

## EVENSTAD-PROSESSEN I TID OG ROM MED EN METALLURGISK ANALYSE

*Arne Espelund*

### MANUSKRIFTET OG MILJØET

Ole Evenstads manuskript *Afhandling om jernmalmen som fins i myrene og Moradeser og Omgangsmåden med å foredle dem til Jern og Stål* om jernframstilling, som var på cirka 60 sider, ble sendt til Det Kongelige Danske Landhuusholdnings Selskab i 1782. Forfatteren, som levde fra 1739 til 1806, var bonde og lensmann i Aamodts prestegjeld, nå Stor-Elvdal kommune. Han fikk selskapets 2. gullmedalje som belønning for sin innsats. Evenstads manuskript forelå i trykt utgave i 1790 (Evenstad 1790/1960). Manuskriptet er translitterert og supplert med kommentarer av meg (Espelund 2008).

Evenstads manuskript er et enestående kilde-skrift fordi det beskriver praksisen ved den jernframstillinga som ennå ble drevet i Nord-Østerdalen. Evenstad hadde åpenbart lært av dem som ennå smelta i nabosognet, det vil si Sollia (Sollia er preget av tallrike funn og jernvinneanlegg fra alle tre perioder). I europeisk sammenheng er manuskriptet bare sammenlignbart med litteratur fra 1830-tallet om den halvindustrielle Catalan-prosessen i Pyreneene. Evenstad skriver til sambygdingene som en kyndig legmann, mens de franske bidragene ble skrevet av vitenskapsmenn for en akademisk leserkrets.

Evenstad var et aktivt medlem av Det Aamodtske patriotiske Selskab, som fikk i gang en skole med en liten fabrikk for moderne tekstilbehandling. Skolen ble kalt Enighed, og den lå ved bredden av Glåma. Alt vitner om opplysningstida på sitt beste og innspurten før 1814. Det samme gjelder Evenstads manuskript om bruk av myse og koking av brunost, et manuskript han fikk sølvmedalje for i 1805 (Espelund 2009). Der beskriver han også hvordan store bukjeler ble laget av garkobber.

I året 1782 fikk Sven Rinman også trykt sitt monumentale verk om jernets historie i Stockholm, noe som vitner om at Sverige på den tida hadde en akademisk elite knyttet til en stor jernindustri (Rinman 1782).

Tyskfødte Blumhof berømmer den faglige kvaliteten i skriftet etter at det ble utgitt på tysk i Göttingen i 1801:

Es ist immer die Mühe werth, die fast allerälteste Methode, das Eisen aus seinen Erzen zu schmelzen,

kennen zu lernen, besonders da noch jetzt jährlich viele 1000 Centner Eisen auf diese Art in Schweden und Norwegen producirt werden ... keiner von diesen Schriftstellern [Swedenborg, Rinman, Agander] hat, meines Erachtens, die Sache so deutlich gemacht.

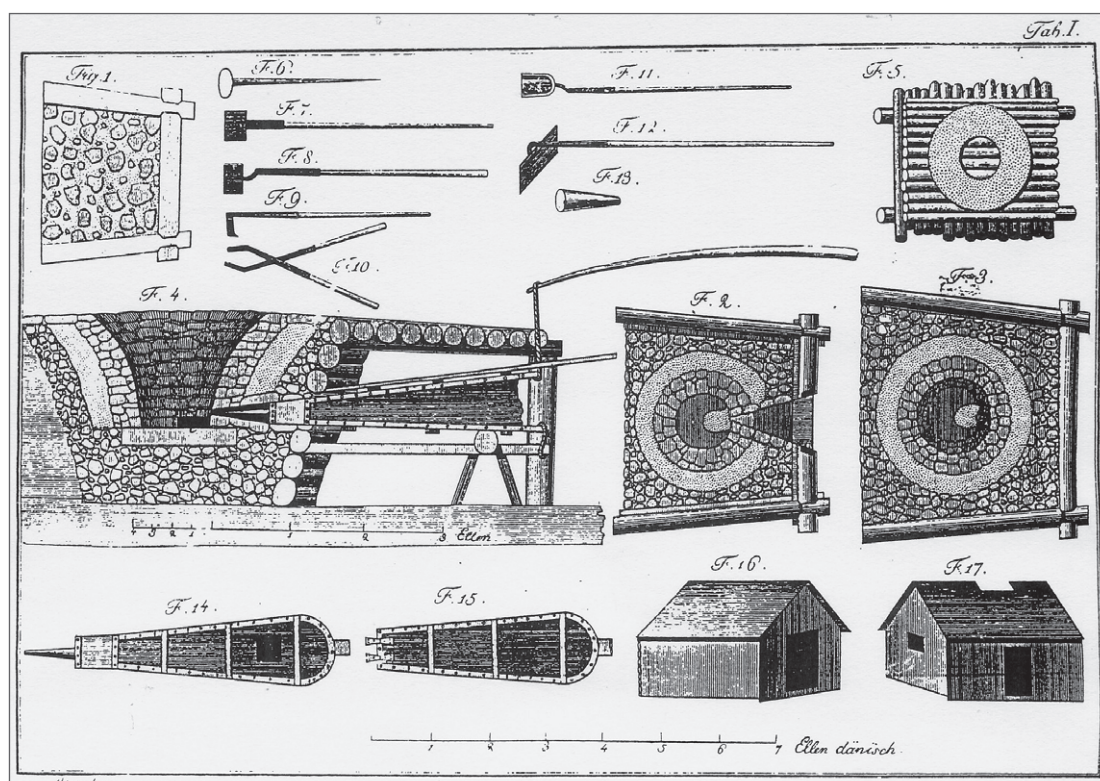
Daraus lernen können wir für unsern Deutschen Eisenhütten-Haushalt freylich nichts, allein man sieht doch das Verfahren, und die dadurch für jene Länder und gegenden erwachsenen ansehnlichen Vortheile, welches für die Geschichte des Eisenhüttenwesens in Europa nicht unwichtig ist.

Som vi ser, sier Blumhof at metoden neppe er aktuell i Tyskland. Manuskriptet, bortsett fra den siste delen om kostnader, ble også oversatt og utgitt på engelsk i 1968 (Evenstad/Jensen).

At skriftet om jernvinna er så nøyaktig, henger sammen med at Evenstad sammen med fetteren Ole Furusetth planla å bygge ei hammersmie ved fossen Kløvet i Neta, som er ei bielv til Glåma. Han ønsket å få sambygdingene til å lage blåsterjern for utsmiing. Med innføringen av oppgangssaga og overgangen til bruk av plank og reisverk ved husbygging økte behovet for blant annet spiker. Nagler og spiker i konstruksjoner hadde før så å si bare blitt brukt i båter, slik som i vikingskipene. Evenstad viser i siste del av boka at det kan lønne seg å lage slikt «blåsterjern» sjøl når man bare skal betale for arbeidshjelp og har egen tilgang på både myrmalm og ved. For kjøpejern fra jernverkene regner han med store transportomkostninger.

Det er ingen tegn som tyder på at noen fulgte rådet hans. Da boka ble utgitt, var jernverkene, slik som Eidsvoll, Odal, Næs og så videre, i full drift, og de leverte blant annet godt stangjern. Heller ikke østerdøler som flytta til Målselv og Bardu, begynte med slik smelting, trass i funn av lokal myrmalm. Hans beregninger er også veldig optimistiske. Blant annet er utbyttet av jern ved smeltinga satt altfor høyt, og han oppgir opptil fem smeltinger per dag, mens to er mer realistisk etter vår erfaring.

Men at kilde-skriftet er gyldig som dokumentasjon av smeltepraksis, er bevist ved noen hundre smeltforsøk, i først rekke ved Ivar Berre i Skogn og på Stiklestad, og ved Norsk Skogmuseum på Elverum.



**Figur 1:** Den første av tegningene i manuskriptet. Den viser ovnen med blåseutstyr i vertikalsnitt, to horisontalsnitt, blåsebelgene, handredskap og to små hus, alt med referanse til teksten. Også røsting er tatt med. Legg merke til at det er to stokker i nederste skift for å slippe til rikelig med luft. På mange tegninger ligger stokkene tett i botnen. Det stemmer ikke overens med virkeligheten.

**Figure 1:** The first drawing in the manuscript. The furnace with bellows is shown in section and also in two plane drawings, along with the bellows, utensils and two small huts, everything with reference to the text. Roasting is also included. Note that there are only two logs in the bottom. On some other drawings many logs are erroneously placed next to each other.

Jeg sitter med et inntrykk av at den seine jernvinna ble drevet som attåtånering i opptil et par uker rundt månedsskiftet oktober–november, og at jernet som ble framstilt, var til eget bruk. Bare fra Folldalen hører vi om utsmiing og salg av ljæer som var laget av blåsterjern. Det finnes nesten ikke rettsdokumenter om denne virksomheten, bortsett fra et brudd på helligdagsloven ved malmtransport fra fjellet og en strid om retten til malmtak (Espelund 2008).

#### HVA ER TYPISK FOR ET EVENSTADANLEGG?

I dette tilfellet kan vi med god grunn bygge på manuskriptet. Boka inneholder to svært gode tegninger som støtte for utførlig tekst (figur 1).

På Grindflek i Unset har det blitt funnet et malmspyd som er merket B(erger) G(jermundsen), etter en mann som levde fra 1702–1755. Et slikt malmspyd ser vi i figur 1, nr. F 6.

Det er slagghaugene som forteller oss at det har foregått smelting. Ovnene ble etter endt smelting

tømt ved bruk av spade. Bare jernet ble behandla på ambolt, mens resten, som var en blanding av slag, trekol og halvt redusert malm, havna i slagghaugen. I Sollia ligger det en ferdigbygd ovn som aldri har vært tatt i bruk. På vanlige funnsteder er treverket rundt ovnen råtna opp. Vanlig treverk holder i 20 år. Som vi kan vente, har forsida derfor ikke lenger støtte i forkant, slik at stein forskyver seg og ovnen blir oval. Rester av hus er ikke funnet ved noen av ovnene, bortsett fra ei kvilebu ved Sandnesbekken i Tolga (figur 2). I Norge er det bare tre kjente anlegg som vitner om vassdrift: Sandnesbekken i Tolga, Fjellbudalbekken i Alvdal og Vodablesteren ved Storsjøen i Rendalen. I Sverige er det flere, og mange av ovnene har navn etter eieren.

Ovnene ligger nesten alltid i tørt terreng som skråner cirka 1 : 10. På den måten var det bare nødvendig å lafte på tre sider, bakken dannet den fjerde vegg, som vist på figur 1. Det lettet adkomsten og gjorde det greit å ferdes rundt ovnskransen.

Slagghaugen er så å si alltid på høyre side, sett forfra. Det betyr at smelteren når han tømte ovnen, sto på oppsida, og det betyr også at han var høyrehendt, som de fleste. I noen få tilfelle er det slaggg på venstre side eller på begge sider. Slagghaug på venstre side forteller at det var en bestemt mann som drev smeltinga. Slagghaugene varierer i størrelse fra 0,5 kubikkmeter til 10 kubikkmeter.

I Sverige er det skrevet flere artikler som beskriver ovner på flat mark, lafta på alle fire sider og med stige som adkomst. Den eneste ovnen i nokså flatt lende hos oss er funnet på Eidsmoen i Tolga, men også den er svakt oval. Schultz' ovn fra 1734 blir av gode grunner ofte trukket fram:

1. Schultz' ovn er en ovn med et innvendig volum som er cirka tre ganger større enn Evenstadovnen. Samtidig skal driftstida ha vært på fire til fem timer, som for Evenstadovnen, noe som for øvrig er høyst usannsynlig at den var.
2. Ovnen har form som et åpent kremmerhus, og den må følgelig ha hatt så stort varmetap oppover at det er utenkelig at man klarte å oppnå flytende slaggg.
3. Ovnen er ikke vist med slagggavtapping. Slaggg kan ikke tappes gjennom en trevegg, så dette må være fri fantasi. Til og med Nils Björkenstam, tidligere leder av Bergshistoriska utskottet ved Jernkontoret – en mann som er meget opptatt av svensk autonomi – sier at noen slik ovn som Schultz' ikke er påtruffet.

Ovnene er «gardsnære», oftest ikke over et par kilometer unna. Evenstad trekker fram at man i forbindelse med smelting ikke skulle bruke opp vinterved i nærheten av garden, samtidig var det naturlig å gå heim til garden etter endt arbeidsdag. Vi må forestille oss at kanskje tre personer dro sammen til anlegget tidlig om morgenen. De hadde med seg hest, som bar de to blåsebelgene sammen med røsta malm i sekker. Ved var stablet opp ved anlegget. Smeltinga tok gjerne fem timer. Det ville svare seg å smelte to ganger i løpet av en lang dag og deretter dra tilbake til garden med ferdig jern, kanskje også med de kostbare belgene.

På figur 3 og 4 ser vi rester av to anlegg: ovnen i Stalltomtdalen i Kåsa, som er usedvanlig godt bevart, og ovnen på Eidsmoen, begge i Tolga kommune. Den siste ligger i nesten flatt terreng, og slagghaugen ved ovnen er enorm, den er på minst 10 kubikkmeter.



**Figur 2 og 3:** Ovnen i Stalltomtdalen og anlegget på Eidsmoen. Den øverste er uvanlig fint murt med heller, og den nederste er murt med rund stein. Begge ovenene er murt uten bruk av leire i fugene. Slagghaugen på Eidsmoen er av de største som er kjent, og den ligger på grunn som tilhører Vingelen. Foto: figur 2 S. Nygaard og figur 3 A. Espelund.

**Figure 2 and 3:** The furnaces in Stalltomtdalen, Kåsa and at Eidsmoen, near the center of the municipality of Tolga. The first is exceptionally well built using flag stones, while in the second rounded stones have been used. The slag heap at Eidsmoen is very large. It lies on land belonging to the community of Vingelen. Photo: figure 2. S. Nygaard/figure 3. A. Espelund.



**Figur 4:** Anlegget ved Sandnesbekken. Det som ble funnet, er bekken med damsted, ovnen med slagghaug og hustufta, mens vassrenna og overfallshjulet med blåsebelger er tilføyd og står for egen tolkning. Illustrasjon: H. Ness.

**Figure 4:** The work site at Sandnesbekken. It comprises the small river, the furnace with its slag heap and the house area. The duct for water and the overshot water wheel have been added by the present author. Drawing: H. Ness.

#### EVENSTADOVNENS UTBREDELSE

De øvrige ovnene finner vi bare spredte tilfeller av, så de må være knyttet til omreisende «mestere» (figur 5). Både på Voss og i Oppdal henger funnene sammen med navngitte innvandrede svensker fra Jämtland, som kjente teknikken og åpenbart ønsket å bli i Danmark-Norge etter at Jämtland ble svensk i 1645 (Espelund 2008). Det største mysteriet er ovnen som ble funnet i Holmevika ved strandkanten av Sunndalsfjorden i Hol kommune. Der er det blokkmark, slik at malmen må ha blitt frakta med båt eller på isen. Ovnen har en svært tidlig datering (1310–1430), noe som kan komme av at det daterte materialet var av gammel furu. Det finnes ingen tradisjon for slik smelting i området, mens smelting på Voss ble omtalt i Bergen av presten Meldal (1768).

Jeg har sjøl vært på Voss og prøvd å finne rester etter den smeltinga som Meldal fortalte om i 1768, uten å finne noe. Vi må stole på Meldal. Jeg synes det virker sannsynlig at blestersmeder innvan-

dret til Norge da Jämtland ble svensk ved freden i Brømsebro (var det i 1645). Det kom også en blestersmed til Oppdal i Trøndelag. Slike enkeltpersoner som har hatt med seg teknikken, uten at det har blitt noen tradisjon, preger også Nord-Norge, riktignok for de to eldre periodene (Jørgensen 2011).

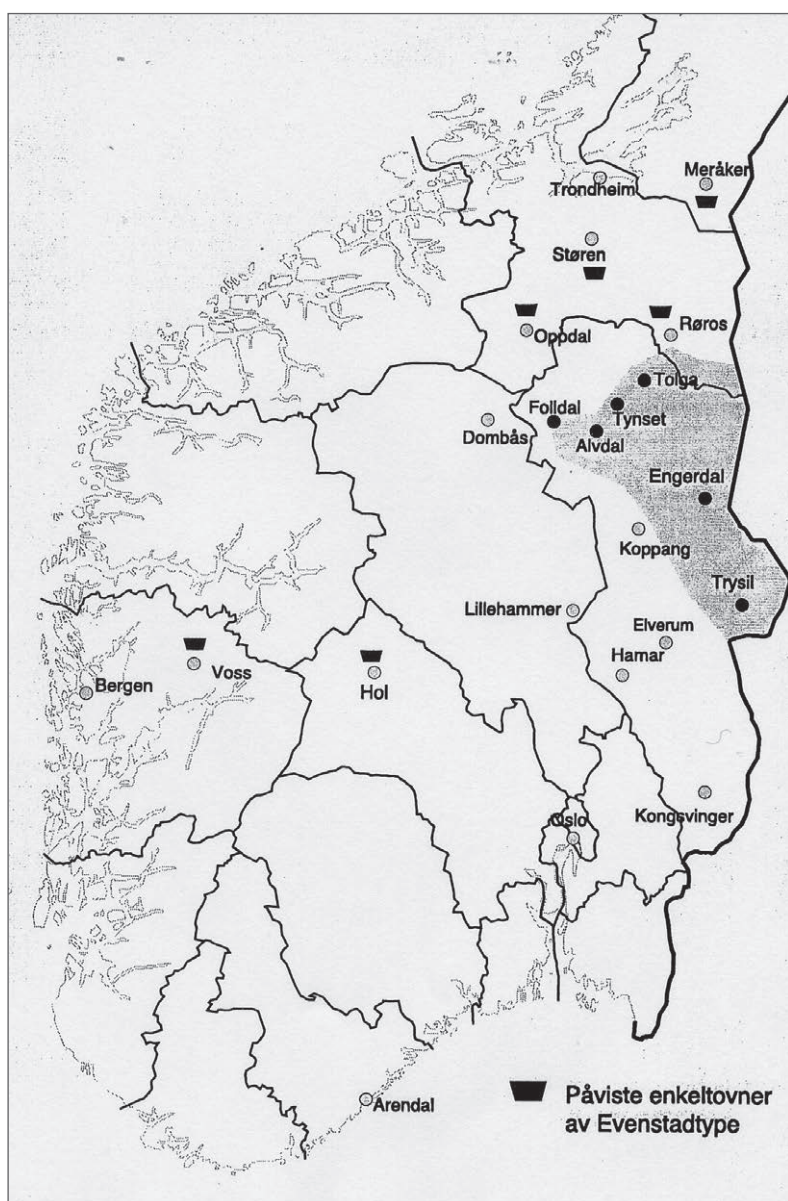
#### DATERING

Det var forventet et flertall av dateringer på 1600–1700-tallet, men snart kom dateringer helt tilbake til år 1400. Nesten alle dateringene – i alt rundt 30 stykker – er basert på trekol av furu og har et tyngdepunkt på 1500–1600-tallet (Espelund 1997). Men for et anlegg i Mølmannsdalen på Røros lyktes det å datere trekolbiter av bjørk – disse ble datert til AD 1415–1445. I den siste boka mi, *Jernvinna i Tolga og Os*, har jeg mange dateringer som peker mot 1400-tallet. Mest betegnende er to dateringer fra anlegget Sandnesbekken, den ene fra slagghaug, den andre fra hustuft, med bare 10 års forskjell i verdiene for begynnelse og slutt. Det gir et

Lab. referanse	Kontekst	Prøvetidspunkt	Journalnr.	Datering kalibrert
T-6246	Sandnesbekken, slagghaug	14.02.1986	DF 1433	AD 1170±80
T-9729	» Trekol furu, slagghaug	21.03.1990	DF 1433	AD 1320-1445
T-9269	» Trekol furu, ildsted i hustuft	05.03.1991	DF 1433	AD 1310-1435

**Tabell 1:** <sup>14</sup>C dateringer fra Evenstadanlegget ved Sandnesbekken.

**Table 1:** <sup>14</sup>C dates from the Evenstadsite at Sandnesbekken.



*Figur 5: Fordeling av ovner i Norge. Det er et solid tradisjonsområde fra Trysil i sør over til Folldalen i vest og opp mot Røros i nord. Området henger sammen med et tilsvarende område i Härjedalen, på svensk side av grensen. Alvdal, med funn av cirka 140 ovner, ser ut til å være et tyngdepunkt.*

*Figure 5: The distribution of this type of technology in Norway. It was a part of normal seasonal activities from Trysil in the south, Folldal in the west and to Røros in the north, as well as in the adjoining part of Härjedalen in Sweden. In Norway some 140 slag heaps have been recorded in the municipality of Alvdal.*

ganske sikkert resultat innenfor et tidsrom på 30 år.

Dateringene ved Sandnesbekken i Tolga 11°34' 62°11' var meget illustrerende for <sup>14</sup>C-teknikken og dens begrensninger (tabell 1).

Av tre dateringer er de to siste sikkert basert på trekol fra fersk furu, mens den første, fra cirka år 1200, må være basert på trekol fra tørrfuru, som har en høy egenalder. På 1200-tallet var teknikken helt annerledes, med småsjaktovner og slaggtapping. Disse dateringene er dermed de første som påviser at Evenstad-teknikken ble tatt i bruk rundt år 1400. Det gode samsvaret mellom datering av trekol fra slagghaugen og fra kvilebua er ganske overbevisende.

Det er dermed klart at metoden ble tatt i bruk rundt år 1400, bare 50 år etter svartedauden. Det betyr at mange anlegg er fra før reformasjonen i 1537, og de forvaltes som fornminner etter kultur-

minnelovens bestemmelser, uten at det røpes ved ytre trekk.

#### OPPHAV

Retterboten til Håkon VI Magnusson, skrevet 22. februar 1358 da han var i Nes på Romerike, indikerer at det var en ny situasjon etter svartedauden. Bøndene i Østerdalen fikk rett til å ta malm og skog til jernbrenning i kongens allmenning og smelte, slik det hadde vært gjort tidligere. Det er som om han hilser den nye metoden velkommen:

Fyrst at þer skulur engha skatta ne tolla gera. meiri en þer eighur at forno oss at gera. ok ydrir forældrar hafua vaarom forældrum ok oss gort her till, skulu þer ok heðan af ok allir adrir þeir sem jarnwinnu vilja plæggha j almæningom vaarom her frealsleggha



**Figur 6:** Raudvella ved Namlåmyra i Singsås. Her er det mulig å hente myrmalm med gravemaskin. Foto: A. Espelund.

**Figure 6:** The ore well at Namlåmyra in the community of Singsås. Here large amounts of pigment-like ore can be picked up. Photo: A. Espelund.

niotande verða sinnar orko ok malmss eftir þeim siðuana sem aat forno hefuir veret her j dalenum, swa skulut þer ok frealslaga fæyra ydarn varnengh a Heidmork ok j aðra staðe fæyra ok skipta j þan varnengh sem þeim likar, vten hindran ok talman vaarra vmboðs manna (DN VI: 238).

I retterboten kommer ordet *jernvinna* på «trykk» for første gang. Mens vinne opprinnelig sto for arbeid generelt, har det gått over til å stå for *onnearbeid*. Den andre vinna i Østerdalen er slåttonna.

Det er grunn til å tro at den nyinnsatte kongen ved å gi rettigheter ville sikre seg lojalitet.

Det er ingen kjente paralleller til Evenstadovnen og dens kremmerhusform. Riktignok har Ivar Berre, Skogn, hevdet at også romertidsovnen i Trøndelag hadde en slik form, og han har utført eksperimenter med direkte tilsats av ved. Men det er ikke allment godtatt at dette stemmer. I hvert fall er det stor avstand i tid mellom ovnstypen fra romertida og Evenstadovnen. Bortsett fra materialstrømmen er det ingen tegn til at det er noen overføring fra middelalderens ovnstype til Evenstadovnen, heller

ikke er det gjort funn som vitner om eksperimenterer som kunne lede fram til en vellykket løsning.

Men kanskje dekket den nye ovnen et behov: Etter hvert hadde det i Øst-Norge og i Sverige blitt stor mangel på klump- eller grusformet myrmalm, som hadde vært råstoff i eldre og yngre jernalder. På en del steder i Norge – sjøl kjenner jeg til et tjuetalls steder – finnes det raudveller, som er store oppkommer der jernholdig grunnvatn møter luft. Ved oksidasjon felles oker med sammensetningen FeOOH ut. Etter tørking og en eventuell røsting er den som pigment. I en trang ovn vil slikt «støv» bli blåst ut, mens i en kremmerhusformet ovn vil gassen strømme langsommere. Det finnes beretninger i Sverige om bruk av «gyttja», altså nærmest «søle», men Ole Evenstad omtaler bare den andre, klumpformede malmtypen, som trolig ble dannet i høyvarmetida for cirka 5000 år siden. En ganske kjent raudvella ved Namlåmyra i Singsås er vist på figur 6. Malm fra en annen raudvella, som den ved Ingstadnes i Hegra, inneholder derimot mye fosfor.

Kjemisk analyse av malmen etter tørking og røsting ved 600°C vises i tabell 2.

FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	MgO	BaO	TiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	Sum	R
	76.86	3.36	15.9	0.01	0.055	3.1	0.01	0.2	0.01	0.01	99.5	3.8

**Tabell 2:** Kjemisk analyse fra Raudvella ved Namlåmyra i Singsås.

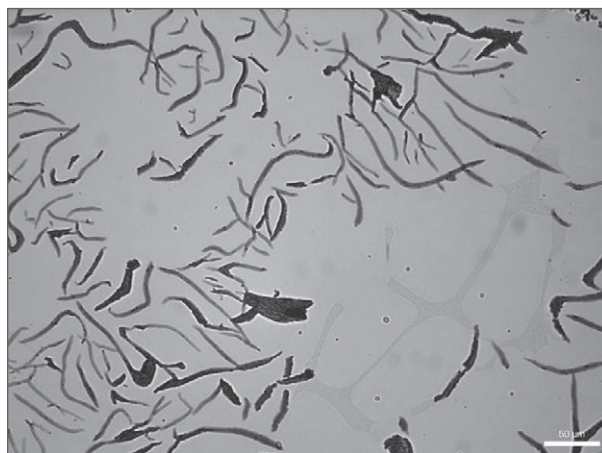
**Table 2:** Chemical analysis of the ore well at Namlåmyra in Singsås.



**Figur 7:** Slagg fra Evenstad-anlegget ved Kjerklehaugen i Hodalen, Tolga. Foto: G. Jortveit.  
**Figure 7:** Slag from the slag heap at Kjerklehaugen in Hodalen. Notice the porosity. Photo: G. Jortveit.

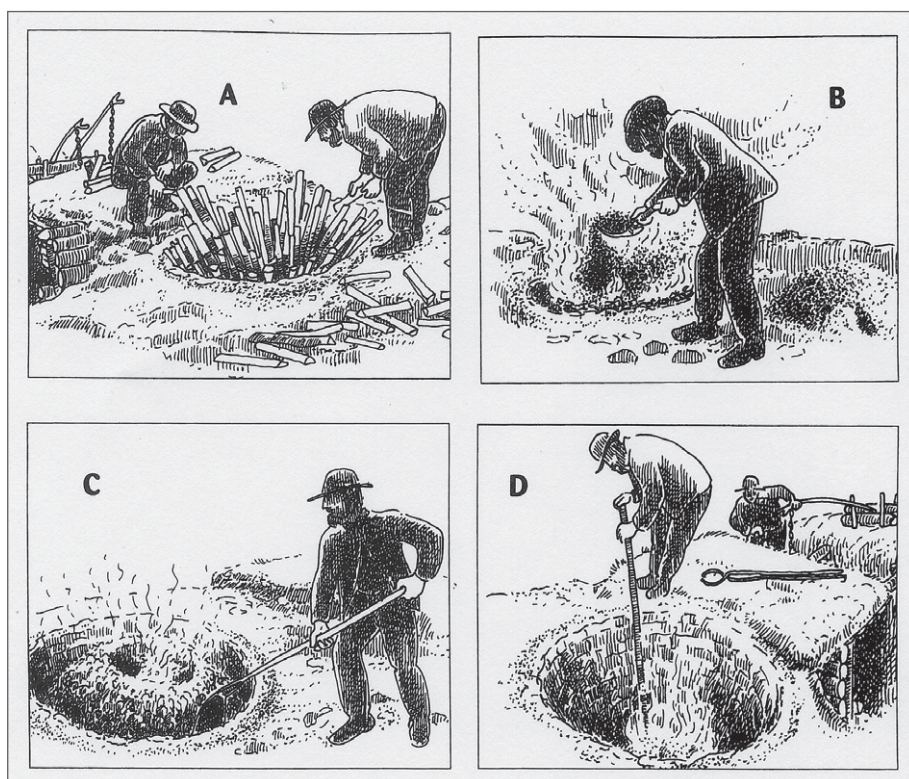
«Fayalittbrøken» R står for  $(\%FeO + \%MnO) / \%SiO_2$  (med molverdier). Verdien 2.0 svarer til fayalitt  $(Fe,Mn)_2SiO_4$ , som er hovedandelen i avfallet – slagg fra vellykket smelting. Det er derfor verdier av R vesentlig høyere enn 2 som kan gi et godt jernutbytte. 3.8 er lavt, og vi kan spørre oss om smelting ville lønne seg. Men innholdet av skadelig fosfor er lavt.

I Norge er det en stor, kjent forekomst av myr-malm i lia mot øst ved Dokkfløyvatn, der det er store grasmyrer. Malmen er som kaffegrut, og den ble brukt til smelting i eldre og yngre jernalder, slik



**Figur 8 og 9:** Jernbit funnet i slagghaugen i Stalltomtdalen. Det øvre bildet er uetsset, med tydelige grafittlameller, og det nedre bildet viser de samme lamellene i en masse av perlitt og ferritt etter etsing med nital 2 %. Metallografi: P. Ulseth.  
**Figure 8 and 9:** Micrographs of a piece of iron from the slag heap in Stalltomtdalen. Upper picture unetched, lower picture etched. Notice worms of graphite and pearlite. Metallography: P. Ulseth.

det er dokumentert etter de store utgravingene ved Dokkfløy (og dessuten i forbindelse med gassrensing i Christiania rundt år 1900). Smelting av malm etter svartedauden er ikke påvist ved Dokkfløy. I det hele tatt er ingen ovner av Evenstad-typen funnet i Gudbrandsdalen, Valdres, Numedal eller Telemark. I Hallingdal er bare den ene ovnen påvist i Hol kommune. Vi kan lure på hvordan bønder på storparten av Østlandet fikk dekket sitt jernbehov etter middelalderen. Våre eldste jernverk kom i drift på 1500-tallet, men masovnen ble tatt i bruk på 1600-tallet. Fikk vi dekket jernbehovet



**Figur 10:** Smelting rundt 1990 på Dølmotunet i Tolga. Illustrasjon: H. Ness (etter lysbilder).

**Figure 10:** Smelting circa 1990 at Dølmotunet in Tolga. Drawing: H. Ness (based upon slides).

fra Sverige, der industriell framstilling begynte på 1300-tallet?

### PRODUKTER

Slagget fra Evenstadtradisjonen har ikke noen orientering, i motsetning til slagget fra middelalderen, som hadde en oppside og en nedside. En stor del av slagget er porøst, slik som vist i figur 7, men det finnes også nokså faste slagglumper. Porene henger sammen med gassutvikling i siste fase av smeltinga, noe som blir tatt opp i en diskusjon om smelteteknikken.

Noe blåsterjern fra denne tida er ikke kjent. For å avgjøre kvaliteten på jernet burde vi undersøke utsmidd jern fra denne perioden. En stor del av de små jernbitene vi finner i slagghaugene, er karbonrikt jern, og er derfor knapt smibart metall. Figur 8 og 9 viser funn av jern ved Stalltomtdalen i Tolga – den ene viser slipt og polert jern uten etsing, og den andre viser samme bit etter etsing. Vi ser primær utskilling av grafitt, i en særdeles heterogen masse av perlitt og ferritt. Bildet forteller at temperaturen har vært over 1145 °C, og at den ønskede ferskinga ikke har blitt fullført.

### DRIFT

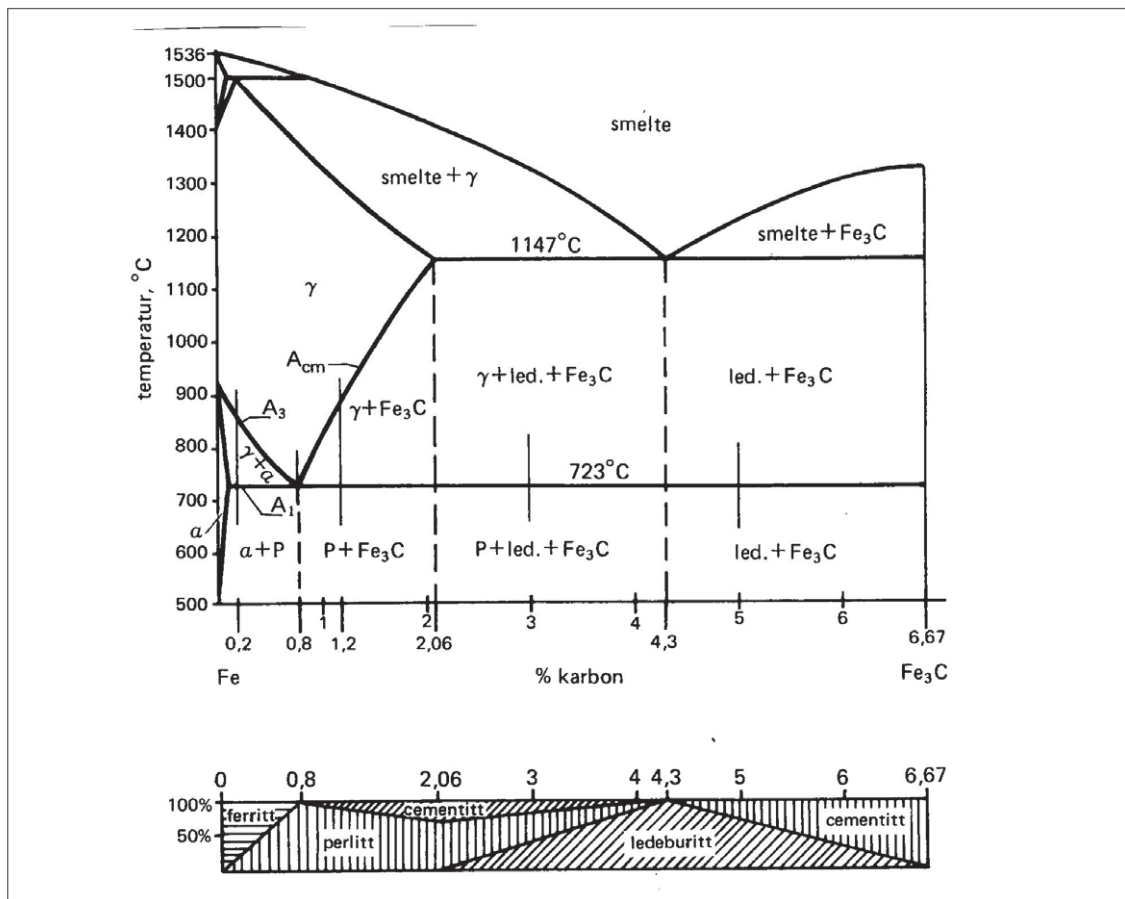
Uten Evenstads manuskript hadde vi stått hjelpeløse foran ovnen når det gjelder tolking av drifta. Hans

store manuskript inneholder følgende kapitler:

#### Forerindring.

1. Om nogle Kiendemærker, der alminnelig vise de Myrer, som hæve Jern-Malm i sig.
2. Om Maaden at eftersøge Malmen, samt om de dertil behøvende Redskaber.
3. Om Myr-Malmarternes forskellige Egenskaber og Kiendemærker, som hæves deals af. Farven, deals af Skikkelsen, og ellers af andre Omstændigheder.
4. Om Myr-Malmens Opgravning. Røstning, Bevaring og hvad som hører dertil af Redskaber og andet.
5. Om Blæsterens (Smelte-Ovnens) Bygning, samt de Redskaber og den Veed, som behøves til Malmens Smeltning i Blæsteren.
6. Om Maaden at blande de forskellige Myr-Malm-Arter, som ikke særskilt samlede give got Jern, item om den røstede Malms Smeltning i Blæsteren til Rue-Jern.
7. Om Maaden at smelte den røstede Malm til Staal i Blæsteren.
8. Om Blæster- eller Rue-Jerns Omsmeltning i Smidden til finere Jern.
9. Om fint Jerns Omsmeltning til Staal.
10. Om Blæster-Bygningen og dertil hørende andre Bygningers, samt Redskabers Bekostning.
11. Beregninger over de Omkostninger, som udfordres





**Figur 11:** Jern-karbon-diagrammet. Linja  $A_{cm}$  viser at metall som dannes ved 1100°C i kontakt med karbon (tre-kol) eller en tilsvarende CO-rik gass, vil ta inntil 2 % C i fast løsning.

**Figure 11:** The iron-carbon diagram. The line marked  $A_{cm}$  shows that metal created at 1100°C in the presence of carbon (charcoal) or the corresponding CO-rich gas will take up to 4% C in solid solution.

paa Malmen, indtil den er smeltet til Blæster-Jern, og hvad Blæster-Brug derimod kaster af sig.

12. Beregning over Omkostninger paa et Skippund Blæster-Jerns Omsmelting til finere Jern, og hva deraf udkommer til Fordeel.

Ved smelting i ovnen på Dølmotunet i Tolga rundt 1990 ble det tatt bilder som er brukt som grunnlag for tegninger Helge Ness har laget. Vi ser først hvordan ovnen blir fylt med ved, deretter hvordan malmtilsatsen skjer, så hvordan massen blir omfordelt på toppen, og til slutt hvordan luppen av jern blir forsøkt skilt fra slagg og trekol (figur 10).

For sjølve smeltinga er en del av kapittel 6 av særlig interesse:

Naar Veeden er forbrændt saa nær til Kul, at der ikkun findes endeel Brande til overs, da trykker man Kullene tilsammen med Bagen af Blæster-Spaden, først i Midten og siden uden omkring, dog ikke gandske

ud til Blæster-Muuren, men saa mange af Brandene, som kan faaes fat paa, lægges rundt omkring oven paa Kullene. Derpaa drysses 12 Potter smaa banket Malm gandske sagte af en Træ Skuffe op i Blæsteren rundt omkring oven paa Kul-Ilden, dog lader man i Midten en Aabning frie for Malm...

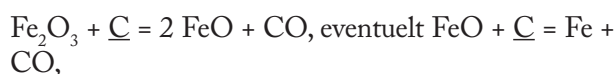
Naar nu Malmen er bleven rød, maae man med Røgespaden føre Kullene og Malmen fra alle Sider af Blæsteren henimod Midten, saa at der bliver en Forhøining, som helder udover til alle Kanter, derpaa drysses igjen 8 Potter Malm paa lige Maade, som forhen, rundt omkring, men ei midt paa. Efterat denne Malm ligesom den forrige, er bleven rød, begynder en Karl at træde Bælgene langsam ..., Da Kullene nu ere omtrent halv opbrændte, saa drysser man tredie og sidste Gang Malm paa ligesom forhen, men ikkun ungefær 4 Potter. Man blæser nu sagte igjen indtil Malmen bliver rød.... Saa hastig det derefter begynder at skiære sig, blæser man sagte, optager Kullene fra Formen, støder den Malm-Krave, som sætter sig omkring Formen

løs, og fører det alt op paa Malm-Fælden (den smeltede Jern-Klump)... I al den Tid, indtil Kullene ere gandske opbrændte, og Jern-Fælden ligger blot, blæses sagte med Bælgerne, og derefter vender man Jern-Klumpen op med Blæster-Krogen, saa at den kan faaes fat, og optages med Tangen af Blæsteren. Man har da en stor Steen ved Haanden, hvorpaa en Karl lægger eller holder Jern-Klumpen paa Kanten imedens en anden Karl med en Øxe kløver den næsten i 2 Deele...

Naar Jernet er smidigt og got, da falder Klumpen tynd og fladagtig, men er det haardt, da falder den høi og tyk, eller utæt og fuld af Huller. Haardheden er en Mangel i Blandingen, men Hullerne ere Følger af Mangel i Smeltningen. Man kan og prøve Jernet saavel varmt, som koldt, ved det at man paa de kløvede Sider af Jern-Klumpen afhugger nogle smaa Splindre. Ellers falder det af sig selv, at Jernet ved Omsmelting bliver mere smidigt.

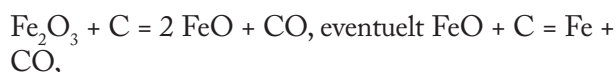
Midt i en løpende tekst kan vi lese om tilsats av 12, 8 og 4 pottar røsta malm (uthevet her). 1 pott svarer til 1 liter (i 1683 lik 0,986 liter)!. Siste tilsats skjer «naar kullene er halvt opbrændte». Det er dette trekket som møter de metallurgiske kravene til vellykket jernframstilling, nemlig mot slutten en nødvendig fersking av det karbonrike jernet som har oppstått inne i ovnen.

I samsvar med jern-karbon-diagrammet, som er vist i figur 11, må vi forvente at jernet som dannes i blesteroovnen, vil inneholde inntil 2 prosent karbon. Slikt jern er sprødt som støpejern, og det blir vraket av smeden. Tilsatsen av røsta malm med mye Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> skal tvinge karboninnholdet ned, helst til cirka 0,2 prosent C gjennom reaksjonen



der  $\underline{\text{C}}$  står for karbon oppløst i jernet. CO er som kjent en gass, og den kommer til uttrykk som porer i slagget, slik som vist i figur 7. I beste fall vil dannet FeO reagere videre med SiO<sub>2</sub> til fayalitt i flytende slag.

Men vi risikerer at tilsatt malm i stedet reagerer med trekol, etter ligninga



der C står for trekol. Dette sier oss at forholdene mot slutten av smeltninga er ganske komplekse, og utbyttet av eller kvaliteten på det ferdige jernet vil som ventet variere mye. Dette blir tydelig dokumentert i slag- og metallanalyser ved anleggene.

Denne store spredningen står i kontrast til smel-

tinga i middelalderovn nummer II, der slagget er kompakt og har en ganske enhetlig analyse, og der metallet har veldig gode egenskaper.

### UTPRØVNING

Den best dokumenterte smeltninga i Evenstadoovnen ble utført under Budalseminaret i 1991 (Espelund 1993). Materialet var ikke lett smibart, men det ble smidd ut en liten barre av godt jern ved tilsats av boraks.

### OPPSUMMERING

Evenstad-prosessen, som var i bruk fra cirka år 1400–1800, var en utmarksnæring i kombinasjon med fjelljordbruket i Nord-Østerdalen, og var tilpasset garder med husdyrhold og utnytting av utmark. Om høsten hadde folk ledig tid som kunne brukes til å lage jern til eget bruk.

For denne prosessen befinner vi oss i en enestående situasjon, fordi vi har et detaljert kildeskrift fra 1790, som dekker bøndenes jernproduksjon i Øst-Norge tilbake til cirka år 1400, tallrike funn, som svarer til kildeskriftet, og en vellykket etterprøving ved praktisk smelting, på en skala som er overkommelig.

Kildeskriftet forteller om en satsvis prosess som tilfredsstillende metallurgens krav om smibarhet. Om vi bare hadde hatt ovnsrester å gå ut fra, eventuelt tegninga i Evenstads bok, ville vi aldri ha kommet på at prosessen hadde to perioder, nemlig først reduksjon og deretter fersking ved tilsats av ekstra malm. Dette sier oss noe om at *morfologi ikke alltid forteller alt*. Reduksjon fulgt av fersking er også mønsteret i dagens industrielle framstilling. Men i dag foregår periodene i to ulike reaktorer, mens de hos Evenstad foregikk i én ovn.

Mange forsøk med de eldre ovnstypene bygger ensidig på morfologien. Morfologi kan bare avdekke helheten for en kontinuerlig prosess. Evenstads manuskript forteller om en *kompleks*, men ikke *komplisert*, prosess. En som har deltatt i slik smelting et par ganger, vil ha lært seg kunsten. De strenge kravene som smeden setter til det jernet han skal smi, kan neppe møtes ved enkleste form for framstilling fra myrmalm og trekol, som mange forsøker seg på.

Vi kan også tenke kontrafaktisk: Ville Evenstad-prosessen ha oppstått dersom slik smelting hadde vært enkel? Hvorfor er skiftet i teknologi så totalt ved overgangen fra første til andre periode, og fra andre til tredje periode? Hvorfor tok det 1000 år fra starten i Lilleasia til kunsten ble tatt i bruk i Norge?

### SUMMARY

Bloomery iron smelting in Norway during the period AD 1400-1800 took place in dug-in shaft furnaces without slag tapping. There are some 500 slag heaps and remains of such furnaces in the northern part of Østerdalen and in nearby Härjedalen in Sweden. The process is very specific, described by many authors. However, the sheriff and farmer Ole Evenstad made a very detailed account of the construction and the operation of the furnace in the year 1782, so that in the literature the process is named after him. He received a price for the manuscript in Copenhagen. It was translated to German and printed in Göttingen in the year 1805.

The furnace was a truncated cone, placed on sloping terrain and put into a frame of logs.

Smelting, which lasted some four or five hours, was initiated by filling the furnace with split wood, which was allowed to burn to charcoal. Roasted ore was added in amounts 12 l, 8 l and 4 l, the last addition being made when everything had burnt down to a mixture of charcoal, slag, half reduced ore and metallic iron, clearly in order to refine the primary, carbon-rich iron and also to consolidate it. Such smelting has been re-enacted in recent years. Normal output is a bloom weighing some 5 to 8 kg.

Iron making by this process was a seasonal activity in a barter economy. There are no known parallels to this process. How it came into being is a mystery.

### LITTERATUR

- Espelund, A. 1993. «The value of a tradition». A. Espelund (red). *Bloomery ironmaking during 2000 years* III. Trondheim.
- Espelund, A. 1997. «Ole Evenstad og den yngre jernvinna i Norge». *Viking*: 109–132.

- Espelund, A. 2008. *Bondejern i Norge*. Trondheim: Arketype.
- Espelund, A. 2009. *Brunosten. Historien om et godt næringsemne gjennom 300 år*. Trondheim: Arketype.
- Espelund, A. 2011. *Jernvinna i Tolga og Os. Smiarbeid*. Trondheim: Arketype.
- Evenstad, O. 1790. *Afhandling om Jern-Malm, som findes i Myrer og Moradser i Norge, og Omgangsmåden med at forvandle den til Jern og Staal*. København.
- Evenstad, O. *Praktische Abhandlung von den Sumpf- und Morast-Eisensteinen in Norwegen und von der Methode solche in so genannten Bauer-oder Blaseöfen in Eisen und Stahl zu verwandeln*. Aus dem Dänischen übersetzt und mit Anmerkungen begleitet von Joh. Georg Lud. Blumhof. Göttingen.
- Evenstad, O. 1968. «A treatise on iron ore, as found in the bogs and swamps in Norway and the process of turning it into iron and steel». Translation from Danish of chapters 1–9 by Niels L. Jensen. *Bulletin of the Historical Metallurgy Society. Hist. Met.* 2. London.
- François, J. 1843. *Recherches sur le gisement et le traitement direct des minerais de fer dans les Pyrénées, particulièrement dans l'Ariège*. Paris.
- Meldal, E. 1768. «Underretning om den Jern-Jord eller Malm, som udi forige Aargang af de bergenske Adresse-Efterretninger No. 35 til No. 37 er anmelded, at Bønderne paa Vaas opgrave og smelte Jern af, samt deres Berednings og Smeltnings Maade, indhented deels af Bøndernes Forklaring, deels af egen Tilskuelse». *Efterretninger fra Adresse-Contoirtet i Bergen i No 1768 No. 28–30, 32, 34–36*. Bergen.
- Richard, T. 1838. *Études sur l'art d'extraire immédiatement le fer de ses minerais*. Paris.
- Rinman, S. 1782. *Försök till Järnets Historia, med Tillämpning för Slögder och Handtwerk*. Stockholm.