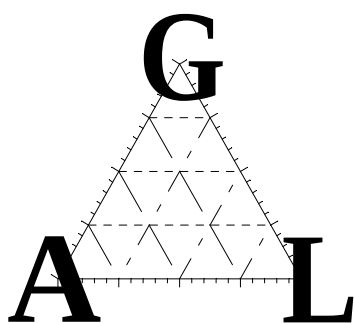


GEOARKEOLOGI

Dnr 423-2168-2006

Arkeometallurgiska analyser av en kniv och två järnklumpar från Brunnby

RAÄ 93 Brunnby7:1
Vendels sn
Uppland



Geoarkeologiskt Laboratorium

Analysrapport nummer 14-2007
Avdelningen för arkeologiska undersökningar
UV GAL

*Daniel Andersson
Lena Grandin*

Sammanfattning

På uppdrag av Anton Seiler UV GAL, har Geoarkeologiskt Laboratorium vid UV GAL, Riksantikvarieämbetet granskat och analyserat arkeometallurgiskt fyndmaterial från Brunnby 7:1, RAÄ 93, Vendels sn. Ur fyndmaterialet valde vi tillsammans med uppdragsgivaren ut en kniv och två järnklumpar för metallografiska analyser.

Resultaten från dessa analyser visar att de två järnklumparna till största delen består av järn med en jämn och hög kvalitet. Kolhalt är tillräckligt hög för att denna järnkvalitet ska kunna härdas och därmed användas vid tillverkning av föremål med någon form av egg. Slagginneslutningar i järnklumparna antyder att materialet ursprungligen kommer från ett ämnesjärn.

Den analyserade kniven är tillverkad av en sämre järnkvalitet med varierande kolhalter i det studerade tvärsnittet. Den låga kvaliteten på järnet gör det olämpligt som utgångsmaterial vid tillverkning av knivar. Slagginneslutningar visar att kniven mekaniskt bearbetats till den form den idag har. Hela kniven är omsluten av ett slaggsikt vilket gjort den helt obrukbar. En möjlig tolkning för knivens ologiska sammansättning är att smeden upptäckt vid smidet att järnet varit av fel kvalitet och därför kastat den i härden där den fått sitt slagghölje.

Analyserna visar att det på platsen funnits tillgång till en råvara (ämnesjärn) av hög jämn kvalitet för framställning av järnföremål/redskap. Det finns inget som antyder att järnet producerats på platsen men det finns å andra sidan inget som motsäger det. Med tanke på att det funnits tillgång till högkvalitativt järn är det överraskande att den analyserade kniven är av så usel kvalitet.

Abstract

On commission by Anton Seiler UV GAL, Geoarchaeological Laboratory (GAL) has made analyses on material from an excavation at Brunnby 7:1, RAÄ 93, Vendels. After having consulted the commissioner two lumps of iron and one knife were chosen for archaeometallurgic analyses.

The results show that the iron lumps contain high quality iron with coal content appropriate for producing items that need quenching. Slag inclusions suggest that the lumps of iron originate from some type of currency bars.

The analyzed knife is composed of an iron with heterogeneous quality and relatively low carbon content. The knife is also draped with a thin slag surface which has made it useless as a cutting tool. A possible explanation to this might be that the smith discovered the poor quality of the iron during his work and therefore left it in the hearth which contained slag from other works.

Inledning

På uppdrag av Anton Seiler UV GAL, har Geoarkeologiskt Laboratorium vid UV GAL, Riksantikvarieämbetet granskat och analyserat arkeometallurgiskt fyndmaterial från Brunnby 7:1, RAÄ 93, Vendels sn. På denna plats framkom en huslämning tillhörande en boplats från folkvandringstid-tidig vendeltid. Från denna lämning eller i direkt anslutning hittades ett antal knivar, eller ämnen till knivar, tillsammans med magnetiska järnklumpar. Det huvudsakliga syftet med de arkeometallurgiska undersökningarna var att fastställa materialets karaktär, d.v.s. klargöra huruvida det rör sig om material från reduktions- och/eller smidesprocessen. Utöver detta har frågor såsom typ av järn som framställts/bearbetats samt dess kvalitet belysts.

Material och metoder

I samråd med uppdragsgivaren valdes en av knivarna ut för vidare analys medan samtliga järnklumpar/slaggbitar har studerats. Kniven och järnklumparna/slaggbitarna genomgick först en okulär granskning och därefter valdes, utöver kniven ytterligare två prov ut till metallografiska undersökningar.

Metallografi

Metallografiska undersökningar utfördes på 3 polerade prover av det metalliska järnet i påfallande ljus för att bedöma järnkvaliteten. I mikroskopet kan olika texturer, beroende på kemisk sammansättning och grad av bearbetning utläsas. Proverna etsades med 2 % nitallösning. Metoden är användbar för att bedöma kolhalten i materialet, t.ex. om det är ett mjukt järn eller kolstål. Metoden kan också avslöja ett fosforinnehåll, vilket påverkar materialets hårdhets- och seghetsegenskaper. Även mängden och typen av slagginneslutningar kan studeras för att ytterligare kunna bedöma kvalitet och möjliga användningsområden. Några termer som används i detaljbeskrivningarna i resultatkapitlet är *ferrit* som är mjukt järn utan kolinnehåll, *cementit* som är en förening av järn och kol (Fe_3C), och *perlit* som är en struktur uppbyggd av omväxlande ferrit och cementit. Generellt medför alltså en större mängd perlit en högre kolhalt och ett hårdare material. Undersökningen genomfördes i ett Zeiss Axioskop 40A polarisationsmikroskop utrustad med en digitalkamera.

Resultat

Efter delning av proverna framkom att samtliga prov består av i huvudsak metalliskt järn och slagg förekommer endast underordnat (Fig.1). Det är också tydligt att det rör sig om metall från järnframställning eller smide och inte färdiga järnföremål vilka korroderat, givetvis undantaget kniven, Fnr 15 (Fig. 2). Flertalet av proven uppvisar dessutom en eller flera sidor vilka är plana, ibland även hörn t ex Fnr 158 vilket tyder på mekanisk bearbetning. Dessa observationer tillsammans med vidhäftat material såsom kol och förglasat material, förmodligen lera, gör att proverna kan knytas till metallhantverk. En möjlig initial tolkning är att det rör sig om spill från tillverknings-smide av knivar där utgångsmaterialet varit ämnesjärn.

Tabell 1. Förteckning över de fyndposter som granskats av UV GAL.

Kontext	Fyndnr	Beskrivning
A101	15	Kniv ca 7 cm lång, blad och tånge, konserverad, <i>Metallografiskt analyserad</i>
A2668	21	Metallklump/?slag, ca 2 x 1cm, magnetisk, något fluten
A100	33	Metallklump, ca 2 x 1,5cm, magnetisk, vidhäftat magnetiskt material, ovalt avtryck med räfflor.
A100	43	Metallklump, ca 2,5 x 1,5cm, magnetisk, liten bit slag vidhäftad
A100	149	Metallrik slag, ca 3,5 x 3,5cm, magnetisk, fluten. <i>Metallografiskt analyserad</i>
A101	154	Metallklump, ca 2,5 x 1,5cm, magnetisk
T200175	158	Metallklump, ca 3 x 2cm, magnetisk, triangulär till formen, två ytor relativt väl tillplattade, rester av kol vidhäftat. <i>Metallografiskt analyserad</i>

Metallografi

Fnr 149. Järnklumpen är omgiven, men innehåller även inneslutningar, av slag. Slaggen är mycket järnrik och domineras fullständigt av grovkornig wüstit och en glasfas förekommer endast sparsamt. I slaggen förekommer även droppar av metalliskt järn. En del av tvärsnittet visar även vidhäftade bergartsfragment. Efter etsning framkom att kvaliteten på järnet är relativt homogen och består av ferrit och perlit. Kolhalten varierar mellan 0,3% och 0,55%, lokalt t.o.m. något högre. En tendens till kolfattigare, mer ferritiskt järn mot ytterkanterna av tvärsnittet kan dock skönjas (Fig.3). Denna ofrivilliga avkolningseffekt i ytskiktet uppstår ibland vid mekanisk bearbetning, smide, av järnet.

Tolkning: Slaggens sammansättning och dess uppträdande är ej typiska för sekundärsmide. Det är därför mer troligt att järnklumpen är en del av ett ursprungligt råmaterial eller halvfabrikat dvs ämnesjärn vilket använts som utgångsmaterial för smidesverksamhet. Kvaliteten på järnet är hög och jämn och dess relativt höga kolhalt medför att det skulle lämpa sig väl för härdning och tillverkning av föremål med skärande egg.

Fnr 158. Järnklumpen är omgiven, men innehåller även inneslutningar, av slag. Slaggen är uppbyggd av wüstit och en glasfas. Wüstit är generellt dominerande och mycket grovkornig, så grovkornig att glasfasen endast uppträder som droppar i wüstit. Lokalt är dock wüstiten dendritisk vilket underlättar identifiering av denna järnoxid. I slaggen förekommer även droppar av metalliskt järn. Ett nätverk, vilket troligen speglar ursprungliga korngränser i järnet, uppträder på en del ställe av tvärsnittet. Ställvis är nätverket uppbyggt av slag. En del av tvärsnittet visar även vidhäftat heterogent material vilket domineras av korrosionsprodukter, bergartsfragment och enstaka kolstycken. Yttersta delen av ursprungliga begränsningsytor för slag och metalliskt järn består ofta av en bård av järnoxid. Efter etsning framkommer att kvaliteten på järnet är relativt homogen och överlag tillräckligt kolrik för att kallas stål. En tendens till kolfattigare, mer ferritiskt järn mot ytterkanterna av tvärsnittet kan dock skönjas. I stora delar av tvärsnittet förekommer fri cementit i korngränserna vilket antyder kolhalter på över 1%.

Tolkning: Slaggens sammansättning och dess uppträdande är ej typiska för sekundärsmide. Det är därför mer troligt att järnklumpen är en del av ett ursprungligt råmaterial eller halvfabrikat dvs ämnesjärn vilket använts som utgångsmaterial för smidesverksamhet. Kvaliteten på järnet är hög och jämn dess höga kolhalt medför att det skulle lämpa sig väl för härdning och tillverkning av föremål med skärande egg.

Fnr 15. Det metalliska järnet innehåller utdragna slagginneslutningar parallellorienterade med tvärsnittets längsta sidor. Slagginneslutningarna bildar parallella böljande stråk. Slaggen består i en del stråk, oftast i ena delen av tvärsnittet av en glasfas medan andra stråk, oftast belägna i andra delen av tvärsnittet består av wüstitrik slag. Från ryggen på kniven löper en rostfylld spricka halvvägs in i tvärsnittet. Utanför det metalliska järnet följer en zon av korroderat järn med små sliror av metalliskt järn synligt. Denna zons yttre begränsningsytor är väldefinierade och bildar en skarp kant mot materialet utanför. Därefter följer en väldefinierad och oftast jämtjock zon av slag vilken löper runt hela tvärsnittet alltså även över ryggen på kniven. Slaggen består innerst av wüstit med synliga kristaller tillsammans med en glasfas och olivin. Glasfasen och olivin avtar successivt utåt. Ställvis är detta slaggsikt ytterligare stratifierat med zoner av andra järnoxider (Fig. 4 och 5). Droppar av metalliskt järn förekommer i slaggsiktet. Ytterst finns ett skikt av vidhäftat heterogent material vilket domineras av korrosionsprodukter, bergartsfragment och enstaka kolstycken. Efter etsning framkommer att det metalliska järnet består till största delen av grovkornig, jämnkornig ferrit, korn med perlit förekommer dock men den totala kolhalten är låg, ca 0,30%. I den nedre delen av det rostiga området förekommer spökstrukturer vilka kan vara från perlit. Detta skulle i så fall innebära en kolrikare yttre del av kniven vilket skulle ur användningssynpunkt vara tämligen meningslöst. De kolrikare områdena förekommer jämnt fördelat över tvärsnittet och är alltså ej koncentrerade till t.ex. eggen. Vi har alltså att göra med ett kolfattigt mjukt järn vilket ej p.g.a. den låga kolhalten kunnat härdats.

Tolkning: Tvärsnittet visar en kniv vilken att döma av slagginneslutningarna mekaniskt bearbetats till den form den idag uppvisar. Järnets kvalitet, relativt mjukt och kolfattigt, och de eventuellt något kolrikare områdenas ofördelaktiga placering i tvärsnittet är dock inget normalt för knivar. Det väldefinierade jämtjocka slagglagret medför också att kniven varit fullkomligt obrukbar för skärande ändamål. Slaggens sammansättning antyder reducerande förhållanden, långsam avsvälning och tillgång till kisel förande material. Dessa observationer är motsägelsefulla och det är därför svårt att tolka vad denna kniv varit utsatt för och vilket syftet varit.

Man skulle kunna tänka sig att smeden varit i färd med att smida om en utnött kniv, och använt sig av vällsand, därav kisel förande olivinen. Han kan då efter ha doppat den i ett sandbad stuckit ned den i härden varvid slagglagret bildats men därefter ej hunnit bearbeta den varvid slaggsiktet blivit kvar. Det som talar emot denna tolkning är att normalt bildas endast ett 10 mikrometer tjockt slaggsikt vilket åtskilliga studier av glödskaalprover kan vidimera, medan detta lager uppgår till 100 mikrometer. Dessutom verkar knivbladet inte utnött utan relativt symmetriskt.

En möjlig förklaring till knivens ologiska sammansättning kan i stället vara att smeden under tillverkningsprocessen upptäckt att järnet varit av "fel" kvalitet. På grund av järnets låga kolhalt har det inte gått att härda kniven och smeden har då slängt den i härden. Slaggen runt kniven måste då ha kommit från något annat smidesarbete, vilket utförts i samma härd och involverat tillförsel av kiselrikt material t.ex. sand.

Sammanfattning och diskussion

Analys av järnklumparna Fnr 149 och Fnr 158 visar att på platsen funnits tillgång till en råvara av hög jämn kvalitet för framställning av järnföremål/redskap. Denna råvara bestod troligen av ett ämnesjärn vilket förts till platsen utifrån. Det finns inget i detta, i för sig begränsade fyndmaterial, som antyder att järnet producerats på platsen men det finns å andra

sidan inget som motsäger det. Med tanke på kvaliteten på järnet i klumparna är det förvånande att den analyserade kniven är av så "låg" kvalitet. Det kan finnas ett antal orsaker till detta. De två analyserade fynden är ej knutna till varandra. Järnklumpen hör till någon form av hantverk vilket bedrivits på platsen medan kniven är "importerad" eller tillverkad av annan typ av råmaterial. Om mot förmodan kniven avsiktligt är tillverkad av en kvalitet bestående av lågkolhaltigt mjukt järn kan den aldrig varit avsedd för att användas för skärande ändamål. Den samlade bilden från de analyserade fynden är trots allt att det på platsen bedrivits någon form av smidesverksamhet men att den studerade kniven inte är representativ för detta hantverk.

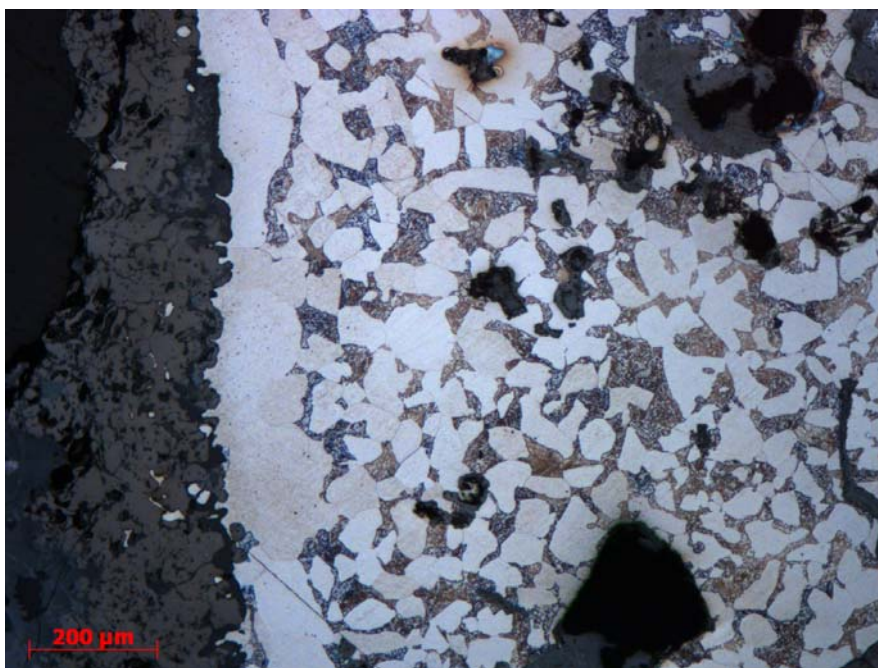
Figurer



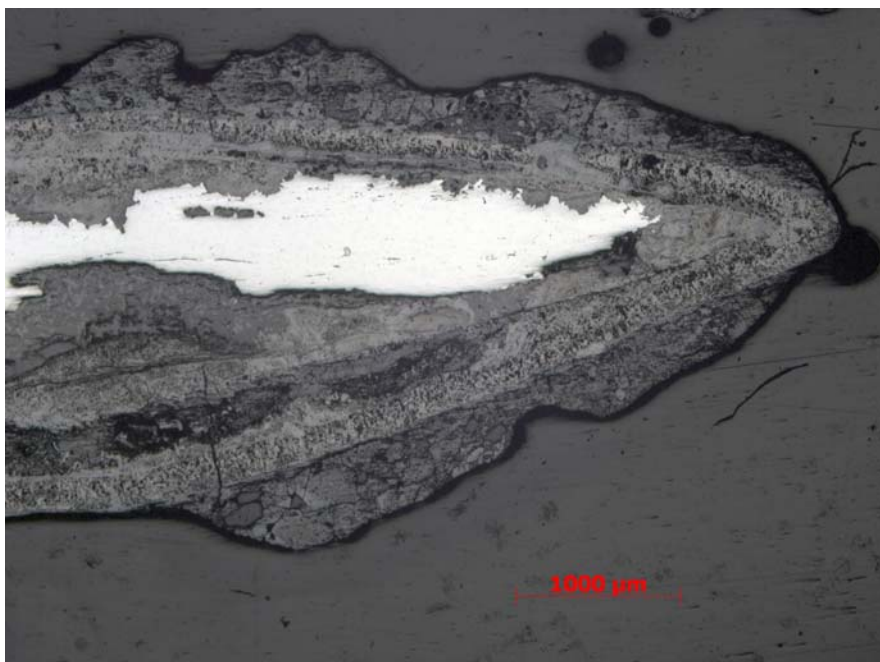
Figur 1. Tre metallklumpar, Fnr 154, 149 och 21 från vänster till höger, vilka snittats för att undersöka förekomsten av metalliskt järn. Samtliga tre prover består till största delen av metalliskt järn omgärdat av slagg.



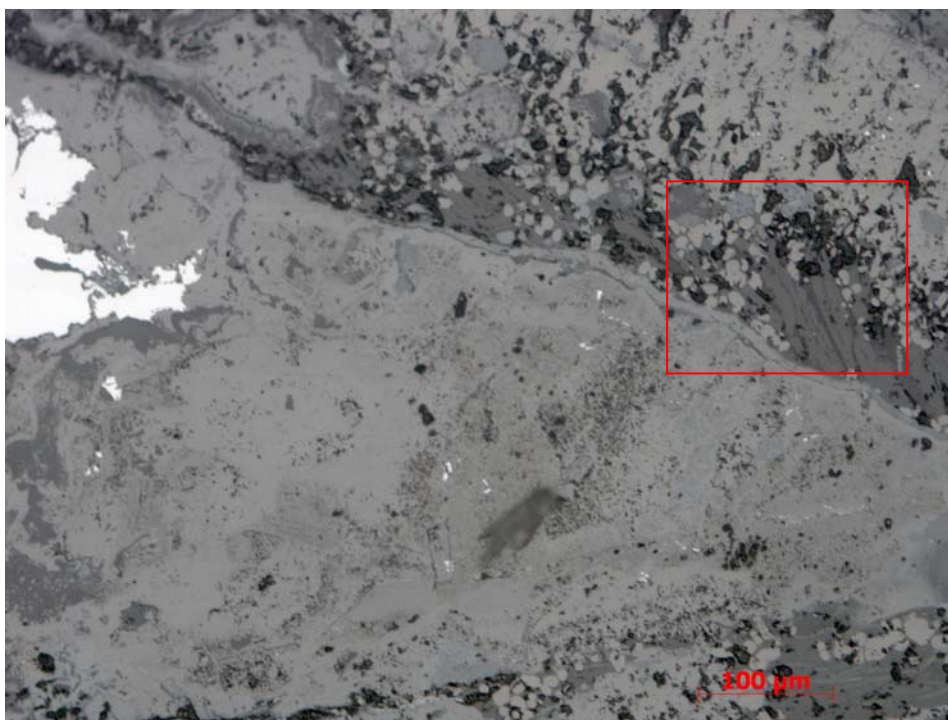
Figur 2. Kniv, Fnr 15, vilken genomgått konservering. Ursprungliga platsen för den provtagna och analyserade delen av kniven framgår tydligt.



Figur 3. Detalj av järnklumpen, Fnr 149, efter etsning vilken visar en järn kvalitet bestående av ferrit (vita till ljusbruna områden) och perlit (mörkbruna till mörkblå områden). En tendens till kolfattigare, mer ferritiskt järn mot ytterkanterna kan observeras.



Figur 4. Kniv, Fnr 15. Notera utdragna slagginneslutningar i det metalliska järnet (vita området) vilka är parallellorienterade med tvärsnittets längsta sidor vilket visar att föremålet bearbetats mekaniskt. Den väldefinierad och oftast jämtjocka zonen av slagg vilken löper runt hela tvärsnittet framgår också tydligt i denna bild.



Figur 5. Detalj av föregående bild (Fig. 4). I den röda rektangeln framträder slaggens sammansättning; de grå avlånga lamellerna är olivin, glasfasen är mörkgrå medan wüstiten är ljusgrå.