä on voinut työskennellä toisistaan piittaamatta ja omaa erinomaisuuttaan korostaen. GIS-perheessä analyysien tulokset on esitetty visualisointeina, jotka olisivat naapurihuoneessa usein herättäneet lähinnä hilpeyttä ja toisaalta CAD-VRML –puolen puutteena on pidetty analyysien ja tieteen puutetta – pelkkiä kauniita kuvia vailla tieteellistä analyysiä. Viimeisten vuosien aikana jyrkkä raja on alkanut lieventyä molempien ohjelmaperheiden lähestyessä toisiaan.

Kahden erilaisen koulukunnan pohjalta katsottuna kevättalvesta 2001 käynnistynyt Kalannin muinaismaisemien mallinnoshanke oli erityisen kiinnostava, sillä työryhmä Petteri Alho, Jouko Pukkila, Carita Tulkki ja Kari Uotila edustivat sopivasti raja-aidan molempia osapuolia ja kaikilla asianosaisilla oli aikaisempaa kokemusta vastaavista hankkeista. Kalanti-hankkeelle asetettiin alusta alkaen tavoitteeksi yhdistää toimivalla ja yksinkertaisella tavalla maastotietokanta, paikkatieto-analyysit ja laa-

jojen alueiden mallintaminen kolmiulotteisesti. Toinen lähtökohta oli se, että käytetyiksi ohjelmistoiksi valikoituvat yleisesti käytössä olevat ohjelmistot MapInfo, Idrisi, Autocad ja 3DstudioMax. Tässä kohdin ajatuksena oli se, että yleisesti käytössä olevat yliopistolliset ja kaupalliset ohjelmat olisivat paras pohja kehittää asiaa pitkäjänteisesti ja myös tuottaa tuloksia, jotka ovat siirrettävissä muihin hankkeisiin ja muiden tutkijoiden käyttöön. (esim Uotila *et al* 2002; 2003.)

Kalannin muinaismaisemat hankkeen ensimmäiset tulokset valmistuivat syksyllä 2003 kun SKS:n julkaisemana ilmestyi teos nimeltä *Muinainen Kalanti ja sen naapurit*. Kirjan kolmannessa osassa tarkasteltiin Kalannin ja lähialueiden mielenkiintoisimpia esihistoriallisia ja historiallisia kohteita ja niihin liittyvää tutkimustietoa ja myös kirjassa muualla esitettyjä uusia tulkintoja esimerkiksi muinaisista satamapaikoista. Kirjassa esitettävät kohteet olivat muotoutuneet suhteellisen selviksi jo ennen mallinnososuuden alkua. Osa kohteista jäi pois hankkeen aikana ja muutamia uusia nousi tilalle, mutta suurelta osin kirjan mallinnokset liittyivät kirjan muuhun tutkimustietoon. (Uotila *et al* 2002; 2003; Alho *et al* 2003.)

Kalanti-hankkeen aikana tuli esiin muutama mielenkiintoinen näkökulma. Ensimmäinen liittyi siihen, että joissakin kohteissa varsinainen rakennusten kolmiulotteinen mallintaminen oli pakko jättää sivuun, koska ei ollut olemassa riittävän yksiselitteistä tulkintaa. Tästä hyvä

esimerkki on vaikkapa Nousiaisten alue 1100-luvulla. Toinen haaste liittyi siihen, että mallintaminen koettiin kirjahankeessa monilta osin kuvittamiseksi, jolloin ajateltiin, että esimerkiksi Vehmaan Laittisten kylän kestäkievarin olisi pitänyt erottua muista taloista, mutta samalla haluttiin esittää laajan viljelyalueen (n. 5 x 10 km) maisemaa kokonaisuutena. (Pukkila 2003; Uotila 2003a.) Hankkeen toteutuksen rajana oli se, että kyseessä oli kirjahanke, jossa jokaista kymmentä tutkimuskohdetta esiteltiin kirjassa vain yhdessä värikuvassa. On selvää, että laajan ja monipuolisen kolmiulotteisen maastomallinnoksen todellinen käyttö on parhaimmillaan kun voidaan esittää yhdestä kohteesta useita eri kuvatasoja tai animaatiota tai multimediaa. Tällä tavoin maisemamallinnoksiin saadaan mukaan myös 4D- eli ajallinen ulottuvuus.

Arkeologisen visualisoinnin kannalta erittäin tärkeä kysymys on maan pinnan muotojen ja myös kasvillisuuden onnistunut mallintaminen. Hyvin usein maaston pinnan muodot unohtetaan sekä menneisyyden että nykyisyyden kolmiulotteisissa mallinnoksissa. Tästä hyvänä esimerkkinä ovat suunnittelijoiden ja graafikoiden laatimat talo-, piha-, kortteli- ja kaupunkimallinnokset, joissa koko kohde on tasaisella pinnalla. Teknisesti tasaiselle pinnalle tehty mallinnos on huomattavan helppoa, mutta ikävä kyllä se antaa lähes aina virheellisen lopputuloksen. Tutkimuksen kannalta tärkein kysymys on kuitenkin se, että tasaiselle pinnalle tehtyjen mallinnosten käyttö esimerkiksi maiseman eri piirteiden hahmottamiseen mallin sisältä käsin on jo lähtökohtaiseksi mahdotonta. On oleellisen tärkeää ajatella, että mallinnoshankkeen alussa tehdään tarkka ja mahdollisimman oikea perusaineiston keruu ja mallinnos.

Toinen maastomallin korkeusarvoon liittyvä esittämistapa on korkeuden kertominen esim. 2-5 kertaiseksi. Tämä korkeuserojen korostaminen saattaa hyvinkin olla tarpeellista joissakin tietyissä maastoanalyysissä, mutta arkeologiselta kannalta tällaisten visualisointien arviointi ja käyttö jatkotutkimukseen on vaikeaa. Samoin voi ajatella, että suurelle

yleisölle ei ehkä voida esittää maastomallia, jossa korkeutta on voimakkaasti korostettu.

Maastomallinnoksiin liittyvä kysymys kasvillisuuden ja erityisesti puuston esittämisestä tai poisjättämisestä on usein keskusteltu asia (esim. Seppälä 2003; Uotila 2003b). Kalanti-kirjassa valittiin se linja, että selvät metsäalueet mallinnetaan muodostamalla maaston korkeuskäyrien päälle puustoverkko, jossa yksittäisten puiden sijaan verkon materiaallivalinnoilla esitettiin erilaisia metsäalueita, joiden korkeus oli vaihtelevasti metsän reunasta nousevana 10-15 m varsinaisen verkon yläpuolella. Puustoverkko oli alla olevaa maastoa jonkin verran suurpiirteisempi ja siinä otettiin huomioon myös laajat kallioalueet.

Loppuun saatettu Kalanti-hanke osoittautui ainakin siihen osallistuneiden mielestä niin kiinnostavaksi, että kehitettyjä menetelmiä ollaan soveltamassa uusissa hankkeissa, joista vuoden 2004 alussa on käynnissä seuraavassa tarkemmin esiteltävä Raisionjoen alueen rautakautinen asutus. Raision lisäksi tutkimuksia ja niihin liittyviä mallinnoksia ollaan suunnittelemassa Rauman seudulle ja Hämeen linnan ympäristöön, joten lähivuosina näillä menetelmillä voidaan tuottaa kuvia tai animaatiota vaikkapa näkymästä hiidenkiukaalta aukeavaan merimaisemaan tai näyttää jokin linnavuori puustosta paljaana.

## Mallinnosten lähteet

Kolmiulotteinen mallintaminen edustaa paikkatiedon uusinta visualisointitapaa, jossa virtuaalinen maisema mallinnetaan digitaalisen korkeusmallin ja visualisoitavissa olevan aineiston perusteella. Tämän aineiston yhdistäminen on työlästä, sillä lukuisten kerrosten, teemojen ja muuttujien yhteismitallistaminen on monivaiheinen prosessi. Esimerkiksi kartta-aineisto, jota ei ole suunniteltu visualisointiin, ei aina sellaisenaan sovi ilman muunnoksia aineistoksi. (Alho *et al* 2003:347-348.)

Sekä Kalanti-hankkeessa että meneillään olevassa Raision mallinnoksessa käytettävä

visuaalinen aineisto kootaan eri lähteistä, jotka voi ryhmitellä seuraavasti:

## **Kartta-aineisto**

### ***Peruskartat***

Peruskartta kuvaa ympäristön nykytilaa muutaman vuoden tai korkeintaan vuosikymmenen tarkkuudella. Tilaisuuden tullen on käytetty myös kuntien mittausosastojen tuottamia karttoja. Huomiota on kiinnitetty erityisesti suuria maansiirtotöitä vaatineisiin kohteisiin, kuten tiet, nykyinen rakennuskanta ja hiekkakuopat, sillä ne näkyvät mallinnosten pohjana käytetyssä maastotietokannan korkeuskäyrästä käyrien katkeiluna, joka vaikuttaa lopputulokseen.

### ***Vanhat kartat***

Peruskartoissa ilmenneitä, maansiirrosta aiheutuneita muutoksia edeltävä tilanne on usein ennallistettavissa vanhempien karttojen avulla. Karttoja päällekkäin tarkastelemalla on maisemassa tapahtuneita muutoksia mahdollista hahmottaa 1600-luvulle saakka, jonne asti ulottuvat muutamat maakirjakartat (Rantatupa 2000:76-77). Vanhojen karttojen sisältöä tulkitessa on muistettava, että niihin ei ole koottu kaikkea ympäristödataa, vaan lopputulos vastaa paremminkin kartoittavan tahon tarpeita. Esimerkiksi isojakokartoissa on hyvin huolellisesti dokumentoitu verottajaa kiinnostanut kylien maanjako, pelto- ja niitty maiden sijainti (esim. Kostet 1985:95-98; Roeck Hansen 1998:7), kun taas suurin piirtein samanikäiseen Kuninkaankartastoon ei peltoja ole edes merkitty, vaan huomio on kiinnitetty topografian kuvaamiseen, kuten sotilaiden laatimissa kartoissa yleensäkin (Strang 2000:21). Vanhoista kartoista on hahmotettu mm. tiestön kehittymistä, peltoalan kasvua, kuivattujen järvien sijaintia ja muotoa sekä hyvin vähäisessä määrin myös jokiuomien muutoksia.

### ***Maaperäkartat***

Maaperäkartoista saadaan tietoa maalajeista, joilla on ollut merkitystä esimerkiksi kivi-kautisten asuinpaikkojen valinnalla, pelto- tai kaskimaiden sijoittumisessa tai kasvillisuusolojen arvioinnissa. (esim. Nissinaho 2003.) Ongelma on se, että maaperäkartoissa ilmaistaan vain yleisin maalaji ja sekin tietyllä syvyydellä maanpinnasta, jolloin esimerkiksi ohut pinta- maakerros ei näy niissä. Myöskään pienialaisia maalajiesiintymiä ei ole merkitty. Tilannetta korjaavat agrogeologisten karttojen pintamaalajeja kuvaavat tiedot, mutta karttojen kattavuus on rajallinen. Maaperäkarttojen tietoja on käytetty esimerkiksi historiallisista kartoista havaittujen, sittemmin kuivattujen järvien laajuuden selvittämiseen, jota ei voi peruskarttojen avulla tehdä.

### ***Digitaaliset korkeusmallit (DEM)***

Digitaalisia korkeusmalleja käytetään varsinaisen mallinnoksen runkona, mutta myös analyysivaiheessa. Mallinnoksissa käytetään vektorimuotoista aineistoa, GIS-analyysein aineisto on rasterimuotoista, jossa yksi pikseli vastaa 25x25 metrin kokoista aluetta luonnossa (korkeusmalli 25). Tämä tarkkuus ei aina ole riittävä, jolloin analyysin tarpeisiin on maastotietokannan vektoriaineiston perusteella interpoloitu tarvittava alue pienemmällä pikselikoolla. Korkeusmallien avulla on selvitetty mm. rannansiirtymän vaikutusta maisemaan, muinaisjäännösten suhdetta rantavaiheisiin ja maaston viettosuuntia.

### ***Arkeologinen data***

### ***Muinaisjäännökset***

Mallinnettavan alueen muinaisjäännöskanta – niin esihistoriallinen kuin historiallinenkin – pyrittiin etsimään mahdollisimman kattavana ja tiedot siirrettiin excel-taulukkoon, joka koordinaattitiedon avulla linkitettiin karttoihin. Muinaisjäännösten luonne selvitettiin, samoin ajoitus ja joissakin tapauksissa myös laajuus.

Koska nämä asiat ovat riippuvaisia kohteiden tutkimushistoriasta, myös sitä selvitettiin.

Muinaisjäännösten perusteella tehtiin myös päätelmiä seikoista, joista ei voi osoittaa arkeologisia todisteita: kalmisto osoittaa asutusta ja myös sen kesto, vaikkei varsinaista asuinpaikkaa tunnettaisikaan. Tällaisissa tapauksissa rakennukset sijoitettiin kalmiston lähistölle käyttäen niitä kriteerejä, joita saatiin jossakin muualla sijaitsevaa samantyyppistä (ja mielellään myös samanaikaista sekä samaan kulttuuripiiriin kuuluvaa) kohdetta analysoimalla. Asutusvaiheen keston arvioitiin vaikuttavan kohteen ympäristössä olleisiin ihmistoiminnan jälkiin siten, että mitä pitkäkestoisemmasta kohteesta oli kyse, sitä näkyvämpi vaikutus. Tästä johtuen laajempien alueiden analyysissä kiinnitettiin huomio myös muinajäännösten perusteella hahmotettavaan asutuksen keston ja leviämiseen.

### **Historiallinen data**

Analyysivaiheessa on käytetty myös historiallista lähdeaineistoa, pääasiassa asutuksen sijaintiin ja ikään sekä elinkeinoihin liittyvää. Aineisto on koottu lähinnä paikallishistorioista, erilaisista teematutkimuksista ja artikkeleista.

### **Luonnontieteellinen data**

Arkeologinen tutkimus käyttää apunaan runsaasti luonnontieteen menetelmin saatuja tuloksia, joita on hyödynnetty myös mallinnosten teossa. Näitä ovat esimerkiksi siitepölyanalyysien tulokset, joita on käytetty viljelyhistorian selvittämisessä sekä geologien rannansiirtymistä käsittelevät tutkimukset (Lounaisrannikon osalta ks. Hatakka & Glückert 2000). Aineistoa on kuitenkin saatavissa vain joiltakin alueilta ja ongelmia aiheuttaa myös se, ettei aina voi osoittaa arkeologisesti siitepölytyössä näkyvää viljelyvaihetta ja sen todennäköisesti edellyttämää asutusta. Toisaalta esimerkiksi varhaisin kaskiviljely oli pienialaista ja kierto pitkä, joten viljapölytyön avulla ei aina tavoiteta

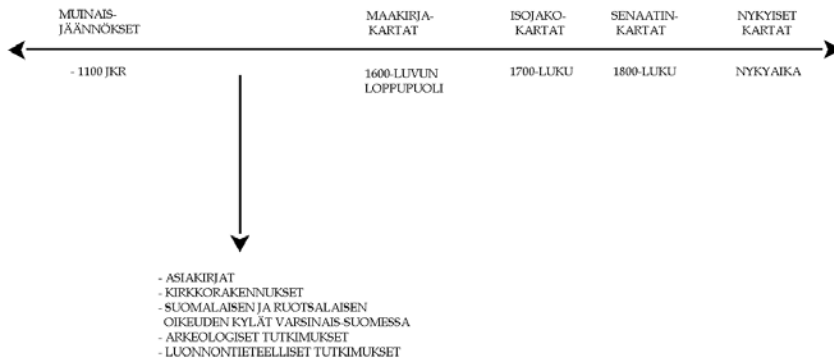
vanhinta vaihetta. (Nissinaho 2003: 98; Salonen & Vuorela 1983:48-49.)

### **Aineiston käsittely**

Raision mallinnoksen työstäminen aloitettiin arkistomateriaalin kokoamisella ja läpikäymisellä, jonka jälkeen se muutettiin digitaaliseen muotoon. Kartat skannattiin ja asemointiin samaan koordinaattijärjestelmään MapInfossa, jossa niitä käytettiin rasterikuvana yhdessä muiden karttojen kanssa tai tarvittaessa osia siitä digitoitiin vektorimuotoon (Aarnio 2000: 122–124). Ongelmia aiheutti – etenkin vanhemmissa kartoissa – varmojen asemointipisteiden tunnistaminen sekä kartoitustarkkuus, etenkin kulma- ja etäisyysvirheet (Roeck-Hansen 1998:10), joiden takia eräitä karttoja piti oikaista (oikaisemisesta ks. Alho 1998). Muun materiaalin sijainti- ja ominaisuustiedot koottiin taulukoiksi tai tietokannoiksi, joissa tiedot ilmaistiin pääasiassa piste-mäisenä ja muun aineiston kanssa samassa koordinaattijärjestelmässä. Tämä yhteismitallistaminen on edellytys gis-analyysille. Keskeisiä työvälineitä olivat MapInfo- ja Idrisi- paikatieto-ohjelmat, mutta datan kokoamisessa, säilyttämisessä, muokkaamisessa ja siirrossa käytettiin myös kuvankäsittely- ja taulukkolaskenta-, tietokanta- ja cad-ohjelmia.

Esimerkiksi kirjan *Muinainen Kalanti* mallinnosten aineiston analyysivaiheessa painottuivat eri lähteet eri tavoin riippuen siitä, oliko mallinnettava kohde esihistorialliselta vai historialliselta ajalta. Mitä lähempänä nykyaikaa oltiin, sitä enemmän korostui kartta-aineisto ja esihistoriallisen kohteen käsittelyssä puolestaan muinajäännösten ja luonnontieteellisen tutkimusten aineisto muodostui informatiivisemmaksi. Kaavio 1 selvittää ongelmia, jotka lähdeaineistossa nousivat esiin – ongelmallisin ajankohta on keskiaika, jolta ns. suorina pidettäviä lähteitä on vähiten ja päätelmiä jouduttiin tekemään asiasta epäsuorasti kertovista lähteistä.

Aineiston pääasiallinen käsittelytapa ovat



Kaavio 1. Mallinnosten sisällöntuotannossa käytettyjen lähteiden ajallinen kattavuus.

overlay-analyysit, jotka mahdollistavat käsitteilytävän, jota olemme kutsuneet *poissulkevaksi menetelmäksi*. Siinä mallinnettavaa kohdetta ja sen ympäristöä lähestytään etsimällä esitysjankohtaa nuoremmat ilmiöt, kuten esimerkiksi tielinjat, asutus ja rantavaiheen alapuolelle jäävät minaisjäännökset ja poistamalla ne. Tällä tavoin päästään tilanteeseen, jossa on yksi todennäköisimpiä vaihtoehtoja sisältävä aineisto, jonka esitysmuoto on pääsääntöisesti kartta. Useissa tapauksissa ilmiöt esiintyivät vain osassa visualisoitavaa aluetta. Loppualueen ”täyttämässä” on käytettävä tulkintaa. Tähän vaiheeseen kuuluivat myös maastokäynnit, joiden aikana paikan päällä arvioitiin tehdyn analyysin todenmukaisuutta ja tutkittiin alueita, joista ei ole tulkittua kartta- tai arkistoaineistoa visualisointeihin. (Uotila *et al* 2002; Alho *et al* 2003.)

### Esimerkki analyysistä: Raision myöhäisrautakausi

Mallinnoksia voi käyttää joko kuvina tai videoina esittämään maisemaa, jota ei enää ole olemassa. Muuritutkimus ky työstää tällä het-

kellä Raision museokeskus Harkkoon animaatiota, jossa esitetään jokilaaksoa esihistoriallisen ja historiallisen ajan taitteessa sekä erikseen viime vuosina tutkitun Papinkallion asuinpaikan esiroomalaista asutusvaihetta ja ympäristöä, jossa tuolloin asuttiin. Asuinpaikkaa on tutkittu arkeologi Jari Näräsen johdolla ja koska kaivaustulosten tulkinta jatkuu edelleen, on uusia tuloksia tarkoitus myöhemmin käyttää mallinnoksen täydentämisessä. Myöhäisrautakautisen vaiheen lähtökohtana ovat tietenkin tuohon vaiheeseen ajoittuvat muinaisjäännökset, Ihalan Vanhan Kansakoulun ruumiskalmisto ja sen viereinen Mullineduspellon asuinpaikka, Papinkallion asuinpaikka sekä Mahittulan Tuomaalan kalmisto. (Näränen & Heikkinen 2000.) Samassa maisemassa ovat olleet olemassa myös aikaisemman asutuksen merkit, käytöstä jääneet kalmistot ja asuinpaikat ja ehkä niiden tuloksena muodostunut raivaustyö.

### Arkeologinen aineisto

Raision nuoremman rautakauden asutus on keskittynyt joen, ja jossain määrin sen pienempien sivu-uomien varteen, peltojen ympär-

röimille metsäisille saarekkeille. Nykyisellään pellot ovat täyteen rakennettuja, mutta vielä 1800-luvulla maisema on ollut avointa. Kalmistojen ja asuinpaikkojen sijainti viljelyyn ja rakentamiseen soveltumattomilla kivisillä ja kalliopohjaisilla mäillä on edesauttanut muinaisjäännösten säilymistä nykyisin tiheään rakennetun kaupungin keskustassa. 1990-luvulla löydettiin tunnettujen muinaisjäännösten läheisyydestä kuppikiviä. Raision muinaisjäännöksistä on saatu paljon uutta tietoa niissä tutkimuksissa, joita Turun yliopiston arkeologian oppiaineen johdolla tehtiin 1980-luvun puolivälistä alkaen (Brusila 1992; Diaz-Kommonen 2002; Näränen & Heikkinen 2000). Myös aikaisempien tutkimusten tulokset olivat merkittäviä ja niiden tuloksena näyttää siltä, että vauraudeltaan Raision myöhäisrautakautinen asutus rinnastui viereiseen Aurajokilaaksoon, joskin se on hieman nuorempaa, pääosin merovinki- ja etenkin viikinkiajalla alkanutta. Vanhimmat esinelöydöt kalmistoista ajoittuvat roomalaiselle rautakaudelle, mutta niiden määrä on vähäinen. (Näränen & Heikkinen 2000:60; Kivikoski 1960:30.) Vanhin rautakautisen asutuksen jälki on kuitenkin löydetty Papinkallion kaivauksissa, josta löytyi esiroomalaiselle ja ehkä vanhemman roomalaisajan alkupuolelle ajoittuvaa Morbyn keramiikka (Näränen 2002:9).

Tunnetun esiroomalaisen ja roomalaisen rautakauden aineiston tarkastelun perusteella vaikuttaa siltä, että Raisionjokilaaksossa on tuolloin ollut kaksi asutusyksikköä, toinen Mahittulassa ja toinen Papinkalliolla, 1,3 kilometrin etäisyydellä toisistaan. Papinkalliolla on kaivauksissa löydetty Morbyn keramiikkaa ja samaan vaiheeseen liittyväksi tulkittuja paalunjälkiä, Mahittulassa on kalmistoaineiston seassa todettu mahdollisia Morbyn keramiikan paloja. Asutuksen tarkemmasta ajoituksesta ja kestosta saati intensiteetistä löydöt eivät (vielä) kerro. Varmoja kalmistohavaintoja asutuksen tueksi ei voi osoittaa, mutta Mahittulan kalmistosta on löytynyt muutama roomalaisajalle ajoittuva esine (Näränen & Heikkinen 2000:30). Kalmistosta mainitaan löydetyn merkkejä myös

jonkinlaisesta rakennuksesta (Bergström *et al* 1973:29), mutta kaivaukset ei koskaan tehty. 300 metrin päässä Papinkallion asuinpaikasta etelään sijaitsee Jukolan kalmisto, josta on löydetty nuoremman roomalaisajan solki (Näränen & Heikkinen 2000:38). Kansainvaellusajalta ei tunneta löytöjä.

Nuoremmalla rautakaudella esineellinen hautautapa ilmaantuu merovinkiajalla ja voimistuu viikinkiajan alussa, jolloin käytössä oli useita kalmistoja niin jokilaaksossa kuin pienempien purojenkin varsilla. Myös siirtyminen polttohautauksesta ruumishautauksiin näkyy Raisiossa ja siellä on tutkittu myös rautakautisia asuinpaikkoja. (Näränen & Heikkinen 2000:60-61.) Muinaisjäännösten levintää tarkasteltaessa huomio kiinnittyy kahteen tihentymään, joista toinen on Papinkallion asuinpaikan ympäristössä, ns. Käärmevallion alueella. Asuinpaikasta 100 – 250 metrin päässä on kolme kalmistoa, joiden käyttöperiodit menevät osittain päällekkäin ja joiden käyttö näyttää loppuvan viikinkiajan päättyessä. Toinen tihentymä on Papinkalliosta n. 700 m etelään oleva Siiri 1:n polttokenttäkalmisto, Siiri 2:n muinaisjäännöskohde ja Linnasmäen muinaisjäännös, johon kuuluu ainakin ilmeinen polttokalmisto mäen etelärinteellä. Nimensä perusteella (jo v. 1725 isojakokartassa esiintyvä) mäkeä on arveltu esihistorialliseksi linnavuoreksi. Saman peltoaukean – jolta myös on löytöjä – eteläpuolella sijaitsevat Mullineduspellon myöhäisrautakautinen – varhaiskeskiaikainen asuinpaikka ja Ihalan kansakoulun ristiretkiaikainen ruumiskalmisto.

Historialliseen aikaan saattaa ajoittua Huhkonkosken löytöpaikka, sillä sen sijainti sopii karttojen osoittamaan kosken viereiseen (myläri?)torppa-asutukseen eikä mikään estä ajoittamasta sitä samoin koetutkimushavaintojen – pikimustaa maata ja palanutta savea – perusteella.

### **Asutus historiallisella ajalla**

Aulis Oja on yksityiskohtaisesti tarkastellut

Raision kylien ja jakokuntien syntyä ja ikäsuhteita. Vuodelta 1539 mainitaan 39 suomalaisen oikeuden kylää, mutta kylien verotusjärjestelmän, jakokuntajaon ja keskiaikaisten asiakirjatietojen perusteella hän seuloi aineistosta esiin viisi vanhimpana pitämäänsä kylää, joista neljässä sijaitsee nuoremman rautakauden kalmistoksi määritetty muinaisjäännös. Muut kylät on sitten perustettu näistä vanhimmista käsin 1200-luvun loppuun mennessä. (Oja 1960:50-61.) Kalmistollisista kylistä Ihalassa ja Mahittulassa oli jo vanhemmalla rautakaudella kalmisto.

Suomalaisten kylien ikä on ollut ongelma – tai paremminkin ongelma on ollut ristiretkiaikaisten kalmistojen ja suomalaisen oikeuden kylien lukumäärällinen suhde. Esimerkiksi Aurajokilaaksossa tunnetaan viitisentoista rautakauden lopun kalmistoa ja runsaat 100 suomalaisen oikeuden kylää, jotka on vakiintuneen käsityksen mukaan perustettu viimeistään

1300-luvulla (esim. Salo 1995:25-26). Vastava kasvu näkyy monella muullakin seudulla (Kaitanen 2003:158). Tätä on pyritty selittämään monin tavoin. Esimerkiksi Sirkku Pihlman arvelee, ettei kalmistojen ilmaisema asutus olekaan ainoa asutus rautakaudella. Hänen esittämänsä ajatuksen mukaan esimerkiksi kultillisesti johtavassa asemassa olleet talot näkyvät kalmistoina, mutta niiden lisäksi on ollut koko joukko taloja, joita ei voida arkeologisesti toistaiseksi havaita. (Pihlman 2003:32-33.)

### **Kartat**

Työssä käytetty Raision vanhin kartta-aineisto käsitti senaatinkartan, kuninkaankartaston ja Ihalan kylän isojakokartan vuodelta 1725. Ongelmaksi muodostuivat peltoalan muutokset, sillä vain Ihalan kylästä oli kaksi sarjaa (Kuninkaankartastoon ei ole peltoja

Kuva 1a & b: Raision alueen rantavaiheet 250 vuoden välein 500 eKr. – 1250 jKr. Tummin rasteri kuvaa tilannetta n. 500 eKr., jolloin merenpinta oli n. 13 metriä nykyistä korkeammalla, valkoinen alue on meri n. 1250 jKr. Viereisessä kuvassa näkyvät vaaleanharmaalla n. 750-1250 jKr. välisenä aikana maatuneet alueet.



merkitty), mutta koko muusta alueesta vain 1800-luvun jälkipuolen senaatinkartassa näkyvä tilanne. Vaikka vanhojen karttojen tiedot pelloista ja niityistä eivät sellaisenaan kerrokaan suoraan rautakautisesta viljelystä, on kulttuurimaiseman osien organisoiminen jossain määrin alkanut jo esihistoriallisella ajalla ja siten vanhimpien peltojen ja niittyjen tarkastelu antaa johtolankoja tämän kehityksen tarkasteluun (Roeck-Hansen 1988:11). Kartat paljastivat mm. peltoalan kasvusuunnat 1700-luvun alkupuolelta alkaen, mutta vertaamalla niiden osoittamaa tilannetta suomalaisten oikeuden kylien ja rautakautisten muinaisjäännösten sijaintiin sekä rantavaiheisiin, päästiin kulttuurimaiseman kehitystä lähestymään luotettavalta tuntuvalla tavalla.

### **Korkeusmallien analysointi**

Koska tutkimusalue sijaitsee rannikolla, on maankohoaminen maisemaan olennaisesti vaikuttanut ympäristötekijä – jokilaaksossa on aivan vierekkäin alueita, jotka ovat paljastuneet satojen vuosien välein meren alta. Tutkimusalueella maankohoamisen vaikutuksia tarkasteltiin luokittelemalla rasteriaineistosta rantavaiheet 250 vuoden välein esiroomalaisen ajan alusta varhaiskeskiajalle. Tällaisella rannansiirtymäsarjalla hahmotettiin mm. maatumien syntyä ja niiden laajuutta, joita käytettiin arvioitaessa asutuksen lähellä sijainneiden alueiden maankäytön edellytyksiä, kuten kohonneen maan soveltuvuutta niityiksi. Suurimmat muutokset jokilaaksossa tapahtuivat aikavälillä 0 – 250 jKr., jolloin meren alta vapautui melko laajoja alueita ja saaria liittyi mantereeseen. Raisionjoen paikalla lainehti vielä tuolloin

*Kuva 1b*

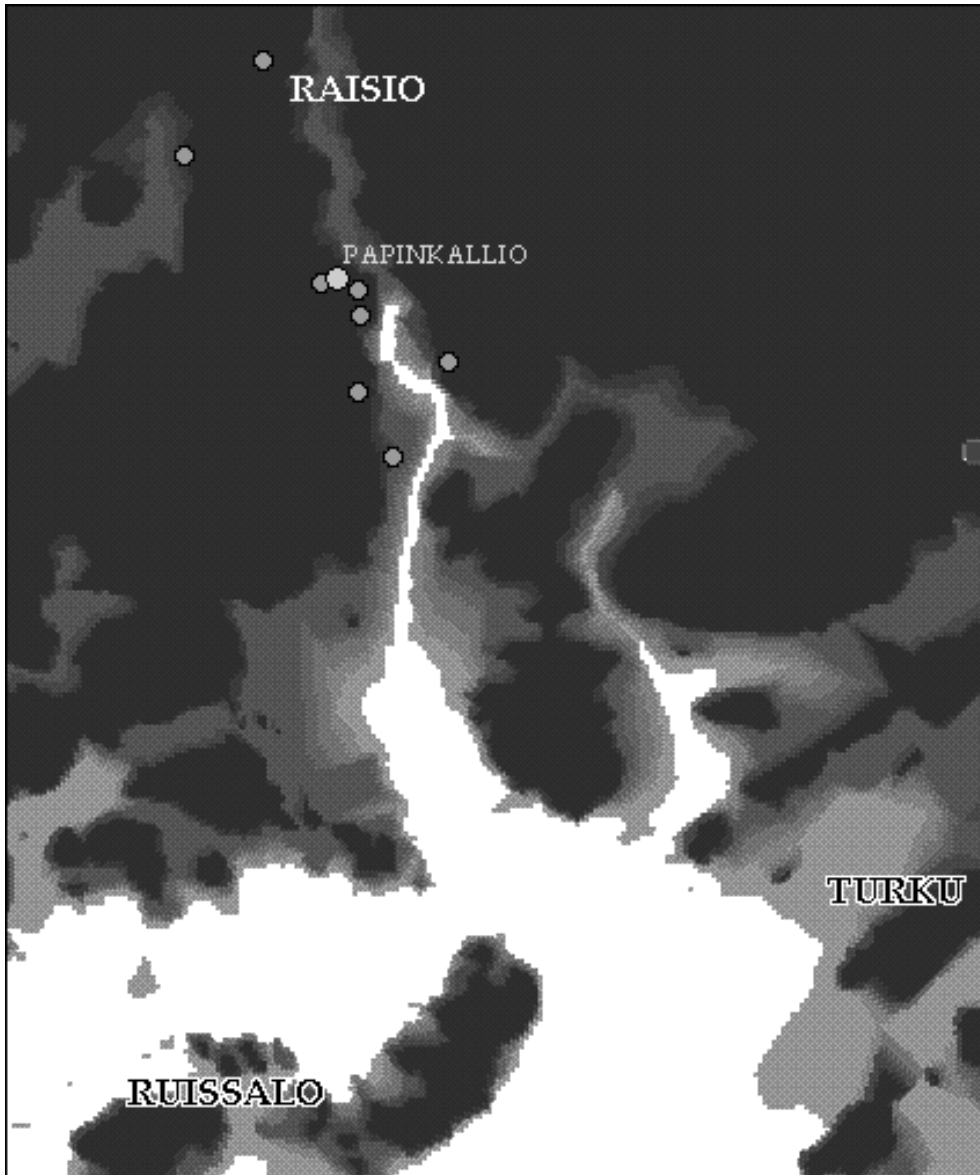
Kuva poistettu tekijänoikeudellisista syistä.



melko laaja merenlahti, joka viikinkiajalla muuttui kapeaksi salmeksi, johon joki toi makeaa vettä.

Rantavaiheiden lisäksi korkeusmallien avulla tarkasteltiin mm. rinteiden viettosuuntia ja

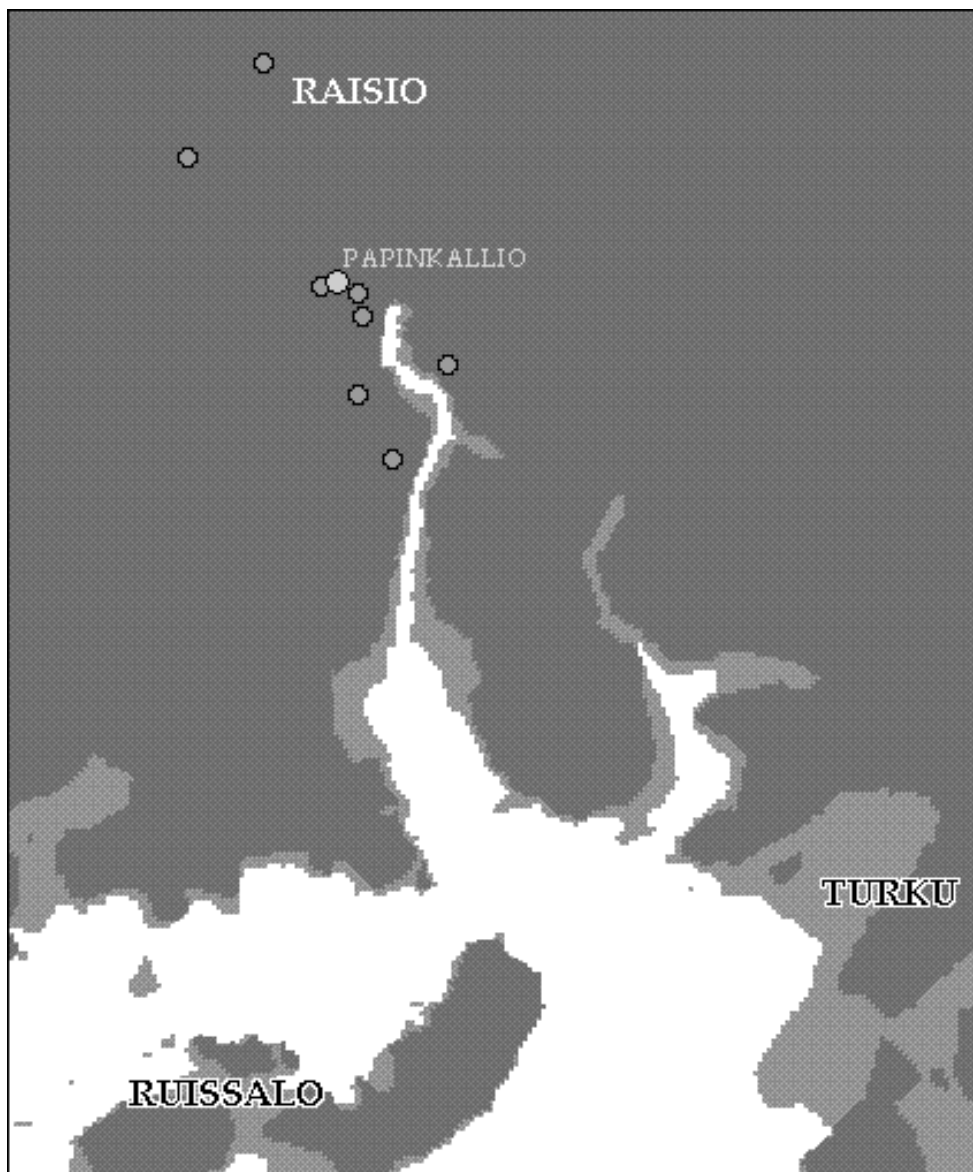
maan kaltevuutta, joiden avulla etsittiin asuinpaikoiksi soveltuvia alueita tai varhaiseen peltoviljelyyn kelvollisia loivia rinteitä. Raision maalajijakauma on maaperäkartan perusteella



*Kuva 2a & b. Kalanti-hankkeessa ja Raisio-hankkeessa maastomalli on rakennettu vaiheittain niin, että Maanmittauslaitoksen maastotietokannasta (1:20 000) poimitaan kyselyin 2,5 - 5 m välein korkeuskäyräaineisto, jota täydennetään ranta-alueiden osalta soveltuvin osin. Tämä mif- tai dxf-pohjainen aineisto siirretään Autocad Map-ohjelmaan, jossa vektoripohjaiset polylinekäyrät siirretään oikealle korkeudelle. Tämän jälkeen korkeuskäyräaineisto siirretään 3Dstudio-ohjelmaan (joko Max tai Viz), jossa Terrain-komennon avulla tehdään neliöverkko, jonka laskennallista tarkkuutta ja esimerkiksi väriskaalaa voidaan ohjelmassa säätää ja muuttaa. Tähän verkkoon voidaan kiinnittää valitut materiaalit ja se toimii esimerkiksi VRML-virtuaalimallin verkkona.*

melko yksipuolinen: tasaisia alueita peittää savi, josta kohoaa kalliopohjaisia mäkiä – hiekkamaata on vain kirkon ympäristössä. Agrogeologisen kartan perusteella pintamaajakauma on

kauden lopulta 600-700 jKr., jolloin indikaattori-ripölystä lisääntyy, 200/300 – 600-700 jKr., jolloin paikallaan pysyvään kaskeamiseen perustuva viljely muutti maiseman avoimeksi,



Kuva2b

hieman monipuolisempi, siinä näkyy mm. että jäykän saven päällä on paikoitellen kevyempää savea ja hiekkaa.

Paleoekologisin tutkimuksin on Turun seudun – johon Raisionjokilaaksokin kuuluu – asutushistoriassa erotettu neljä vaihetta: kivi-

600/700 – 1850 jKr., jolloin rukiin peltoviljely piti maiseman jatkuvasti avoimena ja neljäntenä vaiheena viimeisen sadan vuoden vaihe, joka ei enää hahmotu yhtä selkeänä siitepölymateriaalissa kuin sitä edeltänyt vaihe (Salonen & Vuorela 1983:53-54).

## Analyyisin tulokset

Vanhempaa, esiroomalaista vaihetta luonnehtii merellisyys, molemmat löytöpaikat ovat kapean merenlahden länsirannalla n. 1½ kilometrin päässä toisistaan. Asuinpaikat sijaitsivat pienillä mineraalimaan peittämällä kallioalueilla ja niitä ympäröivät savialueet – jos Mahittulan kalmiston löydöt todella kertovat asuinpaikasta. Rannansiirtymäsarjan perusteella ympäristöolot olivat vakiintuneet roomalaisajan kuluessa eikä suuria maa-aloja enää vapautunut meren alta. Muutoksia tapahtui oikeastaan vain melko jyrkän jokiuoman varrella, jokisuussa sekä varsinaisen meren rannalla. Asuinpaikkojen lähimmässä ympäristössä oli melko paljon korkeuseroja ja hyvin vähän sellaisia kevyitä maalajeja, joilla varhainen viljelys ehkä olisi ollut mahdollista. Siitepölymateriaali ei selvästi kerro, viljeltiinkö alueella esiroomalaisella ajalla. Se on voinut olla niin pieni-muotoista, etteivät jäljet näy. Mallinnoksessa tämä ratkaistiin sijoittamalla muutamia pieniä peltoja asutuksen läheisten mäkien rinteille paikoille, jonka kaltaisessa ympäristössä historiallisen ajan kaskiviljely on tapahtunut.

Rautakauden loppuvaiheen osalta päädyttiin esittämään mallia, jossa on huomioitu varsinaisten ristiretki- ja varhaiskeskiaikaisten muinaisjäännösten ilmaiseman asutuksen lisäksi viikinkiaikaiset kalmistot sekä Aulis Ojan rekonstruoimista vanhimmista suomalaisen oikeuden kylistä myös Mälikkälä, josta ei tunneta kalmistoa. Tiukasti faktoissa pysyvä tällainen tulkinta on melko lavea, mutta toisaalta läheskään kaikkia tunnettuja kalmistoja ei ole kokonaisuudessaan tutkittu tai niiden aineistoa ei ole käyty kunnolla läpi, eikä kalmistottomilla suomalaisen oikeuden kylätonteilla ole suoritettu tutkimuksia lainkaan. Peltojen osalta analyysi on oikeastaan vielä vaikeampi, sillä asuinpaikkojen lähiympäristössä on vain niukasti sellaisia alueita, joille ne esimerkiksi *Muinainen Kalanti* -kirjan mallinnoksissa sijoitettiin. Siinä kriteereinä pidettiin esimerkiksi loivaa etelälänsi-viettoa, mineraalimaata sekä sijaintia vanhimmilla kartoista hahmotetuilla peltoalueil-

la (Pukkila 2003:354-355), mutta tämän kaltaisia alueita kartta-analyyseissä ei Raision-jokilaaksossa löydetty. Joko niitä ei asuinpaikkojen läheisyydessä ole tai ne ovat niin pieni-aloisia, ettei niitä pysty jäljittämään pelkästään karttojen avulla. Peltojen sijoittelukriteerinä käytettiin niitä kevyen saven alueita, jotka paikoitellen peittävät tasaisia jäykemmän saven alueita jokivarressa ja joilla muinaisjäännökset ja kartoissa erottuvat vanhimmat pellot ovat sijainneet. On selvää, ettei nyt tehty analyysi yksin ole riittävä pääteltäessä peltojen sijaintia, vaan lisäksi tarvitaan esimerkiksi kylien ympäristöolojen tarkempaa analysointia ja kenttätutkimuksia. Pääteltäessä rakennusten kokoa ja sijoittelua asuinpaikoilla käytettiin niitä tietoja, joita Mullineduspellon asuinpaikatutkimuksista on julkaistu (esim. Näränen & Heikkinen 2000; Vuorinen 2003). Rautakauden lopulla on myös todennäköisesti ollut jo olemassa jonkinlainen tieverkosto – Huhkonkoski ainakin teki joen yläjuoksun käytön hankalaksi Papinkallion pohjoispuolella. Mallinnosta varten tieverkosto luotiin yhdistämällä rekonstruoidut asutukset toisiinsa ja vertaamalla tulosta vanhimpiin karttoihin sekä maaston jyrkkyyteen. Vanhojen karttojen avulla rekonstruointiin myös se pienten purojen verkosto, joka yhdisti monet rautakautiset kohteet mereen, mutta joka on nykyään jäänyt asutuksen alle eikä ole peruskartoista hahmotettavissa. Analyysin tavoitteena oli hahmottaa Raision menneisyydestä kuva, joka olisi perusteltavissa, mutta tulkintaan sisältyy kuitenkin paljon aineistoa, joka vaatisi lisätutkimuksia.

## Lähteet

- Aarnio, Jouni 2000: Paikkatietojärjestelmät ja historiallinen karttamateriaali. *Kartta historian lähteenä*. Toim. Heikki Rantatupa Jyväskylän yliopiston ylioppilaskunnan julkaisusarja 55. Jyväskylä.
- Alho, Petteri 1998: *Historiallisten kartta-aineistojen oikaiseminen digitaalisesti*. Maantieteen LuK-tutkielma. Turun yliopiston maantieteen laitos. Turku.

- Alho, Petteri - Pukkila, Jouko - Tulkki, Carita & Uotila, Kari 2003: Menneisyyden maiseman visualisointi tietokoneella. *Muinainen Kalanti ja sen naapurit*. SKS 825. Toim. Veijo Kaitanen, Esa Laukkanen ja Kari Uotila. Hämeenlinna.
- Bergström, Matti - Lehtosalo, Pirkko-Liisa & Tomanterä, Leena 1973: Raision Mahittulan ruumishauta n:o 2. *Suomen museo* 1973.
- Brusila, Heljä 1992: *Muinaisesta Raisiosta*. Raisio.
- Diaz-Kommonen, Lily 2002: Art, Fact, and Artifact production. Design Research and Multi-disciplinary Collaboration. *University of Art and Design Helsinki A 37*. Jyväskylä.
- Hatakka, Lassi & Glückert, Gunnar 2000: Calibration curves representing shore displacement of the Baltic based on radiocarbon ages in the Karjaa, Perniö, Turku, Mynämäki, and Laitila areas, SW Finland. *Sites and Settlements. Publications of the project Changing Environment – Changing Society*. Ed. Aino Nissinaho. Turku.
- Kaitanen, Veijo 2003: Korpipoluilta maanteille, luonnonsatamista markkinapaikkoihin. *Muinainen Kalanti ja sen naapurit*. SKS 825. Toim. Veijo Kaitanen, Esa Laukkanen ja Kari Uotila. Hämeenlinna.
- Kivikoski, Ella 1960: Raision esihistoria. *Raision historia 1*. Turku.
- Kostet, Juhani 1985: Varsinais-Suomen 1600-luvun muinaisjäännökset. *Turun maakuntamuseo, vuosikirja ABOA* 49. Turku.
- Nissinaho, Aino 2003: Metsän, pellon ja veden viljää – Sääksmäen alueen elinkeinostrategiat ja asutus rautakaudella. *Sääksmäen Rapolan rautakautinen maisema ja elinkeinot Valkeakoskella. Rapola-tutkimuksia* 3. Museovirasto. Jyväskylä.
- Näränen, Jari 2002: *Raisio Kuloinen Papinkallio 1, rautakautisen asuinpaikan tutkimus 4.6. – 27.7.2001*. Kaivauskertomus. Turun yliopiston arkeologian oppiaineen arkisto. Kopio Museoviraston topografisessa arkistossa.
- Näränen, Jari & Heikkinen, Titta 2000: *Vuositu-hansien taa. Raision esihistorian pääpiirteet. Raision kulttuuritoimen julkaisuja 1/ 2000*. Raisio.
- Oja, Aulis 1960: Raision keskiaika ja 1500-luku. *Raision historia 1*. Turku.
- Pihlman, Sirkku 2003: Ikivanha raja-alue vallan tukikohdaksi? Kaupungin sijainti rautakautista taustaa vasten. *Kaupunkia pintaa syvemmältä - Arkeologisia näkökulmia Turun historiaan. Archaeologica Medii Aevi Finlandiae IX*. Toim. Liisa Seppänen. Turku.
- Pukkila, Jouko 2003: Rautakauden yhteisöt. *Muinainen Kalanti ja sen naapurit*. SKS 825. Toim. Veijo Kaitanen, Esa Laukkanen ja Kari Uotila. Hämeenlinna.
- Rantatupa, Heikki 2000: Maakirjakartat. Teoksessa Rantatupa, Heikki (toim.): *Kartta historian lähteenä. Jyväskylän yliopiston ylioppilaskunnan julkaisusarja* 55.
- Roeck Hansen, Birgitta 1998: De äldre lantmäteriakterna i Finland – täckningsgrad, innehåll och praktiskt utnyttjande. *Maiseman arkeologia*. Toim. Juha-Matti Vuorinen. Suomen arkeologinen seura. Turku.
- Salo, Unto 1995: Aurajokilaakson pronssikautinen ja rautakautinen asutus. Tietoja, tulkin-toja, kysymyksiä. *Ihmisen maisema. Kirjoituksia yhteisön ja ympäristön muutoksesta Lounais-Suomen rannikolla. Projektin Muuttuva miljö – muuttuva yhteisö julkaisuja*. Toim. Aino Nissinaho. Turku.
- Salonen, Veli-Pekka & Vuorela, Irmeli 1983: Turun seudun asutushistoria paleoekologisin menetelmin tutkittuna: A. Siitepölyanalyysi. *Arkeologian päivät Lammilla 7.-8.4. 1983. Karhunhammas 7*. Toim. Sirkku Pihlman, Sirpi Fagerlund & Aino Nissinaho. Turku.
- Seppälä, Sirkka-Liisa 2003: Muinaislinna ja maisema – visuaalinen maisema-analyysi arkeologiassa esimerkkinä Rapolan muinaislinna. *Sääksmäen Rapolan rautakautinen maisema ja elinkeinot Valkeakoskella. Rapola-tutkimuksia* 3. Museovirasto. Jyväskylä.
- Strang, Jan 2000: Suomen kartastot. Teoksessa Rantatupa, Heikki (toim.): *Kartta historian lähteenä. Jyväskylän yliopiston ylioppilaskunnan julkaisusarja* 55. Jyväskylä.
- Uotila, Kari 2003a: Keskiajan kirkot ja linnat. *Muinainen Kalanti ja sen naapurit*. SKS 825. Toim. Veijo Kaitanen, Esa Laukkanen ja Kari Uotila. Hämeenlinna.
- Uotila, Kari 2003b: Turun linna ja sen kaupunki. *Kaupunkia pintaa syvemmältä - Arkeologisia näkökulmia Turun historiaan. Archaeologica Medii Aevi Finlandiae IX*. Toim. Liisa Seppänen. Turku.
- Uotila, Kari - Alho, Petteri - Pukkila, Jouko & Tulkki, Carita 2002: Changes in Natural and Human Landscape from 500 BC to 1500 AD - Modeling large landscape areas in

prehistoric and medieval South-West Finland. Niccolucci, F. and Hermon, S. (eds.) *Multimedia Communication for Cultural Heritage. Proceedings of the workshop held in Prato, 1 October 2001*. Budapest: Archaeolingua.

Uotila, Kari - Alho, Petteri - Pukkila, Jouko & Tulkki, Carita 2003: Modeling Natural and Human Landscape in Prehistoric and Medieval Southwest Finland from 500 BC to 1500 AD - Computer Based Visualization. The Digital Heritage of Archaeology, CAA2002. *BAR, International Series*. Ed. Martin Doerr & Apostolos Sarris.

Vuorinen, Juha-Matti 2003: Hallitalo ja hirsirakennus – elämää ahtaassa asumuksessa mutta väljässä pihapiirissä. *Muinainen Kalanti ja sen naapurit. Talonpojan maailma rautakaudelta keskiajalla*. SKS 825. Toim. Veijo Kaitanen, Esa Laukkanen & Kari Uotila.