

# Maannos, maaperä ja niiden tutkimuksen menetelmät; arkeologin näkökulma

Mika Lavento

## Miksi maaperän ja maannoksen tutkimus on arkeologille tärkeää?

Laajasti kenttätöitä tehnyt arkeologi ymmärtää, että maaperän ja erityisesti sen pintakerroksen, maannoksen, ilmiöiden mahdollisimman hyvä ymmärtäminen on oleellinen osa muinaisjäännöksen onnistunutta tulkintaa. Huomiot maaperästä kutoutuvat läheisesti arkeologisten havaintojen tekemisen prosessiin; ne myös vaikuttavat – ja ovat usein jo vuosituhansia vaikuttaneet – muinaisjäännösten syntyyn. Ne myös määräävät pitkälti sen, mitä nykytutkijan havaittavaksi on säilynyt ja millaisena hän kohteensa näkee.

Vaikka kaikki tämä onkin yleisesti tunnustettu, on silti hieman yllättävää, miten vähälle huomiolle ennen kaikkea maaperän ja maannosten tutkiminen on arkeologien piirissä jäänyt. Mm. Englannissa ja Yhdysvalloissa asiaan on kiinnitetty jonkin verran huomiota. Siellä tällaiset tutkimukset kuuluvat ympäristöarkeologian, *environmental archaeology*, alaan (ks. esim. Butzer 1971, 1982; Evans & O'Connor, T. 1999).

Suomessa aihe on jäänyt vähemmälle huomiolle ehkä siitä syystä, että se vaatii syventymistä maaperäologiaan ja maaperäkemiaan. Ottaen huomioon alalla toimivien tutkijoiden varsin vähäisen määrän tämä on ymmärrettävää. Kun myöskään perinteisesti arkeologien kanssa yhteistyössä toimineet maaperägeologit eivät muutamaa poikkeusta

lukuun ottamatta (Jauhiainen 1973; Okkonen & Petäjä-Ronkainen 1996) ole tunteneet arkeologeja lähellä olevia kysymyksenasetteluja kohtaan erityistä vetoa, se ei ole saanut ansaitsemaansa huomiota. Kvartaarigeologeja ovat työllistäneet esim. laajat harjumuodostelmat, reunamuodostumat, kohteiden ajoittaminen, sekä siitepölytutkimukset. Heitä enemmän maaperän pienoisorakenteita ovat selvitelleet luonnonmaantieteilijät ja maanviljelyskemistit, joiden tutkimuksissa maamme erikoiset paikalliset ilmasto- ja kasvillisuusolosuhteet ja niissä tapahtuneet muutokset ovat olleet esillä (Hartikainen 1979; Jauhiainen 1969; Tuhkanen 1979; Yli-Halla 2000). Viime aikoina ihminen on saastuttanut voimakkaasti myös maannosta. Ikävän kehityksen seuraamiseksi on käynnistetty tutkimushankkeita, jotka ovat tuottaneet käyttökelpoista tietoa myös alaan perehtyville arkeologeille (ks. esim. Parviainen & Räisänen 1988; Räisänen 1999).

Suomessa maaperään ja maannoksiin liittyvää arkeologista opetusta on järjestetty tavallisimmin fosforianalyysin edellyttämän näytteenoton yhteydessä: samalla asiasta kiinnostuneet opiskelijat ovat saaneet opastusta myös eräiden muiden maanäytteidensä analyysiin. Maannoksiin ja maaperään on lyhyesti paneuduttu myös geoarkeologian peruskurssin (Lavento 2002) ja kenttätöyöopetuksen yhteydessä. Tästä huolimatta tieto on todennäköisesti kuitenkin sen verran niukkaa, ettei sitä uskalleta hyödyntää kaivauksilla riittävästi.

## Artikkelin päämäärät

Artikkelini päämäärä on esitellä Suomen luonnonmaannoksia ja niiden erottamista toisistaan sekä ihmisen tuottamasta kulttuurikerroksesta. Esittelen myös lyhyesti millaisia näyttöjä arkeologit voivat maaperästä, maannoksesta sekä kulttuurikerroksesta ottaa ja kuinka he voivat saada ne analysoiduksi varsin yksinkertaisin analyysimenetelmin. Lopuksi otan esille kysymyksen luonnonmaannosten ja kulttuurikerroksen dokumentoinnista. Keski-tyn esityksessäni nimenomaan maannokseen; näin ollen maaperän muut ilmiöt – esimerkiksi kerrostumisprosessit, eroosio jne. – jäävät tarkoituksellisesti esitykseni ulkopuolelle.

Kysymys luonnollisten ja kulttuuristen tekijöiden erottamisesta on sikäli tärkeä, että arkeologi joutuu kenttätönsä aikana jatkuvasti miettimään ovatko maaperässä havaittavat ilmiöt luonnollisia vai ihmisen aikaansaamia. Kysymys on kaikkea muuta kuin helppo. Sanomat-takin on selvää, että vain harvoin siihen voidaan antaa yksiselitteistä vastausta. Kuitenkin uskon, että maannosten ja maaperän ilmiöiden edes yleispiirteiden tunteminen tarjoaa jonkinlaiset reunaehdot sille, mistä lähtökohdista tulkintoja kannattaa tehdä.

Mielipiteeni on, että maannosten erottamiseen pitäisi kiinnittää vastaisuudessa enemmän huomiota. Näin voitaisiin parhaassa tapauksessa vähentää ylimääräistä ja osin tarpeetonta dokumentointia ja näin kiinnittää aiempaa enemmän huomiota ihmisen aikaansaamien merkkien tulkintaan. Lähtökohtaväitteeni on, että arkeologit dokumentoivat tarpeettoman paljon maannoksen luonnollisia ilmiöitä sen vuoksi, että he eivät riittävän hyvin tunne maannoksen syntyprosesseja ja sen kehitykseen liittyviä lainalaisuuksia.

## Maaperän ja maannoksen tutkimuksen lähtökohdat

Maannosta voidaan tutkia monen eri tieteenalan näkökulmin ja menetelmin. Laajoja

alueita koskevat geomorfologiset ilmiöt, niiden karkeakin tunteminen saattaa toisaalta auttaa ymmärtämään alueen eroosio- ja akkumulaatioprosesseja (ks. mm. Bintliff 1977). Nämä saattavat koskea niin laajoja alueita (esim. laaksoja) kuin yksittäisiä rakenteitakin. Jälkimmäisessä tapauksessa arkeologia saattaa kiinnostaa, miksi jokin yksittäinen rakenne on hautautunut ja näin säilynyt myöhemmälle ajalle. Tyypillisiä esimerkkejä tällaisista ovat jokien tulvakerrosten peittämät kohteet (Olson 1984:11; Siiriäinen 1967; Kehusmaa 1972). Myös kohteiden karkeissa ajoituksissa rannansiirtymisen avulla sekä uusien kohteiden etsimisessä on hyödyllistä ymmärtää pedologiaa: sedimentoitumista, eroosion ja akkumulaation prosesseja sekä maannosten muodostumista.

Maannoksen muodostumisen keskeiset prosessit ovat rapautuminen, orgaanisen kasviaineksen muuttuminen humukseksi, huuhtoutuminen ja rikastuminen. Oleellisia ovat tällöin niin biologiset kuin fysikaaliset ja kemiallisetkin tekijät, joissa vaikuttavana elementtinä on vesi ja sen liike. Maannoksen syntymisen perustekijät ovat edellisten lisäksi paikallinen maaperä ja sen mineraalit, ilmasto, paikallinen topografia ja aika. Huomiota voidaan kulloisenkin kysymyksenasettelun mukaan kiinnittää joko laajan alueellisiin tai kysymyksenasettelusta riippuen myös paikallisiin tekijöihin. (Okko 1964.)

Maapallolta on erotettu kymmeniä eri maannostyyppisiä, joiden esiintymisalueet vaihtelevat pitkän aikavälin kuluessa ilmastovyöhykkeiden muuttumisen mukana (ks. esim. Olson 1984:25-28, Fig. 13). Vaikka ihmisen vaikutuksen paikallisten olosuhteiden muuttajana on havaittu olleen huomattava jo neoliittiselta kivilaudelta lähtien (ks. esim. van Andel & Zangger 1990; Zangger 1993), on luonnon omilla prosesseilla silti lähes koko esihistoriallisen ajan aivan keskeinen maannosta muokkaava tekijä. Nykyisin maannosten tarkempien määritysten lähtökohtana käytetään tavallisimmin FAOn luokitusta, vaikka varsin yleinen on myös USDA -luokitus (FitzPatrick 1986:120).

## Suomen luonnonmaannokset

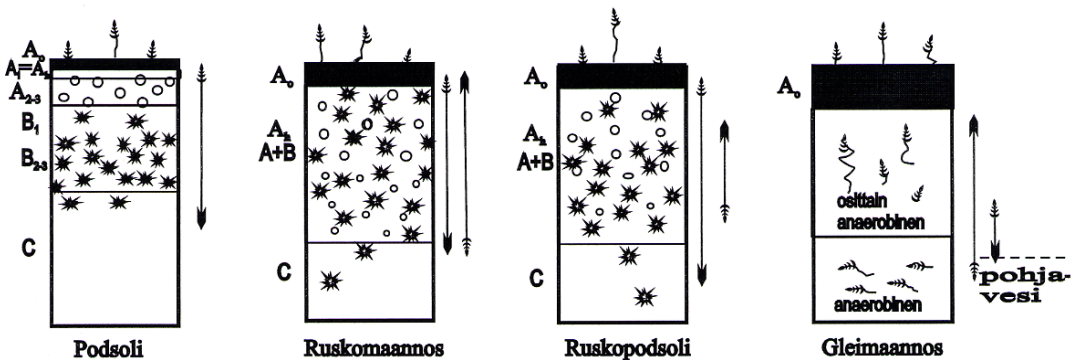
Suomessa maannoksen syntymisen on oletettu kestäneen tavallisesti n. 200-500 vuotta (Jauhiainen 1973:30), mutta uudemmissa tutkimuksissa siihen arvellaan kuluneen normaalisti vähintään 500-1000 vuotta (Lindroos 1990). Asiaa on selvitetty myös muinaisranta-tutkimuksissa (Räisänen 1996:15). Tärkeää on kuitenkin huomata, että profiilin kehittyminen riippuu enemmänkin maannoksen tekstuurstista ja hydrologisista olosuhteista kuin yksinomaan ajasta. Maannoksen syntymisen kannalta olosuhteet ovat ymmärrettävästi hyvin erilaiset moreenimailla kuin lajittuneilla kangasmailla. Podsolin ”kypsyminen” on saattanut kestää 11 000 vuotta (Räisänen 1996:64.) Näin ollen erilaisten prosessien hautaamat, holoseenikauden aikana syntyneet paleomaannokset ovat varsin tavallisia ilmiöitä.

Suomessa luonnonmaannokset voidaan luontevasti jakaa neljään päätyyppiin. Näiden lisäksi erotetaan tarvittaessa välimuotoja. Päätyypeistä kaikkein tavallisin on **podsol**, joka on tyypillinen havumetsävyöhykkeen maannos laajoilla alueilla maapallolla (FitzPatrick 1986:170).

Ylimpänä olevaa karikkekerrosta ( $A_0$ ) ja sen alapuolella olevaa humuskerrosta ( $A_1 \sim A_n$ ) luonnehtivat tumma väri ja suuri orgaanisten, vielä hajoamattomien aineiden osuus. Täysin kehittyneen podsolimaannoksen huuhtoutumiskerros  $A_2$  on harmaa. Tällaisessa maannok-

sessä mineraalit ovat huuhtoutuneet kvartssia lukuun ottamatta.  $A_2$ -kerroksessa myös podsolin pH (usein n. 4) on alimmillaan; kerroksen paksuus on n. 3.5 cm (Uusinoka 1981:31-32; Jauhiainen 1969:112). Yhtenäinen väri, joka aiheutuu raudan, piin ja alumiinin jakautumisesta, kertoo karkeasti myös maannoksen iän. Maannoksen ikää indikoivat myös muutamat raskasmetallit (Okkonen & Petäjä-Ronkainen 1996). Happaman maaperän hienorakeiset mineraalipartikkelit muodostavat kolloideja, joiden pääkomponentit ovat savimineraalit sekä rauta- ja alumiinioksideista muodostuvat seskvioksidit. Maaperä tuottaa yhdessä orgaanisten kolloidien kanssa kompleksikolloideja. Ne vaikuttavat maaperän struktuuriin ja edesauttavat mm. veden ja suolojen pidättymistä. Nestemäisiä kolloideja kutsutaan sooleiksi, joiden kautta kompleksikolloidit huuhtoutuvat uuttumiskerroksesta ( $A_{2,3} \sim A_0$ ) vajaveden vaikutuksesta rikastumiskerrokseen (B) (kuva 1) ja edelleen pohjaveteen.

Rikastumiskerroksen ( $B_{1-3}$ ) voimakas punainen tai ruskea väri johtuu savimineraalien, humuksen sekä rauta- ja alumiinikolloidien saostumisesta eli illuvaatiosta. Yleissääntönä voidaan pitää, että mikäli kerrokseen saostuu pääosin rautaa, syntyy kellanruskea rautapodsoli ( $B_p$ ); runsas humuksen määrä tuottaa puolestaan tummanruskean humuspodsolin ( $B_h$ ). Paikoilla, missä huuhtoutuminen on voimakasta, syntyy erittäin tiiviiksi kovettunut, väriltään lähes musta anturamaa l. ortstein. Rikastumis-



Kuva 1. Keskeisimmät maannosprofiilit Suomessa. 1) podsol, 2) ruskomaannos, 3) ruskopodsoli, 4) glei-mannos.

kerros vaihettuu tavallisesti vähitellen pohjamaaksi (C). (Tuhkanen 1979; Okko 1964).

Suomalaisten pedologien käyttämä vanhempi jako suosi podsolin luokitusta kahteen pääryhmään – humuspodsoliin ja rautapodsoliin, mutta nykyisin luokitusta on vielä täsmennetty (ks. Räisänen 1999). Koska tämä karkea luokitus ei ota huomioon riittävästi kemiallisten ominaisuuksien vaihtelua sekä kansainvälisiä maanluokituksia, tilalle on ehdotettu viime aikoina myös seuraavanlaista neliportaista asteikkoa: 1) runsaasti orgaanista rautaa sisältävät podsolit (joissa on selvä  $B_h$ -kerros), 2) runsaasti epäorgaanista alumiinia sisältävät podsolit (eli yli 9000 vuotta vanhat podsolit graniittigneissialueella), 3) podsolit, joissa rauta, alumiini ja pii ovat vallitsevia (ei selvää  $B_h$ -kerrosta), 4) podsolit, joissa on runsaasti piitä epäorgaanisena saostumana (Räisänen 1999: 40-41).

Suuri enemmistö tunnetuista pyyntikulttuurin asuinpaikoista sijaitsee podsolimaannoksilla. Arkeologien dokumentoimat ilmiöt keskittyvät pääosin podsolin A- ja B-kerroksiin – siis niihin, joissa myös luonnonmaannoksen värjäytymät ovat kaikkein selvimmin näkyvisiä. Enemmän tai vähemmän steriili C-kerros alkaa usein vasta n. 30-40 cm syvyydestä, jolloin myös kulttuurikerroksen uskotaan tulleen pääosin kaivetuksi. Näin monia luonnonmaannoksen ilmiöitä saatetaan tulkita kulttuurikerrokseksi.

**Ruskomaannos** on toinen tavallinen maannostyyppi Suomessa. Etelä- ja Lounais-Suomessa tavallinen lehti- ja sekametsävyöhykkeen maannos sisältää runsaasti kariketta ja orgaanista ainesta, jota syntyy lämpimissä ja kosteissa olosuhteissa. Maaperän kalsium- ja tyyppipitoisuus vaikuttavat siihen, että maannoksen pH on korkeampi kuin podsolimaannoksessa. Sen pH voi olla jopa 6. Myös ruskomaannoksessa erotetaan A – B - ja C – kerrokset, vaikkakaan ne eivät ole niin selvästi erotettavissa kuin podsolissa. A-kerros voi olla paksuudeltaan jopa puoli metriä. Toisinaan A- ja B-horisonttien erottaminen on niin vaikeaa, että tutkijalle saattaa syntyä mielikuva B-hori-

sonnin puuttumisesta kokonaan (FitzPatrick 1986:162). Huuhtoutuminen on vähäisempää kuin podsolimaannoksessa, mikä johtuu pääosin maaperän hienorakeisuudesta.

Ruskomaannos voi syntyä sekä savipitoiselle, mullan muodostusta suosivalle kalkkipitoiselle maalle, että laihalle savimineraalimaalle (Tuhkanen 1979:103-104). Se soveltuu hyvin viljelyyn, koska se on sekä pehmeää muokata että ravinteikasta. Raekooltaan maa-aines on podsolia tasarakeisempaa. Savilajitteen osuus on usein huomattavan suuri; karkeita mineraalirakeita on puolestaan vähän jos lainkaan. Hienorakeisten mineraalien runsas määrä heikentää veden läpivirtausta. Tämä on mikro-organismien kannalta suotuisaa, sillä se pitää maaperän hikevänä.

Hyvin yleisluontoisesti voidaan sanoa, että ruskomaannokset ovat maanviljelyskulttuuriin, rautakautiseen ja historiallisen ajan asutukseen liitettävissä oleva maannostyyppi. Vaikka rautakautiset asuinpaikat on sijoitettu usein ruskomaannoksisten nykypeltojen liepeille - jolloin maannosten ominaisuuksia on käytetty hyväksi viljelyksessä - itse asuinpaikat saattavat sen sijaan olla moreenimäillä, harjujen liepeillä, drumliineilla jne. Näillä kohdin maannos muistuttaa kuitenkin enemmänkin podsolia.

**Ruskopodsolimaannos** on nimensä mukaisesti vaihettumistyyppi. Sitä syntyy lehti- ja sekametsissä, joissa on sekä rehevien että karujen maiden kasveja. pH on tavallista podsolimaannosta korkeampi, mutta keskimäärin alempi kuin ruskomaannoksissa. Savilajitteet ja –mineraalit vähentävät vedenläpäisevyyttä.  $A_h$ -kerros on tavallisesti paksu. Vaikka raudan ja alumiinin oksidien huuhtoutumista tapahtuu A-horisontin alaosasta, se on selvästi vähäisempää kuin podsolissa. Tästä syystä selvä podsolille luonteenomainen tuhkanharmaa huuhtoutumiskerros jää tavallisesti syntymättä. Podsolimaannoksen tapaan saostuminen tapahtuu B-kerroksessa. (Tuhkanen 1979: 105-106.)

Samoin kuin ruskomaannos myös ruskopodsolimaannos liittyy esihistoriallisiin viljelykohteisiin. Todennäköisesti monet kaskivilje-

lykset sijaitsivat juuri ruskopodsolimaannoksilla, jolloin molempien maannosten hyviä ominaisuuksia voitiin hyödyntää ennen maaperän nopeaa köyhtymistä. Kyntämisen kannalta tällainen, useinkin huonosti lajittunut moreeni-maaperä on kuitenkin pulmallista.

**Pohjavesimaannos eli gleimaannos** kuuluu nimensä mukaisesti vetisille kosteille alueille, joilla pohjaveden pinta on lähellä maanpintaa. Maaperä on usein tällaisella paikalla vetä läpäisemätöntä savea. Maannos syntyy pelkistävässä olosuhteissa, joissa on runsaasti maametalleja. Raudan pelkistyminen näkyy sinertävinä tai siniharmaina väreinä. Jos maannoksessa on punertavia tai kellertäviä alueita, tämä viittaa tilapäisten hapettavien olosuhteiden tuottamiin ferrioksidiin. Maannos ei ole niin voimakkaasti ilmastosta riippuvainen kuin edellä esitellyt maannostyyppit. Se syntyy paikallisissa olosuhteissa ja esimerkiksi Suomessa sitä syntyy niin tundra-alueilla kuin eteläisessä Suomessakin. (Tuhkanen 1979: 106-107; FitzPatrick 1986:165, 187-189.)

Pohjavesimaannos liittyy harvoin arkeologisiin yhteyksiin. On kuitenkin syytä panna merkille, että suomalmi muodostuu pohjavesimaannoksen olosuhteissa. Suomalmi oli järvilmin ohella pitkään tärkein niin esihistoriallisen kuin talonpoikaisenkin raudansulatuksen lähtöaine (Lavento, *in press*).

Edellä mainittujen maannostyyppien lisäksi voidaan erottaa **useita muita maannostyypppejä**, vaikka näistä harvemmin yleensä puhutaan (Tuhkanen 1979:108-109).

Arkeologin kannalta mielenkiintoinen ihmisen tuottama ”maannostyyppi” on ”kulttuurimaannos”, jossa profiilin ylin kerros on viljelyn ja kyntötoimenpiteiden vuoksi sekoittunut ja erotettavissa ainoastaan ruokamultana eli maannoksen ylimpänä horisonttina. Kyntörajan alapuolella voidaan sitten nähdä jälkiä varsinaisesta maannoksesta, jonka muodostumisessa ihmisellä on saattanut olla merkittävä rooli. Tämä saattaa olla näkyvissä rautakautisilla asuinpaikoilla, jotka usein sijaitsevat pelloilla tai niiden liepeillä. Kysymys ei siis ole luonnonmaannoksesta vaan ihmisen tilapäisen toimin-

nan tuloksesta.

Toisentyyppinen ”kulttuurimaannos” on muodostunut ihmisen toiminnan seurauksena myös pitkään intensiivisesti asutuille kohteille. Hyvä esimerkki tällaisesta ovat keskiaikaisten kaupunkien kulttuurikerrokset. Maaperän ilmiöt ovat erittäin vaihtelevia, eikä luonnonmaannosten kaltaista stratigrafiaa pääse syntymään. Tällaiset kulttuurikerrokset poikkeavat oleellisesti esihistoriallisista kohteista, jotka ovat kerrostuneet luonnonmaannoksen yhteyteen. Sen vuoksi niitä ei tarkemmin käsitellä tässä yhteydessä.

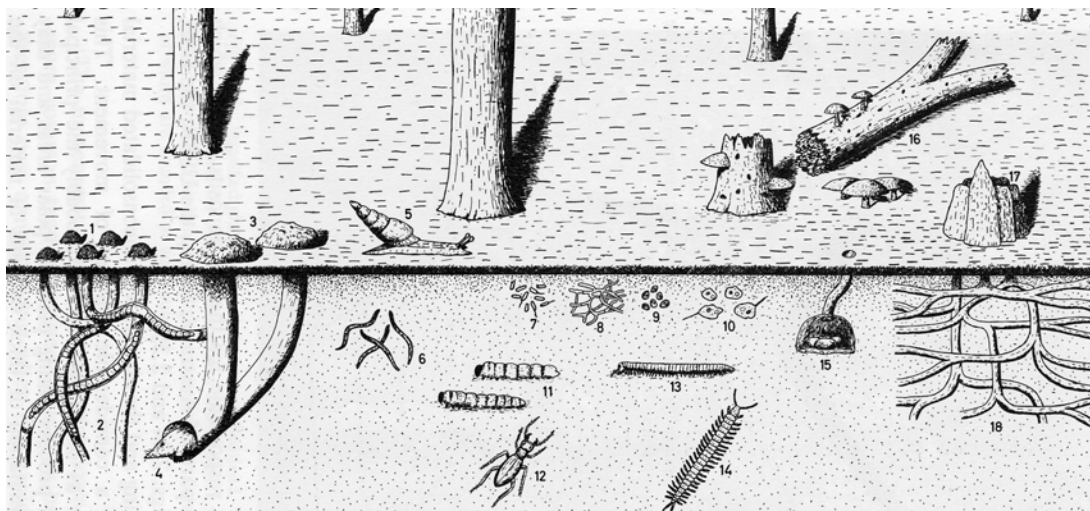
## Biologinen hajotustoiminta maaperässä

Maaperässä asuvien ja sitä hajottajien mikro-organismien pääryhmät ovat bakteerit, sienet (*fungi actinomycetes*), levät (*algae*) ja virukset. Ympäristö määrää, mikä ryhmistä on kulloinkin vallitseva. Esimerkiksi kuivissa kangasmetsissä sienet ovat hajottajien pääryhmä, kosteilla lehtomailla puolestaan bakteerit. (FitzPatrick 1986:40-45.)

Näiden lisäksi hajotustoimintaa suorittaa aktiivisesti myös mesofauna, johon kuuluvat mm. maamadot, nematodit, punkit, rengasmadot, tuhatjalkaiset ja gastropodit. Maaperässä elävät ja lisääntyvät myös monet hyönteiset, termit ja muurahaiset. Niiden toiminta lisää maaperän ilmavuutta. Esimerkiksi rengasmadot hajottavat mineraalimaata ja orgaanista ainesta ja tuottavat ulostusjätteitä. Maamadot sekä kuljettavat maa-ainesta sekä maan alla että maan pinnalle, eli nostavat sitä syvemmältä maan pintakerroksessa elävien maaeläinten käyttöön. (FitzPatrick 1986:45-46.)

Maaperän hajotustoimintaan osallistuvat myös selkärangaiset eläimet. Jänikset, myyrät, ketut ym. kaivavat käytäviä ja sekoittavat maannosta. Suomen oloissa myyrät jättävät kaikkein eniten jälkiä havaittavaksi. Myyrän käytävät saattavat säilyä otollisilla alueilla vuosituhansia. Kaivausten taso- ja vertikaalileikkauksissa ne erottuvat tavallisesti varsin selvästi.

Erittäin keskeinen osa maannoksen muo-



Kuva 2. Maannoksen yksityiskohtia ja sen paikalliseen muodostumiseen vaikuttavia tekijöitä oletetun kulttuurikerroksen kanssa. 1 - matojen kasaamat kummut, 2 - matojen käytävät, 3 - myyrien kasaamat kummut, 4 - myyränkätävät, 5 - etanat, 6 - sukkulamadot, 7 - bakteerit, 8 - sienirihmastot, 9 - levät, 10 - alkueläimet, 11 - hyönteiset ja niiden toukat, 12 - surviaiset, 13 - tuhatjalkaiset, 14 - niveljalkaiset, 15 - sisiliskon munat, 16 - sienet, 17 - muurahaisten pesät, 18 - muurahaisten käytävät (lähtökohtakuva Fitz Patrick 1986: Fig. 2.30.).

dostumisessa ja kehittämisessä on puilla ja kasveilla. Kenttäärkeologeille on hyvin tunnettua, että suuren puun kaatuminen sekoittaa maannoksen kerrokset hyvin pitkäksi aikaa. Satojen ja tuhansien vuosien kuluessa tuulenskaadot tai niihin liittyvät metsäpalot tuottavat tulkintaa tekeväälle arkeologille paljon päänvaivaa.

Tästä seuraa, että tavallisessa luonnonmaannoksessa on runsaasti variaatiota. Koska nämä variaatiot ovat helposti paljaalla silmällä nähtävissä ja kuvattavissa taso- ja profiilileikkauksissa arkeologit dokumentoivat niitä ahkerasti kenttätutkimuksissaan. Vaikka maannosta voikin yleisluontoisesti pitää varsin homogeenisena, siinä lähemmin tarkasteltuna erottuu monia arkeologin kannalta tärkeitä yksityiskohtia (kuva 2).

## Ihmisen vaikutus maannoksiin

Ihmisen vaikutus maannosten muutoksiin on monen tieteenalan kiinnostuksen kohteena. Keskeinen tutkimusala se on maanviljelyskemissa, jonka tuottamaa tietoa tarvitaan arvioita-

essa esimerkiksi lannoitteiden vaikutusta ja pysyvyyttä maaperässä (ks. esim. Hartikainen 1979). Viime aikojen kiinnostavia näkökulmia ovat tuottaneet ilmansaastumisen ja erilaisen maankäytön aiheuttaman saastumisen tutkimus. Esimerkkinä voidaan mainita maannoksen happamoitumiskehityksen seuraaminen (Räisänen 1996:62-63).

Ihmisen toiminta voi vaikuttaa maannoksen kehittymiseen sekä suoraan että epäsuorien kerrannaisvaikutusten kautta. Suoran ihmisen toiminnan seurauksena kertyvät pääosin orgaaniset jätteet. Kivennäismaan tietoinen kuljettaminen rakennustarpeiksi saattaa tulla kysymykseen maaperän tilapäisen tasaamisen, rakentamisen, siivoamisen ym. aktiviteettien yhteydessä. Epäsuorasta ihmisen vaikutuksesta aiheutuvat ilmiöt ovat usein varsin mutkikkaita. Orgaanisten aineiden hajoaminen tuottaa aineksia, joista osa huuhtoutuu, osa puolestaan adsorboituu mm. metallien ja savi-mineraalien kanssa muodostaen erityyppisiä seskvioksiedeja ja kolloideja. Happamoituminen on esimerkki tilanteesta, jossa epäsuorat vaikutukset voivat olla arvaamattoman voimakkaita. Mikro-organismit toimivat sopivissa olosuh-

teissa happamoitumisreaktiota hidastavana puskurina, mutta kynnyksen ylityttyä maannoksen biologinen hajotustoiminta alkaa vähentyä voimakkaasti. Erityisen haitallista on alumiinin vapautuminen terveistä kivennäismaarypäistä, sillä tällöin kiertoon vapautuu myös vetyä, joka happamoittaa kivennäismaata lisää. Tästä seuraa ketjureaktio, jossa yhä uutta alumiinia pilkkoutuu kiertoon (Parviainen & Räisänen 1988). Vaara on suurin karuissa kuusivaltaisissa maannoksissa, joissa maannoksen oma puskurointikyky on heikompi kuin rehevillä kasvualustoilla (Räisänen 1989:69). Prosessi on kuitenkin hyvin mutkikas eikä sen kaikkia vaikuttavia tekijöitä tunneta ainakaan podsolin osalta läheskään riittävästi.

## **Arkeologiassa käytettävät maannoksen tutkimuksen keskeiset menetelmät**

Maannoksen tutkimiseen käytetään hyvin suurta määrää erilaisia menetelmiä (ks. esim. Olson 1984:22, Table 9; Räisänen 1999:40-42), joista muutamia on omaksuttu myös arkeologisiin rutiineihin (Lavento 1997; Kouki 1999).

Maaperän happamuus (pH) on erittäin tärkeä maannoksen ominaislaadun ja tilan indikaattori. Suomalaisen podsolimaannosten pH-arvo on tavallisimmin noin 4, ruskomaannosten pH-arvo on puolestaan usein jonkin verran korkeampi, 5-6 välillä. Alueilla missä pH on maaperän kalsiumpitoisuuden vuoksi korkea, kivikautiset luut ovat säilyneet nykyaikaan saakka (ks. esim. Engblom 1992).

pH:n voidaan myös osoittaa muuttuneen ihmisen toiminnan vaikutuksesta, vaikka syyt muutokseen eivät olekaan aina yksiselitteisiä. Esimerkiksi Milton Nuñezin (1977:57; ks. myös Petäjä-Ronkainen & Okkonen 1995:151) mukaan pH:n on havaittu olevan ympäristöään alempi mm. saamelaisilla talvikylänpaikoilla. Monilla muilla kohteilla tilanne on kuitenkin usein päinvastainen (Okkonen & Ronkainen 1996: 11). Hajottajien toiminta vaikuttaa maa-

perän pH-arvoon eri olosuhteissa eri tavoin. Todennäköisesti prosessi etenee myös siten, että asuinpaikoille kertyvä palaneesta puusta ja luusta kertyvä jäte emäksisempänä kohottaa pintakerroksen pH-arvoa, mikä puolestaan vilkkaa hajottajamikrobien toimintaa (Beek & Riemsdijk 1982:272). pH voidaan mitata helposti vesiliuoksesta tai silloin kun karkeampi tarkkuus riittää, jopa lakmuspaperin avulla.

Yhdessä maaperän pH:n mittauksen kanssa on viime aikoina usein mitattu myös redox-potentiaalia (Eh), joka kuvaa maaperän ionien hapetus-pelkistysreaktioita eri alkuaineiden suhteen. Redox-potentiaali on käyttökelpoinen maaperän johtokyvyn ja metallien – raudan, tinan, sinkin ym. - osuuden mittauksessa, mutta sen sovellutukset arkeologisissa survey- ja asuinpaikkatutkimuksissa ovat vielä pitkälti hyödyntämättä, vaikka sitä niissä on käytettykin (Zangger 1993:15, Fig. 8).

Positiivinen redox-potentiaali ilmaisee maaperän hapettumista, kun taas negatiivinen viittaa sen pelkistymiseen. Lievä negatiivinen potentiaali viittaa alkalimetallien läsnäoloon (Kivinen & Mäkitie 1993:255-258, taulukko 22.1). Redox-potentiaali mitataan useimmiten vesiliuoksista pH-mittareihin kuuluvalla laitteella, mikä tekee analyysin varsin yksinkertaiseksi. Mittayksikkö on mikrovoltti (mV).

Kaikkein tavallisin arkeologien käyttämä maaperäkemiallinen menetelmä on fosforianalyysi. Sen menestyksellisyys perustuu siihen, että fosfori indikoi erittäin hyvin juuri ihmisen toimintaa sekä siihen, että fluoriapatiitti on monissa maannoksissa varsin pitkäikäinen. Maaperässä se voi säilyä tuhansia vuosia. Lisäksi se voidaan suhteellisen yksinkertaisin menetelmin erottaa maannoksesta. (Ks. esim. Kiefmann & Schlede 1972; Cavanagh *et al.* 1988, 67-83; Jussila *et al.* 1989.)

Fosforianalyysin avulla voidaan selvittää muinaisrannan korkeutta, asuinpaikan sijaintia, asuinpaikan rajoja, asuinpaikan sisäisiä fosforikonsentraatioita sekä kohteen spatiaalisia struktuureja (Lavento 1997). Menetelmä soveltuu myös aivan mikrotason kysymysten selvittämiseen: sen avulla voidaan saada tietoa

esimerkiksi asuinkodan tilankäytöstä (Carpelan & Lavento 1996).

Asuinpaikan käyttö, tulisijat ja poltosta aiheutuva amorfisten metallioksidien muuttuminen kiteiseksi heikentää esim. fosforin pidättymistä. Samasta syystä myös muita maannoksen mineraaleja huuhtoutuu helposti sadeveden mukana pohjaveteen (Jussila *et al.* 1989:14). Epäorgaanisessa muodossa kiteytyvä fluoriapatiitti on pysyvä happamassakin maassa, kun taas maannokseen huonosti sitoutuva hydroksiapatiitti pyrkii liukenemaan samoissa oloissa sadeveden (Black 1968:615). Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että arkeologien käyttämän fosforianalyysin osoittamat fosforipitoisuudet ovat juuri fluoriapatiitin aiheuttamia (Jussila *et al.* 1989).

Muiden alkuaineiden analyyseistä parhaat kokemukset Suomessa on saatu kalsiumin (Ca) sekä sen ja magnesiumin (Ca/Mg) suhteen analyyseistä (Kouki 2000:10). Tämä selittyy luun runsaalla määrällä monilla pyyntikulttuurin asuinpaikoilla (Nuñez 1977:48). Muutamilta kohteilta onkin saatu lupaavia, anomaliaita osoittavia tuloksia (Carpelan 1992) pelkästään kalsiumia määrittämällä. Toisaalta myös odottamattoman alhaisia kalsiumpitoisuuksia on voitu mitata kohteilta, joiden fosforianomaliat ovat kauttaaltaan hyvin korkeita, ja joilla palanutta ja palamatonta luuta on yhä tänäkin päivänä runsaasti löydettävissä (Carpelan & Lavento 1996).

Muista alkuaineista anomaliaita ovat osoittaneet strontium, sinkki ja mangaani (Kouki 2000:11). Jonkin verran anomaliaita on havaittu suomalaisilla pyyntikulttuurin asuinpaikoilla myös kuparin ja alumiinin osalta (Okkonen & Petäjä-Ronkainen 1996:10-13). Ari Siiriäinen (1974:12) pyrki typpihappokäsittelyllä erottamaan mahdollisen nuorakeraamisen haudan kohdalla olleet silikaatit – ja niiden mukana eräät keskeiset metallit normaalista maaperästä. Mitään silmin havaittavaa merkkiä haudasta ei voitu nähdä, vaikka löydöt ja maannostutkimus sitä osoittivatkin. Siiriäisen mukaan menetelmä perustui siihen, että silikaatteja olisi liennut typpihappoon juuri ruumiin kohdalta

enemmän kuin ympäristöstään. Tavallisesti tilanne on kuitenkin se, että mitään em. alkuaineiden anomaliaita ei voida yksiselitteisesti osoittaa ihmisen vaikutuksen tulokseksi. Niiden käyttäytymistä ja ilmenemistä asuinpaikoilla olisikin vastaisuudessa tutkittava enemmän.

Alkuaineiden määritysmenetelmistä tavallisia ovat Atomi Absorptio Spektrofotometria (AAS), ICP, ja röntgenfluoresenssi (XRF), joita käytetään kokonaisuuton, osittaisuuttojen tai spesifisten heikkouuttojen yhteydessä (ks. yksityiskohtaisemmin Räisänen 1999:40-42). Käytännössä kysymys on siitä, että eri menetelmät mahdollistavat eri alkuaineiden ja niiden sitoutuvuuden tutkimisen kulloisenkin kysymyksenasettelun tarpeiden mukaan. Saatua alkuainepitoisuuksia on verrattu toisiinsa mm. pääkomponenttianalyysin avulla (Kouki 2000:7; Linderholm & Lundberg 1994:310-313).

Perinteinen maaperägeologinen menetelmä maannoksen tutkimiseksi on raekokoanalyysi. Se tehdään laboratoriossa joko vesi- tai kuiva-seulontana. Jälkimmäinen tapa lienee tavallisempi. Seulonta kertoo maaperän rakeiden määrät suhteessa toisiinsa. Tulokset ilmoitetaan logaritmisella asteikolla. Määritys tehdään 1 kg lämpökaapissa kuivatulle maalle. Tulokset ilmoitetaan Pohjoismaissa yleensä Atterbergin luokituksen mukaisesti, jolloin maaperän hienompia raekokoja kuvaavat amerikkalaisen (ja geotekniikassa käytettävän) siltti –maalajin sijasta termit hiekka, hiesu ja hieta (ks. esim. Uusinoka 1981:10-12, taulukko 2). Seulonta on yksinkertaista tehdä ja sen tulos kuvaa varsin hyvin maa-aineksen lajittumista ja siten myös sen syntytapaa. Myös arkeologille tieto voi olla hyödyllistä yksinkertaisesti siksi, että maalaji ja sen tekstuuri kiistämättömästi vaikuttavat maannosprofiilin muodostumiseen (Räisänen 1996:64).

Seulonnan yhteydessä maalajista voidaan tehdä muitakin tekstuurihavaintoja. Rakeiden pyörityneisyys kertoo millä tavoin maa-aines on kulkeutunut ennen kerrostumistaan. Havaintoja voidaan tehdä paljain silmin (Uusinoka 1981:8-29). Pienempien rakeiden tutkimiseen



tarvitaan mikroskooppia, joka on usein tarpeen myös erilaisia orgaanisia partikkeleita tutkittaessa. Partikkelien määrää voidaan laskea muutamia kertoja suurentavan binokulaarisen mikroskoopin avulla tai haluttaessa voidaan edetä aina scanning-elektronimikroskoopin (SEM) käyttöön. Mikroskopointiin liittyviä kuva-analyysitekniikoita on Suomessa toistaiseksi hyödynnetty maannosten tutkimuksissa varsin vähän. Niiden avulla päästäisiin kuitenkin hyvin käsiksi varsin monentyyppiseen dataan – tekstuuriin liittyvistä kysymyksistä kiderakenteeseen ja edelleen orgaanisen aineksen analyysiin (Evans & O'Connor 1999: 121-131). Maaperän tekstuuria ja väriä muuttavat ominaisuudet saattavat saada selityksensä mikroskooppisten analyysien avulla. Värjäävät pigmentit tai sormin havaittavaa nahkeutta aiheuttavat aineet tulevat hyvin todennäköisesti näkyviin juuri mikroskoopilla.

Maaperän väriä pidetään niin luonnontieteellisissä maannostutkimuksissa (Townsend 1973:195-197; Zangger 1993: *passim*) kuin arkeologisessa dokumentoinnissakin (ks. esim. Takala 1998:151, kuva 52) tärkeänä indikaattorina, vaikka toisaalta onkin ymmärretty sen subjektiivisuus ja oleellinen riippuvuus mikroympäristöstään ja tutkijan omasta havainnointikyvyistä. Tosin kokonaisia päämaannostyyppejä (esim. renzina, lateriitti ja jopa podsoli) on erotettu alkuaan juuri värin perusteella. Subjektiivisuuden ongelmia yritetään vähentää käyttämällä värिताulukoita, joista kaikkein tunnetuin ja eniten käytetty lienee Munsellin (2000) kolmea suuretta kuvaileva värikartta. Sen avulla tutkija luokittelee värin spektriä värikartalla (*hue*), sen tummuutta tai kirkkautta (asteikko mustasta valkeaan (1-10) (*value*), sekä intensiteettiä (*chroma*) heikosta voimakkaaseen. Munsellin värikartta ei tavallisesti kuitenkaan ratkaise kaikkia värin luotettavaan kuvaukseen liittyviä ongelmia, joskin se saattaa niitä monessa tapauksessa oleellisesti helpottaa.

Orgaaninen aines syntyy kasvien ja eläinten tuottamasta jätteestä, jonka keskeiset alkuaineet ovat hiili, happi, vety ja typpi. Yleensä arkeologisilla kohteilla ollaan kiinnostuneita

orgaanisen aineen osuudesta verrattuna mineraaliainekseen. Orgaaninen aines ei kuitenkaan välttämättä kerry kaikkein intensiivisimmän käytön alueille asuinpaikan sisällä, vaan sen keskittymiä on tavattu verrattain usein myös varsinaisen asuinpaikka-alueen ulkopuolellakin (Kouki 1999:30). Näiden neljän alkuaineen määrityksiin ei tässä yhteydessä puututa enempää, koska ne eivät tavallisesti ole kovin mielekkäitä arkeologisen kysymyksenasettelun kannalta (Nuñez 1977:53).

Hiilipartikkelianalyysi on levinnyt arkeologien käyttöön siitepölyjä tutkivilta luonnontieteilijöiltä. Hiilipartikkeleita voidaan havaita siitepölyjen tunnistuksen ja laskemisen yhteydessä. Näin saadaan tietoa myös siitä, millaiset olosuhteet lähiympäristössä vallitsivat siitepölypartikkeleiden kerrostumisen aikaan. Hiilipartikkelien määrän kasvu indikoi yleensä varsin hyvin ihmisen toimintaa alueella (Vuorela 1996:138, 140-141). Jo mesoliittisen ajan ihmistoiminta – johon ei tarvitse liittyä jälkeäkään maanviljelystä – saattaa tulla varsin hyvin näkyviin analyysissä. On kuitenkin huomattava, että esimerkiksi luonnollisista metsäpaloista, aiheutuvat hiilipartikkelianomaliat eivät ole seurausta ihmisen toiminnasta (Vuorela 1991). Hiilipartikkelianalyysi voidaan tehdä myös siitepölyanalyysistä riippumatta. Näytteenotto on helppoa eikä partikkeleiden erottaminen ja laskeminenkaan vaadi erityistä taitoa. Sitä on käytetty myös kairaseulontatutkimusten (Vikula 1991) apumenetelmänä.

Hehkutushäviö on niin ikään siitepöly- ja piileväanalyysin apumenetelmä. Metodi perustuu siihen, että näytettä poltetaan yli 550° C kuumuudessa 2.5 tuntia (Miettinen 2002:31), jolloin kaikki orgaaninen aines palaa pois. Lähtöaineksen ja polttamisen jälkeen punnittava massojen erotus kertoo orgaanisen aineksen osuuden. Lähtöhypoteesina on, että mitä enemmän näytteessä on ihmisen vaikutusta, sitä suurempi on myös orgaanisen aineksen määrä suhteessa mineraaliaineksen määrään. Näytteenotto on helppoa, sillä periaatteessa mikä tahansa pieni pussillinen maata kaivaukselta valitusta kontekstista, kairaus- tai



ventoinneissa ja pienillä koekaivauksilla, joilla maannosten luontaisten ilmiöiden huomioon ottaminen on jo lähtökohtaisesti tärkeää. Näin siksi, että ensimmäinen vastaantuleva tehtävä on päätellä onko kohteella kulttuurikerrosta vai ei.

Vaikka arkeologit eivät useinkaan selkeästi erota luonnonmaannosten ilmiöitä kaivauksella, he käytännössä kuitenkin enemmän tai vähemmän tietoisesti dokumentoivat niitä. Tavaksi on muodostunut, että piirtäjä erottaa kaivauksenjohtajan haluamalla tavalla kaivauksenjohtajan merkityksellisinä pitämiä ilmiöitä. Puhdistetussa tasossa havaittavat värin, rae-koon, hiilipitoisuuden ja rakenteiden erot ovat keskeisiä rajojen merkitsemiseen vaikuttavia tekijöitä (ks. esim. Purhonen 1973: 105-107 ja kuva 30; Takala 1998:125-130, 136-139). Useiden kaivausten karttamerkeistä voi huomata, että itse luonnonmaannoksen olemassaoloon – joka siis joka tapauksessa on syntynyt jo muutaman sadankin vuoden ikäiselle kohteelle – on kiinnitetty vain vähän tai ei lainkaan huomiota (kuva 3). Mielestäni tämä on vakava puute, johon vastaisuudessa on syytä kiinnittää yhä enemmän huomiota.

Kaivauksenjohtajan ja piirtäjän tulisikin siis jatkuvasti tehdä tulkintaa ja erottaa selkeästi jo kenttäkartoissa kulttuurikerroksen ilmiöt maannosprofiilin kerroksista. On nimenomaan tärkeää, että tämä tulkinta tehdään jo kentällä eikä vasta kirjoituspöydällä puhtaaksi piirrettyjen karttojen äärellä (kuva 4).

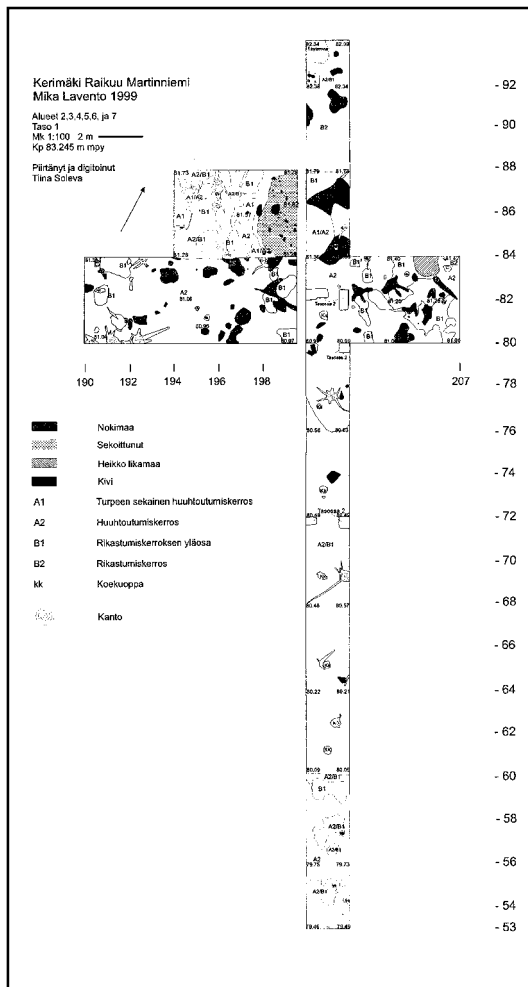
Kokenut kaivauksenjohtaja ja piirtäjä osaavat yleensä erottaa, mikä kaivetussa tasossa on kaikkein tärkeintä saada esille, mikä puolestaan on sekundääristä. Vaikka ympäristö ja olosuhteet vaihtelevatkin oleellisesti, kokemus silti auttaa päättämään, missä kulttuurikerros suurin piirtein alkaa, mikä puolestaan kuvaa esimerkiksi kerrosten rajoja. Tämä on kuitenkin kaukana siitä tavoitteesta, että paljain silmin havaittavat erot voitaisiin kuvata tai määrittää riippumattomilla, toistettavilla menetelmillä.

Oma ongelmansa – jota kaivauksilla harvoin edes tullaan ajatelleeksi – on se, että

postdepositionaaliset ja sekundääriset kerrostumisprosessit vaikuttavat oleellisesti siihen, mihin kulttuurimaannos alkaa muodostua. Asuinpaikan käyttöaikana tai jopa pitkään sen jälkeenkin maa-aines saattaa erodoitua, joutua kuljetukseen ja sitten eri syistä akkumuloitua hieman toiseen paikkaan kuin mihin sen alun perin kerrostui. Arkeologisen dokumentoinin kohteena voi erehdyksessä ollakin maa-aineksen sekundääri kerrostumisympäristö. Vaikka se sijaitsisi hyvinkin lähellä varsinaista muinaisjäännöstä arkeologien dokumentoimat ja esihistoriallisen ihmisen tuottamina ilmiöinä pitämät ilmiöt eivät edusta mitään varsinaista rakennetta tai alkuperäistä kerrostumista. Ne tietenkin kuvaavat jonkinlaisten prosessien tulosta, mutta tarkkakaan dokumentointi ei pelasta arkeologia pseudotiedon tuottamiselta. Näitä kysymyksiä on hyvin paljon pohdittu eroosiotutkimusten yhteydessä (ks. esim. Cavanagh *et al.* 1988:67-83).

Inventointien yhteydessä tehtävissä tutkimuksissa sekä koekuopituksissa maaperän luonnolliset ilmiöt ovat päässeet paremmin esille. Tähän on useita syitä. Koekuopituksen yhteydessä otetaan usein näytteitä (tavallisimmin fosforinäytteitä), jolloin myös maannosprofiili dokumentoidaan joko muistiinpanoin tai vähintään karkean piirroksen avulla. Koekuoppittajaa kiinnostaa erityisesti mahdollisen kulttuurikerroksen toteaminen (Takala 1998: 93). Tällöin myös maaperän värit, rakenne ja kerrokset pyritään havaitsemaan mahdollisimman tarkoin.

Toinen tutkimusmenetelmä, jossa maannoksen huomioonottaminen on välttämätöntä, liittyy inventointien tai koekaivausten yhteydessä tehtäviin kairauksiin. Kairausten yhteydessä maannosprofiili tulee aina näkyviin. Myös tässä tapauksessa keskeistä on kulttuurimaannoksen (-kerroksen) erottaminen luonnonmaannoksesta (Lavento 2004). Mielenkiintoinen sovellutus kairauksesta on paleomaannosten etsiminen ja dokumentoiminen esim. pyyntikuoppien yhteydessä: maannostumisen vähimmäisikiä on käytetty hyväksi pyyntikuoppien ajoituksessa (Halinen 1996:60-



Kuva 4. Tasokartta Kerimäen Martinniemen kivikautiselta asuinpaikalta vuodelta 1999. Karttaa piirretessä luonnonmaannoksen ilmiöt (vaaleita) on pyritty erottamaan mahdollisimman tarkasti kulttuurikerroksesta (kuvattu tummilla väreillä).

62; Korteniemi 1992:46-48, 119-123, 130).

Geofysikaalisista menetelmistä ei ole edellä puhuttu lainkaan, vaikka niiden sovellusalue maannosten tutkimuksessa voisi olla paljon laajempikin kuin mitä toistaiseksi on ajateltu. Niiden avulla voidaan tehdä syvälle ulottuvia luotauksia, mutta niiden tarkkuus monessa tapauksessa riittää hyvin myös pienialaisten, ympäristöstään poikkeavien kohteiden erottamiseen (ks. Lavento 1992; Seppälä 1992). Myös eri kerrosten rajat hahmottuvat esimer-

kiksi maatutkauksessa usein erittäin selvästi. Parhaimmillaan menetelmät ovat kuitenkin alueiden kartoituksessa, jolloin keskeisenä kysymyksenä on potentiaalisten, kaikkein lupaavimmilta vaikuttavien anomalioiden etsintä (Ruonavaara 1992; Kukkonen *et. al.* 1997). Muita hedelmällisiä sovellusalueita saattaisivat olla historiallisen ajan muinaisjäännöskohteet, joissa kulttuurikerrokset ovat paksuja ja paikoin hyvinkin mutkikkaita. Vaikka maannoksen ilmiöiden tunteminen on tällaisillakin kohteilla tärkeää, ovat kuitenkin ihmisen tuottamat rakenteet ja anomaliat, niiden sijainti ja muoto, vielä tärkeämpiä havaintojen kohteita.

## Loppusanat

Suomalainen kenttätutkimustraditio antaa kaivauksenjohtajalle vastuun ja paljon valtaa määrittellä, millaisiin havaintoihin dokumentointiprosessissa painotutaan. Pisimmälle tämä menee siinä, että kaivauksenjohtaja piirtää pelkan kärjellä maahan ääri viivat sen mukaan, miten hän havaitsee ja tulkitsee kaivaustasoissa merkityksellisiksi katsomiaan ilmiöitä. Tuttua on, että piirtäjät eivät useinkaan näe asioita aivan samalla tavalla. Kuitenkin piirtäjä toteuttaa kaivauksenjohtajan tahdon, vaikka usein saattaa olla voimakkaastikin eri mieltä tulkinnoista.

Toinen tunnettu asia on se, että usein kokeneetkin kaivauksenjohtajat päätyvät erilaisiin tulkintoihin havainnoistaan. Havaintojen vertailukelpoisuus ja testattavuus ovat tärkeässä asemassa. Apua yhteisesti hyväksyttävissä olevien kriteerien luomiseen voidaan saada luonnontieteellisistä menetelmistä, mutta arkeologin omaa roolia tulkintojen tekijänä ne eivät silti voi kokonaan poistaa.

Määrittämällä orgaanisen aineksen määrää, pH:ta, väriä sekä muutamien keskeisten alkuainneiden pitoisuuksia tai niiden suhteita saadaan tuloksia, jotka usein korreloivat arkeologin havaitseman kulttuurikerroksen kanssa. Joskus sen sijaan minkäänlaista korrelaatiota ei ole havaittavissa. Tämä saattaa johtua joko siitä,

ettei sopivia attribuutteja tai mittausmenetelmiä ole toistaiseksi käytettävissä tai siitä, että käytettävissä olevat menetelmät ovat mahdollisesti liian yleisiä ja karkeita. On myös mahdollista, että yksinkertaiset luonnontieteelliset menetelmät eivät ole sopivia keino kulttuurikerroksen anomalioiden tutkimiseksi vaan että niiden kehittämiseen pitäisi vastaisuudessa kiinnittää enemmän huomiota. Jotta voitaisiin ymmärtää mahdollisimman hyvin maannoksen yksityiskohtia, tulisi myös analyysien ja näytteenoton olla huomattavasti yksityiskohtaisempaa kuin tähän asti. Mikäli tällaiseen ryhdytään, se vie paljon resursseja. Voidaankin kysyä, onko tämä tarpeellista, jos arkeologit jo ilman niitä pystyvät osoittamaan, missä kulttuurikerros on. Omasta mielestäni tähän pitäisi ryhtyä, niin paljon arvaamattoman mielenkiintoista tietoa voi kuitenkin paljastua tutkimusten kuluessa.

Tieto maannoksen muodostumisesta ja näkymisestä yhdistettynä kokemukseen kulttuurikerroksesta on hyvä yhdistelmä, jota voidaan siis vielä oleellisesti täydentää. Esimerkiksi Helsingin yliopiston arkeologian oppiaineen maaperälaboratoriossa lähes kaikki esitellyt analyysit (alkuaineista tosin ainoastaan fosforianalyysi) voidaan tehdä. 1990-luvun alussa ja keskivaiheilla esimerkiksi fosforianalyysi oli tärkeä, yleisesti käytetty menetelmä. Nykyisin sen käyttö on jostain syystä oleellisesti vähentynyt. Toivottavasti tämä ei ole merkki siitä, että sama koskisi maannoksiin ja maaperään suuntautuvaa kiinnostusta. Kenttäarkeologille tällainen asiantuntemus on erittäin tarpeellista: luonnonmaannoksia ja niiden muodostumisprosesseja ei arkeologisessa kenttätutkimuksessa voi jättää huomiotta, vaan niihin tulisi sen sijaan kiinnittää aikaisempaa paljon enemmän huomiota. Tämä on tärkeää siksi, että varsinaiset ihmisen vaikutuksesta kertovat ilmiöt voitaisiin entistä paremmin erottaa luonnon aiheuttamista ilmiöistä.

## Lähteet

- Beek, J. & Riemsdijk 1982: Interaction of Orthophosphate Ions with Soil. *Soil Chemistry. Developments in Soil Science* 5 B. B. Physico-Chemical models (ed. Bolt, G. H).
- Bintliff, J. L. 1977: *Natural Environment and Human Settlement in Prehistoric Greece, Based on Original Field Work I-II.* (=BAR Suppl. 28).
- Black 1968: *Soil-Plant Relationship.* John Wiley & sons, New York, 2<sup>nd</sup> edition.
- Butzer, K. W. 1971: *Environment and Archaeology: an Ecological Approach to Prehistory.* Chicago.
- Butzer, K. W. 1982: *Achaeology as human Ecology. Method and Theory for a Contextual Approach.* Cambridge. Cambridge University Press.
- Carpelan, C. 1972: *Arkeologisia tutkimuksia Kesälahden Sirnihtan esihistoriallisella asuinpaikalla.* Kaivauskertomus Museoviraston arkeologian osaston arkistossa.
- Carpelan, C. & Lavento, M. 1996: Soil Phosphorous Survey at Subrecent Saami Winter Village Sites near Inari, Finnish Lapland - A Preliminary Account. The Sixth Nordic Conference on the Application of Scientific Methods in Archaeology, Esbjerg 1993. *Arkeologiske Rapporter* nr. 1, 1996. Esbjerg Museum.
- Cavanagh, W.G., Hirst, S. and Litton, C.D. 1988: Soil Phosphate, Site Boundaries and Change-Point Analysis, *Journal of Field Archaeology* 15:1.
- Engblom, L. 1992: Tervolan punamultahaudat. *Kentältä poimittua, kirjoitelmia arkeologian alalta. Museovirasto, esihistorian toimisto, julkaisu n:o 2.* Helsinki : Museovirasto.
- Evans, J. and O'Connor, T. 1999: *Environmental Archaeology. Principles and Methods.* Sutton Publishing.
- FitzPatrick, E. A. 1986: *An Introduction to Soil Science.* Second edition, Longman Scientific & Technical.
- Halinen, P. 1996: Pyyntikuopan ajoittamisesta. *Kentältä poimittua 3. Kirjoitelmia arkeologian alalta. Museoviraston arkeologian osaston julkaisuja N:o 6* (toim. H. Ranta).
- Hartikainen, H. 1979: Phosphorous and its Reactions in Terrestrial Soils and Lake Sedi-

- ments. *Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland* 51.
- Jauhiainen, E. 1969: On Soils in the Boreal Coniferous Region in Central Finland – Lapland – Northern Poland. *Fennia* 98:5.
- Jauhiainen, E. 1973: Age and Degree of Podsolization of Sand Soils on the Coastal Plain of Northwest Finland. *Comm. Biol. Soc. Sci. Fennica* 68.
- Jussila, T., Lavento, M. & Schulz, H.-P. 1989: Maaperän fosforianalyysi arkeologiassa. *Helsinki Papers in Archaeology* No. 3. University of Helsinki, Department of Archaeology.
- Kehusmaa, A. 1972: Kemijärven Neitilä 4. *Helsingin Yliopiston Arkeologian Laitos*, Moniste n:o 3.
- Kiefmann, H. M. & Schlede, J. 1972: Die Phosphatkartierung. Möglichkeiten und Methode, *Offa* 29.
- Kivinen, A. ja Mäkitie, O. 1993: *Kemia*. Kuudes painos, Otava.
- Kortenieniemi, M. 1992: *Peurahautojen ajoitus ja sijainti Tornionlaaksossa ja Pohjois-Pohjanmaalla*. FK-tutkielma. Oulun yliopisto, Maantieteen laitos.
- Kouki, P. 1999: *Polvijärven Multavierun asuinpaikan maaperäkemialliset analyysit*. Pro gradu –tutkielma. Helsingin yliopisto, kulttuurien tutkimuksen laitos, arkeologian oppiaine.
- Kouki, P. 2000: *Polvijärven Multavierun asuinpaikan geokemialliset analyysit*. *Muinaistutkija* 2000:3.
- Kukkonen, I. T., Miettinen, M., Julkunen, A., and Mattson, A. 1997: Magnetic Prospecting of Stone-Age Red Ochre Graves with Case Study from Laukaa, Central Finland. *Fennoscandia Archaeologica* XIV.
- Lavento, M. 1992: Arkeologiassa käytettyjen sovelletun geofysiikan menetelmien alkuvaiheista Suomessa. *Kentältä poimittua, Museovirasto, esihistorian toimisto, julkaisu n:o 2*.
- Lavento, M. 1997: Geoarchaeological Observations on the Early Metal Period dwelling sites in the Ancient Lake Saimaa area. *Slavjane i Finno-ugri*. Arheologija, istorija, kultura. Sankt-Peterburg.
- Lavento, M. 2002: Geoarkeologian luentosarja, Helsingin yliopisto, arkeologian oppiaine, ks. <http://www.helsinki.fi/arkeologia/opetus>.
- Lavento, M. 2004: The Asea Valley Survey - the geo-archaeological investigation. Stockholm. *Skrifter utgivna av Svenska Institutet i Athen, 4°, LI, Acta Instituti Atheniensis Regi Sveciae, Series 4°, LI*.
- Lavento, M., in press: Malmista esineeseen – metallienkäsittely rautakaudella Suomessa. CD-rom –artikkeli. *Vårt Maritima Arv* – projekti.
- Linderholm, J. & Lundberg, E. 1994: Chemical Characterization of Various Archaeological Soil Samples Using Main and Trace Elements determined by Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry. *Journal of Archaeological Science* 21:3.
- Lindroos, H. 1990: Nuoren maan maannoskehityksestä Keski-Pohjanmaalla *Tutkimusraportti* 105. Geologian tutkimuskeskus.
- Miettinen, A. 2002: Relative Sea Level Changes in the Eastern Part of the Gulf of Finland during the Last 8000 Years. *Ann. Acad. Scient. Fenn., Geologica-Geographica* 162.
- Munsell Soil Color Charts 2000, New Windsor, NY, GretagMacbeth.
- Nuñez, M. G. 1977: Archaeology through Soil Chemical Analysis: an Evaluation. *Helsingin Yliopiston Arkeologian Laitos*, Moniste no. 14.
- Okko, V. 1964: Maaperä. *Suomen geologia* (toim. K. Rankama). Kirjayhtymä. Helsinki.
- Okkonen, J. & Petäjä-Ronkainen, A. 1996: Geokemiallisia havaintoja Kemijokivarren kivikautisista asumuspainanteista. *Meteli*. Oulun yliopiston arkeologinen tutkimusraportti 10.
- Olson, G. W. 1984: Field Guide to Soils and the Environment. Applications of Soil Surveys. *Environmental Resource management Series*, Chapman and Hall, New York and London.
- Parviainen, J.-T. & Räisänen, M.-L. 1988: Karu maa kärsii. *Tiede* 2000 1988:4.
- Petäjä-Ronkainen, A. & Okkonen, J. 1995: Traces of Human Prehistoric Influence on Podzol Profiles – Preliminary Remarks. *Fennoscandia Archaeologica* XII.
- Purhonen, P. 1973: Esihistoriallisten kaivausten dokumentointi. *Arkeologin kenttätö* (toim. Paula Purhonen ja Leena Söyrinki). Gaudeamus.
- Ruonavaara, L. 1992: Koekaivaus, fosforikartointu ja geofysikaaliset tutkimukset Kokemäen

- Pispassa 1989. *Kentältä poimittua, Museovirasto, esihistorian toimisto, julkaisu n:o 2.*
- Räisänen, M.-L. 1989: Mineraalimaan happamointuminen eräillä koealoilla teollisuuden lähiympäristössä ja tausta-alueilla Suomessa. *Geologian tutkimuskeskus, tutkimusraportti 91.*
- Räisänen, M.-L. 1996: Geochemistry of Podsolized Tills and Implications for Mobility Near Industrial Sites: a Study in Kuopio, Eastern Finland. *Geological Survey of Finland, Bulletin 387.*
- Räisänen, M.-L. 1999: Podsolisaatio Suomessa, prosessit ja tutkimusmenetelmät. *Ympäristögeologian päivät 23.-24.3.1999. Turun yliopiston maaperägeologian osaston julkaisuja 82* (toim. Arto Itkonen).
- Schulz, H.-P. & Schulz, E.-L. 1992: Hämeenlinna Varikkoniemi – eine späteisenzeitliche-frühmittelalterliche Kernsiedlung in Häme. Die Ausgrabungen 1986-1990. *Suomen Museo 1992.*
- Seppälä, S.-L. 1992: Maatutkakokeilu Hollolan Kirkkailanmäessä. *Kentältä poimittua, Museovirasto, esihistorian toimisto, julkaisu n:o 2.*
- Siiriäinen, A. 1967: Yli-Iin Kierikki. Asbestikeraaminen asuinpaikka Pohjois-Pohjanmaalla. *Suomen Museo 1967.*
- Siiriäinen, A. 1974: Nuorakeraamisen kulttuurin hauta Teuvalla. *Suomen Museo 1974.*
- Takala, H. 1998: *Arkeologian maastotöiden perusteet.* Yliopistopaino.
- Townsend, W. N. 1973: *An Introduction to the Scientific Study of the Soil.* Edward Arnold, Fifth Edition.
- Tuhkanen, S. 1979: Maannos. Luonnonmaantieteen CI-kurssi (toim. S. Tuhkanen ja P. Fogelberg). *Helsingin yliopiston maantieteen laitoksen opetusmonisteita 5.*
- Uusinoka, R. 1981: Yleinen maaperägeologia. 1. osa, kulutusprosessit. Helsingin yliopisto Geologian laitos, *Geologian ja paleontologian osasto, moniste n:o 2.* Toinen painos.
- van Andel, T. H. & Zangger, E. 1990: Landscape Stability and Destabilization in the Prehistory of Greece, in Bottema, S., Entjes-Nieborg, G. & van Zeist, W. (Eds.), *Man's Role in Shaping of the Eastern Mediterranean Landscape,* Rotterdam.
- Vikkula, A. 1991: Kairaseulonta muinaisjäännösten rajojen määrittämiseen. *Muinaistutkija 1991:1.*
- Vuorela, I. 1991: Microscopic Charcoal Resulting from Human Activity: a Palaeoecological Factor. *PACT 33.*
- Vuorela, I. 1996: Palynological Indication of the Stone Age Dwelling Site of Pörrinmökki, Rääkkylä, Eastern Finland. *Environmental Studies in Eastern Finland. Reports of the Ancient Lake Saimaa Project. Helsinki Papers in Archeology No. 8.*
- Yli-Halla, M. 2000: Suomalaisia maaprofileja: Agricultural Soil Profiles in Finland and their Classification. *Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja, sarja A:78.*
- Zangger, E. 1993: *The Geoarchaeology of the Argolid.* Berlin.