

Talonpoikaista raudansulatusta Kymijokilaaksossa

(Arkeologia Nyt 4/2007, URL:http://koti.mbnet.fi/arkeonyt/arkeonyt/AN_2007_4.pdf)

Viime vuosina on seppien ja arkeologian harrastajien keskuudessa pohdittu raudanvalmistuksen saloja, historiaa ja esihistoriaa. Tähän mennessä talonpoikaisen raudanvalmistuksen prosessista syntyvien tuotteiden metallurginen tutkimus on jäänyt vähemmälle huomiolle. Tiedossani on vain yksi suoraan pelkistykseen liittyvä rautakuonan metallurgista tutkimusta käsittelevä kotimainen tutkimusraportti. (Keränen, Itävuori ja Kettunen 1991). Itse raudansulatukseen tai taontaan liittyviä tutkimuksia on sen sijaan tehty arkeologien toimesta muutaman kerran 90-luvun alusta lukien. (Mm. Lähdesmäki 1991, Pukkila 1991, Creuz 2003 ja Moilanen 2006). Jälkimmäiset tekee mielestäni huomionarvoiseksi se, että käytännön sepäntöihin oli rekrytoitu myös seppiä. Muualla maailmassa tutkimuksia on sen sijaan tehty tiiviisti ja parhaimpia niistä edustavat alan gurun Radomir Pleinerin tekemät tutkimukset jo 50-luvulta lähtien sekä Tanskan tiedeakatemian viimeaikaiset tutkimukset. Näitä raudanvalmistukseen tai kuonatutkimuksiin liittyviä kansainvälisiä arkeometallurgisia tutkimuksia ei ole juuri näkynyt kotimaisten arkeologisten tai muiden tutkimusten lähdeluetteloissa. Se ei ole oikeastaan mikään ihme sillä metallurgia teknokraattien tieteenalana on melkoisen kaukana humanististen arkeologiasta. Toinen syy on epäilemättä evvk, toisin sanoen aiheen vähäinen kiinnostavuus. Raudan ja muiden metallien käyttäytymisen tuntemus, metallurgian teoreettiset lähtökohdat samoin, kuin raudansulatus maamalmeista ovat sen sijaan kuuluneet ikiajat sepän tietovarantoon jo ammatin puolesta. *“Seppäinsituutio”* piti raudanvalmistustaitoa yllä pitkälle 1800-luvulle ja yksittäisten kyläseppien ja muutaman alan harrastajien varassa taito on säilynyt hengissä tähän päivään asti. Voi vapaasti sanoa, että kituen! Oma kiinnostukseni talonpoikaiseen raudansulatukseen ja muiden metallinkäsittelyyn liittyvien menetelmien käytännöllisiin tutkimuksiin virisi vuonna 1987 Ruotsinpyhtäällä virolaiskollegojen kanssa tehtyjen kokeiden myötä. Kokeet ja tiedonvaihto Suomenlahden yli jatkuu yhä tänään.

Kymijokilaaksosta on löydetty muutaman vuoden kuluessa jo yli kaksikymmentä rautakuonan esiintymispaikkaa. Ensimmäiset kuonalöydöt teki pitkälle edennyt arkeologian harrastaja Rune Nygård jo 90-luvulla Ahvenkosken Merikoskelta. Tuolloin kuonaa tai löytöpaikkaa ei kuitenkaan yhdistetty raudanvalmistukseen ja asia unohtui lähes vuosikymmeneksi. Viimeaikoina uusia löytöjä on tuonut päivänvaloon mm. Seppo Kallio Haminasta. Tähän mennessä löytyneen kuonan sisältämästä hiilestä on saatu radiohiiliajoitus Haminan Kirkkojärven (850-1050 AD), Vaalimaan (1450-1620 AD), Ruotsinpyhtään Paaskosken (1475-1650 AD) ja Ahvenkosken Merikosken kuonasta (1455-1640 AD). Tekemieni alustavien metallurgisten katsausten perusteella Merikosken, Hirvelän, Reitkallin, Kitulan ja Vilniemen kuona ovat raudanvalmistuskuonaa. Sen sijaan Vaalimaa I:n kuonan rakenne viittaa ahjohitsauskuonaan. Ruotsinpyhtään Paaskoskella esiintyy sekä pajakuonaa, että valmistuskuonaa. Ainoat tähän mennessä primäärisiksi luonnehdittavat löydöt ovat Pyhtään Merikosken ja Ruotsinpyhtään Paaskosken kuona. Merikosken kuona sisältää hiiliteräksen kappaleita ja se on tietääkseni ensimmäinen todiste talonpoikaiseen raudanvalmistukseen liittyvässä ja paikallaan syntyneestä hiiliteräksestä. Teräksen sisältämän hiilen (C 0,7%) epätasainen jakautuminen ja kiderakenne on ominaista juuri löytöpaikalla syntyneelle ja käsittelemättömälle teräkselle. Pelkistystapahtumaan viittaa metallurgien mukaan myös kuonan sisältä löytyneet fayaliitti- kidesykeröt. Tarkempaa tietoa Merikosken uunityypistä ei vielä ole sillä paikkaa ei ole tutkittu arkeologisesti.

Aktiivisuuden nousu alkoi *Strukan puhalluksella* vuonna 2004, kirjoittajan ja arkeologi Timo Miettisen käynnistettyä Pyhtään Strukalla sarjan raudanvalmistuskokeita, johon osallistui kymmenkunta seppää ja alan harrastajaa Kymenlaaksosta. Ydintyöryhmään kuuluivat myös Rune Nygård ja Päivi Karppi. Puhalluksia seurasi ammattiseppiä ja tutkijoita myös muualta maasta ja mm. Virosta, Tanskasta sekä Saksasta. Pelkistysoppia haki myös kaksi muinaistekniikoita opiskelevaa sepänsälliä Mynämäeltä. Vuonna 2005 kirjoittajalla oli mahdollisuus jatkaa kokeita Svenska Kulturfondenin stipendin turvin ja 2006 Suomen Kulttuurirahaston kokovuotisen stipendin turvin, joka on sepänalalla ennen kuulumatonta.

Strukan projektin seurauksena alkoi Kymijokilaakson rautakulttuurin löytötyhjiö täyttyä yllättävän nopeasti, eri puolilta maakuntaa tehtyjen kuonalöytöjen myötä. Se on herättänyt meidän harrastajien keskuudessa väistämättä sellaisia kysymyksiä, kuten: Mitä löydöttömyys tai havaintojen vähyys arkeologisessa tutkimuksessa tarkoittaa, vai onko kyseessä diskursiivinen ongelma? Kuinka päteviä näennäisen löydöttömyyden verhon takana tehdyt tieteelliset johtopäätökset ylipäätään ovat? Ja niin edelleen... On tietysti tässä yhteydessä hyvä muistaa, että tiedon luonteeseen kuuluu sen jatkuva muuttuminen. Arkeologi Jouko Pukkila loi alkuvuodesta suhteellisen kattavan katsauksen maamme raudankäsittelyn historiaan ja esihistoriaan. (Muinaistutkija 1/2007), jossa hän mm. pohdiskeli kysymystä siitä, miksi osa rautakauden pelkistyspaikoista vaikuttaa epätäydellisiltä? Samalla hän pohdiskeli mm. raudantuotannon volyymin kuonakasojen tilavuuden valossa? Kysymykset ovat perusteltuja ja kiinnostavia, eikä niihin ole löydetty tähän mennessä tyhjentäviä vastauksia.

Yritän seuraavassa hahmottaa raudansulatusprosessia sepän näkökulmasta sekä tekemieni raudanvalmistuskokeiden tulosten valossa. Ehkä kirjoitus herättää lisäkysymyksiä ikivanhasta sepänammattista ja sen yhdestä erityisalasta, raudansulatuksesta sekä parantaisi keskusteluyhteyttä tekijöiden ja tutkijoiden välillä. Strukalla vuosina 2004-2005 ja sen jälkeen tehtyjen, yhteensä yli 50 pelkistyskokeen perusteella voi todeta, että rautaa voidaan valmistaa kaikilla uunityypeillä ja monenlaisista malmeista. Samoin rautaa syntyy suhteellisen pienellä määrällä hiiltä ja tarvittaessa ilman malmin esikäsittelyä, eli pasua. (Jäppinen 2004, 2005, 2006 ja 2007 Nygård 2005, Kallio 2005, 2006 ja 2007). Raudanpelkistysprosessin kulku oli kaikissa edellä mainituissa kokeissa mitoitettu siten, että uunin esilämmittämisineen ja valmisteluineen sulatus veisi korkeintaan 12 h ja josta varsinainen puhallus kestäisi keskimäärin 4-5 h. Tämän tyyppinen pienimuotoinen kertapuhallus esimerkiksi Pyhtään Timmermaninsuon limoniitista tuotti Strukalla keskimäärin n. 1,5 kg rautaa, mutta vain n. 4 kg kuonaa. Osin se johtunee siitä, että kyseisen sulatuksen loppuvaiheessa uuniin ei lisätty tuhkaa tai muita juoksutteita.

Osapuilleen samat suhteet säilyivät kuitenkin läpi kaikkien kokeiden. Kokeita tehtiin kaikkina vuodenaikoina ja jopa talven kovilla pakkasilla.

Pienen kuonantuotannon perusteella voi ajatella, että ainakaan pienempiä raudansulatuspaikkoja ei voi havaita maastossa ilman metallinilmaisinta, koska mainittavia kuonakasoja ei ole syntynyt. Alan tiettyyn maagisuuteen liittyen on mahdollista, että seppä on työn tehtyään potkinut vähäisenkin kuonan hajalleen, jotta ns. *tuhkasepät* eivät pääsisi penkomaan sulatukseen liittyviä saloja. Puhallus voi kuitenkin uunin rakenteesta ja materiaalista riippuen kestää yhtäjaksoisesti jopa useita vuorokausia, teoriassa jopa kuukausia. Pitkäaikainen sulatus edellyttää aika ajoin kuonanlaskua tai kaavintaa ja 4-5 tunnin välein tehtävää tyhjennystä, jolloin rautasieni nostetaan pois ja uusi panos ladataan nopeasti samaan kuumaan. Tämä koskee suoraa pelkistysprosessia ja se on periaatteessa mahdollista kaikilla kuonanlaskuaukolla varustetuilla vanhoilla uunityypeillä.

Saviuunin runkoon puhallus aiheuttaa runsaasti lämpörapautumaa ja sintraantumista ja sitä on vähän väliä paikkailtava tuoreella savella. Eräissä yksinkertaisissa laatikkouuneissa on käytetty hyvin kuumuutta kestävää liuskekiveä, joka kestää hyvin muutaman vuorokausien puhalluksen. Kivirakenteisissa laatikkouuneissa oli kuitenkin järkevää käyttää savisuutinta, koska kuona sintraantui juuri suuttimen ympärille, jossa vauriot ovat kaikissa uunityypeissä pahimmat. Vaihdeettava suutin on helppo valmistaa lihavasta savesta (tiilisavi) ja esipolttaa nuotiossa, tai uunin esilämmityksen yhteydessä. Sama koskee pienikokoisia miiluja (halk. 1-2 m), joista ei välttämättä jää maastoon minkäänlaisia muotoja ja niiden paikallistaminen on tästä syystä hankalaa tai sattumanvaraista. Usein niitä löytyykin yllättäen esim. metsäkoneiden ajourilta. Omien kokeitteni perusteella pidän aika todennäköisenä, että taitavimmat sepät tiesivät tiettyjen puulajien erot ja edelleen hiilen vaikutuksen sulatukseen. Tästä syystä miilu voitiin tehdä hyvinkin kauaksi sulatuspaikalta. Se voi olla yksi syy, joka rikkoo ikivanhojen sulatuspaikkojen oletettua yhtenäisyyttä. Sama koskee periaatteessa myös maamalmeja, jota on voitu kantaa säkeissä pitkiäkin matkoja.

Kahdessa viime vuoden raudanvalmistuskokeessa rautaa pelkistettiin myös ilman malmin rikastamista eli pasua. (Kallio 2006, Jäppinen 2006). Yhdessä kokeessa puhallettiin märkää rautamultaa, josta syntyi 1,5 kg rautaa. (Jäppinen 2006). Tällöin uunin korkeus oli 1,4 m ja sisähalkaisija 250 mm, jolloin malmin sisältämä vesi höyrystyi nopeasti uunin yläosassa. Onnistumiseen vaikutti luonnollisesti malmin koostumus ja saostumisaste sekä puhallusteho. (Ahvenkosken rautamulta havaittiin tutkimuksissa hämmästyttävän puhtaaksi). Hiiltä ei kulunut merkittävästi enempää sillä uunin mittasuhteet olivat korkeutta lukuun ottamatta samat ja myös puhallusaika pysyi täsmälleen samana, kuin muissa aikaisemmissa tehdyissä kokeissa. Sepän näkökulmasta onkin järkevintä sulattaa rauta niin, että se riittää muutamien artefaktin valmistamiseen, suhteessa prosessin vaatimaan kokonaisaikaan ja etukäteen tehtäviin valmisteluihin, kuten malmin nostoon. (Selirand 1989). On myös huomioitava, että syntynyttä rautasientä on voitava pilkkoa ja takoa normaaleiden työkalujen avulla. Kiertävän sepän osalta se tarkoittaa niitä työvälineitä, jotka kulkivat mukana, tehtiinpä työ sitten pajassa tai suonlaidalla. Rautakauden kiertävä seppä saattoi kuljettaa mukanaan kokonaista kenttäpajaa alasimineen, vasaroineen ja pihteineen, jolloin raudan jatkojalostus oli periaatteessa mahdollista missä tahansa. Kevyen kenttäpajan lyhytaikaisesta toiminnasta ei välttämättä jää likamaata lukuun ottamatta mitään näkyviä jälkiä maastoon.

Vanhojen kuonakasojen tilavuuden perusteella on hankalaa arvioita puhalluksissa syntyneen raudan määrää. Se johtuu siitä, että kuonaa voi syntyä puhallustavasta, uunin mallista, tai käytetystä malmista riippuen hyvin erilaisia määriä. Runsaat kuonakasat voivat toki viitata pitkään jatkuneen raudanvalmistuksen volyyymiin, mutta myös malmin sisältämään runsaaseen sivukiveen, tai toisaalta malmin alhaiseen rautapitoisuuteen. Käytettäessä esim. Fe 20 % limoniittia tai Fe 50 % rautamultaa, on sivukiven määrissä ja näin ollen syntyvän kuonan lopullisessa tilavuudessa aivan olennainen ero, kun taas pelkistyneen raudan lopulliset määrät suhteessa malmin ja polttoaineen määriin saattaa asettua hyvin lähellä toisiaan. Tässä mielessä kuonan tilavuuteen perustuvia arvioita ei ole mielestäni relevanttia kytkeä suoraan

esinelöytöihin tai arvioihin löytötiheyksistä. Tarkemmat arviot volyymista edellyttävät aina kuonan tai raudan tarkempia analyyseja pitoisuuksien selvittämiseksi. (Hjärthner-Holder, Kresten & Larsson 1997, Buchwald 2005, Pleiner 2000 ja 2006). Metallurgiset analyytit antavat nimittäin mahdollisuuden arvioida pelkistymisastetta, raudan ja kuonan rakenteellisia ominaisuuksia, prosessissa käytettyjä lämpötiloja, jäähtymisnopeutta jne., joiden perusteella voidaan edelleen tehdä johtopäätöksiä myös sekundäärisestä kuonasta. Parhaimmillaan metallurginen analyysi antaa viitteitä jopa malmin alkuperästä ja niistä olosuhteista, joissa seppä on työskennellyt.

Esimerkiksi Paaskosken kuonan koholla oleva nikkeli-pitoisuus viittaa siihen, että joen törmällä on taottu 1500-luvulla ruotsalaista takkirautaa, tai sitten rauta on valmistettu paikallaan ruotsalaisesta vuorimalmista sillä nikkeliä ei juuri esiinny kotimaisissa maamalmeissa. (Nygård 2006). Sekundaarisen kuonan silmämääräinen arviointi sisältää toki muitakin riskejä sillä ajohitsauksessa voi syntyä olosuhteista ja menetelmästä riippuen ulkonaisesti täysin saman näköistä kuonaa, kuin raudanvalmistuskuona, jolloin määrittäminen edellyttäisi kuonan wüstiittirakenteen, kvartsin ja mahdollisen kolmen arvoisen raudan keskinäisten suhteiden vertailua. On lisäksi muistettava, että sulatusuunin eri osissa syntyy uunin runkomateriaalin sintraantumisen ja muista prosessin olosuhteista riippuen toisistaan ulkonaisesti poikkeavaa kuonaa, joka antaa mahdollisuuden spekuloida.

Itse raudanvalmistus on kemiallisesti hyvin yksinkertainen tapahtuma, mutta käytännössä sulatus on monimutkainen prosessi. Sulatuksen onnistumiseen tai epäonnistumiseen vaikuttavat lukuisat seikat, kuten esimerkiksi malmin rautapitoisuus, pasu, sivukiven määrä, rikin määrä, hiilen raaka-aine ja sen kalkki- ja fosfori-pitoisuus, hiilen raekoko ja homogeenisuus sekä sen sisältämän kidevesi, uunin rakennusmateriaalit, mittasuhteet ja sijainti, maaperän kosteus, uunin esilämmitys aika, ilman kosteus, puhallussuuttimen rakenne, suuttimen materiaali, halkaisija ja sisäänmenokulma, puhallusilman määrä l/min, suuttimen kautta kulkevan sekundäärisen ilman määrä ja sen jäädyttävä vaikutus, fokus, eli ns. kuumapisteen asema ja muoto,

uunin kaasutilan muoto, mahdollinen puhallusilman esilämmitys, puhallusaika jne. Ei siis ihme, että aikoinaan raudansulatukseen on liittynyt magiaa ja riittejä.

Toisaalta, mitkään mittalaitteet tai tekniikka eivät takaa sulatuksen onnistumista ja sepän on parasta luottaa ensisijaisesti omiin aisteihin. Kun puhallussuuttimen aukosta näkyvä kuuma on niin kirkas, että silmiin koskee (yli 1300C°) ja kun uunista kuuluu tasainen puhina, on raudan synnylle olemassa periaatteessa edellytykset. Yhden hiilimonoksidimyrkytyksen kokeneena voi kuitenkin suositella käytettäväksi raitisilmamaskia. Jos on raudansulatus hankalaa, niin yhtään sen helpompaa ei ole syntyneen rautasiemen tai teräksen puhdistustaonta ajohitsaamalla ja edelleen hyvin leikkaavan ja terävänä pysyvän puukon valmistaminen uudesta raaka-aineesta. Sama koskee terän hiilletystä, karkaisua ja päästöä sekä viimeistelyä kauniiksi käyttöpuukoksi kahvoineen, heloineen ja tuppineen päivineen.

Jouni Jäppinen

(Kirjoittaja on loviisalainen kultaseppä ja kulttuurihistorian opiskelija)

KIRJALLISUUTTA:

- Anttila, P. 2005. Tutkiva toiminta. Akatiimi Oy. As Pakett. Tallinn
- Autio, A. 1970. Aineoppi. Otava. Keuruu
- Buchwald, V.F. 2005. Iron and steel in ancient times. The Royal Danish Acedemy of Science and Letters. Report Nr. 29
- Creutz, K. 2003. Tension and tradition. Dr Thesis Stocholm universitet. Gummerus
- Hjärthner-Holdar, E., Kresten, P., Larsson, L. 1997. From Known to Unknown. Application of well-known experimental iron production result on archaeological materials. Historical-Archaeological Experimental Centre/ Technical Report Nr. 3. 1997. Lejre. Denmark
- Jäppinen, J. 2005. Pajan hämärästä. Tampereen yliopisto. IKE ammattikasvatustieteen tutkielma
- Jäppinen, J. 2006. Kymijokisuiston rautakuona. Kokeellisia tutkimuksia osa 1. Raportti (pdf)
- Keränen, J., Itävuori, E., Kettunen, P. 1991. TTK/ Materiaaliopin laitos. Raportti No 40
- Kresten, P. 1984. The Mineralogy and chemistry of selected ancient iron slags from Dalarna. Stockholm university. 1983
- Korroosiokäsikirja. Kunnossapidon julkaisusarja n:n 12. Kunnossapito yhdistys ry. Hamina 2004
- Lavento, M. 1999. An iron furnace from the early metal period at Kitulansuo in Ristiina. Fennoscandia archaeologica XVI/1999
- Lehtinen, L. 1998. Kansanomainen raudanvalmistus läntisellä Rantasalmella. Tuusmäen kylätoimikunta ry
- Leppäaho, J. 1949. Räisälän Hovinsaaren Tontinmäen paja. Suomen Museo 56, Hki
- Leppäaho, J. 1951. Raudan synnystä Suomen muinaisrunojen ja - löytöjen valossa. Kalevalaseuran vuosikirja 31
- Lähdesmäki, U. 1991. Rautakautisen sepäntöön kokeileva tutkimus. Turun Maakuntamuseo. Monisteita No 1
- Miek-oja. H. M. 1960. Metallioppi. Teknillisten tieteiden akatemia. Otava
- Miettinen, T. 1998. Kymenlaakson esihistoriaa. Kymenlaakson maakuntamuseon julkaisuja NO 26
- Moilanen, M. 2006. Viikinkiaikaisten miekkojen säiläkirjoitusten valmistus kokeellisen arkeologian näkökulmasta. Muinaistutkija 3/2007
- Muinaistutkija. Suomen Arkeologinen Seura. N:o 3/2004, 2/2005 ja 1/2007.
- Mäki vuoti, M. 2005. Euroopan rautakautiset yhteydet. Moniste
- Mäntylä, S. 2005. Rituals and relations. Studies on the society and material culture of the Baltic Finns. Annales Academiae Scientiarum Fennicae. Humaniora 336
- Mählberg, T. 1931. Työkirveen kansanomaisesta valmistuksesta. Sanakirjasäätiön toimituksia No 1
- Nikkilä, E. 1941. Työkirveen valmistusta Köyliön Tuiskulassa. Kotiseutu 2-3. Forssa
- Peets, J. 2003. The Power of Iron. Research into ancient times 12. Tallinna Ajaloo Instituut
- Pleiner, R. 2000. Iron in Archaeology. The European bloomery smelters. Archeologicky Ustav AV CR. Praha
- Pleiner, R. 2006. Iron in Archaeology. Early European blacksmiths. Archeologicky Ustav AV CR. Praha
- Pukkila, J. 1991. Alkukantainen raudanvalmistus. Turun maakuntamuseon monisteita N:o 1
- Saksa, A. 1998. Rautakautinen Karjala. Joensuun yliopistopaino
- Selirand, J. 1989. Viron rautakausi. Oulu: Pohjois-Suomen Historiallinen yhdistys
- Suomen Historia. Rautakausi. Weilin & Göös. Espoo 1985
- Vilkuna, K. 1933. Alkukantainen tekniikka, teoksessa Suomen Kulttuurihistoria No 1. WSOY. Porvoo