

## Løst og fast om et gammelt metall

Historien for det røde metallet, som har fått navn etter øya som på gresk heter Kypros via latin *aes Cuprum*, og som sammen med kvinnekjønnen har Venustegnet som symbol, er fascinerende. Jeg har sjøl skrevet mye om kobber med malm som utgangspunkt. Denne gangen skal vi gå langt tilbake i tid og legge vekt på bruken av metallet, dessuten vise et alternativ til standardprosessen og dernest tilknytningen til europeisk bergverkshistorie.

Inndelinga i tre tidlige perioder henger særlig sammen med materialbruken for redskaper. Vi veit at etter steinalderen fulgte en bronsealder, definert som tida ca. 1500 – 500 f.Kr. Av bronsefunn fins det noen hundre i landet vårt. Arkeologene spekulerer på om vi laga slikt metall sjøl. Ett er sikkert: legeringsemnet tinn er knapt påvist i Norge. Men støpeformer for bronse er det funnet en del av. Men det er langt flere bronsefunn i Danmark. Dermed må vi slutte at Danmark alt i bronsealderen hadde et rikt jordbruk, som ga danskene byttevarer. Eller står funnene for metall, som hadde blitt røvet? Noe kobber kom nok også til Norge, kanskje på samme måte, og i form av bronse.

Liket av en mann i 30-åra som kom fram da is smelta i grensefjella mellom Italia og Østerrike først på 1990-tallet fikk stor oppmerksomhet. Han fikk navnet Ötzi etter fjella der han ble funnet. Han hadde med seg mye utstyr laget av ulike treslag og også ei kobberøk. Takket være <sup>14</sup>C-datering kunne funnet tidfestes. Med ett ble kobberalderen flytta 1000 år bakover, til ca. 5300 år før nåtid.

Av god grunn vil folk spørre om Ötzi kunne felle trær med ei øks av kobber. Vi er vant med økser, kniver og ljåer med innlagt stål, som er herda og som fikk en omgang med slipestein og bryne før de ble tatt i bruk. Kobber er kjent som et mjukt metall. Men hardhet kan en oppnå for de fleste metaller også ved legering og arbeidsherdning i form av kaldhamring. Øksa til Ötzi hadde et visst arseninnhold, dernest var eggen kaldhamra, en teknikk som i gammel tid hos oss var kjent som tynsling. Fortsatt er tynsling – i Tyskland kalt Dengeln – vanlig på Kontinentet for ljåer uten stållegg (Espelund 2006). Våre egne røde 50-ører er som alle veit også ganske harde. Det skyldes arbeidsherdning ved preging i siste ledd, med økt hardhet og slitastyrke som resultat.

Det er knapt belegg for bruk av kobberlegeringer som eggverktøy i Norge. Slikt metall var kostbart, trolig bare i bruk hos en liten overklasse, mye i form av smykker. Nordmenn flest før oss gikk nok for redskap fra stein (eller tre og bein) til jern og stål alt før år 0. Kobber fikk etter hvert innpass for matstell i form av gryter, og i kirkene for begre og klokker. I handverksmiljøet i middelalderens Bergen fantes yrkene *katlasmidur* og *eyrstøypir*, der katla står for kjele og eyr er synonymt med kobber.

Støping krevde ikke samme renhet som metall som skulle hamres. Vi må derfor regne med at støpte gryter kom før kjeler laget av blikk ved hamring ble vanlige. I Meråker er det funnet et primitivt kobberverk fra 1300-tallet, der metallet ble framstilt i en firetrinns prosess. For å få et noenlunde reint og smibart metall måtte de den gangen godta et stort kobbertap i slaggen. Da garing ble innført som et siste trinn ved de nye kobberverka, ble tilgangen på reint og mjukt metall langt bedre. Det var særlig spor av jern i metallet som måtte bort for å få det som på engelsk kalles *"tough pitch copper"*. Garing var en oksiderende prosess, som førte til at rester av jern ble fjerna som silikat. Ved Rørosverket hadde garing fått innpass alt rundt år 1700. Garmakeren hadde en viktig jobb, for han skulle avveie renhet mot utbytte. Det er kanskje typisk at garmaker er en av få yrkestitler som er i behold som familienavn, både som -mager og -maker.

For gårdsdagens besteforeldre hadde kaffekjelen av kobber som sto på komfyren med de mange ringene en helt

sentral plass. Veggtykkelsen på slikt metall er under 1 mm. Kaffe som varm drikk ble utbredt på 1700-tallet. På den tida ble også garing innført som et siste, femte ledd ved kobberframstillinga. Kanskje den kaffekjelen som vi kjenner var en forutsetning for at skikken spredte seg?

I dag er "kaffelars" avløst av nokså kjedelige kjeler av aluminium eller rustfritt stål. Men kobber som metall er minst like viktig som før. Nå er det godt skjult i form av elektriske ledninger inne i isolasjon. Kaffekjelen er blitt en prydgenstand på peishyllen. Alle er "individer", – det er knapt to som er like dersom de ble laga av handverkere. En må tru at mange ble laga av en "kjærlig hand".



*Fra venstre kjel laga av Peder Fjeset i Singsås, neste fra fabrikkens Vølund på Hamar, den siste anonym. De to første var beregna på komfyren med ringar. Nr. 1 og 3 er hamra og slaglodda, nr. 2 falset, en gammel teknikk som også var egna ved massefabrikasjon, når plater fikk rett form ved pressing eller trykking i dreibenk. Alle de tre kjelene er fortinna innvendig. Foto A. E.*

På kjeler som ble laga av kobberslagere skulle du helst ikke se de enkelte slagene. 3 av sønnene til Ole Evenstad og Gjertrud født Søstustai i Stor-Elvdal arbeidet som kobberslagere, og Ole beretter i sin bok "Om Brug av Myse" på en levende måte hvordan de tok for seg tykke plater av garkobber, som endte opp i form av ferdige bukjeler for ostekoking. (Evenstad 1805, Espe-lund 2000). Det ser ut til at miljøet i Singsås og mange andre steder i hovedsak brukte slagloddning, mens fabrikken Vølund på Hamar igjen tok i bruk falsing. Om du har en kaffekjel, vil du se slagloddning i form av en gullig loddrett stripe i sik-sak mens falsing opptrer som en skjøt, helst vannrett. Er du heldig, så har du fått med navnet til kobberslageren på handtaket.

Det andre kravet ved framstilling av kobber var utbytte. I gode tider leverte gruvene rundt Storvarts på Røros en smeltemalm med ca. 5% kobber, som svarer til ca. 15% kobberkis  $\text{CuFeS}_2$ . Ved standard smelting før 1888 så flyt-skjemaet slik ut som på fig. 2. For å få et godt utbytte er *skjærstein* – en lavts-meltende blanding av kobber, jern og svovel – et nødvendig mellomprodukt, dessuten må de kobberrike slaggene som oppsto i trinn 4 og 5 tilbake for omsmelting i skjærsteinsovn for å få tak i mest mulig av verdimetallet.

Legg merke til at det gikk med 100 kg smeltemalm for å produsere vel 4 kg kobber. Samtidig var mengden slagg som gikk til slagghaugen 65 kg.

Men hva skulle en gjøre med malm som bare holdt rundt 2% kobber, så-kalt *Tvivlsmalm*? Etter innføring av flotasjon på 1920-tallet fikk problemet sin løsning. Men de gode metallurger

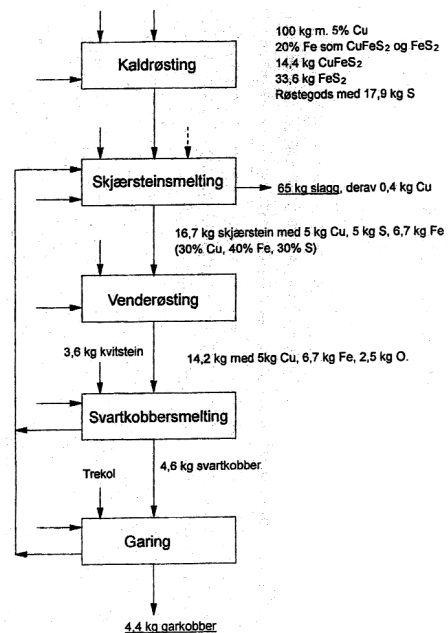


Fig. 2. Standard flyt-skjema ved alle kobber-verkene i tida fram til 1870-tallet. Ved brent i trinn 1 og 3 mens trekol og kvitstein eller sand med  $\text{SiO}_2$  gikk med i trinn 2, 4 og 5. Slagg som oppsto i trinn 4 og 5 ble omsmelta i skjærsteinsovn for å utvinne rester av kobber, før slaggen gikk til slagghaugen.

hadde også på 1700- og 1800-tallet en metode kalt *Kjernerøsting* for å utnytte slike fattige malmer. Kjernerøsting og etterbehandling av skrov, særlig knyttet til Bergmester Sindings arbeid fikk bred omtale for et par år sida (Espe-lund 2004). Noe bør allikevel bli gjen-tatt her, fordi mye stoff omkring kobbersmelting har fått ny aktualitet etter et besøk i Agordo i Nord-Italia i juni 2007.

En må regne med at noen som drev kaldrøsting hadde oppdaga at malm-stykker etter brenning i lang tid kunne få en kjerne av kobbersulfid mens skal-let ble rødfarga av jernoksid. Bergmes-

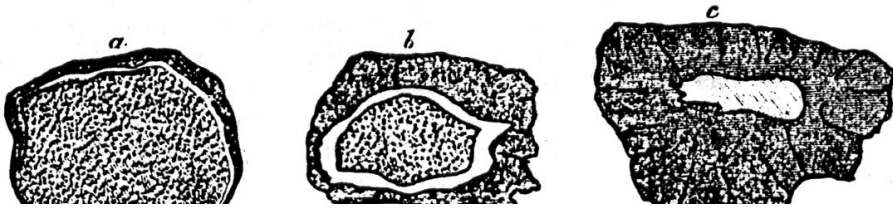


Fig. 3. Tre trinn ved kjernerøsting: a – malmstykket, b – halvt røsta, med malm i midten og c – med bare kjerne og skrov. Percy (1861).

ter Strøm som på 1820-tallet skrev om dette kalte fenomenet en "kjemisk Polarisering" (Strøm 1823). Skallet, som overtok dialektordet skrov kunne en fjerne med en liten hammer. Unggutter ble satt til slikt arbeid. I beste fall satt en tilbake med en kjerne med et kobberinnhold godt over 5% og som veide bare ¼ av det opprinnelige malmstykket.

I fig. 3 er vist prinsippet, slik det er presentert i Percy's Metallurgy.

I Norge oppsto kjernerøsting av god grunn i Folldalen. Det hevdtes at metoden ble innført av hyttemester Bredahl så tidlig som i 1760. Smelting foregikk jo først og fremst i Alvdal, og det var viktig å redusere vekta og øke kobberinnholdet i den malmen som skulle føres nær 30 km til Lovise hytte. Røstinga foregikk i store, langstrakte hauger og kunne vare så lenge som nesten et halvt år. Derfor var det viktig at malmen inneholdt nok brennstoff. Folldalsmalmen hadde en stor andel svovelkis  $\text{FeS}_2$ , som ved oksidasjon med luft ga den varmen som trengtes. Helland oppgir for Folldalsmalmen ca. 2,2% Cu og 50% S (Helland 1885). Ved nordgruvene Sextus, Arvedals og Kongens ved Røros hadde malmen nesten samme karakter. Der ble kjernerøsting innført i 1763.

Hos Olsen heter det i en inventarlis-

te ved Lovise hytte: "Kjerne skal være 369 ½ Tønne, Kiis 36 ¾ og Godthaabs Malm 128 5/8". (Olsen 1863).

I min artikkel fra 2004 fikk etterbehandling av skrovet bred omtale, spesielt bergmester Sindings prosess med felling av oppløst kobber i form av  $\text{CuS}$  ved hjelp av  $\text{H}_2\text{S}$ -gass. Metoden var utvikla i Folldalen og var i bruk ved Ormhaugen nær Orvos i tida ca. 1855-1869.

I direktør Jacob Pavels Friis' erindringer kan vi lese at kjernerøsting og etterbehandling av skrovet ikke lønnet seg etter 1867 (Friis 1944).

Under arbeidet med kjernerøsting kom jeg over flere artikler med henvisning til Agordo i Nord-Italia. I sammenheng med en konferanse i Aquileia lyktes det meg å legge veien om Agordo, en by med om lag 4000 innbyggere midt i de vakre og dramatiske Dolomittene. Jeg hadde med meg artikler om Agordo og om kjernerøsting på norsk (Møller 1828), tysk (von Lürzer 1851), fransk (Haton 1855), engelsk (Percy 1861) og latin (Swedenborg 1734). Det er åpenbart at kjernerøsting vakte stor interesse som fenomen hos fagfolk på 1800-tallet. Jeg ble tatt i mot som en god kollega. Vi gikk opp til ei av gruvene og drakk kaffe i ei av smeltehyttene, som var gjort om til ungdomsherberge.





*Fig. 4. Valle Imperina nær Agordo med gruveåpninger og smelteverk fotografert en gang rundt år 1900. Legg merke til avskogingen. I dag er det kraftig lauvskog i hele området, mens mange av bygningene er revet. Foto fra Dino Preloran, Agordo.*

Malmen i Agordo var nesten slik som i Folldalen og ved Nordgruvene. De utvante rester av kobber i skrovet ved felling som metall ved hjelp av skrapjern, slik vi også kjenner fra Kvikneverket (Espelund 2005:122).

I Agordo er det også en tradisjonsrik bergskole, som utdanner i geologi og kjemi, kanskje slik som på Kongsberg og Røros i gammel tid.

Jeg fikk med adskillig materiale, blant annet gamle bilder. Den delen der smelteverket lå kalles Valle Imperina. For kanskje 100 år siden så området ut som vist i *fig. 4*:

Det ser ut til at gruvedrift og smelting starta ganske tidlig i Agordo, taktet være innføring av teknologi fra tyskspråklig område lenger nord. Dette er et av mange trekk som gjør virksomheten i Valle Imperina til en meget tydelig parallell til kobberverkene i "det nordenfjeldske", mens byen Agordo er jamnstor med Røros. Det ser ut til at smelting opphørte før år 1900, mens gruvedrift fortsatte ennå i ca. 50 år.

Med så mange felles trekk vil begge byer ha stort utbytte av å opprette vennskapsby-kontakt. Et slikt forslag er

sendt til Røros kommune, Stiftelsen Folldal gruver, Rørosmuseet og Riksantikvaren. Det er ikke tvil om at Rørosmiljøet har mye å lære av Agordo. Jeg fikk med meg utmerket materiale om utviklinga helt fra 1400-tallet, som jeg etter planen skal vise på Røros nå i høst. Den første reaksjonen både i Røros kommune og blant mine kontakter i Agordo er meget positiv.

### Litteratur:

Espelund, A., 2004: *Bergmester Sinding og hans innsats, spesielt ved Folldals-verket*. Årbok for Nord-Østerdalen. Tynset id., 2005: *Fra berggrunn og jordsmonn i Rørostraktom – med tillegg fra Folldal-Ålvdal i sør til Tydal i nord*. Arketype forlag. Trondheim  
Id., 2006: *Ljåsmiing, ljåslått og bruk av slipestein/bryne i tid og rom*. I A.K. Børresen, B. Molander (red.): *Håndverk og kunnskap*. Forum for kunnskapshistorie. 5. Trondheim  
Evenstad, O., 1805: *Om Brug af Myse og dens Indkogning til Myssmør*. København (Se også Espelund, A., 1998/2000; *Brunosten. Historien til et godt næringsemne gjennom 300 år*. Trondheim)  
Friis, J., 1944: *Direktør Jacob Pavels Friis' erindringer*. Oslo  
Haton, N., 1855: *Mémoire sur les établissements d'Agordo (Haute Vénétie)* *Annales de Mines* pp. 407 – 493  
Helland, A., 1885: *The Foldal Mines*. Kristiania.  
Hermelin, S.G. 1771: *Berättelse om den vid Foldals Kopparverk i Norrige påfundne och nyttjade förändring uti Kopparsmältningen*. Kungl. Vetenskaps-Academiens Handlingar. pp. 255 – 260 Stockholm  
Lürzer, F. von, 1851: *Notizen über das*

*Kernrösten bei den Kiesen, und die Schwefelgewinnung bei dem Kiesrösten*. *Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch der Montanistischen Hochschule in Leoben*. Pp. 243 – 246  
Møller, N.B., 1828: *Om Kjernerøstningen ved Agordo*. *Magazin for Naturvidenskaperne*. Christiania  
Olsen, O., 1863: *Indberetning om Foldals Værks Drift*. Manuskript hos Bergmesteren i Trondheim  
Percy, J., 1861: *Metallurgy*. London. (Kernel – Roasting. S. 439 – 447).  
Strøm, H. C., 1823: *Om den ved kobberholdige Suovelkiese brugelige Kjærnerøstning og Skeidning*. *Budstikken* s. 19 – 32 + 37 – 42 Christiania  
Swedenborg, E., 1734: *Regnum subterraneum sive minerale de cupro et orichalco*. Dresden & Leipzig (Agort 66 ff.)

Arne Espelund,  
Sundlandsskrenten 50  
7032 Trondheim  
espelund@nt.ntnu.no