



Futureimagebank

■ **Amerikan valloittajia kannusti muikin kuin uuden mantereen tutkimisen ilo – kullan ja hopean himo. Aluksi intiaaneilta ryöstetty, sittemmin itse kaivettu hopea nosti Euroopan talouden huimaan kukoistukseen. Hopea-aarteet olisivat kuitenkin jääneet saamatta ilman mullistavaa metallurgista keksintöä, patiomenetelmää. Hopeanhimon uhreiksi joutuivat kaivostyöhön pakotetut intiaanit, joiden terveyden elohopean käsittely tuhosi.**

Pekka T. Heikura

Kun espanjalaiset **Kolumbuksen** löytöretken myötä aloittivat Amerikan valloituksen vuonna 1492, he keksivät pian, että uusien siirtomaiden alkuasukkailla oli hallussaan jättimäinen arvometalliomaisuus. Yhdeksi merkittävimmistä mantereen valtaamisen motiiveista nousikin aarteiden ryöstäminen intiaaneilta.

Konkistadori **Francisco Pizarro** Cajamarcassa vuosina 1532–1533 rohmuama aarre oli satumaisen suuri: 13 000 naulaa eli noin 5 000 kiloa 22-karaattista kultaa ja 26 000 naulaa hopeaa. Kasapäin kiiltäviä metalleja kahmittiin myöhemmin Cuzcosta, ja huomattavimpiin saaliisiin kuului myös Bogotán ylätasangolta vuosina 1538–1539 hankittu kultaröykkiö.

Lisää himoittuja arvometalleja saatiin, kun valloittajat ryhtyivät etsimään intiaaneilta huomaamatta jääneitä esiintymiä. Tuhoottuaan asteekkien valtakunnan he alkoivat heti hyödyntää Uuden Espanjan eli nykyisen Meksikon hopeamalmioita. 1530-luvulta alkaen hopeakaivoksia perustettiin keskisen Meksikon Zumpangoon, Súltepeciin, Taxcoon ja Tlalpujahuuan.

Maan hopeavarojen koko laajuus paljastui kuitenkin vasta, kun rikas Zacatecasin esiin-

tymä löytyi vuonna 1546. Pohjoiselle tasangolle avattiin pian lisää kaivoksia: Guanajuatoon vuonna 1550, Pachucaan ja Real del Monteen 1552, Sombretteen 1558 ja vielä San Luis Potosin 1591.

Jo vuonna 1545 oli paljastunut Potosin huikea hopeaesintymä nykyisen Bolivian alueella. Kaivaustoiminta neljän kilometrin korkeudessa Andien vuoristossa sijainneessa Cerro Ricossa – ”rikkaassa vuoressa” – käynnistyi vuoden 1550 tienoilla. Alkuaikoina Cerro Ricon malmissa oli jopa 50 prosenttia hopeaa.

Löytöjen myötä Uusi maailma nousi maailman suurimmaksi hopean tuotantoalueeksi. Hyöty kerättiin kuitenkin pääasiassa Euroopassa, jonne aarteet laivattiin ja joka niiden ansiosta vaurastui ennen näkemättömästi.

#### **Kehno tekniikka söi kannattavuuden**

Kaikki olisi voinut käydä toisinkin. Malmin käsittely ei nimittäin ollut helppoa. Andeilla espanjalaiset käyttivät intiaanien perinteistä, varsin tehotonta tekniikkaa, pieniä kivi- tai saviuuneja, joissa tulta kohennettiin palkei-

den sijasta vuoristotuulten avulla.

Meksikossa hyödynnettiin ajan arvostetuimpien eurooppalaisten specialistien, saksalaisten vuorimiesten, mukanaan tuomia edistyneempiä keinoja. Hopean sulatukseen tarvittiin kuitenkin suuria määriä lyijyä, mikä teki tekniikasta hyvin kalliin. Taloudellisesti kannattavia, rikkaita, lähellä maan pintaa sijaitsevia hopeamalmioita oli ajan mitaan yhä vaikeampi löytää. Vuoteen 1570 mennessä hopean määrä putosi Potosissakin pariin prosenttiin.

Lisäksi kaivostyövoimasta alkoi olla puute, kun orjatyöhön pakotetut intiaanit joko onnistuivat pakenemaan tai menehtyivät työnsä ääreen tai kulkutauteihin. Myös työntekijöiden vaatteiden ja ruuan hinnat kaksinkertaistuivat 1530-luvulla. Seurauksena oli, että Meksikon hopeaesintymien hyödyntäminen ajautui kriisiin jo vuoden 1539 tienoilla.

1550-luvulla tilanne vaikeutui entisestään. Orjuuden sijaan intiaaneja alettiin pitää kruunun alamaisina, ja uusien lakien myötä heille sälytetty pakkotyö kaivoksissa väheni. Afrikasta siirtokuntiin rahdattujen mustien orjien määrä taas oli 16. vuosisadalla vie-



**Näkymä Cajamarcosta, jossa konkistadori Francisco Pizarro rohmuusi vuosina 1532–1533 noin 5 000 kiloa 22-karaattista kultaa ja 10 000 kiloa hopeaa. Mustavalkokuvat Martti Pärssisen teoksesta *Andien ihminen*, Suomen Madridin-instituutti 2004.**

## Keksijä kuoli köyhänä

Nerokkaan metallurgisen innovaation tehnyt Bartolomé de Medina ei keksinnöllään rikastunut.

Uuden Espanjan kolmesta *audiencias*-ta eli hallintopiiristä vain yhden eli Méxicon vähäiset hopeakaivokset suostuivat myöntämään hänelle rojalteja tuotostaan, mutta muualla ei piitattu patenttioikeuksista.

Päätuotantoalueen, Meksikon koillisosan Nueva Galician ja Nueva Vizcayan suurkaivokset kieltäytyivät maksamasta keksijälle mitään. Ne kuuluivat Guadalaran audiencian tuomiovallan piiriin ja katsoivat, ettei Méxicossa myönnetty patentti sitonut niitä mitenkään.

Kaivosten omistajat saivat kantansa läpi myös oikeusistuimissa.

Medinalta jäivät patenttioikeusrahat saamatta. Suuri keksijä kuoli köyhyydessä Meksikon Pachuassa korkeassa 88 vuoden iässä vuonna 1585.

lä pieni, ja he olivat sitä paitsi tavattoman kalliita.

Hopean tuotanto romahtikin rajusti. Kuningaan osuus eli valtiolle toimitettava ns. kruunun viidennes kaikista kerätyistä tai kaivetuista jalometalleista oli vuonna 1553 enää kolmasosa vuoden 1549 toimituksesta.

### Elohopean vallankumous

Pelastuksen pulasta toi espanjalainen **Bartolomé de Medina**, vuonna 1497 Sevillassa syntynyt kauppias, joka myöhemmällä iällään päätti ryhtyä metallurgiksi. Hän saapui vuonna 1553 Meksikoon kehittämään uutta tekniikkaa, elohopean käyttöä hopean irrottamiseksi malmista.

Medina oli jo kotimaassaan saanut alan oppia saksalaiselta **Maestro Lorenzolta**. Menetelmää hiottaessa toinen tärkeä neuvonantaja **Gaspar Lohmann** taas kehitti ratkaisevan kojeen: myllyn malmin rouhimiseen.



Uuden teknologian ansiosta hopean tuotantomäärät alkoivat kasvaa dramaattisesti Potosissa 1570-luvulta lähtien. Kun Espanjan siirtomaaherruus alueella päättyi vuonna 1820, hopeavuori oli kasvanut jo 100 000 tonnin painoiseksi.

Kaksivuotisten testien ja kokeilujen jälkeen oli valmiina uusi hydrometallurginen ns. patiomenetelmä, jolla voitiin suhteellisen alhaisin kustannuksin hyödyntää suuria määriä heikkolaatuista hopeamalmia entistä syvemmillä maaperästä.

Uuden Espanjan varakuningas **Don Luis De Velasco** myönsi Medinan innovaatiolle patentin vuonna 1555. Seuraavat 350 vuotta se muodosti ylittämättömän tekniikan, johon turvautuivat kaikki hopeakaivokset Rio

Grandelta Cape Horniin saakka.

Maaailman vanhimman amalgamointimenetelmän keskeinen idea oli, että elohopea liuottaa malmista hopean amalgaamiksi muun malmiaineksen jäädessä liukenematta.

Malmi jauhettiin aluksi hienoksi *arrastrassa* eli rouhintamyllyssä, jossa oli neljästä kahteentoista raudoitettua survintaa. Käyttövoiman uurastivat muulit tai härät. Siellä, missä oli lähellä jokia ja koskia, voimanlähteenä käytettiin vesiratasta.





Kun malmi oli hienonnettu, siihen sekoitettiin vettä ja elohopeaa ja muita reagentteja, kuten suolaa ja kuparisulfaattia. Andeilla sekoitus tehtiin suurissa säiliöissä, joiden vetoisuus oli jopa 2 300 malmikiloa. Joskus säiliötä kuumennettiin reaktioiden nopeuttamiseksi.

Syntynyt seos levitettiin *patiolle* eli kivetylle pihamaalle. *Beneficio de patio*, *patio processing* ja *patiokäsittely* ovatkin yhä käytettyjä termejä amalgamoinnista puhuttaessa. Pihalla seos joutui muulien poljettavaksi. Muutaman viikon kuluttua prosessin johtaja tarkisti, että elohopean yhtyminen hopeaan oli tapahtunut.

Seuraavaksi elohopea-hopeamassaa sekoitettiin ja huuhdeltiin puusammioissa vedellä, jolloin malmin hylkyaineet liettyivät pois ja pohjalle jäi amalgaami. Lopuksi amalgaamista puristettiin ensin osa elohopeasta pois nahkasäkkien läpi. Loput elohopeasta tislattiin retorteissa, ja tuloksena oli puhdasta hopeaa.

## Hopean tuotanto moninkertaistuu

Amalgamointilaitosta kutsuttiin Andeilla *ingenioksi*, Meksikossa termi taas kuului *hacienda de minas*. Rakennuksineen ja laitteineen laitokset olivat kalliita sijoituksia. Vesivoimalla toimineet Potosin *ingeniot* maksoivat 50 000 pesoa kukin; summalla olisi saanut 50 taloa tai 5 000 laamaa. Kyseessä olivatkin Espanjan siirtomaavallan ajan suurimmat investoinnit Amerikassa.

Potosin tarvittava elohopea rahdattiin laamoilla ja muuleilla Huancavelican kaivoksesta Perusta. Meksikoon elohopeaa tuotiin pääasiassa Espanjan Almadénista.

Kustannuksista huolimatta menetelmä omaksuttiin nopeasti Meksikon hopeakaivoksissa. Jo 1550-luvun puolimaissa amalgamointilaitoksia oli käytössä peräti 120. Potosissa uusi tekniikka otettiin käyttöön 1570-luvulla, kun Perun varakuningas **Francisco de Toledo** saapui sinne kruunun määräyksestä tehostamaan tuotantoa.

Patiomenetelmän tulo teki lopun intiaanien laajamittaisesta hopean louhinnasta ja valmistuksesta. Valkoisilla siirtomaaisännillä oli varaa uuden menetelmän vaatimiin jätti-investointeihin, ja perinteinen hopeanteko jatkui vain pienessä mittakaavassa.

Uuden teknologian ansiosta hopean tuotanto alkoi dramaattisesti kasvaa ja nousi 1590-luvulla huippulukemiinsa. Esimerkiksi Potosissa tuotanto paisui vuoden 1572 jälkeen kymmenessä vuodessa 6,7-kertaiseksi eli 26 tonnista 174 tonniin. Huippuvuoden 1592 ennätys oli 202 tonnia.

Vuoteen 1600 mennessä Uusi maailma oli tuottanut hopeaa lähes 400 miljoonaa pesoa eli noin 11 000 tonnia (hopeinen peso oli 25,5 grammaa). Kun Espanjan siirtomaaherruus alueella vuonna 1820 päättyi, hopeavuori oli ehtinyt kasvaa 100 000 tonnin painoiseksi.

## Aarrelaivat purjehtivat itään

Jos patiomenetelmä aiheutti teknisen mulistuksen eteläisessä Amerikassa, sen taloudelliset vaikutukset olivat maailmanlaajuiset. Ylivoimaisesti eniten hyötyi Eurooppa, jonka rahametallivaranto kolminkertaistui hopeavirran myötä.

Peräti 95 prosenttia Espanjan merentakaisista siirtomaista tuomasta tavarasta oli jalometalleja. Valtion budjetista arvometallituonti muodosti 1500-luvun jälkipuoliskolla huomattavan osan: kuninkaallisen viidenneksen tuotto lähes kymmenkertaistui 250 000 dukaatista – dukaatti oli 3,5 gramman painoinen kultaraha – kahteen miljoonaan dukaattiin vuodessa.

Hopean lisäksi vanhalle mantereelle saapui vielä jalompaa metallia. Eurooppaan lännestä laivatut vuosittaiset kulturalastit kasvoivat 1500-luvun alkuvuosikymmenen 5 000 kilosta 1550-luvun lähes 43 000 kiloon.

Sen jälkeen kun amalgamointitekniikka oli otettu käyttöön, hopeaa saatiin maan uumenista kuitenkin huomattavasti kultaa enemmän. 1550-luvulta alkaen keltaisen metallin syrjäytti hopeinen, ja sen virta yli Atlantin kasvoi 1530-luvun 86 tonnista 1590-luvun yli 2 707 tonnin huippulukemiin.

Euroopan vaurastuminen oli saanut hopeaisen lähtölaukauksensa.

Kirjoittaja on historioitsija ja vapaa toimittaja.  
pekka.heikura@pp1.inet.fi



**Uru-intiaaneja asuu vielä nykyisinkin Titica-järven kellovillä saarilla. He ovat jo kadonneet alkuperäisen kielensä ja puhuvat nykyisin lähinnä espanjaa tai aimaraa.**

## Elohopean uhrin

Potosin kaivosten vaikuttavat tuotantomäärät eivät olleet yksinomaan patiomenetelmän ansiota. Toinen tärkeä tekijä oli pahamaineinen *mita*, jo inkojen käyttämä pakkotyöjärjestelmä.

*Mitan* puitteissa Potosin tuotiin joka vuosi yli 13 000 intiaanimestä. Orjuuden lakkauttamisen jälkeen heille tosin maksettiin suhteellisen hyvää palkkaa, mutta kaivostyö oli terveydelle hyvin vaarallista ja vaati valtavasti ihmishenkiä.

Satoaan niittivät niin elohopean käsittely, onnettomuudet kuin kulkutauditkin.

## Espanjan paradoksi

Hopeavirran luulisi olleen mahtava piristysruiske nimenomaan Espanjan taloudelle. Kävi kuitenkin päinvastoin.

Hopearahoja ei käytetty siihen, mihin olisi pitänyt: uuden viljelymaan raivaamiseen, metsän istuttamiseen, soiden kuivaamiseen, satamien laajentamiseen, teiden rakentamiseen, emämaan oman kaivostoiminnan kehittämiseen tai rautatehtaiden modernisointiin.

Varat hupenivat muualle. Espanjan eri puolilla Eurooppaa käymiin sotiin varustettiin laivastoja ja armeijoita. Esimerkiksi Kastilian budjetista upposi vuonna 1574 varusteluun peräti 70 prosenttia. Lisäksi paisui byrokraatia, ja sen myötä myös uusien virkamiesten palkkamenot.

Samalla talous rappeutui. Hopeavirran aiheuttama inflaatio nosti espanjalaisten tuotteiden hinnat niin korkealle, etteivät ne enää menestyneet kauppakumppaneiden markkinoilla. Kutomot, kehräämöt, laivanveistämöt ja muut liikeyritykset joutuivat suuriin vaikeuksiin. Espanjalaiset alkoivat ostaa tavaransa ulkomailta.

Velkaantunut valtio teki vuosina 1557–1662 kahdeksan eri vararikkoa. Maa, jonka ainoa mahtava laitos oli enää vain armeija, suistui ankeaan köyhyyteen.