

REKONSTRUKSJON AV SJAKTOVN MED SLAGGAVTAPPING, KITTLILBU UTMARKSMUSEUM. PROSJEKT “JERNVINNA I OPPLAND”.



Rekonstruksjonen av A-blestertuft i kulturstien på Kittilbu Utmarksmuseum, juni 2011

Narmo Arkeologitjenester, på oppdrag for prosjekt “Jernvinna i Oppland”

Av Lars Erik Narmo, 20. juni 2011

Innhold

Sammendrag	2
Bakgrunn for rekonstruksjon av sjakter av moreneleire.....	2
Erfaring med rekonstruerte sjakter av leire i perioden 2007 – 2011.....	4
Bygging av to sjakter av moreneleire på Kittilbu i 2011.....	8
Utgangspunkt	8
Lokalisering av moreneleire	9
Bygging av ovn 1 og 2.....	11
Videreføring av eksperimentet	16
Litteratur.....	17

Sammendrag

I det videre beskrives arbeid med rekonstruksjon av to sjaktovner med slaggavtapping på jernfremstillingsplassen med tidligere rekonstruksjoner i kulturstien på Kittilbu Utmarksmuseum, Randsfjordmuseene AS. Arbeidet utført i tiden 7.– 9. juni 2011 er videreføring av eksperimenter som startet i Dokkfløy i 1987. Prosjektet i denne sammenheng gjelder rekonstruksjon av to sjakter bygget av lokal moreneleire. Erfaringene fra jernvinna som eksperimentell arkeologi på Kittilbu er i liten grad publisert tidligere og jeg skisserer derfor kort konteksten til rekonstruksjonene.

Bakgrunn for rekonstruksjon av sjakter av moreneleire

Eksperimentell jernfremstilling av myrmalm i sjaktovn med slaggavtapping går tilbake til 1987 i Dokkfløy. Eksperimentene bygger på utgravd materiale fra Dokkaprosjektet (1986-1989). De første eksperimentene ble utført i det som nå er “dam Dokkfløy” (Jacobsen, Larsen og Narmo 1988, Larsen 1991, Narmo 1996). Eksperimentene ble flyttet til nåværende plassering i kulturstien i 1991. Sigmund Jacobsen bygde den første ovnen og Lars Erik Narmo lærte Historielaget i Gausdal hvordan ovnen skulle brukes. Historielaget i Gausdal ved Torstein Fougner blestret årlig jern frem til 1996. Eksperimentene var primært knyttet til “Kittilbudagen” og det ble blestret en gang i året. Fougner gav seg på grunn av kombinasjonen kull/malmstøv og astmaplager. Aktiviteten ble da omorganisert. Og Finn Audun Grøndahl etablerte “Gausdal jernblestrerlag” som et ledd i utviklingen av Kittilbu utmarksmuseum. I perioden 1996 – 2006 ble det i tillegg til blestring på “Kittilbudagen” gjennomført blestringer over flere dager. Videre startet forsøk med videreføring av jernluppene fra blestringene til smibart jern/barre. Engasjementet i “Gausdal jernblestrerlag” opphørte etter hvert og i perioden 2006 – 2011 er det særlig Stein Kraugerud som har videreført den etablerte kunnskapen med eksperimentell jernproduksjon på Kittilbu. De senere årene har Kittilbu utmarksmuseum ved Charlotte Kirk etablert “blestringsuka” som et årlig arrangement. Fra 2008 ble det også innført eksperimenter med kullproduksjon i grop (kullgrop) som del av virksomheten. Sistnevnte skjedde som del av et samarbeid med Lofotr Vikingmuseum på Borg i Lofoten.



Figur 1 Torstein Fougner fra Gausdal blestret jern i kulturstien på Kittilbu 1991-1996 (venstre). Stein Kraugerud fra Lillehammer gjennomfører blestringene på Kittilbu i dag (høyre). Foto tatt under rekonstruksjonen den 8. juni 2011. Blesterbygningen oppført 1992 er synlig mellom Fougner og Kraugerud. Det ryker fra røstebålet av lokal myrsmalm (fra Blestern seter). Den nyoppførte blesterbygningen (2009/2010) med de to rekonstruerte sjaktovnene med slaggtapping bygget av lokal moreneleire er synlig i høyre billedkant.

Den først rekonstruerte ovnen i Dokkfløy var en sjakt støpt av aluminiumsleire. Sjaktene i de to ovnene som har stått i kulturstien er bygget av ildfast stein med mørtel av aluminiumsleire. Ovnen rekonstruert i 1991 ble flyttet under skutet i det rekonstruerte blesterhuset i 1992. Sjaktmaterialet benyttet i eksperimentene 1987 – 2011 har et vesentlig høyere smeltepunkt enn jern og har således vært en uproblematisk variabel. Utgravingene i Dokkfløy viser at sjaktene fra jernalder og middelalder mest trolig er bygget av moreneleire. Dette på grunnlag av sjaktmaterialet (ovnsforing) i utgravde ovner, funn av leirelagre på jernfremstillingsplassene og påvisning av moreneleire under myr nær en jernfremstillingsplass i Dokkfløy (DR63). Foruten visuelle studier foreligger imidlertid ingen nærmere analyse av sjaktmaterialet. Marin leire er neppe brukt fordi Dokkfløy er en fjelldal ca 700 – 800 meter over havet med lang avstand til marin grense.

Sjaktene er mest trolig bygget av moreneleire, det vil si bunnmorene (se videre). Bruk av moreneleire var kjent kunnskap allerede ved de første eksperimentene i Dokkfløy. Bruk av mer bestandige materialer i tidligere rekonstruere ovner skyldes at det primære målet har vært å rekonstruere prosessen med reduksjon av lokal myrsmalm til jernluppe og videreføring til emnesjern/barre. Bruk av lokal leire med antatt smeltepunkt nær slaggdannelsestemperatur i ovnen ble oppfattet som en kompliserende og uønsket variabel i eksperimentene. Bruk av moreneleire har vært diskutert som en mulig del av den eksperimentelle praksisen, men det har det vært enighet

om at det forutsetter materialkunnskap som må etableres. Bruk av bestandig moderne materiale (ildfast stein og aluminiumsleire) har for øvrig vært tilpasset eksperimentene som enkeltblestringer. Ved innføring av blestringsuka og andre arrangementer der man blestret over flere dager fra midten av 2000-tallet har åpnet for å utforske andre og mer tidkrevende variabler. Eksperimentene ble først utvidet til å omfatte videreføring av jernluppene fra forsøkene. Deretter innførte man eksperimentell kullproduksjon i grop. Fra 2009 ble eksperimentene på Kittilbu utvidet til også å omfatte bruk av lokale materialer for rekonstruksjon av sjaktovn med slaggavtapping.

Erfaring med rekonstruerte sjakter av leire i perioden 2007 – 2011

Kittilbu Utmarksmuseum og Lofotr Vikingmuseum har samarbeidet om gjennomføring av eksperimenter med sjaktovn med slaggavtapping siden 2002. I første omgang ved at medlemmer av “Gausdal jernblestrerlag” blestret jern på Lofotr Vikingmuseum med malm fra Dokkfløy. Fra 2007 har gjenytelsen fra Lofotr Vikingmuseum vært at jeg i mitt virke som forskningsansvarlig på museet deltok i blestringer/rekonstruksjoner på Kittilbu. Det uformelle samarbeidet mellom de to museene eksisterte frem til høsten 2010 der Stein Kraugerud deltok i blestringer under “Vikingfestivalen” på Lofotr.

Eksperimentene med bruk av lokal leire i sjaktene har sin opprinnelse i dette samarbeidet. Den første erfaringen gjelder ei steinbygget sjakt fuget med leire og leirklint innervegg. Sjakta ble bygget av Nille Glæsel på Lofotr Vikingmuseum i 2002. Leireblandingen var ca 1/3 leire, 1/3 sand/grus og 1/3 hestemøkk. En video dokumenterer bruken av denne ovnen (<http://youtu.be/gqSfwWpFmEk>). Steinbygde sjakter med slaggavtapping har ikke belegg fra jernalder og middelalder, men en fikk likevel noe erfaring med bruk av leire i sjaktveggen.

Den første sjakta av leire ble oppført i forbindelse med rekonstruksjon av ovnen Håen 1 fra Melhus i Trøndelag. Denne ble rekonstruert på Lofotr Vikingmuseum i 2007 (Narmo 2008). Det steinbygde fundamentet i denne ovnen er karakteristisk for Sør-Trøndelag, Jemtland og Herjedalen i vikingtid og middelalder og er således forskjellig fra steinrammen som omgir sjakta i Valdres/ Gausdal og andre utgravde sjaktovner med slaggavtapping videre vestover til Agder. Den innvendige sjakta av leire er i prinsippet den samme.

Den første sjakta som ble bygget i Håen 1 fundamentet på Lofotr videreførte Nille Glæsels erfaringer, dvs 1/3 leire, 1/3 sand/grus og 1/3 hestemøkk. Vi benyttet kjøpt chamottleire med smeltepunkt ca 1280 grader. Sjakta er gjenoppbygget i 2008, 2009 og 2010 og en har nå erfaring med bygging av fire sjakter av “leire” på Lofotr Vikingmuseum (søk Youtube; Rekonstruksjon og blestring i jernvinne fra Håen og finn 8 videoer fra rekonstruksjonen i 2010). Ved gjenoppbyggingene er det sammenraste sjaktmaterialet knust og tilsatt som chamotte med noe ny leire. Den tilsatte leira varierer mellom kjøpt chamotteleire, kjøpt blåleire og lokal leire gravd opp i strandkanten ved kaia ved nauset der vikingskipene ligger fortøyd ved Innerpollen. Gjenbruk av ødelagte sjakter tilsatt som chamotte ved bygging av nye sjakter har belegg fra utgravde jernfremstillingsplasser. Grunnlaget er blant annet at ovsforingen i stor grad er fjernet i utgravde ovner. Det er for eksempel et karakteristisk trekk ved utgravde ovner på Rødsmoen/ i Gråfjellet, Rena i Østerdalen (Narmo 1987, Rundberget 2007). Erfaringen med gjenbruk av sjaktene som chamotte på Lofotr viser at alt materiale kan resirkuleres med unntak av forslagget ovsforing. Det vil si smeltet/forslagget ovsvegg med et tynt lag leire på yttersiden. Det er trolig disse stykkene som ble slengt på slagghaugen. Gjenbruk av sjakter tilsatt som chamotte i nye sjakter har trolig også vært vanlig i Dokkfløy i jernalder/middelalder. Når det

gjelder sjaktene fra middelalderen viser utgravingene imidlertid at sjaktene forfalt på stedet etter siste gangs bruk. Det medførte godt bevarte ovner noe som er heldig for arkeologene. Forholdet kan skyldes god tilgang på lokal leire i Dokkfløy. At sjaktmateriale er fjernet fra ovnen etter siste gangs bruk kan tolkes som begrenset tilgang til lokal leire. Eventuelt kan forskjellen skyldes ideologiske forhold, for eksempel ulik holdning til gjenbruk av sjaktmateriale ved flytting av anleggene til ny lokalisering. Forskningen har i liten grad vektlagt systematiske forskjeller mellom produksjonsområdene. Imidlertid har gjenbruk av eldre sjakter tilsatt som chamotte trolig hatt vid anvendelse. Dette fordi sjaktmateriale som gjenfinnes på jernfremstillingsplassene generelt er ubetydelig i forhold til det som må ha eksistert, sett i forhold til slaggmengden.

Blestring i sjakter av leire, som beskrevet på Lofotr Vikingmuseum, er ikke vesentlig mer problematisk sammenlignet med sjakter av moderne/ildfaste materialer. Det er likevel noen forskjeller som kan være verdt å merke seg i videre eksperimenter. Resultatene foreligger som feltnotater, men fordi disse ikke er publisert refererer jeg noen hovedtrekk. Den høye temperaturen på innsiden av ovnen, særlig omkring blesterrøret, medfører at ovnsveggen må vedlikeholdes ved å klatte på leire. Ovnsveggen etter blestring er varm og må avkjøles før det er mulig å utføre reparasjoner. Med smedfingre er det kanskje mulig, men jeg klarer det ikke. Ovnen er fortsatt ubehagelig varm å reparere om morgenen dagen etter. To parallelle ovner, i noen tilfeller tre ovner som kan være brukt samtidig, slik det er påvist ved utgravingene i Dokkfløy, kan forklares som et system med kontinuerlig blestring der en bytter belgen mellom ovnene for reparasjon av sjaktveggen ved tørking og herding av nyttilført leire. En erfaring ved reparasjon av leiresjaktene på Lofotr er også at materialet skaller av ovnsveggen ved blestring umiddelbart etter at leira er påført. Med utgangspunkt i erfaringene gjort synes det hensiktsmessig å utføre reparasjonen slik at leira tørker/herder ca et døgn før sjakta brukes på nytt.

En annen erfaring fra Lofotr er utforming av ovnsveggen i forhold til varmepåvirkningen. Den første sjakta bygget i 2007 fikk svak konisk form, det vil si avsmalning fra bunnen mot toppen. Formen var en inkurie ved bruk av for bløt leire da sjakta ble bygget. Mange illustrasjoner viser konisk form på sjakta og rimeligvis er dette et skrivebordsprodukt, i alle fall hva gjelder empirisk materiale fra Norge. Den koniske sjakta medførte stor slitasje på ovnsveggen over blesterrøret fordi høytemperatursonen i ovnen virket direkte på ovnsveggen. Det medfører behov for større reparasjoner etter hver blestring. Problemet ble vesentlig redusert ved helt rett ovnsvegg i de senere sjaktene. Slitasjen på ovnsveggen over blesterrøret er et forhold som bør utforskes i videre eksperimenter. Det kan gjøres ved å variere lengden på blesterrøret innenfor ovnsveggen. Foruten ovnsveggen over blesterrøret er det lite behov for reparasjon av ovnsveggen ved bruk. Det forutsetter imidlertid høy temperatur mot slutten av blestringen slik at luppen er plastisk når den hugges løs fra ovnsveggen. Ei holdfast luppe som sitter fast på ovnsveggen medfører mekanisk skade.

Mest overraskende erfaringer med sjakt av leire på Lofotr gjelder imidlertid tørkeprosessen av sjaktene og lagring etter bruk. Ei sjakt kan lett bygges i løpet av en dag hvis en ikke bruker for våt leire. Den første ovnen på Lofotr i 2007 ble bygget av for våt leire med følge at hele byggeprosessen tok ei uke. Dette fordi leira måtte tørke i sjikt på 15 -20 cm høyde før en kunne tilføre et nytt sjikt. Ved å bruke "passe tørr" leire kan ovnen bygges på kort tid. Den tyngste delen av arbeidet gjelder blandingen av leire, chamotte, grus/sand og hestemøkk. Er man to personer der den ene elter materialet kan ovnen trolig bygges i løpet av 2 – 3 timer. Tørkeprosessen er derimot en langdryg affære avhengig av temperatur, fuktighet og soleksponering. Hvor hurtig det er mulig å tørke ei sjakt skal være usagt, men erfaringen fra Lofotr viser at det gjelder flere uker. Vi påskyndet prosessen ved

å fyre bål omkring sjakta, med god avstand til sjaktmaterialet, forut for herdingen av sjakta (med herding menes fyring med ved direkte på ovnsveggen – utvendig og innvendig). Sjaktene på Lofotr var tilstrekkelig lufttørket før de ble herdet ved brenning og vi har derfor ikke hatt noen problemer med dette. Hvor galt det kan gå når sjakta herdes før den er tilstrekkelig lufttørket erfarte vi ved bygging av to sjakter av leire på Kittilbu i 2009. Sjaktene ble lufttørket et par dager forut for herdingen. Leira var fortsatt fuktig da herdingen startet med vedfyring direkte på sjakt innvendig og utvendig. Etter kort tid kom et “poff” og store deler av ovnsveggen skallet av. Det skyldes trolig at fuktigheten ikke ekspanderte ut av materialet slik at ovnsveggen ble sprengt i stykker vann gikk over til damp. Forholdet kan også skyldes at vi ikke brukte hestemøkk eller annet organisk materiale i leira slik at sjaktveggen var for “tett”.

Erfaringen tilsier at sjakta må være tilstrekkelig lufttørket før den kan herdes. Litt avhengig av forholdene er det rimelig sikkert at sjaktene må ha vært dekket av “noe” til lufttørkingen var avsluttet. Utsettes sjaktene for regnskyll medfører det i beste fall at tørkingen tar vesentlig lenger tid eller verre - at de faller sammen. Direkte eksponering av sollys medfører tørkesprekker. Eksperimentene på Lofotr er en klar indikasjon på at sjakter bygget av leire må ha stått under tak. Taket kan være et provisorium, men det arkeologiske materialet viser at ovnene hovedsakelig har stått under tak i en bygning. Dette er konsekvent i Dokkfløy i sein vikingtid/middelalder til ca 1400 AD, enten som en A-blestertuft (kun et “belgrom”) eller en B-blestertuft (“et belgrom” som skut i forlengelsen av en boligdel som trolig er oppført som laft). Det samme fremgår av anlegg fra eldre jernalder, enten som stolpehull omkring utgravde ovner eller en slaggvoll omkring ovnsområdet på anlegg som ligger på koller der slagget er deponert utenfor bygningskroppen (slaggvollen som et negativt avtrykk av blesterhuset). I en del sammenhenger er bygningen ikke markert, verken på overflaten eller etter utgraving. Det gjelder for eksempel jernfremstillingsplassene på Rødsmoen/i Gråfjellet. På grunnlag av lag grenser og organisering hevdet jeg for Rødsmoen at ovnene stod under tak markert som ei “bære” der treverket lå rett på bakken. På grunnlag av det samme type jernfremstillingsplasser i Gråfjellet hevder Bernt Rundberget derimot at manglende spor av bygninger viser at ovnene stod udekket. Forskjellig tolkning er problemstilling i videre undersøkelser av “Hedmarkstradisjonen”. Hvis Rundberget hypotese er korrekt forutsetter det en adekvat løsning for lufttørking av sjaktene. En mulighet kan være bruk av ferdig brente leirplater som ble føyd sammen på jernfremstillingsplassen da blestringen startet. Denne muligheten bygger på observasjon av større sjaktdeler uten krumming og slag med avtrykk som viser at sjaktveggene ikke er regelmessig sirkulære, slik som i Dokkfløy (JKS-tradisjonen i Gausdal og Valdres).

Erfarte problemer med lufttørking av leiresjaktene og lagring av sjaktene over vinteren løses ved at ovnene som hovedregel stod under tak. Vi har derimot ingen erfaring med hvor mange ganger det er mulig å blestre i ei leirbygget sjakt, forutsatt jevnlig vedlikehold ved reparasjon av ovnen. Ovnene bygget på Lofotr er brukt et fåtall ganger per sesong og erfaring med dette forutsetter mer omfattende eksperimenter.

En ovn kan brukes mer enn en sesong, men det forutsetter at sjakta ikke utsettes for kombinasjonen av fuktighet og frost over vinteren. Problemet ble observert på den første ovnen bygget på Lofotr i 2007. Ovnen var godt herdet, brukt flere ganger og var i god stand om høsten. Da presenningen som dekket ovnen gjennom vinteren ble fjernet om våren hadde sjakta gått i oppløsning. Det meste av leira var flasset av til små stykker brent leire. Større sammenhengende sjaktdeler var porøse/sprø og kunne lett knuses til chamotte. Gjenværende bestandige deler av ovnen var kun leire med forslagget innside mot bunnen. Forholdet skyldes fuktighet i ovnsmaterialet kombinert med frost. Vi

har gjort samme erfaring med alle sjaktene over vinteren. Det gjelder også den siste sjakta bygget i 2010, til tross for at den var dekket av et tak oppført som et åpent grindverksbygg. Ovnens stod uten tildekning under taket og var utsatt for fuktighet fra snødrev. En inspeksjon i mai 2011 viste at også denne ovnen hadde gått i oppløsning i løpet av vinteren. Sistnevnte viser at det ikke er nok at ovnen står under tak. Åpne belgrom med tak, slik som den rekonstruerte A-blestertufta på Kittilbu, kan ha hatt skjelter i veggene over vinteren. Ovnens kan også pakkes inn med høy/halm, dekkes med granbar etc for å motvirke kombinasjonen av fuktighet og frost. Det er naturlig å videreføre eksperimentene på Kittilbu for å finne en god/enkel løsning på dette. Problemstillingen er i så fall om det er mulig å bevare ei tildekket sjakt av leire over vinteren uten bruk av moderne materialer i et norsk klima? For øvrig påpekes forskjellen mellom kystklimaet i Lofoten med stadig vekslende omkring frysepunktet og fjellklimaet i Dokkfløy med stabil frost gjennom hele vinteren. Det er mulig at førstnevnte er en større utfordring for å bevare sjaktene over vinteren.



Figur 2 Sjakt av leire på Lofotr vikingmuseum fotografert i mai 2011 (rekonstruksjon av Håen 1). Ovnens har stått åpen under tak gjennom vinteren. Ovnensforingen er oppsmuldret. De tilsynelatende faste større bruddstykkene av sjaktveggen går lett i oppløsning pga kombinasjonen av fuktighet/frost.

Erfaringene med sjakter av leire tilsier i sum at ovnene må ha stått under tak. Det skriftlige materialet viser at "Evenstadvovnen" fra seinmiddelalder/etterreformatork tid var åpne jernfremstillingsplasser. Disse ovnene hadde imidlertid steinbygde sjakter.

Ytterligere en erfaring med leirbygde sjakter er rekonstruksjonen av de to sjaktene på Kittilbu utmarksmuseum i 2009. Den ene sjakta, som ikke ble ødelagt ved for tidlig herding, stod tørket/ubrent under presenning over vinteren. Sjakta var oppløst om våren. Hvis en eventuelt bygde sjakter om høsten som skulle brukes vår/sommer ble de rimeligvis herdet før lagring. Hvis det etter hvert viser seg vanskelig å bevare ei leirbygd sjakt over vinteren, må en forutsette at sjaktene kun ble brukt en sesong, at de ble bygget vår/tidlig forsommer og at de ble herdet etter noen ukers lufttørking.

Videre eksperimenter med blestring i sjakter av leire på Kittilbu kan belyse vesentlige problemstillinger i jernvinna som knapt er diskutert i faglitteraturen på grunnlag av registrert eller utgravd arkeologisk materiale. Eksperimentene kan også være grunnlag for videre analyse. Det gjelder sjaktmaterialets smeltepunkt i forhold til nødvendig temperatur i ovnen, hvilken betydning smeltet leire/avskallet ovnsforing fra ovnsveggen har for av utbyttet av malmen i metallurgiske analyser, mikroskopisk sammenligning av rekonstruert og original ovnsforing etc.

Bygging av to sjakter av moreneleire på Kittilbu i 2011

Utgangspunkt

Fundamentene til sjaktene ble bygget i 2009. Anlegget ble planlagt som en A-blestertuft (et belgrom) med utgangspunkt i mål fra DR63. Anlegget er en prinsipiell tolkning av ovns plasseringen og ikke rekonstruksjon av en bestemt jernfremstillingsplass utgravd i Dokkfløy.



Figur 3 Den rekonstruerte A-blestertufta. Rekonstruert kullgrop i forgrunnen.

I 2009 bygde vi også to sjakter av leire. Leira benyttet ble tatt i et massetak på "Nordsinni" og tilsvarer neppe moreneleira brukt i Dokkfløy. Som nevnt over ble herdingen av den ene sjakta mislykket på grunn av utilstrekkelig lufttørking. Den andre sjakta stod ubrent over vinteren. Den ble forsøkt reparert i 2010 og lå sammenrast som en helt oppløst pakning innenfor skiferhellene ved rekonstruksjonen i 2011. Dette materialet ble fjernet og spadd opp på vollen til den rekonstruerte kullgropa forut for rekonstruksjonen av ovn 2.

I 2010 ble det oppført en grindverkskonstruksjon over ovnene med sannsynlig plassering av vegglinjen i en A-blestertuft. Bygningen har en del konstruksjonsmessige feil som vil bli utbedret (pers.medd. Charlotte Kirk). Ved rekonstruksjonen i 2011 var derfor taket kun dekket av presenning. Til tross for kraftig regnskyll med påfølgende flom i Lågen under rekonstruksjonen var det tørt under taket da ovnene ble rekonstruert. Uten tak ville det neppe ha vært mulig å oppføre ovnene.

Lokalisering av moreneleire

Charlotte Kirk hadde på forhånd vurdert mulig forekomst av egnet moreneleire ved befaring og forespørsel til lokalkjente. Hun hadde påvist en mulig forekomst i erosjonssonen i dam Dokkfløy tett inntil gamleveien ovenfor den nå neddemte "Mannstadytta". Forekomsten ble vurdert som uegnet ved befaring 7. juni 2011 (overflatedeponert silt).

I forbindelse med feltarbeidet i Dokkfløy 1986 – 1989 var jeg kjent med moreneleire i massetaket til dam Dokkfløy. Kjernen i dammen består av slikt materiale. Det tidligere morenetaket er planert. Vi befarte et sted med masseutglidning i det tidligere morenetaket rett nord for dam Dokkfløy (UTM 32 N 0552978/6773952). Grå moreneleire ble vurdert som mindre egnet. I veiskjæringen i bunnen av dumpa av hovedveien rett sør for dam Dokkfløy (UTM 32 N 0553298/6772265) fant vi en brukbar forekomst med moreneleire som hadde grå farge.

Vi valgte imidlertid moreneleire fra veiskjæringen nær brua over elva rett sør for dam Dokkfløy (noen hundre meter nedenfor den tidligere Veslefossen). Forekomsten har koordinat UTM 32 N 0553150/6772375. Denne moreneleira har gråblå/"blå" farge og ble vurdert som best egnet av de befarte forekomstene.

Kvelden i forvegen, den 6. juni, vurderte jeg forekomst av moreneleire i veiskjæringer langs hovedveien fra Vingrom til Nord-Torpa. Jeg fant moreneleire i en veiskjæring noen kilometer vest for Vingrom. Sett i forhold til mange veiskjæringer over åsen er god moreneleire sjelden å se i "grunne" veiskjæringer.

Moreneleira brukt til rekonstruksjonen gjelder såkalt bunnmorene. Bunnmorenen dannet under isen i motsetning til ablasjonsmorene som er dannet oppå isen. Moreneleire (bunnmorene) tilsvarer trolig betegnelsen "murleire" brukt til bygging av steinbygde piper forut for bruken av sement. Gjennom befaringene synes det klart at bunnmorene er vanskelig tilgjengelig på grunn av tykt dekke av ablasjonsmorene. I Dokkfløy er bunnmorenen kun observert i skjæringer lengst ned i Dokkfløybassenget. I midtre og øvre deler av Dokkfløybassenget er mitt inntrykk at ablasjonsmorenen ligger rett på berg. Det er derfor sannsynlig at leire til bygging av ovner ble tatt fra ravineskjæringer gjennom morenemasser i bunnen av Dokkfløybassenget. Det vil si i kanten av større bekkefar/elver der massen er eksponert på grunn av erosjon gjennom det overliggende dekket av ablasjonsmorene.

Veiskjæringen med uttak av bunnmorene sør for dam Dokkfløy/Veslefossen er en god illustrasjon av dette fenomenet. Moreneleira ble hentet fra vegskjæringen fordi det var enklest slik. Imidlertid ville vi lett fått tilgang til samme forekomst ved å grave i siden av det dype bekkefaret gjennom



Figur 4 Forekomst av bunnmorene i veiskjæring mot bunnen av elvegelet sør for dam Dokkfløy (UTM 32 N 0553150/6772375). En bekk er skåret gjennom morenen. Bunnmorene er synlig i veiskjæringen på hver side av bekken (over). Bunnmorenen er dekket av anslagsvis 4 – 5 meter tykk ablasjonsmorene (under venstre). Bunnmorenen har blå farge og kan lett formes til kuler pølser (under høyre)

avsetningen. Moreneleire (bunnmorene) finnes i mengder når en forekomst først er påvist. Når lett tilgjengelige forekomster av moreneleire så langt kun er påvist i dalbunnen viser det lang frakt av leire til jernfremstillingsplassene.

I det originale sjaktmaterialet er det grus og småstein som kan være tilsatt leira. I forekomsten vi benyttet sør for dam Dokkfløy finnes imidlertid grus og småstein naturlig blandet i bunnmorenen. Ved bygging av sjaktene ble de største fraksjonene (småstein) fjernet når leira ble eltet for hånd. Spørsmålet er derfor om man har tilsatt grus/småstein eller om forholdet skyldes at grus/småstein er en varierende ingrediens i bunnmorenen? Geologisk undersøkelse av originalt ovnsmateriale kan trolig avklare om grus/småstein er tilsatt eller om dette har naturlig geologisk sammenheng med leira.

Bunnmorenen benyttet hadde som nevnt "blå" farge (i motsetning til grå farge i de to forekomstene høyre opp fra dalbunnen ved dam Dokkfløy). Leira lar seg lett forme til kuler og pølser uten å sprekke opp. Leire med samme "blå" farge ble påvist i et leirelager på DR63 og under myra inntil jernfremstillingsplassen (DR 63 lå i bunnen av Dokkfløybassenget).

Bygging av ovn 1 og 2

Ovn 1 (ovnen lengst nord av de to rekonstruerte) ble bygget 8.juni 2011.

Begge ovnene er bygget rundt en søyleforskaling av papp med diameter 40 cm. Søleforskalingen kommer i lengde på 1,5 meter og rekker til bygging av to sjakter med høyde 75 cm. I middelalderen brukte man selvfølgelig ikke søyleforskaling av papp. På DR63 er det belegg for bruk av forskaling ved rester av lagget tre mot bunnen av ovnen.

Søyleforskalingen ble plassert innenfor skiferhellene slik det fremgår av foto. Luftinntak og slaggrenne ligger i fremkant av ovnen, henholdsvis inntil hver sidehelle i åpningen av ovnen. Eksakt utforming av disse detaljene er en tolkning fordi utgravde ovner i Dokkfløy er sammenrast/ødelagt i fremkant.

Eksperimentene i perioden 1987 – 2010 viser problemer med god flyt på slagget når det tappes. Vi har fått god flyt på slagget mange ganger, men det er vel så vanlig at slagget er størknet, at det er tregtflytende eller at det må skrapes størknet ut av ovnen. Slagget i slagghaugene har entydig god flyt og problemene med å oppnå samme resultat har medført diskusjon over tid. Hva er feil?

Årsakene kan være flere, men etter hvert går jeg ut fra at forholdet skyldes blesterrørets plassering. Det vil si at det er plassert for høyt over bunnen av ovnen. Jeg må gå nærmere gjennom dokumentasjonen for å angi eksakt høyde i tidligere rekonstruksjonern, men denne har ligget på om lag 15 cm og vel så det.

De to rekonstruerte sjaktene har derfor en lavere plassering av blesterrøret enn tidligere rekonstruksjoner på Kittilbu og Lofotr. Tanken bak den tidligere "høye" plasseringen er å unngå at slaggbadet i bunnen av ovnen stenger luftinntaket. Forsøkene over tid viser etter hvert at det ikke er tilfelle. Erfaringen er derimot at ovnen må blåses ned fordi det er jernluppen som stenger for luftinntaket. Diameteren på ovnen er vesentlig i denne sammenheng. I den eksisterende rekonstruksjonen på Kittilbu har ovnen diameter 29 cm. I denne ovnen kan en tilføre ca 5 – 6 liter malm før luppen tetter luftinntaket. De rekonstruerte sjaktene på Lofotr tilsvarer original diameter 40 cm. I disse ovnene kan en tilsvare 8 – 9 liter malm før luppen tetter luftinntaket. Ovnen



Figur 5 Søyleforskalingen i ovn 1 med utskåret hull for luftinntak (høyre) og slaggavtapping (venstre).



Figur 6 Ovn 1 under bygging. Charlotte Kirk (venstre), Lars Erik Narmo (høyre)

må blåses ned før luppen tetter luftinntaket. Når luppen tetter luftinntaket størkner luppen på ovnsveggen og en må grave ut overliggende skikt av kull/malm.

Når luppen tetter luftinntaket er det fortsatt "god" plass til slaggbadet i bunnen. Jeg har derfor redusert høyden til luftinntaket over bunnen til om lag det halve i de to rekonstruerte ovnene.

Tanken med dette er et tilstrekkelig slaggrom men også at slagget i bunnen ligger nærmere høytemperatursonen i ovnen. I ovn 1 er hullet 7 x 7 cm stort, 7,5 – 15 cm over bunnen. I ovn 2 har jeg hullet i nivå 6 – 13 cm (6 x 6 cm stort). Det vil si at luftinntaket i ovn 2 ligger litt lavere enn i ovn 1. Blesterrøret settes inn senere og da justeres senter på blesterrøret justeres med innvendig diameter 2 – 2,5 cm. Hva som til slutt blir høyden på senter blesterrør innvendig må derfor dokumenteres senere. Ovnens slaggrom i bunnen er om lag det halve av det de har vært i tidligere forsøk og videre eksperimenter vil vise om dette er tilstrekkelig løsning av problemet med tregtflytende slag.



Figur 7 Ovn 1 ferdig bygget, fra siden

Ovn 1 ble bygget 8. juni 2011. Arbeidet startet 1030 og ble avsluttet 1630 med mange pauser for diskusjon av oppføringen. Søyleforskalingen av vokset papp med diameter 40 cm, 75 cm høy ble plassert innenfor skiferhellene som fremgår av foto. Her gjorde jeg en liten tabbe fordi ovnen i henhold til originalen skulle vært plassert nærmere jordbakken i bakkant. Det ble tatt hensyn til ved plasseringen av sjakta til fundamentet i ovn 2. Plasseringen av sjakta i ovn 2 er mer i henhold til original utforming. Skiferhellene som omgir sjakta er mest trolig fundament for en laftet trekonstruksjon omkring sjakta og betydningen av feilplasseringen av sjakta i ovn 1 vil trolig fremgå som en erfaring.

Luftinntaket (7 x 7 cm, 7,5 – 15 cm over bunnen av ovnen) ligger inntil høyre sidehelle sett forfra. Avtappingshullet er plassert inntil venstre sidehelle. Avtappingshullet er 12 cm bredt og 12 cm høyt. Størrelsen er skjønnsmessig i forhold til nødvendig arbeidsrom i forbindelse med slaggtapping/nedblåsing av ovnen. Neverruller ble brukt som forskaling av blesterinntak og slaggutløp.

Sjakta i ovn 1 ble bygget av leire med blandingsforholdet $\frac{1}{4}$ leire og $\frac{1}{4}$ hestemøkk. Hestemøkka brukt inneholdt mer halm enn ved tidligere forsøk på Lofotr. Det er ikke belegg for tilførsel av organisk



Figur 8 Ovn 2 under bygging. Charlotte Kirk (over høyre). Ragnar Bjørnstad og Odin (under)

materiale i sjaktene fra Dokkfløy. Imidlertid er det ikke foretatt nærmere undersøkelse av dette. Fibrene i hestemøkk er tynne som hår. En grov vurdering av rekonstruerte sjakter på Lofotr viser at tilsatsen av hestemøkk ikke er umiddelbart synlig etter at sjakta er brent. Imidlertid vil trolig halmen i møkka, som brukt på Kittilbu, etterlate avtrykk i ovnsforingen (?). Tilsatsen av organisk materiale, i dette tilfellet hestemøkk med tynne fibre, medfører porer i sjaktmaterialet slik at damp/fuktighet kan ekspandere ved oppvarming. Tilsats av organisk materiale motvirker trolig også at sjakta sprekker, men den praktiske betydningen av dette er uvis. Jeg reduserte derfor tilsatsen av møkk i

forhold til leire fra 1/3 til ¼ sammenlignet sjaktene bygget på Lofotr (mengdeforholdene bygger på øyemål).



Figur 9 De to ovnene er ferdig bygget. Forfra, det vil si brystet i ovnen (over). Fra siden, ovn 2 nærmest (under)

Sjaktene ble bygget med tykkelse 5 – 6 cm. Materialet ble eltet godt i en plastbakk og tilsatt “litt” vann. Deretter ble en posjon leire tilsvarende en stor “snøball” eltet godt mellom hendene. Større stein plukket ut av massen ved håndelingen før ballen ble formet til en kort pølse som ble knadd godt ned i underliggende leire. Ved byggingen av sjakta er erfaringen at man bør bruke så bløt leire som mulig, men ikke bløtere enn at man kan bygge hele sjakta med høyde 75 cm i en operasjon. Er leira for bløt i bunnen siger materialet når om lag halve sjakta er oppført. Ved bruk av for bløt leire må en ta pause inntil underliggende materiale er tilstrekkelig tørket. Ved bruk av passelig bløt leire kan ovnen oppføres i løpet av noen timer. Er leira for bløt kan en bygge ca 15 – 20 cm av høyden før leira må tørke til dagen etter. Oppføringen av sjakta kan da ta opptil en uke. Det var i alle fall erfaringen ved oppføringen av den første sjakta på Lofotr i 2007.

Ovn 2 ble oppført 9. juni 2011 mellom 1000 – 1400. Jeg startet med å måke bort den tidligere ovnen i fundamentet. Sammenlignet med ovn 1 er denne sjakta plassert lenger bak i fundamentet og har således en riktigere plassering i forhold til originalen. Luftinntaket i ovnen ligger inntil venstre sidehelle (sett forfra) og slaggavtappingen til høyre sidehelle. Luftinntaket måler 6 x 6 cm, 6 – 13 cm over bunnen. Slaggutløpet er 13 cm bredt og 11 cm høyt. Ovn 2 ble oppført på samme måte som ovn 1, men tilsatsen av hestemøkk var mindre, ca 1/5 del. Leira i ovn 2 var for øvrig bløtere enn i ovn 1, særlig i øvre halvdel. Det er lettere for hendene å kna leira “bløt” enn “hard”.

Videreføring av eksperimentet

Under skisseres ytterligere noen momenter som bør vurderes i det videre eksperimentet.

Tolkingen av sjaktovnene med slaggavtapping i Dokkfløy er at sjaktene har vært omgitt av en overbygning, mest trolig ei laftet kasse, som stod på skiferhellene. Sjakta må herdes ved brenning forut for oppføringen av kassa. Kanthellene i de originale ovnene har klare spor etter brenning og en kan derfor gå ut fra at det også var fremgangsmåten i sein-vikingtid/middelalder. Detaljer fra ovnene antyder hvordan kassen er oppført. Trolig har underste omfar i laftekassen ligget rett på bakken i bakkant av ovnen slik at andre omfar ligger på/langsetter sidehellene. Mellomrommet mellom kassen og sjakta fylles med sand.

Utformingen av laftekassen i fremkant er mer usikker fordi de originale ovnene er mer utrust her. Imidlertid er det klare bevis for kantstilte heller på skrå inntil sidehellene i brystet av ovnen. Utformingen slik at ikke sanda mellom sjakta og kassen raser ned i fremkant er uvis. Området for slaggutløpet dekkes med sand og fjernes ved slaggavtappingen. Inspeksjon av temperaturen gjennom blesterrøet skjer ved å se på glødefargen ved å fjerne det fleksible røret fra belgen. En har også behov for å stake opp luftinntaket – av og til. Sand som eventuelt raser ned fra nivået over luftinntaket skaper problemer. Utformingen av laftekassen under første omfar i brystet av ovnen må derfor utprøves nærmere. En mulighet er en stående “planke” på hver side inntil sidehellene i brystet av ovnen som støtter skråttstilte skiferheller på innsiden (?). Plankene utsettes for varme og ble kanskje skiftet ut etter hvert? Med unntak av brystet er utformingen av kassen rimelig uproblematisk.

I de videre eksperimentene vil en kunne gjøre erfaringer med høyden på luftinntaket over bunnen og slaggavtappingen der slagget tappes lettflytende. Videre eksperimenter har også stort potensiale for å avklare problemstillinger omkring reparasjoner og gjenbruk av ovnene ved vekselvis å bytte ovn etter reparasjon. Ovnene trenger trolig reparasjon omkring luftinntaket etter hver gangs bruk. Hvor

mange ganger en kan bruke ei sjakt før den må bygges på nytt er et sentralt spørsmål. Hvis sjaktmaterialet ikke slites ut i 2011 bør tilstanden til ovnene dokumenteres godt før de lagres over vinteren.

Når sjaktene er herdet og godt brukt vil sjaktene kunne brukes til eksperimentell lagring. Erfaringen fra Lofotr er at en ovn, selv om den står under tak, kolliderer i løpet av vinteren hvis den utsettes for kombinasjonen av frost og fuktighet på grunn av snødrefs inn i ovnen. Det vil si at de åpne veggene i A-blestertuftene kan ha vært dekket med skjelter gjennom vinteren. Det er mulig at skjeltervegger er tilstrekkelig. Alternativt at ovnen isoleres mot frost med halm/høy etc. Ved lagring første vinter kan en prøve ut hva som er nødvendig. En kan også gjøre forsøk med å isolere en ovn og la den andre stå uisolert. Alternativet med skjelter i veggene er å legge et lokk (av tre) over kassen som omgir ovnen. Med åpne vegger i belgrommet unngår en på denne måten fuktighet på grunn av snødrefs inn i sjakta.

Når ovnene kolliderer gjenbrukes sjaktmaterialet ved at det knuses og tilsettes som chamotte i litt ny moreneleire. En bør også prøve ut tilsatsen av organisk materiale for å finne ut om dette egentlig er nødvendig.

Litteratur

Jakobsen, S., Larsen, J.H., Narmo, L.E. 1988: "Nå blestres det igjen jern ved Dokkfløy". Et forsøk på eksperimentell arkeologi. Viking. Tidsskrift for Norrøn arkeologi. Oslo.

Larsen, J.H. 1991: Jernvinna ved Dokkfløyvatn : de arkeologiske undersøkelsene 1986-1989. Varia nr 23. Universitetets Oldsaksamling. Oslo.

Narmo, L.E. 1996: Jernvinna i Valdres og Gausdal – et fragment av middelalderens økonomi. Varia 38. Universitetets Oldsaksamling. Oslo.

Narmo, L.E. 2008. Reconstruction and the use of Håen 1, a Late Iron Age iron bloomer furnace at Lofotr Viking Museum, Lofoten in North Norway. Lofotr rapport 01/07. Rapporten kan lastes ned fra <http://www.lofotr.no/pdf/Rapporter/Lofotr%2001.07.pdf>

Narmo, L.E. 1997: Jernvinne, smie og kullproduksjon i Østerdalen. Arkeologiske undersøkelser på Rødsmoen i Åmot 1994-1996. Varia 43. Universitetets Oldsaksamling. Oslo.

Bernt Rundberget 2007: Jernvinna i Gråfjellområdet. Gråfjellprosjektet, bind 1. Varia 63. Kulturhistorisk museum, Fornminneseksjonen. Universitetet i Oslo.