



FORN VÄNNEN

JOURNAL OF
SWEDISH ANTIQUARIAN
RESEARCH

Kritiske kommentarer til Arne Espelunds bok The evidence
and the secrets of ancient bloomery ironmaking in Norway

Haraldsen, Tom H. Borse

http://kulturarvsdata.se/raa/fornvannen/html/2015_280

Fornvännen 2015(110):4 s. 280-285

Ingår i samla.raa.se

Debatt

Kritiske kommentarer til Arne Espelunds bok *The evidence and the secrets of ancient bloomery ironmaking in Norway*

Den norske jernvinneforskningen fikk et stort oppsving på 1980-tallet som følge av omfattende arkeologiske undersøkelser på Dokka i Oppland. Arne Espelund, professor emeritus i prosessmetallurgi ved NTNU, bidro den gangen med metallurgiske analyser i utgravningsprosjektets tverrfaglige miljø (Larsen 1991; Jacobsen & Larsen 1992; Narmo 1996). Espelund har i ettertid bistått universitetsmuseer, jernvinneentusiaster og den øvrige kulturminneforvaltningen i Norge med analyser av jernmalm, slagg og metall. Han har på sin egen plattform søkt å formidle førindustriell jernproduksjon og har i denne sammenheng publisert artikler på flere europeiske språk samt skrevet flere monografier om jern og jernutvinning.

The evidence and the secrets of ancient bloomery ironmaking in Norway fra 2013 bygger på det samme konseptet som Espelunds tidligere bøker, men er tematisk mer faglig bredspektret. Den er slik ikke rettet mot kun én målgruppe, men er tenkt å skulle være av allmenn interesse både for metallurger og arkeologer så vel som for smeder og medlemmer av Norges mange historielag. I følge forordet (s. 5) er boken

»... not aimed at developing a competition with the archaeologists' thorough treatment of excavations. Instead I want to go beyond the context and the morphology of the finds by a supplement, with emphasis on materials, in order to understand the bloomery practice, the output of smelting».

Espelund hevder at arkeologene ikke har drøftet spørsmålet »how can we control the carbon content, so that we meet the request of the blacksmith» i deres behandling av jernvinna. Han fastslår at boken ikke er ment å kvalifisere til vitenskapelig standard. Den er ment å være tverrfaglig og populærvitenskapelig, men er likevel tiltenkt

å skulle være av interesse for de respektive forskningsmiljøene. Forfatteren vil drøfte spørsmål og problemstillinger knyttet til smeden og produksjonsprosessen. På tross av Espelunds egne forbehold, er boken åpenbart likevel en presentasjon og syntese av hans egne arbeider knyttet til førindustriell jernfremstilling. I lys av hans aktive tilstedeværelse i forskningsmiljøene har boken derfor relevans for et akademisk publikum.

En personlig forord

A-bolken, »A personal foreword», omfatter tre kapitler. Temaene er arkeologiens treperiodesystem, radiokarbondatering og treartsanalyse. Espelunds forståelse av radiologiske dateringer fremstår dessverre her som noe lemfeldig og mangelfull, og fremstillingen kan få bokens lesere til å oppfatte radiologiske dateringer som uproblematisk. Som en introduksjon til de ulike fagfeltene introduseres leseren for faghistorien og tidsrammen for førmoderne jernfremstilling. Videre presenteres metodene for direkte og indirekte jernproduksjon og det redegjøres kort for produksjon i renneverk og smelteovn.

Ovner som er dokumentert av arkeologer blir i boken ordnet i Espelunds eget typediagram fra 1992 og ikke etter arkeologiens klassifikasjonssystem. Konsekvensen av dette er at klassifikasjonen fremstår som svært unyansert og begrenset. Ovnenes typeinndeling er dermed diffust fremstilt og avslører at forfatteren mangler arkeologisk og kulturfaglig forståelse. Produksjonsplasser for jern blir også beskrevet og Espelund presiserer her at lokaliteten vanligvis ikke inneholder levninger av boplasskarakter eller produksjonsverktøy. Han hevder i denne sammenhengen at smedhåndverkets verktøy først kjennes fra yngre jernalder av, men synes å være ukjent med at det er belegg for smedverktøy i utgravninger fra eldre jernalder, som i Vimosefunnene (Christensen 2005).

Produkter og råmaterialer

B-bolken, »The products and the raw materials», omfatter fire kapitler. Denne delen innledes med forvirrende analogier når det gjelder ny kunnskap som følge av tilveksten av arkeologiske funn. Espelund gjør i den forbindelse en omtrentlig gjennomgang av de ensbetydende begrepene *lupp* og *barre*, samt av jernluppens kjemiske og fysiske egenskaper. Hans redegjørelse gir dessverre verken en tydelig eller konkret forståelse av begrepene. Espelund synes å mene at lupp er å forstå som ensbetydende med fellujern. Fellujern er imidlertid det restproduktet jernmakeren skaper når luppen er tatt ut av blesterovnen og han tildels renser denne for slagg.

Sinder (slag) beskriver Espelund i et metallurgisk perspektiv og han sammenstiller kjemiske analyser av slagg som har fremkommet fra forskjellige produksjonssteder. Slagganalysene, s. 57, viser at produksjonen av jern skjedde med kontroll av prosessene for å oppnå:

»a) the size and density of the blooms obtained, b) a control of the carbon content, c) a low content of slag in the blooms, and d) the fact that detrimental contents of P and S were avoided.»

Espelunds konklusjoner på grunnlag av de fremlagte kjemiske analysene mangler imidlertid en stringent begrunnelse. Han konfronterer slik leseren med påstander som ikke kan etterprøves. Det ville vært klargjørende om leseren eksplisitt ble fortalt at det i prinsippet bare er benyttet to metoder for fremstilling av jern i Skandinavia i forhistorisk tid: den direkte og den indirekte metoden. Espelund burde også presisert at dannelsen av jern etter den direkte metoden skjer på de samme forutsetninger enten blesterovnen består av en sylindrisk sjakt som står over en underliggende grop for oppsamling av overflødig slagg, eller om det overflødig slagg som dannes i prosessen fjernes systematisk ved sideavtapning fra ovnen.

Det er først i overgangen mellom vikingtid og middelalder at man i Sverige med Lapphyttan utvikler en masovnsteknologi som fortrenger jernvinna, slik at jernfremstilling etter den direkte metode i hovedsak forsvinner etter reformasjonen (Wetterholm 1991, s. 19 ff).

Dannelse av myrsmalm som geologisk fenomen, om hvor myrsmalmen forekommer i landskapet, og selve malmens kvaliteter er fyldig omtalt i boken. Espelund understøtter tolkningene sine med eksempler fra flere lokaliteter. Han redegjør her også for forbehandling av myrsmalmen innen den ble benyttet av »ovnmesteren». Det kommer imidlertid ingen forklaring på hvorfor myrsmalmen ble røstet.

Espelunds påstand er at dannelsen av god malm skjedde i tiden etter innlandsisens avsmelting, at den gode malmen ble brukt opp i forhistorisk tid/middelalder og at naturen ikke danner ny kvalitetsmalm. Dette postulatet er imidlertid ikke begrunnet med en tilstrekkelig forklaringsmodell.

Videre kommer en presentasjon av ulike brenselstyper i form av ved og kull i jernfremstillingen. Men en sekvens om trevirke og trekull finnes også på s. 72, og boken som helhet skjemmes av at sammenhengende informasjon finnes flere steder uten gjensidige henvisninger.

Kjemisk-fysiske aspekter

C-bolken, »Chemical-physical aspects», omfatter kun ett kapittel. Det dreier seg innledningsvis fremfor alt om smeden, men også andre som i vår tid har arbeidet med blestring av myrsmalm. Espelund fokuserer her på de moderne miljøene som har produsert jern og samtidig utøver eksperimentell jernfremstilling (s. 105): »However, while the smelter shows his practical skill, these experiments have not ended with an iron quality comparable to ancient blooms, nor with an acceptable output and a ratio of iron to slag, comparable with the finds.» Espelund hevder at eksperimentene knapt har produsert resultater utover betraktninger om jernets smibarhet og dokumentasjon av vekten til det i produserte jernet i ovnen. Han sier: »Such trials therefore hardly contribute to an understanding of the principles of ancient ironmaking» (s. 105).

Espelunds ståsted fremstår her som svært alternativt i den forstand at han avfeier dokumenterte og etterprøvbare eksperimenter utført i regi av forskningsinstitusjoner. Det er vanskelig å se at smibarheten, det vil si om det er fremstilt bløtt jern eller kullstoffjern, kan være meningsløs i relasjon til tolkningen av førmoderne jernproduk-

sjon. Utformingen til tusenvis av spatelformede jernemner vitner om smibarhet som et grunnleggende og høyt skattet kvalitetskrav til jernet i forhistorisk tid (Resi 1995, fig. 3; Lyngstrøm 2008, s. 49).

For Espelund er metallurgens tilnærming det best egnede utgangspunkt for en praktisk forståelse av jernproduksjon. Men metallurgens tilnærming til eksperimentering og hvordan den utføres er knapt synliggjort i boken. Fremstillingen kan forlede leseren til å tro at eksperimentell forskning ikke kan skje i regi av arkeologer og andre kulturhistorikere. Akademisk forskning basert på eksperimentell arkeologi er i Norden er kjent under begrepet »det etterlignede eksperiment» (Steensberg 1955; 1957). Steensbergs refleksjoner ligger til grunn for etableringen av Lejre Forsøksenter i Danmark. Forsøk knyttet til blestring av jern og arkeometallurgiske eksperimenter er publisert av Björkenstam 1991, Buchwald 1991, Nørbach 1998, Englund 2002, Jouttijärvi 2003 og Lyngstrøm 2008 m.fl. Det er for øvrig utført et betydelig antall ikke-publiserte forsøk vedrørende jernfremstilling. De publiserte forsøkene er dokumentert i prosjekter som eksempel »Jernvinna i Oppland» og rapportene er tilgjengelig fra institusjoner som Oppland Fylkeskommune, Lejre Forsøksenter og Technische Universiteit Eindhoven.

Espelund konkluderer på s. 107 med at: »A refining of primary, carbon-rich iron by the blast, as in, for example Björkenstam (1990) and Hjärthner-Holdar (1993) would be ruled out with a chemical insight». Dette er ikke gitt, spesielt når man ser at han gjennom illustrasjonen på s. 158 visuelt forsøker å vise fremstillingsprosessen i blesterovnen. Denne fremstillingen er ikke i samsvar med hans egen teoretiske beskrivelse i boken. Illustrasjonen viser at metallisk jern samles til en klump, en jernlupp, som ligger over en »sjø» av flytende slag. Hans skriftlige fremstilling er videre ikke i samsvar med det forsøkene til Museum Thy, Jernvinna i Oppland, Moesgård, Lejre og flere andre har vist. Av Espelunds tekst fremgår det heller ikke at jernet ikke tar opp karbon så lenge luppen er dekket av slag, det vil si at så lenge ovnen er i drift og tilføres brensel og myrmalm vil luppen vokse og volumet av flytende slag i ovnen øke i samme takt.

Espelund gjør i kapitlet rede for de kjemiske betegnelsene og hvorledes grunnstofftabellen skal leses, forstås og anvendes. Han henviser her også til Baur-Glässner-diagrammen for å gi leseren innsikt i de kjemiske prosessene som finner sted i ovnen, som funksjon av temperatur og tilstedeværelse av kullstoff. I denne sammenheng er Fe-C diagrammet, fig. 57–58, en relevant illustrasjon. I følge Espelund viser dette diagrammet at om man ønsker å produsere tilnærmet karbonfritt jern, så må produksjonen følge disse punktene:

1. *Ovnen må holde en temperatur lavere enn 723 °C.* Dette er imidlertid umulig, fordi om blesterovnen holder den temperaturen vil det bare dannes jernoksyd iblandet jernmalmpulver.

2. *SiO₂ får anledning til å danne slag i ovnen sammen med FeO (fayalitt). Prosessen må samtidig skje slik at jernoksyd omdannes til metallisk jern uten å bli karbonrikt.* Punkt 2 var aktuell i jernalder og middelalder. Temperaturen i gropsjaktovnen kan teoretisk nå 1400 °C, men varmetap og forbruk av energi i prosessene gjør at temperaturen i realiteten ligger mellom 1100 og 1200 °C.

Finkornet malm kan angivelig reduseres ved en lavere temperatur. Min oppfatning er at reduksjonen var en funksjon av tid og temperatur. Konsekvensen av dette er i tilfelle at ovnssjaktens høyde kan reduseres om man benytter finkornet pulvermalm, noe som også er bekreftet gjennom eksperimenter.

Espelund konkluderer med at om myrmalmen inneholder cirka 85% Fe₂O₃ og noe mindre enn 5% SiO₂, så risikerer man å få oppkullet jern ved blestring. Dersom jernet sintrer sammen etter at slaggdannelsen har funnet sted, kan man forvente at det dannes jern med lavt karboninnhold. »The situation with low reducibility appears to be easier. It could be due to the physical character (dense, composed of magnetite sand) or a high content of manganese oxide, which will remain in the slag together with a moderate content of FeO» (s. 113).

Ovnen

D-bolken, »The furnace», omfatter seks kapitler. Espelund opplyser at de første registreringene av eldre jernalders sjaktovner med underliggende slagdrop skjedde i Fet i Sysendalen (Johansen 1973). De vanligste ovner fra eldre jernalder er

funnet over store geografiske områder og disse har et betydelig videre tverrsnitt enn ovnene fra yngre jernalder og middelalder. Ovnskonstruksjon har i følge Espelund fungert på grunnlag av en skorsteinsseffekt betinget av naturlig trekk. Ovnen skal ha vært fyrt med kjerneved av furu som har avgitt gasser fra tjære og harpiks. Bevart slaggblokker på produksjonsstedene viser at en blestring kan ha gitt cirka 150 kg slag i en type-1a-ovn og opp mot 450 kg i en type-1b-ovn. Begge typene var i bruk også i romertid.

»Trøndelagsovnen» 1a har steinsatt slagprop hvorfra slag og jern ble fjernet gjennom en åpning i slagpropveggen etter avsluttet produksjon. Når ovnen var tømt og restaurert kunne den benyttes på nytt. Selve fremstillingen av jern som prosess fremgår ikke av Espelunds tekst (s. 221 ff). At teksten mangler en begrunnet redegjørelse om 1a-ovnens form og driftsfunksjon er bemerkelsesverdig. Han presenterer en skisse med inntak av luft fra fem åpninger, men at hver åpning trolig vil danne en særskilt lupp sier han ingenting om. Espelund redegjør verken for slagpropens utforming eller annet som illustrerer tilblivelsen og vedlikeholdet av en flytende »slaggsjø» i hvilken luppen kan dannes. Tolkningen til Espelund fremstiller Trøndelagsovnen som nærmest funksjonelt lik Evenstadovnen. Trøndelagsovnen, som ofte forekommer i rosettanlegg, er imidlertid etter mitt skjønn med hensyn til brenne likeartet i konstruksjonen med »Valbougner» i Gästrikland. Kulturhistoriske undersøkelser indikerer at slaggutskillelsen skjedde i grophalsen og at slagpropen har vært pakket med ved (Espelund 1991, s. 68; Englund 2002, s. 313 f). Ovner av Valbotype synes å ha vært drevet med fire belger, muligens flere – og ved hver enkelt innblåsningsdyse dannes det en lupp. Blåselbelgenes plassering avtegner seg som parvise stolpehull i undergrunnen (Hjärthner-Holdar 2008; Hjärthner-Holdar et al. 2014, s. 264 ff).

»Østlandsovnen» 1b, hvor slaggoppsamlingsgropen er gravet ned i bakken under ovenssjakten, må rives etter bruk og må dermed bygges opp på nytt for hver produksjon. Østlandsovnen har derimot ikke vært rekonstruert for eksperimenter og nevnes ikke av Espelund.

Ovner definert som Espelunds type II er for flere gangs bruk. Ovnene har slaggettapping og

ble benyttet i vikingtid og middelalder. Slagget tappes horisontalt fra ovnen. Espelund har ingen klar formulering av avtappingens formål, men fastslår at den skjedde. »During this operation the bellows had to be removed, or tapping took place through a separate hole(s)» (s. 169). Han fastslår på grunnlag av en tang funnet i Kongsberg, datert til nyere tid, at luppen ble tatt opp gjennom sjakten (s. 170). I Norge er det så langt ikke belegg for en eneste tang fra forhistorisk tid som har tilstrekkelig vidt gap til å håndtere store lupper – som for eksempel fellujernet JFP 10 fra Gråfjell som veier drøyt 19 kg. Ved uttak fra ovnen var volumet på grunn av medfølgende slag også betydelig større, før komprimering. Tengen skaft kjennes i lengder opp til 60 cm og tang T4446 funnet i Oppdal bør være å oppfatte som et redskap for håndtering av den hvitglødende luppen som ligger i flytende slag.

Espelunds type-III-ovn tilsvarer Evenstadovnen fra tida 1400–1800. Den var vedfyrt og uten slaggettapping. Under henvisning til Evenstads (1960 [1790]) beskrivelse av jernfremstilling hevder han at ovnen danner »carbon-rich iron prior to slag formation» og at karboninnholdet i metallet reduseres ved produksjonsslutt »by hearth refining, achieved by addition of roasted ore. For the other processes Ia, Ib and II no early reduction took place.» Slik jeg ser det er det Evenstad Espelund refererer til når han hevder at jernfremstillingen ved den direkte metode skjedde i en tottrinnsprosess. Evenstadovnen og Evenstads beskrivelse angår i realiteten 1700-tallets jernfremstilling. Teksten blir selvmotsigende fordi Espelund tydelig anfører at jern laget i Evenstadovnen egentlig er å anse som fremstilt etter den indirekte metode. Ovnen hører dermed ikke til i sammenheng med ovner for fremstilling av jern etter den direkte metode.

Renneverket ble introdusert i Norge omkring 1500. Det var lagt jernproduksjon til Bærums verk, Hakadalsverk og Fossum i Gjerpen. Denne tyske produksjonsteknikken ble imidlertid ingen suksess i Norge. I kapitlet om renneverksfremstilling av jern påpeker Espelund at fremstilling av jern med myrmalm opphørte de fleste steder på 1300-tallet, men hadde kontinuitet i Østerdalen, Härjedalen og Jämtland på grunnlag av en ny teknikk, betegnet som Evenstadovnen.

Myter og legender

E-bolken, »Myths and legends», omfatter to kapitler. Det første handler om sagn og myter knyttet til jernproduksjon og smeden. Kapitlet er på ingen måte uttømmende, men forfatteren fremhever at smeden hadde en helt spesiell status. I det andre kapitlet, om proveniensbestemmelse av jern og gjenstander laget av jern, kommer det ikke frem noe nytt.

Begynnelsen på den industrielle jernproduksjonen

F-bolken, »The beginning of industrial ironmaking», omfatter seks kapitler: 1. The introduction of the blast furnace in Norway, 2. Products of cast iron, 3. Refining in the solid state, how was it performed? 4. A description of some of the Norwegian ironworks. 5. A bird's eye view of the Norwegian iron production during the blast furnace period. 6. The decline of the blast furnace period.

Kapitlene representerer et flanereri over det historiske forløpet og enkelte historiske milepæler. Oversikten er ikke på noen måte uttømmende, men gir leseren en mulighet til videre utforskning av moderne norsk industriell metallproduksjon.

Sluttord

Espelund har med sin bok forsøkt å sette metallproduksjonen i Norge og bearbeiding av jernet inn i en kulturhistorisk sammenheng. Forfatteren mangler imidlertid en grunnleggende arkeologisk og historisk forståelse av jernproduksjonens utvikling, samtidig som teksten skjemmes av en svært unyansert og subjektiv argumentasjonsføring. Espelunds faglige kontaktflate er betydelig og hans mulige nedslagsfelt er dermed stort. Derfor er det hensiktsmessig å nevne noen fremtredende »feilskjær» for å synliggjøre at teksten bør leses kritisk.

I boken er et bilde av en jernskoning til en trespade (s. 17), som det først er belegg for i middelalderen. Leseren blir imidlertid her forledet til å tro at skoning på spader var i bruk i hele jernalderen. Norge i eldre jernalder beskriver Espelund som et kystbundet, agrart samfunn hvor bebyggelsesmønster har rot i bronsealderen. Samfunnet har også »wealthy and big farms» hvor »the director» bodde. Utsagnet er direkte feil, siden det dyrkbare innlandet, og de store dal-

førene med sidedaler, i denne perioden var bosatt opp til høyfjellet (Hougen 1947; Slomann 1972; Odner 1973; Myhre & Magnus 1976; Solberg 2000). Espelund postulerer videre at laks var del av matfattet. Laks er ikke belagt gjennom beinfunn på boplasser, men bein fra torsk er funnet på Hardangervidda med datering til steinalderen og det er funnet fiskekroker på flere boplasser som dokumenterer næringen (Haraldsen 2008). Jakt på hjortedyr er belagt ved jaktredskaper og tusenvis av bevarte fangstgroper beliggende i landskapet (Fossum 1996 m.fl.). Espelund tolker steder som høvding-/kongsgården på Avaldsnes, steinkirker og lignende som utslag av overskudd basert på jernproduksjon. I neste åndedrag fastslår han likevel at gården på Avaldsnes var et »tollsted». Den katolske kirken krevde for øvrig at kirkene skulle bygges av stein (Olsen 1992, s. 157), slik at heller ikke disse byggene kan tolkes som et direkte resultat av overskudd fra jernproduksjon.

Espelund understreker at de tre periodene med blestring av jern han opererer med ikke bare er uttrykk for forskjellig teknologi, men også samfunnsorganisasjon. »One must reckon that the work at the ancient bloomery sites was carried out by serfs (treller), later by tenants (leilendinger) and farmers. In the newest by tenants and peasants» (s. 226). Konklusjonene hans her samsvarer ikke med dem han trekker i kapittel E1, og tenants er trolig her heller å forstå som husmenn.

Etter min oppfatning tilfredsstillende ikke boken på noen måte Espelunds egne premisser, nemlig å avstå fra gjenstandsstudier og heller fokusere på jernproduksjon som tema: jernfremstillingsovnen, luppen og slagghaugen. Resultatet er dessverre at ingen av hans opprinnelige intensjoner oppfylles i boken.

Referanser

- Björkenstam, N., 1990. *Förhistorisk och medeltida järnframställning under medeltiden*. Jernkontorets bergshistoriska skriftserie 26. Stockholm.
- Björkenstam, N., 1991. Det förhistoriska järnets metallurgi. *Forntida Teknik* 1991:1. Bäckedal.
- Buchwald, V.F., 1991. Dansk järnframställning. *Forntida Teknik* 1991:1. Bäckedal.
- Christensen, A.E., 2005. The Roman Iron Age tools from Vimose, Denmark. *Acta Archaeologica* 76:2. København.

- Englund, L.-E., 2002. *Blåstbruk*. Jernkontorets Berghistoriska Skriftserie 40. Stockholm.
- Espelund, A., 1991. Konstruksjon og drift av ovner for jernframstilling fra romersk jernalder-folkevandringstid i Midt-Norge. Stenvik, L.F. (red.). *Arkeometallurgi. Kurs ved Universitetet i Trondheim*, 11.-15. januar 1988. Arkeologisk serie 1991:1. Universitetet i Trondheim.
- 1992. Jernvinna i Rørosområdet. *Fjell-folk* 17. Røros.
- 2013. *The evidence and the secrets of ancient bloomery ironmaking in Norway*. Trondheim.
- Evenstad, O., 1790 (1960). *Afhandling om Jern-Malm, som findes i Myrer og Morader i Norge, og Omgangsaaden med at forvandle den til Jern og Staal*. Det Kongelige Danske Landbrugs- og Handelsakademis Skriftserie 3. København. Facsimilia Scientia et Technica Norvegica 1. Stavanger 1960.
- Fossum, A., 1996. *Vikingtids jakt og fangst på rein i Nord-Gudbrandsdal: var de alle menn?* Norsk fjellmuseum. Lom.
- Haraldsen, T.H.B., 2008. Fiskekroken – gudenes redskap. *Et utradisjonelt skrivested i Jenny-Ritas ånd*. Festskrift. jenny-rita.org
- Hjärthner-Holdar, E., 1993. *Järnets och järnmetallurgins introduktion i Sverige*. Aun 16. Uppsala.
- 2008. Några avslutande reflektioner. Järnets betydelse för den ekonomiska tillväxten och den sociala omstruktureringen. Hjärthner-Holdar, E. et al. (red.). *Land och samhälle i förändring. Uppländska bygder i ett långtidsperspektiv*. Arkeologi E4 Uppland – Studier 4. Uppsala.
- Hjärthner-Holdar, E., Forenius, S. & William, A., 2014. A Roman Iron Age bloomery site in Gästrikland, Sweden. Chec, B. & Rehren, T. (red.). *Early Iron in Europe*. Monographies instrumentum 50. Autun.
- Hougen, B., 1947. *Fra seter til gård. Studier i norsk bosetningshistorie*. Oslo.
- Jacobsen, H. & Larsen, J.H., 1992. *Dokka-undersøkelsen. Dokkfloy fra istid til krafimagasinet*. Gausdal bygdehistorie 6. Lillehammer.
- Johansen, A.B., 1973. Iron production as a factor in the settlement history of the mountain valleys surrounding Hardangervidda. *Norwegian Archaeological Review* 6:2. Oslo.
- Jouttijärvi, A., 2003. *Jern. Materiale, teknologi og historie*. København.
- Larsen, J.H., 1991. *Jernvinna ved Dokkfloyvatn. De arkeologiske undersøkelsene 1986–1989*. Varia 23. Universitetets Oldsaksamling. Oslo.
- 2003. Utmarksbruk i Vest-Agder i eldre jernalder. Rolfsen, P. & Stylegar, F.-A. (red.). *Snartemofunnene i nytt lys*. Universitetets kulturhistoriske museer, Skrifter 2. Oslo.
- Lyngstrøm, H., 2008. *Dansk jern. En kulturhistorisk analyse af fremstilling, fordeling og forbrug*. Nordiske Fortidsminder. København.
- Myhre, B. & Magnus, B., 1976. *Norges historie. Forhistorien, fra jegergrupper til høvdingsamfunn*. Oslo.
- Narmo, L.E., 1996. *Jernvinna i Valdres og Gausdal – et fragment av middelalderens økonomi*. Varia 38. Universitetets Oldsaksamling. Oslo.
- Nørbach, L.C., 1997. *Early iron production – archaeology, technology and experiments*. Historical-Archaeological Experimental Centre. Lejre.
- Odner, K., 1973. *Økonomiske strukturer på Vestlandet i eldre jernalder*. Universitetet i Bergen.
- Olsen, O., 1992. Kristendommen og kirkerne. Roesdahl, E. (red.). *Viking og Hvidekrist*. København.
- Resi, H.G., 1995. The Norwegian ironbar deposits: have they most to tell about production, distribution or consumption? *Produksjon og samfunn. Om erhverv, spesialisering og bosetning i Norden i 1. årtusen e.Kr*. Varia 30. Universitetets Oldsaksamling. Oslo.
- Slomann, W., 1972. Bosetning og bosetningsproblemer i Sydvest-Norge i eldre jernalder. *Stavanger Museum Årbok* 1971.
- Solberg, B., 2000. *Jernalderen i Norge*. Oslo.
- Steensberg, A., 1955. Med bragende flammer. Brændingskulturens metoder i fortid og nutid. *Kuml* 1955. Århus.
- 1957. Some recent Danish experiments in Neolithic agriculture. *Agricultural History Review* 5 (1957). Oxford.
- Wetterholm, A., 1991. Masugnprocessen – unik för Sverige under tidig medeltid. *Fortida Teknik* 1991: 1. Bäckedal.

Tom H. Borse Haraldsen
 Øvre Kjeldrudstuen
 Soløgløttveien 90
 NO-2848 Skreia
 t-hharal@online.no