



Logistikk og Transport

- en detaljstudie av metallframstilling i
Midt-Norden i romertiden og folkevandringstiden



Joakim Aalstad Wintervoll

Masteroppgave i arkeologi ved institutt for Arkeologi,
historie, kultur - og religionsvitenskap (AHKR)

Universitetet i Bergen

Våren 2010

Innhold

Innhold	ii
Figurliste.....	iv
Tabeller.....	v
Forord.....	vi
1. Innledning	1
1.1 Tid, område og emne.....	1
1.2 Teknologi og <i>chaîne opératoire</i>	2
1.3 Problemstilling	4
1.4 Oppgavens struktur	5
2. Forskningshistorie og typeinndeling	7
2.1 Tidlig jernvinneforskning i Norge.....	7
2.2 Det arkeologiske syn på jernutvinning i Norge fra 1960	8
2.3 Faseinndelingen av jernvinnetylogien i Norge.....	9
2.4 Sentre i Trøndelag	11
3. Teoretisk tilnærming til teknologi og kunnskap	13
3.1 Teknologiske valg - et spørsmål om identitet	13
3.2 Jernvinneteknologi - en sosial prosess	15
3.3 Den tilgjengelige og den skjulte kunnskapen.....	17
3.4 Teknologi, økonomi og makt	20
4. Chaîne opératoire og landskapsanalyse	24
4.1 Chaîne opératoire i jernproduksjon	25
4.2 Arkeologiske flytkart - forskjellige oppsett	25
4.3 Landskapsanalyse som metode i jernvinna	28
5. Kulturminner i Trøndelag.....	29
5.1 Trøndelagsovn Type I	29

5.2 Jernlupper og andre ressurser	36
6. Det indre og nære i prosessen.....	42
6.1 Prinsippet bak Trøndelagsovn Type I	42
6.2 Konstruksjon av en ovn.....	48
6.3 Produksjonen i bevegelse	51
6.4 Hvordan forlattes produksjonsplassen?.....	54
7. Produksjonsplassen gjennom årstidene	58
7.1 Vinteren/våren - sesongen for trehogst?.....	58
7.2 Røstemalm - Det utslagsgivende produktet	62
7.3 Mat - Proviant og gilde.....	64
7.4 Avslutning av produksjonsrekken - en vurdering av kvalitet og kvantitet.....	68
8. Nord og Sør– komparasjon av to regioner	72
8.1 Senter, periferi og utmark.....	72
8.2 Utmarkas farer og frihet	78
8.3 Hvordan tar man seg frem?	80
8.4 En tung bær	82
8.5 Transport til sentrene og utover i regionen	84
9. Tanker om konklusjoner	88
9.1 Chaîne opératoire som metode	88
9.2 Jernproduksjonen	90
9.3 Jernprodusentenes relasjoner til andre grupper	92
9.4 Endring i teknologi, endring i oppfatning	94
9.5 Avslutning	95
Litteratur	96
Appendiks I - Utrekning av antall trær i Kap. 7	107
English Summary	108

Figurliste

Figurnummer	Beskrivelse	Type	Side
1.1	Oversiktskart, Trøndelag	Kart	6
4.1	Konseptforklaring	Flytkart	26
4.2	Konseptforklaring	Tegning	27
5.1	Prøveblestring med Trøndelagsovn Type I	Foto	30
5.2	Oversiktskart av utgravingen på Heglesvollen	Kart	33
5.3	Oversiktskart over Budalsdalen	Kart	34
5.4	Oversiktskart over Tovmoen	Kart	35
5.5	Jernluppene som er magasinert på Vitenskapsmuseet	Foto	37
6.1	Snitt av Trøndelagsovn Type I under blestringen	Tegning	43
6.2	Forklaring på hvor mange råjern som kan lagges i en Trøndelagsovn Type I i en blestring	Tegning	47
6.3	Oppstartfase, mikronivå	Flytkart	48
6.4	Eksperiment med tildekking av ovner	Foto	50
6.5	Produksjonsfasen, mikronivå	Flytkart	52
6.6	Forskjellige rosettmønster rundt Trøndelagsovn type I anlegg	Tegning	54
6.7	Avslutningsfasen, mikronivå	Flytkart	55
6.8	Komplet flytkart over mikronivå	Flytkart	57
7.1	Vinteren/våren, mesonivå	Flytkart	59
7.2	Røstemalmsproduksjon, mesonivå	Flytkart	63
7.3	Leirplass og kokegropsaktiviteter, mesonivå	Flytkart	65
7.4	Leireproduksjon og lagring av jernlupper, mesonivå	Flytkart	66
7.5	Avslutning av sesongen, mesonivå	Flytkart	68
7.6	Nærbilde av jernluppen fra Lomtjørnvollen	Foto	69
7.7	Komplet Flytkart over mesonivå	Flytkart	71
8.1	Oversiktskart over fylkesinndelingen i Trøndelag i middelalderen	Kart	73
8.2	Synslinjene til bygdeborgen på Singsås	Kart	75

Tabeller

Tabellnummer	Type	Side
5.1	Oversikt over jernlupper som er funnet i Trøndelag	39
7.1	Estimat over produksjonen på Heglesvollen	69
7.2	Estimat over produksjonen på Myrvollen	70
7.3	Estimat over produksjonen på Tovmoen	70

Bilde på forsiden: *Rekonstruksjon av avtrykket til en Trøndelagsovn Type I på Heglesvollen i Levanger, riktignok støpt i betong. Foto: Joakim Wintervoll.*

Forord

Denne oppgaven ville ikke ha vært mulig uten god hjelp og støtte fra mange parter, og jeg skylder dem alle en stor takk.

Først og fremst takk til Lars Erik Stenvik. Uten hans foredrag for bachelorstudentene ved NTNU, ville jeg kanskje aldri ha fått vite om og blitt inspirert til å skrive om disse mystiske Trøndelagsovnene. Det har også vært til stor hjelp at Lars tok på seg biveilederrollen, med nyttig litteraturforslag, bilder, figurer, innspill og kommentarer.

Takk til Ole Tveiten for at han alltid har hatt en åpen dør, en kopp pulverkaffe og mange interessante samtaler klar. Jeg må også takke Ole for at han tok seg tiden for å lese over oppgaven og for å komme med litteraturforslag.

Jeg må få takke Lars Erik Narmo og Knut Andre Bergsvik for å svare på spørsmål, og for å komme med kommentarer. Takk til Preben Rønne for at han ga meg informasjon om de nyoppdagede smieplassene på Singsås i Sør-Trøndelag og for å ha svart på mine spørsmål. Jeg må takke Kalle Sognnes for at jeg fikk lov til å låne figurene hans. Videre må jeg takke arrangørene for Jernvinnesymposiet på Kittilbu i Oppland for at de inviterte meg, som eneste masterstudent, til å møte de fleste innefor Nordisk jernvinneforskning. Det har vært svært nyttig for meg. Takk også til Magasinet på Vitenskapsmuseet for at de lot meg få se på materialet deres.

Takk til Joan Anders og Aud Randi Aas for at de lot meg bo hos dem under mitt feltarbeid i Trøndelag. Dere har vært til stor hjelp.

Takk til hele min elskede familie for den støtte dere har vist meg mens jeg har skrevet på denne oppgaven. Dere har kanskje ikke alltid forstått hva jeg har drevet med, men dere har alltid vist stor forståelse for mitt arbeid. Takk også til alle mine medstudenter, både de i Bergen og de i utlandet, som har gitt meg støtte og glede. Dere har blitt meg kjære venner.

Og sist, men på ingen måter minst, en stor takk til min veileder Randi Barndon. Hun har gått lenger enn det som har vært forventet av henne som veileder, ved alltid å være til hjelp med litteratur, råd, inspirasjon og pågangsmot. Jeg kan ikke ha hatt en bedre veileder enn deg.

Bergen, 14. mai 2010

J.A.W

1. Innledning

1.1 Tid, område og emne

I denne oppgaven vil jeg diskutere logistikk og transport knyttet til jernvinna i Norge og mer spesifikt i forhold til ovnsteknologien slik den er kjent fra før-romersk tid til folkevandringstid i trøndelagsområdet i Norge.

Trøndelagsovn Type I var en av mange ovnstyper i bruk under romertiden og folkevandringstid fra 350 f.Kr. til 600 e.Kr., etterfulgt av en utfasingsperiode i Norge som varte omkring hundre år og helt opp til omkring 700 e.Kr., når Type II ovnen blir den dominerende teknologien på landsbasis. Trøndelagsovn Type I er en relativt ny klassifisering av en ovnsteknologi innen jernvinnforskningen i norsk arkeologi. Den første jernvinna som ble klassifisert som en Trøndelagsovn Type I, ble funnet på Heglesvollen i 1982 (Farbregd 1985 et al.). Da man begynte å finne flere ovner av samme type på 1980- og 1990-tallet, innså man at produksjonsmaksimum for jernproduksjon i Midt-Norge må ha vært i romertiden (Stenvik 2005a:114-115). Produksjonen fra disse jernvinneanleggene har vært så stor at man innså at man måtte tilnærme seg fenomenet på en helt annen måte enn det man hadde gjort tidligere. Der den generelle norske arkeologiens tankegang har vært at jernproduksjon har vært en sidenæring, har man i Trøndelag indikasjoner på at et helt samfunn kan ha vært bygd opp rundt jernproduksjon (Stenvik 1994).

Trøndelagsovnene har blitt diskutert i tidligere publikasjoner hvor man hovedsakelig har fokusert på selve jernvinna og observasjoner på de nærliggende områdene rundt ovnen og hva slags prosesser som må til for at de skal fungere (Prestvold 1994, Berre 1998, 1999, Stenvik 1991a, 1991c, 1997, 1999, 2005a, 2005b, Rundberget 2002, Espelund 2008). Jeg vil i min oppgave forsøke å bygge videre på disse observasjonene og bruke det som grunnlag til å utdype effekten jernvinna hadde i en større sosial og samfunnsorganisatorisk sammenheng.

Trøndelagsovn Type I ovnen er funnet i Jämtland i Sverige og i Møre og Romsdal, Nord- og Sør-Trøndelag i Norge. Så langt er det registrert 350 lokaliteter (Stenvik *pers.med*). I det følgende er det særlig to lokaliteter, Heglesvollen i Nord-Trøndelag og Tovmoen i Sør-Trøndelag, som ligger i de trønderske fjellene som jeg skal se nærmere på (se Figur 1.1). Siden de endelige destinasjonene til jernprodusentene ligger ved Trondheimsfjorden, Verdal/Levanger-området i Nord-Trøndelag og Melhus/Orkdal i Sør-Trøndelag, vil fokuset på

et makronivå omhandle både Nord-Trøndelag og Sør-Trøndelag fylke. Ved å ta for meg to lokaliteter som altså ligger i svært forskjellige avstand fra sentrumsområdene vil jeg undersøke om man har møtt på de samme utfordringene, både naturlige og menneskelige med hensyn til transport og logistikk til og fra jernvinneanleggene. Jeg vil også forsøke si noe om hvilke løsninger som ble benyttet i møte med disse utfordringene.

1.2 Teknologi og *chaîne opératoire*

Teknologi er blitt definert som en del av et samfunns sosiale relasjoner og som noe som blir påvirket av både politikk, religion og etikk (Ingold 2000:314). Siden logistikk og transport også er en del av teknologibegrepet, kan flytting (transport/frakt) av råvarer, ressurser og videre, ferdigproduserte produkter over lange geografiske avstander også ha hatt sosiale og politiske konsekvenser.

I arkeologien har det vært en lang tradisjon innen teknologistudier å nettopp noe ukomplisert bare se på gjenstander som om de flytter seg fra punkt A til punkt B ”av seg selv”, uten at man spør seg hvorfor man har valgt akkurat denne transportruten eller hvilke utfordringer som denne transportruten eller valg av fraktrute representerer. Slik jeg ser det er transport det glemte leddet i den mer helhetlige produksjonsrekken i jernvinna. Lars Stenvik har diskutert hvordan distribusjonen av jernet som ble produsert i Trøndelag kan ha foregått (Stenvik 1991a, 1991c, 1997, 2005a) og Torkel Johansen (Johansen 2003) har sett på import av luksusvarer til Trøndelag fra Sør-Skandinavia i bytte mot jernprodukter. Men har imidlertid ikke forsøkt å gå i detalj i hvordan handlingsforløpet i selve transporten fra produksjonsplassen til en eventuell utseiling fra Trondheimsfjorden kan ha foregått.

Her er det viktig å skille mellom begrepene transport og logistikk. Transport er en fysisk handling, hvor man flytter objekter mellom to eller flere punkter i den fysiske og materielle verden. Logistikk på den andre siden er en mental aktivitet. Begrepet har sitt opphav fra det greske ordet *logistike*, som betyr å kalkulere (Kaegi 1993:39). Logistikk kan dermed beskrives som kunsten å beregne behovene for å gjennomføre fremtidlige handlinger og ta steg for å imøtekomme disse behovene. Disse behovene kan være bundet opp til transport, men transport er bare en enkelt del av logistikkberegningene til handlingsforløpet.

Mens logistikk har vært behandlet av militærhistorikere som har sett på temaet for Sør-Europa og enda til med fokus på jernalderen og middelalderen (for eksempel Lynn 1993, Roth 1999,

Bachrach 2002), så har man ikke forsøkt å applisere eller reflektere nærmere over dette innen de germanske områdene i samme periode. Slik jeg ser det er det likevel mulig å gi et estimat omkring logistikk i ”stumme samfunn” hvis man tar for seg detaljene i det arkeologiske materialet knyttet til produksjonsmetoden og produktet utvunnet i denne produksjonen, i mitt tilfelle, jernluppene.

I det følgende vil jeg derfor bruke begrepsrammeverket *chaîne opératoire*, som på norsk kan oversettes til handlingssekvenser. Det vil rett og slett si at jeg vil forsøke å kartlegge handlingsforløpet i jernproduksjonen knyttet til Trøndelagsovn Type I teknologien. *Chaîne opératoire* beskrives som en metode som analyserer en ordnet kjede av handlinger, oppførslor og prosesser i produksjonsprosessen, fra råmateriale til ferdig produkt (Renfew & Bahn 2000:566, Lemonnier 1993, Dobres 2000). Mens de fleste er kjent med at *chaîne opératoire* også har en teoretisk komponent, som for eksempel Marcel Mauss og André Leroi-Gourhans påstand om at teknologiske systemer også er en representasjon av samfunnets sosiale og kulturelle verdier (Barndon 2001:60), skal jeg i denne oppgaven fokusere på den metodiske delen av rammeverket og begrepet. Det betyr at man forsøker å rekonstruere handlingsforløpet, for så å utdype de meningsbærende elementene og de sosiale konsekvensene av systemet. *Chaîne opératoire* rammeverket, slik som Pierre Lemonnier formulerer det, bygger på antropologien (Lemonnier 1992,1993). Noe som impliserer at man fokuserer mye på handlinger og aktører, men ikke fullt så mye på den materielle kulturen eller produktene og restproduktene etter handlinger. Men *chaîne opératoire* bør også inkorporere det materielles plass i handlingsrekken. Dette fordi det er materielle levningene man studerer i en arkeologisk sammenheng.

Og for å finne denne sammenhengen mellom materialet og handlingsforløpet, må man studere både de historiske kildene knyttet til jernproduksjon (Engelund 2002, [Evenstad 1782] i Espelund 2008) og de etnografiske studiene på jernproduksjon (Barndon 1992, 2001, Haaland & Shinnie 1985, Haaland et al. 2002, Haaland 2004). Uten disse kildene ville man ha hatt liten eller ingen innsikt i hvordan en jernproduksjon kan ha vært organisert. I denne oppgaven vil jeg bruke skriftlige kilder og kilder fra etnografiske skildringer, som eksempler på hvordan og hvorfor man utfører enkelte steg i prosessen. Min interesse i disse kildene ligger i å finne tekniske eksempler for enkelte handlinger, og ikke å prosjektere ideologien og symbolikken til for eksempel Pangwaene og Fipaene i Tanzania på jernprodusentene i romertidens Trøndelag (Barndon 2001).

Likeså er det også viktig å finne relasjonen mellom jernvinna og landskapet den befinner seg i, slik at *chaîne opératoire* får en relevans i forhold romlig organisering og lokaliseringen til jernvinna. Dette innebærer ikke bare en geografisk redegjørelse for landskapet, jeg vil derfor foreta en landskapsanalyse for Trøndelag og se på samtidige kulturminner til jernvinna slik som f.eks. gårder, gravhauger og smier, og undersøke om det kan være en relasjon mellom dem.

Bernt Rundberget anvendte et *chaîne opératoire*-perspektiv på jernvinna i Trøndelag og Jämtland i sin hovedfagsoppgave fra NTNU i 2002 (Rundberget 2002). Men hans tilnærming og analyse er særlig fokusert rundt selve jernvinna og tar ikke for seg områder utenfor selve produksjonsplassen (*ibid*:98-100). I hans avsluttende kapittel påpeker han imidlertid at det neste steget må være å bruke *chaîne opératoire* med fokus på totaliteten ved jernframstillingsanleggene og at dette oppnås ved et utvidet skjema (*ibid*:103). Det er dette som jeg prøver å oppnå i det følgende fordi *chaîne opératoire* har et potensial til å være systematisk, og for å framstille prosesser og handlingssekvenser detaljert.

I denne oppgaven skal jeg altså bevege meg utover selve jernvinna og se på flere nivåer der man kan anvende et *chaîne opératoire*-rammeverk. Dette oppnås ved å kombinere *chaîne opératoire*-tilnærmingen med et mikro-, meso- og makroperspektiv på jernframstillingsprosesser. Mikronivået vil jeg definere som arbeidsområdet rundt en enkelt ovn, mesonivået er hele produksjonsplassen, mens makronivået er regionene Nord- og Sør-Trøndelag. Fokuset ligger på logistikken og transporten mellom de ulike nivåene.

1.3 Problemstilling

Slik sett er det i min tilnærming til teknologi og håndverk parallellt til den svært detaljerte dr. art avhandlingen til Harald Bentz Høgseth (Høgseth 2007), hvor han behandler håndverkstradisjonen til bygningstømrere på en grundig og teknisk måte. Høgseths utgangspunkt er at mye av kunnskapen i håndverk er taus, men gjennom å studere teknikkene i detalj og både visualisere og regissere dem, kan man bedre forstå og dokumentere aktørens tause kunnskap.

Målet med gå så detaljert inn i produksjonsmetoden og handlingsforløpet, er å finne aktørens perspektiv. Slik sett vil jeg være mer opptatt av gruppen med håndverkere og deres forhold til

andre grupperinger i samfunnet sitt (eliten, lokalhøvdinger, andre lag med håndverkere, etc.), enn Høgseth og hans detaljerte studier av håndverk på individnivå (*ibid*).

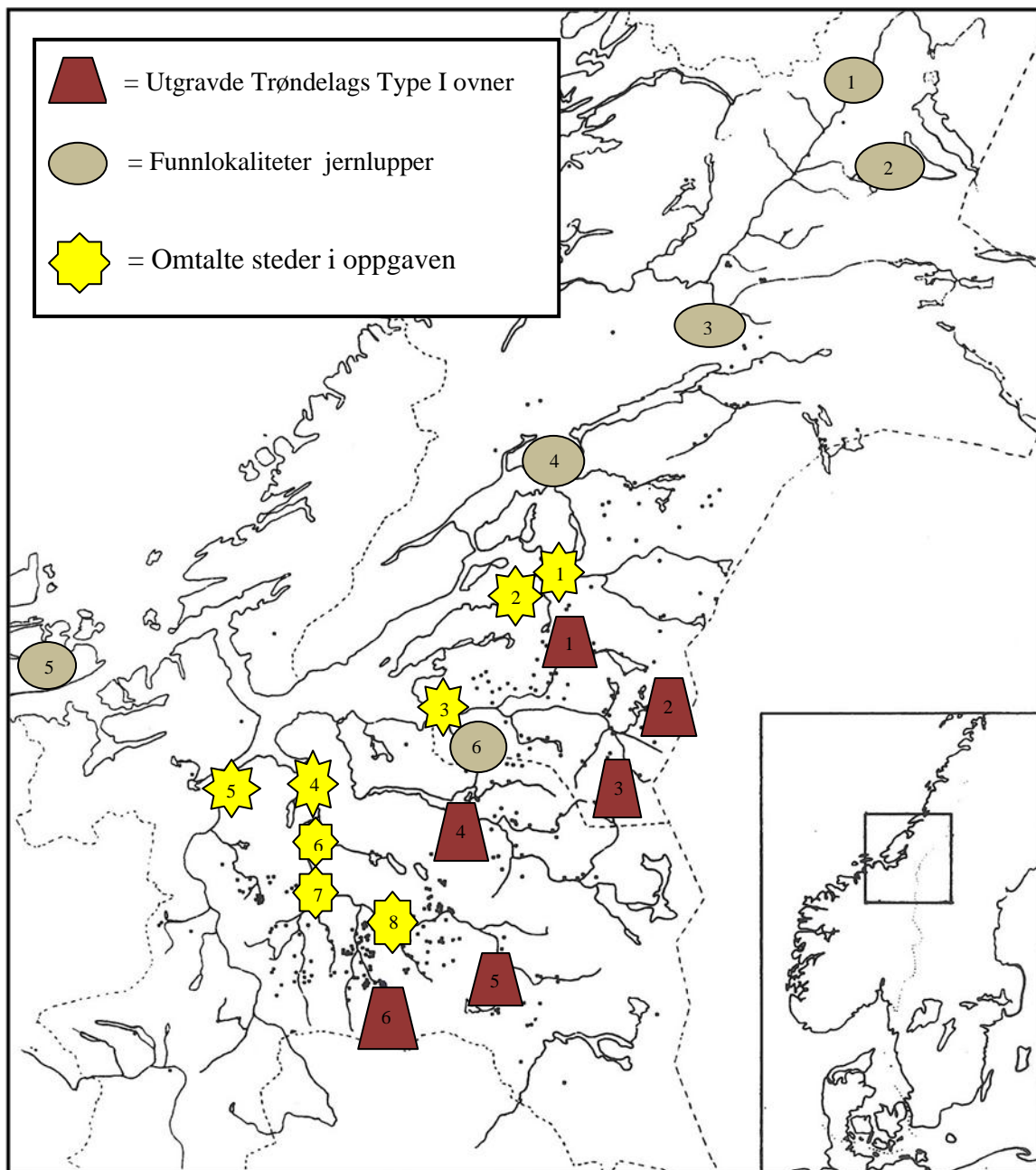
Et sentralt spørsmål blir da, siden folkevandringstid medfører en endring i jernvinneteknologien og kunnskapsspredningen omkring jernvinneteknologien: kan man da formulere en endring også i de sosiale relasjonene?

I denne oppgaven har jeg en todelt problemstilling: Først og fremst vil jeg gi et estimat over jernproduksjonen med Trøndelag Type I ovn på et mikro, meso og makro nivå, for så å kunne si noe om den materielle og sosiale utfordringen knyttet til transport av jernlupper mellom (produksjonssted) utmark, innmark og gårdene (se Ingvild Øye 2005:9-10). Her bruker jeg Eva Svenssons tredelte definisjon på utmark (Svensson 1988:10), 1) som en del av agrarsystemet der innmarka og gården samhandler, 2) som boplass i marginalområde eller kolonisasjonsområde med en egen kulturell identitet og økonomisk system, 3) eller utmarka i større perspektiv, som del av sentralområde sine maktområder/interessesfærer. Det er først og fremst punkt en og tre jeg skal fokusere på.

Jeg vil deretter sammenligne perioden med Type I-teknologi og perioden med Type II-teknologi og jeg vil forsøke å gi en forklaring på hvorfor endringen oppstod, og hva det innebar for jernprodusentene.

1.4 Oppgavens struktur

Oppgaven er delt inn i 9 kapitler. Etter en kort redegjørelse for norsk arkeologiske forskningshistorien knyttet til jernvinna, en kort forklaring på typeinndelingen av jernvinneperiodene og en detaljert forskningshistorie om tolkningen av Trøndelagsovn Type I. I kapittel 3 vil jeg redegjøre for teorier omkring kunnskapsspredning, etnografiske studier av jernproduksjon og smedenes samfunnsrelasjoner (posisjon i samfunnet) og dessuten jern som en økonomisk ryggrad i et pengeløst samfunn. Kapittel 4 behandler *chaîne opératoire*, men hovedsakelig ut i fra hvordan tilnærmingen kan anvendes metodisk. Kapittelet omhandler også landskapsanalyse. Kapittel 5 vil redegjøre for det empiriske grunnlaget og gi en oversikt over funn og lokaliteter benyttet i oppgaven. Kapitel 6 ser på mikronivået, kapittel 7 ser på mesonivået og kapittel 8 vil til slutt se på makronivået i forbindelse med jernproduksjonen med Trøndelagsovn Type I.



Figur 1.1: Oversiktskart over steder og funnlokaliteter som omtales i oppgaven.

Ovner: 1)Heglesvollen, 2)Myrvollen, 3)Stordalen, 4)Østrungen, 5)Vårhusvollen, 6)Tovmoen.

Jernlupper: 1)Myrmoen, 2)Tunnsjøen, 3)Godejord, 4)Egge, 5)Akset,6)Lomtjørnvollen.

Steder: 1)Verdalen, 2)Levanger, 3)Stjørdal, 4)Gimsan, 5)Orkdal,6)Foss/Horg, 7)Støren, 8)Singsås.

Fig. 1.1. Etter Lars F. Stenvik (1997).

2. Forskningshistorie og typeinndeling

2.1 Tidlig jernvinneforskning i Norge

Interessen for de gamle jernutvinningsmetodene i Norge begynte da man på 1700-tallet skulle etablere en ny stålindustri ([Evenstad 1782] i Espelund 2008). Den gamle produksjonsmetoden var bevart hovedsakelig i innlandsdaler og skogsområder, hvor bøndene hadde arbeidet med jernproduksjon som en sekundærnæring. Disse produksjonsmetodene ble dokumentert av forskere på denne tiden og det mest kjente verket ble skrevet av Ole Evenstad i 1780-årene (*ibid*). Det ble derimot ingen vitenskapelige undersøkelser av ovnene siden man på denne tiden manglet metoder for å utføre slike studier.

De første utgravingene av jernvinner i Norge skjedde først i 1909 ved Etne i Hordaland av Haakon Shetelig, men han var ikke den første som gikk vitenskapelig til verks med å undersøke jernutvinning i Norge (Shetelig 1910). Pionerene var ikke en gang utdannede arkeologer, men amatører med bakgrunn i andre yrker. De tre som skiller seg mest ut var Ivar Kleiven, en bonde og lokalhistoriker, en prest med navn Olaf Olsen og læreren Torje Nilsen Holme. De ville bygge opp en oversikt over jernutvinning i Norge, med utgangspunkt i Evenstadkildene (Narmo 1996b:4), sagalitteratur, lovskrifter, stedsnavn og egne undersøkelser. Det var faktisk ikke før etter at Shetelig leste Kleivens artikkel om jernblestring i Gudbrandsdalen at han forstod hva han egentlig hadde funnet ved sin utgraving i 1909 (Rundberget 2002:6).

Selv om det arkeologiske miljøet i Norge i 1920-årene anså jernutvinning som en viktig del av norsk arkeologi, ble dette feltet nedprioritert på grunn av mangel på ressurser (Stenvik 2003:122). Dermed gikk initiativet til forskere med mer tekniske innsikt innenfor metallurgien. Selv om det var sporadisk interesse blant arkeologer innefor faget i perioden 1930-1960, var det først og fremst forskere med naturvitenskapelig utdanning som var den virkelige autoriteten på jernutvinning. Denne metallurgiske og geologiske forskningen i norsk arkeologi har mest sannsynlig vært under påvirkning fra svenske og danske forskere fra samme periode (Narmo 1996b:6). I Sverige har det tekniske aspektet ved arkeologi alltid stått sterkt og det vedvarer i dag ved institusjoner slik som *Geoarkeologisk Laboratorium* (GAL) i Uppsala og *Järnkontoret* i Stockholm, som er det ledende sentret innefor arkeometallurgisk forskning i Skandinavia (Engelund 2002:61-62, Stenvik 2003:122).

I Norge har den tekniske retningen innenfor jernvinningsforskning vedvart helt opp til moderne tid med kjemikeren Anna M. Rosenquist og metallurgene Arne Espelund ved Norsk teknisk og Naturvitenskapelige Universitet (NTNU), og Sigmund Jacobsen ved Universitetet i Oslo (UiO), som har belyst de kjemiske og metallurgiske prosessene innenfor jernutvinning (Rundberget 2002:10).

2.2 Det arkeologiske syn på jernutvinning i Norge fra 1960

Det var ikke før etter at man fikk mer nøyaktige dateringsmetoder på 1960-tallet, kombinert med massive utbygninger av hydroelektriske kraftverk i Sør-Norge, at arkeologene begynte å få sitt eget perspektiv på jernutvinning. Mens teknikerne kunne gi mange svar knyttet til det metallurgiske og det tekniske, var det fremdeles et mer åpent spørsmål hvordan jernvinna kunne settes inn i en økonomisk og sosial kontekst (Rundberget 2002:7). Dette var arkeologiske spørsmål som bare arkeologer kunne svare på.

Arkeologene forventet at dateringen skulle bekrefte at jernproduksjonen i Norge skulle vise et maksimum i vikingtiden og middelalderen. De tidligste dateringene som ble gjort støttet opp under denne antagelsen (Martens 1972). Men det ble satt spørsmålsteget ved dette når Arne B. Johansen fant produksjonsplasser ved Sysendalen i Eidsfjord i Hordaland. Disse anleggene ble datert til romersk jernalder, stikk i strid med de tidligere forventningene. Teknologien var annerledes og mengden med slagg var mye større enn det som skulle komme etter. Det var først med oppdagelsene av Trøndelagsovnene i Midt-Norge, som ble gjort med Ivar Berre, Oddmunn Farbergd, Lil Gustafson og Lars Stenvik i spissen på 1980-tallet, at man forstod at produksjonsmaksimum må ha vært i eldre jernalder (Farbergd 1984 et al., Stenvik 2005a:115).

Siden den post-prosessuelle arkeologien for alvor ble gjeldene i norsk arkeologi på 1980-tallet, har det utviklet seg flere retninger i forhold til hvordan man skal tilnærme seg metallurgistudier og jernvinna. Generelt sett kan man si at det har utviklet seg tre ulike tradisjoner innenfor jernutvinningsforskning, fordelt mellom de tre universitetene i Oslo, Bergen og Trondheim (Stenvik 2003:131). Ved Universitetet i Oslo (UiO) har man sett på jernutvinning i forbindelse med boplasser og økonomi, ledet av Irmelin Martens, Jan Henning Larsen og senere Lars Erik Narmo. Ved Universitetet i Bergen (UiB) har man hatt et mer antropologisk fokus, ved Randi Håland (1985) og senere Randi Barndon (2001) som har

foretatt etnografiske og etnoarkeologiske undersøkelser i Afrika sør for Sahara. Ved Norsk Teknisk og Naturvitenskapelig Universitet (NTNU) er fokuset delt mellom det metallurgiske aspektet med Arne Espelund (2008), og det sosial og økonomiske aspekter med Lars Stenvik (1991a) og senere Bernt Rundberget (2002).

2.3 Faseinndelingen av jernvinnetypologien i Norge

Man har delt inn norsk jernvinnehistorie i tre faser, som først ble formulert av Arne B. Johansen etter hvilken type ovn som ser ut til å ha vært den mest dominante i hver enkelt periode (Johansen i Tveiten 2005:17). I den første fasen, som omfatter hele den eldre jernalder fra perioden 500 f.Kr til 500 e.Kr, har vi tre typer ovner i Norge, Ia, Ib og *snorupovnen* (Rundberget 2007). Lokalitetene som disse ovnene er blitt funnet på er enten på høydedrag eller ved elveskrenter (Tveiten 2005:19). Unntaket er *snorupovnen* som man hovedsakelig finner igjen på flatmark, oftest på sandgrunn.

Ia er Trøndelagsovnen som denne oppgaven omhandler, er funnet i kjerneområdene i Trøndelag, men også i Jämtland og enkelte steder i Møre og Romsdal (Stenvik 1991a, Rundberget 2002, Tveiten 2005). Man har ikke funnet noen kullgroper for produksjon av trekull på eller i nærheten av lokalitetene (Stenvik 1999:78), og derfor mener man at de brukte ved som brensel. Traktformen på sjakta til Ia, bruk av ved som brensel, kombinert med at ovnene aldri opptrer alene på en lokalitet, har ingen sidestykker i Europa hvis man går etter Radomír Pleiners skildringer av europeisk jernproduksjonsovner (Pleiner 2000). En mer detaljert beskrivelse av Ia vil bli gitt i kapittel 5 (s.29).

Ib er en samtidig ovnstype som Ia, også kalt Østlandsovnen. Denne ovnstypen er blant annet funnet i forbindelse med Dokkfløyundersøkelsen i Oppland på slutten av 1980-tallet (Narmo 1996b, Espelund 2008: 86-87, Rundberget 2007:20). Etter Dokkfløysundersøkelsene har man funnet flere ovner av samme type med et spredningsområde fra det indre Østlandet og nedover til Sør-Norge og inn i deler av Vestlandet (Bjørnstad 2003:63). I likhet med Trøndelagsovnen var Østlandsovnen en sjaktovn med slaggrøp og den opererte med ved som brensel, men uten mulighet til å fjerne slagget etter hver smelting. Derfor måtte man rive sjakta etter hver smelting for å komme til jernet i bunnen av gropa (Espelund 2008:87). Karakteristisk for denne ovnen er at det ble veldig store slaggblokker i sjakta, som måtte

trekkes opp og fjernes for å komme til jernet. Disse kunne veie opp mot 400 kg. Etter at jernet ble hentet ut, bygget man en ny sjakt over den samme gropa (Stenvik 1999:78).

Snorupovnen er den samme type ovn som man finner i Danmark og de germanske områdene i Europa (Pleiner 2000:70). Denne ovnen var mye mindre enn de andre to ovnstypene vi finner i Norge i samme tidsperiode: Den var ca 40 cm i indre omkrets (Tveiten 2005:18), og var en sjaktovn med slagdrop uten mulighet til å fjerne slagget før etter at smeltingen var gjennomført. Akkurat som Østlandsovnen måtte man rive sjakta for hver smelting. Men i motsetning til Østlandsovnen bygget man opp ovnen over en ny grop for hver smelting.

Snorupovnen har blitt funnet spredt utover i Sør-Norge, blant annet på Eg utenfor Kristiansand, i Rogaland og Agder, og på Løten og Åker i Hedemark (Rundberget 2007:21).

Fase II preges av at en ny ovnstype oppstår i yngre jernalder og middelalder, altså 600 - 1300 e. Kr. Den hadde en spredning over hele Norge, selv om det var lokale variasjoner til utforming (Bjørnstad 2003:70, Tveiten 2005:18). Lokalitetene ovnen finnes igjen på viser også stor geografisk variasjon mellom hver enkelt lokalitet. Generelt sett så kan man si at man finner dem igjen på tørre flater i nærheten av myrområder med forekomster av jernmalm (Tveiten 2005:20).

Dette var en ovn med slagavtapping, som gjorde at man kunne tappe ut slag på bakkeplan når man var ferdig med å smelte. Den brukte også trekull som brensel, i motsetning til ved som man brukte i fase I, og man brukte blåsebelg i motsetning til naturlig trekk (Espelund 2008:146). Med en indre diameter på ca 50 cm, var den noe mindre enn ovnene fra fase I (Stenvik 1991c:23). Stenvik mener også at Type II ovnen var adskillig enklere å håndtere enn Type I ovnene og man trengte dermed bare et par mann til å drive prosessen.

Fase III, også kalt Evenstadovnen, var i bruk etter det 14. århundre og opp i det 18. århundre (Tveiten 2005:19). Den er lite utforsket, men godt beskrevet i skriftelige kilder som Ole Evenstad ([1782] i Espelund 2008). Evenstadovnen ble også drevet med belger som i fase II, men med disse ovnene går man bort fra å bruke trekull som i fase II og bruker heller ved som brensel som i fase I. Fase III ovnene er også blitt konstruert kraftigere med murstein inni sjakta og lafting rundt ovnen (Espelund 2008:78-79).

Trenden man ser med utviklingen av ovnstypene, er at det finnes mange forskjellige typer innenfor begrensede områder i Norge opp mot merovingertiden. Mens etter merovingertiden er det hovedsakelig bare en enkelt type som er dominerende over hele landet.

2.4 Sentre i Trøndelag

Flere hovedfagsoppgaver har tatt utgangspunkt i Trøndelagsovnene (se f.eks. Prestvold 1994, Rundberget 2002, Johansen 2003, Nordlie 2009), mest kjent er Bernt Rundberget (2002) og Kristin Prestvold (1994). Rundberget gir en mer teknisk analyse av ovnene, mens Prestvold argumenterer for at jernvinna var del av et økonomisk system styrt av en maktelite i Trøndelag, som hadde kontroll over de mest fruktbare jordbruksområdene og som brukte jernet for å tilegne seg andre verdier, hovedsakelig romerske importvarer.

Det er blant annet konklusjonene fra disse to hovedoppgavene som jeg vil bygge videre på i denne oppgaven. Prestvolds problemstilling fokuserer på å forklare hvorfor vi ser så store variasjoner i jernproduksjon i løpet av før-romersk og romersk jernalder (1994:11). Hun konkluderer ut i fra gravfunn og bygdeborger, at romertidens Trøndelag har hatt en etablert maktelite som var sentralisert rundt de fruktbare jordbruksområdene i Nord-Trøndelag. Denne makteliten har hatt kontroll over jernproduksjonen i de innlandske trønderområdene og brukt jernet som ble produsert til å tilegne seg importvarer fra kontinentet. Variasjonene i jernproduksjonen, i følge Prestvold, kommer av endringer i de sosiopolitiske forholdene både i trøndelagsregionene og i det øvrige Europa (Prestvold 1994:129-132).

Prestvold hevder at jernproduksjonen ikke bare har hatt en ren økonomisk hensikt, i samme forstand som den moderne tids økonomiske profittmaksimering. Hun hevder snarere at jernet har vært produsert i forbindelse med religiøse, sosiale, politiske og økonomiske faktorer i samfunnet i Nord-Trøndelag, kort sagt at hensikten med økonomien har vært status og identitetsbygging. Jernet har hovedsakelig blitt brukt til våpenproduksjon. Noe som har variert alt etter hvor mye konflikt og stridigheter som har foregått både i Trøndelag og på kontinentet. Stenvik argumenter for at slaggmengdene og antall ovner som er registrert antyder at jernproduksjonen overstrider det lokale behovet for jern i Trøndelag mangfoldige ganger (Stenvik 1997). Dermed må man også anta at det sosiale nettverket, som Prestvold mener var etablert i Trøndelag, må ha hatt en involvering med det som skjedde utenfor Trøndelags grenser.

Rundberget derimot er mer opptatt av de teknologiske begrepene rundt jernvinna. Han diskuterer jernvinna som et sett av teknologiske valg som blir gjort som en del av samfunnet og ikke som en selvstendig entitet. Han er kritisk til at før-moderne teknologi skal gis de samme begrepene som vi benytter i den moderne vestlige verden, men og argumenterer heller for at man skal se teknologien fra et mer hermeneutisk perspektiv. Han henter også

inspirasjon fra de etnoarkeologiske tradisjonene fra Universitetet i Bergen, særlig fra Randi Barndon (2001) og Randi Håland (Haaland & Shinnie 1985), når han prøver å forklare hvordan ikke-industrielle samfunn oppfatter hva som skjer under fremstillingsprosessen av jern (Rundberget 2002:50-63).

Teknologien må forstås ut i fra hvilken virkelighetsoppfatning samfunnet hadde om den kosmologiske ordenen (Rundeberget 2002:5). Det betyr at man må tilrettelegge for at rasjonaliseringer, valg og handlinger som aktørene gjorde i fortiden ikke er de samme som hyperrasjonelle mennesker i dag ville ha gjort. For dem vil faktorer som magiske, åndelige og sosiale tributter og gaver til forfedre eller guder og ånder ha vært viktig ut ifra deres virkelighetsoppfatning. Tributt i denne sammenhengen forstås som en gave eller avgift som man betaler til åndevesener for beskyttelse og for å ære åndene. Dette må ikke forveksles med tributter som omtales senere i denne oppgaven, som da skal forstås som gaver eller avgifter som man betaler til andre mennesker for beskyttelse og for å ære dem.

Han peker på at i forbindelse med utgravingene i Meråker har man funnet store hellesteiner, som har blitt lagt i slagg-gropen på to av ovnene på anlegget i Stordalen etter at produksjonen hadde opphørt (Rundberget 2002:92-95). Dette mener Rundberget er en handling som er blitt utført for å "hermetisere" ovnen, nærmest for å skjule at det har skjedd noe inne i den. Han konkluderer med at personene som drev på med jernproduksjon i Trøndelag, var mennesker som hadde en viss form for hemmelighetsholderi.

Rundberget bruker også *chaîne opératoire* (Rundberget 2002:43), som han oversetter som kjedede handlingsrekker, men som jeg velger å kalle handlingssekvenser.

Rundberget setter opp en flytkart over de behov som en jernproduksjon har (Rundberget 2002:98- 99). Dette diagrammet blir etter mitt syn noe for generelt. Han vurderer ikke mengde råstoff man trenger eller tidsbehovet for enkeltdeler av prosessen og den samlede prosessen. Han tar bare for seg prosessen på selve produksjonsplassen, men ikke hvordan materialet, produkter og mennesker kommer seg til og fra produksjonsplassen. Slik jeg ser det, gir dette bare et bilde av prosessen på mikronivå, uten å gå inn på hvordan teknologien også fungerer på et meso- og makronivå.

3. Teoretisk tilnærming til teknologi og kunnskap

Teknologi i det moderne samfunn ses ofte på som noe isolert, utenfor konteksten av politikk, sosial organisasjon, tro og verdier. Marcia-Anne Dobres har påpekt at dette modernistiske, maskinelle og kapitalistiske synet på teknologi har blitt prosjektert på forhistoriske samfunn (Dobres 2000:10-11). Dette har gitt oss et bilde av hvordan vi vil at fortiden skal være og ikke nødvendigvis et bilde av fortiden som den var. I det følgende vil jeg ha som utgangspunkt at teknologi er et totalt sosialt fenomen (se f.eks. Pfaffenberger 1988, Lemonnier 1993, Dobres 2000, Barndon 2001, Rundberget 2002, Eriksen 2004). Det betyr at teknologi er en sosial konstruksjon som må ses i lys av det samfunnet som den er en del av (Pfaffenberger 1988:240). Et teknologisk fenomen eller en teknologi kan med dette perspektivet derfor ikke overleve i et gitt samfunn uten sosial aksept fra utøverne av teknologien. Ved å studere teknologi kan man derfor si noe om også de ideologiske og sosiale valgene til menneskene som brukte teknologien.

3.1 Teknologiske valg - et spørsmål om identitet

Ser man på tidligere teorier omkring hvorfor og hvordan fortidens mennesker gjorde sine materielle valg, har det også vært en diskusjon om mennesker i det hele tatt *har* et valg. Som Bjørnar Olsen påpeker mente de tidlige kulturarkeologene, "objektivistene", med ideologier som funksjonalisme, strukturalisme og marxistisk arkeologi, at den materielle kulturen, teknologien og produksjonsmetodene styrte menneskets liv og handlinger nærmest som en usynlig hånd (Olsen 2002:159, Eriksen 2004:255-256). Kritikerne mot "objektivistene", som Olsen kaller "subjektivistene", mente at "objektivistenes" ideologier innebar at mennesket var helt uten kontroll over sin egen hverdag og at man ikke var interessert i mennesket "bak" gjenstanden, men heller systemer og strukturer (*ibid*). Olsen trekker fram Fredrik Barth, Max Weber og Ian Hodder som pådrivere for et aktørorientert samfunn som formes av menneskers bevissthet og klare hensikt med sine valg (Olsen 2002:160-161). Det ble også en strid mellom de prosessuelle og de post-prosesuelle arkeologene på 1980-tallet om hvorvidt mennesker hadde til hensikt å være profittmaksimerende eller kulturfiltrerende. De prosessuelle arkeologene var av den oppfatningen at mennesker tok rasjonelle valg med bakenforliggende rent økonomisk og energisparende motiver (*ibid*). Dette ville for teknologien innebære at all teknologisk endring ville forekomme hvis en ny teknologi medførte økonomisk gevinst ovenfor den gamle teknologien, enten i form av spart energi, tid eller ressurser. De post-

prosessuelle arkeologene derimot, med Ian Hodder i spissen, mente derimot at det "rasjonelle" valget var kulturelt avhengig og kulturen fungerte som et filter for hvordan mennesket oppfattet verden. De teknologiske valgene ville dermed være avhengige av hvilke konsekvenser teknologien ville ha for individets status i en gruppe og om individet selv godtok denne statusen. Dette innebærer at samfunnet selv blir en treghet som bevarer brukstiden til en teknologi, hvor teknologien er med på å definere individets posisjon i samfunnet.

Men ingen kan velge sine foreldre og heller ikke hvilke samfunn man fødes inn i. Fra fødselen av vil man være påvirket av andre menneskers valg. Det er dette sosiologen Anthony Giddens forsøker å få frem når han med sin struktureringsteori kombinerer subjektivismen og objektivismen (Giddens 1979, 1984). I følge struktureringsteorien bruker individet det kulturelle filteret for å ta avgjørelser. Dette filteret er derimot ikke noe som individet har konstruert helt på egen hånd, men noe som formes av valgene til mennesker som lever sammen med individet og av menneskene som levde før. Ifølge struktureringsteorien har mennesker et valg som kan påvirke samfunnet rundt, men disse valgene kan ha uforutsette konsekvenser som kan forplante seg videre opp i samfunnet (Olsen 2002:165-166). Et individs valg vil dermed påvirke valgene til andre mennesker, samtidig som individet blir påvirket av andres valg noe som fører til en reproduksjon av institusjoner og et mønster (Tveiten 2005:14). På den måten ligner struktureringsteorien til Giddens mer på objektivistiske teorier som marxisme, siden individet utelukkende tar valg som faller innenfor rammen til individets kultur. For hvordan kan man da se på teknologi som en del av samfunnet og strukturer? Ifølge Giddens struktureringsteori blir teknologi en konsekvens av samfunnet, uten at teknologien kan påvirke den andre veien. Teknologien blir dermed redusert til en passiv komponent innenfor samfunnet rammer, istedenfor å være med på å definere samfunnets rammer.

Bernt Rundberget har definert teknologi som følgende:

"Teknologi er et uttrykk for menneskets kunnskap og handling av enhver sort, på eller med et materiale, med bakgrunn i samfunnets sosiale relasjoner" (Rundberget 2002:40)

Dette er en god definisjon, men jeg vil tilføre ett aspekt, for teknologi kan også beskrives som en del av samfunnets eller aktørers identitet (Dobres 2000:100-103). Teknologi er et valg som vi tar, ikke bare for å hjelpe oss selv i hverdagen, men det er også og samtidig et symbol for å uttrykke noe om oss selv og vår kultur (Mahias 1993:177). Mennesker i samfunn/kulturer

eksisterer ikke i et vakuum, men har nesten alltid kontakt med mennesker tilhørende andre samfunn og andre kulturer. Så selv om ett individ handler innefor rammene til sin kultur i sitt samfunn, i tråd med Giddens struktureringsteori, velger de fleste individer fremdeles og likevel å forbli innefor sin kjente kultur når de blir konfrontert med alternativer. I krysninger mellom kulturer (eller samfunn), hvor struktureringsteorien hevder at det skal oppstå endringer og brytinger av mønstre (Giddens 1984:244), ser vi snarere at aktørene innenfor de møtende samfunn holder på sin kulturelle valg eller forsterker dem. Giddens, slik jeg ser dette, tar ikke høyde for at samtykke også er et aktivt og bevisst valg og at det finnes mer enn én måte å reagere på konsekvensen av andres valg. Når mennesker tar de samme kulturelle valgene som sine forfedre, er det et aktivt valg for å bevare noe de kjenner seg igjen i. Det blir til et spørsmål om identitet. Dette gjelder dessuten like mye i fortidens samfunn som det kan sies å gjøre i det moderne samfunn. Dermed blir tegn på et frivillig skifte av teknologi innen et samfunn også et tegn på eller en indikasjon på et større sosialt paradigmeskifte innenfor samme samfunn. Likeså kan et ufrivillig teknologiskifte, eller innføringen av en ny teknologi med uforutsette konsekvenser, også medføre en omvelting av fastsatte paradigmer innenfor samfunnet. Paradigmer, slik jeg bruker begrepet her, er knyttet til at teknologi må ses som del av det totale sosiale systemet i et samfunn. Et kjent eksempel er Lauriston Sharps beskrivelse at innføringen av ståløkser blant Yir Yoront-folket i Australia. De nye ståløksene brøt ned den tradisjonelle samfunnsstrukturen til Yir Yoront og maktgrunnlaget til patriarkene gikk tapt (Sharp 1952). Identitet vil ikke bare påvirke sluttproduktet i en teknologisk prosess, men vil også påvirke samtlige steg i prosessen fram til det endelige produktet (Dobres 2000:118). I den forstand blir det slik at normene i et samfunn ikke bare påvirker hva som produseres, men også metoden som brukes og oppfatningen av aktøren selv i den teknologiske prosessen.

3.2 Jernvinneteknologi - en sosial prosess

Man kan ikke "jukse" til seg resultater i jernproduksjon. Smibart jern lages når temperaturen ligger mellom 1350°C og 1500°C, alt etter hvor mye karbon som er med i jernet i reduksjonsprosessen (Espelund 2008:98). Dette avgjør også om det blir mykt jern eller stål. Mykt jern har 0-0.3 % karbon i seg og stål har over 0.4 %. Støpejern har over 4 % karbon, som gjør det til et veldig sprøtt metall. Resultatene avhenger av kunnskapen som aktøren har om metallens natur, kunnskap om hvordan blesterovnen fungerer og videre hvordan man vurderer kvaliteten på råvarene som brukes til jernproduksjonen. Videre beror det på

kunnskap omkring hvor mye av råvarene man trenger, hvordan man sikrer kvaliteten på produktet under produksjonen og hvordan man ser kvaliteten på det ferdige produktet. Kort sagt, man kan ikke produsere jern uten å vite hva man driver med. Men hvorfor resultatet blir som det blir, avhenger ikke nødvendigvis av ens kunnskap om det periodiske system (Barndon 2001:92).

Det som er viktig å forsøke å gripe eller forstå omkring fortidens menneskers holdning til teknologi, er at de nok ikke har hatt den samme oppfatningen av teknologi som den moderne vitenskapen har (Ingold 2000:314). Den vitenskapelige metoden, som systematiserer tenkingen og framgangsmåten til utøveren på en objektiv måte, er en relativt moderne ide som først oppsto på slutten av 1700-tallet (Dobres 2000:57, Barndon 2001:54-55). Dette betyr ikke at fortidens aktører manglet et meningsfylt logisk system for å forstå hvordan verden fungerte, men at denne logikken ikke benytter seg av det samme språket og de samme symbolene som vårt eget system (Barndon 2001:57). Hvordan den kjemiske prosessen utføres for å produsere et effektivt resultat er statisk, i den forstand at atomer vil reagere likt uavhengig av hvem som behandler dem. Forklaringene på hvorfor prosessen fungerer i det hele tatt, kan variere fra de forskjellige verdensoppfatningene (se også Anfinset 1999). Så lenge funksjonsforklaringen hjelper aktøren å produsere et velegnet resultat, på en slik måte som gir mening til aktøren, er den eneste grunnen til at aktøren eventuelt ville trenge en ny forklaringsmodell at han vil oppnå noe nytt og ved at han innser at gamle forklaringer ikke er tilstrekkelig. Man kan definere den nødvendige kunnskapen som trenges for et håndverk som todelt (Jørgensen 2003:31, Høgseth 2007:33), hvor man på den ene siden har ferdigheter (kunnen) knyttet til handlingsprosessen, mens man på den andre siden har forståelse av prosessen på et teoretisk plan (viten). Mens ferdigheter omhandler kunnskap om praktiske gjøremål og formgiving i prosessen, innebære viten for de "innvidde" at de vet mye om den historiske utviklingen, geografiske variasjoner, begreper og definisjoner, osv. (Høgseth 2007:33). Mens viten er den mer passive av de to, trenger aktøren dem begge for å kunne være effektiv.

Effektivitet er ikke bare kvantiteten av produkter og kvaliteten til produktene som produseres, men et relativt begrep som avhenger av prosessen og samfunnet som produksjonen befinner seg innenfor. Mens et moderne stålverk kan produsere jern i mengder og kvalitet som overgår de forhistoriske jernprodusentenes kapasitet, millioner av ganger, ville en sammenligning mellom den moderne og den gamle metoden være å sette dem begge ut av kontekst. Et moderne stålverk er et svar til det moderne samfunnets etterspørsel av metaller og stålprodusentens ambisjoner, og trenger en teknologi som kan dekke dette behovet.

Forhistoriens jernproduksjon kan anses som enklere enn det moderne stålverket. Den var også effektiv siden teknologien enten oppfylte datidens samfunns etterspørsel etter metaller og oppfylte aktørenes ambisjoner med prosessen (Ingold 2000:313). Det kan være fristende å tilføre moderne kapitalistiske etterspørselsmodeller, men det må også ta hensyn til at aktørene kan ha hatt i tankene også en religiøs eller sosial gevinst ved å nettopp ikke oppfylle denne effektiviteten og etterspørselen. Man kan si at forhistoriens aktører ikke bare kan ha hatt et annerledes syn på hvorfor ting fungerer, men også hatt andre prioriteter og mål enn dem vi ser i den moderne industrielle verden (Ingold 2000:320, Barndon 2005:22). Ett av disse målene kan ha vært å oppnå en særegen status.

3.3 Den tilgjengelige og den skjulte kunnskapen

Sosialantropologen Thomas Hylland Eriksen påpeker at kunnskap er makt og at tilgang til kunnskap er et privilegium (Eriksen 2004:330). Spørsmålet er om man skal dele denne makten, med fri flyt av kunnskap mellom alle medlemmene innefor et samfunn, eller om en enkelt aktør holder denne kunnskapen for seg selv, for å ha en fordel overfor andre medlemmer i samfunnet. En slående forskjell kommer faktisk til syne mht. kunnskap mellom ovnstypene Type I og Type II i Trøndelag, når man ser på den umiddelbare tilgangen til stedene for jernproduksjon til de ulike jernvinneteknologiene. Mens Type I-anleggene ligger langt bortenfor bosetninger eller bebyggelser med andre funksjoner (Rundberget 2002:66), ligger Type II anleggene oftest i nærheten av setre eller deltidsbosetninger opprettet i merovingertid/vikingtid (Rundberget 2007:357, Tveiten 2005:80-81, Loftsgarden 2007:51). Bernt Rundberget konkluderer med at kunnskapen om Trøndelagsovn Type I var begrenset innefor en mindre gruppe (Rundberget 2002:97, se også kap. 2.4, s.12). Dette vil kunne forklare hvorfor spredningen av ovnstypene og denne teknologien ikke ser ut til å være utenfor Trøndelag/Jämtland, ved at jernprodusentene som innehar kunnskapen forblir innefor et begrenset geografisk område, uten å dele kunnskapen med andre utenfor dette området. Dette ville videre også kunne bidra til å bedre forstå hvorfor det finnes flere typer ovner i Norge i samme periode. Type II-ovnene som jeg diskuterte i kapittel 2 (s.10), har som kontrast til Type I-ovnene en spredning som strekker seg over nesten hele Norge. Man har også konkludert med at Type II-ovnene ble drevet av bønder i marginalområder som en sidenæring til jordbruket (Larsen 2009), og man kan dermed konkludere med at kunnskapsspredningen til Type II teknologien har vært langt større enn det vi ser med Type I.

De to ovnstypene viser at det å inneha kunnskap om jernteknologi må anses som en egen ressurs. Har kunnskapen om jernteknologi dermed samme status som andre ressurser, hvor den enten er privat eller kollektiv? Og kan tilgangen til kunnskapen om jernteknologi ha noen sammenheng med om samfunnet er egalitært eller hierarkisk? Det arkeologiske funnmaterialet fra graver viser at det er en klar forskjell mellom romertiden, folkevandringstiden og merovingertiden. Gravmaterialet fra romertiden inneholder flere status- og luksusvarer enn gravene i merovingertiden (Solberg 2003). Dette betyr ikke at samfunnet var mer egalitært, bare at de høyere sosiale sjiktene i samfunnet hadde blitt redusert i antall. Man mener at overgangen mellom folkevandringstid og merovingertid, år 540-600 e.Kr., preges av en befolkningsnedgang i hele Europa på grunn av den justinianske pesten (Solberg 2003:202-203). En annen faktor kan ha vært en lang periode med uår i avlingene etter en naturkatastrofe i 536 e.Kr., som ble forårsaket av enten et vulkanutbrudd eller et meteornedslag, hvor partikler ble kastet opp i atmosfæren og som igjen blokkerte for sollyset (se for eksempel Gunn 2000). På 700-tallet, nærmest samtidig som Type II-ovnsteknologien oppstår, begynner igjen storhauger med rike gravfunn å komme inn i landskapsbildet på Vestlandet, Østlandet og Trøndelag. Merovingertiden er også den perioden de norske smårikene begynner å etablere seg. Solberg mener altså at de sosiale forskjellene har vært bevart igjennom romertid, folkevandringstid og merovingertid og at en nedgang i materialet i folkevandringstid skyldes utskiftninger og befolkningsreduksjon i det øverste sjiktet av samfunnet. Det er altså ingen sammenheng mellom hvor stor forskjell det er mellom mennesker i de nordiske samfunnene og utbredelsen av kunnskapen om jernvinneteknologi. Dobres hevder at selv i de mest egalitære samfunn vil aktører med en spesiell kunnskap om en teknikk eller teknologi som få andre i samfunnet innehar, forsøke å bruke denne kunnskapen til å oppnå innflytelse overfor de andre i samfunnet (Dobres 2000:119).

Kan spredningen av kunnskapen om jernteknologi i samfunnet ha en sammenheng med smeden eller jernprodusentens anseelse innad i samfunnet? Kanskje ikke med personen selv, men heller personens kobling til sitt yrke. I etnoarkeologien ser vi at smeden eller jernprodusenten oftest har en spesiell stilling i samfunnet (Barndon 2001, 2004, Hodder 1982, Haaland 2004, Haaland et al. 2002). Smedene sees på av medlemmene i samfunnet ellers, som noen som kan være mistenkelige, inneha spesielle krefter, være potensielt farlige og kan til og med oppfattes nærmest som fremmede. Iblant fur-folket i Darfur i Sudan og muluki-ain i Nepal blir smeden oppfattet som skitten og uren, og en som man helst ikke skal blande seg med (Haaland et al. 2002:41,51). Det må sies at dette ikke er tilfelle med alle smeder. Blant

fipaene i Rukwaregionen i Sørvest-Tanzania er smeden en høyst respektert person som anses å mestre både en komplisert teknologisk prosess og en magisk krevende prosess (Barndon 1992, Haaland et al. 2002:47). Til tross for den negative oppfatningen av smedene i Kenya, observerte Ian Hodder at smeden i tugensamfunnet i Baringoregionen i Kenya åpenbart også spilte på denne frykten for å avskrekke andre fra å kopiere hans kunnskap (Hodder 1982:61-62). Dermed sikrer smeden sin spesielle status for seg selv og sine etterkommere. Kunnskapen om jernteknologi i afrikanske kontekster blir vanligvis ført videre gjennom initieringen av lærlinger og oftest velges lærlingene fra jernprodusentenes eller smedens egen nære familie (Barndon 2001:160,165, Haaland et al. 2002:41,47). Smedene driver hva Erving Goffman ville ha kalt et rollespill ovenfor sitt lokalsamfunn (Goffman 1992), hvor smeden sammenvever den abstrakte og praktiske kunnskapen til et helhetlig bilde av seg selv (Pedersen 2009). De spiller enten rollen som den farlige og urene smeden, eller smeden som mestrer det farlige og ukjente. De mystifiserer sin egen stilling ovenfor resten av samfunnet ved å fremtre med magiske krefter, slik at de kan beholde hemmelighetene sine for seg selv og skaper seg en unik posisjon i samfunnet (Goffman 1992:61-64). Fipaene i Tanzania gjør et poeng ut av dette ved å paradere ut av landsbyen når smeltekampanjen først skal begynne (Barndon 1992, Barndon 2001:167, Barndon 2005:188). Mestersmeden og de eldre assistentene hans malte seg i pannen og annonserte for hele landsbyen at den første dagen av smeltingen nå hadde begynt. Med seg i opptoget har de en magisk kurv som inneholdt magiske remedier og medisiner. Det å eie kurven og kunnskapen om magien og medisinene som ligger i kurven, legitimerte mestersmedens posisjon overfor de andre i gruppen (Barndon 2001:167). Medisinene ansees som grunnleggende for at smeltingen i det hele tatt skal fungere. Mestersmeden er også den personen som vet mest om hvilken medisin som er i kurven, hvordan de skal brukes i prosessen rundt byggingen av ovnen og under framstillingen av jernet. Mestersmeden har altså et monopol på magi og kunnskap og dermed må transaksjoner om jernproduksjon gå igjennom ham.

Fredrik Barth har analysert to motstående religiøse aktører i Sørøst Asia, aktører på New Guinea som han kalte (*the conjurers*, også kalt *the initiators*) og aktørene på Bali som han kalte gurer (*the guru*) (Barth 1990). Initiatorene og deres menighet er av den oppfatningen at religiøs kunnskap blir mer verdt hvis man skjuler kunnskapen og formidler den til så få mennesker som mulig. Guruene har, i motsetning til initiatorene, den oppfatning at den religiøse kunnskap kun har verdi hvis den ble lært bort (*ibid*). Som smedene fra de etnoarkeologiske eksemplene ovenfor viser, bedriver initiatorene en mystifisering av sin egen

kunnskap. De viser den sjeldent frem og man måtte innvies og initieres inn i gruppen av initiators for å få tilgang til den. Deres posisjon i samfunnet blir sikret fordi de er de få som hadde tilgang på denne spesielle kunnskapen. Hvis det er enkelte anledninger der de må vise frem den religiøse kunnskapen sin, blir den kun fremlagt i kompliserte rituelle handlinger som, i Barths ordlegging, ikke nødvendigvis er så forståelige. Ritualene er kompliserte og krevde at initiatorene har en vid forståelse av symboler som er viktig for ritualene.

Posisjonen til guruene på den andre siden blir befestet ved at de er en kilde for religiøs kunnskap, etikk og praktiske råd for alle i samfunnet. Denne posisjonen som kunnskapskilde i et samfunn varer kun så lenge guruen har noe å lære bort, så guruene er avhengig av å inneha en stor mengde kunnskap som kan porsjoneres ut til tilhengere slik at guruens posisjon vedvarer eller styrkes. Dette betyr at guruene ofte må reise rundt i verden for å komme over mer (og ny) kunnskap og de må også låne kunnskap fra andre guruer for å øke sin egen. Mens initiatorene har ikke-verbale ritualer som en eventuell lærling måtte delta i for å forstå, er guruene avhengige av sin karisma og sine talekunster for å forklare sin kunnskap i klartekst. Samtidig må det forklares på en slik måte at guruen trekker ut tiden det tar å forklare kunnskapen på. Initiatorenes posisjon består så lenge de kan bevare et monopol på sin kunnskap, mens guruens posisjon blir bevart så lenge de bryter dette monopolet.

Hvis vi ser tilbake til jernprodusentene i romertid og merovingertid, kan vi da ut fra Barths analyser antyde at spredningen av Type II ovnen over hele Norge i merovingertid skyldes at jernprodusenten var som ”omreisende guruer som talte sin kunnskap til bøndene”, mens jernprodusentene i romertid var som ”et presteskap som hemmeligholdt sin kunnskap om Type I ovnene”? Det er selvfølgelig vanskelig å finne direkte informasjon om dette eller slik sett noe belegg for å kunne påstå noe så spesifikt omkring hvordan jernprodusenten organiserte seg. Det vi kan trekke fra etnografien og Barths eksempel diskutert ovenfor, er at religiøs eller magisk kunnskap er enten et monopol som bare kan brukes av noen få utvalgte eller det er en kraft som er tilgjengelig for alle som er villig til å bruke den og lære den. Det kan ikke være begge de to tingene på en og samme tid.

3.4 Teknologi, økonomi og makt

Lars Erik Narmo har sett på hvordan økonomien knyttet til jernproduksjon kunne ha fungert i pengeløse samfunn i norsk forhistorie (Narmo 1996b, 1999). I et pengeløst samfunn har alle

varer kun én egenverdi. Den som kan hente ut overskudd fra de ressursene som er mest livsnødvendige, slik som korn og husdyr, kan kalle seg den mest innflytelsesrike siden han har noe som alle de andre i samfunnet trenger. Makt kan da oppnås ved å bytte til seg overskuddet fra disse varene mot luksusvarer, tjenester eller politisk støtte. Men matvarer som verdi, varer bare så lenge kornet ikke råtner og husdyrene ikke dør. Å basere seg på et varig overskudd av disse produktene er dermed et ustabil maktgrunnlag. En økonomi med en etablert jernproduksjon vil på den andre siden føre til en mer stabil og forutsigbar politisk situasjon (Narmo 1999:29). Jern er en ressurs som alle i det romerske samfunnet hadde behov for, men som til sammenligning med korn og husdyr, er bestandig. Verdien av jernet ville volummessig også være mye mer håndterlig enn samme verdien i korn og dermed en mer mobil betalingsenhet. Hvis det var en metning i jernetterspørselen, kunne jernet legges på lager til etterspørselen bygget seg opp igjen. Det å gjøre verdien av flyktige verdier som mat og øl omformet til varige verdier som jern vil bringe med seg fordeler for eliten, ved at de hadde en mer stabil økonomi og et mer stabilt maktforhold. Men jernproduksjonen er også avhengig av at de man bytter med har et overskudd av den varen som den kan byttes mot. Det at marginene for hvor mye overskudd av ressurser som finnes i samfunnet krymper, betyr at det ikke finnes noe å investere jernet i. Dette kan være fatalt for en økonomi basert på jernproduksjon og det kan utarte seg en slik situasjon ved for eksempel en kraftig befolkningsnedgang. Dette hendte for eksempel i Gausdal på 1300-tallet, da Svartedauden førte til at markedet for jern kollapset (Narmo 1999:30). Gausdalingene hadde ikke noe marked utenfor bygda som de kunne eksportere jernet til og marginalbygda mistet dermed sitt inntektsgrunnlaget.

Men var det de trønderske jernprodusentene i romertiden som nøt mest av denne jernproduksjonsøkonomien? I etnografien ser vi gjentatte eksempler på at smedene, før moderniseringen av samfunnene, hadde enten restriksjoner knyttet til om de kunne eie egne husdyr eller dyrke egen jord (Todd 1985), eller at de tilhørte en politisk og sosialt definert isolert klasse i samfunnet, noe som gjorde at smedene ikke kunne forlate sitt yrke og øke sin status og makt gjennom sosial mobilitet (Haaland 2004:2, Haaland et al. 2002:42,47, 49, Hodder 1982:61). Disse restriksjonene er ikke bare til for å forhindre at smeden tilegner seg for mye ressurser og makt gjennom sitt yrke. Hodder observerte blant annet at et spyd blant tugen-folket var verdt like mye som en geit. Noe som ville ha gjort smeden til en svært ressurssterk mann, om det ikke fantes sosiale restriksjoner. Smedene i Tsara i Sudan var tidligere avhengige av den lokale høvdingen for å få mat i bytte mot jernredskaper, siden de

ikke kunne ha egne husdyr. Ut fra dette kan det se ut som at mye av samfunnets prestige, både i forhistorien og i etnografien, hengte på at smedene var effektive. Men samtidig prøver man aktivt å ha kontroll over smeden, enten for å forhindre at smeden selv blir for mektig og for å ha kontroll over selve ryggraden i økonomien (Hodder 1982:*ibid*).

Kontroll på teknologien - kontroll på økonomien - kontroll på status

Mens selve jernproduksjonen i de etnografiske eksemplene skjedde skjult og i det som var definert som utmarka (Barndon 2005), skjedde selve bearbeidingen av metall til redskaper både hos fipaene i Rukwaregionen og pangwaene i Ludewaregionen i Tanzania, i ei smie som lå inne i landsbyen. Tilsvarende ser man igjen i det nordiske arkeologiske materialet, hvor smiene ligger på gården eller ved storgården. Smiene i Nord-Trøndelag var under oppsyn av de rike gårdene i Levanger og Verdalen (se s.40). Prestvolds argumentasjon, som ble beskrevet i kapittel 2.4, påpekte at det ville vært i den nordtrønderske maktelitens interesse å ha kontroll med de som hadde kunnskap om jernproduksjon, siden jernet var det stabiliserende elementet i økonomien. Lise Bender Jørgensen påpeker at i romerriket var håndverkere fattigfolk, ofte slaver, og at det var de som organiserte produksjonen som faktisk tjente på den (Jørgensen 1995:79, Rønne 2002). Dermed behøver det ikke være de som utøvde arbeidet som tjente mest på det.

Likeså vil eliten motarbeide ny teknologi som kan true deres posisjon i samfunnet eller bryte ned den symbolverdien som eliten har bygget opp og investert i gjennom en form for teknologi. Et godt eksempel på hvordan den teknologien utvikler seg i et samfunn hvor en liten gruppe er for dominerende ovenfor de andre gruppene i samfunnet, er anlegningen av et nytt vanningsystemet på Sri Lanka som skulle erstatte det mer urettferdige vanningsystemet (Pfaffenberger 1988:245-249). Dette er også et eksempel på hvordan teknologien er det bærende elementet for Sri Lankas sosiale struktur og hierarki. Gravitasjonsvanningsystemet var urettferdig ved at de som bodde i høyden nær vannkilden, fikk mer vann til irrigasjonen enn de som bodde i dalene. Dette gjorde at de som bodde i høyden fikk større inntekter. De utnyttet seg også av den trange situasjonen for de som ikke fikk nok vann, ved å gi dem lån som ville sette dem i gjeld til de som bodde i høyden. Da myndighetene på Sri Lanka byttet vanningsystem, medførte ikke det nye systemet jevnere fordeling av vannet (*ibid*). Selv om materialet ble forandret, ble ikke de sosiale, juridiske eller etiske forholdene i samfunnet endret. Eliten påvirket teknologivalget slik at den ikke ville påvirke posisjonen som eliten

hadde i samfunnet. Det var fremdeles de som bodde i høydene som kontrollerte hvor vannet i det nye systemet gikk hen, både teknisk og juridisk. Det medførte at eliten brukte den nye vanningsteknologien til å imiterer den gamle og dermed bevare den gamle sosiale ordningen.

På samme måte som på Sri Lanka, vil kontroll på den teknologiske og økonomiske utviklingen på jernproduksjonen, og økonomien den opprettholder, gi en mulighet for eliten til å definere hva sosial status er innefor samfunnet. Dette kan være en av årsakene til at Trøndelagsovnen av Type I hadde en så lang brukstid (fra ca 500 f.Kr til 600 e.Kr.). Muligens var det slik at jernprodusentene var så bundet opp mot eliten at nyvinninger innenfor jernvinneteknologi kun skjedde på elitens premisser. Så lenge det politiske systemet vedvarte, vedvarte også teknologien. Man må altså ta høyde for at handlingene til en aktør blir i stor grad styrt av handlingene til en annen aktør høyere opp i hierarkiet.

4. Chaîne opératoire og landskapsanalyse

Chaîne opératoire kan ses på som beskrivelsen av en serie tekniske handlinger som omformer råmateriale fra sin naturlige form til en produsert form (Barndon 2001:59, Lemonnier 1992, 1993, Dobres 2000). *Chaîne opératoire* er både en metodisk og en teoretisk tilnærming til studiet av teknologi (Barndon 2002:7). Teoretisk tar den både for seg det funksjonelle og det symbolske aspektet rundt en teknologi. Som en metode gir det en pekepinn på hvordan man skal observere og dokumentere teknikker innefor en ramme som angår de praktiske, sosiale og ideologiske aspektene av transformasjonen av materialet. Som et produkt av den 'franske ideverdenen om teknologi' er formålet med *chaîne opératoire* å finne de bevisste og sosiale valgene som ligger bak de teknologiske handlingene og gi innsyn i tankeprosessen til de som produserte råstoffer eller gjenstander.

Som vist i kapittel 3, observerte man i de etnografiske studiene hvordan de religiøse, sosiale og statusrelaterte aspekter var en viktig del av jernvinneprosessen. Dette er det selvfølgelig vanskelig å overføre direkte til fortiden i Trøndelag. Det handlingsforløpet som ligger bak den kjemiske reduksjonen av jernet kan man i teorien regne seg til. De magiske og religiøse symbolene som var assosiert med stegene i reduksjonsprosessen og handlingene som pågikk før, parallelt og etter smeltingen, er det derimot få spor etter. Fra etnografien ser vi at momentene i jernproduksjonen har magiske eller religiøse assosiasjoner som varierer og kan være forskjellig fra jernprodusent til jernprodusent, som for eksempel mellom furfolket i Sudan og nepalske smeder (Haaland et al. 2002). Dette betyr at fokuset for den magiske og religiøse symbolikken hos romertidens jernprodusenter, hvilke steg som hadde en spesiell betydning og hvilke som var mer hverdagslige og profane, ikke behøver å ha kommet på samme sted i handlingsrekken som man har observert dem hos jernsmelterne i etnografien.

Vi har på den annen side en oppfatning av at det i Norden var en egen mytologi forbundet med jernproduksjon i eldre tider og med utmarksområdet de produserte jern i (Barndon 2005, 2009, Rundberget 2009, Dahle 2009). Det vil dermed være interessant å se på landskapet jernproduksjonsplassene befinner seg i og bruke analyse av den for å ikke bare å undersøke fremkomstmuligheten det byr på, og transportrelaterte aspekter slik sett. En kunne også undersøke om valget av ruten fra utmarka til innmarka og sentrene kan ha hatt andre grunner enn de rent praktiske.

4.1 Chaîne opératoire i jernproduksjon

Når man skal anvende *chaîne opératoire* i analyse av jernproduksjon, er utgangspunktet at selve blestringen er en serie situasjonelle handlinger (Dobres 2000:183). Kvaliteten på brenselet og malmen, fokuset til aktørene og været, er noen av variablene som gjør at ingen smeltekampanjer er helt like. Noe som betyr at aktørene må ha hatt en måte å observere prosessen på under produksjonen for å kunne vurdere om det må justeringer til. I forbindelse med jernproduksjon er det to ting man kan ha kontroll over, tiden og temperaturen. Formen på ovnen og hvor mye man mater ovnen med brensel og råmaterialer, styrer tiden det tar for råmaterialet å bearbeides igjennom ovnen. Lufttilførselen styrer hvor varmt det blir inne i ovnen. Aktørene i jernproduksjon pleier som regel å ha en metode for å observere fargen på flammen inne i ovnen, som f.eks. kikkehullet i fipaovnene (Barndon 1992). Fargen forteller hvor varmt det er inne i ovnen og om det trengs mer eller mindre luft for å justere temperaturen. Dette betyr at aktørene må ha kunnskap om hva hver enkelt handling vil gjøre med prosessen, hva kvaliteten på brenselet og malmen må være for å få best mulig resultat og hvordan man skal reagere når situasjoner oppstår. Aktøren oppnår denne materialeforståelsen kun ved å være nær og ha kontakt med materialet, og erfare hvordan prosessen blir påvirket av aktørens redskaper og handlinger (Høgseth 2007:42). Samtidig er det viktig at aktøren har god "flyt" i arbeidet sitt, at ting skjer i riktig rekkefølge, at man har gode prosedyrer og at man har orden på verktøy og materialet (Jørgensen 2003:33, Høgseth 2007:35). I den forstand blir forberedelsene til smeltekampanjen like utslagsgivende som hvordan man utfører selve smeltingen.

4.2 Arkeologiske flytkart - forskjellige oppsett

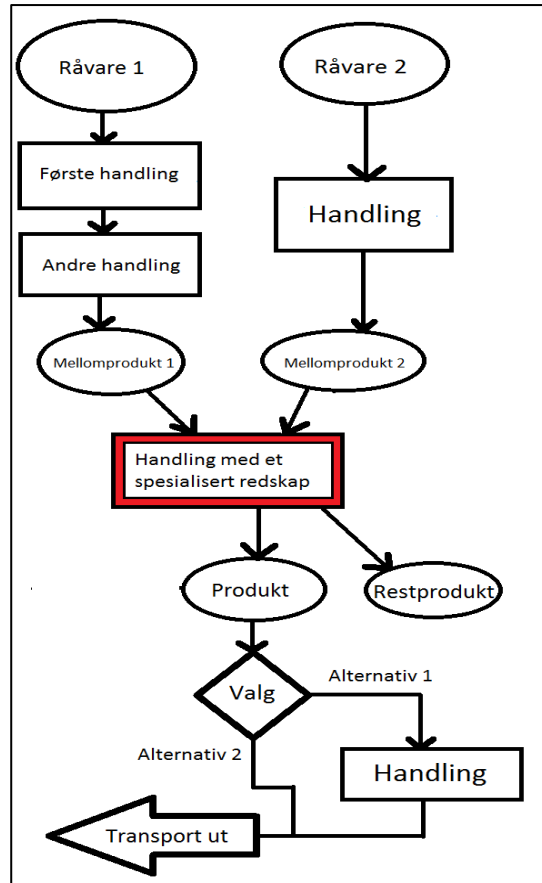
Flyttkartene som er utarbeidet i forbindelsen med denne oppgaven (se f.eks. Figur 4.1, s.26), har mye til felles med de som amerikanske arkeologer først begynte å bruke på 1970-tallet for å forklare jakt- og jordbrukssystemer i Mellom-Amerika (se Figur 43 og 44 i Trigger 1995:307 og 309), med forskjellige representasjoner for valg, handlinger og produkter. Problemet med dem, slik jeg ser det, var at de var tatt rett ut av teoretisk kybernetikk ment for å beskrive systemer i datamaskiner og har dermed mindre potensial innen humanistisk forskning. Samtidig baserer systemet seg på at det forblir lukket og at handlinger opprettholder stabiliteten i systemet. Ingen system kan forbli helt sykliske, til og med

et som er ment for å forklarer syklusen til jordbruket, siden det ikke tar høyde for hvordan systemet begynner eller endrer seg. Et åpent system har både en begynnelse og en slutt, og det å starte prosessen blir dermed et aktivt valg for aktørene, som passer bedre for en produksjonsprosess. I arbeidet med å utvikle egne flytkart for jernproduksjon har jeg også tatt utgangspunkt i fire tidligere flytkart om samme emne. Disse er Engelund (2002:31), Barndon (2001:161,196), Rundberget (2002:98) og Håland, Håland og Rijal (2002:36).

Hovedforskjellene mellom de forskjellige oppsettene av diagrammene, er at Barndon og Rundbergets diagram fokuserer på handlingene i selve produksjonen, mens Engelund og Håland fokuserer på redskapene og produktet i hvert ledd av produksjonen.

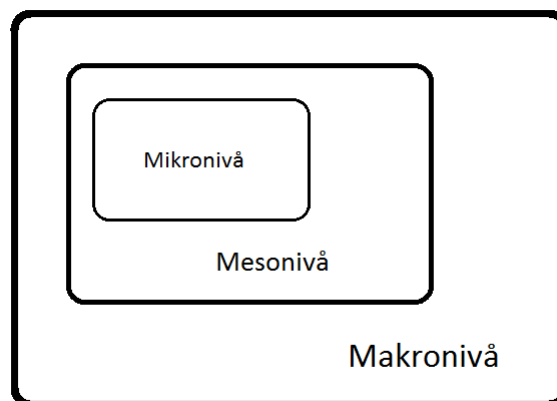
Jeg mener at et flytkart basert på et

arkeologisk materiale må inkorporer begge disse aspektene. Flytkartets hensikt er å vise både hvordan det materielle funnmaterialet passer inn i produksjonen, men også å vise materialets sammenheng med handlingene i prosessen (se Figur 4.1). Dette betyr også at et flytkart basert på observasjoner i en teknologiskprosess ikke vil kunne overføres direkte til et annet, siden den beskriver konteksten av handlinger og gjenstander som forekommer spesifikt for det ene teknologiske prosessen.



Figur 4.1: Prinsippet bak mitt arkeologiske flytkart. Handlinger er i firkanter, produkter og råvarer er i rundinger og valg med flere utfall i romber. Firkanter med ramme er handlinger som krever et spesialisert redskap.

I Engelund og Hålands oppsett fremstilles produksjonen samtidig og parallell med hverandre og kommer sammen i bindingsfaser. Dette er i motsetning til Barndon og Rundbergets oppsett, hvor handlinger i et ledd ikke kan påbegynnes før handlingene som inngår i det foregående ledd er fullført.



Rundbergets oppsett er basert på Barndon, **Figur 4.2: kinesiske esker** men prøver også å få inn parallelle handlinger som et moment innefor hvert ledd. Barndon har satt opp sitt flytkart basert på observerte handlinger i de etnografiske studiene, men dette betyr ikke at et slik oppsett vil passe med alle jernprodusenter andre steder og til andre tider. Selv om fipaene i Tanzania handlet stegvis, betyr ikke det at de forhistoriske jernprodusentene i Trøndelag handlet likens. Engelunds modell tar høyde for at arbeid kan delegeres, noe som godt kan ha vært tilfelle hvis avstanden mellom de forskjellige stasjonene er stor nok og tidsskjemaet legger press på jernprodusentene. Det som ser ut til å være avgjørende er tiden mellom hver handling. Hverken Rundberget eller Engelunds diagram gir noen pekepinn på inndeling av tiden, noe som kan være problematisk siden det ikke er sikkert at alle handlingene skjedde til samme årstid. I de tilfellene der så mye tid går imellom hvert ledd at aktørene forlater produksjonsplassen for så å komme tilbake igjen, har det egentlig ikke noe å si om man framstiller prosessen som parallell eller lineær, siden det er snakk om to forskjellige produksjoner som kommer sammen. Det behøver ikke en gang å være de samme aktørene som deltar til hver årstid. Barndon har i sitt flytkart delt opp diagrammet i forskjellige stadier. Disse stadiene foregår relativt raskt etter hverandre, men konseptet kan utvides til å beskrive stadier i løpet av en lengre sesong. Håland på sin side har delt inn prosessen i forhold til hvor lokalitetene, råstoffene og produktene befinner seg på. Hun er også den eneste som inkorporere grafiske figurer.

I det følgende skal jeg forsøke å kombinere *chaîne opératoire* med et mikro-, meso- og makro-perspektiv på jernframstillingsprosessen. Mikro-, meso- og makro-nivåene er som kinesiske esker, hvor det mindre perspektivet befinner seg inni det større (se Figur 4.2). Handlinger og produkter som blir matet inn i et mindre nivå vil ha konsekvenser som kommer tilbake igjen i de større nivåene. Dette betyr riktignok at diagrammet blir tredelt, men at hvert nivå blir mer oversiktlig og viser en større relasjon til lokalitetene de blir utført på. Det blir også med dette

mulighet til å dele inn handlingene i tidsfaser, slik at man kan danne seg et bilde av handlingsmønsteret i både tid og rom. I denne oppgaven defineres mikronivået som det umiddelbare området rundt en Trøndelagsovn Type I og slagghaugen nedenfor, mesonivået er den større produksjonsplassen som inkluderer uthenting av brensel og malm, og makronivå er i min kontekst både Sør- og Nord-Trøndelag.

4.3 Landskapsanalyse som metode i jernvinna

Et kulturminne er ikke løsrevet fra sine omgivelser (Gansum, Jerpås & Keller 1997:11), men har en relasjon med landskapet som avhenger av dens plassering innefor de naturlige grensene. Det er derimot viktig å ta inn over seg at landskapet rundt kulturminnet i dag ikke er det samme landskapet som da kulturminnet var nyoppsatt. Ikke bare forfaller selve kulturminnet, men endringer i vegetasjon, vannerosjon av geologien og forvitringen av andre kulturminner i området kan gjøre at et kulturminne mister den relasjonen den hadde med sine omgivelser. På mesonivået er det dermed viktig å gi en tolkning av hvordan jernvinna lå i landskapet, spesielt med tanke på andre kulturminner. I denne oppgaven har jeg også fokuset på framkommelighet, og om områder med kulturminner kan ha et forhold til hverandre på et regionalt nivå. Dette forutsetter at bruken av kulturmiljøene er i overlappende tidsperioder og at framkommeligheten i landskapet gjør det mulig å forflytte seg fra et område til et annet. På makronivå er utfordringen å binde sammen de forskjellige kulturlandskapene observert på mesonivå ved å se på fjell, elver og andre naturlige landskap og topografiutforminger. I forbindelse med feltarbeidet mitt i de to områdene Heglesvollen og Budalen, har jeg observert hvordan landskapet er rundt de to lokalitetene. Disse observasjonene i felten suppleres med studier av 3D-kart av landskapet i regionen rundt. I denne oppgaven har jeg brukt 3D-kartene til <http://kart.finn.no/3d>.

5. Kulturminner i Trøndelag

Jernvinna i Trøndelag har tidligere blitt sett i sammenheng med de store dyrkningsområdene og sentrene i Nord-Trøndelag (Prestvold 1994, Solberg 2003, Stenvik 2005a). De første jordbrukerne hadde etablert seg allerede i steinalderen i enkelte områder i Trøndelag, men ekspansjonen av jordbruket utover det større Trøndelag tok først til med introduksjonen av metallredskaper (Sognnes 2005:95). Disse områdene har mange store gravfelt med innslag av både branngraver og ubrente graver. Dette er de to vanligste gravskikkene i romertiden, men branngravene var i flertall (Solberg 2003:76-77). Begravelsene var enten i egne graver i hauger eller under flatmark, eller som sekundærbegravelser i allerede eksisterende gravanlegg. Gravfunn av romerske importvarer viser også til at der har vært en forbindelse mellom Trøndelag og resten av det europeiske kontinentet. Nord-Trøndelag har, i forhold til landsbasis, en stor konsentrasjon av helleristninger fra bronsealderen (Sognnes 2005:84). Dyrkningsområdene i Nord-Trøndelag preges også av at det ligger flere bygdeborger strategisk til i forhold til ferdselårer (Ystgaard 1998). Alle disse kulturminnene tyder på at Nord-Trøndelag siden bronsealderen har vært et ressurssterkt politisk, sosialt og kultisk senter for regionen (Sognnes 2005:*ibid*), Logistikk og transport knyttet til jernframstillingen har i midlertidig ikke vært like mye studert. I de tilfeller der det er snakk om store avstander innebærer studien av logistikk og transport at man undersøker om det er relevante kulturminner mellom jernvinna og sentrene for videre foredling og fordeling av jernet. Det kan også ha være periferiområder som har vært viktig for å tilveiebringe ressurser til jernframstillingen eller kulturminner som har fungert som grensemarkører for å definere de geografiske grensene mellom sentrene, periferiområdene og begynnelsen på utmarka. Videre må man også se nærmere på sluttproduktet fra prosessen, jernluppene, som man tok med seg tilbake igjen fra jernframstillingsplassen og hvilke utfordringer det medførte.

5.1 Trøndelagsovn Type I

Trøndelagsovnen type I har en karakteristisk utforming og det er lite variasjon mellom de enkelte ovnsanleggene (Farbregd 1985 et al., Prestvold 1994, Rundberget 2002). Det er vanligvis 3 til 8 ovner på hvert anlegg (Stenvik 2005b:55, Solberg 2003:112). De ligger alle i Inntrøndelag mellom 180 m.o.h. og opp mot tregrensen som er rundt 600 m.o.h., men aldri over tregrensen (Rundberget 2002:66, Stenvik 1990:209). Anleggene ligger alltid ovenfor en

terrassekant og under hver enkelt ovn ligger et stort slagvarp (Prestvold 1994:47). Anleggene ligger også i nærhet til en vannkilde: enten elver, innsjøer eller myrer. Anleggene ligger ikke i nærheten av samtidige bosetninger eller setre. Pollenprøver viser også at man ikke har drevet med noen annen aktivitet på jernfremstillingsplassene enn jernproduksjon i romertiden (Rundberget 2002:66). Hver enkelt ovn er av type gropsjaktovn (se kap. 2.3, s.9), med en åpning som er vendt mot terrassekanten. Åpningen er 45-60 cm bred og man har tolket hensikten med denne til å være for lufttilførsel og fjerning av slag under blestringen. Den

nedre delen av ovnen har vært nedgravd i undergrunnen og det er kun den nedre strukturen som har blitt bevart (Prestvold 1994:47). Ett av kriteriene for jernprodusentene var at lokalitetene skulle ha tørr jord å grave i og derfor består terrassekantene alltid av løsmasser (Stenvik 1990:210).

Innsiden av ovnen er bygget opp av oppstilte skiferheller (Rundberget 2002:67). Ovenfor hellene er det murt opp med mindre steiner og leire. Sett ovenfra gir dette ovnen en hesteskoform. Slaggropa kan ha et indre tverrmål på mellom 65 og 90 cm, og en dybde på mellom 65 og 100 cm (Stenvik 2005b:51-52). Variasjonen i størrelsen er som regel tydeligst mellom forskjellige anlegg, mens variasjoner på ovnene innefor enkelte anlegg er liten. Tykkelsen på veggene i slagropa er 20-30 cm. I en enkelte ovn på Heglesvolen ble det funnet noe puss av leire på innsiden av slagropa, som antyder at enkelte ovner kan ha hatt en glatt overflate på innsiden av slagropa. På andre ovner har man observert at slag har størknet



Figur 5.1: Våren 2009, prøveblestring med en rekonstruksjon av Trøndelagsovn Type I. Ovnene fungerte fint med naturlig trekk. Foto: Lars Stenvik.

direkte mot steinen i gropa og i disse tilfellene har ovnen dermed hatt en grov indre overflate, og i alle fall ved siste brenning før ovnen ble forlatt.

Leira mot bunnen av gropa er ikke rødbrent, noe som antyder en relativt lav temperatur i forhold til jernsmelting (Stenvik 2005b:52). Leiren opp mot bakkenivået av sjakta er mer rød, noe som kan indikerer at temperaturen her kan ha blitt mer enn 1000 grader celsius; reduksjonstemperaturen for jern. Ovnene funnet i Stordalen ser også ut til å ha hatt en innsnevring på 45-50 cm i overgangen mellom sjakt og grop, selv om andre ovner (Fossvatn) ser ut til å ha hatt større innsnevring (*ibid*). Rundt ovnen er det gravd ned groper, 3 til 5 i antall plassert rundt ei grop (Stenvik 2005b:55), også kalt rosetter. De er som regel 20-40 cm dype og 1-2 m breie, men enkelte av gropene som har blitt gravd ut kan være så dype som 70-80 cm (Farbregd et al. 1985:116, Prestvold 1994:55). Avstanden mellom innsiden av rosettgropene og yttersiden av slaggropa i midten er ca 60-80 cm (Prestvold 1994:55), men det er ikke funnet kanaler mellom rosettgropene og slaggropa på noen av de utgravde anleggene. Bunnen i rosettgropene er også flate. Rosettgropene som tilhører en ovn overlapper ikke rosettgropene som tilhører ovnen ved siden av, noe som kan indikerer at ovnene har vært brukt samtidige (Stenvik 1997:255). Slaggvarpene under hver ovn, innenfor hvert enkelt anlegg, er like i størrelsen i forhold til slagvarpene som ligger side om side. Dette tyder på at produksjonen i ovnene har vært den samme. Stenvik mener at hvis det hadde vært en tidsforskjell i bruk av ovnene på framstillingsplassen, ville rosettgropene ha overlappet og slagggvarpene ville ha vært av forskjellige størrelser.

På Fjergen i Meråker i Nord-Trøndelag ble det funnet stolpehull rundt ovnene. Disse hadde en diameter som varierer mellom 20 og 30 cm (Prestvold 1994:57), og dette tyder på et overbygg. Stolpehullene ligger enten utenfor eller i kantene av rosettgropene. Diameteren på hver ovn, med rosettgroper, er mellom 5 og 6 meter fra rosettgropenes ytterkant (Prestvold 1994:55).

Man har ikke funnet intakte sjakter eller overbygg, men sjaktstykker i større biter forekommer (Rundberget 2002, Prestvold 1994, Farbregd 1985 et al., Stenvik 2005b). Basert på *refitting* (sammensetting) av disse bitene har man kommet frem til at sjakta må ha vært smalere ved bunnen enn ved toppen. Mens bunnen har hatt en diameter like stor som gropåpningen, 45-50 cm, er den øvre åpningen beregnet til å ha hatt en diameter på 70 cm som er dokumentert på noen jernproduksjonsanlegg, mens det på andre anlegg er en diameter beregnet til 110 cm (Rundberget 2002:70, Berre 1999:73). Høyden på en sjakt har Berre anslått til rundt 110 cm. Man har også funnet svake indikasjoner på luftkanaler i noe sjaktmateriale fra Heglesvollen,

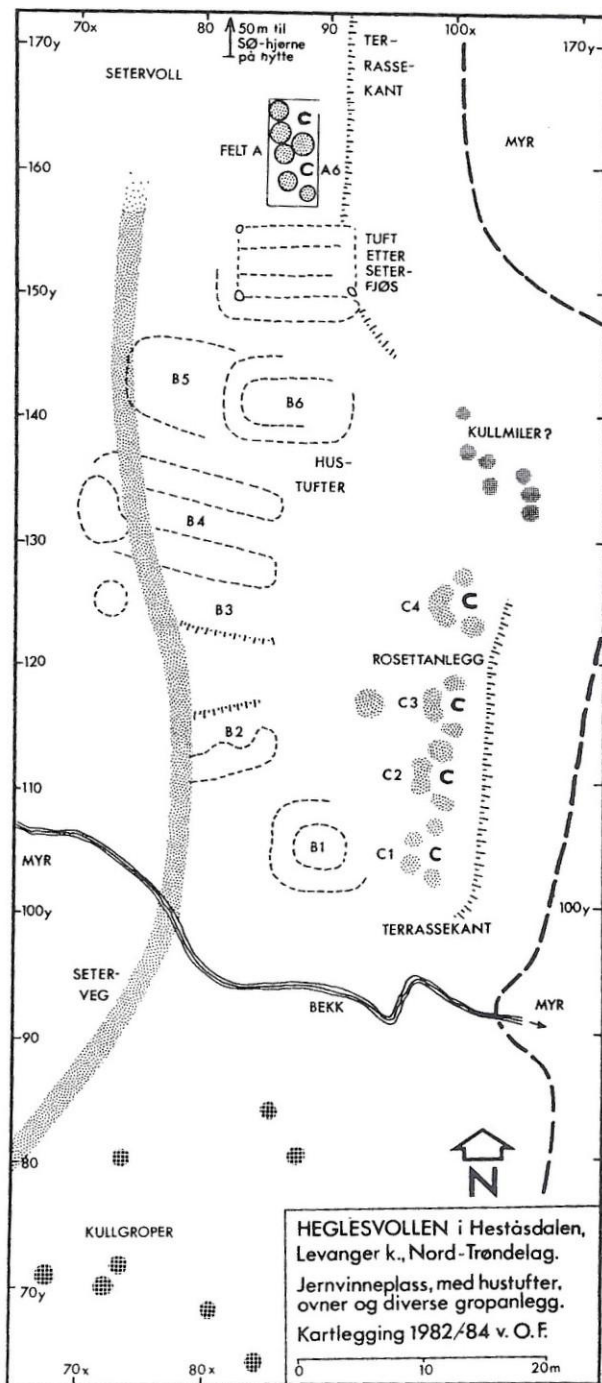
men man har ingen indikasjon på at de var koblet sammen med noen blåsebelger (Stenvik *pers. med.*). Eksperimenter viser at ovnen greier å få høy nok temperatur kun med naturlig trekk (se Figur 5.1).

Heglesvollen

Heglesvollen ligger ca. 20 km sørøst for Levanger sentrum i Nord-Trøndelag. Veien inn til Heglesvollen fra Levanger går mellom to bakker, Hårskallen og Kammarvolla, i et landskap som kan beskrives som ulendt. I dag består vegetasjonen av store myrområder og granskog (*Picea abies*) med innslag av bjørk (*Betula spp.*). Pollenanalyse utført av Thyra Solem viser at vegetasjonen på Heglesvollen under romertiden var preget av furuskog (*Pinus sylvestris*) og et lite innslag av bjørk. Dette var typisk skog i hele Norge på denne tiden (Solem 1991, 1996, Høeg 1997:16-17).

Selve anlegget ligger 410 m.o.h. ved foten av ei sørøstvendt li (Farbregd et al. 1985:103). Øst for Heglesvollen ligger Heståsbekken som renner ut i Forramyrene, som strekker seg ca. 5 km både i øst og i sør fra Heglesvollen. Anlegget ble undersøkt og gravd ut i perioden 1982-1984 og hele fire rosettovner ble funnet. Storparten av de 13 radiologiske prøvene som ble tatt ut fra Heglesvollen grupperer seg til dateringer før 300 e.kr. (Farbregd et al. 1985:125). I hver ovn ble det registrert slagblokker *in situ* i slaggrupene på 20, 46, 54 og 55 kg (Stenvik 2005b:53). Dette er ikke de største funnene av slagblokker som er gjort i denne type ovn. På Øst-Fjergen 20 km sørøst for Heglesvollen har man funnet slagblokker helt opp i 155 kg. Alle ovenene på Heglesvollen har spor av fire groper i en rosett rundt hver ovn. En av rosettene til en ovn ser ut til å ha blitt anlagt oppå en eldre enkeltstående ovn (Stenvik 1991c:13, Farbregd et al. 1985:114-115).

Man har også observert lag med rødbrunt leire på enkelte sjaktrester, hvert lag er ca 1 cm tykt og det er opp til 5 lag på noen biter, noe som Stenvik tolker som reparasjoner som ble gjort for å dekke over sprekker som oppstod fra varmepåvirkningen (Stenvik 1991c:12).



Figur 5.2: Skisse over utgravingen på Heglesvollen. Figur etter Farbrege, Gustafson og Stenvik (1985).

20 meter sør for jernvinneanlegget ligger det et felt med kokegroper, og hver kokegrop er i følge Stenvik ca. 1 meter i diameter (Stenvik *pers. med.*).

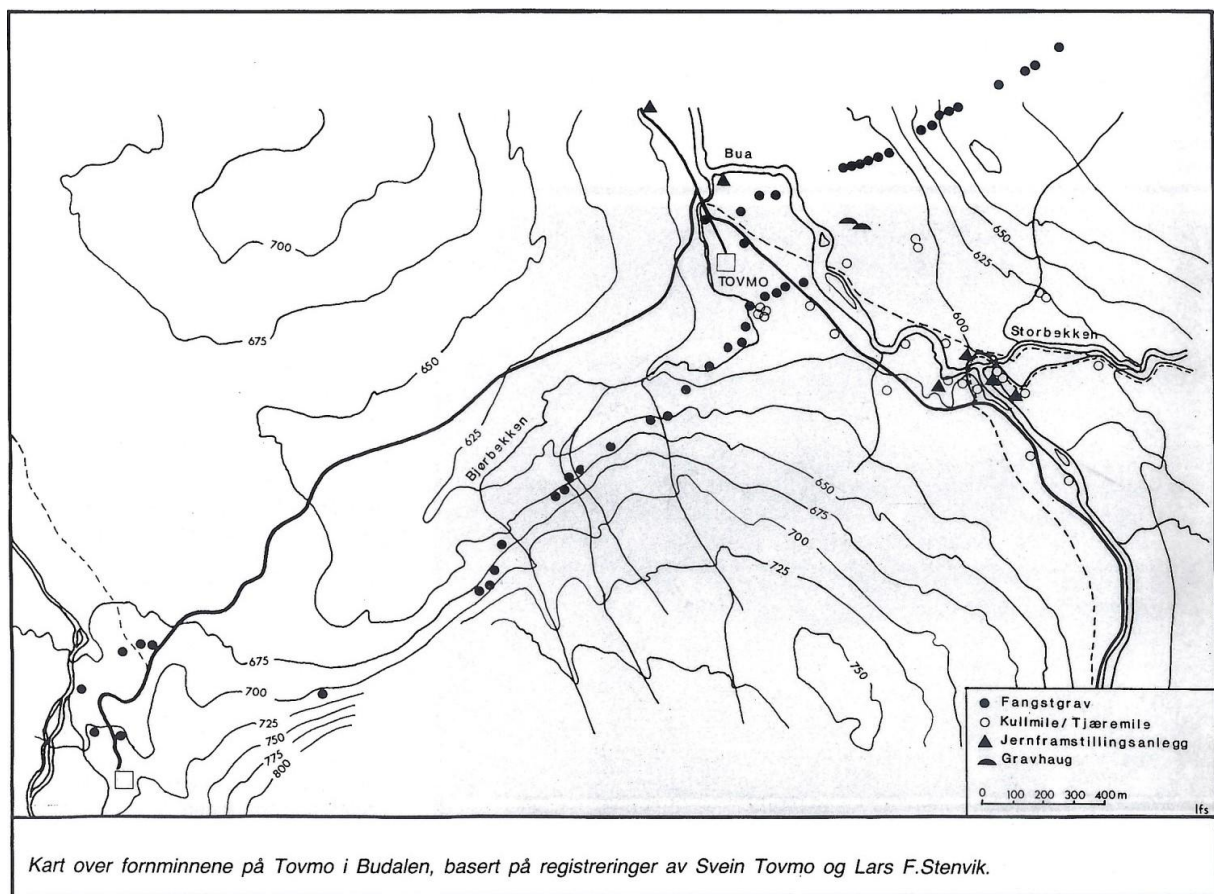
Men det kan også være snakk om at enkelte lag av leire er blitt påklint i forbindelse med gjenbruk av ovnen når man har kommet tilbake til anlegget etter at det har vært forlatt for en stund.

På Heglesvollen (se Figur 5.2) ble det i 1982 og 1983 gravd ut tre hustuffer og en større vollgrop som man mener har en sammenheng med jernframstillingen (Farbrege 1985 et al., Stenvik 1991c:17, 2005b:55). Ett av husene er arkeologisk undersøkt og utgravd mens de andre to bare er undersøkt med prøvestikk. En hustuft viste seg å ha et lag med røstet malm inni. Rett vest for ovnen som er markert som C3 ligger ei grop som ikke kan sies å ligge i sammenheng med noen egen ovn (Farbrege et al. 1985:105, se også Figur 5.2). Undersøkelser har vist at den har et sjikt med leire i bunnen. Dette tolkes som en grop for bearbeiding av leire til konstruksjon og reparasjoner av ovnene. Det ble funnet stolpehull under utgravingen som tilhørte en av hustuftene.

Datering fra trekull i den bakre vollveggen viste 1830 BP (50-250 e.Kr), mens ett stolpehull i det andre huset kunne dateres til 1900 BP (20-220 e.Kr). Det er funnet ett

Siden Heglesvollen var det første anlegget av sitt slag som ble funnet blir det betraktet som standarden for hvordan rosettanleggene skal se ut og alle senere funn av slike anlegg har blitt sammenlignet med Heglesvollen i forhold til antall ovner, strukturer og beliggenhet i forhold til ressursområder. Den neste lokaliteten, Tovmoen, ligner også på denne etablerte standardmodellen.

Tovmoen i Budal



Figur 5.3: figur etter Lars Stenvik (1989:5)

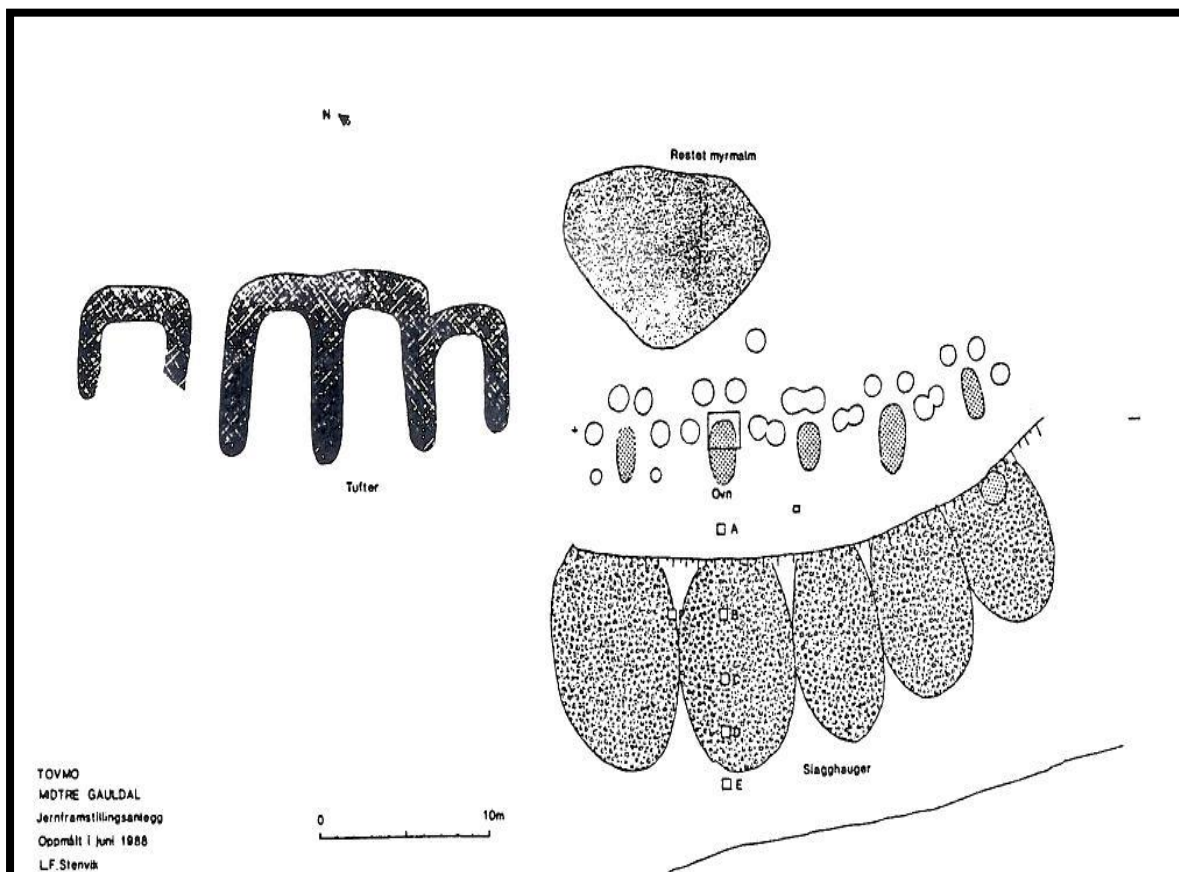
Budalen ligger i Midtre-Gauldalen i Sør-Trøndelag, 15 km sørvest for Singsås. Vegetasjonen i området er i dag sparsommelig, for det meste myr og spredt vokst av gran, bjørk og noe innslag av furu. Jernvinnelokaliteten i Budalen ligger mellom Tåvåfjellet og Halshøgda, men helningsgraden opp disse fjellene er overkommelig. Dette gjør at jeg vil beskrive det øvre Budalsområdet som et platå. Jernvinnelokaliteten ligger omkring 590 m.o.h.

Det har ikke vært gjennomført utgravninger av jernvinneanlegg i området, men man har utført undersøkelser i form av prøvestikk i to av anleggene i Budalen, på Tovmoen og på

Storbekken (Steinvik 1989, 1991b, 2005b). I Midtre-Gauldalen er det registrert over 300 anlegg for jernframstilling, men 2/3 av disse er av den senere Type II ovnen (Stenvik 1997:260). Ses dette i forhold til de over 700 anleggene som er registrert over de to Trøndelagsfylkene, og av dem er 350 anleggene av Trøndealgsovn Type I (Stenvik, *pers. med.*), antyder dette en skjev fordeling mellom Nord og Sør-Trøndelag i antall anlegg i perioden 0-500 e.Kr. Denne skjevheten blir da omvendt når Type II kommer inn i perioden 700-1300 e.Kr.

Tovmoen består av fem ovner (Stenvik 1989, se Fig. 3 i Stenvik 1991b:417). Fire av ovnene har fire rosetter rundt seg, akkurat slik som anleggene på Heglesvollen, mens den femte skiller seg ut ved at den har seks rosetter (se Figur 5.4). Fire av rosettene i bakkant av den femte ovnen er ca 1,5 m i diameter og er dobbelt så store som de to som ligger ved åpningen av ovnen. Slagghaugene under ovnen er anslått til mer enn 50 tonn.

I en av ovnene er det utført en prøvegraving (Stenvik 1989). Slagghropa var 70 cm i diameter, 60 cm dyp og hadde en *in situ* slagblokk som veide 140,6 kg (Stenvik 2005b:52-53). En trekullprøve fra ovnen på Tovmoen gav en datering til 1610 BP (350-550 e.Kr.) (Stenvik 1991c:26). Og akkurat der Storbekken renner ut i Bua lå det også et annet anlegg som også



Figur 5.4: Jernframstillingsanlegget på Tovmoen i Budalen. Figur etter Lars Stenvik (1989)

daterer seg til perioden 350-540 e.Kr. (Stenvik 1989:6, se også Figur 5.3). Den ene ovnen ved Storbekken, var 85 cm i diameter og 80 cm dyp, med en *in situ* slagblokk på 71 kg (Stenvik 2005b:52-53). Det finnes ingen datering på denne ovnen.

Det er også registrert fire tufter på Tovmoen i sammenheng med ovnene. I en av hustuftene har man funnet et ildsted og tufta har derfor blitt tolket som et oppholdssted for arbeiderne (Rundberget 2002:66). Man har også observert en større flate med spor av røstet myrmalm utenfor hustuftene på Tovmoen.

5.2 Jernlupper og andre ressurser

De utgravde jernframstillingsanleggene er funntomme i forhold til bruksredskaper og gjenstander som må ha vært viktige i produksjonsprosessen. Amboltsteiner begynner ikke å opptre på produksjonsplassen før med Type II-teknologien i perioden 600-1300 e. Kr. (Stenvik 1991c:23).

Funn av smieverktøy i norske graver dateres i hovedsak til merovingertid og vikingtid fra år 600 til 900 og man finner verktøy i ca 15% av alle mannsgravene fra denne perioden (Wallander 1989, Rønne 2002:59, Solberg 2003:205, Lindberg 2009:80). I tillegg til smedverktøy inneholder disse gravene også redskaper for trebeskjæring og snekring, noe som har ført til at mange mener at det er misvisende å kalle disse gravene smedgraver (Lindberg 2009:80). Ola Rønne påpeker at noe av smedverktøyet i gravene ser ut til å være lite praktiske som bruksgjenstander, og han mener derfor disse kan ha hatt en symbolsk funksjon (Rønne 2002:59). Dateringen plasserer disse gravfunnene utenfor konteksten av perioden romertid/folkevandringstid som er perioden Type I ovnene var i bruk og mer i kontekst med den yngre ovnen, Type II. Gravfunn med slike redskaper vil da ikke ha noen direkte sammenheng med Trøndelags Type I ovner, men de kan gi en peker på hvilke redskaper som kan ha vært nødvendige for prosessen.



Figur 5.5: Jernluppene som ligger inne på magasinet ved Vitenskapsmuseet. Fra venstre; jernluppen fra Egge i Steinkjer (T22667), jernluppen fra Lomtjørnvollen i Stjørdal (T22486) og jernluppen fra Akset på Hitra (T 21175). Foto: Joakim Wintervoll.

Derfor kan jeg bare si noe indirekte om redskapene som måtte til for å drive prosessen fremover, ved hjelp av inventaret i disse gravene og blant annet via etnoarkeologiske dokumentasjoner.

Mellomproduktet av jernframstillingsprosessen; jernluppene (se Figur 5.5), blir også kalt felljern eller blåsterjern. Felljern/blåsterjern er et produkt som er mer behandlet enn den ujevne råjernsklumpen, videre i oppgaven kalt råjern, som blir tatt ut av ovnen når smeltekampanjen er slutt (Martens 1979). Irmelin Martens skiller mellom blåsterjern og felljern. Hun klassifiserer felljern som en mer tilhamret jernluppe enn blåsterjernet. Blåsterjern har i følge Martens den samme røe overflaten som et råjern og dermed mer slag i seg, men har i noen tilfeller også fått hugd inn en kile. Felljernet har en mye glattere overflate etter å ha fått slagget banket ut av seg og kan også i noen tilfeller ha et kileformet kløyv inn i en side. Anna M. Rosenqvist har derimot utført tester som viser at det er ikke store kjemiske forskjeller mellom felljern og blåsterjern og hun hevder at det er vanskelig å opprettholde et klart skille mellom de to begrepene (Rosenqvist 1979).

Dimensjoner og vekt på av jernluppene i Trøndelag

Det er funnet åtte jernlupper i Trøndelagsfylkene (Stenvik 2006, Hatleskog 1988). Men ved mine undersøkelser i magasinet til Vitenskapsmuseet i Trondheim var kun tre av dem mulig å observere. Fem av dem er kommet på avveie, men er grundig dokumentert i et manus skrevet

av Karl Mørkved ([Mørkved1967] i Stenvik 2006) og i en artikkel skrevet av Anne-Brith Hatleskog (1988). Stenvik skriver i sin artikkel fra 2006 at det er funnet sju jernlupper i Trøndelag, men jeg har valgt å ta med i tabellen nedenfor (s.39), en åttende jernlupp som Anne-Brith Hatleskog fikk levert til museet etter at hun var på befarings på Hitra i 1987 (Hatleskog 1988). Tabellen under skal ikke bare gi en oversikt over funnstedet, vekten og formen på jernluppene, men også for å gi et oversiktlig innblikk i kvaliteten og kvantiteten på prosessen som framstilte dem.

Sammenlignet med andre jernlupper fra andre ovnstyper fra yngre jernalder og middelalder, er de trønderske luppene enten like store eller større enn dem som blir funnet andre steder i Norge og resten av Norden (Stenvik 2006:260-261). Vekten på jernlupper som er blitt funnet i Norge fra senere perioder og andre områder, eller samme tidsperiode men fra andre områder enn Trøndelag, kan variere mellom 2,83 til 13,45 kg. Og det uten tegn til å ha hengt sammen med andre lupper.

Når det er snakk om halvdeler, er det snakk om to typer måter luppene er delt på. Noen lupper har utstikker på siden med kløyvespor, som antyder at de har på et tidspunkt hengt sammen med en annen luppe ved siden av seg, i form av en liten bro mellom luppene. Luppene som ble funnet i Godejord viser derimot tegn på å være delt i to like deler, som en appelsin som deles på tvers (Stenvik *pers.med.*).

Arne Espelund har også undersøkt jernluppen fra Akset på Hitra i Sør-Trøndelag (T 21175) som er magasinert og mener den har en del hulrom i seg i motsetning til en klump av solid jern (Stenvik 2006:258-259), men kvaliteten på jernet har vært høy siden den har hatt lave verdier av Silisium (Si), Mangan (Mn), fosfor (P), svovel (S) og minimalt med slaginnhold.

Funnsted, kommune, fylke	Helt/Halvdel	Kløyv	Vekt (kg)	Mål: lxbxh (cm)	Funnkontekst	Status
Tunnsjøen, Røyrvik, N-T	Helt	Nei	26	-	Løsfunn	Tapt
Myrmoen 1, Namsskogan, N-T	Helt	Ja	20	30x30x15	Løsfunn	Tapt
Myrmoen 2 (T 22057), Namsskogan, N-T	Halvdel	Nei	8,5	-	Løsfunn, Oppbevart og levert inn på Namsskog kommunehus	Tapt
Godejord, Grong, N-T	Halvdel	Nei	19,5	22x22x15	Løsfunn	Tapt
Egge (T 22667), Stenkjer, N-T	Halvdel	Nei	12	24x16x11	<i>In situ</i> , Steinpakket i et gravfelt datert til romertiden	Magasinert
Akset (T 21175), Hitra, S- T	Halvdel	Ja	17,2	24x20x19	Løsfunn, Oppbevart på en skole	Magasinert
Akset, Hitra, S-T	Halvdel	Ja	17	21x21x17	Løsfunn, levert inn til Anne-Brith Hatleskog	Tapt
Lomtjørnvollen, (T 22486), Stjørdal, N-T	Halvdel	Nei	7,9	18x16x11	Løsfunn, funnet i en grop på et eldre jernframstillingsanlegg	Magasinert

Tabell 5.1: Alle data er hentet fra Stenvik (2006), Karl Mørkveds manus fra 1956 ([Mørkved 1956]i Stenvik 2006), Hatleskog (1988) og egne observasjoner.

Plassering i tid og rom

To av jernluppene, fra Lomtjørnvollen i Stjørdal i Nord-Trøndelag og Egge i Steinkjer i Nord-Trøndelag er funnet i kontekst med andre funn som plasserer dem til romertiden, altså samtidig med Trøndelagsovne Type I. Myrmoen 2 fra Namsskogan i Nord-Trøndelag hadde et høyt karbonnivå på 0,7 %, samme som rent stål, som også gjorde det mulig å ¹⁴C-datere funnet til 390-545 e.Kr (Stenvik 2006:257). En ¹⁴C-datering av den ene jernluppen som ble funnet på Akset viste 760-450 f.Kr. Stenvik hevder at man ikke kan stole på denne prøven, siden man ikke har spor av jernframstillingsanlegg som kunne ha produsert den 17 kg tunge klumpen i denne perioden, som attpåtil er en halvdel (Stenvik 2006:259). De øvrige luppene fra Akset, Tunnesjøen, Myrmoen 1 og Godesjord i Nord-Trøndelag, veier henholdsvis 17 kg, 26 kg, 20 kg og 19,5 kg. Dette tolker jeg til å være for stort til å kunne ha blitt framstilt i en

annen type ovenn enn Trøndelagsovner Type I, siden de største luppene som man mener har blitt produsert i andre typer ovner i Norge veier rundt 13 kg (Stenvik 2006:260-261). Dermed antar jeg at alle de åtte jernluppene som er funnet og dokumentert i Trøndelag også har blitt produsert i en Trøndelagsovner type I.

Jernluppen fra Akset på Hitra er også den luppen som skiller seg ut ved at den er fra Sør-Trøndelag og ikke i Nord-Trøndelag slik som de andre (Hatleskog 1988). Den har derimot kløyvd en kile inn i seg, noe som tolkes generelt som et bevis på jernets kvalitet. Er jernet for sprøtt eller urent vil man ikke kunne lage denne kilen uten at luppen går i stykker. Man mener dermed at lopper med kiler er ment som handelsvarer. Siden man ikke har funnet noen jernframstillingsanlegg på Hitra, en øy på grensen mellom Sør-Trøndelag og Møre og Romsdal, mener Hatleskog at det kan være snakk om nettopp en handelsvare fra fastlandet i Inntrøndelag som har blitt glemt igjen (Hatleskog 1988).

Lokaliteter for viderebehandling

Jernlopper er ikke det ferdige produktet hvis man tar for seg hele prosessen og derfor er det også viktig å merke seg hvor man har registrert smieplasser og esser i forhold til lokaliseringene til jernframstillingsanleggene. Disse er ikke blitt registrert på eller i umiddelbar nærhet til Trøndelagsovner type I, men snarere nærmere de permanente bosetningene.

I Nord-Trøndelag i Levangerområdet har Ivar Berre registrert over 39 smieplasser, som også er blitt bemerket av Martin Sivertsen i Skogns bygdebok (Sivertsen 1965:55-56, [Berre 1990:18] i Stenvik 2006). Dette er først og fremst registreringer av hauger med smieslagg i seg, men man har ikke foretatt noen dokumenterte utgravninger (Stenvik *pers.med.*). Man kan ikke si noe sikkert om dateringene på disse lokalitetene.

På Forsetmoen midt i Singsås i Midtre Gauldal kommune i Sør-Trøndelag har man funnet en stor lokalitet for smining som daterer seg til perioden 0 til 500 (Rønne *pers.med.*).

Utgravningen ble utført sommeren 2008, ledet av Preben Rønne, og funnene har i skrivende stund ennå ikke blitt publisert i en offisiell rapport. Man har funnet tre typer esser på dette området som alle daterer seg til romertid. Noen er enkle og runde, andre er åttetallsformet, mens en av essene var inne i en huskonstruksjon som dateres til 400-500 e.Kr. Huset var rektangulært, 30 meter langt og delt inn i to rom, hvor essen lå i den ene enden av huset.

Handelsvarer

Man har mest sannsynlig forsøkt å unngå å forme jernet for mye på produksjonsplassen, siden all oppvarming av metaller fører med seg en reduksjon i mengden. Når man prøver å få rent jern eller stål til et redskap, eller lage jernbarrer ut av en jernlupp, så vil det medføre omkring 80% svinn av massen til jernluppen (Stenvik 2002:50). Derfor mener man at kløyvde jernlupper er ment for videre handel, for å demonstrere kvaliteten på jernet i luppen uten å måtte varme det opp først. Marta Lindberg har i sin doktoravhandling sett på spadeformede emnesjern fra eldre jernalder (Lindberg 2009). Denne funntypen opptrer særlig i Jämtland og Mellan-Norland i perioden 300-600 e. Kr. men den forekommer også, om enn i mindre grad, i Trøndelag. Hennes konklusjon er at emnesjernene er så små at det er vanskelig å lage dem om til et annet produkt. Hun mener altså at de har hatt en mer sosial funksjon enn en praktisk funksjon. Siden analyser av emnesjern også viser at de ser ut til å være sammensatt av jern fra forskjellige "bits and parts" fra de originale jernluppene (Lindberg 2009:98-99), kan dette tyde på at tanken bak emnesjernet er at det er en måte å få ut alt jernet fra jernluppene på selv om man ikke kan forme det til et praktisk redskap.

Torkel Johansen har formulert at holkeøksene som finnes i Trøndelag ikke har fungert som jernbarrer, men som en slags kvalitetsgaranti, som et bevis på hva jernet i jernluppen er godt for (Johansen 2003:42-43). Han mener videre at en av årsakene til at emnesjern forekommer oftere i Jämtland enn i Trøndelag, er fordi jernet i Jämtland har behøvd en kvalitetsgaranti fordi jernet skulle sendes ut av regionen. Dette var ikke nødvendig i Trøndelag, i og med at jernet her ble videreforedlet av de samme personene som produserte jernet. Ved å videreforedle jernluppen direkte til et praktisk redskap sparer man seg også for svinn, siden en hver oppvarming vil føre til at noe jern går tapt i smieslagget.

Ut fra dette resonnementet kan man antyde at handel med jern fra Trøndelag helst skjedde med kløyvde jernlupper eller med ferdig smidde varer. Dette ville ha gjort transport mellom Singså og sentrene mye lettere, siden vekten på varene kunne reduseres drastisk hvis man ikke ville handle i bare jernlupper.

6. Det indre og nære i prosessen

Utgangspunktet for de to neste kapitlene må forstås ut ifra hva man kan si om arbeidsprosessene rundt selve ovnen. Det er disse prosessene jeg velger å definere som mitt mikronivå i analysen (se Figur 6.8 for fullstendig oversikt over mikronivået, s.57, og Figur 6.3, 6.5 og 6.7 for deler av prosessen som vises i Figur 6.8). Men hvilke råmaterialer og verktøy som trengs for å drive ovnen vil ha innvirkning på prosessene på både meso- og makronivå. Dermed vil en detaljert gjennomgang av prosessene på mikronivå også gi et grunnlag for en diskusjon omkring hvilke ressurser som blir viktige innenfor de øvrige nivåene.

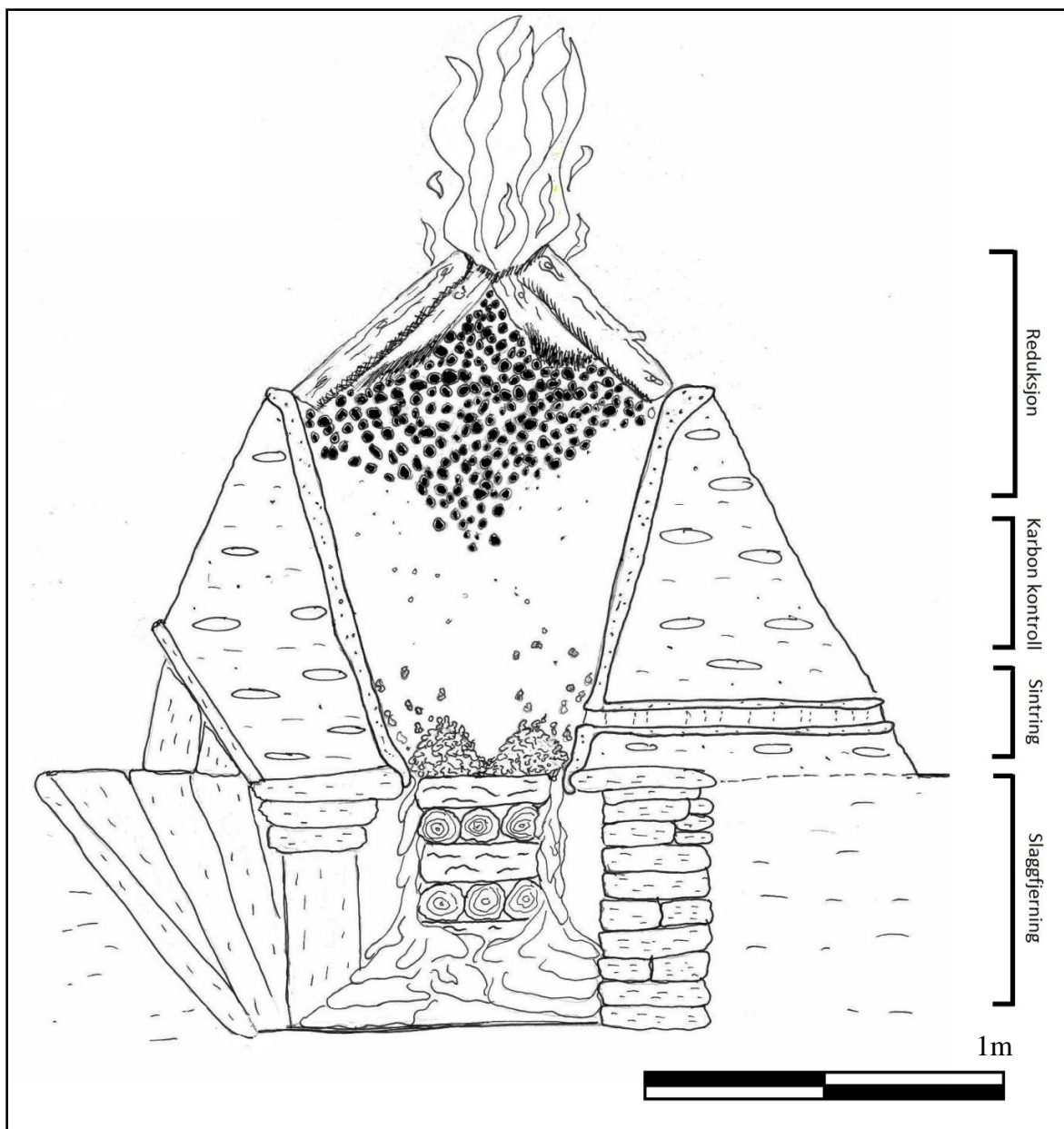
Likeså kan en sammenligning av ovnens dimensjoner og dimensjonene til produktene, som i denne sammenhengen er jernluppene, gi en indikasjon på volumet som produseres. Mens det er lite sannsynlig at man kan komme fram til det nøyaktige antallet jernlupper som ble produsert, kan man danne seg en ramme basert på dataene man har til rådighet. Innefor denne rammen vil jeg gi et estimat, som vil danne utgangspunkt for de senere kapitlene.

Samtidig er det viktig å finne ut hvordan menneskene passer inn i denne prosessen og hva prosessen krever av dem. Menneskene som deltok i arbeidet hadde sine egne behov, som jeg kommer tilbake til i neste kapittel og jeg vil forsøke å estimere den minimale besetningen man trenger for at produksjonen skulle fungere.

6.1 Prinsippet bak Trøndelagsovn Type I

En diskusjon om utformingen av ovnen

Utformingen på Trøndelagsovn Type I bygger egentlig på det samme prinsippet som et timeglass. Det vil si en beholder som inneholder en løs masse, hvor tyngdekraften trekker denne massen gjennom en mindre åpning ned i en annen beholder (se Figur 6.1). Det er kun igjennom denne snevre åpningen at massen kan passere. Og siden tyngdekraften er konstant, er også mengden av masse som kan komme igjennom innsnevringen konstant. Dette betyr i teorien at prosessen er forutsigbar i og med at man kan beregne tiden det tar for massene på toppen av ovnen å komme ned til slaggroppa.



Figur 6.1: En tolkning av Trøndelag Type I ovn under produksjon av jern, basert på illustrasjonen til Ivar Berre (se Rundberget 2002:72) og data fra Arne Espelund (2008). Nederst til venstre ses åpningen inn til slaggroppa. Åpningen inn til høyre er dysehullet for å observere fargen på flammen inni ovnen. Nederst i sjakta er to råjern i sintringsfasen. De ligger for tett og former dermed en bro mellom seg. Illustrasjon: Joakim Wintervoll

Dette forutsetter selvsagt at reduksjonsfasen i toppen av ovnen er effektiv nok til å omforme ved og røstemalmen til en homogen masse i et jevnt tempo. Ikke bare må veden reduseres til trekull, men jernoksid i den røstede malmen må også reduseres til metaller (Espelund 2008:100). Videre nedover i ovnen må massen få nok tid til det som Espelund beskriver som karbonkontrollfasen (*ibid*), slik at massene som beveger seg nedover i ovnen kan reagere med gassene som er på vei oppover i ovnen. Dette betyr at lufttilførselen som går oppover i massen også må være konstant og bevege seg i det rette tempoet, slik at det er tid nok for den

trinnvise reduksjonen fra røstet malm til jern (Espelund 2008:103). Dette er antagelig årsaken til at det på Trøndelagsovn Type I er en ca 20 cm forskjell i bredden mellom slagpropa og sjakta. Slagget vil renne rett ned når den kommer ut av sjakta, slik at det vil være en lomme av luft rundt det rennende slagget. Dette hindret mest sannsynlig at slagget "kvelte" ovnen og forhindret at slagpropa ikke ble fylt opp fortere enn det kunne stakes ut. Hvis slagpropa hadde vært like bred som innsnevringen, ville luften ha måtte stige igjennom det avkjølede slagget før den ville komme i kontakt med sintringspunktet. Siden drivkraften i skorsteinseffekten avhenger av temperaturforskjellen inni og utenfor ovnen, ville effekten vært betydelig redusert hvis luften måtte føres gjennom en slaggmasse på noen hundre grader istedenfor å bli trukket rett opp til sintringspunktet som holdt en temperatur på over tusen grader. Innsnevringen kan dermed ha en sammenheng med at man prøvde å få mest mulig effekt ut av skorsteinseffekten. Dette henger selvfølgelig sammen med at man antar at lufttilførselen ble drevet av naturlig trekk og ikke ved hjelp av blåsebelger.

I sintringsfasen må jernet få nok tid inni ovnen til at det kan klumpe seg sammen, slik at jernet blir fanget opp av gitteret i overgangen mellom sjakt og slagprop. Gitteret er her trekubber som er stablet opp i midten av slagpropa, helt til de øverst trekubbene er vannrette med innsnevringen mellom slagpropa og sjakta (se Figur 6.1). I praksis vil ikke alt jernet i myrmalmen sintre og bli fanget opp av dette gitteret, som betyr at noe vil bli med slagget ned i slagpropa (Espelund 2008:128-129). Kjemiske analyser tyder på at jern kan ha havnet i slagget fordi jernoksidholdig røstemalm har blitt tilført mot slutten av blestringen for å få ned karbonnivået i råjernene, også kalt fersking, noe som reddet prosessen fra å produsere støpejern (*ibid*). Man kan spørre seg hvordan romertidens jernprodusenter visste at en uferdig reduksjon ville "redde" råjernene og hvordan de i det hele tatt kunne vite om jernet ikke var særlig smibart. Dette viser både en stor innsikt i prosessen og tilpasningsevner til uforutsette situasjoner.

Engelund påpeker derimot at teknologien ikke var så avansert at man kunne lage redskaper direkte ut av jernet som kom ut av ovnen, jernluppen måtte behandles i en smie først ved at man slo ut slagget av jernet (Engelund 2002:42, Larsen 2009:30).

Størrelsen på volumet i sjaktas indre er større enn volumet i slagpropa, noe som innebærer at slagget hele tiden må fjernes i slaggfjerningsfasen. Når slagget først kommer seg fri fra sjakta, vil det storkne nesten umiddelbart (Espelund 2008:110). Derfor må det ha vært en konstant prosess å stake ut slagget slik at det ikke bygde seg opp og kvelte ovnen. Faktumet at nesten

alle ovnene har en *in situ* slaggblokk i seg (se listene i Stenvik 2005b:52-53), kan tyde på at det var slik de også avsluttet selve prosessen. Man lot simpelthen slagget bygge seg opp og dette kvelte lufttilførselen. Den andre forklaring på at slaggblokkene finnes *in situ* kan være at aktørene ikke har tatt bryet med å renske slaggrova ved den siste blestringen på produksjonsplassen (*ibid*). Disse to forklaringene ekskluderer med andre ord ikke hverandre, siden begge kan være tilfelle.

Utfordringen ved å produsere flere jernlupper i en blestring

Trøndelagsovnene er antatt å være en flerbruksovn med mulighet til å produsere flere jernlupper på samme tid. Av jernluppene som er funnet i Trøndelag fra romertiden, indikerer flere av dem at de har hengt sammen med en annen lupp (se Tabell 5.1). Disse luppene med små utstikkere har blitt beskrevet som halvdeler, men jeg antar at det ikke var hensikten at de skulle henge sammen. Hensikten var at de skulle være den størrelsen man finner dem i, men i enkelte tilfeller har plassen nede i ovnen under produksjonen vært så trang at de har kommet i kontakt med råjernene ved siden av seg og dermed delvis smeltet sammen slik at det har dannet seg en bro mellom dem. Dette har gjort at det som egentlig skulle være to separate råjern, ble hengende sammen som ett råjern under produksjonen (Se Figur 6.1).

Men i tilfellet med Godejordsluppen fra Grong i Nord-Trøndelag, har luppen vært en enhetlig lupp som har blitt kløyvd i to, slik som man har delt en appelsin. Jeg mener derfor at vi må være mer presise når man omtaler "halvdeler" av jernlupper, og om det er en hensiktsmessig halvdel eller en halvdel som har kommet fram ved en produksjonsfeil. I tilfellet med de jernluppene som har hengt sammen på grunn av produksjonsfeil, kan broa mellom dem gi en indikasjon på hvilken vei de har ligget inni ovnen. Siden broa også har en egenvekt, vil den synke til bunnen mellom de to råjernene. For eksempel kan man se på luppen fra Akset på Hitra (T 21175), at man har kløyvd igjennom broa. Broa er også posisjonert inn i et hjørne, noe som kan indikere flaten som har ligget nederst i ovnen er den på 20 x 19 cm. Luppen har også blitt kløyvd, noe som ville ha gjort denne flaten mindre. Men den er også blitt overflatebehandlet, som betyr at flaten på luppen mens den var et råjern inne i ovnen ville ha vært mer ujevn, ruglete og et par cm større i diameter.

Man ser spor av råjernene under smeltingen på den 120 kg tunge slaggekaken som ble funnet på Myggvollen ved innsjøen Fjergen, i Meråker i Nord-Trøndelag (Stenvik 2005b:54,60). I

følge Espelund, har råjernene ligget på toppen av slaggekaka og presset ned på slaggekaka. Her kan man observere at avtrykkene fra råjernene jevnstore. Noe som kan indikere at man har prøvde å produsere luppene fra samme blestring i den samme størrelsen. Dette kan indikere at man hadde en standardiserte størrelse på jernluppene.

Jernluppene sett i lys av ovnene de ble produserte i

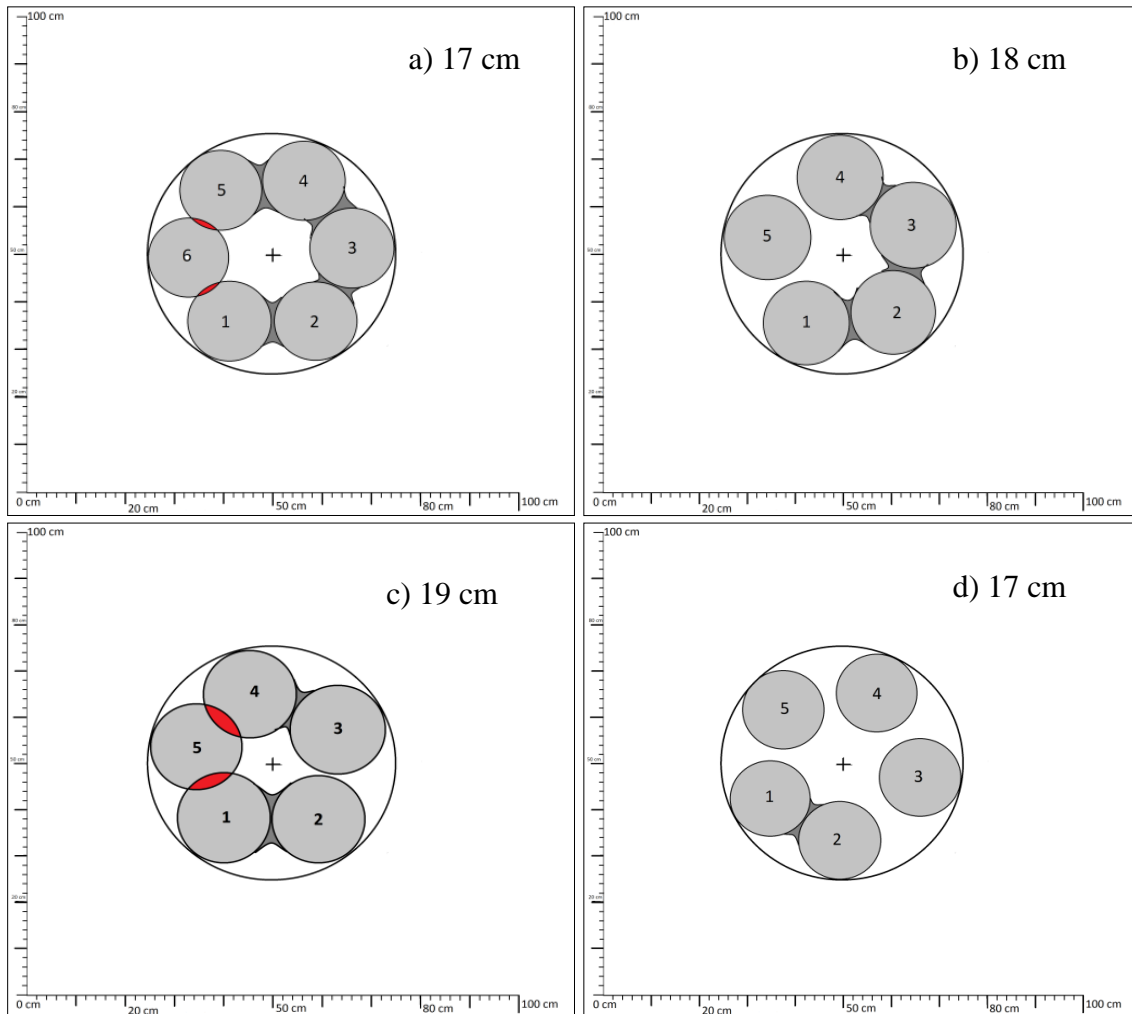
Med slaggekaka fra Myggvollen har Espelund merket seg at antall råjern i ovnen er det samme antallet rosettgroper rundt en av ovnene på anlegget. Altså at de fem råjernene har det samme mønstret som de fem rosettgropene rundt ovnen (Stenvik 2005b:55). Dette kan ha en sammenheng med at man har tolket rosettgropene rundt ovnene som nedgravde arbeidsplattformer (*ibid*), som medfører at aktørene ikke bli så utsatt for den intense strålevarmen. I noen groper har man imidlertid funnet steinmateriale, noe som kan indikere at de har hatt flere funksjoner enn denne. Mens ”arbeidsplattformhypotesen” kan forklare de største gropene som ligger nærmest ovnen, kan den ikke forklare hvorfor man har hatt et behov for å lage mindre groper lengre bort fra ovnen (se Figur 6.6). En egen tolkning til dette vil jeg komme tilbake til senere i kapitlet.

Å ha en viss avstand på noen cm mellom råjernene i ovnen ville ha vært essensielt for at man ikke endte opp med en stor uhandterbar jernring, som ville ha gjort det vanskelig å viderebehandle den før den blir for kald til å formes (se forklaring under Figur 6.2). Der er dermed usannsynlig at man har produserte mer enn fire jernlupper samtidig i ovnene på anlegg som Hegelsvollen i Levanger og Stordalen i Meråker.

To størrelser eller to produksjonsvalg?

Men hva med lupper som Myrmoen 1 fra Namsskogan i Nord-Trøndelag og Tunnsjøen fra Røyrvik i Nord-Trøndelag, som er så massive at de ville ha tatt nesten all plassen i en ovn med en innsnevring på 50 cm? Hvis et blesterjern har en flate på mer enn 25 cm ville den ha hengt fast i så å si alle andre blesterjern i ovnen, hvis den lagdes i en ovn med 50 cm innsnevring. Samtidig ser vi at den er en klar inndeling av de ovnene som har rundt 50 kg slag *in situ*, slik som f.eks. Heglesvollen og Stordalen, og de som har 150 kg *in situ*, slik som f.eks. Fjergen og Tovmoen (se liste i Stenvik 2005b:53). Til nå har man bare en lokalitet hvor man har målt med sikkerhet innsnevringen på bakkenivå, og det er i Stordalen i Meråker (Stenvik

2005b:52). Men i lys av de forskjellige luppene og slaggmengdene, betyr dette at andre ovner har hatt andre innsnevninger i bakkenivå for å lage større eller flere lupper. Eller har man gjort valg i produksjonsmetoden og laget en massiv lupp istedenfor flere mindre lupper? Dette eksemplet viser muligens til at det har vært flere tradisjoner knyttet til hvordan produksjonen med Trøndelagsovn Type I har vært utført og at det kan ha variert fra lokalitet til lokalitet, ved at hver lokalitet har hatt sin egen idé om hvor mange lupper som skulle produseres i en og samme smelting og hvilken størrelse de skulle ha.

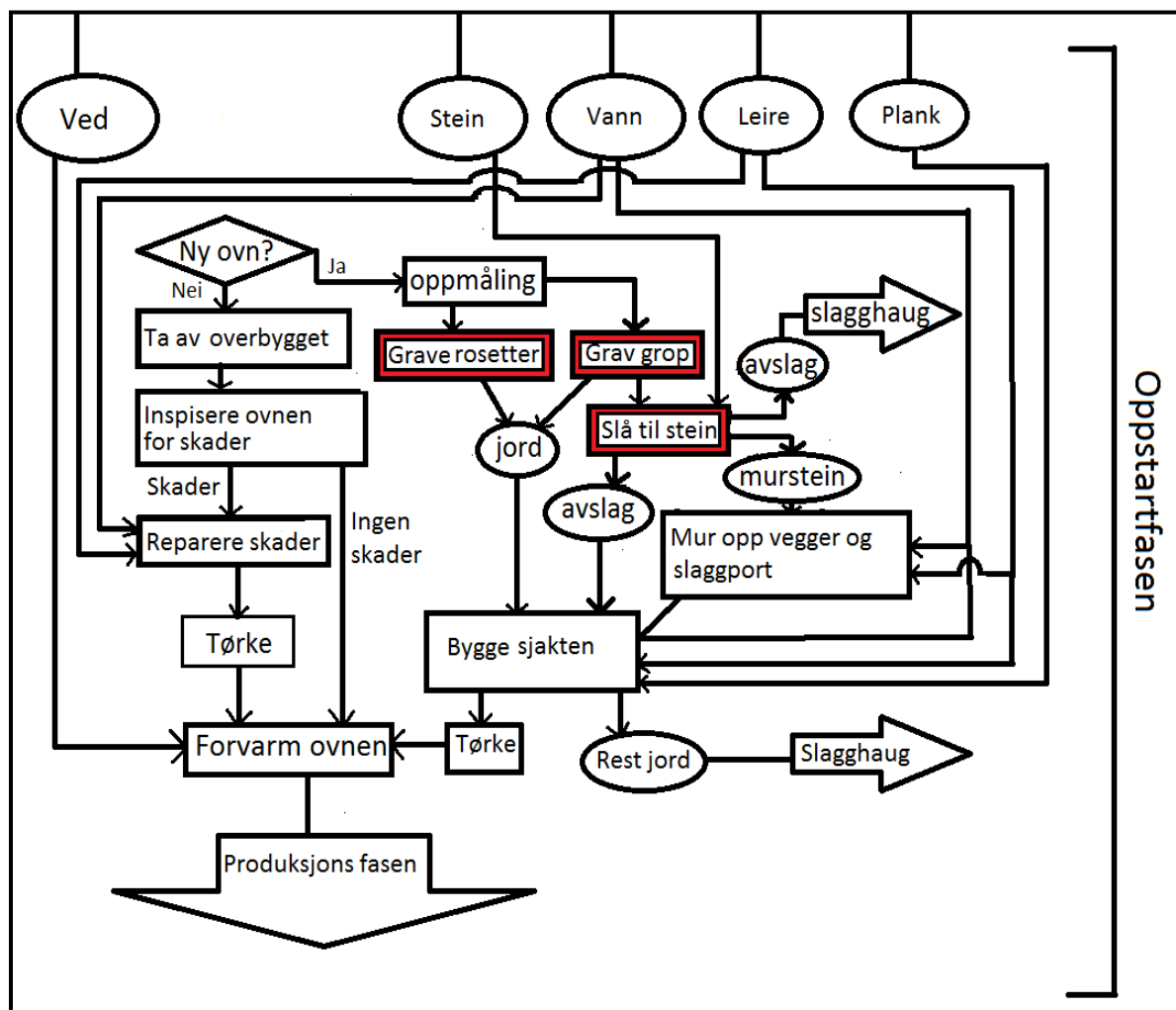


Figur 6.2: Plantegning av ovn med 50 cm innsnevring. Merk at hvis blesterjern kommer for nær hverandre, vil de danne en bro med nabojernnet. Mer enn en bro vil gjøre det vanskelig å få dem opp av ovnen mens de er varme nok til å behandle (a,b,c). I to tilfeller vil en ekstra blesterjern smelte helt sammen med to av nabojernene (b,c). Dette vil forme en jernring som muligens ville ha hatt en vekt på over 50 kg. Har blesterjernen nok rom rundt seg, vil bare to av dem komme i kontakt med hverandre (d), noe som det er mulig å rette på når de tas ut av ovnen. Men (d) kan fort bli til (b) hvis man feilberegner hvor mye malm man trenger.

6.2 Konstruksjon av en ovn

Oppmåling, en gylden standard?

I Barndons hovedfagsoppgave er en av de etnografiske observasjonene blant fipaene at aktørene bruker kroppen og særlig underarmen for å finne lengden på en stav, kalt en entoa, som brukes som målestav for å måle opp blant annet diameter på ovnsfundamentet (Barndon 1992:54-58). De romersk/hellenistiske, egyptiske og mesopotamiske *cubit*-enhetene var også basert på kroppsdelene som håndslengder og fotstørrelser, som ble tegnet ned på standardiserte målestaver (Lelgemann 2004). Disse standardene var forskjellige mellom de ulike sivilisasjonene eller samfunnene, siden hånden eller foten som ble brukt som standard tilhørte sentrale guddommer innen de ulike sivilisasjonene (Lelgemann 2004:6). Det er selvfølgelig usikkert hvorvidt romertidens jernprodusenter i Midt-Norge benyttet seg av en slik stav eller



Figur 6.3: Oppstartfasen. Handlinger med ramme er handlinger som man trenger et redskap for å utføre. I dette tilfelle, graveredskaper og en hammer til å slå til steinene. (øverste del av Figur 6.8).

om de brukte andre enheter som var "for hånden", eller hadde andre standardiserte måleenheter, men kan man si at det var en optimal lengde på alle aspekter ved ovnene?

Dette kan undersøkes ved å studere målene fra utgravingen av Stordalsovnene igjen, hvor man har dybden av slaggrøpa, bredden i bakkenivå og målene under jorden (Stenvik 2005b:52). Variasjonen mellom ovnene på bakkenivå er 5 cm, som kommer av at en ovn er 45 cm i diameter mens de andre tre er 50 cm i diameter. Variasjonen under bakken derimot er også på 5 cm, hvor de to største ovnene er 70 cm og den minste 65 cm. Forskjellen mellom bredde i bakkenivå og under bakke nivå, er i tre ovner 20 cm og i en 24 cm. Marginene her er så små at de må ha en sammenheng. Dybden i ovnen kan på den andre siden variere med 20 cm og ser ikke ut til å ha noen sammenheng med de øvrige målene. Dermed ser man at noen enheter var viktigere å få rett enn andre og at man trolig brukt noe konstant, en definert målestørrelse, for å få det riktig der det rent teknologisk sett telte mest og dette var trolig utslagsgivende for hvor nøye aktørene var med oppmålingen.

En tradisjonell konstruksjon

Stolpehullene rundt ovnen har man i senere tid begynt å tolke som stolpehullene til et overbygg som skulle beskytte ovnen mot regn og vind når den ikke var i bruk (Stenvik 2005b:56). Tidligere antok man at stolpehullene var deler i et stillas, men man har nå gått bort fra denne hypotesen. Eksperimenter utført av Lars Erik Narmo har vist at ovner bygd opp av jord og ukeramisk leire fort forvitrer i regn og vind (Narmo *pers.med* og se også Figur 6.4), og siden ovnene er svært arbeidsintensive å bygge, gir det mening at man prøver å bevare dem når man først hadde bygd dem.

Men hvis man skulle bygge en ny ovn eller etablerte en ny produksjonsplass, ville man trenge en rekke ressurser som enten måtte produseres ved den nye ovnen eller i nærheten. Steinen til slaggrøpa måtte formes, siden naturstein sjeldent kommer i ferdiglagde størrelser. Den må først grovbehandles utenfor mikronivå, slik at den er mulig å få med seg og så finslås ved ovnen slik at man ser at steinen passer bra nok med de andre steinene.



Figur 6.4: Demonstrasjon mellom en ubeskyttet ovn (innhengning til venstre) og en beskyttet ovn (innhengning til høyre) fra symposiet på Kittilbu i Oppland, sommeren 2009. Ovnene var laget av brent moreneleire og satt opp noen uker i forveien av symposiet. Hvis ikke ovnene har et deksel eller er keramisk brent, vil elementene fort skylle den vekk. Eksperimentet er satt opp av Lars Erik Narmo (midten). Foto: Joakim Wintervoll, 2009.

Dette produserer avslag, som enten kunne ha havnet som småstein inni veggene på sjakta (Stenvik 2005b:54) eller i det som skulle bli til slagghaugen. I en perfekt verden ville avfall fra denne første konstruksjonen havnet som et sjikt nederst i slagghaugen, men omroting og at det er trolig er vanskelig å skille dem fra andre steiner i slagghaugen, gjør det vanskelig å se etter dem.

Man ser også at det har vært forskjeller i hvordan sjakta har blitt føret og bygd.

Ovnsmaterialet i Vangstadvollen i Verdal viser tegn til at sjakta har blitt stivet opp med kvister, mens ovnen på Myrvollen ved Fjergen i Meråker var konstruert av leire som var rullet i "pølser" med småstein for å stabiliseres (*ibid*). Denne forskjellen kan tyde på forskjellige tradisjoner omkring hvordan man bygger ovnen. Tilgjorte kvister for føring defineres også som ressursen "plank", siden det er et byggematerialer av tre som ikke er ment som brensel. Man trengte også plank til å støtte opp sidene på sjakta.

6.3 Produksjonen i bevegelse

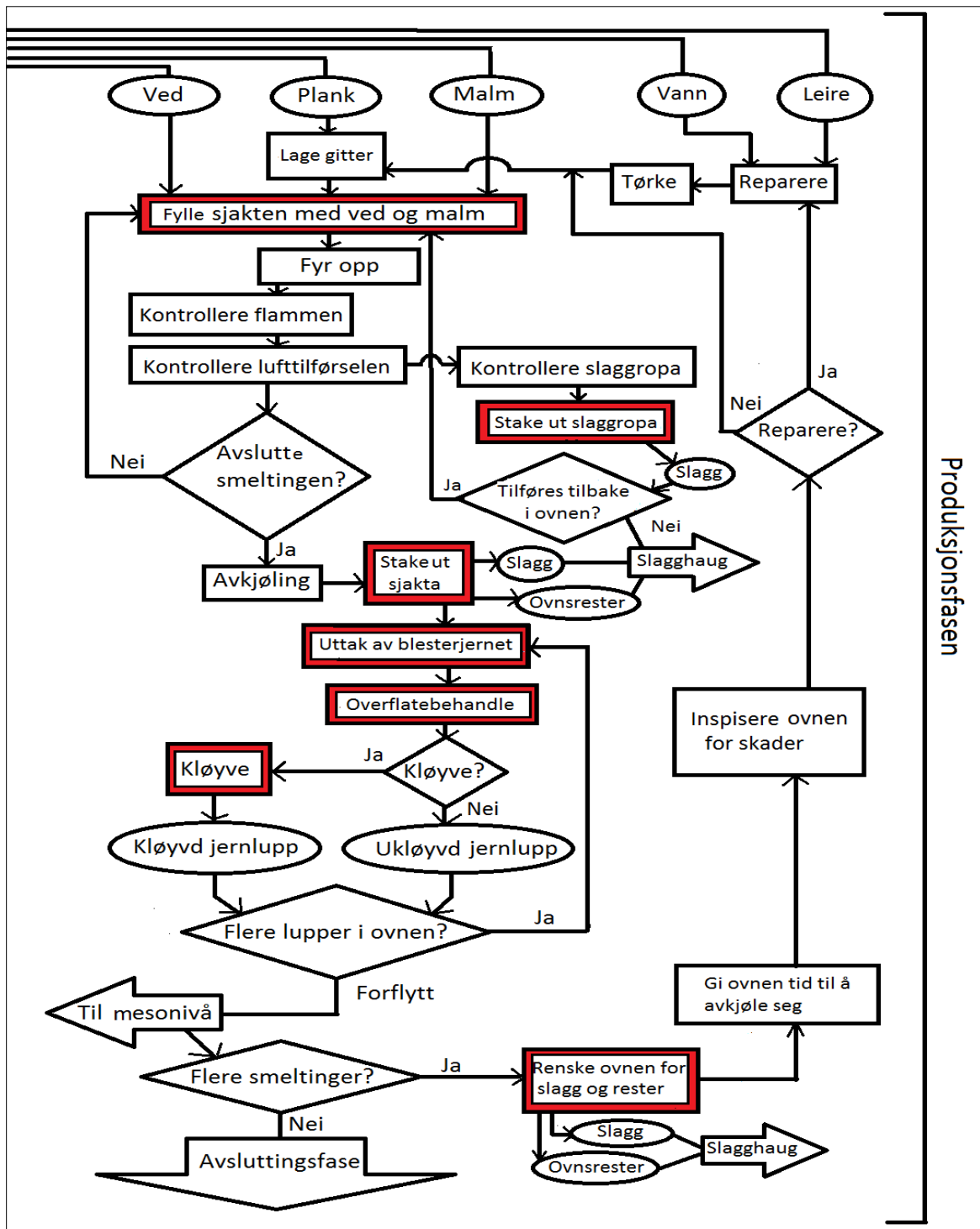
Mannskap

Man har tidligere forsøkt å anslå hvor mange mennesker som måtte til for å drive et jernvinneanlegg med fire ovner. Steinvik anslår at rundt 10 personer må til for å drive et anlegg som Heglesvollen (Stenvik 2005a:111), og Prestvold estimert at det måtte 2-3 personer til per ovn (1994:73). Fra diagrammet nedenfor viser det seg at det vil det være en fulltidsjobb for en person å stake ut slagget fra slaggroppa før det størkner til en stor blokk (se Figur 6.5). Dernest ville det være behov for minst en person til å mate ovnen med brensel og malm. Man kan også tenke seg at det var en smeltemester som overså alt dette og sjekket for eksempel flammen gjennom dysehullet iblant, og smeltemesteren vil mest sannsynlig ha gått mellom de ulike ovnene og grepet inn ved behov.

Dette åpner for spørsmålet om hvor mange ovner som var i drift samtidig, noe som avhenger av hvor nødvendig det var å reparere ovnene etter hver blestring. Eksperimenter med Trøndelagsovn Type I viser at det tar ett til to døgn før innsiden av sjakta blir avkjølt nok til å kunne berøres. Hvis varmen som produseres medførte en så stor påkjenning på leira at innsiden av sjakta sprakk eller at leira ble skrappt ut med slagget, kunne den ikke bli reparert før ovnen var kald nok til å kunne arbeides med. Selv uten skader på innsiden ville man ha vært nødt til å vente på at ovnen avkjølte seg noe etter blestringen, siden man sannsynligvis trenger et nytt gitter i slaggroppa etter at man har skrappt ut slagget. Dette skaper dødtid hvor ovnen ikke er i bruk. Etter utgravningen ved Fjergen anslo man at slagggvarpet hadde omkring 13 tonn slag i seg og rundt 1 tonn sjaktmateriale (Prestvold 1994:54). Dette antyder at Trøndelagsovnen måtte repareres hyppig, noe som kan være en av årsakene til at ovnen alltid er plassert i nærheten av en vannkilde. Reparasjoner skjedde ved å tilføre et nytt lag leire, som sjaktrestene fra Heglesvollen viste, og til det trenger man vann for å forme leira til sjakta og slaggroppa.

Hvis vi regner med at en eller to ovner kan være ute av drift under hver kampanje fordi de behøvde reparasjoner, men at alle var i drift samtidig i hvert fall i starten, kan behovet for antallet arbeidere på ett anlegg som f.eks. Heglesvollen ha variert mellom 5 til 9 personer. Dette anslaget, slik som både Steinviks forslag og Prestvolds anslag, er selvsagt basert på en minimumsbemanning. Anslaget tar ikke høyde for det faktiske antallet mennesker som var på produksjonsplassen eller om det var ekstra assistenter tilstede for å lette på arbeidet, eller mulige lærlinger. I neste kapittel vil de øvrige anslagene brukes for å si noe mer om

produksjonen i løpet av en sesong og hvordan det påvirker menneskelige behov som søvn, mat og hvile.

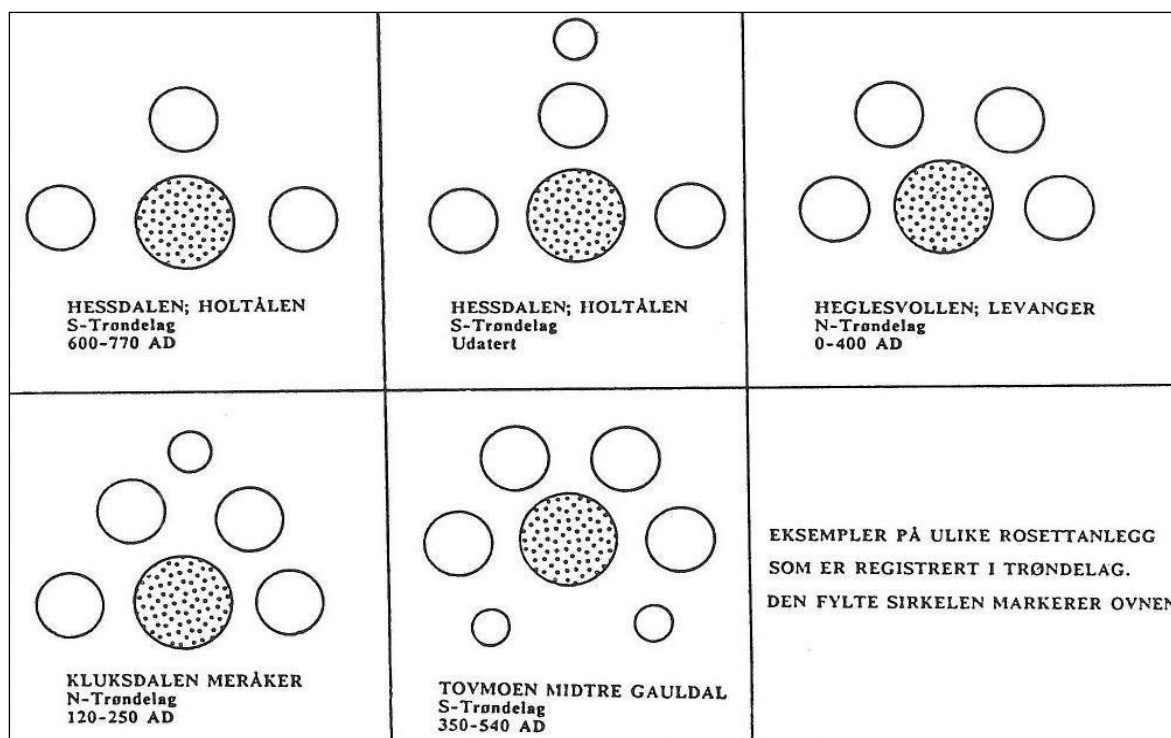


Figur 6.5: Produksjonsfasen. Handlinger med rammer er av typen handlinger som man trenger redskaper til for å fullføre. I dette tilfellet: et spaderedskap for å hive malm på ovnsbålet, staver med ildfast ende for å stake ut slagg og ovnsrester, tang med langt skaft for til å hente ut råjernene fra ovnen og for å holde dem i ro, samt en hammer for å overflatebehandle råjernene og en øks for å kløyve dem. Figuren er den midtre delen av Figur 6.8.

Hva skjer med råjernene når de tas ut av ovnen?

Jernprodusentene har ryddet opp etter seg når de forlot produksjonsplassen (Rundberget 2009:79), men som man ser på diagrammet ovenfor er det noen handlinger som krever spesialiserte redskaper (Se Figur 6.5), siden aktørene ville ha skadet eller brent seg hvis de ikke hadde disse redskapene. Ett tilfelle er når råjernene skulle tas opp av ovnen. Jernet er over flere hundre grader varmt når det tas ut og man må handle raskt for at det ikke skal avkjøles før man får tid til å forme det etter ønske. Man har sannsynligvis hentet jernet ut med tener. Men tyngden og temperaturen på råjernet byr her med andre ord på en utfordring. Et enkelt råjern på 18 kg eller under er ikke noe problem for en enkelt person å plukke opp med en tang, men et råjern som henger sammen med et annet råjern eller er på størrelsen med Godejordsluppen, som må ha veid opp mot 40 kg som helt, trengte mer enn en person for å plukke opp fra ovnen. Man ville trolig unngått at råjernene hang sammen, siden man ville kaste bort tid med å skille dem med hammer og øks.

Kløyvingen i eksperimenter skjer vanligvis oppå en stubbe (Engelund 2002:339), men noen av disse råjernene er så store og tunge, at det ville ha vært vanskelig å holde dem stabile oppå stubben mens man hamret på dem. Løsningen på dette problemet kan ha vært å behandle dem i de mindre gropene man finner på noen av anleggene (se Figur 6.6). Disse gropene er noe mindre og grunnere enn rosettgropene, men ligger for langt borte fra ovnen til å være arbeidsplattformer. I min tolkning kunne de ha fungert som "eggholdere" under kløyvingen av de større jernluppene, siden de ville holdt luppen på plass under overflatebehandling og kløyvingen, uten at man behøvde å bekymre seg for at den rullet vekk. I så fall kan de være en antydning om hvilke lokaliteter de massive luppene ble produsert på.



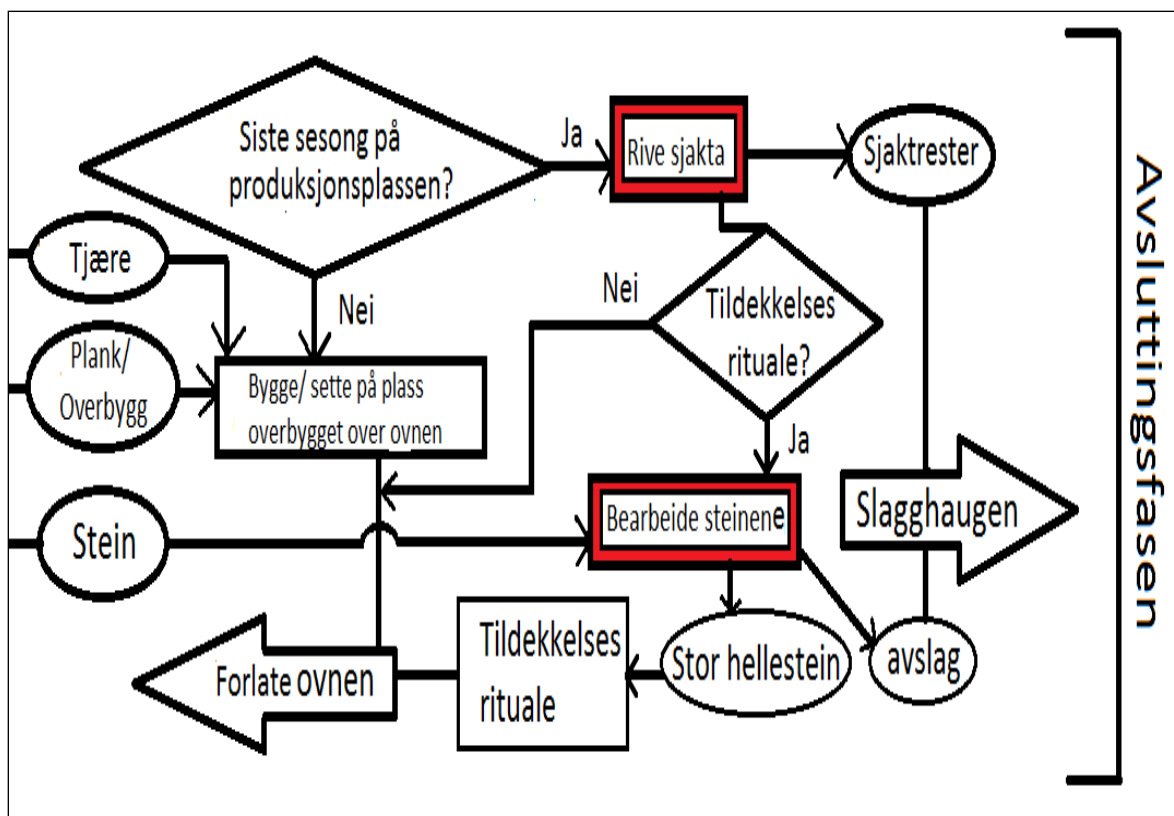
Figur 6.6: *Forskjellige rosettmønstre. Merk de mindre gropene på noen ovner (Hessdalen, Kluksdalen og Tovmoen) som ligger utenfor de større gropene. Figur av Lars Stenvik (1990:212)*

6.4 Hvordan forlates produksjonsplassen?

Bevare eller ødelegge?

Avslutningen viser en dualitet i forholdet til ovnen. Hvis man antar at stolpehullene er for et overbygg som man setter opp over ovnen for å bevare den, hvorfor er alle ovnene da blitt revet ned med hensikt? Tildekningen av ovnen viser et behov for å ta vare på verdien og investeringen som det tok å konstruere ovnen. Rivingen av ovnen har nesten ingen praktisk verdi siden det å utelate å dekke til ovnen ville føre til at sjaktene, som består for det meste av jord, fort ville erodere og kollapse på grunn av regnvær.

Rivingen har mest sannsynlig skjedd ved en siste smeltesesong, når plassen ble forlatt for godt. Aktørene kan dermed ha bestemt og vært klar over at de ikke skulle komme tilbake igjen. Kan man tenke seg at rivingen i seg selv ble som et ritual for å understreke dette valget og dermed sette et punktum for lokaliteten som produksjonsplass.



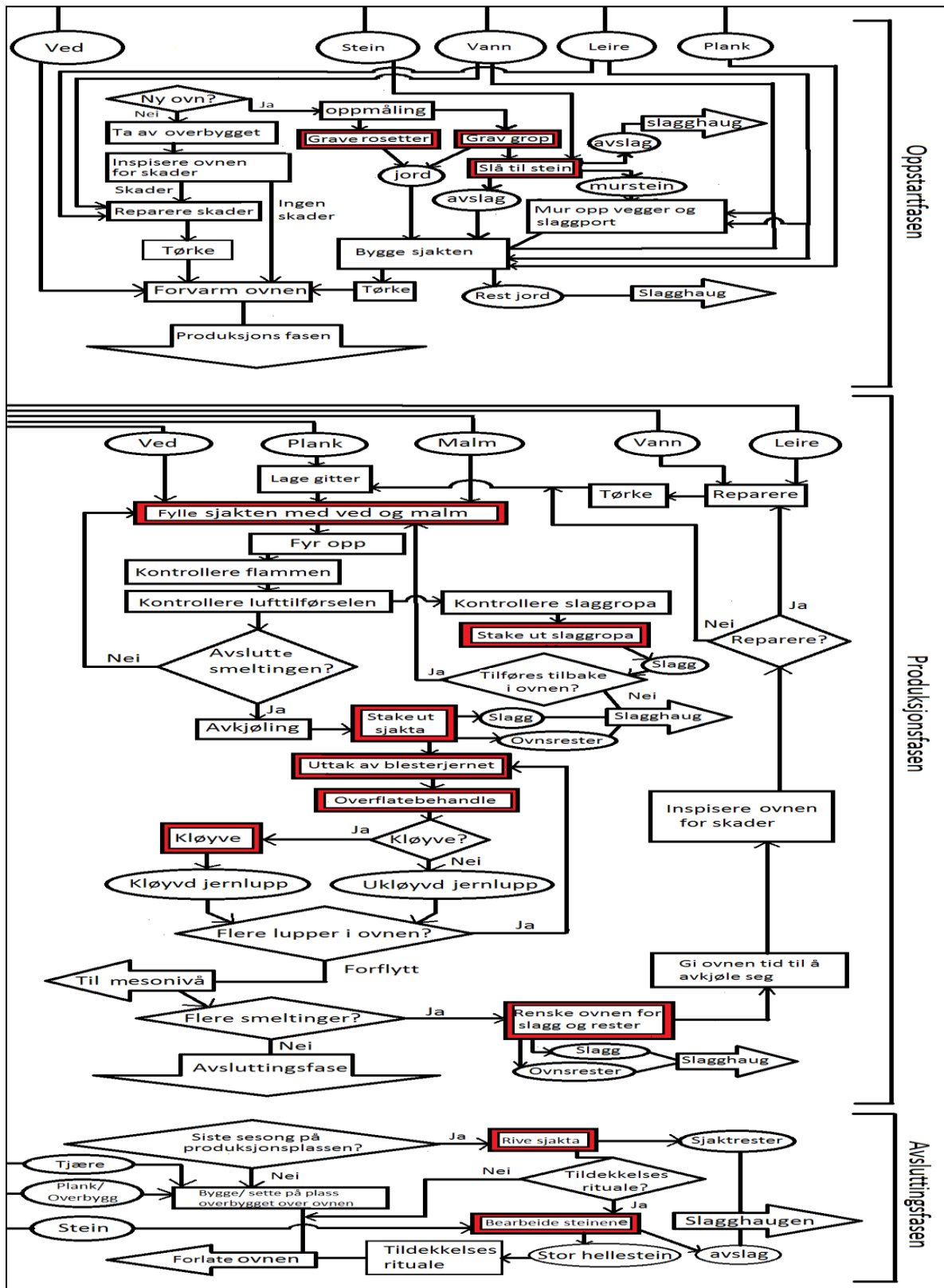
Figur 6.7: Avslutningsfase. Handlinger med rammer er handlinger som trenger redskaper for å fullføres. I dette tilfellet er det graveredskaper og øks for å rive sjakta, og en hammer for å slå til steinheller. Figuren er den nedre delen av Figur 6.8.

Tildeckelsesritualer?

Av de 20 ovnene av Trøndelag Type I som man har undersøkt, har bare to ovner en tildekkende skiferheller i slagggropen (Rundberget 2002:72). Rundberget mener at nedleggelsen har en sammenheng med den planmessige rivningen. Men hvorfor har man da valgt å legge skiferheller ned i to av ovnene i Stordalen og ikke ned i alle fire som er der? Samtidig kan slaggmengden i ovn 1 (5 kg) og ovn 2 (25 kg) tyde på at jernprodusentene var i prosessen med å tømme ovnene, som om man forberedte seg til en ny blestekampanje (se Tabell i Stenvik 2005b:53). Hvorfor har så jernprodusentene ombestemt seg midt i forberedelsen til en ny kampanje, forsvunnet fra produksjonsplassen og aldri kommet tilbake igjen? Slaggmengden i ovnen ser ikke ut til å være en faktor i plasseringen av skiferhellene, men at det er de to ytterst ovnene som blir tildekket som er viktig for de som tildekket dem.

Kan det tenkes at nedleggelsen av slike skiferheller er noe som skjer i tilfeller der aktøren mener det er et særtilfelle? Og var det i det hele tatt jernprodusentene ved Stordalsanlegget

som la ned disse skiferhellene? Det er ikke bare snakk om å skjule kunnskap, å rive ovnene skulle være nok til holde på hemmeligheten deres, det er mer som en slags forsegling av disse to ovnene. Hva som utløste denne spesialbehandlingen kan man bare gjette seg til. Og siden denne praksisen til nå bare er blitt funnet på en lokalitet, vet vi ikke om dette kun var en lokal praksis i Stordalen eller om det er en regional praksis som ikke forekommer så ofte.



Figur 6.8: Komplet flyktkart for Trøndelagsovn Type I på mikronivå. Se også Figur 6.3, 6.5 og 6.7 for forklaring på hver enkelt fase av produksjonen.

7. Produksjonsplassen gjennom årstidene

I dette kapitlet skal jeg se på hvor mye brensel som måtte til for å drive jernproduksjonen, hvordan uttaket av myrmalm kunne ha utartet seg og gi et estimat på hvor mange mennesker det kan ha vært på produksjonsplassen ved å se på kokegropene som er funnet på Heglesvollen. Til slutt vil jeg gi forsøke å estimere produksjonsmengden på de ulike lokalitetene.

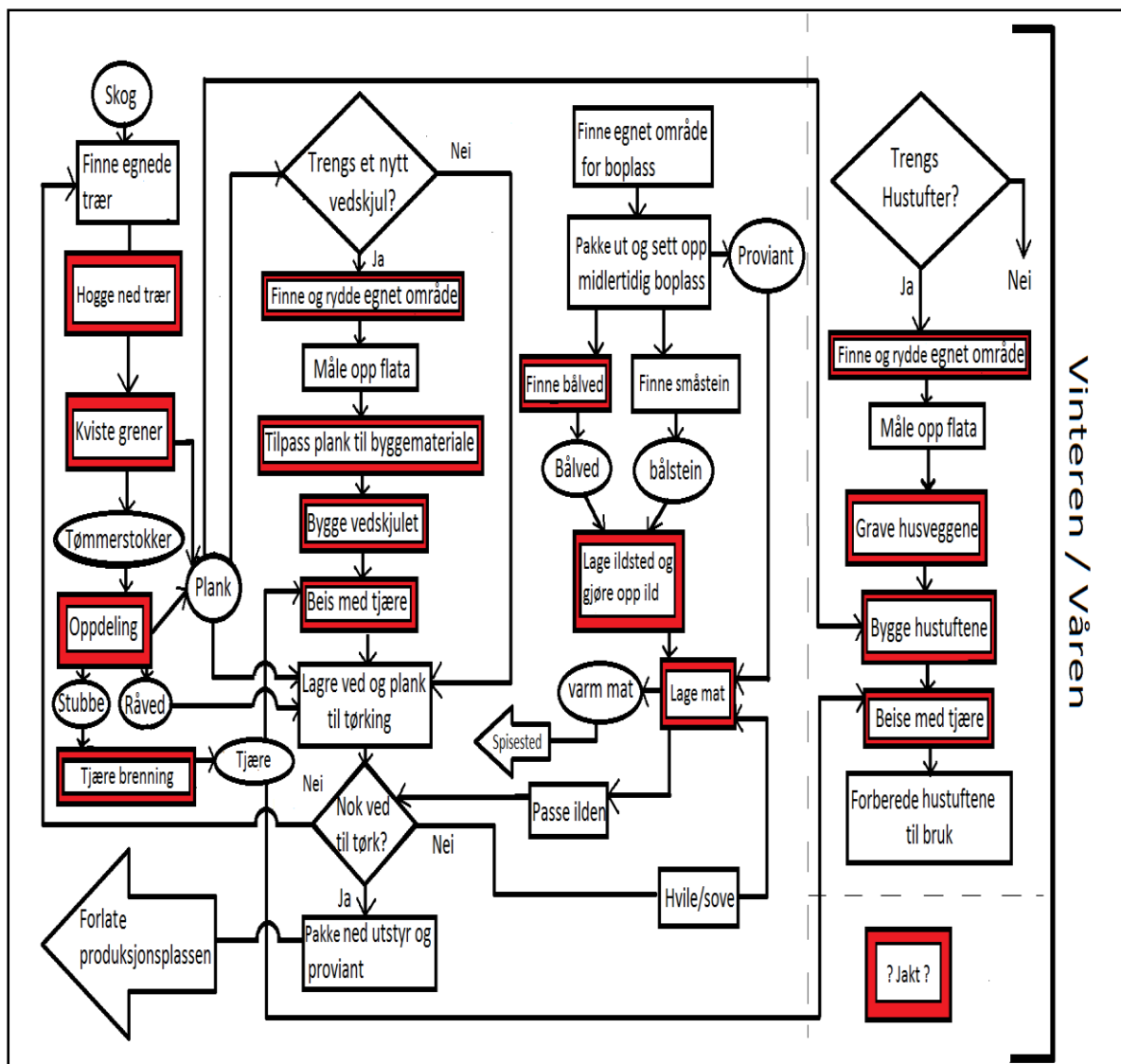
Det er vanskelig å gi nøyaktige begrensninger på mesonivået av Trøndelagsovn Type I. Innenfor mitt mesonivået er det ikke bare interessant å se på produksjonsplassen hvor jernvinna og eventuelle bygninger stod, men også myrene hvor man tok ut myrmalmen og skogene omkring hvor man hentet ved og byggemateriale. Tar vi for eksempel Heglesvollen som utgangspunkt kan disse myrene dekke et areal på flere kvadratkilometer. Dette nivået blir dermed definert ut fra handlingene som utføres på de forskjellige områdene innen produksjonsplassen. Disse handlingene er ikke bare produksjonshandlinger som skaffer råvarer og bearbeider materiale til produksjonen, men også de mer menneskelige arenaene hvor jernvinneaktørene spiser, sover og driver med andre sosiale aktiviteter (for full oversikt over handlingsforløpet på mesonivå, se Figur 7.7, s. 71. og for oppdeling av Figur 7.7, se Figur 7.1 til 7.5).

Et annet aspekt med mesonivået som er annerledes fra mikronivået, er selve tidsaspektet. Mens en blestring er unnagjort i løpet av noen få timer, kan forberedelsene i forkant av selve blestringen ta måneder, muligens år, med ulike intervaller og variasjon i intensitet i forberedelsene. Noen handlinger lar seg best utføre til visse tider av året, mens andre må utføres på spesielle tider av året. Diskusjonen som følger er en analyse av både hva slags handlinger som forekommer, hvor de skjer og når i løpet av året de utføres.

7.1 Vinteren/våren - sesongen for trehogst?

Furu som råvare - kvantitet eller kvalitet?

For å få en forståelse for hvor mange trær man måtte hugge ned for å få nok brensel til jernproduksjonen, må man først gjøre seg kjent med hvor stort et typisk furutre i Skandinavia kan bli. Furu (*Pinus sylvestris*) kan bli opp til 36-40 meter høy (More & White 2005:227).



Figur 7.1: Handlinger som kan ha blitt utført i vinter- og vårmånedene av året (desember til og med juni). Handlinger med klammer er handlinger som krever spesialiserte redskaper. Dette er økser og kniver til rydding, hugging og beskjæring. Eller ildtøy til å lage ild, kvernstein og kokekar til å lage mat, og et kosteredskap til å beise på tjære og rep til byggematerialet. Merk at hustuftbygging og jakt er innefor stipulerte områder siden de ikke behøver å forekomme på alle typer lokaliteter eller være samtidige som trehugsten. Figuren er den øvre delen av Figur 7.7.

Den høyeste kjente furua i Norge i dag står i Klosterskogen i Skien og er 33,8 meter og den største kjente diameteren på ei furu i Norge er målt til 1,9 meter (Skard 2002:71).

Karakteristisk for furua er den enkle rette stammen og at i eldre skoger vil furua miste alle de nederste greinene, og de gjenstående danner ei krone øverst. De eldste furuene i Norge vokser i Vesterålen i Nordland og er omlag 790 år gamle (More & White 2005:227). Hvor furua vokser har også innflytelse på hvor høyt treet blir og fasongen på stammen. Trær som vokser på berg får en mykere ved, mens furu som vokser i myrer får en mørk og hard ved (Høgseth 2007:122). Likeså vil furuer som vokser høyt til fjells opp mot tregrensen eller som står skjermet, også kalt hungersved, vokse saktere igjennom hel vekstperioden. Dermed kan

furuskogen rundt en jernproduksjonsplass bruke lang tid på å ta seg opp igjen hvis det blir for kraftig hogst. Når furua er 20 år gammel er diameteren på stammen mellom 4-8 cm i brysthøyde og består for det meste av myk ungdomsved med mye småkvister (*ibid*). Det er først etter 20 år at kjerneveden, også kalt malmved, begynner å gro og det er denne delen som er mettet med harpiks (Høgseth 2007:127). Det er denne harpiksmettede delen som egner seg som brensel. Ved Gråfjellsundersøkelsene antok man først at trærne man har laget trekull ut fra skulle ha en egenalder på mellom 30 og 40 år (Rundberget 2007:316). Telling av åringer viste derimot at alderen varierte mellom 30 og 201 år. Snittet på hele trematerialet lå på 115 år. Rundberget påpeker at trærne antagelig ikke var av denne alderen da de ble hugget, siden bark og ytterveden manglet på alle stokker som ble funnet bortsett fra i ett tilfelle. Mens jernvinna i Gråfjell var av Type II-teknologi, er det ikke usannsynlig at jernprodusentene som benyttet Type I ovnsteknologien også gikk for de eldste trærne, siden de har mest og best kjerneved.

Høgseths kom i sin undersøkelse fram til at forskjellige deler av treet er egnet for forskjellige produkter (Høgseth 2007:290-291). Mens midten av treet var interessant for Høgseth som byggemateriale, var toppen bra som sperremateriale eller opptenningsved, mens røttene var godt egnet til å brenne tjære ut av. Veden som er best egnet for brensel, er ifra en sylinder av kjerneved inni hvert enkelt furutre.

Tørking av ved

Trehogsten må helst skje på våren, eller i vinterhalvåret i noen tilfeller, og skriftelige kilder sier også at hogsten helst bør skje før sevjen stiger ([Evenstad 1790] i Espelund 2008:41, Høgseth 2007:267, Larsen 2007:102). Mest sannsynlig for at den seige sevjen ikke skal blokkere porene mellom cellene i treverket, slik at vannet inne i cellene ikke kan tørke ut. Evenstad påpeker at trærne må felles på våren slik at de får nok tid til å tørke til blestringen på høsten. Høgseth hevder derimot at trestokker med store nok dimensjoner og kvaliteter, kan ligge i et helt år uten å tørke noe nevneverdig (Høgseth 2007:269). Høgseth snakker riktignok om tømmerstokker ment for bygging, noe som ville ha vært mye større enn oppdelt ved, men ikke alle trær er like og man har antageligvis forsøkt å få veden så tørr som mulig. Samtidig behøvde mange lokaliteter også byggemateriale for å sette opp hustuffer, og dette måtte jernprodusentene selv sørge for. Å ta med byggemateriale fra sentrene ville ha vært tungt og unødvendig, og smedgraver fra merovingertiden viser til at snekkerverktøy var en viktig del

av smedutstyret (se kap. 5.2, s.36). Evenstad nevner ovenfor at blestringene med Type III ovnene skjer på høsten, nærmere et halvt år for veden å tørke, mens for jernproduksjonen med Type I ovner skjedde produksjonen mest sannsynlig på sommeren (se kap.7.2, s. 62). Det er usikkert om veden ville ha nok tid til å tørke på noen få måneder. Det kan godt tenkes at man kommer opp til produksjonsplassen en vår eller vinter bare for å hugge trær, men ikke for å bruke veden til å blestre det samme året. Dermed kan en sesong med jernblestring strekke seg over flere år og ikke bare et enkelt kalenderår.

Byggingen av hustuffer har ikke foregått på alle lokalitetene, men det er spor etter tufter på Heglesvollen og Tovmoen. Man tror at de har fungert som oppholdsrom og som lager for råvarer og mannskap (Stenvik 1989, 2005a:111-112). Disse behøvde man bare å sette opp én gang før blestringa begynte, noe som kunne ha foregått ved et separat tidspunkt fra når man bedrev skogshogst. I ettertid trengte man bare reparere eventuelle skader og bevare treverket med tjære, noe som fungerte som beis. Selv om ikke alle lokaliteter har spor etter hustuffer, behøvde man om ikke annet vedskjul som beskyttet veden fra været mens den tørket.

Hvor mange trær?

I 1991 anslo Stenvik at det må ha gått med 4000 m³ med tremateriale til den totale produksjonen på Heglesvollen (Stenvik 1991c:19). Senere har Stenvik selv oppjustert mengden til 7000 m³ (Stenvik 2005a:111). Uten greiner, rot, topp og ytterved sitter man igjen med en furustokk som nesten en rett sylinder. Formelen for volumet av en sylinder er:

$V = \pi r^2 h$. For utregningen antar man at aktørene helst går etter fullvoksne trær, som er over hundre år gammel. Høyden på disse trærne ligger vanligvis mellom 20-25 meter og med en diameter mellom 0,5-1,2 m. Furustokkene fra Gråfjell hadde fått ytterveden hugget av, mest sannsynlig fordi veden må være så fri for urenheter som mulig og det er i ytterveden de fleste urenheter ligger. Derfor er det mer reelt å bruke en diameter mellom 0,4-1,1 m på de avbarka stokkene. Samtidig estimerer jeg at minst 5 meter av toppen av hvert furutre kappes av, siden den har også mye urenheter i seg. Hvis vi kombinerer de nedre tallene med hverandre og det samme med de øvre, blir det en variasjon mellom de behandlede tømmerstokkene på 1,88 m³-19 m³ per tre. Delt på trematerialet for den totale produksjonen blir det, opprundet til nærmeste runde tall, 3275-370 trær som går med i den totale produksjonen (se Appendiks I for full utregning). Bruksperioden på produksjonsplassen antar man strekker seg over flere hundre år, med noen års mellomrom mellom hver sesong (Stenvik

2005a:111). Siden det ikke er påvist sjikting i slagghaugene ved Fjergen (Stenvik 1996:31), er det ikke mer enn 50 år mellom hver smeltekampanje fordi det er omtrent så lang tid det tar et uforstyrret sjikt å dannes. Aktørene har mest sannsynlig ikke vært borte fra produksjonsplassen i 50 år, siden dekslene over ovnene og hustuftene ville ha råtnet og kollapset før den tid. Man må med andre ord samkjøre med produksjonen av jernluppene for å se hvor mange tær som kan ha gått med i en sesong.

Tørr furuved har en massetetthet på 430 kg/m^3 (se Pravdin 1969), noe som tilsier at ved fra ett av de øvrige gjennomsnittlige trærne ville ha veid mellom 0,8-8,2 tonn når den var tørket ferdig (se utregning i appendiks I). Når den var en våt trestamme og opp til 25% tyngre (*ibid*), ville det ha tatt mye mer krefter enn ti menn å flytte på de større trærne. Derfor er det mest sannsynlig at de delte stammen opp og bygde vedskjulet nærmere der treet falt enn der ovnen stod. Våt furu er også mye mykere enn tørr furu (Høgseth 2007:269), noe som gjør det lettere å dele opp furustammene og det er dessuten mer skånsomt mot redskapene. Oppdeling til vedkubber har da mest sannsynlig skjedd i skogen på vinteren/ våren, og ikke på sommeren og i umiddelbar nærhet til ovnene.

7.2 Røstemalm - Det utslagsgivende produktet

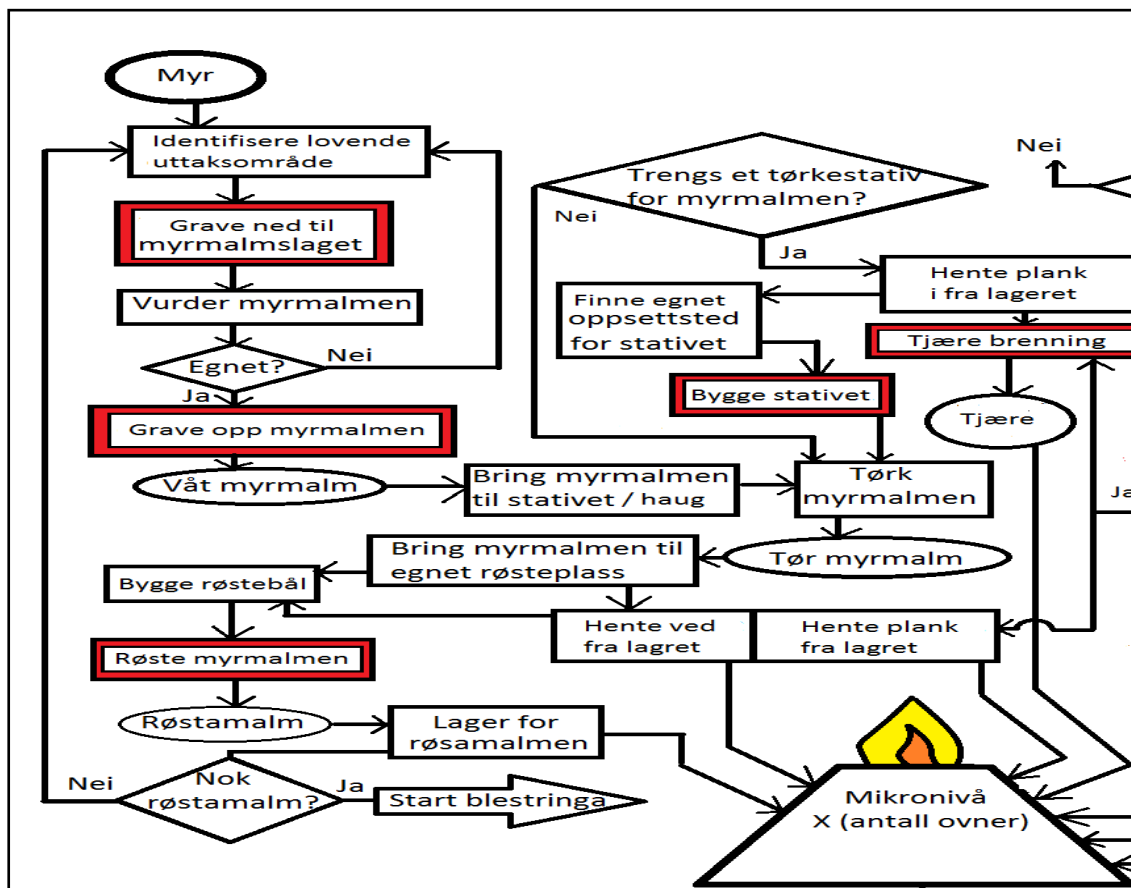
Myr danner jerndioksidslag ved at avrenning fra nærliggende fjell tar med seg jerndioksider og utfeller disse i et lag i myra (Larsen 2009:28). Anne M. Rosenquist og Ivar Kleiven mener at myrer som ligger i høyere strøk, har mer jern og er av bedre kvalitet enn myrene i lavlandet (*ibid*). Myra må også ha nok helning, surhetsgrad i vannet og vanngjennomstrømming for å produsere god myrmalm.

Engelund viser til skriftlige kilder som Gripenhielm og Evenstad, som hevder at uttak av myrmalm helst bør utføres på sommeren når myrene er tørre og ikke så tunge å grave i (Engelund 2002:100,125). Det er viktig at røstemalmen ikke blir våt (*ibid*), siden dette kan vaske vekk jernet. På Heglesvollen har man løst dette med å lagre røstemalmen inne i en hustuftene (s. 33), mens på Tovmoen viser restene fra malmlageret at det har ligget utendørs og rett på bakken (se Figur 5.4). Dette betyr at man ikke kan ha hatt en lang pause mellom produksjon av røstemalmen og starten på jernblestringen.

For å finne malholdige myrer må man se etter rustfargen i myra. Rødfargen kommer av jern som har oksidert. Dernest må man grave seg ned til utfellingssjiktet i myra og teste kvaliteten.

Kvaliteten på malmen er utslagsgivende for den senere vekten på jernluppene (Engelund 2002:112). Kvaliteten kan man bedømme, ifølge Evenstad og Gripenhielm, ved å se på farge, konsistens og smak i (Evenstad i Espelund 2008:23, Gripenhielm i Engelund 2002:101). Evenstad opererer med åtte forskjellige kvaliteter, som kan blandes for å oppnå forskjellige resultater. På Gråfjell har man sett i analyser av myrmalmslagrene at man blandet forskjellige typer malm (Rundberget 2007: 325) og dette kommer også frem i etnografien (Barndon 2001).

Tørkingen av myrmalmen når den er gravd frem, kan enten ha skjedd på et enkelt stativ slik som Gripenhielm beskriver det (Engelund 2002:101). Eller man kan ha tørket den i en haug plassert på en skrent for å drenere vekk vannet, slik som Evenstad beskriver det (Engelund 2002:136). I noen tilfeller har man funnet spor av dreneringsgrøfter rundt tørkehauger (Larsen 2009:29). Engelund mener at det er kornstørrelsen på malmen som avgjøre om man tørker malmen på et stativ eller i en haug (Engelund 2002:136), siden malm av mindre kornstørrelse kan vaskes vekk i en haug. Metoden for å avgjøre kornstørrelsen, ved å ta litt malm i munnen, er subjektiv og vil avhenge av vurderingen til aktøren. Siden et stativ kan bygges rett ved



Figur 7.2: Den første perioden av tørssommeren går til å produsere nok røstamalm. Jernblestringen starter ikke før man har produsert nok for hele sesongen. Figuren en del av midten av Figur 7.7.

siden av hullet man tar opp myrmalmen, så vil avstanden det tar å frakte myrmalmen fra opptakshullet til nærmeste tørre platå også være avgjørende for om man bygger et stativ eller legger malmen i haug.

Forholdet mellom tørket myrmalm og røstevad var, ifølge Gripenhielm, omkring 1:1 (Engelund 2002:102).

7.3 Mat - Proviant og gilde

Jakt - når og på hva?

Det finnes ingen spor etter fangstanlegg ved eller i nærheten til Heglesvollen, men ett av de større fangstanaleggene funnet i Trøndelag finnes i nærhet til Tovmoen (se Figur 5.3).

Fangstgropene på Tovmoen ligner andre fangstgropene i Trøndelag som er datert til middelalderen (Stenvik 1989:5). Fangstgropene som dette er ment for å fange stor dyr som elg, men jakt på disse dyrene foregår på senhøsten eller tidlig på våren (se figurene i Larsen 2007:101). Jakt med fangstgropene avhenger av at de står i ruta der elgen eller rein migrerer fra vinter- til sommerbeite. Observasjoner av elgens migrasjonsrute på Gråfjell har vist at elgen er konservativ i forhold til migrasjonsruter (Linnell, May & Odden 2007:133-136), men ruta til sommerbeite er annerledes enn ruta fra sommerbeite. Dermed vil fangstgropene bare være effektive i en årstid på året. Migrasjonen foregikk også bare på vår/tidlig sommer (april til juni) og høsten (september til november). I dette tilfellet viser det seg at tiden for å bedrive jakt og jernbelstring med en Type I ovn faller til forskjellige tider av året.

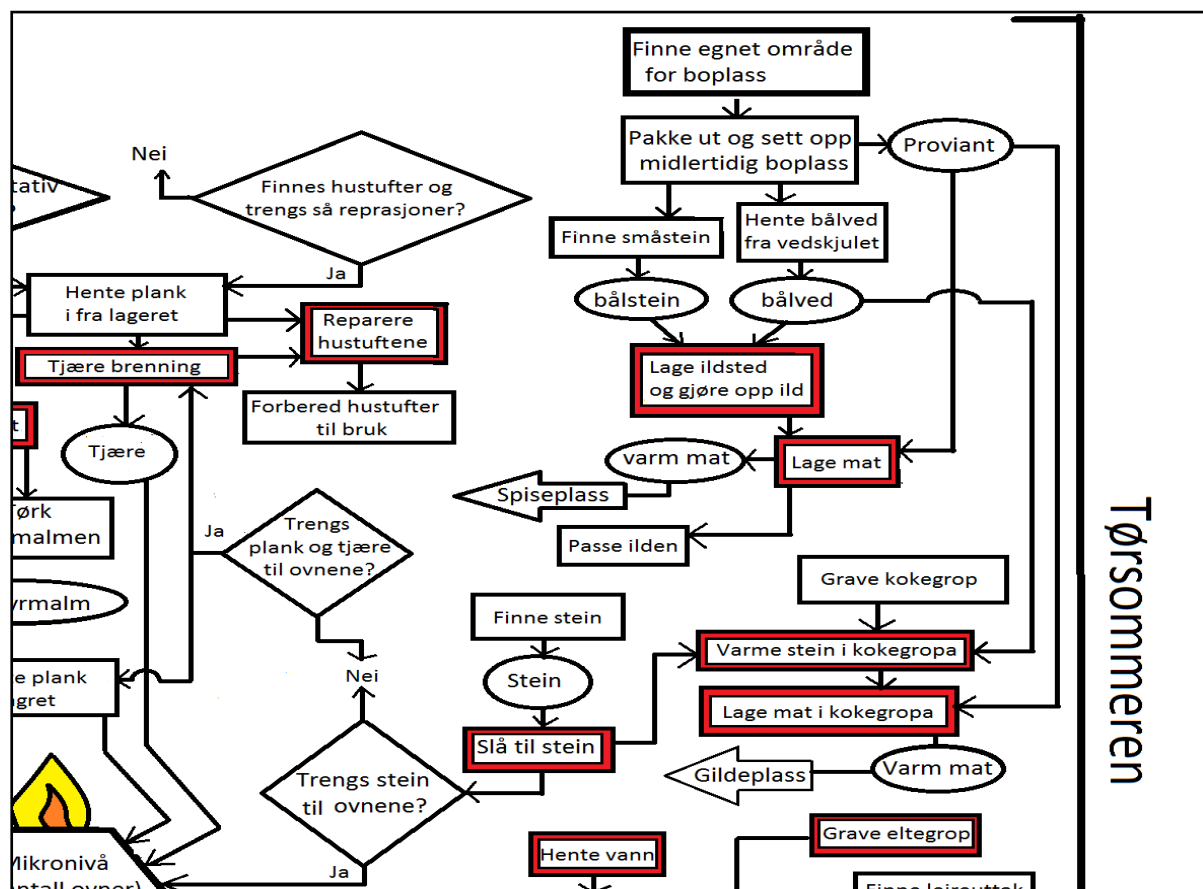
Det som ofte glemmes når man snakker om jakt, er at dette også er en tidkrevende prosess. Det innebærer mye venting, leiting og jaging av byttet. Og hvis man fanger et bytte, noe som ikke er garantert, er det igjen mye arbeid med å dra dyret til boplassen, hvor man må flå og partere byttet. Spørsmålet er om man hadde tid til å gjøre alt dette, samtidig som man blestret jern eller forberedte jernproduksjonen. Min oppfatning er at aktørene godt kunne drive fangst for å skaffe tilveie proviant under jernblestringen, men de gjorde det ikke mens de blestret. Det måtte i så fall skje som en forberedning til blestringen.

Mat til hverdags...

Den daglige dietten til jernalderens befolkning i Norden, har man spor av på tannmateriale funnet i graver. Dietten er blitt beskrevet som "grøt med stein i", siden tenne var svært nedslitt fra å ha tygd rester av kvernesteinen som ble brukt til å male opp kornet. Dette har antagelig vært den primære kalorikilden for jernproduzentene, i form av medbrakt korn som måtte males opp med en medbrakt kvernestein og så kokt til en slags grøt.

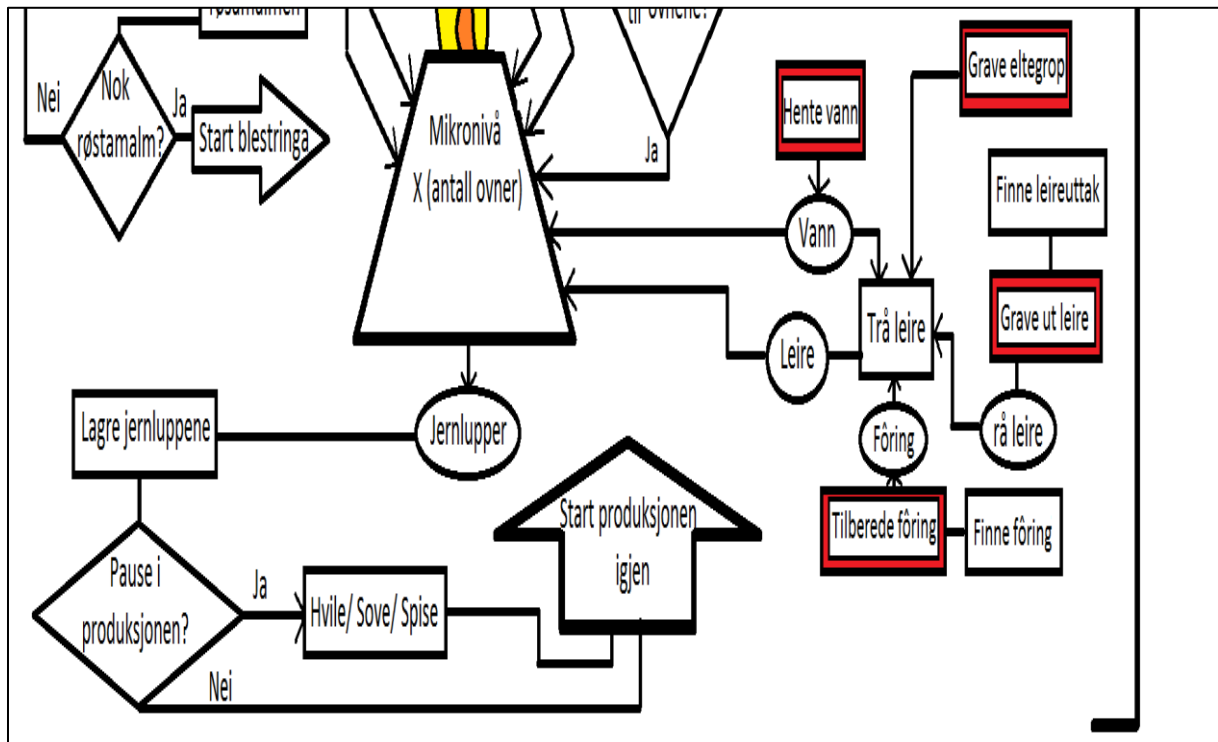
Den romerske armé beregnet 1,1kg-1,3 kg mat som daglig proviant til en enkelt infanterist, som besto blant annet av 850g umalt korn og 170g saltet kjøtt, 50 g frukt/grønnsaker, 27 g ost, eddik og olivenolje (Roth 1999:43). Det umalte kornet, saltet kjøtt og saltet er sannsynligvis de eneste produktene som var tilgjengelig i de germanske områdene, men det tilsvarer likevel rundt 2500 kalorier. For daglig rasjon til jernproduzentene beregnes dermed 1,1 kg daglig proviant, bestående for det meste av korn, saltet kjøtt og litt salt.

Et moment som ikke er festet til noen spesifikk handling i diagrammet (Figur 7.3), er henting av drikkevann. Med fire eller mer jernovner i drift samtidig, ville arbeidet i nærheten av dem



Figur 7.3: Handlinger i forbindelse med boplassen og matlagning på tørssommeren. Redskapene her er ildtøy, kokekar, kvernestein, kost til tjærebeising og hammer. Figuren er en del av midten av Figur 7.7.

ha vært svært dehydrerende. Henting av drikkevann ville dermed ha skjedd ved behov og har her ikke blitt satt inn i diagrammet. Det er etter mitt syn noe annet enn henting av vann til konstruksjon av ovnen og leireproduksjonen, siden man ikke behøver å tenkte på hvor skitten beholderen man bruker for å frakte vannet fra elva til eltegropa (hvor man elter leire med beina) blir (se Figur 7.4). Man vill helst holde beholderen for drikkevann fri for skitt og leire.



Figur 7.4: Leireproduksjon og lagring av jernluppene. Redskapene her er graveredskaper, kniver til beskjæring og en beholder for å hente vann med. Figuren er en del av midten av Figur 7.7

...og mat til fest

På Heglesvollen ha man funnet et kokegropsfelt sør for ovnene (se Figur 5.2). Ragnar Bjørnstad mener at kokegroper i fjell- og utmarksområder må sees som et uttrykk for rituelle handlinger (Bjørnstad 2003:96). Han bygger her på Lars Erik Narmo som mener at kokegroper er så tungvinte å lage mat i, at man bare gjøre det ved spesielle og muligens religiøse anledninger (Narmo 1996a:98). Bjørnstad hevder at eksperimenter med kokegroper med en diameter på omkring 1 m, slik som de på Heglesvollen hadde, kan produsere mat til opp til 30 personer (Bjørnstad 2003:96). Narmo mener derimot ut ifra sine forsøk, at kokegroper på 1 m i diameter kan lag mat til rundt 20 personer (Narmo *pers.med*). Hvorfor trengte de å være så store når man har estimert at rundt 10 personer jobbet på

produksjonsplassen? Graving av grop, det å finne store nok steiner og oppvarmingen av alle steinene tar tid, så det er lite sannsynlig at fortidens jernprodusenter lagde kokegropene større enn det var behov for. Tre hypoteser for størrelsen på kokegropene i forhold til antall estimerte mennesker er mulige:

1) Det ble laget mat for flere måltider. Dette underbygger det "spesielle" med å tilberede mat i kokegrop, hvis man mener at man skal lage rester også for senere. Samtidig må man spørre seg hvorfor man ikke bare lager en mindre kokegrop og bruker de samme steinene for hver gang, slik at man får to-tre varme måltider, og ikke bare et varmt og ett-to kalde?

2) Matofring til ovnene. I etnografien ser vi at jernprodusenter starter produksjonene ved å ofret et dyr, sprute blodet på ovnen, for så å tilberede og spise offerdyret (Barndon 2005:28). Dette gjør smedene ikke bare for å få assistanse fra forfedrene, men også for at aktørene selv skal få seg et skikkelig måltid med kjøtt. Bloting var også noe som var et vanlig ritual i det førkristne Norden (Steinsland 2005a:276). Ordet kan bety både "å styrke", men også "stenke" eller "sprute". Dette kommer av at man ga noe av blodet og fett til gudene, ved å samle det opp i en bolle og så sprute det på gudesymbolene. Mens det er fristende å trekke paralleller mellom den historiske og etnografiske skikken, ved å si at jernprodusenten på Heglesvollen sprutet blod og fett på ovnene sine, forblir det selvfølgelig bare en hypotese inntil man kan påvise dyrerester på sjaktmaterialet. Og både i det historiske og det etnografiske eksemplet ofret man også bare litt blod og litt av fett til ovnene eller gudesymbolene, ikke nok mat til mette 10-15 personer. Bloting er dermed ikke en tilfredsstillende forklaring på hvorfor kokegropene trenger å være så store.

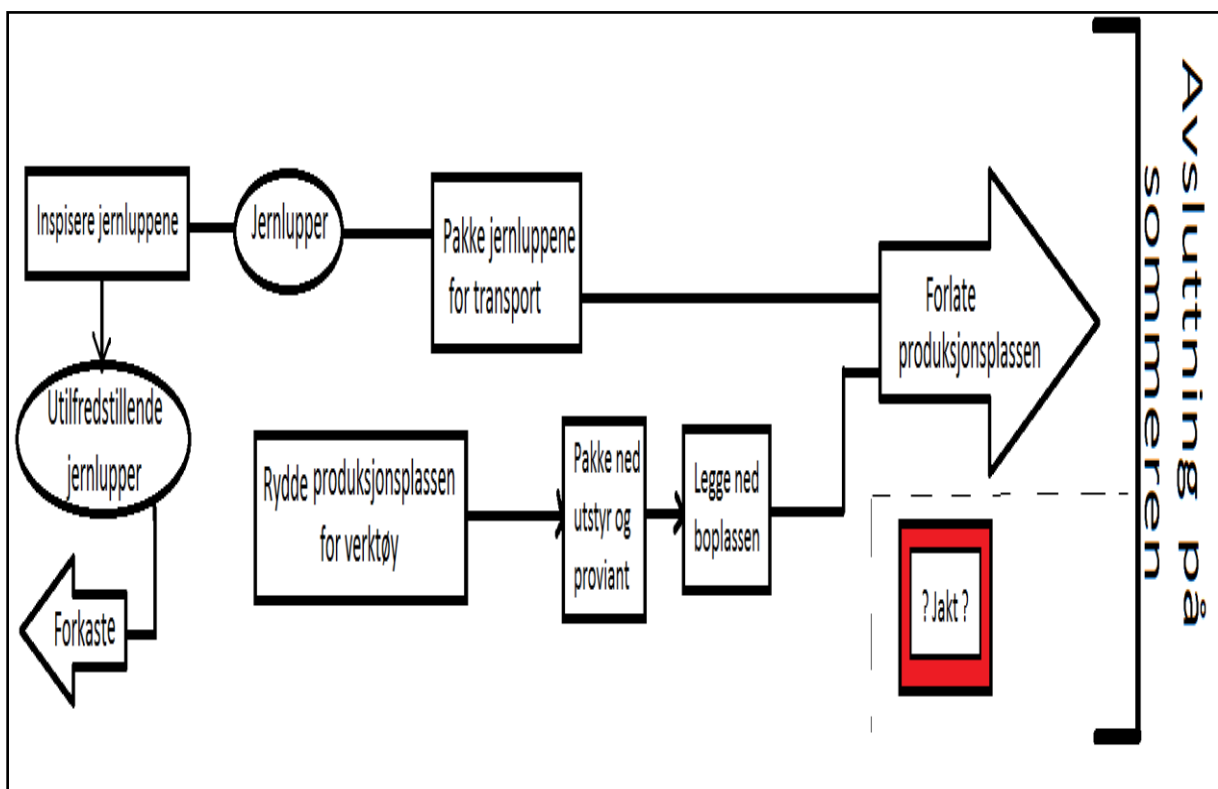
3) Det var flere mennesker enn 5 til 15 på produksjonsplassen. Det er denne hypotesen som er den mest plausible, men dette setter også spørsmålsteget ved hvor hemmelig kunnskapen omkring jernproduksjonen var. Hvis man prøver å holde kunnskapen blant så få som mulig, ville man da ha involvert opp til 30 personer? Mest sannsynlig ville det faktiske antall mennesker på produksjonsplassen ligge nærmere 20, enn 10 personer som minimumsestimatet tilsier eller 30 personer som det er mulig å lage mat til med kokegropsestimatet til Bjørnstad. Jeg vil videre i oppgaven regne med hvordan transportmulighetene ville ha utartet seg med et lag på 10, 20 eller 30 personer.

7.4 Avslutning av produksjonsrekken - en vurdering av kvalitet og kvantitet

Det skulle antagelig mye til før jernprodusentene forkastet en jernlupp. Men konteksten som Lomtjørnvollen (T 22486) ble funnet i (en grop ved siden av en Trøndelagsovn Type I anlegg, se Tabell 5.1), tilsier at ikke alle lupper var bryet verdt å ta tilbake til lavlandet.

Funnlokaliteten ved siden av en Trøndelagsovn Type I og kvaliteten på luppen fra Lomtjørnsvoll tilsier at dette var en forkastet lupp (se Figur 7.6). Dermed er den kanskje ikke representativ for de luppene som aktørene ville regne som vellykkede.

Spørsmålet om hvor mange lupper man kunne produsere i løpet av en sesong vil bli belyst nedenfor. Hvis man bruker Heglesvollen som et eksempel og antar at man produserte lupper på størrelsen med luppen fra Akset (T 22175), ca 17 kg hver, er det fire lupper i hver ovn, gange fire ovner i produksjon samtidig. Det blir 16 lupper med en samlet vekt på 272 kg. Fra Heglesvollen er det bevarte sjaktreser som viser 4-5 reparasjonslag av leire (se kap.5.1, s.32). Hvis man har utført så mange smeltekampanjer etter hverandre, vil den delen av sesongen når man smeltet jern ha tatt mellom 7-9 dager (hvis man beregner inn ett døgn mellom



Figur 7.5: Avslutningen på produksjonen når alle jernluppene er produsert. Figuren er den nedre delen av Figur 7.7.

smeltingene for avkjøling av ovnen, (se kap.6.3, s.50). Hvis den totale produksjonen var på rundt 100 tonn jern på Heglesvollen, vil man få en fordeling som vist i Tabell 7.1.

Hvis vi sammenligner estimatet ved Heglesvollen, med estimeringene fra Myggvollen ved Fjergen (Stenvik 2002: 42-44), vil dette vise forskjellen i produksjonsmengden mellom de to anleggene.

Myggvollen har slagblokker som ligner på Tovmoen, ved at de er rundt 150 kg, men det er bare tre ovner her, i motsetning til de fem som er dokumentert på Tovmoen.

Den totale produksjonen av jern er også anslått av Arne Espelund til å være 65 tonn (*ibid*).



Figur 7.6: Luppen funnet på Lomtjørnvollen. Kvaliteten på jernet kan ikke ha vært høy, den var den mest forvitrede luppen.. Foto: Joakim Wintervoll

Kampanjer	Jernlupper	Vekt (kg)	Produksjonsdager	Trær	Ved (tonn)	Sesonger
1	16	272	1	1 til 9	7-8	368
2	32	544	3	2 til 19	14-16	184
3	48	816	5	3 til 27	21-24	123
4	64	1088	7	4 til 36	28-32	92
5	80	1360	9	5 til 45	35-41	74

Tabell 7.1: Tabell over estimert produksjon på Heglesvollen, med 4 ovner i drift samtidig og hvis man produserte fire 17 kg lupper i hver blestring . Den totale produksjonen er beregnet til 100 tonn jern. Antall trær blir alltid rundet opp. Vekten av ferdig tørket ved er et omtrentlig estimat.

Likeså er antall trær i den totale produksjonen redusert med 35%, altså til 2422-244 trær. Man anslår at de produserte fem lupper i ovnen samtidig, hver på 27 kg (se Tabell 7.2). Og man har anslått ut fra slagmengden under ovn 1 på Myggvollen, at det var rundt 130 blestringer (Stenvik 2002:42), noe som er ganske nærme de rundt 160 blestringene vist i Tabell 7.2.

Kampanjer	Jernlupper	Vekt (kg)	Produksjonsdager	Trær	Ved (tonn)	Sesonger
1	15	405	1	2 til 15	11-13	161
2	30	810	3	3 til 30	23-25	81
3	45	1215	5	5 til 45	35-37	54
4	60	1620	7	6 til 60	47-49	41
5	75	2025	9	8 til 76	60-63	32

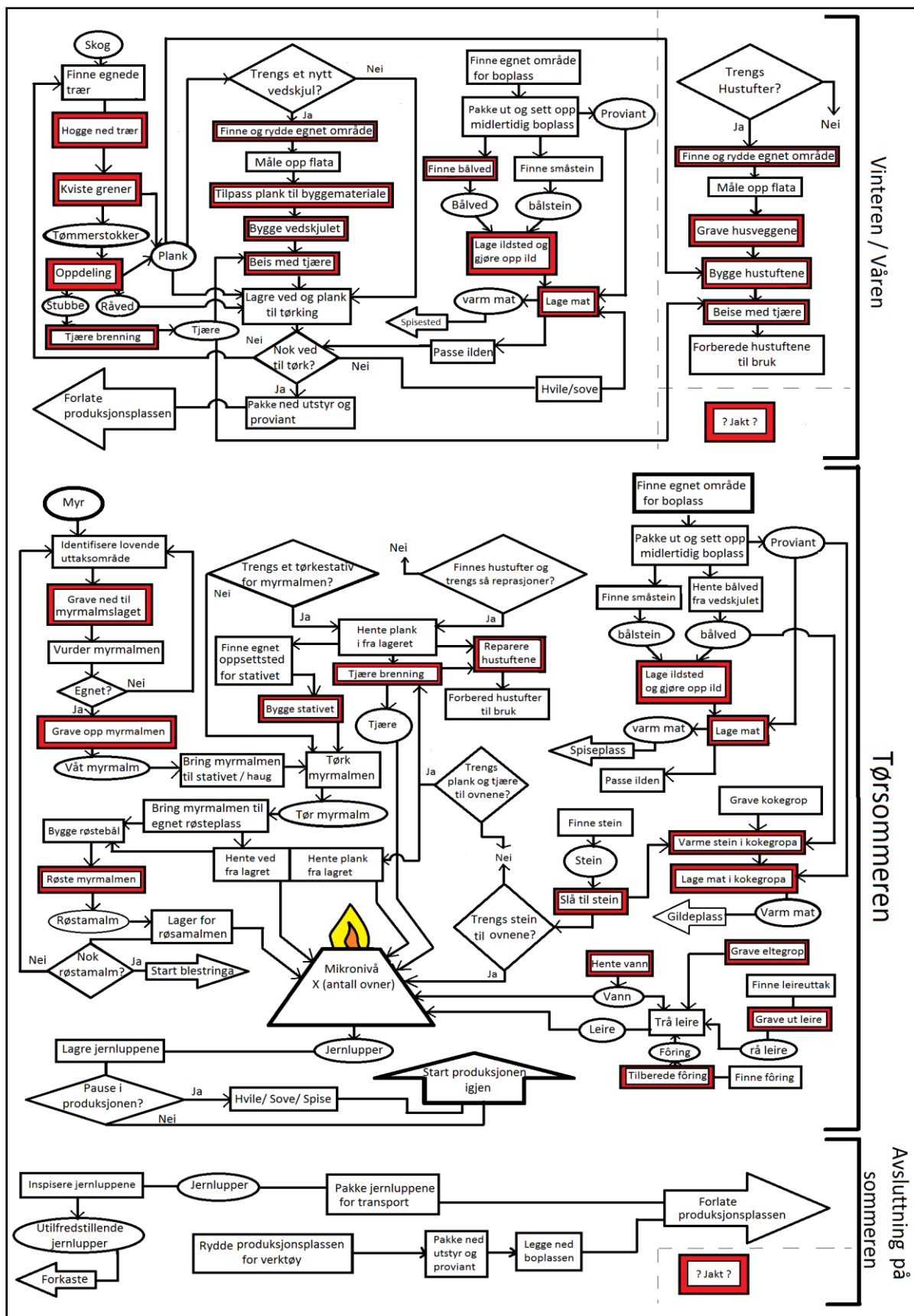
Tabell 7.2: Tabell over estimert produksjon på Myggvollen, med 3 ovner i drift samtidig og hvis man produserer fem 27 kg lupper i hver blestring. Den totale produksjonen er beregnet til 65 tonn jern. Antall trær blir alltid rundet opp. Vekten av ferdig tørket ved er et omtrentlig estimat.

På Tovmoen må man beregne fire lupper i hver blestring, siden det er fire store rosetter rundt hver ovn, men luppene var sannsynligvis også rundt 27 kg (se Tabell 7.3). Den totale produksjonen er derimot anslått til 20 tonn jern (Stenvik 1989:6). Antall trær er redusert med 80%, til 655-74 trær.

Kampanjer	Jernlupper	Vekt (kg)	Produksjonsdager	Trær	Ved (tonn)	Sesonger
1	20	540	1	2 til 18	14-17	37
2	40	1080	3	5 til 37	29-34	18
3	60	1620	5	7 til 55	43-51	12
4	80	2160	7	9 til 73	58-67	9
5	100	2700	9	11 til 94	75-87	7

Tabell 7.3: Tabell over estimert produksjon på Tovmoen, med 5 ovner i drift samtidig og hvis man produserer fire 27 kg lupper i hver blestring. Den totale produksjonen er beregnet til 20 tonn jern. Antall trær blir alltid rundet opp. Vekten av ferdig tørket ved er et omtrentlig estimat.

Man må også beregne noen års mellomrom mellom hver sesong, men ikke så mange år at brukstiden overstiger 500 år, som er spredningen på ¹⁴C-datering. Brukstiden har antageligvis vært mye mindre enn 500 år, men usikkerheten på dateringene gir ingen snevrere tidsramme enn 500 år (Stenvik 1991c:26). Hvis man antar at det bare har vært en to års pause mellom sesongen, betyr det at man ikke kan ha kjørt enestående kampanjer på Heglesvollen, siden en to års pause mellom hver sesong ville gi en brukstid på over 736 år. Dermed må man ha utført mer enn to kampanjer totalt sett på Heglesvollen.



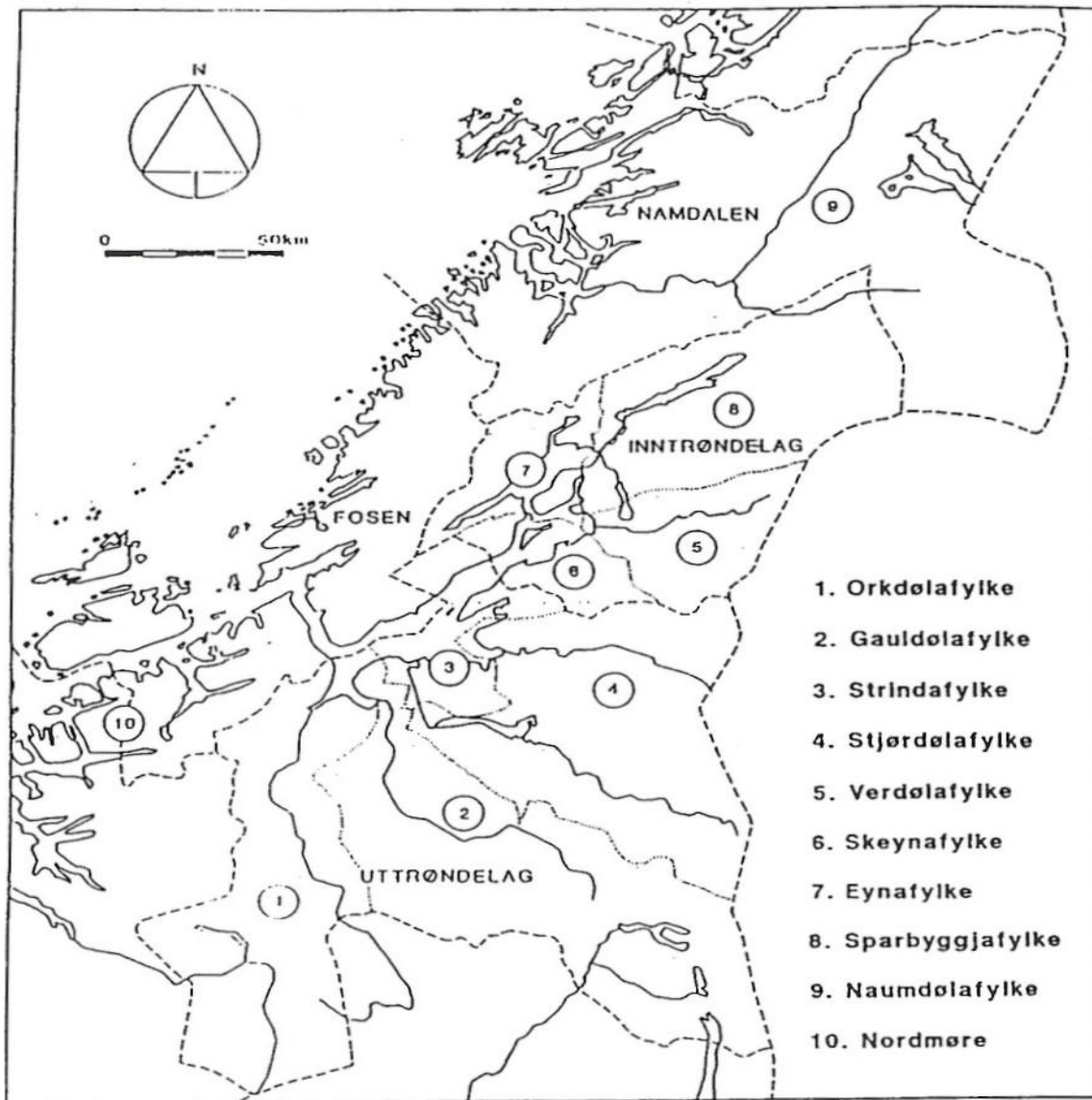
Figur 7.7: Komplet flytkart for Trøndelags oven Type I på mesonivå. Se Figur 7.1 til 7.5 for oppdeling av de forskjellige momentene i diagrammet.

8. Nord og Sør– komparasjon av to regioner

Transport er ikke bare en fysisk utfordring, men kan også ha en politisk dimensjon. Spesielt hvis det man transporterer er en av de mest verdifulle råvarene som fantes, slik vi kan tenke oss at det kan ha vært med jernet i romertiden. I den forstand vil avstand og hvor mange andre aktører/grupper som er mellom jernprodusentene og målet, by på forskjellige utfordringer. Det gjaldt å skaffe seg sikkerhet slik at man trygt kunne transportere jernet gjennom forskjellige områder uten å bli overfalt og frastjålet jernet. Samtidig er det en grunn til at man blestret i utmarka også, som går utover de praktiske årsakene slik som for eksempel nærhet til råvarene, og over i mer sosiopolitiske årsaker. Det er på dette nivået at man ser at ikke alle jernprodusenter er like, fordi avstandene mellom produksjonsplassen og sentrene varierer.

8.1 Senter, periferi og utmark

Det er mangel på konkrete kilder omkring hvordan man organiserte samfunnet under romertiden i Trøndelag. Man har bare senere skriftlige kilder slik som fra middelalderen å bruke som analogier (Stenvik 1994, Stenvik 2005a). Fra skriftlige kilder om lovsamarbeid i middelalderen sies det at Trøndelag var delt inn i fire innlandsfylker lokalisert øverst i Trondheimsfjorden i det som er dagens Nord-Trøndelag og fire uttrønderske fylker som lå sør for disse igjen (Stenvik 1994:184-185, se Figur 8.1). Dette lovsamarbeidet kan man høre om så langt tilbake som til 800-tallet, og man hevder at det har vært basert på en enda eldre ordning. Hvor langt tilbake man kan trekke denne fylkesordningen er omdiskutert, men Stenvik mener at de kan ha oppstått i romertiden som et resultat av jernproduksjonen. Han mener at ordningen kan ha være basert på gamle høvdingedømmer i romertiden som bygde opp sentre i disse inntrønderske områdene og som hadde en økonomi som baserte seg på kontroll av jernproduksjonen i de uttrønderske områdene (Stenvik 1999, 2005a). Stenvik får støtte for denne hypotesen hos andre forskere (Farbregd 1986, Prestvold 1994, Johansen 2003, Rundberget 2002,).



Figur 8.1: Fylkesinndelingen i Trøndelag i middelalderen. Figur etter Kalle Sognnes (Lars Stenvik 1994:185).

Gårder, importvarer og dyrket mark

Store områder med dyrkbar jord har vært forbundet med maktsentre, siden disse områdene er de som står for primærmatproduksjonen enten fra jordbruk eller fiskeressurser fra havet (Stenvik 2005a:124). Kontrollerer man mattilførselen og ølproduksjonen, kontrollerer man det øvrige samfunnet.

Ikke overraskende finnes dermed de største gårdene og statussymboler som importvarer fra romerriket i de mest frodige områdene i Trøndelag. Importvarer kan være alt fra romersk glass, bronsekjeler og øser (Johansen 2003:appendix II), mens andre statussymboler kan være våpen, fibulaer og keramikk. De områdene med størst forekomst er nettopp de samme som de

inntrønderske gamlefylkene som ligger i Levanger/Verdalen (Prestvold 1994, Johansen 2003). Det er også disse områdene som har mest våpenfunn i gravene (Johansen 2003:92). På grunn av funntettheten til disse gjenstandene betegnes Levanger/Verdalen som kjerneområdet for eliten i romertiden i Trøndelag (Prestvold 1994:80).

Stjørdalen, på grensen mellom Nord og Sør Trøndelag, har muligens også vært et sentralt senter i romertiden. Utgravinger har åpenbart store gårdsområder (Farbregd 1986, Stenvik 2005a:121), og det var i dette området man fant jernluppen fra Lomtjørnvollen (Stenvik 2006). Men det er trolig at erosjon fra Stjørdalselva de siste tusen år har gravd ut og tatt med ut i havet de fleste kulturminner og gårdsspor (Farbregd 1986:10-11).

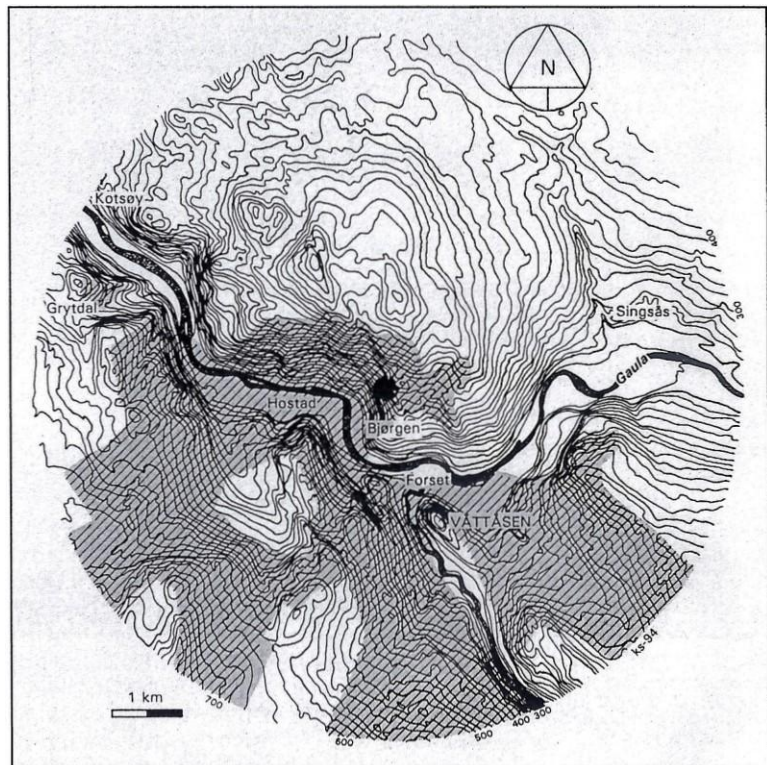
Dette betyr ikke at Sør-Trøndelag var uten sine egne kjerneområder. Gimsan i Melhus kommune er en frodig elvemunning for Gaula, og her har vi enkelte rikt utstyrte graver (Farbregd 1986:11-12, Johansen 2003:231-232). Likeså med nabodalen Orkdalen (Johansen 2003: 240-241). Men mengden av gravfunn og våpenfunn antyder at dette ikke har vært et stort senter, men mer et periferiområde som lå strategisk til (Farbregd 1986:12).

Når vi kommer til de uttrønderske områdene ser vi at gravfunn og våpenfunn avtar betraktelig (Johansen 2003, Prestvold 1994). Her har man heller ikke de større områdene med mulighetene for effektivt jordbruk. Man finner snarere spor etter at man utnyttet utmarksnæringer som fangst og jakt (Stenvik 2005a:163-166).

Bygdeborger – indikasjoner på ufred

En bygdeborg er et forsvaranlegg som oftest ligger oppe på en høyde som ligger strategisk plassert i landskapet og hvor man bygger rundt naturlige formasjoner i berget/ høyden for å lage en plattform som kan forsvares (Prestvold 1994, Ystegaard 1998). Borgene kan være alt mellom en enkelt steinvoll satt opp på en bakke, til et solid palisadefort. Borgene ligger oftest plassert strategisk i forhold til gamle ferdselsveier (Prestvold 1994:102-103). Konstruksjonen av de større borgene ville også ha krevd en stor arbeidsinnsats og en organisering av samfunnet for en effektiv bemanning av dem.

Det er registrert 30 bygdeborgere i Nord-Trøndelag og de fleste ligger rundt eller i de fruktbare jordbruksbygdene i Nord-Trøndelag (Prestvold 1994:82). Det antas at de har en sammenheng med høvdingedømmene som vokste frem etter Kristi fødsel, men samtidig nevnes ikke bygdeborgene i sagalitteraturen. Dateringer viser at flesteparten ble etablert i perioden mellom 400 f.Kr-600 e.Kr (Ystegaard



Figur 8.2: Synsfeltet fra bygdeborgen på Bjørgen i Singsås (skravert område). Bygdeborgen har utsikt over Forsetmoen og fjellene i nord og dalen mot Støren i vest. Figur etter Kalle Sognnes (1994:9).

1998:91-92), med et påfallende brudd i folkevandringstid i

bruken av samtlige anlegg. Fra dette kan man anslå at hovedbruksperioden til bygdeborgene i Trøndelag sammenfaller med perioden som Trøndelagsovn Type I var i bruk. Størrelsen og plassering i landskapet på borgene er forskjellige, så det er usikkert om de alle har hatt det samme formålet, men borgene indikerer alle det samme i følge Prestvold:

”Borgene peker på eksistensen av en periode i Nord-Trøndelags fortid som var preget av aggresjon, direkte kamphandlinger og konfrontasjoner, eller trussel om voldshandlinger. Bygdeborgene blir dermed et konkret vitnesbyrd om ustabile samfunnsforhold både innad og mellom regioner” (Prestvold 1994:100-101)

Det er få borger i Sør-Trøndelag i forhold til hvor mange man finner i Nord-Trøndelag, men man har funnet noen (Sognnes 1994). En borg av interesse ligger på Bjørgen i Singsåker og herfra ser man ned på Forsetmoen i Singsåker i sør og med 3 km utsikt utover dalen mot vest (se Figur 8.2). Den er for liten og ligger for høyt opp i dalen for å kunne være et reelt forsvarsverk eller tilfluktsted, men den har fri nok sikt til at den kan ha fungert som utkikspost og for å kunne varsle bygda ned i Singsås om det skulle komme noen gående enten fra Støren i vest eller over fjellet fra Budalen. Sett i kontekst med smieanlegget som nettopp er funnet på

Forsetmoen, kan man danne seg et bilde av Singsås som et viktig periferiområde i romertiden i Trøndelag.

Helleristninger og gravhauger – markører i landskapet

Helleristninger og gravhauger kan ha fungert som grensemarkører i landskapet som synlige spor på tilhørighet. Helleristninger ble laget i Trøndelag lenge etter at man sluttet å lage dem i Sør-Skandinavia (Sognnes 2005:87). Helleristninger og gravhauger pleier også å ligge i nærheten av ferdselårer godt synlig for tilreisende og er dermed en indikator på hvor ferdselsveiene kan ha gått i tidligere tider. Det må understrekes at nærhet til veinett ikke alltid forklarer lokaliseringen til alle typer helleristninger.

På Horg bygdetun i Foss i Sør-Trøndelag ligger to helleristningsfelt, ett med motiver som er vanlige i bronsealder og ett mindre med motiver som er vanlig i jernalderen (Sognnes 2001). Helleristningen fra jernalderen ligger ca 200 m.o.h. på en 15 meter lang bergrygg orientert i en SV-NØ retning (Marstrand og Sognnes 1999:59-63). Motivene er hestefigurer, ryttere, spiraler og sirkler. Lignende motiver fra jernalderen finner vi på Leirfall i Stjørdalen like før man går inn i Stjørdalsfjøret. Her har man hestefigurer sammen med båtfigurer som typologiseres til jernalderen (Sognnes 2001:51-53,68). På Horg ligger motivene fra tidlig jernalder og sen bronsealder adskilt på hver sin bergrygg.

Det andre interessante med helleristningene på Horg er at de vender seg bort fra selve dalen og henvender seg snarere mot fjellene. Helleristninger som skrives fra jernalderen skiller seg også vanligvis fra helleristninger fra bronsealderen ved at de ligger mer i periferien. Bronsealderhelleristninger ligger vanligvis i sammenheng med jordbruksområder (Bjerck 2001:42).

Like nedenfor helleristningsfeltet på Horg på ca 175 m.o.h. ligger også en gravhaug. Den er 12-13 m i diameter og gjenstandsdatert til perioden 300-500 e.Kr (Johansen 2003:229-231). Men fra gravhaugen har man utsikt utover dalen i sørvestlig retning, er den for liten til å kunne synes godt fra dalbunnen.

To usikkerhetsmoment med Gauldalen er at gravhaugene har enten blitt pløyd over på grunn av intensivering av jordbruket i moderne tid (Rundberget 2002:89) eller at kulturminner kan ha blitt tatt av raset som demmet opp Gaula i 1345 (Rokoengen 1998:19-26). Demningen av

jordmasser gikk tvers over en trang del av dalen, like nord for Støren, kalt Granmo. Demning var på 33-45 meter, og senere braste den ut etter at presset fra de store vannmassene som bygde seg opp bak ble for store og sendte en flodbølge gjennom dalen helt ned til Melhus. Hvis det hadde vært kulturminner som gravhauger eller veispør som lå i veien for denne bølgen, er det mulig at de gikk tapt.

Ved jernframstillingslokaliteten i Budalen er det to gravhauger (se Figur 5.3), en langhaug og en rundhaug, som nærmeste nabo (Stenvik 2005a:124). Trekull funnet sentralt i en av haugene daterer dem til 445-605 e.Kr. Det er ikke gode jordbruksmuligheter i Budalen, så haugene må være markører for eliten til de som kontrollerte ressurser som dalen hadde til rådighet for akkumulering.

Hulveier og gamle veifar

En hulvei har mange former, men det er som oftest en fordyping i marka med et U-formet tverrsnitt. De ligger enten som en del av eller parallelt med et større veinett (Gansum 2002:13-19, Smedstad 1988a, Jacobsen 2003). De dannes av menneske- og dyreferdelse, samtidig som vannerosjon graver dem ut og forsterker konturene i landskapet, spesielt når de ligger i helninger. Spørsmålet med hulveier er om man i det hele tatt kan datere noen av dem til bestemte perioder. Ingrid Smedstads magistergrad omhandlet kavlebroer, stokker som er lagt ned over myr og vått terreng, og de ble datert til perioden 900-1400 e.kr. (Smedstad 1988a). Det var på grunn av det organiske materialet i trestokken at Smedstad fikk denne dateringen. Men siden hulveien bare er en uthuling i marka, hvordan kan man da datere dem? Ifølge Kjersti Jacobsen er det bred enighet om at veiene fulgte de samme ledene i forhistorien som de gjør i dag, siden det er det mest praktiske (Jacobsen 2003:22). Jacobsen mener at veienes plassering avhenger mye av topografi og underlag. Dermed ender veiene opp på de samme traseene med noen mindre endringer for hver tidsperiode (Smedstad 1988a:136).

Men på den annen side er anleggingen av kavlebroer og et organisert veinett veldig resurs- og tidkrevende (Smedstad 1988b:9-11). Kavlebroene ligger nærme Trondheimsfjorden, i Steinkjer, Stjørdalen og Trondheim, altså i nærheten av de mest bebodde områdene i vikingtid og middelalder, men også de mest bebodde i romertiden. Man må spørre seg om man hadde ressurser til å anlegge slike store prosjekter i periferiområdene hvor man drev på med jernproduksjon eller om det var behov for det.

Et annet interessant fenomen i forbindelse med kavlebroene er at stokkene er slitt ned på midten (Smedstad 1988b:11). Dette tyder på at man ikke brukte vogner, noe som ville ha satt to separate hjulspor. Den har mest sannsynlig blitt brukt som gang eller ridevei, men Smedstad mener at drag eller slep også kan ha forekommet.

Fra gammelt av vet vi at gamle veifar fra Jämtland og inn til de inntrønderske områdene har hatt tre ruter (Smedstad 1995). Smedstad mener at det er liten tvil om at hovedferdselårene mellom Norge og Sverige har fulgt de store dalførene og vassdragene opp mot fjellene. Enten den nordlige ruten til Verdal/Levanger-området gjennom Meråker og forbi Heglesvollen, eller den sørlige ruten Härjedalen gjennom Tydalen og Selbu. Den siste ruten går over Røros og opp i Midtre-Gauldal.

Terje Gansum hevder også at det er viktig å skille mellom vinterveier og sommerveier (2002:10). En myr eller et våtmarksområde som er uframkommelige når det er varmt og fuktig, vil være harde og pene når det fryser til om vinteren. Da vil man komme seg lengre på en dag og man kunne frakte med seg tyngre varer. Derfor ble mange markeder holdt om vinteren, slik at man kunne dra slede over myra. Bortsett fra stedsnavn og enkelte tradisjoner etterlater slike vinterveier seg imidlertid få spor når tråkkene smelter igjen på sommeren.

Hulveier i forbindelse med jernvinne har man også funnet spor etter i Gråfjell (Rundberget 2007:354-355). Rundberget mener at nærhet til hulveisnett ser ut til å ha vært en viktig plasseringsfaktor i oppsetningen av Type II ovner. Sammenheng mellom hulveier og Type I ovner er lite undersøkt i jernvinneforskning.

8.2 Utmarkas farer og frihet

Utmark og innmark står i opposisjon til hverandre (Diinhoff 2005:109-110, Steinsland 2005b:138-139), men ikke nødvendigvis som fysiske lokaliteter. De kan også tenkes på som abstrakt begreper. Siden utmarka ikke ble brukt av den større delen av befolkningen i bronsealderen og eldre jernalder ville for eksempel høyfjellene, ifølge Søren Diinhoff, være ukjent område for de fleste som bodde i jordbruksområdene langs kysten av Norge (Diinhoff 2005:109-110). Mens utmarka ikke bare representerte området til overtaturlige vesener slik som tusser og dverger, påstår Gro Steinsland at utmarka også representerte muligheter og en kilde til makt (Steinsland 2005b 144-145). Synet på utmarka i det førkristne Norden var altså ikke helt negativt. Energien og maktene i utmarka ble oppfattet som en annen enn den som

var i innmarka i jordbruksområdene og man trengte spesiell magi for å mestre den. Samtidig kan ikke alle i samfunnet ha samme oppfatning av utmarka (Dahle 2009:98), de som stadig arbeidet i utmarka kan ikke ha hatt det samme synet på utmarka som de som aldri eller sjeldent vandret utenfor innmarkas grenser. Akkurat som jernprodusenten i eksemplene hentet fra etnografien (se kap. 3.3), kan romertidens jernprodusenter også ha spilt på denne verdensoppfatningen hos de som holdt seg innefor grensene til innmarka, for å bygge opp sin egen rolle i samfunnet.

Utmarksproblematikken kan også utspille seg på et sosiopolitisk nivå, i spørsmålet om hvem som har eierskap over utmarka. Utmarka i vikingtid og middelalderen var kjent som en allmenning (eller allmenninger) og var eid av staten (Dahle 2009:90), men alle omkringliggende gårder hadde rett til å bruke dette området. Før statsdannelsen på 900-tallet, argumenterer Kristoffer Dahle for at innmarka var som "øyer" i et "hav" av utmark (Dahle 2009:95-97), hvor innmarka hadde en diffus grense utenfor jordene til bosetningene (se også Svensson 1988). Det var ingen som kunne kontrollere et eierskap over utmarksområdene uten en konstant fysisk tilstedeværelse, slik som man kunne i innmarksområdene. Da var det heller ingen som effektivt kunne pålegge avgifter eller skatter ved bruk av utmarksområdene. All produksjon som skjedde i utmarksområdene før merovingertid, om det så var jakt eller jernproduksjon, ville dermed bare tilhøre produsentene. Det at blestringen skjedde på sommeren, samtidig som man måtte dyrke jorda på gården (Stenvik 2002:50), kan bety at jernprodusentene med Trøndelagsovn Type I stod utenfor den primære matproduksjonen. Den enorme produksjonen per sesong kan også indikere at dette har vært primærnæringen for produsenten (se kap. 7.4). Akkurat som jernprodusentene referert til i de etnografiske eksemplene kan dette indikere at jernprodusentene i romertiden var jordløse eller at de levde i liminale områder uten mulighet for å dekke sitt eget matbehov. De var dermed avhengige av å kunne produsere store mengder jern i utmarka, som de så kunne bytte til seg mot andre produkter. Og hvis det var slik at jernprodusentene mystifiserte sin egen rolle og vedlikeholdt myten om utmarka, så kunne den økonomiske situasjonen være noe de hadde valgt selv og dermed prøvde å bevare.

8.3 Hvordan tar man seg frem?

Hvilke veier er åpne?

Trøndelag har en variert topografi. De indre områdene preges for det meste av fjellplataer og store elvedaler, mens områdene nærmest Trondheimsfjorden er elvesletter og runde bakker. Ferdselårer over dette landskapet vill mest sannsynlig måtte ha gått igjennom mange flaskehalsar og dalstrøk, og det er de som er interessante å finne når man ser på fraktrutene fra Heglesvollen og Tovmoen.

Når man reiser fra Heglesvollen til Levanger er landskapet først preget av en dal med skog og myrer. På noen plasser kan denne dalen bli veldig trang og bratt. Terrenget er ulendt og elva som renner gjennom dalen er for grunn til å kunne brukes som transportvei. Dalen ender mellom de to bakkene Jemtknepper og Hulderåsen, før den brått heller ned i lavlandet i Levangerområdet. Ut fra landskapet å dømme har all transport mellom Heglesvollen og Levanger bare en logisk rute, det vil si gjennom dalen mellom Jemtknepper og Hulderåsen. Det er ingen gravhauger eller helleristninger før man kommer inn i Levangerområdet, noe som tyder på at man bare har krysset en enkelt territorial grense. Veien mellom Heglesvollen og Levangerområdet er så å si en lang flaskehals, men få andre muligheter som ikke involverer en lange omvei rundt fjellene.

I området mellom Tovmoen og Melhusområdet i Sør-Trøndelag er det et mer komplisert landskapsbilde. Ikke bare er det lengre avstand mellom høyfjellet og kysten, men det er også mange alternative ruter, det vil si ferdselsårer eller muligheter for ferdsel mellom de to områdene. De nyoppdagede smiene på Forsetmoen på Singsås kan ha vært det første stoppested for jernprodusenten på Tovmoen, siden dateringene plasserer dem i et samtidig tidsrom. Veien ned fra Budalen går også ned i Singsås. Bygdeborgen som ser over Singsås har utsikt nettopp mot denne ruten (se Figur 8.3), men også nedover dalen mot Støren. Dette betyr at man kan ha fulgt elvedalen mellom Singsås og Støren, siden det tydeligvis har vært viktig å få oversikt over denne ruten. Men man har neppe benyttet selve Gaulaelva som ferdselsvei. Elva er varierende i dybde, steinete og stri. Hvis man hadde benyttet seg av flåte eller båt, ville man ha brukt mye tid på å pakke av og på båtene/flåtene for å komme over stredene der elva blir for grunn. Romertiden må også ha vært en urolig tid og jernprodusentene transporterte en verdifull vare. Slike steder ville være åpenbare overfallsplasser. Forbi Støren går elva gjennom en bratt passasje, som vi i dag kaller Håggåbrua. Her går fjellene rett ned i Gaula og elva er så stri at det er lite sannsynlig at en båt eller flåte ville ha kommet seg

gjennom her uten å gå rundt. Likeså kan man ikke komme forbi Gaulafossen nede ved Foss i båt. Gaula er altså ubrukelig som transportvei mellom Singsås og Foss. Nedenfor Gaulafossen flater elva ut, har en rolig strøm og er dyp nok for en flåte eller båt. Dette kan ha gitt Foss en spesiell posisjon, sidene det er her man har muligheten til å laste om fra landtransport til transport på elva.

Hvor mange territoriegrenser man har krysset har sannsynligvis også hatt en innvirkning på hvilken rute man har tatt (s.84)

Når på året transporterer man varene?

Man har antageligvis heller ikke brukt Gaula som vintervei til å transportere jern. Klimaet i romertiden var det samme som i vår tid, bortsett fra en kuldeperiode på nesten hundre år fra 200-300 e. Kr (Høeg 1997:20,37). Fra lokalebefolkningen ved Gaula fikk jeg i løpet av feltsesongen 2009 vite at elva pleier å fryse over på vinteren, men at den ikke bunnfryser. Elveis er notorisk upålitelig å gå på; der hvor det er tykk is å gå på den ene vinteren, kan det være farlig tynt neste vinter. Det ville være et sjansespill å dra noe tungt over isen, som for eksempel en slede med jernlupper eller jernredskaper. Selv om man ikke buker elva som transportvei for jern, er det andre problemer med å vente til vinteren med å transportere jernet med slede over frosne marker, slik Terje Gansum fremstiller det (Gansum 2002:10, se også s.78). Problemer kan ha oppstått hvis jernprodusenten ikke har bodd i nærheten av produksjonsplassen, men i nærheten av eliten (Stenvik 1991b:419). I dette tilfellet måtte aktørene ha forlatt jernluppene på produksjonsplassen når de avsluttet sesongen på sommeren, for så å komme tilbake igjen på vinteren for å transportere dem. Man hadde antageligvis ikke ressurser til å sette opp vakter for flere måneder, så dermed ville jernluppene ligge ubevoktet.

Man kan tenke seg at vintertransport kan ha foregått fra Tovmoen hvis jernprodusentene hadde sitt oppholdssted/bosted ved smia på Forsetmoen. Dermed kunne de ha transportert jernluppene fra Tovmoen til Forsetmoen på sommeren, behandlet dem og så transportert varene derfra på vinteren.

Man kan ikke si med sikkerhet hvor jernprodusentene bodde, men eliten i romertiden ville mest sannsynlig ha dem nær seg (se kap. 3.4, s.32). Men smiene på Forsetmoen bryter med smiene som ligger i Levanger, ved at den ligger utenfor eliteområdene. Hvis jernprodusenten på Tovmoen bodde ved smia, istedenfor jordbruksområdene i Sør-Trøndelag, viser det til en

sosial forskjell mellom jernprodusenten som jobbet på Heglesvollen og jernprodusentene som jobbet på Tovmoen.

8.4 En tung b r

Menneskekraft

Hvor mye kunne forhistoriens jernprodusenter transportere for egen maskin? En ting er å bære en tung last over en kort strekning, noe helt annet er en lang marsj med den samme tunge lasten. Fra skriftlige kilder vet man at romerske soldater i enkelte tilfeller transporterte 45 kg med utstyr og proviant (Roth 1999:71-75). Eksperimenter med tyske sivile, kledd i romerske klær og utstyr, viste at det er fullt mulig å bære 45 kg på en 25 km daglig marsjlengde, i overkant av 500 km over de tyske alpene (Roth 1999:75). Deltagerne var ikke atleter og dessuten i alle aldersgrupper (fra 20-50 år). Men bæreevnen til nåtidens mennesker *kontra* bæreevnen til forhistoriske mennesker har en feilkilde ved at den moderne kosten er mye bedre enn den var i forhistorien. Kosten gjør at nåtidens mennesker er høyere og kraftigere, og har dermed en høyere bæreevne. Dette betyr at selv om man i dag kan marsjere med mer enn 45 kg, betyr det ikke nødvendigvis at romertidens mennesker ville ha hatt energi til å gjøre det samme. Imidlertid, siden man altså har denne historiske kilden, brukes 45 kg som en øvre grense for hvor mye jernprodusentene kunne bære med seg.

Det tyske eksperimentet viser slik sett at jernprodusentene klart kunne greie å komme seg fra Levanger til Heglesvollen eller fra Singsås til Tovmoen i løpet av en dagsmarsj. Redskapene til produksjonen ( kser, hammere, tenger, rep, kokekar, kvernsteiner, telt, etc. se figurene i kap. 6 og 7) måtte bæres med både til og fra produksjonsplassen. Alle aktørene behøvde selvsagt ikke hver sin tang eller kvernstein, så man har antageligvis fordelt byrden på gruppen som helhet. Siden dette også var ufredstider (s.84), kan man også ha vært nødt til å ta med seg våpen for enten å avskrekke eller verge seg mot overfall, selv om ikke alle i gruppen nødvendigvis ville ha blitt utstyrt med det. Det betyr at en enkelt aktør kan ha transportert mellom 10-20 kg i bare utstyr. Det gir 25-35 kg igjen for proviant. Hvis vi tar estimatet for den daglige rasjonen fra kapittel 7, betyr det at den enkelte aktør kan bære med seg sin egen rasjon for 22-31 dager. Hvis selve blestringen varte i 9 dager (se kap. 7.4, s.69) og r stingen av myrmalmen også tok 9 dager, ville den enkelt person lett bære sin egen proviant for sommerdelen av sesongen. På veien tilbake behøver den enkelte aktør bare rasjoner for en dag.

Det betyr at et jernvinnelag på 10 personer har en samlet bæreevne for jernlupper på 250-350 kg, et lag på 20 personer har 500-700 kg og et lag på 30 personer har 750-1350 kg. Hvis vi sammenligner bæreevne med tabellene fra de forskjellige produksjonsplassene fra kapittel 7.4, ser vi at et lag på 10 personer ikke ville ha greid å få med seg alle jernluppene fra en kampanje (en enkelt kampanje er som sagt umulig på Heglesvollen, se kap. 7.4, s.70), et lag på 20 personer ville få problemer med å frakte jernet etter to kampanjer fra Myrvollen og en kampanje fra Tovmoen. 30 personer kunne godt bære jernlupper for fem kampanjer utført på Heglesvollen, tre på Myggvollen og to på Tovmoen, men det er usikkert om man ville involvere så mange personer i selve blestringen eller om man hadde ressurser til det. Man kan ha transportert jernluppene i flere runder, men dette innebærer at man etterlater en del av jernluppene ubevoktet. Noe som kunne medføre at man kom tilbake til produksjonsplassen dagen etter, bare for å finne at resten av jernluppene var borte.

Samtidig er det ganske vanskelig å sloss med en 45 kg tung oppakning, så et lag med så mye bagasje ville være sårbar i møtet med mer mobile overfallsmenn. Noen må dermed ha gått fri for bagasje for å forsvare de andre. Det er ganske tydelig at man enten har vært flere enn de tidligere estimerte personene eller at man har hatt mer enn menneskekraft til å frakte jernet.

Kløvdyr

Kløvdyr i forhistoriske Europa var vanligvis esel, muldyr, hester eller okser. I Trøndelag har man derimot ikke funnet rester av hverken muldyr eller esel som daterer seg til romertiden. Dermed er utgangspunktet at man bare hadde hest og okse tilgjengelig i romertidens Trøndelag.

En romersk hest kunne bære 180 kg i kløv (Roth 1999:78), men romerne brukte som regel ikke hester som kløvdyr siden de var forbeholdt den romerske eliten som stautsymbol og krigshest. Samtidig ble romerske hester matet 2,5 kg korn daglig i tillegg til gressing (Roth 1999:67). Den romerske historikeren Appian bemerker seg at germanske hester vil spise på trær når det er lite mat (Roth 1999:64). De germanske hestene var ikke så store som de romerske og trengte ikke så mye korn i dietten sin. Mest sannsynlig ville de tilsvare hestene som man hadde i vikingtiden, som var nedstammet fra de samme steppehestene som hunerne brukte (Chickering & Seiler 1988:178). De germanske hestene var mindre enn de romerske og tok rundt 100 kg i kløv. Man ville da hatt behov for 10 germanske hester bare for å frakte ned

1000 kg jern fra produksjonsplassen, i motsetning til 6 romerske krigshester for å bære det samme.

Problemet er hvordan jernprodusentene med et slikt *scenario* fikk tak i hestene. Hester er kostbare dyr som hadde høy prestige i romertiden, som spiser enten like mye eller mer korn enn et menneske. Kombinert med den øvrige hypotesen om at jernprodusentene var jordløse (s.78) er det usikkert om noen av hestene kunne tilhørte jernprodusentene selv, siden de ville ha problemer med å produsere nok tørrfôr til vedlikeholde hestenes helse. De som mest sannsynlig hadde råd til å eie hester i romertidens Trøndelag, var eliten. For at jernprodusentene skulle få tilgang til hester, måtte det ha skjedd gjennom en avtale med eliten for å låne dem.

Okser er det andre alternativet til jernprodusentene. Okser kan frakte tilsvarende mengde som de romerske krigshestene i kløv, om ikke mer. De trenger heller ikke tørrfôr slik som hestene, men kan leve av grønt alene (Roth 1999:66-67). De trenger riktignok mye av det, nærmere 22 kg per dag og minst 30 liter vann per dag. Og på samme måte som hester, må de antagelig lånes fra jordbrukere. Dermed er det ubeleilig at jernprodusenten trenger dem samtidig som bøndene trenger oksene til å dyrke jorda. Samtidig er det også et spørsmål om hvor mye grønt som vokser rundt jernproduksjonsplassen og om det er tilstrekkelig til å mate seks okser.

En annen faktor er at alle veinettene er anlagt til jordbruksområdene (s.79), som gjør ferdsel med vogn eller slep vanskelig i høyfjellene. Mens det finnes enkelte hulveier, er disse svingete og ujevne. Ta i også betraktning at et effektivt seletøy ikke blir utviklet før på 700-tallet (Chickering & Seiler 1988:179), betyr det at dyrene i romertiden ikke kan dra mer enn de kan bære. Kløv ville ha vært å foretrekke fremfor vogner og slep.

8.5 Transport til sentrene og utover i regionen

En politisk rute

Som Prestvold påpeker (1994:100-101,128), var romertiden en urolig periode i Trøndelag. Det er ikke usannsynlig at vold (røveri, overfall, blodfeider, krigføring, etc.) var en del av hverdagen til menneskene som bodde i Trøndelag i romertiden, spesielt i utmarka som var bortenfor oppsynet til den større delen av befolkningen. Samtidig var idealet for menn å tilegne seg så mye ære som mulig, helst på bekostning av andre (Sørensen 1995:338).

Sikkerhet mot vold ville dermed være en viktig garanti som jernprodusentene måtte ha for å kunne transportere varene sine. Slike garantier kom nok ikke gratis og det å krysse et territorium til en lokal høvding kunne ha krevd en avgift i form av en tributt. Tributten kunne ha hatt en materiell gevinst i form av jernlupper eller produkter som jernprodusenten hadde smidd, men mest sannsynlig var den største gevinsten for lokalhøvdingen æren ved å ha jernprodusentene anerkjenne hans status ved å komme med gaver. Å gå forbi lokalhøvdingens gård uten å vise respekt kunne innebære en ærekrenkelse av den lokale høvdingens status i samfunnet (se. kap. 2.4, s.11). En jernprodusent som gikk forbi en gård uten å komme innom med tributter, kunne ha vært i stor fare for å komme i overfall av "røvere".

Siden Heglesvollen ligger nærmere Levangerområdet enn Stjørdal, er det mest sannsynlig at jernprodusentene har transportert varene over mot Levangerområdet. Men man skal ikke se bort ifra at noen av jernprodusenter lenger inn i Meråker, som f.eks. inni Stordalen, kunne ha produsert jern for eliten i Stjørdalen og ikke for Levanger. Det er usikkert hva slags forhold jernprodusenter som var alliert med forskjellige områder hadde med hverandre, men det er mulig at de hadde sine egne territorier i utmark og avtaler seg imellom.

For jernprodusentene på Tovmoen kan man se for seg tre ruter; den første kan ha vært å følge Gaula fra Singsås til Støren, over fjellet til Foss og så til Gimsan eller man kan ha gått til fots fra Støren og over til Orkdal. Det andre alternativet kan ha vært å gå over fjellet fra Singsås til Foss og så videre til Gimsan. Det tredje alternativet er over Selbu til Stjørdalen. Hvilken rute som ble valgt ville avhenge av hvem jernprodusenten var alliert med. Fra den gamle fylkesinndelingen (se Figur 8.1), er Orkdalen, Gauldalen og Stjørdalen tre forskjellige fylker, som kan tyde på at de var tre forskjellige høvdingseter i romertiden. Har man en allianse med eliten i Orkdalen, må man igjennom Støren og gi tributt til lokalhøvdingen der. Men skulle jernprodusenten til Gimsan (se f.eks. Figur 8.3), ville de forsøkt å unngå Støren slik at de unngikk å bøye seg for alle lokalhøvdingene langs veien ved å gå direkte over fjellet til Foss. Det er her helleristningene og gravhaugen på Horg gjør seg gjeldene (s.76), siden de kan ha markert hvor ruten mellom Singsås og Foss kom ned fra fjellet. Helleristningsfeltet og gravhaugen er så bortvendt at de ikke blir synlige fra selve dalen, men er godt synlig for dem som kom ned fra den bratte passasjen i fjellet. Gro Steinsland påpeker at det har vært tradisjon å sette opp kultiske markører i overgangsonen mellom innmark og utmark i forhistorisk tid (Steinsland 2005b:272). Hun trekker frem varder som et eksempel, men helleristninger og gravhauger kan også ha vært slike markører, slik som helleristningsfeltet på Horg eller helleristningsfeltet utenfor Stjørdalen. Mens helleristningene ble laget lenge før

romersk jernalder og ”historiene” om avbildningene var tapt, kan betydningen av dem som markører i landskapet fortsatt ha stått sentralt.

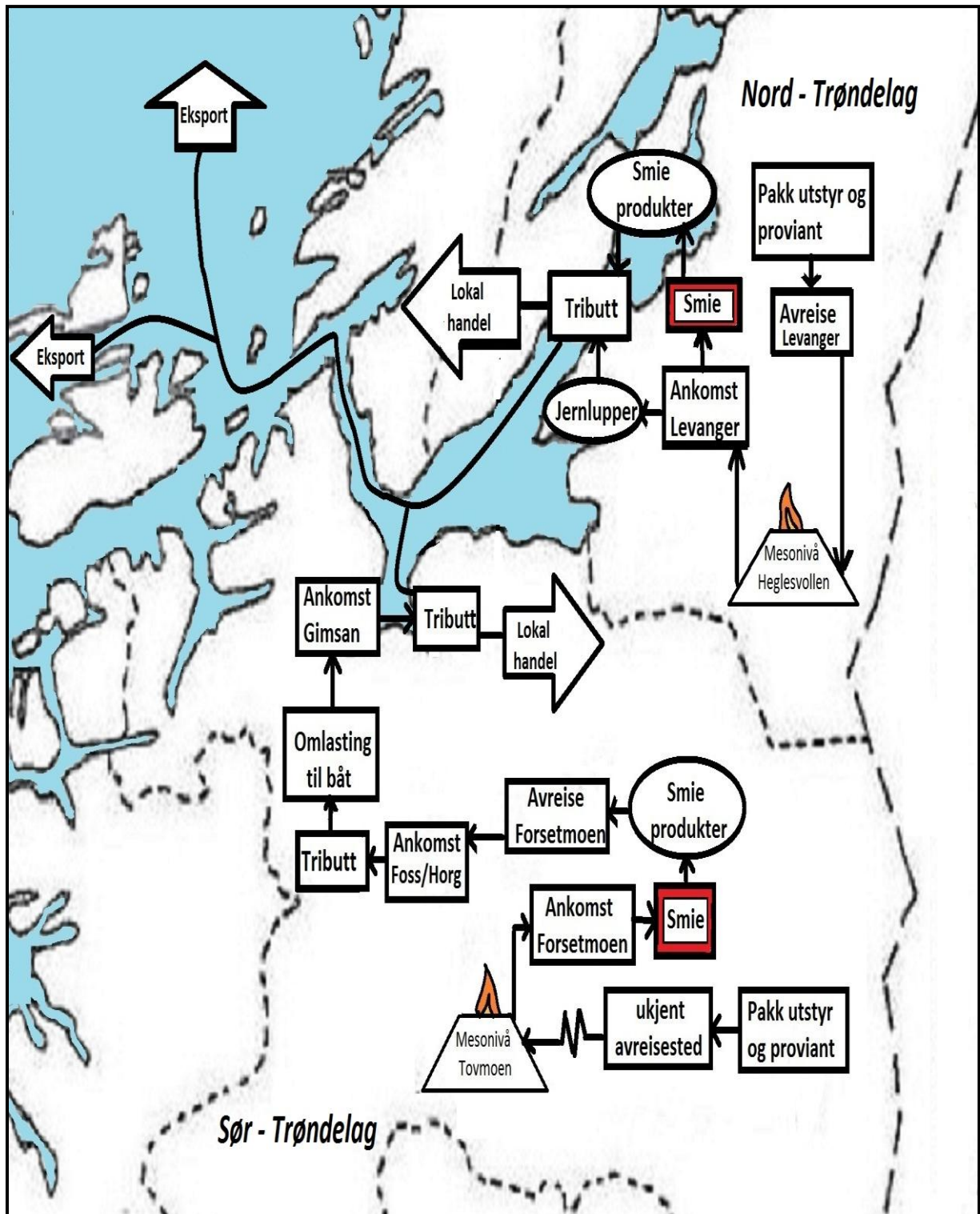
Jernprodusenten i Sør-Trøndelag kunne også ha fraktet jernet til fots fra Singsås til Stjørdalen, men denne ferdselsruten ville ha gått forbi lokaliteter i Selbu hvor man kjenner til Trøndelag Type I ovner. Dateringen plasserer anleggene på Selbu til pionerfasen (før 200 e.Kr.) (Stenvik 2005a:118), mens Tovmoanlegget har en datering nærmere folkevandringstid (s.35). Var de ikke samtidige, ville ruten mellom Singsås og Stjørdalen være åpen for aktørene fra Tovmoen. Hadde de derimot vært i drift samtidig, er det ikke sikkert at jernprodusentene ved Selbu ville ha tolerert å ha andre jernprodusenter så nært sin egen produksjonsplass. Hvis kunnskapen om produksjonsmetoden skulle holdes skjult, ville nærheten til en aktør som hadde en forståelse for hva den andre aktøren drev med virke truende. Ruten mellom Singsås og Stjørdalen ville avhenge av om det var andre aktører i mellom og om aktørene hadde en fredelig avtale seg imellom. Situasjonen kunne ha vært prekær, hvis dette møtet hadde forgått når maktforholdet i Trøndelag skiftet fra Nord til Sør.

Videre distribusjon

Når varene så omsider var fremme ved sentrene, slik som skissert ovenfor, ble de anvendt både i den lokale handelen innefor Midt-Norge og også eksportert sjøveien til Nord-Norge og til Vestlandet (Stenvik 1991c:29-30). Analyser av jernkvaliteten på noen gjenstander funnet i Danmark har ført til spekulasjoner omkring hvorvidt de stammer fra Midt-Norge (Stenvik 2005a:135), selv om det fortsatt er forbehold ved en slik hypotese. Men det kan altså være denne utvekslingen av jern sørover i Skandinavia som er kilden til luksusproduktene som man finner i gravene fra romertiden i Trøndelag (Prestvold 1994, Johansen 2003, Stenvik 2005a).

Det kan selvfølgelig diskuteres om denne eksporten ut fra Trøndelag gjennom hele perioden var sentralisert rundt Levanger/Verdal-området, men økningen i jernproduksjonen i Jämtland (Johansen 2003, Lindberg 2009), og dateringen på Trøndelagsovn Type I er samtidige med at sentrene ved elveutløpene i Sør-Trøndelag oppstår, en gang etter 200-tallet (Farbregd 1986, Johansen 2003, Stenvik 2005a:134-135). Dette kan med andre ord tyde på at maktbalansen i Midt-Norge skiftet allerede før folkevandringstid og at dette hadde innvirkning på hvor man produserte jern. Etter folkevandringstiden ble jernproduksjon i Nord-Trøndelag redusert til

nært sagt ingenting, mens Sør-Trøndelag og Jämtland ble storprodusenter. Jernproduksjonen i Nord-Trøndelag vil aldri ta seg opp igjen.



Figur 8.3: Makronivå til Trøndelagsovn Type I. I denne figuren er scenarior for Tovmoen at man har alliert seg med eliten ved Gimsan.

9. Tanker om konklusjoner

9.1 Chaîne opératoire som metode

Chaîne opératoire er først og fremst ment for å finne menneskene bak handlingen. Handlinger i denne oppgaven vil si handlinger knyttet til hele prosessen koblet opp til logistikk og transport fra et mikronivå til et mesonivå og et makronivå. Å se til etnografien har i min oppgave vist seg å være fruktbart med tanke på det menneskelige aspektet i teknologien, fordi man kan få innspill til hvordan produksjonsmetoder og teknikker faktisk utføres, og videre hvordan jernproduksjonen påvirker samfunnet. Dette betyr ikke at det finnes noen direkte likheter eller klare analogier mellom jernproduksjonen i for eksempel Afrika eller Nepal og Norden, men at etnografiske eller etnoarkeologiske studier gir oss muligheten til en bredere og bedre forståelse. Grunntanken min har vært at ved å benytte *chaîne opératoire* har jeg vist til at det fysiske og det mentale har et symbiotisk forhold. Jeg har også forsøkt å vise til at hvor vi ser endring i det ene viser til endring i det andre og at konsekvenser av endringer i ett moment vil spre seg gjennom og få ringvirkninger for hele handlingsrekken. Derfor har jeg altså valgt detaljerte flytkart for å få en oversikt over handlingsrekken.

Diagrammene i denne oppgaven er tenkt anvendbare på flere produksjonsplasser enn Heglesvollen og Tovmoen, men de er i utgangspunktet først og fremst ment for Trøndelagsovn Type I-teknologien. En annen teknologi, som Type II ovnen, vil kreve et annet diagram, kanskje også et annet utgangspunkt med vektlegging av andre momenter. Mens modellen gjør det lettere å se sammenhenger mellom produkter og prosesser, er det samtidig også en fare for at man kan bli for fastlåst til modellen og systemet. Ikke alle aktører vil nødvendigvis velge helt likt. Her er det åpning for at aktørene er entreprenører og finner nye og bedre løsninger på teknologien. Man må med andre ord alltid ha som utgangspunkt at oppsettet er åpent, slik at nye momenter kan tilføyes. Realiteten er at det er nærmest umulig å inneha, i forkant av en smeltekampanje, en oversikt over alle handlingene som var nødvendige i jernframstillingsprosessen. Dette innebærer at et *chaîne opératoire* oppsett aldri kan bli en helt nøyaktig fremstilling for hvordan prosessen utartet seg. Likevel vil slike flytkart gi oss en detaljert forståelse og en mer spesifisert ramme omkring handlingsekvensene i prosessen.

Den største forskjellen mellom mine resultater og tidligere studier av jernproduksjon med Trøndelagsovn Type I, er knyttet til tidsaspektet over en lengre periode og muligheten for at

man kan ha hatt en delegering av arbeidet, slik at handlinger kan skje parallelt med hverandre. Mens flytkartene mine viser at det er muligheter for parallelle handlinger innenfor produksjonen, ser det ut til at spredningen av arbeidsoppgavene utover ulike deler av året, og at noen arbeidsoppgaver kan ikke påbegynnes før andre er fullført, gjør at man har et mer serialisert arbeidsmønster. Altså, at man først hugger veden på våren og at man ikke kan begynne blestringen før man har produsert nok røstet malm. Unntaket her er hvis man inkluderer reparasjonsarbeid og boplassrelaterte handlinger, som det å trå leire til å reparere ovnene med, henting av drikkevann, matlagning og det å passe på ilden. Disse handlingene kan gå parallelt med produksjonshandlingen, til og med må gå parallelt med produksjonen hvis man vil opprettholde flyten i produksjonsarbeidet. Dette igjen åpner for spørsmålet om hvem sin oppgave det var å lage mat mens jernprodusenten arbeidet. Var det lærlinger til jernprodusenten som var lavt på rangstigen i gruppen? Treller? Eller kanskje til og med ektefellene til jernprodusenten? Dette er spørsmål som er fruktbare å undersøke videre.

Samtidig kan mine diagrammer avsløre hvilken variabel, som f.eks. antall jernlupper man kan produsere, mengde med trær man kan hugge, mengde mat, tiden man har, etc., som er den viktigste og som eventuelt setter en begrensing på alle de andre variablene. Overraskende nok er det jernprodusentens sosiale ferdigheter som dikterer alle de øvrige variablene. Tiden man kan bruke på produksjonsplassen dikteres av mengden proviant man har med seg eller får tilsendt. Og antall jernlupper man produserer er avhengig av hvor mye hjelp man får til å bære dem ned fra fjellet. Dette er ressurser som jernprodusentene får fra andre grupper som stormenn og bønder, og det er ikke garantert at man får den mengden mat som man vil ha eller det antall kløvdyr som man har beregnet for produksjonen. Produksjonsmengden avhenger rett og slett av om jernprodusenten kan tilegne seg de ressursene de trengte fra andre grupper i samfunnet. Noe som tyder på at eliten og elitens ressurser var involvert i arbeidet.

Ved tidligere utgravinger har man ikke undersøkt området rundt ovnene tilstrekkelig og mine analyser indikerer at produksjonsplassen kan ha hatt en utstrekning på flere kilometer rundt ovnen, fordi trærne man har felt har kan ha vært for tunge å flytte på. I stedetfor å flytte de våte treet til ovnene for å la det tørke der, ha man muligens istedenfor bygd vedskjulene nærmere der man felte treet, latt trevirket tørke og deretter, på tørrsommeren gå ut til vedskjulene for å hente det man trengte av ved mellom hver kampanje. Dette betyr at det kan ha vært vedskjulskonstruksjoner spredt rundt ovnen innen for en radius på noen km.

9.2 Jernproduksjonen

Metallarbeid

Jernframstillingsprosessen er komplisert og tidkrevende. Mer komplisert og tidkrevende enn det man ved tidligere studier som har tatt utgangspunkt i *chaîne opératoire* har fanget opp. Ikke bare er arbeidet spredd over en større del av året, men Trøndelagsovn type I ser også ut til å hatt et høyt behov for vedlikehold og reparasjoner, noe som øker behovet for material og ressurser knyttet til produksjonen. Likeså er handlinger relatert til opprettholdelse av produksjonsplassen og daglige gjøremål blitt undervurdert. Jeg mener vi gjennom min studie ser antydninger til at mannskapet som var involvert har vært flere enn de 5-10 personene en tidligere har estimert til å være nødvendige for selve blestringen. Dette kommer tydelig frem når man ser på hvordan man fraktet jernluppene ned fra jernproduksjonsplassen og inn til sentrene.

Mine detaljerte flytkart og beregninger viser også vekten og massen til jernet som en faktor for hvordan handlingsforløpet kan ha utspilt seg. Gitt at man har begrenset med tid for å få ut råjernet, banke og forme det, må jernprodusentene ha handlet raskt og vært godt samkjørte. Jernets tendens til å klumpe seg sammen når det er flytende, gjør også at man ikke kan ha mer enn 4 eller 5 lupper i ovnen samtidig, avhengig av omkretsen på innsnevringen i ovnen. Hvis ikke ville man få en massiv ring av jern som ville ha vært nesten umulig å løfte ut av ovnen før jernet kjølnet. Jernprodusentene hadde stor kyndighet i å bestemme størrelsen på jernluppene, men de kunne hindre at alle råjernene ikke smeltet delvis sammen med et råjern ved siden av hvis de lå for nært hverandre. Tyngden og volumet på de større råjernene var en utfordring når de skulle formes til en jernlupp. Det kan derfor tenkes (som skissert i kap. 6.3, s. 53) at de mindre gropene som man finner på noen anlegg kan ha vært en løsning for å holde jernluppene på plass mens man banket på dem.

Trearbeid

Tidligere har man beskrevet skogshogsten i forbindelse med innhenting av furuved, brenselet til ovnen, osv. som om det ville ha ført til en avskoging i området rundt ovnene (Stenvik 2005a:111), kort sagt en kvantitativ treghugst. Men jeg mener at man kan ha bedrevet en mer bærekraftig og kvalitativ treghugst i innhentningen av ved, sett i lys av at furu er et saktevoksende treslag og at man egentlig ikke trenger så mange trær per sesong. Hvis man har

noen års pause imellom hver sesong på produksjonsplassen, er det nok tid til for skogen å erstatte trærne som ble hugget ned til brensel. Dette avhenger veldig av brukstiden til anlegget og hvor mange år de går mellom hver sesong. En kort pause på et par år mellom hver sesong ville ha føre til en vekst i antall trær som ville måtte hugges for hver sesong, ettersom man må hugge kortere og tynnere trær når man hadde hugget end de største trærne. Dette ville ha manifestert seg som et stup i forekomsten av furupollen i en serie pollenprøver tatt fra et større område rundt anlegget. Jo lengre pause man har imellom sesongen, desto mindre blir variasjonen i antall trær som må felles for hver sesong. Ingen pollenprøver som er tatt rundt Heglesvollen eller Fjergen viser noen plutselige fall i furupollen i forhold til landsbasisen for tidsperioden (Solem 1991,1996), så dette kan antyde at brukstiden for disse to lokalitetene var lang og trehogsten bærekraftig. En feilkilde her kan være at man ikke har tatt nok pollenprøver over et stort nok område for å kunne si noe med god nok sikkerhet eller at det estimerte massene av furuved som trengtes, 7000m^3 , er for lavt.

Et annet interessant moment med handlingsforløpet, er at mange handlingen trenger kunnskaper om tømring og snekring. Bygninger og konstruksjoner i utmarka må settes opp av jernprodusentene selv, og redskaper som delvis består av treverk, måtte antageligvis ha blitt laget av jernprodusenten selv. Sett sammen med at alle graver i merovingertid og vikingtid som inneholder smieverktøy også inneholder snekkerverktøy (Lindberg 2009:80, Barndon 2009:57-58), kan det tyde på at jernprodusentene har hatt en trippelrolle som jernprodusent, smed og snekker. Dette kan tyde på at jernprodusenten i romertiden var mer som en *artisan* som hadde kunnskap om flere håndverk og hadde en bredere plass innefor romertidens samfunn som en person som kunne forme det meste av redskaper, materiale og konstruksjoner.

Variasjon i konstruksjonsmetoder, variasjon i kunnskapstradisjoner?

Til tross for at Trøndelagsovn Type I er tidligere beskrevet som rigid i oppsettet sitt, ser man at det er variasjoner i konstruksjonen og produksjonen mellom de to forskjellige lokalitetene. Man kan dele ovnene inn i de som har en produksjon som resulterer i en slagblokk rundt 50 kg, som på Heglesvollen, og de som resulterer i en slagblokk på 150 kg, som på Fjergen. Videre ser det ut til at noen ovner har hatt en innsnevring på 50 cm, mens andre må ha hatt en større innsnevring for å kunne ha produsert fem jernlupper samtidig, som slagkaken fra Fjergen viste. Variasjonen i størrelsen på jernluppene som er funnet fra romertiden viser til

forskjellige produksjonstradisjoner, mens forskjellige måter å føre sjakta i ovnen på viser også til forskjellige konstruksjonstradisjoner. Alt dette kan tyde på at hvert enkelt lag, på sine lokaliteter, hadde en egen kunnskapstradisjon. Dette betyr ikke at forskjellige lag med jernprodusenter levde uvitende om hvordan andre jernprodusenter utførte produksjonen, men det kan tyde på at tradisjonen kan ha vært en del av lagets identitet som håndverkere. Til nå er bare seks ovner blitt undersøkt, som ikke er nok til å danne seg et mønster. Men eventuelle framtidige utgravinger av Trøndelagsovn Type I kan utdype dette mønstret av variasjon og være med på å gi et mulig "fingeravtrykk" på de spesifikke håndverkstradisjonen.

9.3 Jernprodusentenes relasjoner til andre grupper

Allianser mellom produksjonslag og stormenn

Jernprodusenten som brukte Trøndelagsovn Type I var i aktivitet på sommeren, samtidig som man bedriver jordbruk, noe som tyder på at jernprodusentene selv ikke deltok i agrarproduksjonen. Dermed kan produkter av jern og tjenester som håndverkerne utfører, være midlene som jernprodusentene lever av. Men selve transporten ned fra produksjonsplassen og inn til sentrene er farefull, og byrden av jernet er mer enn produsenten selv kan bære med seg. Man kan frakte jernet i flere runder, men det ville innebære at man etterlater jern ubeskyttet på produksjonsplassen for tyver. For Heglesvollen ville dette bety å la jernet ligge ubeskyttet i kanskje to døgn, mens denne tiden ha ville være lengre for lokaliteter lengre inn i innlandet, som Fjergen og Stordalen. Faren med transport blir større jo lengre bort produksjonsplassen ligger fra sluttdestinasjonen (sentrene). Samtidig er den trønderske utmarka et farlig sted i en periode som preges av indres stridigheter. Dette antyder at jernprodusentene var i et avhengighetsforhold med eliten. Både for å garantere sikkerheten til jernprodusentene i utmarka fra overfall, enten gjennom fysisk tilstedværelse eller politiske garantier, og hjelp til å transportere jernet. Enten i form av ekstra menn eller kløvdyr til å bære ned jernet når produksjonen var over. Det var eliten som hadde overskuddet til å avse slike ressurser og dermed måtte det ha vært eliten jernprodusentene hadde alliert seg med for å sikre at transporten av jernet kunne skje i store kvanta og med sikkerhet. Man kan si at dette ikke var ulikt patron/klient forholdet man finner i romerriket på samme tid (Qviller 1999:34), hvor de fattige gjorde seg avhengige av de som var rike for beskyttelse og ressurser. Et slikt avhengighetssystem baserer seg på at det er et personlig forhold mellom patronen og klienten (*ibid*). I et slikt forhold er det derimot den som organiserer selve produksjonen, om det så var

patronen i romerriket eller stormennene i Trøndelag, som er den som tjerner mest på dette forholdet og produksjonen blir dermed en del av maktgrunnlaget for den dominante parten (Jørgensen 1995). Det er muligens dette gravmaterialet fra romertiden i Trøndelag viser, at noen sentrale personligheter i samfunnet gjør seg rike og mektige på produksjonen til andre grupper.

Politikk mellom produksjonslaget og ande grupper

Dette innebære at forskjellige lag ville ha hatt tilknytning til en spesifikk stormann, noe som kunne få konsekvenser hvis de kom i kontakt med grupper som ikke er alliert med samme stormann. Det å krysse territoriet til en lokal høvding uten å vise respekt, kunne ha blitt sett på som en provokasjon og en ærekrenkelse. Spesielt når idealet for menn i det førkristne Norden var å tilegne seg så mye ære som mulig, på bekostning av andre (Sørensen 1995:338).

Fraktruter mellom produksjonsplassen og sentrene ville dermed ha blitt lagt til å gå innom hovedgårdene i regionen, slik at jernprodusentene kunne gi tributt til den lokale stormannen i bytte for trygg ferdsel. Tributten ville ikke bare ha en materiell gevinst, men kanskje den viktigste delen for romertidens stormenn var den respekten som jernprodusenten viste med å komme foran ham med gaver.

Samtidig må forskjellige produksjonslag også forholde seg til hverandre i utmarka. De har mest sannsynlig forskjellige håndverkstradisjoner og allianser med forskjellige stormenn. Hvis hvert lag også hadde flere produksjonsplasser som de roterte på å bruke, slik at skogen rundt sist brukte lokalitet skulle greie å komme seg igjen samtidig som jernprodusentene hadde produkter å tilby hvert år, kan dette ha ført til at forskjellige lag kunne ha kommet i konflikt om rettigheter til å bruke en god lokalitet eller stridigheter hvis et lag anla en ny lokalitet for nær et annet lags lokalitet. En slik konflikt ville ha forsterket uttrykket av håndverkstradisjoner som en symbolmarkør mellom de forskjellige produksjonslagene og samtidig hindret kunnskapsspredning mellom produksjonslag. Ikke fordi man ikke hadde mulighet for å få vite om andre lags produksjonsmetode, men fordi metoden tilhørte "de andre" og dermed ikke bra nok for "oss".

9.4 Endring i teknologi, endring i oppfatning

I folkevandringstid skjer tre monumentale hendelser, først splittelsen av romerriket i 395, som følges av at det vestromerske riket opphører i 476 (Qviller 1999:198). Deretter er det en endring i klimaet som følge av en naturkatastrofe i 536 e. Kr. og spredningen av den justinianske pesten gjennom folkevandringstiden (Solberg 2003:201). Dette fører til en ustabil politisk situasjon i Europa samtidig som man ser en befolkningsreduksjon (*Ibid*). På samme måte som at svartedauden førte til en nedgang i etterspørselen av jern i Europa 800 år senere (Narmo 1999), kan hendelsen i folkevandringstiden ha ført til at etterspørselen etter jern som byttemiddel ble kraftig svekket, samtidig som at allianser mellom stormenn i ulike regioner bryter sammen eller forsvinner. Reduksjonen i handelen med fjerne markeder vil igjen påvirke maktgrunnlaget til eliten i Nord-Trøndelag (Solberg 2003:202). Etter 200 e. Kr. begynte elitesentre å oppstå i Sør-Trøndelag, samtidig med at Trøndelag Type I ovnen ble bygget i utmarka i Sør-Trøndelag, og hendelsen i folkevandringstiden kan ha virket som en katalysator for å vippe maktbalansen fra Nord-Trøndelag til Sør-Trøndelag og Jämtland. Under folkevandringstiden forsvinner også Type I ovnene i Nord-Trøndelag (Stenvik 1994) og bruken av bygdeborgene i hele Trøndelag opphører (Ystgaard 1998), noe som kan forklares med at man får en økt maktkonsentrasjon rundt mindre steder og at konkurransen mellom stormenn og slekter avtar i forhold til romertiden (Solberg 2003:180-181). Man organiserer seg altså i form av småriker, med sentraliserte maktseter. Makta blir dermed sentralisert rundt et mindre antall mennesker enn det var i romertiden. Når jernproduksjonen tar seg opp igjen i Midt-Norden på 700-tallet, er det med Type II ovnen og det bare i Sør-Trøndelag og Jämtland. I Nord-Trøndelag har man nesten ingen funn av ovner datert til perioden etter folkevandringstiden og produksjonen i Midt-Norden vil ikke komme opp i det nivået som det var på 300-tallet.

Type II ovnen var en helt annerledes teknologi enn Type I ovnen. Hver enkelt Type II ovn har en mindre produksjonsmengde enn en Trøndelagsovn type I, bare 2-3 tonn jern i totalproduksjon. Dette fører derimot også til at den trenger mindre ressurser, er lettere å bruke, mindre arbeidsintensiv og har et mindre mannskapsbehov. Man antar at jernprodusentene som brukte Type II ovnen var knyttet opp til bondesamfunnet og fjellbygdene som en helhet (Narmo 1996b,1997, Rundberget 2007), og at man kombinerte jernproduksjonen med seterdrift og jakt. Siden Type II ovnen ikke har den høye flammen under produksjonen som Trøndelagsovn Type I, kunne man blestre inni blesterhytter uten fare for at man brant ned bygget under blestringen. Dette gjør det sannsynlig at man kan ha bedrevet vinterblestring

med Type II ovner (Loftsgarden 2007:58-60, Narmo 1996b:119, Martens 1988:124), noe som gjør det mulig å kombinere jordbruk og jernproduksjon uten at de to aktivitetene kolliderer. Selv om Type II ovnen åpner for at de ble drevet av bønder, anser man at steder med overskuddsproduksjon også ble drevet av spesialister (Martens 1988:125, Larsen 2009:99).

Spredningsmønstrer til Type II ovnen, har antagelig en sammenheng med rikssamlingen i Norge mellom 500 og 900 (Martens 1988:129). Martens mener også at i denne perioden begynte man å etablere en markedsorientert økonomi, istedenfor en gavebytteøkonomi som man hadde i romertiden. Kombinerer man dette med at utmarka blir kongens eie i denne perioden (Dahle 2009:90), slik at all produksjon i utmarka kan skattes og avgiftlegges, så kan det tyde på at man får et brudd i det personlige forholdet mellom jernprodusent og eliten. Dette betyr ikke at jernprodusenten ikke er avhengige av makteliten for distribusjon, men at det var for mange produsenter i forhold til stormenn. Sentraliseringen og reduksjonen i antall stormenn, gjorde at ikke alle jernprodusenter kunne få et personlig forhold til en stormann. Dette kan ha ført til at jernprodusenten som brukte Type I ovner ikke hadde muligheten til å låne ressurser til å transportere jernet ned fra produksjonsplassen til sentrene. Type I ovners stor produksjonsmengde var bare mulig hvis man allierte seg med noen som hadde overskudd til å avse enten menn eller kløvdyr til transport. Dermed kan grunnen til at man slutter å bruke Type I ovnene være fordi administrasjonen av alle produsentene blir uhåndterlig for stormennene.

Dette ville igjen ha ført til en identitetskrise for jernprodusentene med Type I ovner, siden deres levemåte var så sterkt bundet opp mot allianseskaping med eliten. Type II ovnen kan tyde på at behovet for å holde håndverkstradisjonen innefor en mindre gruppe hadde mistet sin mening og at den mer effektive, men samtidig mindre, produksjonen kan ha oppstått fordi det enkelte lag må ha brukt sine egne ressurser til å transportere jernet ned til sentrene eller markeds plassene. Samtidig som avstanden mellom eliten og jernprodusentene vokser, får jernprodusenten et nærmere forhold mellom sine egne innefor yrket. Noe som fører til at det nye utvekslingsnettverket av jern oppstår mellom gårder og bygder i samme samfunnslag (Martens 1988, Narmo 1996b, Loftsgarden 2007).

9.5 Avslutning

I denne oppgaven har jeg ved hjelp av *chaîne opératoire* satt opp diagrammer over jernproduksjonen i Midt-Norden i romertiden, med utgangspunkt i feltarbeid i Nord-Trøndelag og Sør-Trøndelag supplert med analyse av skriftelige kilder og etnografiske studier, i tre ulike nivåer. Nivåene beskriver handlingsforløpet til Trøndelagsovn Type I på et mikro-, meso- og makronivået i forbindelse med transport og logistikk til og fra jernvinneplassene. Jeg har ved hjelp av studier av jernlupper og beregninger over hvor mange trær som trengs til brensel, forsøkt å angi input/output på hvor mange ressurser som trengs i form av brensel, mat, folk og kløvdyr, og har forsøkt å estimere hvor mange jernlupper det er realistisk at det ble produsert i løpet av en sesong med jernblestring. Transport ser ut til å ha vært en av de viktigste faktorene for hvor mange jernlupper som kunne produseres i løpet av en sesong og videre redistribueres.

Resultatene mine antyder at behovet for sikkerhet i utmarka i en urolig tid i Trøndelag og tilgang til ressurser for å faktisk transportere jernluppene fra produksjonsplassene til sentrene (mottakerne), medførte at jernprodusentene var avhengige av eliten i Trøndelag. Dette er ett forhold hvor eliten er den dominante parten, hvor beskyttelse og ressurser kan ha blitt utvekslet igjennom tributter fra jernprodusentene til eliten.

Resultatene mine viser også at det er en endring i jernproduksjonsteknologien i overgangen fra folkevandringstiden til merovingertiden på grunn av at maktstrukturen som var etablert i romertiden og folkevandringstiden ble endret til et maktsystem som var sentrert rundt et mindre antall mennesker og sentralisert rundt småriker. Dette gjorde at det personlige båndet mellom jernprodusentene og eliten ble brutt, og at jernprodusentene ikke ville få tilgang til de ressursene som eliten hadde. Dette gjorde igjen at driften av Trøndelagsovn Type I ble for ressurskrevende for jernprodusentene og teknologien ble byttet ut med den mindre ressurskrevende og enklere Type II-teknologien.

Jeg mener at detaljerte studier av handlingssekvenser slik som *chaîne opératoire* kan vise til, og gir oss en detaljert og utvidet innsikt i prosessene rundt det ”å lage jern” og videre så gir dette oss et mer nyansert bilde av ”de som laget jernet” og ved denne tilnærmingen så kommer vi litt nærmere menneskene ”bak handlingene”.

Litteratur

Anfinset, N. 1999. Teknologi og etnoarkeologi. I: *Viking LXII*: 19-30. Oslo.

Bachrach, B. (red.) 2002. *Warfare and Military organization in Pre-Crusade Europe*. Ashgate, Variorum.

Barndon, R. 1992. *Traditional iron working among the Fipa : an ethnoarchaeological study from Southwestern Tanzania*. Hovedfagsoppgave i arkeologi, Universitetet i Bergen, Bergen.

Barndon, R. 2001. *Masters of metallurgy – Masters of metaphores*, Dr art Arkeologisk Institutt, Universitetet i Bergen.

Barndon, R. 2002. The *chaîne opératoire* approach, social change and modifications of the technological milieu, I: Mandt, G. & Dommasnes L. H. (red.) *Arkeologiske Skrifter fra Universitetet i Bergen*: 5-22. Universitetet i Bergen, Bergen.

Barndon, R. 2005. An ethno-archaeological study of pre-industrial metallurgy - perspectives and models for resarch on cognition of outfield activities I: Holm, I., Innselseth, S. & Øye.I. (red.) . *UBAS International 1, 'Utmark'- The outfield as industry and ideology in the iron Age and the Middel Ages*:181 - 191. University of Bergen, Bergen.

Barndon, R. 2009. Caves and Rock shelters - Sacred crafts and smiths' graves in a long-term regional perspective. I: Holm,I. Stene, K. & Svensson, E. (red.), *Oslo Arkeologiske Serie vol 11. Liminal Landscapes. Beyond the concept of ' marginality' and ' preiphery'*: 47-65. University of Oslo, Oslo.

Barth, F. 1990. The Guru and the Conjuror: Transactions in Knowledge and the Shaping of Culture in Southeast Asia and Melanesia, *Man*, New Series, Vol. 25, No. 4: 640-654.

Bédoucha, G. 1993. The watch and the waterclock, technological choices/social choices, I: Lemonnier, P. (red.). *Technological Choices - Transformation in material cultures since the neolithic*: 77-107. Routledge, London.

Berre, I. 1998. Heglesvollommen, *Årbok 1998 - Levanger historielag*: 71-103. Levanger kommune, Levanger.

- Berre, I. 1999. Heglesvollen år 2000, *Årbok 1999 – Levanger historielag*: 65-79. Levanger kommune, Levanger.
- Bjerck, H.B. 2001. Kulturminner fra oldtiden og middelalder, I: Holme, J. (red.). *Kulturminnevern Bind 1*: 32-55. Oslo.
- Bjørnstad, R. 2003. *Teknologi og samfunn: jernvinna på Vestlandet i jernalder*. Hovedfagsoppgave. Universitetet i Bergen, Bergen.
- Chickering, H. & Seiler, T.H. 1988. Cabullus et caballarius in medieval warfare. The Study of Chivalry: Resources and Approches. I: Bachrach, B. (red.). *Warfare and Military organization in Pre-Crusade Europe*: 173-211. Ashgate, Variorum.
- Dahle, K. 2009. Outfields - Bound or liminal? A study on the origin of outfield boundaries in Romsdal, Norway. I: Holm, I. Stene, K & Svennon, E (red.). *Liminal Landscapes. Beyond the concept of ' marginality' and ' preiphery', Oslo Arkeologiske Serie vol 11*: 87-102. University of Oslo, Oslo.
- Diinhof, S. 2005. The issue of infield and outfield. I: Holm, I., Innselset, S. & Øye, I (red.). *'Utmark' - The outfield as industry and ideology in the Iron Age and the Middle Ages, UBAS international 1*: 109-118. University of Bergen, Bergen.
- Dobres, M. 2000. *Technology and social agency*. Blackwell Publishers, Oxford.
- Engelund, L. E. 2002. Blästbruk - Myrjärshanteringens förändringar i ett långtidsperspektiv. *Jernkontorets Berghistoriska Skriftserie nr 40*. Jernkontoret, Stockholm.
- Eriksen, T.H. 2004. *Små steder - store spørsmål*. Universitetsforlaget, Oslo.
- Espelund, A. 2008. *Bondejern i Norge*. Arktype, Trondheim.
- Evenstad, O. 1782. Afhandling om jern =malm som findes i myrer og moradser i Norge, og omgangsmaader med at forvandle den til jern og staal. København 1790. I: Espelund, A.(red.) *Bondejern i Norge*: 17-67. Arktype, Trondheim 2008.
- Farbregd, O. 1986. Elveoaser – gamle sentra fra vandring. I: Støren, K. (red.) *Spor*, nr. 2.: 6-12. Vitenskapsmuseet, Trondheim.

- Farbregd, O., Gustafson, L. & Stenvik, L. 1985. Tidlig jernproduksjon i Trøndelag. Undersøkelsene på Heglesvollen. *Viking, bind 1984*: 103 -129, Norsk arkeologisk selskap, Oslo.
- Gansum, T. & Skarre, T. 2002. Hulveger, forslag til begreper og terminologi. *Braut 2 - Nordiske veggistoriske studier*: 153-162. Lillehammer.
- Gansum, T. 2002. *Hulveger- Fragmenter av fortidens ferdsl.* Kulturhistorisk Forlag, Tønsberg.
- Gansum, T. Jerpåsen, G. B. & Keller, C. 1997. Arkeologisk landskapsanalyse med visuelle metoder. *AmS- Varia 28*. Arkeologisk museum i Stavanger, Stavanger.
- Giddens, A. 1979. *Central problems in social theory: action, structure and contradiction in social analysis*. Macmillan, London.
- Giddens, A. 1984. *The constitution of society. Outline of the theory of structuration*. Polity Press, Cambridge.
- Goffman, E. 1992. *Vårt rollespill til daglig*. Pax forlag, Oslo.
- Gunn, J. 2000. The Years Without Summer: Tracing A.D. 536 and its Aftermath. I: *British Archaeological Reports (BAR) International*. Archaeopress, Oxford.
- Haaland, G., Haaland, R. & Rijal, S. 2002. The Social Life of iron. A cross – cultural study of technological, symbolic and social aspects of iron making. I: *Anthropos 97*: 35-54.
- Haaland, R. & Shinnie, P. 1985. *African iron working. Ancient and traditional*. Norwegian University Press, Oslo
- Haaland, R. 2004. Iron smelting a vanishing tradition: Ethnographic study of this craft in South-West Ethiopia. I: *Journal of African Archaeology Vol 2(1)*: 1-15.
- Hatleskog, A. 1988. Jernlupp frå Hitra – spor etter den eldste handelen med jern i Trøndelag. I: *Spor*, nr.2 : 42-43. Vitenskapsmuseet, Trondheim.
- Hodder, I. 1982. *Symbols in action - ethnoarchaeological studies of material culture*. Cambridge university press, Cambridge.

- Høeg, H. I. 1997. Skogens innvandring. I: Jacobsen, H. & Follum J. (red.), *Kulturminner og skogbruk*: 10-18. Tapir akademiske forlag, kompendieforlaget. Trondheim.
- Høgseth, H. B. 2007. *Håndverkerens redskapskasse - En undersøkelse av kunnskapsutøvelse i lys av arkeologisk bygningstrømmer fra 1000-tallet*. Doktoravhandling ved NTNU. Trondheim, desember 2007.
- Ingold, T. 2000. *The perception of enviroment. Essays on livelihood, dwelling and skill*. Routledge, London.
- Jacobsen, K. 2003. *Forskning på gamle vegfar - Case study: Fortidens ferdsel på Andøya i Nordland*. Universitetet i Tromsø, Tromsø.
- Johansen, T. 2003. Jern og Grav - maktpolitisk kontekster i Trøndelags eldre jernalder- Upublisert hovedfagsoppgave i Arkeologi med vekt på Norden. Arkeologisk institutt, Universitetet i Bergen, Bergen.
- Jørgensen, L.B. 1995. Karl den Store, Muhammed og Ulsækken. I: *Varia 30, Universitetets Oldsaksamling*: 73-83. Oslo.
- Jørgensen, L.B. 2003. The Epistemology of Craftmanship. I: Jørgensen, L.B., Banck-Burgess, J. & Rast-Eicher, A. (red.). *Textilen aus Archäologie und Gesichte*: 30-36. Wachholtz Verlag, Neumünster.
- Kaegi, W. 1993. Byzantine Logistics: Problems and Perspectives. I: Lynn, J.(red.). *Feeding mars - Logistics in Western Warfare from the Middle Ages to the Present*, s. 39-55. Westview Press, Boulder, San Francisco & Oxford.
- Larsen, J.H. 2009. Jernvinneundersøkelser. *Faglig programbind 2., Varia 78*. Kulturhistorisk museum, Forminneseksjonen, Oslo.
- Lelgemann, D. 2004. *Recovery of the Ancient System of Foot/Cubit/Stadion – Length Units*. Tyskland.
- Lemonnier, P. 1992. Elemets for an Anthropology of Technology. I: Arbour. A (red.) *Anthropological Papers No. 88*, Museum of Anthropology. University of Michigan, Michigan.

- Lemonnier, P. 1993. *Technological Choices - Transformation in material cultures since the neolithic*. Routledge, London.
- Lindberg, M. 2009. *Järn i jorden - spadformiga ämnesjärn i Mellannorrland*. Doktoravhandling i arkeologi vid Stockholms Universitet, Institutionen för arkeologi och antikens kultur. Stockholms Universitet, Stockholm.
- Linnell, J.D.C., May, R. & Odden J. 2007. Movments of present day moose in relation to historic/prehistoric pitfall systems: Gråfjell, Southeastern Norway. I: Amundsen, T. (red.). *Varia 64 - Elgfangst og Bosetning i Gråfjellsområdet*: 133- 136. Oslo.
- Loftsgarden, K. 2007. *Jernframstilling i raudt land – jernvinna på Rauland i vikingtid og mellomalder*. Upublisert masteroppgave, Arkeologisk institutt. Universitet i Bergen, Bergen
- Lynn, J. 1993. *Feeding mars - Logistics in Western Warfare from the Middle Ages to the Present*. Westview Press, Boulder, San Francisco & Oxford.
- Mahias, M. 1993. Pottery techniques in India. I: Lemonnier, P. (red.). *Technological Choices - Transformation in material cultures since the neolithic*: 157-180. Routledge, London.
- Marstrander, S. & Sognes, K. 1999. Trøndelags jordbruksristninger. *Vitark 1*. Vitenskapsmuseet, NTNU, Trondheim.
- Martens, I. 1972. Møsstrand i Telemark. En jernproduserende fjellbygd før svartedauen. I: *Viking, nr 36*, Oslo.
- Martens, I. 1979. Blåsterjern og fellujern. Noen synspunkt på en lite påaktet funngruppe. *Universitetets Oldsaksamling 150 år*, Oslo.
- Martens, I. 1988. Jernvinna på Møsstrand i Telemark - En studie i teknikk, bosetning og økonomi. I: *Norske oldfunn XIII*: 3- 164. Universitetets oldsaksamling, Oslo.
- More, D. & White, J. 2005. *Trær i Norge og Europa*. Ulshagen, T. Enzensberger, T. (red.) N.W. Damm & Søn AS.
- Narmo, L. E. 1996a. "Kokekameratene på Leikvin" - Kult og kokegroper. I: *Viking, nr 59*: 79-100. Oslo.
- Narmo, L. E. 1996b. Jernvinna i Valdres og Gausdalen – Et fragment av middelalderens økonomi. *Varia 38. Universitetets Oldsaksamling*, Oslo.

Narmo, L.E. 1997. Jernvinna, smie og kullproduksjon i Østerdalen. Arkeologiske undersøkelser på Rødsmoen i Åmot 1994-1996. *Varia 43. Universitetets Oldaksamling*, Oslo.

Narmo, L.E. 1999. Relations between settlement pattern, social structure and medieval iron production - a case study from Gausdal, South Norway. I: Nørbach, L. C (red.). *Prehistoric and medieval Direct Iron Smelting in Scandinavia and Europe – aspects of technology and Science: 27-32..* Aarhus University Press, Aarhus.

Nordlie, E. 2009. *Trøndelagsovner - Arkeologisk forståelse av jernvinneteknologi fra eldre jernalder i Midt-Norge*. Upubliserte masteroppgave i arkeologi, Institutt for arkeologi, konservering og historie, Universitetet i Oslo, Oslo.

Olsen, B. 2002. *Fra ting til tekst - teoretiske perspektiv i arkeologisk forskning*. Universitetsforlaget, Oslo.

Pedersen, U. 2009. Den ideelle og den reelle smed. I: Lund, J. & Melheim, L (red.). *Håndverk og Produksjon - Et møte mellom ulike perspektivers, Oslo Arkeologiske Serie* vol. 12: 129-147. Unipres/ Oslo Academic Press og institutt for arkeologi, konservering og historie, Universitetet i Oslo.

Pfaffenberger, B. 1988. Fetishized objects and humanised nature. Towards an anthropology of technology. *Man* vol. 23, nr 2: 236-252. Royal Anthropological Institute of Great Britain and Ireland

Pleiner, R. 2000. *Iron in Archaeology. The European Bloomery Smelters*. Praha.

Pravdin, L.F. 1969. *Scots pine. Variation, intraspecific taxonomy and selection*. Karshon, R. & Golek, B (red.) Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem.

Prestvold, K. 1994. Trøndelag i støpeskjeen – jernproduksjon og sosial organisasjon i Nord-Trøndelag mellom 350 f.kr og 500 e.kr. *Hovedfagsoppgave i nordisk arkeologi*. Universitetet i Oslo, Oslo.

Qviller, B. 1999. *Romersk politisk kultur og sosiologisk historie*. Cappelen akademiske forlag, Oslo.

Renfrew, C & Bahn, P. 2000. *Archaeology: Theories Methods and Practice*. 3th Edition. Thames & Hudson, London.

- Rokoengen, K. 1998. Naturkatastrofer i Gauldalen. *Rapport fra institutt for geologi og bergteknikk*, nr. 33. Institutt for geologi og bergteknikk, NTNU, Trondheim.
- Rosenqvist, A. M. 1979. En innledende metallografisk undersøkelse av blåsterjern og fellujern. *Universitetets Oldsaksamling 150 år*. Oslo.
- Roth, J.P. 1999. *The logistics of the Roman army at war (264B.C. - A.D. 235)*. Brill, Leiden, Boston, Köln.
- Rundberget, B. 2002. *Teknologi og Jernvinne – en teoretisk og metodisk tilnærming til jernvinna som kilde for menneskelig kunnskap og handling*. Upublisert hovedfagsoppgave. Vitenskapsmuseet, Trondheim.
- Rundberget, B. 2007. Jernvinna i Gråfjellområdet. *Varia 63 – Kulturhistorisk museum fornminneseksjonen*. Kulturhistorisk museum, Oslo.
- Rundberget, B. 2009. Reflections of the 'utmark', today and yesterday, pointed up through iron production in Gråfjell. I: Holm, I. Stene, K & Svennon, E. (red.). *Oslo Arkeologiske Serie vol 11. Liminal Landscapes. Beyond the concept of 'marginality' and 'preiphery'* : 67-84. University of Oslo, Oslo.
- Rønne, O. 2002. Smeden i jernalderen - ildens hersker. I: *Primitive tider*, nr. 5: 55-63. Arkeologiske tidsskrifter, Oslo.
- Sharp, L. 1952. Steel axes for Stone-Age Australians.,I: *reprinted from, Human organization, vol. 11: 17 - 24*, Bobbs-Merill company, Indianapolis.
- Shetelig, H. 1910. Fortegnelse over de til Bergens Museum i 1909 indkomne saker ældre enn reformationen. *Bergen Museums Årbok. 1910*, nr. 11, Bergen.
- Sivertsen, M. 1965. *Skogn Historie – om Skognsområdet i førhistorisk tid, band III*. Nemnda for Skogn Historie, Verdal.
- Skard, O. 2002. *Trær - røtter i kulturhistorien*. Landbruksforlaget, Oslo.
- Smedstad, I. 1988a. Etableringen av et organisert veihold i Midt-Norge i tidlig historisk tid. *Varia 16*. Universitetets Oldsaksamling, Oslo
- Smedstad, I. 1988b. Veier i myr.I: *Spor*, nr.1: 8-11. Universitetet i Trondheim, Vitenskapsmuseet, Trondheim.

- Smedstad, I. 1995. Spor etter veiforbindelsene over Kjølén. I: *Spor*, nr. 2: 8-11, Fakultetet for arkeologi og kulturhistorie, Vitenskapsmuseet, Trondheim.
- Sognnes, K. 1994. Bygdeborger – tilfluktssteder og forsvarsverk i urolige tider. I: *Spor*, nr 2, s. 8-10, Fakultetet for arkeologi og kulturhistorie, Vitenskapsmuseet, Trondheim.
- Sognnes, K. 2001. Prehistoric imagery and landscapes - Rock art in Stjørdal, Trøndelag, Norway. *BAR international series 998*, Oxford.
- Sognnes, K. 2005. Europas nordligste bronsealderprovins. I: *Trøndelags historie – Landskapet blir Landsdel* Bind 1: 83-105. Tapir akademiske forlag, Trondheim
- Solberg, B. 2003. *Jernalderen i Norge – 500 før Kristus til 1030 etter Kristus*. Cappelen Akademisk Forlag, Oslo.
- Solem, T. 1991. Effect of early iron production on vegetation. a study by means of pollen analysis. I: Espelund, A. (red.) *Blommery ironmaking during 2000 years, In Honorem of Ole Evenstad*, vol. I: 50-70.
- Solem, T. 1996. Vegetasjonshistoriske undersøkelser i Fjergén - området, Meråker, Nord-Trøndelag. I: Stenvik, L. (red.). *Rapport arkeologisk serie 1996:1*. Vitenskapsmuseet, Fakultet og arkeologi og kulturhistorie, Trondheim.
- Steinsland, G. 2005a. *Norrøn religion - Myter, riter, samfunn*. Pax forlag AS, Oslo.
- Steinsland, G. 2005b. The late iron age worldview and the concept of 'Utmark'. I: Holm, I., Innselset, S. & Øye, I. (red.) *'Utmark' - The outfield as industry and ideology in the Iron Age and the Middle Ages, UBAS international 1*: 137-146, University of Bergen, Bergen.
- Stenvik, L. 1989. Tovmoen i Budalen – et fysisk arkiv om bruk av utmarka langt bakover i tid. I: *Spor*, nr 1: 4-8. Universitetet i Trondheim, Vitenskapsmuseet, Trondheim.
- Stenvik, L. 1990. Jernvinna I Midt- Norge. I: *Heimen – tidskrift for lokal og regional historie. Bind XXVII*: 209-218. Landslaget for lokalhistorie, Trondheim.
- Stenvik, L. 1991a. Iron production and economic booms during 2000 years, I: Espelund, A. (red.). *Blommery Ironmaking During 2000 Years. Seminar in Buddalen 1991. Vol I*. Vitenskapsmuseet, Trondheim.

- Stenvik, L. 1991b. Jernproduksjon - Et ekko i Midt - Norges Periferi. I: Wik, B. (red.) *Gunneria 64 vol. 2, Sentrum – Periferi, Sentra og sentrumsdannelser gjennom førhistorisk og historisk tid*: 411-421. Vitenskapsmuseet, Trondheim.
- Stenvik, L. 1991c. Lavteknisk jernframstilling i Trøndelag - Forskningsstatus og perspektiv, I: Stenvik, L. (red.). *Rapport, arkeologisk serie 1991-1* :9-31. Vitenskapsmuseet, Trondheim.
- Stenvik, L. 1994. Samfunnsstrukturer i Trøndelag i jernalderen. I: *Jänåldern i mittnorden – ett symposium kring nya arkeologiska och ekologiska forskningsrön*: 183-192. Scriptum, Vasa.
- Stenvik, L. 1996. De arkeologiske undersøkelsene av et jernframstillingsanlegg ved Fjergen Meråker. I: Stenvik, L. (red.). *Undersøkelser forbindelser med kratutbygging i Meråker, Nord-Trøndelag. Rapport arkeologisk serie: 1996-1*. Vitenskapsmuseet, Trondheim.
- Stenvik, L. 1997. Ironproduction in Mid-Norway, an answer to local demand? I: Hässler, H. J. (red.). *Studien zur Sachsenforschung 10*: 253-263. Isensee verlag, Oldenburg.
- Stenvik, L. 1999. Recent Results from Investigations of Iron Production in Northern Europe - some Reflections on the Variation. I: Nørbach, L. C. (red.). *Prehistoric and medieval Direct Iron Smelting in Scandinavia and Europe – aspects of technology and Science*: 77-82. Aarhus University Press, Aarhus.
- Stenvik, L. 2002. Før 1030 - Meråkers forhistorie. I: Krogstad, B.R.(red.). *Gard og Gruve - Meråker før 1874, bygdebok for Meråker bind I*: 32-65. Meråker kommune.
- Stenvik, L. 2003. Iron Production in Scandinavian archaeology, I: *Norwegian Archaeological Review* vol. 36 No. 2: 119-134.
- Stenvik, L. 2005a. Jernalderen, I: *Trøndelags historie – Landskapet blir Landsdel* Bind 1: 107-170. Tapir akademiske forlag, Trondheim
- Stenvik, L. 2005b. Rekonstruksjon av jernframstillingsovn fra romertid i Trøndelag basert på arkeologisk materiale. I: *Skrift (Norsk bergverksmuseum) nr.31, Kulturvern ved bergverk 2005 - Rapport fra et nasjonalt seminar i Folldal*: 51-60. Bergverksmuseet, Kongsberg.
- Stenvik, L. 2006. Blåsterjern fra Trøndelag. I: Glørstad, H.; Skar, B.; Skre, D.(red.). *Kulturhistorisk museum Skrifter nr 14; Historien i forhistorien - festskrift til Einar Østmo på 60 – årsdagen*: 255-262. Universitetet i Oslo, Oslo.

Svensson, E. 1988. Människor i utmark. I: *Lund studies in medieval archaeology 21*, Lund & Stockholm.

Sørensen, P.M. 1995. *Fortælling og ære. Studier i islændingesagaerne*. Universitetsforlaget, Oslo.

Todd, J. A. 1985. Iron production by the Dimi of Ethiopia. I: Haaland, R. and Shinnie, P. (red.). *African Iron Working, Ancient and traditional*. Oslo, Norwegian University Press.

Trigger, B.C. 1995. *A history of archaeological thought*. Cambridge University Press, Cambridge.

Tveiten, Ole. 2005. *Jarnvinna i Møre og Romsdal i førhistorisk tid og mellomalder*. Upublisert hovedfagsoppgåve i arkeologi, Arkeologisk institutt - Universitet i Bergen, Bergen.

Wallander, A. 1989. Smedgraver eller graver med smides- og snicarverktøy? Gennomgang av definisjoner och redskapskombinasjoner. *Tor. Tidskrift för nordisk fornkunnskap* vol. 22. Societas Archaologica Upsalensis: 105-160.

Ystgaard, I. 1998. *Bygdeborger i Trøndelag – En forskningshistorisk og empirisk undersøkelse av et begrep og en kulturminnekategori*. Upublisert hovedfagsoppgave. NTNU, Trondheim

Øye, I. 2005 Introduction. I: Holm, I. Innselset, S. & Øye, I. (red.). *'Utmark'- The outfield as industry and ideology in the Iron Age and the Middel Ages, UBAS international 1*: 9-20. University of Bergen, Bergen.

Upublisert litteratur

Berre, I. 1990. Frå stein til stål. Semester oppgave i lokalhistorie NTNU. I: Stenvik, L. 2006. Blåsterjern fra Trøndelag. I: Glørstad, H.; Skar, B.; Skre, D.(red.).*Kulturhistorisk museum Skrifter nr 14; Historien i forhistorien - festskrift til Einar Østmo på 60 – årsdagen*: 255-262. Universitetet i Oslo, Oslo.

Mørkved, K. 1967. *Myrmalm og blesterplasser i Nord-Trøndelag*. Manus. I: Stenvik, L. 2006. Blåsterjern fra Trøndelag. I: Glørstad, H.; Skar, B.; Skre, D.(red.).*Kulturhistorisk museum*

Skifter nr 14; Historien i forhistorien - festskrift til Einar Østmo på 60 – årsdagen: 255-262.
Universitetet i Oslo, Oslo.

Stenvik, L. 1988. Utgraving av skadd jernframstillingsanlegg på Tovmoen, Budalen. *Rapport*.
Top. Ark, NTNU- Vitenskapsmuseet.

Andre kilder

<http://www.conifers.org/pi/pin/sylvestris.htm> (lest 27.04.2010)

<http://kart.finn.no/3d/> (lest 06.05.2010)

Appendiks I - Utregning av antall trær i Kap. 7

Formelen for en sylinder er: $V = \pi r^2 h$. Her er en feilkilde at stammen på et furutre uten røtter, topp og greiner, ikke er en helt perfekt sylinder, hvor radiusen på toppen av stammen (r_t) er noe mindre enn radiusen på bunnen av stammen (r_b). Dette har en mindre betydning, siden Gråfjellsundersøkelsene viste til at ytterverden antageligvis blir fjernet for å bli kvitt urenheterne (Rundberget 2007:316). Samtidig som at toppen av treet ikke er brukende som brensel, men egner seg bedre som tenneved til oppfyring (Høgseth 2007:290), og blir dermed ikke regnet som brensel til blestring. Tennveden kan heller brukes til myrmalmsrøsting. Overflaten på stokken mer ujevn etter at man har fjernet barken og noe kortere enn det opprinnelige treet, men den er tilnærmet et sylinder, med en jevn diameter ($2r$). De to høydene som brukes er den gjennomsnittlige høyden på et furutre som er blitt voksne, 20 m og 25 m.

1) Utregning av de mindre trestammene, hvor diameteren på en stokk hvor ytterveden er fjernet er 0,4 m ($r = 0,2$) og høyden på stokken etter at toppen er fjernet er 15 m: $V = \pi \times 0,2^2 \times 15 = 1,88 \text{ m}^3$

Fordelt på massen av brensel som er estimerte for den totale produksjonen:

$$7000\text{m}^3 / 1,88 \text{ m}^3 = 3723,4 \text{ trær.}$$

Dette estimatet rundes opp til 3725 trær.

$$\text{Vekten til et enkelt tre blir da: } 430 \text{ kg/m}^3 \times 1,88 \text{ m}^3 = 810,53 \text{ kg} = 0,8 \text{ tonn}$$

2) Utregning av de større trestammene, hvor diameteren på en stokk hvor ytterveden er fjernet er 1,1 m ($r = 0,55$) og høyden på stokken etter at toppen er fjernet er 20 m: $V = \pi \times 0,55^2 \times 20 = 19 \text{ m}^3$

$$7000\text{m}^3 / 19 \text{ m}^3 = 368,42 \text{ trær}$$

Dette estimatet rundes opp til 370 trær

$$\text{Vekten til et enkelt tre blir da: } 430 \text{ kg/m}^3 \times 19 \text{ m}^3 = 8170 \text{ kg} = 8,2 \text{ tonn}$$

English Summary

In this thesis I have, with the aid of *chaîne opératoire*, constructed flowcharts over iron production processes in the Roman Iron Age in Middle-Scandinavia. The study is based on fieldwork in northern as well as southern Trøndelag and is supplemented by analysis of written sources and ethnographical studies on iron working. My point of departure in this study has three different levels and these levels describe the operational sequences of the Trøndelagsovn Type I ovens on a micro-, meso- and macro-level in conjunction with transportation and logistics to and from the iron production site. By studying iron blooms and calculating how many trees that were needed for the production of fuel, I have tried to determine the input/output on how many resources that were needed in the form of fuel, food, manpower and pack animals were organized and interrelated. Furthermore, I have tried to estimate how many iron blooms it was realistic that the iron workers produced during one single season of iron production. Transportation seems to be one of the key factors in terms of how many iron blooms that were produced during one season and then redistributed.

My results suggest a need for security in the outlands (*utmark*) in these unstable times in Trøndelag and a need for access to resources in order to actually transport the iron blooms from the production sites to the centers (recipients). This would have made the iron producers dependent upon the elite in Roman Iron Age in Trøndelag. This is a relationship in which the elite was the dominant part, in which security and resources may have been exchanged through tributes from the iron producers to the elite.

My results also show a change in iron production technology in the transition between the Migration period and the Merovingian period, due to a change in the power structure. The new power structure was centralized around fewer people and encompassed small kingdoms instead of singular large farms. This may have broken down the personal relationship between the iron producers and the elite, and with this the access to the needed resources for transportation. This made production with the Trøndelagsovn Type I technology too costly for the iron producers and it was replaced with the cheaper and simpler Type II technology.

I believe that *chaîne opératoire* can be used in the detailed studies of operational sequences and give us an in-depth and detailed insight into the process of 'iron making' and at the same time give us a more nuanced picture of the 'the iron makers'. And through these studies we get closer to the people 'behind the actions'.