

PROVENANSBESTÄMNING FÖR KOPPARTACKOR FRÅN BRONSÅLDERN

Lena Hakulin

Oxhudsformade koppartackor, *oxhide ingots*, från sen bronsålder har påträffats i hela Medelhavsområdet. Tackorna, som väger ca 30 kg, består av relativt ren koppar. Man har utgått från att det var i denna form kopparn fraktades under bronsåldern. Detta bekräftades då man påträffade två vrak av handelsfartyg utanför Turkiets sydkust; vid Gelidonya år 1960 och vid Ulu Burun nära Kas år 1982, som båda var lastade med sådana tackor.

Kopparn var kanske den viktigaste handelsvaran under bronsåldern. Med moderna analysmetoder borde man rimligen kunna bestämma tackornas provenans. Resultaten av sådana undersökningar kunde utgöra nyckeln till hela problemkomplexet kring bronsåldershandeln i Medelhavet. Denna fråga har länge varit föremål för forskarnas ansträngningar. Provenansen för metaller är emellertid betydligt svårare att bestämma än för t.ex. obsidian. Metallernas sammansättning förändras under bearbetningen och de möjliga malmkällorna är många, medan obsidian är homogent, sammansättningen bibehålls oförändrad och källorna är få och lätt åtskiljbara. Efter tiotals år av misslyckade försök med spårämnesanalys övergick man till att använda blyisotopanalys (LIA) efter en banbrytande artikel av Oxfordgeologerna Noel Gale och Zofia Stos-Gale i Science 1982.¹ Forskningen har varit framgångsrik och resultaten delvis överraskande. I dag får detta tvärvetenskapliga forskningsområde ett av de rikligast anslagen inom Medelhavsarkeologin.

Beskrivning av koppartackorna

Oxhudsformade koppartackor, tidigare även kallade talenter, Keftiubarren eller Kissenbarren (Fig. 1), består av relativt ren koppar, upptill 99,5 %. Storleken och formen på tackorna varierar något: i allmänhet väger de



Fig. 1. Foto: Kenneth Lönnqvist

ungefär 30 kg och är ca 60 cm långa. Hörnen kan vara mer eller mindre utdragna. Undersidan är relativt slät men den övre sidan har "bubblor" beroende på gaser som avgått då metallen avkylts. Den karakteristiska formen med konkava sidor och utskjutande hörn anses vara praktiskt betingad; de var lättare att bära. Tackorna finns avbildade på egyptiska gravmålningar där de frambärs till

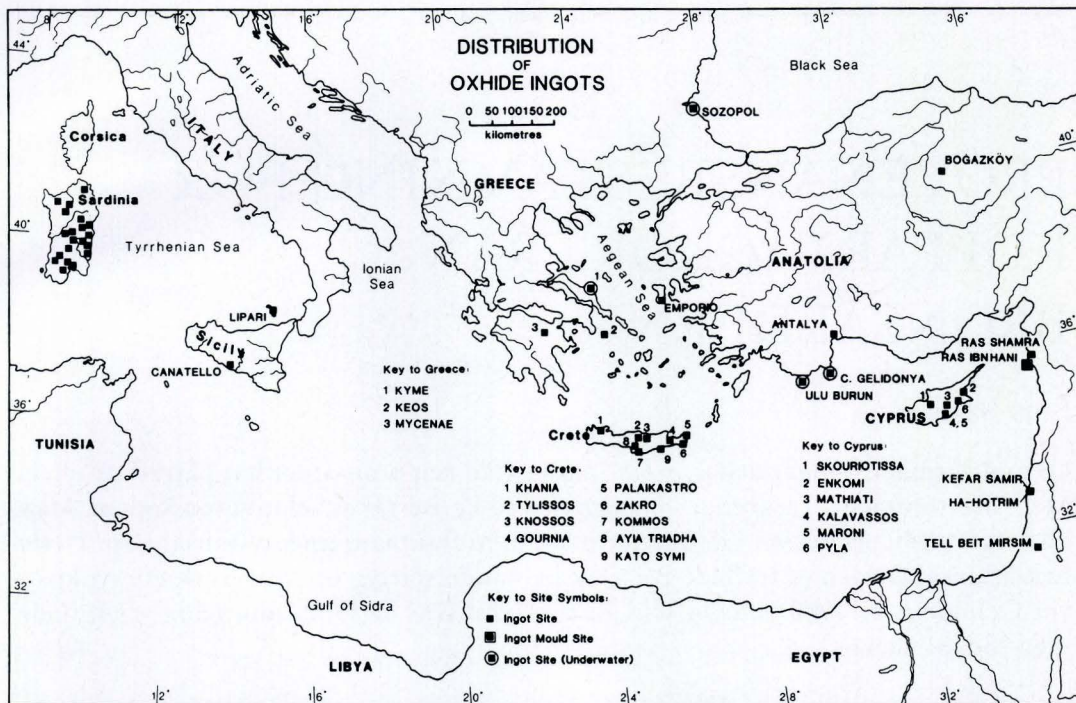


Fig. 2. Fyndplatser för oxhudsformade koppartackor i Medelhavsregionen. Källa: Gale, N.H. & Stos-Gale, Z.A. 1991. Figur 19, s. 90.

farao av män från Keftiu, vilket daterar dem säkert till sen bronsålder, ca 1500–1340 f.Kr.² De första tackorna påträffades redan för 150 år sedan. Bucholz gjorde den första översikten 1959 där han presenterade en typologi baserad på "öronens" form.³ Uppdaterade översikter har senare publicerats av bl.a. Muhly et alii och Gale.⁴

Många tackor är försedda med tecken intryckta i den mjuka metallen eller inristade senare. Deras härkomst och betydelse är fortfarande oklar; de är inte skrivtecken och verkar ej ange vikt eller kvalitet, ej heller destination eller provenans.⁵ Kanske de helt enkelt är koppargjutarnas bomärken.

Fyndorter

Koppartackor har påträffats över hela Medelhavsområdet med en tydlig koncentration till de tre stora öarna Cypern, Kreta och Sardinien (Fig. 2). Fyndorterna ligger i allmänhet nära kusten. Totalt har man påträffat ca 450 tackor eller fragment av sådana, av vilka 40% på land. Resten härstammar från de två nämnda skeppsvraken.

De första fynden gjordes 1857 på Sardinien och kring sekelskiftet påträffades många tackor på Cypern, Kreta, Sardinien och i Mykene. Tyvärr är de flesta lösfynd och saknar arkeologisk kontext.⁶

Framställning av koppartackor

Dessa mytiska koppartackor har alltid intresserat forskarna. Man har utgått från att kopporn i den internationella handeln under sen bronsålder fraktades i denna form. Men hur framställdes tackorna och varifrån härstammar de? Det är anmärkningsvärt att man hittills hittat endast en gjutform; en öppen form av sten som påträffades i Ras Ibn Hani nära Ugarit i Syrien 1983.⁷ Det finns flera hypoteser om hur tackorna på 30 kg ren koppar kunde produceras med bronsålders-teknologi. En del forskare hävdar att de framställdes ur malmen i en enda smälta i en stor ugn⁸, medan andra påstår att man under bronsåldern inte kunde ha framställt 30 kg ren koppar med denna metod.⁹ Enligt den senare hypotesen, som i dag anses vara mest sannolik, är koppartackorna produkter av en

omsmältning (*melting*) och inte av direkt smältning av malmen (*smelting*). Detta kunde förklara deras anmärkningsvärda renhet.¹⁰ P.g.a. de stora slaggmängderna har man utgått från att framställningen skedde i närheten av malmkällan.

Provenansbestämning

Tackornas härstamning borde rimligtvis kunna bestämmas med moderna analysmetoder. Medelhavsområdet är emellertid rikt på koppar men evidensen för malmbrytning och kopparframställning under bronsåldern är ytterst svag. Cypern med sina betydande tillgångar på sulfidmalm har alltid ansetts vara den främsta kopparleverantören. Sardinien har flera mindre fyndigheter medan Kreta praktiskt taget saknar koppar. Med blyisotopanalys har man nu kunnat visa att man i Laureion på Attika, känd främst som silvergruva, under sen bronsålder även utvann koppar ur oxidmalmer. I Anatolien och i Levanten finns många koppargruvor kända från antiken.

Försöken att bestämma föremålens provenans med olika analysmetoder var dömda att misslyckas beroende på att malmer inte är homogena och den kemiska sammansättningen för metaller förändras vid tillverkningsprocessen.¹¹ Blyisotopanalyser i princip påverkas inte av detta fenomen. Isotopstrukturen för en metall, i detta fall bly, är beroende av malmens ålder och förblir oförändrad genom hela tillverkningsprocessen.

Blyisotopanalys (LIA)

Bly i jordskorpan består av fyra isotoper: ²⁰⁸Pb, ²⁰⁷Pb och ²⁰⁶Pb, som alla är stabila radioaktiva slutprodukter samt ²⁰⁴Pb. Blyets isotopsammansättning i en malm beror därför främst på dess geologiska ålder. Den utgör ett unikt "fingeravtryck" för malmen som överföres oförändrat från malm till metall och utgör därför en direkt link mellan malmkälla och föremål. I teorin borde isotopstrukturen vara identisk för alla mineraler med gemensam geologisk historia i en fyndighet. I praktiken förekommer små

variationer och för att uppnå en representativ karakteristik av malmen bör ett stort antal prov tagas. Blyisotopanalys används allmänt inom geokronologi och isotopgeokemi. Metoden började tillämpas för provenansbestämning för silver- och blyföremål på 1970-talet. Efter paret Gale's epokgörande artikel i Science 1982 började man använda den även för kopparföremål, vilka alltid innehåller små mängder bly. Från att ha varit en metod av marginell betydelse, blev forskningsområdet med ett slag ett av de viktigaste inom Medelhavsområdets bronsåldersarkeologi med rikliga forskningsanslag.

I bestämningen jämför man föremålets blyisotopstruktur med motsvarande struktur för möjligast många potentiella malmkällor. Man mäter tre oberoende blyisotopförhållanden: ²⁰⁸Pb/²⁰⁶Pb, ²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb och ²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb med mass-spektrometri.¹² En blyisotopbestämning ger parametrar för en punkt i en tredimensionell rymd. Resultaten för de olika proven från samma malmfyndighet bildar en tredimensionell, oregelbunden "globule" som utgör malmens fingeravtryck.¹³

Blyisotopdata presenteras grafiskt på ett åskådligt sätt. Den vanligaste och enklaste metoden är att i två bivariabla diagram konstruera ett fält med 95% sannolikhet kring punkterna. På detta sätt kan man t.ex. se att även om fälten för Cypern och Kythnos delvis täcker varandra i det ena diagrammet är de klart åtskilda i det andra (Fig. 3).¹⁴ Mera sofistikerade statistiska metoder som stegvis diskriminant funktionsanalys¹⁵ och multivariabel sannolikhetskalkyl¹⁶ har även använts. Vid provenansbestämningar jämförs värdet på föremålets blyisotopstruktur med malmkällornas "fingeravtryck". Forskarna framhåller alltid att man med blyisotopanalys endast med säkerhet kan fastställa provenansen negativt, att metallen i ett föremål inte kan härröra från en bestämd malmkälla.¹⁷ T.ex. att inga koppartackor, som hittills analyserats, har en blyisotopstruktur som överensstämmer med Laureions visar, att de inte kan vara gjorda av denna koppar.¹⁸ En positiv blyisotopevidens betyder endast att kopparn i föremålet kan härstamma från ett malmfält. På detta sätt visar

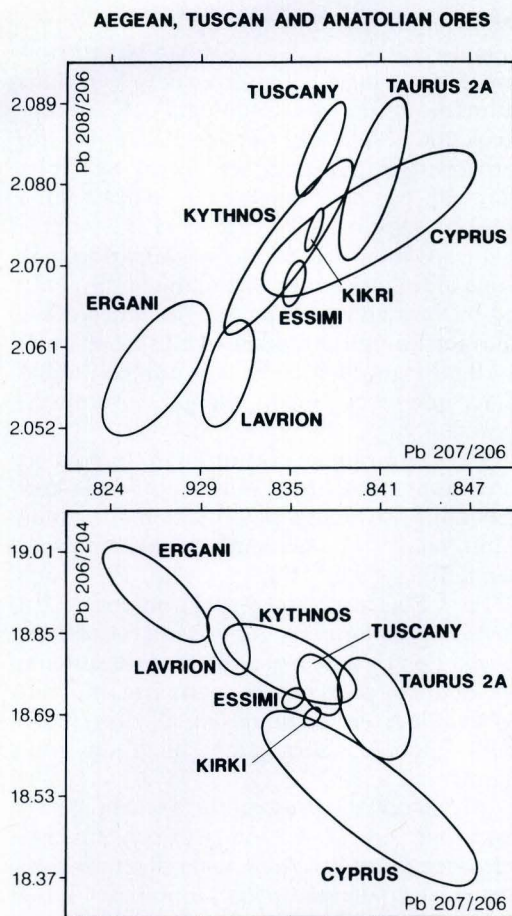


Fig. 3. Två ordinära bivariable blyisotopdiagram som bl.a. visar hur fälten för Cypern och Kythnos kan åtskiljas. Källa: Gale, N.H. & Stos-Gale, Z.A. 1991. Figur 15, s. 86.

Forskningens nuläge

Provenansbestämning med blyisotopanalys för koppartackor är ett tvärvetenskapligt, internationellt forskningsområde. Bland forskarna ingår geologer, experter inom arkeometallurgi och arkeometri, statistiker, arkeologer och historiker från England, Tyskland, Italien, USA och Turkiet. Trots att deras synsätt är olika och debatten stundtals varit synnerligen hätsk, har betydande resultat nåtts efter 15 års forskning. Blyisotopkartan för kopparförande malmer inom Medelhavsområdet täcker alla potentiella malmkällor och provenansen för en stor del av koppartackorna har kunnat fastställas med stor sannolikhet. Många problem kvarstår dock. Arbetet har den senaste tiden fokuserats på att förbättra provtagningen från malmer, att utveckla analysmetoderna och att utarbeta och nå en konsensus om lämpliga statistiska metoder för behandling och presentation av blyisotopdata. Tidigare publicerat data har reviderats, vilket stundom medfört helt avvikande resultat.

blyisotopanalysen bl.a. att alla koppartackor funna på Cypern överensstämmer med "fingeravtrycken" för cypriotiska malmer, och att kopparn i dem därför med största sannolikhet härstammar från Cypern.¹⁹

Största delen av blyisotopanalyserna utföres vid makarna Gales laboratorium, Isotracer Laboratory, i Oxford. De har där uppbyggt en databas med blyisotopdata från 130 gruvor i Medelhavsområdet och ett stort antal analyser av föremål. Efter påtryckningar från andra forskare började Oxfordgruppen 1995 publicera tillförlitligt blyisotopdata i tidskriften *Archaeometry*.²⁰ Vid Max-Planckinstitutet i Heidelberg arbetar en grupp under ledning av Ernst Pernicka med blyisotopdata från Anatolien och vid Smithsonian Institution i USA ett annat team, som främst koncentrerar sig på statistiska problem.

Stos-Gale et alii har i sin senaste artikel sammanställt sitt omvärderade data för 78 koppartackor från Cypern, Kreta, Grekland, Sardinien, Turkiet och Bulgarien. Resultatet visar att blyisotopdata och även guld och silverhalten för alla dessa är konsistent med en enda koppargruva på Cypern, Apliki, i Troodos-massivet på nordvästra Cypern (Fig. 4).²¹ Alla dessa tackor har daterats till det 13:e och 12:e århundradet f.Kr. De flesta av dem har redan tidigare ansetts härstamma från Cypern. Det nya är att man nu kan lokalisera kopparn till en enda gruva. Anmärkningsvärt är att man lyckats visa att de sardiniska tackorna härrör från Cypern och inte från Sardinien, där det finns gott om kopparmalm.

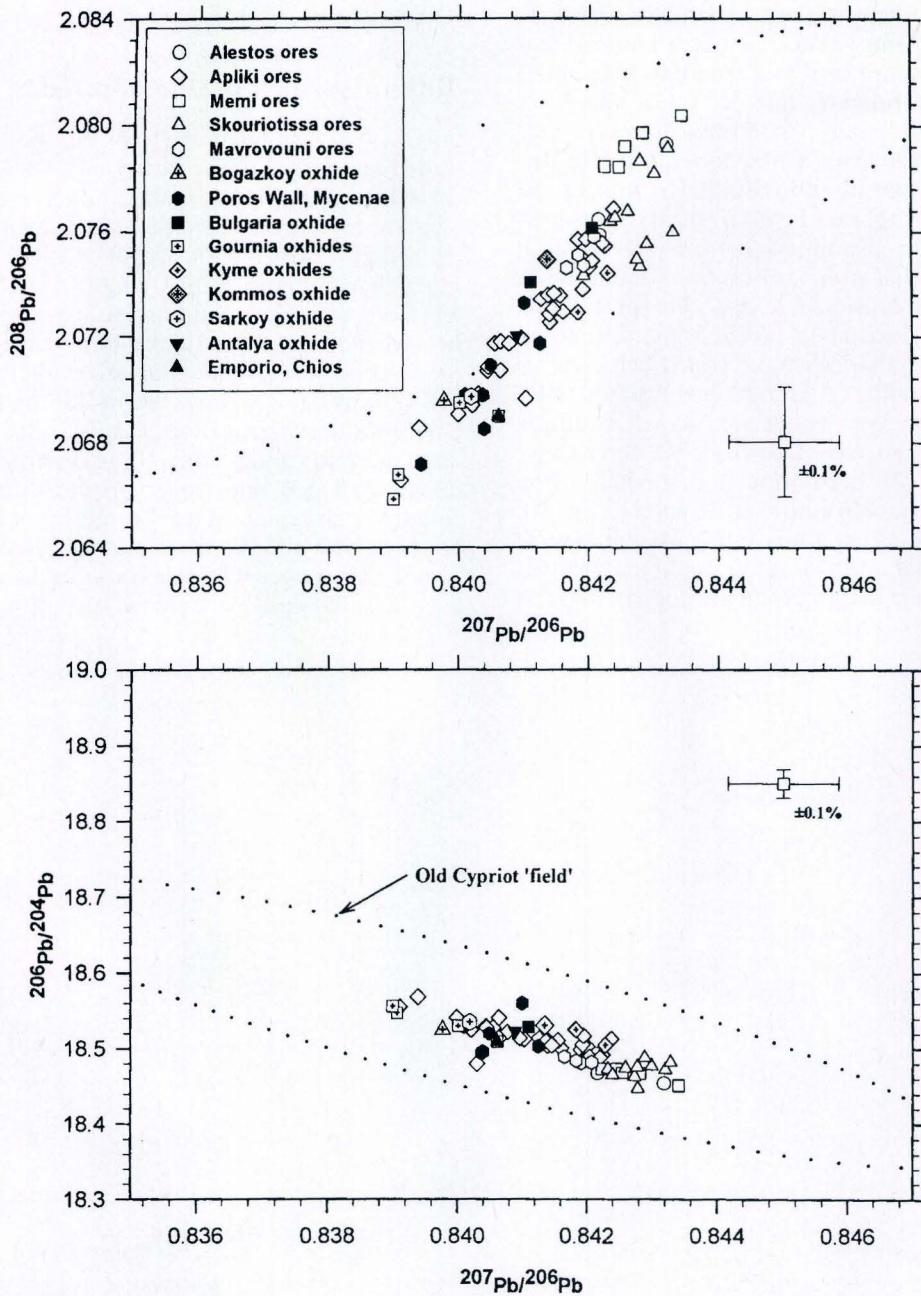


Fig. 4. Jämförelse mellan blyisotopdata för oxhudsformade koppartackor från Grekland, Turkiet och Bulgarien med data från malmer från *Solea fossil spreading axis*, Cypern. Källa Stos-Gale, Z.A. et alii, 1997. Figur 11, s. 114.

I Stos-Gales tabell saknas tackorna från de båda skeppsvraken och största delen av tackorna från Kreta. För närvarande arbetar Oxfordteamet med tackorna från vraken. På basen av tidigare data har man ansett att Gelidonya-lasten härstammar från Cypern²² men provenansen för tackorna från Ulu Burun -skeppet är omtvistad. De kretensiska tackorna utgör ett problem. Endast för tackorna från Kommos och nu även från Gournia har man kunnat fastställa att de är gjorda av cypriotisk koppar. De mest kända är emellertid de 19 tackor som i början av seklet påträffades i Agia Triada och som nu finns utställda på Heraklions museum. Blyisotopdata visar att de inte kan härstamma från Cypern eller Laureion. Värdena anger att de torde härstamma från prekambriska malmer, ca 640 miljoner år gamla (Fig. 5). Sådana malmer finns inte i Medelhavsområdet. Däremot visar blyisotopanalyser för bronsföremål från Kreta att kopparn i dessa

under sen bronsålder främst härstammar från Laureion.

Tolkningar och problemområden

Stos-Gales resultat tyder på att de oxhudsformade koppartackorna främst tillverkats av cypriotisk malm, antagligen på Cypern, men även i Levanten. Spår av koppar vid gjutformen som påträffats i Ras Ibn Hani härstammar från Cypern. Häriifrån fraktades tackorna med handelsfartyg kring hela Medelhavet, ända till Sardinien. Tillsvidare har dock ingen arkeologiska evidens för malmbrytning och kopparframställning under bronsåldern påträffats i Apliki. Spåren efter malmbrytning under bronsåldern har förstörts av den massiva gruvdriften under romarna och i modern tid. Ett olöst problem är provenansen för koppartackorna från Agia Triada. En hypotes kunde vara att kanske även de tillverkats på Cypern, men av kop-

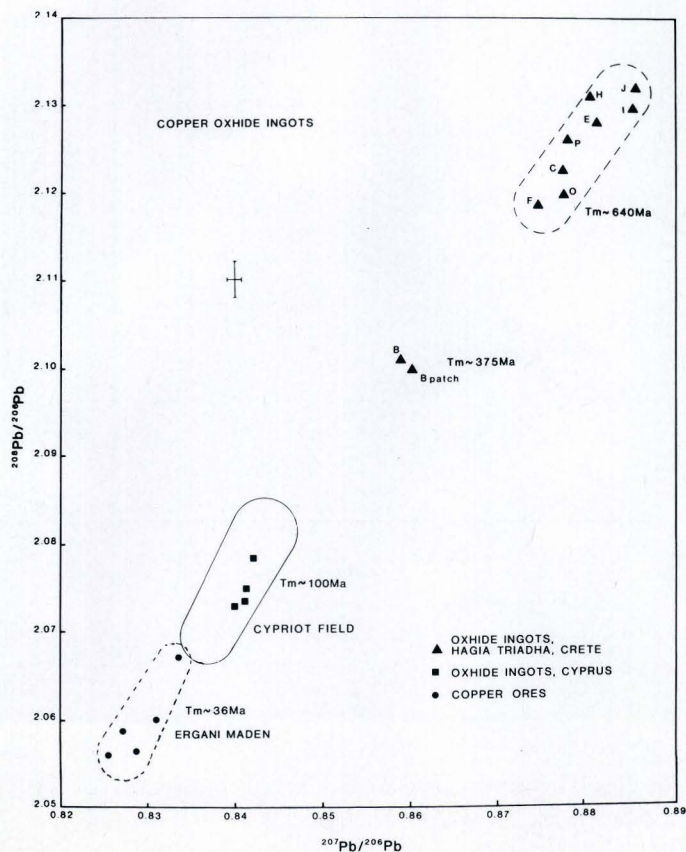


Fig. 5. Blyisotopdata för oxhudsformade koppartackor från Agia Triada, Kreta, jämfört med data för cypriotiska kopparmalmer och malmer från Ergani Maden, Turkiet. Källa: Gale, N.H. & Stos-Gale, Z.A. 1986. Figur 5, s. 94.

par som hämtats från Iran eller Afganistan. Vad koppartackorna använts till är oklart. Man har utgått från att de styckades och smältes till brons. En del forskare hävdar att de oxhudsformade koppartackorna enbart var statuspresenter och standardiserade mått på värde, inte råvara för metallframställning. På Sardinien och Kreta fanns andra koppartillgångar som användes vid den lokala bronstillverkningen.²³

Noter

- 1 Se Gale-Stos-Gale 1982, s. 11–19
- 2 Se Buchholz 1959, s. 2–5, Gale 1991, s. 200–202 och Knapp 1990, s. 118–122
- 3 Se Buchholz 1959, s. 1–40
- 4 Se Muhly et al. 1988, s. 281–298 och Gale 1991, s. 197–239
- 5 Se Buchholz 1959, s. 13–14, Gale 1991, s. 199–200
- 6 Se Gale 1991, s. 198–201
- 7 Se Gale 1989, s. 255–257
- 8 Se Muhly et al. 1980, s. 84–95
- 9 Se Merkel 1986, s. 179–187
- 10 Se Muhly et al. 1988, s. 287–288 och Knapp 1990, s. 136–137
- 11 Se Gale & Stos-Gale 1992, s. 65–66 och Stos-Gale & Gale 1994, s. 99
- 12 Se bl.a. Gale & Stos-Gale 1992, s. 69–70
- 13 Stos-Gale & Gale 1994, s. 101
- 14 Gale 1991, s. 205
- 15 Bl.a. Stos-Gale & Gale 1994, s. 101
- 16 Se Sayre, E.V. et al. 1992, s. 72–105
- 17 Bl.a. Knapp 1990, s. 129
- 18 Knapp & Cherry 1994, s. 25
- 19 Se Stos-Gale et al. 1997, s. 111–112
- 20 Se Stos-Gale et al. 1995, 1996 och Gale et al. 1997
- 21 Se Stos-Gale et al. 1997, s. 110–112
- 22 Gale 1991, s. 227
- 23 Gillis 1995, s. 74

Litteratur

Buchholz, H.G., Keftiubarren und Erzhandel im zweiten vorchristlichen Jahrtausend. *Prähistorische Zeitschrift* Vol. 37, 1959, s. 1–40.

Gale, N.H., Archaeometallurgical Studies of Late Bronze Age Copper Oxhide Ingots from the Mediterranean Region. Hauptmann, A. et al. (eds.) *Old World Archaeometallurgy. Der Anschnitt, Beiheft 7*, s. 247–268. Bochum 1989.

Gale, N.H., Copper Oxhide Ingots, their Origin and their Place in the Bronze Age Metals Trade in the Mediterranean. I Gale, N.H. (ed.) *Bronze Age Trade in the Mediterranean. Studies in Mediterranean Archaeology*, Vol. 90, 1991, s. 197–239.

Gale, N.H. & Stos-Gale, Z.A., Bronze Age Copper Sources in the Mediterranean: a New Approach. *Science*, Vol. 216, 1982, s. 11–19.

Gale, N.H. & Stos-Gale, Z.A., Lead Isotope Studies in the Aegean (The British Academy Project.) *Proceedings of the British Academy*, Vol. 77, 1992, s. 63–108.

Gale, N.H. et al., Lead Isotope Data from the Isotrache Laboratory, Oxford: Archeometry Data Base 4, Ores from Cyprus. *Archeometry* Vol. 39, 1997, s. 237–246.

Gillis, C., Trade in the Late Bronze Age. I Gilis, C. et al. (eds.) *Trade and Production in the Promonetary Greece: Aspects of Trade. Studies in Mediterranean Archaeology and Literature. Pocket-Book 134*, 1995, s. 61–86.

Knapp, B.A., Ethnicity, Entrepreneurship and Exchange: Mediterranean Interisland Relations in the Late Bronze Age. *Annual of the British School at Athens*. Vol. 85, 1990, s. 115–153.

Knapp, B.A. & Cherry, J.F. (eds.), Provenience studies and Bronze Age Cyprus. Production, Exchange and Politico-Economic Change. *Monographs in World Archaeology*. Vol. 21, s. 92–121. Madison 1994.

Merkel, J., Ancient Smelting and Casting of Copper for Oxhide Ingots. I Balmuth, M.S. (ed.) *Studies in Sardinian Archaeology II, Sardinia in the Mediterranean*. s. 179–187. Ann Arbor 1986.

Muhly, J.D. et al., The Oxhide Ingots from Enkomi and Mathiti and Late Bronze Age Copper Smelting in Cyprus. *Report of the Department of Antiquities, Cyprus 1980*. s. 84–95.

Muhly, J.D. et al., Cyprus, Crete and Sardinia. Copper Oxhide Ingots and the Bronze Age Trade. *Report of the Department of Antiquities, Cyprus 1988*. s. 281–298.

Sayre, E.V. et al., Statistical Evaluation of the Presently Accumulated Lead Isotope Data from Anatolia and Surrounding Regions. *Archeometry*, Vol. 34, 1992, s. 73–105.

Stos-Gale, Z.A. & Gale, N.H., Metal. I Knapp, B.A. & Cherry, J.F. (eds.) *Provenience Studies and Bronze Age Cyprus. Production, Exchange and Politico-Economic Change. Monographs in World Archaeology*. Vol. 21, s. 92–121. Madison 1994.

Stos-Gale, Z.A. et al., Lead Isotope Data from the Isotrache Laboratory, Oxford: Archeometry Data Base 1, Ores from the Western Mediterranean. *Archeometry*, Vol. 37, 1995, s. 407–415.

Stos-Gale, Z.A. et al., Lead Isotope Data from the Isotrache Laboratory, Oxford: Archeometry Data Base 3, Ores from the Aegean. *Archeometry*, Vol. 38, 1996, s. 381–390.

Stos-Gale, Z.A. et al., Lead Isotope Characteristics of the Cyprus Copper Ore Deposits Applied to Provenience Studies of Copper Oxhide Ingots. *Archeometry*, Vol. 39, 1997, s. 83–123.

Artikeln baserar sig på ett proseminariearbete gjort vid Helsingfors universitets arkeologiska institution 1996–1997.