



ROOMAN METALLIAITTA PYRENEITTEN NIEMIMAALLA

Hispania, Pyreneiden niemimaa, oli metallien saannin kannalta Rooman valtakunnan tärkeimpiä alueita.

Niemimaalla oli satoja kaivoksia ja useita suuria kaivoskeskittymiä. Monien metallien tuottamisessa Hispania oli Rooman valtakunnalle ajoittain korvaamaton. Kaivostoiminta kukoisti useita vuosisatoja, mutta romahti 200-luvulla jKr.

PEKKA T. HEIKURA

Kultaa, hopeaa, kuparia, lyijyä, tinaa, rautaa ja elohopeaa – kaikkia näitä metalleja tuotettiin suuria määriä Pyreneiden niemimaalla, roomalaisittain Hispaniassa, Rooman valtakunnan tarpeisiin sen kukoistusaikana (n. 200 eKr. – 250 jKr.). Vähäisemmässä määrin tuotettiin myös muita mineraaleja, kuten obsidiaania, alabasteria ja malakiittia.

Kultaa, hopeaa, kuparia ja tinaa hankittiin rahanlyönnin tarpeisiin (ks. Heikura 2015, s. 27–28). Lyijyä käytettiin kaupunkien vesijohtojen ja kauppalaivojen rakentamisessa. Rooma oli rautakulttuurista ja raudan tarve (työkaluihin ja aseisiin) oli suuri. Elohopeaa tarvittiin veistosten maalaamiseen ja todennäköisesti myös kullan talteen ottamiseen ekstrahoidulla.

Hispaniassa tiedetään olleen satoja kaivoksia. Ranskalaisen Claude Domerguen kokoamassa luettelossa kaivospaikkoja on peräti 565 (Domergue 1987). Hispanian kaivostoiminnan merkitystä korostaa se, että aina kun kysymys oli kaivoksista ja metalleista, antiikin historioitsijat ja maantieteilijät viittasivat useimmiten Hispaniaan. Roomalaisille Hispania oli todellinen Eldorado – samassa merkityksessä kuin kultaa ja hopeaa tuottava Amerikka oli espanjalaisille 1500- ja 1600-luvulla.

Hispanian kaivosalueet

Roomalaiset saivat pysyvän jalansijan Pyreneiden niemimaalla toisen puunilaissodan aikana (218–201 eKr.). Vuoteen 206 eKr. mennessä niemimaan itä- ja eteläosat siirtyivät sodan hävinneeltä Kartagolta Rooman haltuun. Koko Hispanian valloitus kesti kuitenkin lähes 200 vuotta. Täydellisesti niemimaa oli roomalaisten käsissä keisari Augustuksen (30 eKr. – 14 jKr.) aikana vuonna 19 eKr.

Kun karthagolaiset oli häädetty Hispaniasta, roomalaiset aloittivat heti sen malmivarojen hyödyntämisen. Historioitsija Titus Liviuksen (50 eKr. – 17 jKr.) mukaan sen kaivokset tuottivat alusta lähtien huomattavia määriä hopeaa ja kultaa (Liv. 28,38,5; 31,20,7; 32,7,4).

Merkittävimmät kaivokset olivat Carthago Novan (nyk. Cartagena) alueella (hopeaa ja lyijyä), Sierra Morenan vuoristossa (hopeaa, lyijyä, kuparia ja kultaa), Río Tintossa (hopeaa, lyijyä ja kuparia) sekä Tharsiksessa (hopeaa, lyijyä ja kuparia). Lisäksi nykyisen Portugalin alueella Vipascassa

(Aljustrel) oli tärkeitä hopea-, kupari- ja mahdollisesti myös kulta- ja rautakaivoksia.

Merkittävä kaivos oli myös Sisapossa (Almadén), jonka punaisesta sinoberimalmista saatiin elohopeaa. Tinaa kaivettiin Lusitaniassa ja Gallaeciassa eli Pyreneiden niemimaan länsi- ja luoteisosissa monesta eri paikasta. Tinan tuotannossa ei ole havaittavissa mitään suuria yksittäisiä kaivoskeskittyymiä. Samaa voi sanoa raudan tuotannosta.

Etelä-Espanjan hopea ja lyijy

Polybiokseen (200–118 eKr.) nojautuen kreikkalainen historioitsija ja maantieteilijä Strabon (64 eKr. – 23 jKr.) kertoo, että Carthago Novan kaivosalueen ympärysmitta oli 400 stadionia eli 18 kilometriä (stadion oli 185 metriä). Kaivoksilla oli jopa 40 000 työntekijää (Polybios 34,9,8; Strabon 3,2,10). Kaivostoimintaa pyörittivät yksityiset henkilöt tai yksityiset yhtiöt.

Río Tinton tuotannon määrästä saa jonkinlaisen viitteen jäljelle jääneistä kuonakasoista. Sulimokuonan määräksi on arvioitu 15–20 miljoonaa tonnia. Vaikka tarkkaa arviota ei voida antaa, kaivosten päätuotteen, hopean, tuotannon on täytynt olla Río Tintossa varsin huomattava (ks. Mäkinen 1933 s. 35). Carthago Novassa hopean tuotanto oli Strabonin mukaan 25 000 drakhmaa päivässä (Strabon 3,2,10).

Arkeologiset löydöt osoittavat, että Cartagenan ja Sierra Morenan hopea- ja lyijyesiintymien hyödyntäminen oli intensiivisimmillään toisen vuosisadan lopusta eKr. noin vuoteen 50 jKr. eli Tasavallan loppupuolella ja aivan keisariajan alussa (Domergue 1990, s. 179–224). Tänä ajanjaksona Rooma muuttui rahayhteiskunnaksi ja hopeisten denaarien tarve oli hyvin suuri.

Laajeneva Rooman valtakunta tarvitsi kaupan lisääntyessä eneneviä määriä myös lyijyä laivojen rakentamisessa, erityisesti laivojen puisten runkojen vuoraamiseen. Lisäksi kasvava Rooman kaupunki ja muut isot kaupungit tarvitsivat paljon lyijyä vesijohtojen rakentamiseen. Vaikka kivistä tehdyt akveduktit toivat vettä kaupunkeihin, niiden sisällä vesi johdettiin lyijy- tai keramiikkaputkilla asukkaille, julkisiin rakennuksiin ja kylpylöihin (Trincherini ym., s. 3).

Vain Hispanian eteläosa pystyi tyydyttämään

Rooman lyijyn tarpeen. Britannian, Germanian ja Balkanin esiintymät eivät olleet vielä tällöin Rooman hallussa, vaan vasta keisariaikana. Lyijyharkkoja kuljettaneiden laivojen haaksirikoista voidaan päätellä, että Carthago Novan alueen lyijyn tuottajien kauppa ulottui koko läntisen Välimeren alueelle. Yksin Mal di Ventren saaren lähellä uponneesta laivasta on löytynyt 1 500 Carthago Novasta peräisin ollutta lyijyharkkoa, joiden paino oli 45 tonnia. Espanjalaisen lyijyn huippuaikaa oli toisen vuosisadan loppu ja viimeinen vuosisata eKr. Etelä-Espanjan kaivoksilla oli paljon työntekijöitä ja valtion voitot lyijy-, hopea- ja kultakaivoksista olivat huomattavia.

Roomalainen kaivostekniikka

Roomalaiset etsivät uusia malmiesiintymiä havainnoimalla maaperää. Strabonin mukaan Hispanian malmialueiden metallien runsaus sekä maaperän kivisyys ja köyhyys johtuivat samasta syystä (Strabon 3,2,3). Plinius vanhempi toteaa puolestaan, että ne Hispanian vuoret, jotka olivat kuivia ja hedelmättömiä, joissa mikään ei kasva, tuottivat kultaa (Plinius 33,67). Malmeja oli siis hedelmättömillä seuduilla ja vuorilla. Nykyajan geologinen tietämys osoittaa, että roomalaiset malminetsijät tiesivät, missä Hispanian malmiesiintymät olivat ja että Strabon ja Plinius olivat kutakuinkin oikeassa (Anguilano, s. 2–3).

Roomalaiset malminetsijät tiesivät myös, että hopeaa esiintyi usein lyijyn malmimineraaleissa, erityisesti hopeaa sisältävässä lyijyhohteessa, jota on Cartagenassa ja Sierra Morenassa. Jos taasen kultaa löytyi joen rannalta, kultasuoni, mistä hiput olivat peräisin, voitiin löytää seuraamalla jokea pitkin ylöspäin. Jos maan pinnalta löytyi malmia, voitiin paikalle perustaa avolouhos tai kaivaa lyhyitä tunneleita.

Roomalaisten kaivokset olivat usein pelkästään avolouhoksia. Suuren työmäärän takia syvällä kovassa kalliossa olevia malmeja kannatti hyödyntää yleensä vain, jos ne sisälsivät kultaa tai hopeaa. Kun sopiva paikka oli löytynyt, kaivettiin kallioon aluksi pystysuora kuilu, jota laajennettiin maan alla vaakasuoraksi tunneliksi, kun malmisuoni oli löytynyt. Joskus kaivettiin vuoren kyljestä vaakasuora tunneli.

Työskentely tällaisissa kaivoksissa oli epäilemättä kovaa työtä. Kallion louhinnassa käytettiin

rautaisia lekoja, kiiloja ja hakkuja. Kalliota murrettiin myös tulen ja etikan avulla (Plinius, *Naturalis Historia* 33,71; Vitruvius, *De Architectura* 8,3,19). Irrotettu malmi kerättiin sankoihin, koreihin tai säkkeihin. Malmi kuljettiin ylös maan pinnalle tikapuita pitkin. Täytetty säiliö voitiin vetää ylös kuilusta myös köyden avulla. Roomalaisten ei tiedetä käyttäneen pyörällisiä kärryjä.

Roomalaisten kaivosten isoja ongelmia olivat valaistus, ilmanvaihto ja kuivatus. Valaistukseen käytettiin öljylamppuja ja soihtuja. Ilmanvaihtoa parannettiin kaivamalla kaivoskuilun viereen yhdensuuntainen ilmanvaihtokuilu. Lämmin ilma nousi kaivoskuilusta ilmanvirtauksen mukana ylöspäin ja tilalle tuli ulkoa viileämpää ilmaa.

Vettä nostettiin ylös paitsi vesitiivillä koreilla, pronsisilla tai puisilla sangoilla myös ruuvipumpuilla ja vesipyörillä. Ajanlaskumme vaihteessa elänyt Diodoros Sisilialainen kertoo historiateoksessaan (5,37,3–4), että ruuvipumpulla pumputtiin hämmästyttäviä määriä vettä Río Tinton kaivoksista. Río Tintossa käytettiin myös vesipyöriä. Sieltä on löytynyt korkeussuunnassa kahdeksan paria vesipyöriä, jotka pystyivät nostamaan vettä ylöspäin 30 metriä (Landels 1985, s. 55–56).

Louhittu malmi käsiteltiin sulatusuuneissa. Antiikin maailmassa esimerkiksi hopeamalmeja käsiteltiin lisäämällä niihin lyijyä tai lyijymalmeja. Sula lyijyn ja hopean seos hapetettiin ensin ilmalla avoimessa uunissa. Syntynyt lyijyoksidi kaadettiin sitten sulana päältä pois. Lyijystä vapaaksi ja puhtaaksi jäänyt hopea (joka ei hapetu) kerättiin talteen. Jos taasen hopeaa otettiin talteen hopeaa sisältävästä lyijymalmista, oli prosessi vaikeampi. Koko lyijymäärä piti hapettaa ennen kuin malmissa pieninä määrinä esiintynyt hopea saatiin talteen.

Corta Lagon kaivosta Río Tinton alueella tutkineen Lorna Anguilanon mukaan roomalaiset perivät paikallisten asukkaiden, foinikialaisten ja karthagolaisten käyttämän lyijy-hopea-sulatusmenetelmän ja tekivät siihen ilmeisesti vain vähäisiä muutoksia. Roomalaiset ymmärsivät kuitenkin edeltäjiään paremmin malminsulatusprosessin ”kemian” ja ”metallurgiaa” onnistuen saamaan aikaan kontrolloidun sulatuksen, joka mahdollisti taloudellisesti edullisen malmin hyödyntämisen (Anguilano).

Antiikin aikana ilmeisesti myös tiedettiin, että elohopea sopi hyvin kullan talteenottamiseen murskatusta malmista. Elohopea oli siten tärkeä metalli kullan valmistamisessa (ks. Plinius, 33,99). Roomalaiset osasivat valaa kultaa, hopeaa, kuparia ja tinaa. Sen sijaan heidän rautansa oli takorautaa. Valurautaa ja valuterästä ei tunnettu. Takorautaa osattiin kyllä pintakarkaista.

Kullan kimallus

Cartagenan kaivosten tuotannon huippuaika oli ohitse ensimmäisellä vuosisadalla (jKr.). Muualla Hispanian eteläosissa tuotanto jatkui edelleen merkittävänä. Ensimmäisen vuosisadan puolivälistä lähtien alettiin Hispanian luoteisosassa sijainneita kultaesiintymiä hyödyntää voimallisesti. Plinius vanhemman (23–79 jKr.) mukaan kullan tuotanto oli huomattavaa; pelkästään vesivoimaa hyödyntävällä *arrugia*-menetelmällä tuotettiin vuosittain Asturiassa, Gallaeciassa ja Lusitaniassa 20 000 naulaa (*vicena milia pondo*) eli 6,5 tonnia kultaa. Asturia tuotti eniten (Plinius, 33,78). Määrästä pystyttiin valmistamaan 900 000 kultakolikkoa (Domergue 1990).

Nykyaikana on arvioitu, että pelkästään Dueran laaksosta saatiin vuosittain 3 000 kg kultaa 130 vuoden ajan. Hispanian luoteisosasta tuotti ehkä seitsemän prosenttia Rooman valtion tuloista Flavianusten keisarisuvun (69–96 jKr.) aikana (ks. Edmondson 1989, s. 88).

Politiittisen ja taloudellisen merkityksensä vuoksi kultaesiintymien hyödyntämisestä Hispanian luoteisosassa huolehti valtio. Kultaesiintymien merkitystä korostaa myös se, että keisariaikana Hispanian ainoa legioona Legio VII Gemina oli sijoitettu sinne. Tämän vuoden 70 jKr. tienoilta perustetun legioonan varuskuntapaikasta nykyinen León on saanut nimensä.

Kullan tuotannossa Pyreneiden niemimaan luoteisosasta oli tärkein alue Roomalle. Toiseksi tärkein oli Daakian Apuseni-vuorilla (nyk. Romanian Transilvaniassa) sijainnut Alburnus Maior. Daakia valloitettiin vuonna 107, ja se pysyi Rooman hallussa aina vuoteen 271 jKr. saakka, jolloin siitä luovuttiin. Mainittava kultakaivos oli myös Walesissa sijainnut Dolaucothyn kaivos – ainoa Britanniassa. Noricumista (nyk. Itävalta) saatiin kultaa huuhtomalla.

Plinius ja *arrugia*-menetelmä

Plinius vanhemman mukaan kullan tuotannossa käytettiin kolmea menetelmää. Yksinkertaisin oli kultahippujen käsinhuuhdonta jokien ranta-hiekasta tai -sorasta. Toinen oli tunneleiden (*cunei*) kaivaminen kalliioon, jossa oli kultaa sisältäviä kvartsijuonia. Louhittu malmi vaati tällöin lisäprosessoinnin.

Suuritöisin ja ilmeisesti roomalaisten omaa keksintöä oli vesivoimaa hyödyntävä ja Pliniuksen *arrugiaksi* nimeämä menetelmä. Plinius kuvaa menetelmää varsin tarkasti ”Luonnonhistoriassaan” (*Naturalis Historia*, 33,70–78).

Vuoren sisään kaivettiin ensin pitkiä käytäviä (*cuniculi*), joilla vuori tehtiin ontoksi. Kaivutyö kesti useita kuukausia. Vuorta estettiin romahtamasta kaivamatta jätetyillä maakaarilla (*fornices*). Pliniuksen mukaan kaivosmiehet kutsuivat tätä työskentelytapaa *arrugiaksi*.

Kun käytäviä oli tarpeeksi, tukevat maakaaret hakattiin rikki. Vuori romahti kasaan. Syntyneitä sorakasaa huuhdeltiin sitten voimakkailla vesisuihkuilla. Vesi syöstiin alas kaivoksen yläpuolelle rakennetuista tankeista. Säiliöt saivat vetensä paikalle johdetuista kanavista. Säilyneiden akveduktien jäännösten perusteella voidaan päätellä, että akveduktit toivat vettä kaivospaikalle päivässä jopa useita kymmeniä miljoonia litroja.

Pliniuksen mukaan vesisyöksy oli niin voimakas, että se pystyi liikuttamaan isojakin vierikiviä. Vesi ohjattiin pitkiin vesikouruihin, joista kultakimpaleet (*massae*) tarvitsi vain kerätä talteen. Muuta prosessointia, sulatusta, ei tarvittu. Pliniuksen mukaan kultahippujen joukossa saattoi olla jopa yli 10 naulan eli yli kolmen kilogramman painoisia kimpaleita (*palagae, palacurnae*). (Naula, lat. *libra*, oli 327 grammaa.)

Pliniuksen *arrugia*-kuvaus sopii hyvin jokien synnyttämiin syviin alluviaalikerrostumiin (*deep secondary alluvial deposits*, Bird 2004). Kultaa sisältävät sorakerrostumat ovat tarpeeksi kovia, jotta niihin voidaan kaivaa käytäviä. Toisaalta ne ovat tarpeeksi pehmeitä, jotta niitä voidaan huuhdella vedellä.

Pliniuksen kuvaukseen vuorien luhistumisesta (*ruina montium*) ja vesihuuhdelusta sopivat parhaiten Las Médulasissa ja La Leitosassa sijaitsevat kaivosten jäänteet (Bird 2004). Río Silin varrella

sijaitseva Las Médulas on nykyään Unescon perintökohde.

Kokonaisuutena alluviaalikerrostumien hyödyntäminen näyttää kaivosjäänteiden perusteella olleen hyvin laaja-alaista erityisesti Cordillera Cantabrica -vuoriston eteläpuolella, silloisen Asturica Augustan (nyk. Astorga) ympäristössä. Hiljattain ovat lentokoneeseen asennetulla LiDAR-laserlaitteella (*Light Dedection and Ranging laser system*) tehdyt havainnot osoittaneet, että kaivostoiminta on ollut alueella jopa aikaisemmin tiedettyä laajempaan. Eria-joen laaksosta on löydetty jälkiä ennen tuntemattomista vesialtaista ja kanavista. Jäänteet ovat olleet kasvillisuuden ja viljapeltojen alla piilossa. Löydöt osoittavat, että kullan tuotanto on ollut alueella mittavaa. Roomalaiset ovat kääntäneet kullan huuhtelua varten jopa jokien suuntaa kokonaan uudelleen (Fernández-Lozano ym. 2015).

Pliniuksen mukaan roomalaiset käyttivät sekä kovassa kalliiossa että alluviaalikerrostumissa olevan kvartsin tai piikiven (*silex*, kvartsiittia?) murtamiseen tulta ja etikkaa sekä *fractariaksi* kutsuttuja rautaisia murskauslaitteita. Hän mainitsee työvälineinä myös kiilat. Kaivaminen oli epäilemättä erittäin kovaa ja vaarallista työtä.

Pliniuksen kuvaus Hispanian luoteisosan kaivoksista perustuu hänen paikan päällä hankkiemiinsa tietoihin. Hänhän oli vuosina 72–74 jKr. prokuraattorina Tarraconensis-provinssissa, jonka luoteisosaan kultaesiintymiä omaavat Asturia ja Gallaecia kuuluivat. On uskottavaa, että Plinius näki myös omin silmin Las Médulasin tai jonkun muun samanlaisen kaivoksen toiminnassa.

Valtio valvoi toimintaa

Kaivostoiminta oli ainakin keisarivallan aikana valtion tiukasti valvottua. Asturian ja Gallaecian kaivostoimintaa valvoi erityinen ritarisäätyinen prokuraattori, jota auttoivat keisarilliset vapautetut orjat (*liberti*) virkanimikkeellä *procuratores metallorum*. Kaivosaluetta ei siis valvonut Hispania Tarraconensis -provinssin talousasioista vastaava prokuraattori muiden tehtäviensä ohella vaan nimenomaan kaivosasioihin erikoistunut viranhaltija apulaisineen (Edmondson 1989, s. 88–89).

Vispaskan kaivosalueesta (*Metallum Vipascense*), jota hallinnoi myös prokuraattori, on säily-

nyt kaksi kaivostoimintaa koskevaa pronssitaulua (*Vipasca I ja II*) keisari Hadrianuksen hallituskaudelta (117–138 jKr.). Malminetsijä, joka otti kupari- tai hopeakaivoksen louhittavakseen, sai esiintymän puoliksi ilmaiseksi. Toisesta puolesta oli maksettava pieni maksu keisarilliseen rahastoon (*fiscus*). Kuparikaivoksia koskevan maksun suuruudesta ei ole säilynyt dokumenteissa tietoa. Hopeakaivoksista suoritus oli kuitenkin 4 000 sestertiusta. Tämä oli nykyrahassa ehkä noin 8 000 euroa (yksi sestertius vastasi ostovoimaltaan kahda nykyaikaista euroa, ks. Angela 2011, s. 329). Kaivosten tuottamasta voitosta oli lisäksi maksettava puolet keisarilliseen rahastoon (ks. Flach 1979; Domergue 1983).

Dokumenteista voidaan päätellä, että kaivostoimintaa pyörittivät yksityiset yrittäjät. Työvoimana oli sekä orjia että vapaita työntekijöitä. Malmia sai kuljettaa kaivoksista sen käsittelypaikoille vain päivällä. Tähän määräykseen oli ilmeisesti syynä paitsi työturvallisuus myös varastelun, salakuljetuksen ja verojen välttelyn ehkäiseminen. Yökuljetuksiin syöllistynyt joutui maksamaan 1 000 sestertiuksen sakot. Varastelevat orjat ruoskittiin, vapaat menettivät omaisuutensa. Molemmat karotettiin lisäksi iäksi kaivokselta.

Kokonaisuutena Hispanian kaivoksilla käytettiin ilmeisesti paljon orjia varsinkin Rooman vallan alkuaikoina. Orjia saatiin niemimaan valloitusotien yhteydessä voitetuista viholliskansoista. Rikollisten tuomitseminen ad metalla -kaivoksiin eli vuorikaivoksiin ja louhoksiin oli Rooman valtakunnassa myös yleistä. Niemimaan luoteisosissa käytetyssä työvoimassa lienee ollut runsaasti vapaita.

Kaivostoiminnalla oli mahdollista myös rikastua. Historioitsija Tacitus (n. 55–120 jKr.) kertoo Keisarillisen Rooman historiassaan (*Annales*), että Hispanian rikkain mies keisari Tiberiuksen (14–37 jKr.) aikana oli kupari- ja kultakaivoksia omistava Sextus Marius.

Tacituksen mukaan Tiberius syytti Sextus Mariusta sukurutsauksesta tyttärensä kanssa, ja hänet surmattiin. Sextus Mariuksen turmioksi koitui tosiasiaa hänen valtava omaisuutensa. Tiberius otti hänen kaivoksensa omaan käyttöönsä (Tacitus, *Annales* 6,19,1). Rahanhimon sijasta toimenpiteelle oli todellisuudessa järkevät perusteet. Corduban (nyk. Córdoba) lähellä sijainneet kaivokset

siirrettiin keisarin haltuun todennäköisesti sen vuoksi, että Hispanian keisarillisten provinssien hoidosta koitui raskaita kuluja keisarilliselle rahastolle (Lewick 1985, s. 79).

Hispanian kaivostoiminnan romahdus

Hispanian kaivostoiminta kukoisti intensiivisenä aina 200-luvulle saakka. Sitten tapahtui romahdus. Tosin Río Tinton kaivoksille olivat ilmeisen kohtalokkaita jo vuodet 171–173, jolloin pohjoisafrikkalaiset maurit hyökkäsivät alueelle. Rooma menetti tilapäisesti alueen hallinnan. Kaivostoiminta rappeutui, vaikka ei ilmeisesti täysin lakannut.

Monien tutkijoiden mukaan Hispanian taloudelle ja kaivostoiminnalle oli erityisen tuhoisa frankkien vuonna 256 tekemä hävitysretki. Frankit murtautuivat tällöin Rooman rajan yli Reinillä. He tunkeutuivat ensin Galliaan, sitten Hispaniaan ja päätyivät aina Pohjois-Afrikkaan saakka.

Tuhot Hispanian kaupungeissa ja maatiloilla niemimaan eteläosaa (Baetica) lukuun ottamatta olivat huomattavia. Todennäköisesti myös kaivostoiminta kärsi (Blasquez 1964, s. 78, 164– ja 172; Blasquez 1974–1975, s. 253; MacMullen 1988, s. 27–28 ja s. 226 viitteet 91–92).

Tutkijoiden keskuudessa vallitsee selvä konsensus siitä, että Pyreneiden niemimaan luoteisosan mittava kaivostoiminta käytännössä lakkasi 200-luvun puolimaissa. Vain pienimuotoista toimintaa jäi tämän jälkeen enää jäljelle (Edmondson 1989, s. 89). Kokonaisuutena Hispanian kaivoksista näyttää olleen toiminnassa 200-luvun jälkeen enää vain yksi kymmenestä (Domergue 1990, s. 215–224; McCormick 2003, s. 42 ja viite 4).

Yleinen kaivostoiminnan lasku

Kehitys Hispaniassa noudatti yleistä Rooman valtakunnan kehityssuuntaa. Metallien louhinnassa ja tuotannossa suuntaus osoitti selvästi alaspäin suurimmassa osassa Rooman valtakunnan läntisiä osia 200-luvulla ja sen jälkeen. Hispania ei ollut poikkeus. Esimerkiksi Britanniassa kukoistaneet raudantuotantopaikat, Wealdin alue Kentissä ja Forest of Dean Clouchesterissä, näivettyivät selvästi 200-luvulla. 26 raudantuotantopaikasta Wealdissa selvisi vuoden 300 yli vain kolme (ks. McCormick 2003, s. 42 ja viite 4).

Noin vuoden 200 tienoilta lähtien eri metallien

tuotantopaikkojen määrä väheni jyrkästi Rooman valtakunnan luoteisosissa. Sata vuotta myöhemmin vain pieni murto-osa aikaisemmista paikoista oli yhä toiminnassa. Numismaattinen todistusaineisto viittaa siihen, että Dolaucothissa kultaa tuotettiin sentään ainakin jossain määrin aina Gratianuksen hallitusajkaan (375–383 jKr.) saakka (Edmondson 1989, s. 92)

Rooman valtakunnan on perinteisesti katsottu olleen vakavassa kriisissä 200-luvulla. Valtakuntaa repivät sisällissodat ja germaanit tekivät suuria hävityksiä. Tuhoa teki myös vuosina 250/251–270 riehunut kulkutautiepidemia, Cyprianuksen rutto. Jo tätä ennen vuosina 165/166–189 valtakuntaa oli koetellut vakava Antoninuksen ruttona tunnettu kulkutautiepidemia (ks. Heikura 2002, s. 33–39). Vaikka mistään väestökatastrofista ei voida puhua, väestön määrä laski ja talouden koko pieni.

Kaivostoiminnan heikkenemiseen on voinut olla syynä suoranaisten hävitysten ohella myös väestön vähenemisestä johtuva työvoimapula. 300-luvulla työvoimapulaa kiihdytti vielä valtion kaivosmiehiin kohdistama raskas verotus, ja he alkoivat paeta velvollisuuksiaan.

Väestömäärän laskiessa ja talouden koon pienentyessä tarvettakaan metalleille ei ilmeisesti entisen tapaan enää ollut. Kaivosten ja malmisulattojen määrä väheni ja tuotannon volyyymi romahti. 200-luvun jälkeen metallien tuotanto oli Rooman valtakunnassa olennaisesti aikaisempaa pienimuotoisempaa. Valtakunnan itäosat selvisivät länsiosia selvästi paremmin.

Rooman valtakunnan kaivostoiminnan romahduksesta on saatu lisätodisteita yllättäviltä tahoilta. Antiikin Rooman metallien sulatusmenetelmät eivät olleet kovin tehokkaita. Huomattava määrä metalleja menetettiin ilmansaasteiksi. Grönlandissa suoritetuista jääkairauksista tehty saastelöydöt viittaavat mittavaan nousukauteen kahtena ensimmäisenä vuosisatana jKr. Kaivostoiminnasta peräisin olleiden, ilmakehään siirtyneiden ja jäähän päätyneiden lyijy- ja kuparihiukkasten vähenyneen määrän perusteella voidaan päätellä, että kaivostoiminta laski selvästi 200-luvulla ja sen jälkeisen myöhäisantiikin aikana.

Samanlaisia laskusuunnasta kertovia havaintoja on tehty sveitsiläisestä turvesuosta. Rooman huippukauden jälkeen alin kohta lyijyn (ja toden-

näköisesti myös hopean) valmistuksessa saavutettiin noin vuosina 648–988 jKr. (ks. McCormick 2003, s. 53). Rooman kautta seurasi siis varhaiskeskiajalla kaivostoiminnan syvä lama.

Rooman valtakunnan kukoistava metallien tuotanto, joka oli ainakin raudan osalta ilmeisesti suurempi kuin Kiinassa, katosi. Länsi-Rooma lakasi olemasta vuonna 476 – sinetti pitkään jatkuu neelle alamäelle. Tässä vaiheessa Hispania oli jo germaanikansoihin lukeutuneiden visigoottien ja sveebien hallussa.

LÄHTEET

- Diodorus Siculus, *Bibliotheca historike*. Diodorus of Siculus with an English translation by Oldfather, C. H. in twelve volumes, III, Book IV.59 – VIII. The Loeb classical Library. William Heinemann Ltd 1961.
- Livius, Titus, *Ab urbe condita*. Livy with an English translation in fourteen volumes. The Loeb classical Library. William Heinemann Ltd 1967.
- Plinius Secundus, *Naturalis Historia*. C. Plinius Secundus d. Ä Naturkunde: Lateinisch – Deutsch. Buch 33: Metallurgie. Herausgegeben und übersetzt von König, R. in Zusammenarbeit mit Winkler, G. Artemis Verlag 1984.
- Polybius, *Historiai*. The Histories, Books 28–39. Translated by Paton, W.R., revised by Walbank, F.W. and Habicht, C. The Loeb classical Library. Harvard University Press. London 2012.
- Strabon, *Geografia*. Strabons Geografika, Band 1: Buch I-IV: Text und Übersetzung. Mit Text und Kommentar herausgegeben von Radt, S. Vandenhoeck & Ruprecht 2002.
- Tacitus, P. Cornelius, *Annales*. Annalen: Lateinisch und deutsch herausgegeben von Heller, E. Artemis Verlag 1982.
- Vitruvius, M. Pollio, *De architectura*. On Architecture, Edited from the Harleian manuscript 2767 and translated into English by Granger, F. in two volumes. The Loeb classical Library. William Heinemann Ltd 1962.

KIRJALLISUUS

- Angela, A. (2011): *Päivä antiikin Roomassa*. Suomentanut Terhi Havila. Art House.
- Anguilano, L.: *Roman Lead Silver Smelting at Rio Tinto. A case study of Corta Lago*. University College of London. UCL Discovery: www.discovery-ucl.ac.uk/1348305/1/1348305.pdf.
- Bird, D. (2004): Pliny's Arrugia. Water Power in Roman Gold-Mining. Mining History: *The Bulletin of the Peak District Mines Historical Society*. Volume 15, Nos. 4/5: <http://www.goldchartsrus.com/papers/Pliny'sArrugia-WaterPowerInRomanGoldMining.pdf>

- Blasquez, J. M. (1964): *Estructura economica y social de Hispania durante la anarquía military y el bajo imperio*.
- Blasquez, J. M. (1974–1975): *Ciclos y temas de la Historia Española: la Romanización* 1–2.
- Blasquez, J. M. (1975): *Historia social y economica de la España Romana: segunda parte: siglos III–IV*.
- De Cortázar, F., Vesga, J. (2002): *Breve historia de España*. Historia Alianza Editorial.
- Domergue, C. (1983): *La Mine antique d'Aljustrel (Portugal) et les tables de bronze de Vipasca*. De Boccard.
- Domergue, C. (1987): *Catalogue des mines et des fonderies antiques de la Péninsule Ibérique*. 2. vol. et une pochette de cartes. Publications de la Casa de Velázquez, Série Archéologie VIII, XI.
- Domergue, C. (1990): *Les mines de la Péninsule Ibérique dans l'antiquité romaine*. Collection de l'École Française de Rome, 127.
- Domergue, C. (2008): *Les mines antiques: la production de métaux aux époques grecque et romaine*. Picard.
- Edmondson, J. C. (1989): Mining in the Later Roman Empire and beyond. Continuity or Disruption?, *JRS* 79, 84–102.
- Engels, S. ja Nowak, A. (1992): *Kemian keksintöjä. Alkuainneiden löytöhistoria*. Suomentanut Jouko Koskikallio.
- Fernández-Lozano, J., Gutiérrez-Alonzo, G., Fernández-Morán, M. (2015): Using airborne LIDAR sensing technology and aerial orthoimages to unravel roman water supply systems and gold works in NW Spain (Erial valley; Léon). *Journal of Archaeological Science* 53, 356–373.
- Flach, O. (1979): Die Bergwerksordnungen von Vipasca, *Chiron* 9, 399–.
- Heikura, P. T. (2015): Pronssiharkoista keskiajan dollariin – raha Rooman valtakunnassa. *Tieteessä tapahtuu* 1, 25–32.
- Heikura P. T. (2002): Kaksi epidemiaa: aiheuttivatko kulkutaudit Rooman valtakunnan tuhon?, *Tieteessä tapahtuu* 7, 33–39.
- Landels, J. G. (1985): *Antiikin insinööritaito*. Suomentanut K. Hirvonen. Insinööritieto Oy.
- Lewick, B. (1985): *The Government of the Roman Empire*. A Sourcebook. Croom Helm.
- MacMullen, R. (1988): *Corruption and the Decline of Rome*. Yale University Press. New York.
- McCormick, M. (2003): *Origin of the European Economy. Communications and Commerce AD 300–900*. Cambridge University Press. Reprinted. Cambridge.
- Mäkinen, E. (1933): *Keksintöjen kirja III: Vuoriteollisuus ja metallien valmistus*. WSOY.
- Trincherini, P.R., Domergue, C., Manteca, I., Nesta, A., Quarati, P.: *The identification of lead ingots from the Roman mines of Cartagena (Murcia, Spain): the role of lead isotope analysis*. www.arxiv.org/pdf/1002.3557

Kirjoittaja on filosofian lisensiaatti ja tiedetoimittaja.