

**Biosidit eivät pelastaneet luolataidetta**

# Kuinka käy esihistoriallisen härän?

■ Euroopan esihistoriallisia luolamaalauksia uhkaavat modernin maailman mukanaan tuomat mikroskooppiset viholliset, joita biosiditkaan eivät karkottaneet. Luolien suojelemisesta vastaavat tahot ovat vaikean päätöksen edessä.

## **Katja Pulkkinen**

Ranskalainen Lascaux ja espanjalainen Altamira ovat komeimpia esimerkkejä Euroopan esihistoriallisista luolista ja kivikautisesta taiteesta. Ainutlaatuisten kulttuurikohteiden kohtalo on kuitenkin nyt vaakalaudalla.

Maanosan esihistorialliset luolat ja niiden maalaukset olivat tuhansia vuosia vain paikallisen väestön tiedossa tai kokonaan tuntemattomia. 1900-luvun mittaan ne alkoivat herättää laajempaa kiinnostusta, ja monet luolat päätettiin avata yleisön nähtäviksi.

Koskemattomassa tilassa levänneet luolat ovat sen jälkeen käyneet läpi merkittäviä muutoksia. Niihin on rakennettu muun muassa portaikkoja, ilmanvaihtokoneistoja ja valaistusjärjestelmiä. >>>



**Tämä härkä  
on askeltanut  
Lascaux'n luolan  
seinällä jo noin  
20 000 vuotta.**

## Lascaux'n luola

sijaitsee Lounais-Ranskassa. Luolan seiniä koristaa parituhatta maalausta, jotka on tehty noin 15 000–25 000 vuotta sitten. Maalauksiin on ikuistettu tuhansia ihmis- ja eläinhahmoja sekä abstrakteja kuvioita.

Luola löytyi vuonna 1940 ja avattiin kävijöille vuonna 1948. Se jouduttiin kuitenkin sulkemaan yleisöltä jo 1963, kun ihmismassojen ja leväepidemian huomattiin vahingoittavan maalauksia. Matkailijoita varten lähistölle rakennettiin luolasta kopio, joka yhä palvelee turistikohteena.

Vuonna 2008 aitoon luolaan meno kiellettiin joksikin aikaa myös tutkijoilta. Tätä nykyä luolaan päästetään tutkijoita joinakin päivinä kuukaudessa muutama henki kerrallaan.

Virtuaalivierailulla luolassa voi käydä osoitteessa [www.lascaux.culture.fr](http://www.lascaux.culture.fr).



Kuin Picasson pensselistä. Hevonen on kuitenkin tuntemattomaksi jääneen kivikauden taiteilijan työ Lascaux'n luolasta.



Ihmisten mukana maan uumeeniin on kulkeutunut hiilidioksidia, vesihöyryä ja vieraita mikrobeja. Luoliin on päässyt myös ulkoilmaa ja valumavesien mukana uusia kemikaaleja. Kaikki tämä on osoittautunut uhaksi muinaistaiteen säilymiselle.

Espanjan kansallisen tutkimusneuvoston CSIC:n tutkija **Cesario Saiz-Jimenez** on kemianinsinööri ja biologian tohtori, joka on tutkinut esihistoriallisia luolia pitkään.

Eri tieteenaloja yhdistelevälle tutkijalle korvaamattoman kulttuuriperinnön suojelu on intohimo, jolle tämä on omistautunut kokonaan.

Luolien osalta tehtävä on erityisen vaikea.

”Ihminen on muuttanut luolien herkän ekologisen tasapainon”, tutkija pahoittelee.

Espanjalainen Saiz-Jimenez on perehtynyt sekä Lascaux'hon että kotimaansa pohjoisosassa sijaitsevaan Altamiran luolaan. Tutkijan merkittävimpiä saavutuksia on luolan vallanneen bakteeri-infektion taustojen kuvaaminen.

Luolan luontaiset bakteerit tuottavat antibiootteja, jotka pitävät kilpailevat sienet kurissa. 1970-luvulla luolan bakteeritasapaino järkkyy, minkä seurauksena Altamiran maa-

## Altamiran luola

sijaitsee Pohjois-Espanjassa. Myös Altamira on täynnä kalliomaalauksia, joiden on oletettu olevan noin 20 000 vuotta vanhoja.

Luola löydettiin esihistoriallisista luolista ensimmäisenä vuonna 1879, ja siitä tuli 1900-luvun mittaan suosittu turistikohde.

Altamiran luola suljettiin matkailijoilta ensi kerran vuonna 1977 ja uudelleen vuonna 2002. 2010-luvulla on jälleen pohdittu luolan avaamista, ja alkuvuodesta 2014 sinne päästettiin kokeeksi pieni kävijäryhmä.

Myös Altamirasta on tehty maan päälle jäljennös, jossa vieraat voivat tutustua luolan esihistorialliseen taiteeseen.

Sekä Lascaux'n että Altamiran luolat ovat Unescon maailmanperintökohteiden listalla.

laukset peittyivät kirjaviin kasvustoihin.

### Lascaux'n mustat vuodet

Lounais-Ranskassa sijaitseva Lascaux'n luola suljettiin suurelta yleisöltä jo vuonna 1963, kun sen uumenissa oli alkanut kasvaa suuria määriä levää.

Syyliseksi tilanteeseen todettiin luolan valaistusjärjestelmä, joka

mahdollisti yhteyttävien, valosta ravintonsa saavien levien nopean lisääntymisen.

Sittemmin ymmärrettiin, ettei valoja tule pitää luolissa päällä ainakaan jatkuvasti, jos ollenkaan. Lisäksi valaisuun tulee käyttää monokromaattista eli vain yhtä aallonpituutta sisältävää valoa.

1960-luvun epidemian jälkeen Lascaux'hon rakennettiin myös luonnollinen ilmanvaihtojärjestelmä estämään veden kondensoitumista. Lisäksi sinne tehtiin joitakin rakenteellisia muutoksia. Sen jälkeen luola avattiin uudestaan, mutta kävijämääriä rajoitettiin huomattavasti.

Vuonna 2001 ilmanvaihtojärjestelmä korvattiin modernimmalla versiolla. Joitakin viikkoja myöhemmin luolassa puhkesi uusi mikrobiologinen epidemia.

Kivisille seinämille ilmestyi valkeaa kasvustoa, joka osoittautui *Fusarium solani* -sieneksi. Vaalea vihollinen eteni räjähdysmäisesti. Näytti kuin luolaan maalattujen tuhansien ihmis- ja eläinhahmojen ylitse olisi puhaltanut lumipuhuri.

”Ei tiedetä tarkkaan, mitä tapahtui. Mutta ilmanvaihtojärjestelmää vaihdettaessa luolaan ehkä kulkeutui orgaanista ainesta ja homeita, joista kontaminaatio lähti”, Saiz-

## Neandertalilaista taidetta?

Altamiran luola ei herätä keskustelua ensimmäistä kertaa. Luolan maalaukset alun perin julkisuu-teen tuonut harrastaja-arkeologi **Marcelino de Sautuola** joutui 1800-luvun lopulla naurunalai- seksi esittäessään, että kuvat ovat esihistoriallisia.

Miehen kunnia palautui vasta tämän kuoleman jälkeen, kun maalausten vuonna 1902 todis- tettiin olevan peräisin paleoliitti- selta kaudelta. Hämmäntävä tieto muutti ajan käsityksen varhaisten ihmisten henkisistä kyvyistä.

Tällä hetkellä tutkijat pohtivat, minkä ihmislajin taiteilijoita luo- lan maalausten takaa löytyy.

Uusimmat mittaukset nimit- täin kertovat, että osa Altamiran taideteoksista on ilmeisesti jopa 40 000 vuoden ikäisiä. Jos tämä pitää paikkansa, ne saattavat olla neandertalinihmisen tuotoksia.

Nykyihminen oli 40 000 vuotta sitten Euroopassa aivan tuore tulokas. Neandertalilaiset taas oli- vat tuolloin asuttaneet maanosaa jo 200 000 vuotta.

Kaksi ihmislajia elivät rinnak- kain, kunnes neandertalinihmi- sen taru 25 000–30 000 vuotta sitten päättyi. Altamirassa pää- semme ehkä kurkistamaan jo kadonneeksi luultuun maailmaan.

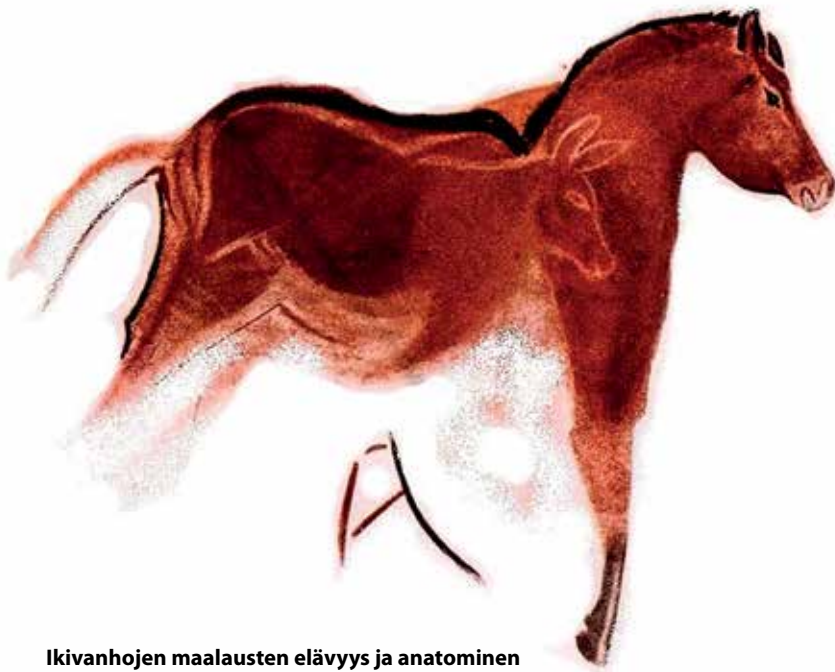
Jimenez pohtii.

”Toinen vaihtoehto on, että sieni piileskeli vanhassa ilmanvaihtoko- neistossa, josta se järjestelmää uusit- taessa pääsi leviämään luolaan.”

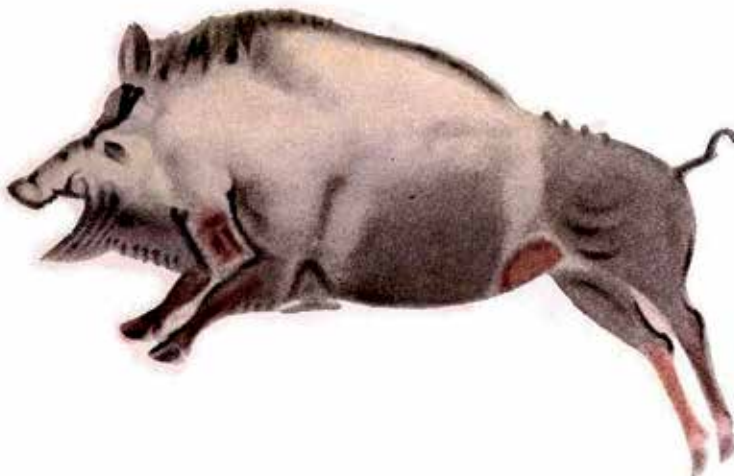
### Biosidien karhunpalvelus

Muitakin näkemyksiä on. Lascaux'n historiallisten kohteiden tutkimus- laboratorion LRMH:n johtaja **Isa- belle Pallot-Frossard** on esittänyt toisenlaisen teorian.

Hänen mukaansa syypää voi olla formaldehydi, jolla luolavieraili- joiden kengät on desinfioitu. For- ▶▶▶



Ikivanhojen maalausten elävyys ja anatominen tarkkuus hämmästyttää. Villihevonen ja villikarju ovat toisintoja Altamirasta.



Altamiran luolan seinämälle ikuistettu biisoni on ehkä neandertalinihmisen kät- ten jälkeä.



**Lascaux'n luolataide käsittää tuhansien eläin- ja ihmishahmojen lisäksi myös abstrakteja merkkejä ja kuvioita.**



maldehydi olisi vähentänyt luolan luontaiseen mikrobikantaan kuuluvia lajeja, minkä seurauksena formaldehydille vastustuskykyiset *fusarium*-sienen kannat olisivat päässeet lisääntymään, ranskalais-tutkija sanoo.

Pian vuoden 2001 sieniepidemian jälkeen Lascaux'n luolassa suoritettiin biosidikäsittelyjä bentsalkoniumkloridilla. Lisäksi luolaa käsiteltiin antibiooteilla, ja sen lattia peitettiin kalkilla.

Neljä kuukautta myöhemmin luolan seiniin alkoi ilmestyä tummia läiskiä. Vuoteen 2007 mennessä mustat kasvustot olivat kasvaneet niin suuriksi, että ne määrittävät luolan kohtaloa edelleen.

Luolassa tehdyt tutkimukset kertovat, että maan uumenissa pääsivät valloilleen bentsalkoniumkloridille vastustuskykyiset *Ochroconis*-homelajit. Kasvustoista eristettiin kaksi aivan uuttakin lajia, *O. Anomala* ja *O. Lascauxensis*.

Lisäksi luolaan kehittyi ameebapopulaatio.

”Bakteerit kykenevät helposti hajottamaan bentsalkoniumkloridia”, sanoo Cesario Saiz-Jimenez, jonka johtama tutkimusryhmä selvitti hajoamistuotteiden ja mustista läiskistä eristettyjen mikrobien kasvua laboratorio-olosuhteissa.

”Kasvustoista eristetyt mikrobit menestyivät hyvin biosidin hajoa-

mistuotteilla ja pystyivät metaboloimaan sitä.”

### **Poikkeava bakteerikirjo**

Tutkijat tekivät toisenkin yllättävän havainnon: luolan käsitteleminen biosideillä ei pienentänyt sen mikrobivalikoimaa vaan päinvastoin lisäsi sitä.

”Se, kaventaako vai laajentaako biosidikäsittely lajistoa, riippuu käytetystä aineesta ja sen hajoamistavasta”, espanjalaistutkija selittää.

”Lascaux'n tapauksessa biosidit tuottivat valtavasti ravinteita muille mikro-organismeille, joten luolan mikrobiologinen monimuotoisuus kasvoi.”

Käsittelyjä kuitenkin jatkettiin vuonna 2008 isotiatsoloni-johdannaisilla ja kvaternaarisilla ammoniumyhdisteillä.

Myöhemmissä mittauksissa luolan pääasiallisiksi mikrobeiksi osoittautuivat mustat hiivat ja *Acremonium Nepalense* -home.

Biosidikäsittelyt ovat siirtäneet luolan entistä kauemmas sen luonnontilasta.

Lascaux'n bakteerikirjo myös poikkeaa muista tutkituista luolista, sillä siellä ei juuri ole asido-eikä aktinobakteereja. Sen sijaan sen mikrobeista 98 prosenttia oli proteobakteereja, kun tavallisesti

niitä on noin 45 prosenttia.

Tutkijat esittävätkin, että pääosin proteobakteereista koostuva mikrobisto on ihmisen muuntaman luolan tunnusmerkki.

### **Päätäjät ja tutkijat erimielisiä**

Esihistorialliset luolat houkuttelevat paljon turisteja, jotkut jopa 1,5 miljoonaa vuodessa. Luolien sulkemisesta koituu siis suuria taloudellisia tappioita.

Kulttuurista ja matkailusta päättävien tahojen ja toisaalta tutkijoiden välillä on mielipide-eroja siitä, kuinka luolia pitäisi kohdella.

Ranskan kulttuuriministeriö ja sen asettama Lascaux'n tieteellinen komitea ovat saaneet kovaa arvostelua niin huonosta tiedottamisesta, valvonnan puutteesta kuin toiminnastaan luolan suojelemiseksi.

Lascaux on suljettu muilta kuin välttämättömiltä konservointityötä tekevilta ammattilaisilta. Luola ei ole tervehtynyt, vaan siellä puhkeavia mikrobiepidemioita vastaan taistellaan jatkuvasti.

Altamira on ollut suljettuna yleisöltä vuodesta 2002. Espanjan kulttuuriministeriö kuitenkin harkitsee luolan avaamista uudelleen. Käyntilupia tutkijoille alettiin myöntää entistä enemmän tammikuussa, ja helmikuussa 2014 sinne päästettiin kokeeksi ensimmäinen pieni ryhmä matkailijoita.

Vierailujen aikana luolan kemiallisia ja fysikaalisia muuttujia seurataan huolellisesti. Kokeilu toimii pohjana päätökselle luolan tulevaisuudesta. Vastaavanlainen, 1990-luvulla tehty kokeilu tosin jo osoitti, ettei luolan ekologia kestänyt käyntejä.

Cesario Saiz-Jimenezin ei tarvitse miettiä, mikä olisi järkevää.

”Ainoa tapa, jolla esihistoriallisten luolien tilan huononemista voidaan lykätä, on pitää ne kiinni yleisöltä. Seinämien jatkuva kosketus ulkopuoliseen maailmaan on maalauksille tuhoisaa.” □

Kirjoittaja on vapaa toimittaja.  
pulkkinen.katja@gmail.com

## Biosidit hometorjunnassa ovat kuuma kysymys

Suomessa biosideista on tullut viime vuosina suosittuja aineita rakennusten hometorjunnassa, vaikka asiaan liittyykin kysymysmerkkejä.

”Havaittujen homeiden torjunta kemiallisesti on ongelmallista”, toteaa ylitarkastaja **Kimmo Karhi** Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukesista.

”Voi olla, että joissakin kohteissa biosidikäsittely on muiden toimien lisänä toimiva keino, mutta toisinaan se saattaa aiheuttaa vielä enemmän ongelmia. Homeita ei saada kunnolla pois. Kun osa homeista kuolee ja hajoaa, jäljelle jääneille tai uusille kannoille ympäristö voi olla erilainen. Lisäksi ihmiset saattavat altistua käsittelyn seurauksena kemikaaleille.”

Nurkkaan ajettuina mikrobit voivat tuottaa entistä myrkyllisempiä aineenvaihduntatuotteita.

Helsingin yliopiston tekemässä tutkimuksessa todettiin boori- ja PHMG/B-biosidikäsittelyjen suosivan myrkyntuottokykyisten homekantojen kasvua.

Ruotsin ympäristöinstituutin ja Lundin yliopiston yhteistutkimuksessa saatiin samansuuntaisia tuloksia. Kemikaalikäsittelyt olivat joko tehottomia tai toimivat arvaamattomasti.

Tutkimustietoa siitä, kuinka mikrobisto mahdollisesti muuttuu käsittelyjen seurauksena, on kuitenkin vasta vähän.

Yksi syy asiaan on, että tutkittavaa aineistoa on saatavissa niukasti.

”Rakennusten biosidikäsittelyjä ei ole kovin hyvin dokumentoitu”, Karhi sanoo.

### **Riskinarviointi keskittyy terveyteen ja ympäristöhaittoihin**

EU:n uusi biosidiasetuskaan ei velvoita dokumentoimaan rakennusten kemikaalikäsittelyjä. Karhin mukaan olisi silti järkevää, että kemiallisilla aineilla tehdyt käsittelyt rakennuksissa kirjattaisiin ylös.

”Onhan huoltojen dokumentointikin yleistynyt.”

Biosidien riskinarvioinnin yhteydessä otetaan periaatteessa huomioon myös niiden vaikutus vastustuskykyisten eliökantojen syntymiseen.

”Pääasiallinen huomio on kuitenkin biosidien terveys- ja ympäristöriskeissä”, Karhi sanoo.

Biosidit ovat aineita, jotka tuhoavat haitallisia eliöitä. Osa biosideista on pysyviä, toiset hajoavat nopeasti. Jälkimmäisten mikrobeja tuhoava vaikutus perustuu esimerkiksi hapettamiseen.

Homeiden torjuntaan käytetyt biosidit eli fungisidit ovat monenkirjavia. Suomessa rakennusten homeista on yritetty päästä eroon esimerkiksi hapettimilla, guanidibiosideilla ja kvaternaarisilla ammoniumyhdisteillä. Biosideja käytetään myös muun muassa maaleissa, puunsuoja-aineina ja huonekaluissa.