

Pål Thonstad Sandvik

NORSK JERNVERKSDRIFT 1835 - 1870
- EN SKISSE TIL ET FORSKNINGSFELT

STS-arbeidsnotat 7/93

ISSN 0802-3573-73

arbeidsnotat
working paper

NORSK JERNVERKSDRIFT 1835-1870, EN SKISSE TIL ET FORSKNINGSPROSJEKT

Jernverkene var blant de største og teknologisk mest avanserte bedriftene i Norge frem til 1860-årene. En kunne derfor ha ventet at de skulle få en sentral funksjon i den industrielle utviklingen, slik som de fikk i bl.a. Sverige, Tyskland og Belgia. Slik skulle det ikke gå. Den norske jernproduksjonen opphørte mens den svenske vokste.

Hvorfor ?

Bakgrunn

En stor del av den teknologiske og økonomiske dynamikken i det 19. århundre bunnet i at man ble stadig dyktigere til å fremstille og bearbeide råvaren jern. Jernet ble billigere i pris og av bedre kvalitet, slik at det kunne anvendes i større utstrekning enn tidligere. Samtidig fikk man erfaring med å lage mer avanserte jernkonstruksjoner, bl.a. bruer, lokomotiver, maskiner m.m. Dette var i sum den tekniske kjernen i revolusjonen innen transport- og produksjonssektoren.

Den nye jern- og dampteknologien ble i hovedsak utviklet i Storbritannia. Kristine Bruland har beskrevet hvordan viktige deler av denne teknologien ble overført til Norge.¹ Dette skjedde ved at britiske fagfolk tok arbeid i Norge og ved at norske teknikere tok praksis i utlandet, men også ved at man utnyttet britiske patenter og ved at man kopierte britisk utstyr og britiske maskintyper. Bruland fokuserer først og fremst på hvordan teknologien ble *overført*, hun legger mindre vekt på hvordan norske forhold og norsk teknologi påvirket denne prosessen.

Det fantes gamle tradisjoner i Norge for å fremstille og bearbeide jern, i første rekke ved jernverkene og i smiene. Den kompetansen som var bygget opp her fikk stor betydning for det videre forløpet av norsk industrialisering. Bygdesmedene og smedmestrene i byene laget og reparerte en rekke redskaper og utstyr til det lokale næringslivet og til jordbruket. I hovedoppgaven min har jeg vist at de mekaniske verkstedene kunne dra stor nytte av smedenes kompetanse.² Mange smeder etablerte også egne mekaniske verksteder. Linjen fra smedene og frem til den moderne metallbearbeidende industrien er altså tydelig.

Jernverkene hadde imidlertid helt andre dimensjoner og en helt annen betydning i norsk økonomi enn de små bygdesmiene. De 15-20 jernverkene var blant landets aller største bedrifter og eksporterte en stor del av produksjonen. De hadde bygget opp adskillig erfaring med å organisere en mangeartet virksomhet og hadde et bredt kommersielt nettverk og stor markedskunnskap. De hadde også en allsidig teknisk kompetanse. Allikevel har den norske jernverksdriften på 1800-tallet bare vært sporadisk undersøkt av historikere. Man har ikke gjort noen grundige forsøk på å knytte den sammen med den øvrige industrielle og økonomiske utviklingen i Norge i forrige århundre.

Avviklingen av jernverkene

De norske og svenske jernverkene hadde et markert særtrekk som gjør dem spennende i en internasjonal sammenheng. De fortsatte å smelte jernet med trekull og begynte ikke å bruke koks slik deres britiske, belgiske og etterhvert tyske konkurrenter gjorde. Det var langt billigere å fremstille jern med koks, men ulempen var at jernet tok opp svovel fra koksen under smeltingen. Svovelet gjorde at jernet ble sprøtt. Det norske jernet ser også ut til å vært noe bedre enn det svenske. Grunnen til dette kan ha vært at mange av de svenske jernmalmene inneholdt fosfor, noe som ga et sprøtt jern. Stein Tveite gir et eksempel på at det norske jernet fikk 20% høyere pris enn det svenske som igjen fikk 50% bedre pris enn det britiske.³

Til tross for disse fordelene er den trekullbaserte driften ofte blitt brukt som forklaring på hvorfor de norske jernverkene ble avviklet. Francis Sejersted, som ellers gir en god beskrivelse av jernverkene, skriver i *Den vanskelige frihet, Norges historie 1814-1851*: "I 1840-årene møtte verkene for alvor konkurransen fra det billige utenlandske jernet, noe som førte til at flere av dem kjøpte inn jern fra utlandet for videre bearbeidelse." Sejersted beskriver så hvordan en del av verkene i en overgangsfase prøvde å møte konkurransen fra det britiske koksbaserte jernet. "Tross disse anstrengelsene skulle det vise seg at jernverkernes skjebnetime var kommet. Den ble langtrukken, men det forhindrer ikke at vi i 1840-årene står ved begynnelsen til slutten". Hans Try skriver i det følgende bindet i denne serien, *To kulturer en stat*: "De gamle jernverkene - tidligere Norges største industribedrifter ... gikk sin undergang i møte. De smeltet med trekull og og kunne ikke konkurrere med det billige engelske jernet som ble smeltet med koks". Fritz Hodne har en noe mer variert forklaring på hvorfor jernverkene gikk under. Han daterer vanskene tilbake til 1814, da verkene mistet det skjærmede danske markedet. Jernverkene fikk igjen problemer da importen fra Sverige ble gjort friere i 1827, men også Hodne betrakter "det britiske koksjetnet som begynnelsen til slutten".⁴

Denne forklaringen er ikke fyldestgjørende. Mange av de svenske jernverkene overlevde. Der nådde den trekullbaserte jernfremstillingen toppunktet så sent som i 1914, vel 40 år etter at de fleste norske jernverkene var lagt ned. V. Eggertz, som var professor i metallurgi ved Falu Bergskola, skrev etter en rundreise til norske jernverk i 1849 at de norske verkene teknisk sett sto foran de svenske i flere henseende.⁵ Produksjonsprosessen kan altså ikke være hele årsaken til at de norske jernverkene ble lagt ned.

Fritz Hodnes tilleggforklaring om friere konkurranse etter 1814 og 1827 kan heller ikke forklare nedleggelsene. Jernverkene vant tvert imot frem på eksportmarkedene med sitt høykvalitetsjern, først i Danmark og USA, senere i Storbritannia. De norske jernverkene ekspanderte også kraftig på 1830-tallet og begynnelsen av 1840-tallet og oppnådde tildels meget gode økonomiske resultater. I femårsperioden 1831-35 fremstilte de norske jernverkene

årlig 5000 tonn råjern, 4000 tonn stangjern (smijern) og 1500 tonn støpegods. Produksjonen av råjern gikk opp med 60%, til 8000 tonn årlig i perioden 1840-45, deretter sank volumet gradvis til 6500 tonn årlig i 1860-65. Stangjernsproduksjonen nådde toppen på begynnelsen av 1850-tallet med en årsproduksjon på 6000 tonn. Disse tallene viser at de norske jernverkene greide seg bra til tross for konkurransen fra den koksbaserte engelske jernindustrien frem til 1850-årene.

De norske jernverkene økte også produksjonen av støpegods, men her var fremgangsmåten en annen. Til støpegods behøvde en ikke å anvende jern med særlig høy kvalitet. Enkelte jernverk begynte derfor å importerte billig rujern og koks fra England for å fremstille de støpejernsartiklene som det var etterspørsel etter i Norge.⁶ De fikk dermed utnyttet den markedskunnskapen og tekniske kompetansen de hadde, selv om det hadde blitt ulønnsomt for dem å produsere selve støpejernet selv.

Jernverkene produserte også spiker, ankere, redskaper, ploger, kanoner m.m. De laget i tillegg akslinger og annet jernutstyr til møller og industri. Dette var på mange måter en naturlig forlengelse av virksomheten ved jernverkene. De hadde adskillig større kompetanse til å bearbeide jern enn noen andre i Norge frem til ca. 1850. Bare Fritzøe sysselsatte 50 smeder i 1845. Det var langt flere enn de mekaniske verkstedene hadde ansatt på dette tidspunktet.⁷

De norske jernverkene forsøkte allikevel ikke å utvide virksomheten videre i retning av jernvareproduksjon, til tross for at de hadde både mye av den kompetansen og det utstyret som var nødvendig. Det var ingen av jernverkene som bygget opp velutstyrte verksteder. Beliggenheten var en av årsakene til dette. Verkene var lokalisert i skogrike områder der det var lett å skaffe trekull, og ikke primært nær markedene. Enkelte lå imidlertid i byer, slik som Fritzøe i Larvik, Moss Verk, Kongsberg Verk og Cathrineholm i Halden. Heller ikke disse satset på verkstedproduksjon av noe større omfang. I Finland anla derimot både Vickars og Värtsila jernverker mekaniske verksteder. Der fortsatte verkstedproduksjonen innenfor de tradisjonsrike og paternalistiske bruksmiljøene. Noe slikt finner vi ikke i Norge. Denne produksjonen ble istedet flyttet til de mekaniske verkstedene i byene.

Den sterke ekspansjonen ved jernverkene stoppet på 1840-tallet. Prisene på jern falt med omkring 25% på slutten av 1830-tallet og sank på nytt i 1843-44.⁸ Etter det siste prisetallet ba jernverkseierne staten om hjelp. Eksporttollen på jern ble fjernet og det ble lagt 15% toll på importert jern. Beskyttelsen var imidlertid ikke nok til å holde det utenlandske jernet ute. Like etter 1850 var importen bare fra Storbritannia større enn den samlede norske produksjonen. Importen kan grovt sett deles i to klasser. Det var først og fremst billig rujern av forholdsvis lav kvalitet, som gikk til de nye jernstøperiene. Her var de norske jernverkene ute av stand til å konkurrere. Den andre delen av importen var bearbeidede produkter som spiker, kjettinger, jernbaneskiner o.s.v. I tillegg kom naturligvis jernet i importerte maskiner og maskindeler.

Prisfallet førte ikke til at de norske jernverkene ga opp virksomheten, heller tvert imot. Flere av verkene foretok tildels betydelige investeringer i de neste 25 årene. 1840-årene var på ingen måte begynnelsen til slutten, slik Sejersted hevder. Stangjernsproduksjonen økte helt frem til første halvdel av 1850-tallet, og de norske verkene lå som nevnt foran de svenske verkene på mange områder. Konkurransesituasjonen ble imidlertid ytterligere forverret på slutten av 1850-tallet. Stortinget vedtok å fjerne importtollen i 1857, samtidig falt jernprisene sterkt i 1857-58. Selv om fortjenesten ble presset langt ned så fortsatte allikevel jernverkene driften frem til andre halvdel av 1860-tallet.

Utover 1860-tallet ble bessemerprosessen utbredt, en prosess, som gjorde det adskillig rimeligere å produsere kvalitetsjern og stål. Ingen av de norske jernverkene tok i bruk denne prosessen. Prisene falt sterkt under den økonomiske krisen i 1867-68, noe som rammet de norske jernverkene hardt. I 1869 hadde den samlede produksjonen av jern falt til omtrent 5000 tonn, det var bare en tredjedel av nivået fra 1860. I 1872 var produksjonen nede i 1500 tonn.

Manglende omlegging her hjemme og konkurranse fra de utenlandske bessemerverkene kan imidlertid ikke ha vært den eneste årsaken til dette fallet. Svært mange av de svenske jernverkene fortsatte produksjonen til ut i 1880-årene eller enda lengre, uten å ta i bruk denne teknologien. I Norge fortsatte Nes Verk jernfremstillingen helt frem til 1910, omtrent 40 år etter at de andre norske jernverkene var lagt ned. De greide å redusere smeltekostnadene vesentlig, til tross for at de i hovedsak brukte den samme teknologien som tidligere. Selv om Nes gikk med store underskudd i den siste fasen så indikerer dette at også de øvrige norske jernverkene kanskje kunne ha fortsatt driften dersom de hadde ønsket det.

Stein Tveite er såvidt jeg vet den eneste som har forsøkt å forklare hvorfor de norske jernverkene gikk under, i motsetning til de svenske.⁹ Han viser først at verkene i de to landene brukte omtrent samme teknologi og at det norske jernet ble bedre betalt, antagelig som følge av at de anvendte bedre malmer. Tveite mener at den norske jernproduksjonen bukket under fordi lønnsnivået var for høyt. Det er gjort beregninger som viser at de norske lønnene lå betydelig over de svenske i dette tidsrommet, men det er reist tvil om dette fra svensk side.¹⁰ Selv om lønnsnivået faktisk skulle vise seg å ha vært høyere i Norge, er jeg usikker på om denne forklaringen er helt dekkende.

Jernfremstillingen var først og fremst kapitalintensiv, ikke arbeidsintensiv. Det lå store verdier bundet i anleggene, i trekull og skog. Det var spesielt skogen som var verdifull. De norske jernverkene hadde tradisjonelt vekslet mellom trelasteksport og jernproduksjon, mens de svenske hadde konsentrert seg mer om jernfremstillingen. En av årsaken til dette lå i topografien. I Norge finnes det et stort antall fosser nær kysten slik at man lett kunne anlegge sagbruk. De fleste svenske jernverkene lå derimot langt inne i landet eller i forholdsvis flate kyststrøk uten mye fossekraft. Det var med andre ord adskillig enklere å få trelasten ut på

markedene for de norske verkene. De norske jernverkene hadde derfor et klart alternativ da jernprisen falt. De svenske verkene manglet kunnskap og erfaring fra dette markedet. Mange av dem omstilte seg riktignok til trelast/tremasseeksport på 1870- og 1880-tallet, men det er karakteristisk at omleggingen både kom senere og ble relativt sett mindre omfattende.

I Sverige kan også størrelsen på jernverksmiljøet ha bidratt til å lette innføringen av ny teknologi. At størrelsen på et industrielt miljø har betydning for dette er velkjent fra litteraturen. Konkurransen og stimulansen på lokalt plan drev utviklingen fremover, både i teknisk og økonomisk forstand.¹¹ I Sverige var over hundre jernverk i drift omkring 1870. Det fantes dermed et stort reservoar av fagarbeidere og arbeidsledere. Det var også bygget opp institusjoner som gjorde det lettere å ta i bruk nye smelteteknikker, bl.a. tekniske høyskoler. Jernverkene drev selv foreningen *Järnkontoret*. Denne institusjonen formidlet teknisk viten, ga ut et meget godt teknisk tidsskrift og fungerte som møteplass og diskusjonsforum. Noe tilsvarende fantes ikke i Norge. Størrelsen på miljøet er altså en fjerde forklaring på hvorfor de svenske jernverkene overlevde, i motsetning til de norske.

Overordnede problemstillinger

Det å fremstille jern var en av de viktigste tekniske sidene ved den industrielle revolusjon. Jernverkene var i tillegg blant de største bedriftene i Norge. De hadde store økonomiske ressurser og hadde bred teknisk og økonomisk kompetanse. Hovedproblemstillingen i prosjektet er å beskrive utviklingen ved disse verkene i tiårene frem mot 1870. Hvorfor ble verkene lagt ned ? Jeg har ovenfor nevnt noen hypoteser om dette. I avhandlingen vil jeg analysere jernverkene både som økonomiske, tekniske og sosiale institusjoner. Dette brede perspektivet vil gjøre det lettere å veie de ulike forklaringene opp mot hverandre.

De norske jernverkene sloss i motvind fra tidlig på 1840-tallet, da jernprisene falt. Førte dette til at de ble mer innovative, eller mistet de gradvis det økonomiske fundamentet som var nødvendig for å foreta større investeringer ? I hvilken grad prøvde jernverkene å lage nye produkter og å finne nye markeder ? Jeg vil også undersøke hvorfor de ikke begynte med noen omfattende verkstedproduksjon.

Kristine Bruland har lansert en modell for hvordan jern- og dampteknologien ble bygget opp i Norge. Hun fokuserer som nevnt på hvordan denne teknologien ble *overført* fra Storbritannia. Jeg ønsker derimot å rette oppmerksomheten mot hvordan norsk kompetanse påvirket denne prosessen. Jeg har allerede nevnt at smedene spilte en viktig rolle i den mekaniske industrien. I tillegg kom en rekke av de øvrige fagarbeiderne i denne industrien fra jernverkene. Det er derfor viktig å undersøke hvilken teknisk kyndighet som fantes ved jernverkene, både for å forstå utviklingen ved og nedleggelsen av dem, men også for å fange

inn dynamikken i den voksende mekaniske industrien. En angrepsvinkel for å belyse denne kompetansen er å undersøke hvordan de ulike arbeidsoperasjonene ble utført ved jernverkene. Det kan fortelle hvilke ferdigheter og kunnskaper som var nødvendige.

Her ønsker jeg i tillegg å gå et skritt videre. Hva slags innstilling hadde fagarbeiderne til bedriften ? Hadde de ansatte en utpreget råderett over sin egen arbeidssituasjon eller ble arbeidet nøye overvåket og dirigert ? Fordret oppgavene en viss kreativitet besto jobbene først og fremst av rutinearbeid ? Disse spørsmålene kan være med på å belyse hvor åpne jernverksmiljøene var ovenfor ny teknologi. For å klarlegge dette er det etter min mening like viktig å kartlegge arbeidsstokkens holdninger som ledelsens strategier.

Ledelse og arbeidere opptrådte på ingen måte uavhengig av hverandre. De norske jernverkene var med få unntak den samfunnsbærende institusjonen i sine nærmiljøer. De hadde ansvaret for skolene, kirkene og det lokale fattigvesenet m.m. Hvordan ble arbeidsmiljøene og arbeidsresultatene påvirket av denne paternalismen ? Fra England kjenner man eksempler fra lignende industrisamfunn på at dette bidro til å jevne ut motsetninger og til å binde arbeiderne til bedriften. Man slapp dermed å stadig lære opp nye folk, noe som kostet tid og penger. Paternalismen kunne også øke arbeidernes ansvarsfølelse ovenfor bedriften, slik at kvaliteten på produksjonen ble hevet.¹² Dette gjør at de sosiale aspektene ved virksomheten blir tett vevet sammen med de teknologiske og økonomiske.

Opplegget for prosjektet - utviklingen ved tre jernverk

Jeg har valgt å konsentrere denne studien til tre norske jernverk, Nes, Ulefoss og Fritzøe. I forbindelse med hovedfagsarbeidet mitt har jeg allerede sett på driften ved det lille jernverket i Mostadmark utenfor Trondheim. Jeg vil derfor nytte materialet fra dette verket i prosjektet. Nes, Ulefoss og Fritzøe peker imidlertid seg ut av flere grunner. De var blant de aller største bedriftene i Norge. Viktigere er det at eierne fant forskjellige svar på konkurransen fra det billige britiske jernet. Den ulike utviklingen ved disse tre verkene gjør at de egner seg godt til en analyse av hvilke valgmuligheter de norske jernverkene faktisk hadde i perioden 1835-1870.

Fritzøe la ned jernproduksjonen i forbindelse med prisfallet på jern i 1867. En kan imidlertid reise spørsmål om hvorfor dette verket ikke forsøkte å innføre bessemerprosessen slik mange svenske verk gjorde med stort hell. Verket hadde både teknisk ekspertise og rikelig med kapital. Fritzøe begynte istedet med en meget omfattende trelastdrift og etterhvert med produksjon av tremasse. Dette var den løsningen som de fleste norske jernverkene valgte, om enn noen år etterpå. Fritzøe utmerker seg allikevel fordi det beholdt jernstøperiet og bygget opp et mindre verksted, slik at det kunne lage og reparere utstyr til de mange sagbrukene som Treschowfamilien eide. På denne måten dro de nytte av iallefall noe av kompetansen fra

jernverket.¹³

Ulefoss Verk la også ned masovndriften midt på 1860-tallet. Ved siden av trelastdrift satset de på å fremstille støpegods basert på importert råjern og koks i stor skala. De fikk dermed utnyttet både den teknologiske og kommersielle kunnskapen som fantes ved verket. Ulefoss fortsatte også gruvedriften og eksporterte etterhvert betydelige mengder malm til den engelske jernindustrien.¹⁴

Nes jernverk forbedret som nevnt produksjonsprosessen og fortsatte masovndriften helt til det gikk konkurs i 1910. Her skilte bedriften seg fra de andre norske jernverkene. Var Nes flinkere til å ta i bruk innovasjoner og til å bearbeide det ferdige jernet enn de andre verkene ? Eller ville det også for Nes' vedkommende ha lønnet seg å slutte med å produsere jern og isteden begynne med trelastdrift ? For å svare på dette skal jeg forsøke å sammenligne det tekniske nivået ved disse tre verkene og de forbedringene som ble gjort i produksjonsprosessen. Til arbeidet med å undersøke det tekniske nivået vil jeg benytte teknisk litteratur fra denne perioden, verkenes egne arkiver samt det offentlige branntakstmaterialet. Jeg har allerede gått igjennom branntaksten for Mostadmark Verk, som gir en meget detaljert beskrivelse av bedriften.

De tre verkene Nes, Ulefoss og Fritzøe var eid av tradisjonsrike familier med stor politisk innflytelse: Aall ved Nes Verk, Cappelen ved Ulefoss og Treschow på Fritzøe. Verkene lå ved samme kyststekningen: det er bare 80 kilometer mellom Fritzøe i Larvik og Nes ved Tvedestrand. Allikevel lå de i ganske forskjellige omgivelser. Fritzøe lå i et bymiljø, som riktig nok var dominert av verket, men hvor det fantes adskillige alternative sysselsettingsmuligheter i handel, håndverk og skipsfart. Ulefoss lå ved Nordsjø ovenfor Skien, bare to-tre mil fra Bolvig og Fossum verk. Jernarbeiderne ved Ulefoss kunne derfor finne annet arbeid uten å flytte særlig langt. Nes Verk lå derimot i et nokså karrig jordbruksland noen kilometer inne i landet, hvor det fantes lite alternativ sysselsetting.

De tre verkssamfunnene måtte derfor bli noe ulike. Hva slags utslag fikk dette for arbeidsstokken og arbeidsmiljøet ? Var f.eks. paternalismen sterkere ved det noe avsondrede Nes enn ved Fritzøe ? Jeg ønsker å undersøke hvor stabile eller hvor lukkede disse verkssamfunnene var. Hentet de tre jernverkseierne ledere og fagarbeidere utenfra, f.eks. fra svenske jernverk, eller fantes det klare indre karrieremuligheter for arbeiderne ved bedriftene ? Dette kan bl.a. belyse hvorfor utviklingen ble så forskjellige ved de tre verkene.

Fagarbeiderne spilte en helt sentral rolle i produksjonsprosessen og de kunne vanskelig erstattes av ufaglærte. Dette var et problem på Fritzøe allerede på 1830-tallet, men det ble antagelig verre etterhvert som arbeiderne tok godt betalte jobber i den mekaniske industrien. Jeg vil derfor undersøke i hvilken grad arbeiderne flyttet fra verk til verk eller i hvilken grad de flyttet over i den mekaniske industrien. Dette hadde stor betydning for hvordan kompetan-

sen ble spredt, både til andre jernverk og senere til de mekaniske verkstedene. Andreas Øhren og Jan Eivind Myhre har vist at flere av fagarbeiderne i den tidlige verkstedindustrien i Christiania kom nettopp fra jernverkene. Det samme var tilfellet ved Fabrikken ved Nidelven.¹⁵ Til denne delen av undersøkelsen har jeg tenkt å benytte mannskapslister, ligningsprotokollene, folketellingene og passprotokollene til politiet. Jeg har benyttet denne typen kilder fra Trondheim for å kartlegge arbeiderne ved Fabrikken ved Nidelven. Dersom det skulle vise seg at det er store huller i dette materialet for de tre jernverkssamfunnene går det an å bruke kirkebøker, fattigvesenets protokoller o.a., men dette vil være mer tidkrevende.

I tillegg ønsker jeg å undersøke arbeidsmiljøet og de holdningene som fantes til arbeidet ved disse verkene. Nes, Ulefoss og Fritzøe hadde et såpass bredt produksjonsspekter at ledelsen og formennene ikke hadde noen mulighet til å overvåke eller dirigere detaljene i de forskjellige arbeidsprosessene. Oppgavene krevde derfor både selvdisiplin og ikke minst en viss kreativ evne. Holdningen til arbeidet og til bedriften ble derfor svært viktig for hvordan og hvor raskt arbeidet ble utført. Her vil jeg tro at jernverkene skiller seg fra den mekaniske industrien. Der fikk man etterhvert et høyt konfliktnivå mellom arbeidere og ledelse, noe som var nesten ukjent ved de paternalistiske jernverkene i denne perioden.

NOTER

1. Kristine Bruland: "The Norwegian Mechanical Engineering Industry and the Transfer of Technology", i Bruland (red.): *Technology Transfer and Scandinavian Industrialization*, Oxford 1991.
2. Pål Thonstad Sandvik: *Fabrikken ved Nidelven 1843-76, mekanisk industri i en europeisk periferi*, Trondheim 1993, s.66-75 og 166-172.
3. Stein Tveite: "Kvifor gjekk dei norske jernverka under ?", i B. Berg (red.): *Wii Hans, 500 års norsk bergverksdrift*, Kongsberg 1991.
4. Fritz Hodne: *Norsk Økonomisk Historie*, Oslo 1981, s.54, Francis Sejersted: *Norges Historie, bd. 10, Den vanskelige frihet*, Oslo 1978, s.202, Hans Try: *Norges Historie, bd. 11, To kulturer - en stat*, Oslo 1979, s.202.
5. V. Eggertz: *Anteckn. u. tvenne resor 1847 och 1848 till de fornämste bergverken i Norge*, Jernkontorets Annaler, Stockholm 1849
6. *Beretninger om Kongeriket Norges Oeconomiske Tilstand 1831-1865* og Pål T. Sandvik, op.cit., s.45-48.
7. Reidar Omang: *Fritzøe, i slekten Treschows eie 1835-1935*, Oslo 1935, s.102.
8. *Beretning om Kongeriket Norges Oeconomiske Tilstand 1836-40*, s.28-30. Artur Attman: *Svensk Jern och Stål, 1800-1914*, Södertälje 1981, s.102.
9. Stein Tveite: op.cit.
10. Sidney Pollard: *The Peaceful Conquest*, Oxford 1981, s.185 og 233. Grete Wærnø (red.): *Fra arvefiende til samboer*, Stockholm 1990, s.69.
11. Sidney Pollard: *The Unbound Prometheus, the Industrialization of Europe 1760-1870*, Oxford 1981.
12. Sidney Pollard: *The Genesis of Modern Management*, London 1968, s.252.
13. Reidar Omang, op.cit.
14. Yngvar Hauge: *Ulefoss Jernverk 1657-1957*, Oslo 1957.
15. Jan Eivind Myhre: *Sagene, en arbeiderforstad befolkes 1800-1870*, Oslo 1978, Andreas Øhren: *Arbeidere ved Kværner Brug 1869-1885*, Oslo 1977, Pål Thonstad Sandvik, op.cit., s.167-68.