



KULTURHISTORISK
MUSEUM
UNIVERSITETET I OSLO
FORNMINNESEKSJONEN

Postboks 6762,
St. Olavs Plass
0130 Oslo

RAPPORT

ARKEOLOGISK UTGRAVNING

Jernvinneanlegg og kullgroper

Okshovd vestre, 5/61
Øystre Slidre, Oppland

Ingar M. Gundersen



Oslo 2012



**KULTURHISTORISK
MUSEUM
UNIVERSITETET
I OSLO**

Gårds-/ bruksnavn Okshovd vestre	G.nr./ b.nr. 5/61
Kommune Øystre Slidre	Fylke Oppland
Saksnavn Beitostølen Helsesportsenter	Kulturminnetype Jernvinneanlegg
Saksnummer (arkivnr. Kulturhistorisk museum) 2009/11487	Tiltakskode/ prosjektkode 430176
Eier/ bruker, adresse Beitostølen Helsesportsenter, 2953 Beitostølen	Tiltakshaver Beitostølen Helsesportsenter
Tidsrom for utgravning 5. – 23. juli 2010	M 711-kart/ UTM-koordinater/ Kartdatum WGS 1984 UTM Sone 32 N X: 6788823 Y: 496269
ØK-kart BS076-5-4	ØK-koordinater NGO 1948 Gauss-K. Akse 3 Øst: -0096004,17 Nord: 0361463,45
A-nr. 2010/107	C.nr. C57539 og C57540
ID-nr (Askeladden) 126808 og 126807	Negativnr. (Kulturhistorisk museum) Cf.34259
Rapport ved: Ingar M. Gundersen	Dato: 01.03 2012
Saksbehandler: Jan Henning Larsen	Prosjektleder: Jan Henning Larsen

SAMMENDRAG

I løpet av tre uker i juli 2010 gjennomførte Kulturhistorisk museum arkeologiske utgravninger av et jernvinneanlegg og en enkeltliggende kullgrop på Beitostølen Helsesportsenter i Øystre Slidre. På jernvinneanlegget ble det dokumentert en blestertuft, et slaggutkast, to kullgroper og to blesterovner. Tufta besto av et enkelt arbeidsrom, med syllsteiner og voll i den ene langsiden og kortsiden, og delvis nedskåret i undergrunnen i den andre langsiden. Ovnsoområdet var plassert i forkant av tufta, og ser ut til å ha stått under tak som en integrert del av blestertufta. Slaggutkastet var deponert umiddelbart inntil ovnsområdet i terrengets fallretning, hvorpå det er nærliggende å tolke at tufta har hatt en åpen veggløsning på dette punktet. Organiseringen av anlegget viser en rekke likhetstrekk med tidligere undersøkte jernvinneanlegg på Beitostølen og ved Dokkfløy, herunder spesielt såkalte "jernvinneanlegg med kullgroper i samling" (JKS), eller Larsen type IIIC (Larsen 2009:128, Narmo 1996:20). Utgravningene viser imidlertid at det også er en viss grad av variasjon mellom disse anleggstypene, og jernvinneanlegget på Beitostølen Helsesportsenter.

I ovnsområdet og slaggutkastet ble det dokumentert både renneslagg og bunnskoller, samt en rekke store stykker med sjaktmateriale. Begge blesterovnene var også relativt godt bevarte, med stående sjaktvegger i ca. 30 cm høyde. Begge ovnene kan kategoriseres som sjaktovner med slaggtapning, som ut fra typologien generelt sett kan dateres til Fase II i yngre jernalder/middelalder. Ovnene var bygget opp med leire, som ble støttet opp med flettverk og flate heller. Rundt hellene ble strukturene stabilisert med avrundete store og mellomstore steiner. Selve ovnene var konstruert over grunne groper, som var delvis støttet opp med mellomstore steiner.

Kullgroperne ble ikke snittet maskinelt, men formen ser ut til å ha vært sirkulær. I et tilfelle ble dette påvist ved hjelp av et prøvestikk i gropas nedskjæring, hvorpå en tydelig avrundet ytterkant lot seg dokumentere.

De radiologiske dateringene fra anlegget plasserer virksomheten i overgangen mellom tidlig- og høymiddelalder, noe som sammenfaller godt med tidligere undersøkelser fra Beitostølen.

INNHold

1. BAKGRUNN FOR UNDERSØKELSEN	3
2. DELTAGERE, TIDSRØM	3
3. FORMIDLING	5
4. LANDSKAPET - FUNN OG FORNMINNER.....	5
4.1. Terrengbeskrivelse	5
5. UTGRAVNINGEN.....	6
5.1 Problemstillinger – prioriteringer	7
5.1.1 Jernvinne.....	7
5.1.2 Kullgroper.....	8
5.2 Utgravningsmetode.....	8
5.2.1 Blestertuft S1, med kullsjiktene S6 og S12.....	9
5.2.2 Ovnsområde S2, med sjaktovnene S10, S11 og malmkonsentrasjon S8.	11
5.2.3 Slaggutkast S3	12
5.2.4 Slaggkonsentrasjon S7	12
5.2.5 Kullgrop S4, S5 og S9	12
5.3 Utgravningens forløp.....	13
5.4 Kildekritiske forhold	15
5.5 Utgravningen.....	16
5.5.1 Strukturer og kontekster.....	17
5.5.2 Funnmaterialet	28
5.5.3 Produksjonsvolum	30
5.5.4 Naturvitenskapelige prøver	31
5.5.5 Multielementanalyser av tuft S1	32
5.5.6 Datering	35
5.6 Vurdering av utgravningsresultatene, tolkning og diskusjon.....	36
6. KONKLUSJON.....	39
7. LITTERATUR	39
8. VEDLEGG	42
8.1. Strukturliste	42
Strukturliste 1	42
Strukturliste 2 (kullgroper)	43
8.2. Prøver	43
Liste over kullprøver.....	43
Liste over naturvitenskapelige prøver.....	44

8.3. Fotoliste	45
8.4. Tegninger	49
8.5. Digital innmåling	57
8.6 Oversiktskart	62
8.7. Analyser.....	65
8.7.1 Dateringsrapport fra Nasjonallaboratoriet for C14-datering	65
8.7.2 Metallurgiske analyser fra UV GAL.....	66
8.7.3 Tilveksttekst.....	88
8.7.4 Kjemiske analyser av fosfatprøver fra ALS Minerals.....	91

RAPPORT FRA ARKEOLOGISK UTGRAVNING

OKSHOVD VESTRE, 5/61, ØYSTRE SLIDRE, OPPLAND

INGAR M. GUNDERSEN

1. BAKGRUNN FOR UNDERSØKELSEN

I brev av 7. juli 2009 oversendte Oppland fylkeskommune forslag til reguleringsplan for Beitostølen Helsesportsenter til Riksantikvaren for dispensasjonsbehandling. Planen skal legge til rette for næringsvirksomhet, friluftsområde og areal til fremtidig gang- og sykkelvei langsmed rv 51. Deler av planområdet ble registrert i 1994 (reguleringsplan for Bamselie) og i 2006. I 2008 ble det gjennomført en ny befarings, med sikte på å kontrollregistrere tidligere registrerte kulturminner, og mer nøyaktig kartfeste disse (Pilø 2008).

Innenfor planområdet er det påvist tre jernvinneanlegg, tre enkeltliggende kullgroper og en tjæremile. Alle lokalitetene antas å ha vært anlagt i middelalderen. Fem av lokalitetene blir vernet som spesialområder med formål bevaring. Planen er imidlertid i konflikt med jernvinneanlegg med to kullgroper id 126808 og enkeltliggende kullgrop id 126807. Fylkeskommunen anbefalte Riksantikvaren å gi dispensasjon for de to kulturminnelokalitetene id 126807 og id 126808 med vilkår om arkeologisk utgravning, ettersom det ikke var mulig å etablere tilstrekkelig store spesialområder for disse. Flere tilsvarende kulturminner blir også vernet i planen, og fylkeskommunen så det som hensiktsmessig at videre fortetting av utbygningen skjer omkring sentrum fremfor at dette spres ut i landskapet.

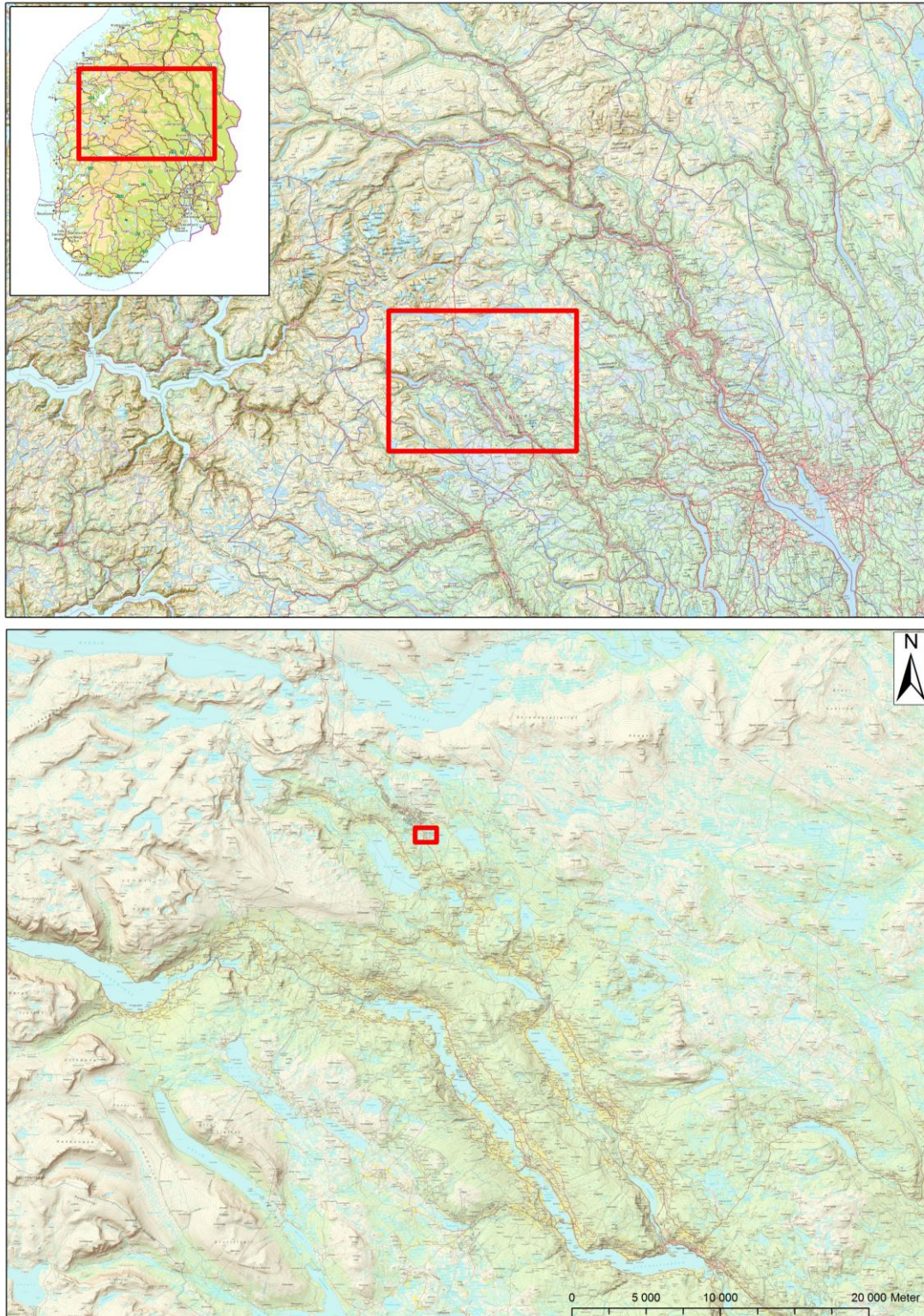
Kulturhistorisk museum sluttet seg til fylkeskommunens vurdering i brev av 11. august 2009. Planen ble vedtatt av Øystre Slidre kommune 28. januar 2010, og Beitostølen Helsesportsenter meldte 28. april at de ønsket utgravningen gjennomført så snart som mulig. Oppland fylkeskommune oversendte deretter saken til § 10 behandling hos Riksantikvaren 29. april. Riksantikvaren svarte 4. mai med vedtak om frigivelse mot vilkår om arkeologiske utgravninger, og sluttet seg til Kulturhistorisk museums forslag om budsjett og omfang oversendt i brev form 3. mai samme år. Beitostølen Helsesportsenter aksepterte vedtaket 5. mai.

2. DELTAGERE, TIDSROM

Undersøkelsene ble utført av feltleder Ingar M. Gundersen og feltassistentene Jørgen Bøckman og Hilde Melgaard i perioden 5. – 23. juli 2010. Det ble benyttet 45 dagsverk i felt.

Prosjektleder Jan Henning Larsen kom på befarings fredag 9. juli og onsdag 21. juli. Den digitale innmålingen av lokaliteten ble utført av henholdsvis Rune Borvik og Kjetil Loftsgarden fra KHM mandag 12. juli og fredag 23. juli. Den maskinelle flateavdekkingen ble foretatt av gravemaskinfører Kjetil Prestrud fra Beitostølen

maskin- og transport den 6. juli, og Christian Kjøs Borgvand fra Facta entreprenør den 20. juli.



Figur 1: Oversiktskart over Øystre Slidre i Valdres, Oppland. Statens kartverk. Tillatelsesnummer NE12000-150408SAS. Produsert av Kjetil Loftsgarden

3. FORMIDLING

Det ble ikke gjennomført en planmessig formidling rettet mot publikum på prosjektet, men det ble drevet noe informasjonsarbeid overfor entreprenører og ansatte på helsesportsenteret som besøkte feltet. Feltleder ble intervjuet av en journalist fra lokalavisa Valdres 23. juli. Unni Grøtberg og stipendiat ved UiB, Ole Tveiten, kom på besøk onsdag 14. juli.

4. LANDSKAPET - FUNN OG FORNMINNER

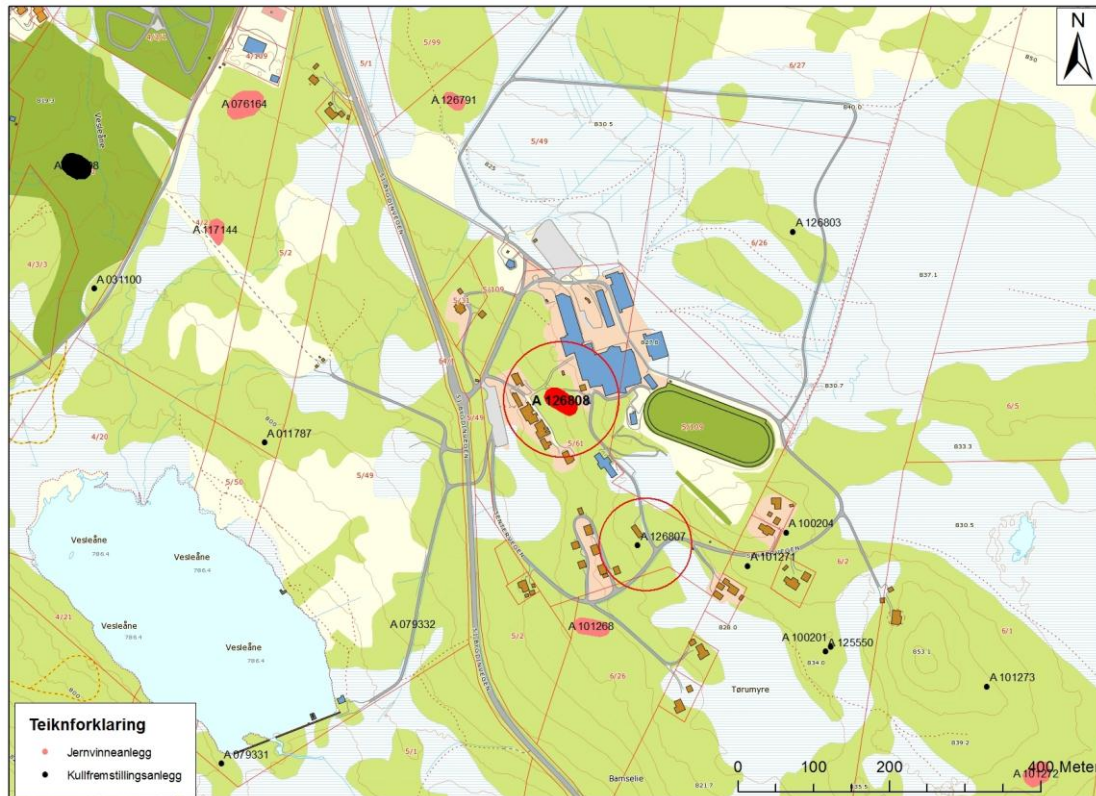
En rekke jernvinneanlegg er de senere år undersøkt i Valdres, deriblant på Tyinkrysset og Beitostølen (Larsen 2009:133-138). På Beitostølen er det undersøkt fem anlegg siden 1991 (Larsen 2005; Mjærum 2007; Mjærum in prep.). I tillegg ble et utpløyd jernvinneanlegg undersøkt ved Rudi ca. 19 km sør-sørøst for Beitostølen i juni 2010 (Gundersen 2012). Det er generelt sett kjent svært mange jernvinneanlegg i Valdres, og regionen er tradisjonelt sett oppfattet som et kjerneområde for jernproduksjonen i jernalder og middelalder. Valdresjern nevnes også spesifikt i Eirik Magnusson retterbot fra 1282. Sentralt i forståelsen av jernvinna i Valdres står de tallrike anleggene og kullgropene i Øystre Slidre, og kunnskapen om disse er især knyttet til undersøkelsene ved Beitostølen (Larsen 2010). Sentralt står også undersøkelsene ved Dokkfløy i Gausdal Vestfjell i 1986-89, som ofte benyttes som referansemateriale for anleggene i Valdres (jf. Narmo 1996:20-24).

Bosetning i Valdres ser ut til å ha vært omfattende allerede i yngre romertid, og især Vestre Slidre er rikt på gravminner og oldfunn fra jernalderen. En rekke gravminner er også kjent i Øystre Slidre, men i langt mindre omfang. I Øystre Slidre dominerer kullgropene og jernvinneanleggene fullstendig i forhold til de øvrige funnkategoriene. Jern- og kullproduksjonen ser ut til å ha vært særlig knyttet til stølsområdene, hvor spesielt jernvinneanleggene fra middelalderen fremstår som tydelige i landskapet, ettersom kullgroper ofte inngår i anleggsstrukturen. I de tettbebygde områdene i og rundt Beitostølen sentrum er det alene kjent 28 jernvinneanlegg og 187 kullgroper (Mjærum in prep.). Det er også kjent noen gravhauger og tufter i Beitostølen-området, men sistnevnte er ikke datert (Larsen 2010). Stedet er et gammelt stølsområde omkring 900 m o. h., men er i dag et turistsenter med hoteller og et stort antall hytter. De sentrale delene av Beitostølen og de utbygde områdene har dermed mistet mye av sitt opprinnelige landskapspreg.

4.1. TERRENGBESKRIVELSE

Undersøkellesområdet ligger i bjerkeskogsbeltet, litt sørøst for Beitostølen sentrum, ca. 800 m o. h. Skog og myr veksler i helling mot vest, og det er litt kulturbeite i nord. Øst for helsesportsenteret er det store myrområder og ellers forholdsvis våtlandt. I den vestligste og lavestliggende delen ligger Bamselitjernet, som er oppdemmet. Rv 51 deler området. Jernvinneanlegget (id 126808) og kullgropen (id 126807), som denne rapporten omhandler, ligger i den østlige delen av planområdet inne på området for Beitostølen Helsesportsenter. Jernvinneanlegget ligger litt over 100 meter øst for rv 51, klemt inne mellom hybelhus for de ansatte i vest-sørvest og hovedbygningen og anleggsområdet i nordøst. I nordvest avgrenses feltet av en asfaltert adkomstvei til hovedbygningen, og en gruslagt tursti krysser den nordlige delen av feltet fra vest til øst. Landskapet består av et lett sørlig og sørvestlig hellende terreng med åpen blandingsskog og svært steinrik undergrunn. Flere store furutrær sto på feltet, samt flere mindre fjellbjørk. Terrenget stiger ytterligere mot øst, mot en mindre høyde rett

sør for hovedbygningen. Denne delen av området er relativt ubebygget. Undergrunnen virker relativt leddrenerlig, men mye vann samlet seg i kullgropene og sjaktene etter regnskyllene. Fra lokaliteten har det vært god utsikt mot dalføret i sør og vest. Mot vest kan det delvis snøkledd Slettefjellet ses, mens landskapet er mer skogkledd i sør. Bakenfor hovedbygget ligger relativt store og flate myrpartier, som strekker seg mot vannet Javnin i øst. Fra feltet har man også utsyn mot hyttefeltene og alpinanlegget i nord og nordvest.



Figur 2: Kart over Beitostølen Helse- og idrettsanlegg med jernvinneanlegg id 126808 og jernvinneanlegg id 126807 avmerket. Statens kartverk. Tillatelsesnummer NE12000-150408SAS. Produsert av Kjetil Loftsgarden

Kullgropen id 126807 ligger mellom 150 og 200 meter sør-sørøst for jernvinneanlegget, og har ingen direkte tilknytning til kjente jernvinneanlegg i området. Terrenget på stedet faller fra nordøst mot sørvest, og er svært fuktig. Vegetasjonen er høy og tett og preges av unge løvtrær, gress og mose.

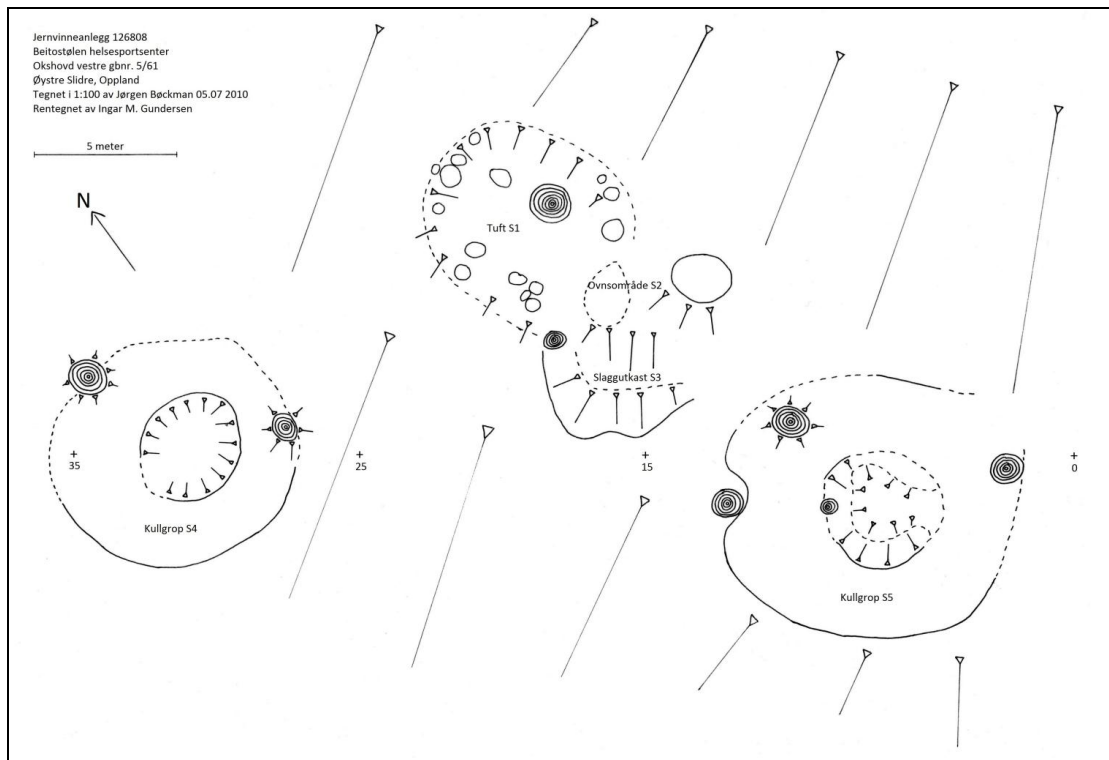
5. UTGRAVNINGEN

Totalt sett ble tre kullgroper og et jernvinneanlegg undersøkt på prosjektet. To av kullgropene var integrert på anlegget, hvor det også ble dokumentert en blestertuft, to blesterovner og et slaggutkast. I det følgende kapittelet vil det bli redegjort for sentrale problemstillinger, metodevalg og de ulike strukturene og lagene.

5.1 PROBLEMSTILLINGER – PRIORITERINGER

5.1.1 JERNVINNE

På tross av fokus på jernvinna i Valdres de siste 10 år, er det fortsatt mange uløste problemer. Et overordnet mål er jernvinnas betydning for samfunnsøkonomien og samfunnsutviklingen i middelalderen. Tema av denne typen kan ikke belyses ut fra et anlegg alene, men lokaliteter som denne på Beitostølen Helse- og sportsenter kan gi viktige empiriske bidrag.



Figur 3: Jernvinneanlegg id 126808 i plan før avtorving.

Kulturminneregistreringene (Pilø 2008) ga få data om anleggets organisering, og kun to kullgroper og noe slagg mellom disse ble dokumentert. Dette til tross for at blestertuften var synlig i terrenget før avtorving (Figur 3). Det var dermed av sentral betydning å få avklart den helhetlige anleggsstrukturen, for deretter å kunne sette den inn i en større regional sammenheng. Integreringen av to de kullgroperne inne på selve anlegget tydet på at lokaliteten kunne defineres som et såkalt ”jernfremstillingsplass med kullgroper i samling” (JKS), eller ”Larsen gruppe III” (Jf. Narmo 1996; Larsen 1991). Begrepene har stått sentralt i forståelsen av jernvinna i Valdres, og har sitt utgangspunkt i de omfattende utgravningene på Dokkfløy i 1986-1989 (Larsen 1991; Narmo 1996). Tidligere undersøkelser på Beitostølen har vist en rekke likheter med Dokkfløy-anleggene, men også en viss grad av variasjon mellom disse to områdene (Mjærum 2004, 2005, 2006). I prosjektplanen er det imidlertid presisert at det er viktig å ikke ”presse” anlegget inn i erkjente mønstre, som fra Dokkfløy (Larsen 2010). JKS-definisjonen innehar for eksempel enkelte svakheter, og det er en rekke variasjoner innenfor de enkelte gruppeinndelingene (jf. Larsen 2009:128, Narmo 1996:20).

Sentrale elementer i anleggets organisering er spor etter røsteplasser, malmlagre og tufter, samt forholdet mellom kullgropene og jernvinna. Det skulle avklares hvorvidt eventuelle tufter kun har vært benyttet som verkstedbygninger, eller om de også har tjent til opphold under driften av anlegget. Funn av ildsteder ville i så måte være av sentral betydning. Det gjaldt også å samle inn data om ovnsteknologien som har vært benyttet, og parallellføre dette med tilsvarende funn på Beitostølen, Tyinkrysset og Dokkfløy. Forholdet mellom ovner og slagghaug står sentralt i diskusjonen om teknologi. Slagget forteller også om utbyttet av produksjonen. Det var derfor viktig å kvantifisere slaggmengden, og klarlegge sammensetningen i slagghaugen. Spor etter eventuelle bruksfaser dokumenteres og kullprøver tas ut for å tidfeste brukstiden på anlegget. Prøver av slag og malm kan gjennom metallurgiske analyser også bidra til en forståelse av utnyttelsen av malmen, og dermed kvaliteten på jernet som er produsert. Det var derfor av betydning å samle inn prøver fra et representativt utvalg av de ulike slaggtypene på anlegget, og sikre malmprøver fra eventuelle røsteplasser/malmlagre.

5.1.2 KULLGROPER

Kullgroper er en relativt vanlig kulturminnetype i utmarka på Østlandet, og var i hovedsak benyttet for kullproduksjon i yngre jernalder og middelalder. Kullgropenes forhold til jernproduksjonen i yngre jernalder og middelalder har vært et viktig tema ved flere store prosjekter innenfor Kulturhistorisk museums distrikt, som Dokkaprojektet (Larsen 1991), Rødsmoprojektet (Narmo 1997) og Regionfelt Østlandet (Rundberget 2007). Kunnskapsstatus og framtidsperspektiver er presentert i Kulturhistorisk museums faglige program om emnet (Larsen 2009).

Kullgroper viser regionale forskjeller og ulike håndverkstradisjoner ved at størrelse og form varierer. På østsiden av Mjøsa, syd for Koppang, er gropene kvadratiske eller rektangulære (jf. Narmo 1997), mens de på vestsiden oftest er sirkulære eller ovale (Larsen 1991). Man har tidligere antatt at Gudbrandsdalen har utgjort et grenseområde hvor det er både sirkulære, ovale og kvadratiske groper, men det er hittil kun dokumentert kvadratiske og rektangulære groper her. Utgravninger i Valdres i 2004 viste at det er variasjon, i tillegg til runde groper er det påvist kvadratiske groper på Beitostølen og rektangulære groper ved Tyinkrysset opp mot Filefjell i Vang (Larsen 2009:136-138).

Kullgroper utgjør imidlertid et såkalt massemateriale. Dette innebærer at en viktig del av den vitenskapelige verdien er knyttet til tallfesting og utarbeidelse av statiske data, som først blir tilgjengelig etter en arkeologisk undersøkelse. Slike data utgjør et viktig grunnlag for vår samlede kunnskap om denne typen virksomhet på Østlandet som helhet. Utnyttelsen av utmarksressursene i den aktuelle perioden er et satsningsområde ved Kulturhistorisk museum, og det vektlegges derfor å samle inn mest mulig enhetlig statistisk materiale om kullgropene. Dette kan være form, dimensjon, vedstabling, treslag, datering, eventuelle bruksfaser og forholdet til eventuelle sidegroper. Det var også av særskilt betydning å belyse relasjonen mellom kullgropene og de øvrige strukturene på jernvinneanlegg id 126808.

5.2 UTGRAVNINGSMETODE

Som forutsatt i prosjektplanen (Larsen 2010) ble det prioritert å få en helhetlig forståelse av anlegget. For å oppnå dette var det avgjørende å avdekke større flater for

å kunne påvise strukturer og aktivitetsspor, slik som røsteplasser, malmlagre og kullagre, avfallslag, slagghauger, bosteder osv. Undersøkelsen ble foretatt ved hjelp av maskinell flateavdekking, hvorpå torva skånsomt ble fjernet fra feltet for å forhindre skader på bevarte strukturer. De bevarte lagene ble deretter rensset fram for hånd for å få bedre kunnskap om utbredelse, lagfølge og omfang av disse. Mens tufter og ovner flategraves for hånd, tas 1 x 1 m med masser ut fra slagghaugen og såldes, for deretter å kunne utføre en volumberegning av andelen bunnskoller, renneslagg, sjaktmateriale, stein, sand, kull og grus. Slaggutkastet blir deretter snittet maskinelt for å dokumentere det totale volumet i haugen, og for å spore eventuelle faser og fyllskifter i denne.

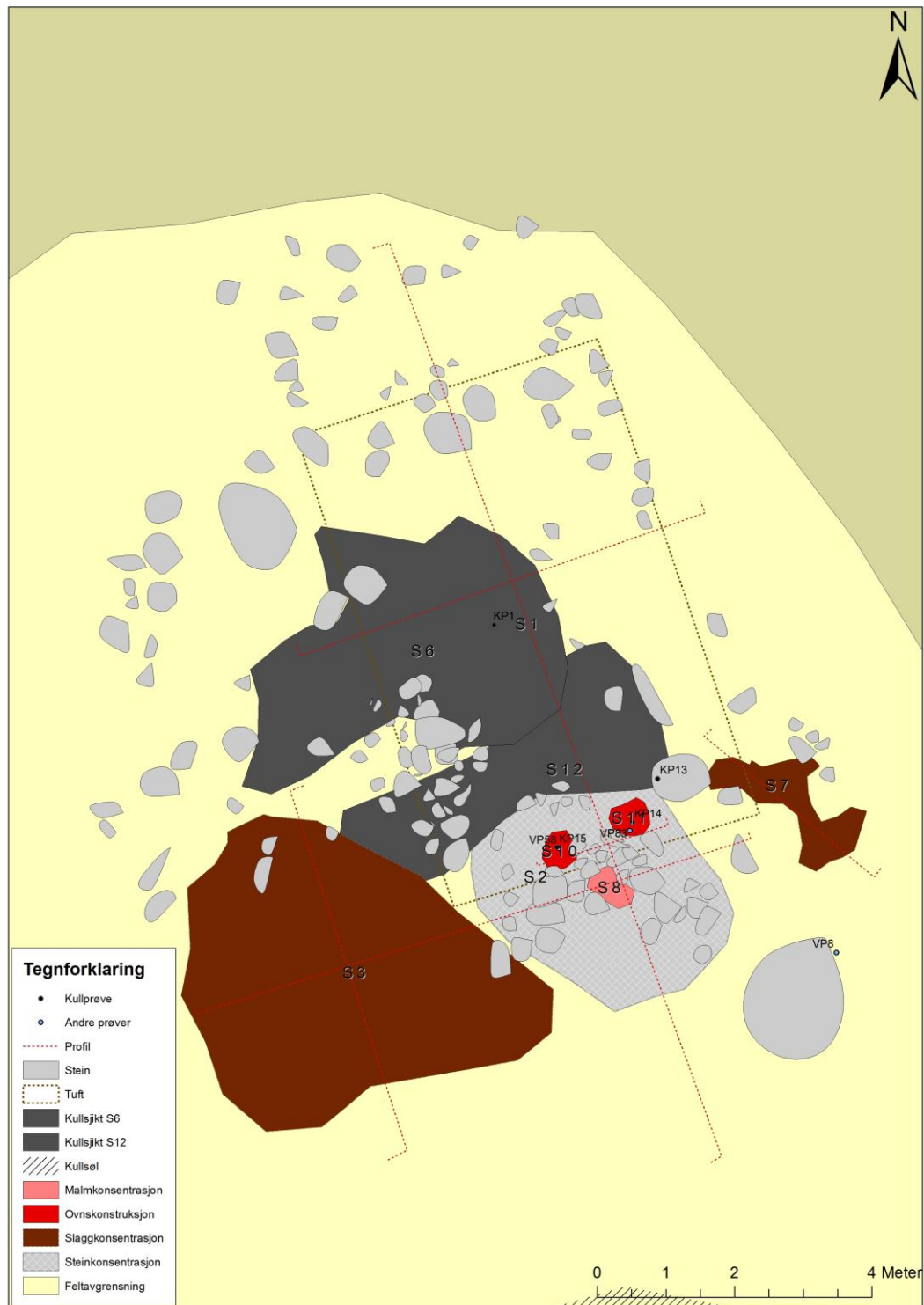


Figur 4: Steiner, stubber og røtter kan være en utfordring ved flateavdekking i utmark. Foto: Ingar M. Gundersen (Cf.34259:19).

Alle strukturer og snitt gjennom disse ble målt inn digitalt og behandlet i GIS. Strukturene i og rundt ovnsområdet ble også dokumentert på plantegninger i 1:20, mens kullgropene ble dokumentert i 1:50 grunnet omfanget på disse. Alle tegningene på feltet er knyttet til en felles lengdeakse som krysser feltet, slik at tegningen kan relateres til hverandre uavhengig av de digitale innmålingene. Lengdeaksen ble også målt inn digitalt, slik at plantegningene kan georefereres.

5.2.1 BLESTERTUFT S1, MED KULLSJKTENE S6 OG S12

Blestertuften var anlagt på feltets nordlige del og var orientert tilnærmet nord – sør, nærmere bestemt sør-sørøst – nord-nordvest. Et integrert ovnsområde var plassert i sørlige kortsiden, med et tilknyttet slaggutkast i sør-sørvest. Etter at blestertuften var rensset fram ble den dokumentert i plan og fotografert. Et kullsjikt (S6) dekket mesteparten av den sentrale flaten i tufta, og strakk seg utover langsiden i vest. Innledningsvis så det ut til at det lå et intakt utvaskingslag under dette laget.



Figur 5: Oversiktskart over de innmålte strukturene og lagene på anleggets sentrale aktivitetsområde i og rundt blestertufta. Produsert av Kjetil Loftsgarden 25.01.2011, KHM.

Erfaring har vist at en undersøkelse der tuften flategraves og hvert lag avgrensnes og graves separat, gjerne kombinert med dokumentasjon av profiler, gir mest informasjon. Eventuelle stolpehull kan også lettere påvises ved å flategrave lagene ned til den opprinnelige undergrunnen. Strukturen fremsto imidlertid som forholdsvis enkel, og det virket dermed unødvendig å anlegge profilbenker gjennom denne. Det

ble isteden anlagt to overflateprofiler gjennom tufta, på langs og tvers, for å dokumentere strukturens visuelle fremtoning i terrenget. Lengdeprofilen ble også ført over ovnsområdet i front. Da vi ble klar over at utvaskingslaget som dekket tufta likevel ikke var den opprinnelige undergrunnen, ble det besluttet å anlegge søkesjakter langsmed tverrprofilen og i tuftas bakkant. Det fremkom da svake voller i vestre langside, som var helt omdannet til et nytt utvaskingslag. Innreste masser i østre langside var også blitt helt omdannet og kunne kun svakt defineres i profil. Profilene ble deretter tegnet inn på overflateprofilene i 1:20. De lagene som fremkom ble deretter flategravd ned til det opprinnelige utvaskingslaget, men det var svært vanskelig å skille det nye utvaskingslaget fra det opprinnelige. Omfanget av utvaskingslaget kunne dermed ikke dokumenteres utover det som var synlig i profilene. Det yngre utvaskingslaget dekket også delvis et eldre kullsjikt (S12) inn mot ovnsområdet, som ser ut til å ha vært det stratigrafisk eldste laget ved tufta og ovnsområdet.

Kullsjiktene S6 og S12 ble dokumentert i plan; S12 ved digital innmåling og S6 både ved innmåling og ved plantegning av tufta. Når det opprinnelige utvaskingslaget var rensset fram, ble det tatt inn jordprøver for multielementanalyse fra hver m². Det ble også tatt ut kullprøver fra tverrprofilen i tufta og begge kullsjiktene.



Figur 6: Flategravde ovner med profil gjennom ovnsområdet i bakgrunnen, sett mot sør-sørøst. Foto: Ingar M. Gundersen (Cf.34259:49).

5.2.2 OVNSOMRÅDE S2, MED SJAKTOVNE S10, S11 OG MALMKONSENTRASJON S8.

Ovnsområdet var plassert i sør-sørøstre ytterkant av tufta, men lå også i direkte relasjon til slaggutkastet i vest-sørvest. Som en del av ovnsområdet hører også sjaktovnene S10 og S11, og et markant malmsjikt S8. Ovnene S10 og S11 ble etter framrensingen lokalisert i ovnsområdets nordlige ytterkant – helt inn mot arbeidsflaten i tufta. Etter at ovnsområdet var dokumentert i plan ble det anlagt en lengdeprofil som snittet både ovnsområdet og slaggutkastet. Profilen ble anlagt slik at den ikke snittet ovnene, men slik at disse kunne renses frem parallelt med at profilen ble gravd (Figur 6). Ovnene ble deretter tegnet i plan. Etter at profilen var dokumentert kunne resten av ovnsområdet tømmes, for å kunne dokumentere

eventuelle slaggrenner eller lignende og ovnene helt frilegges. Ovnene ble deretter tømt og dokumentert på nytt, før de ble demontert helt ned til bakkenivå. Ovnene var konstruert over grunne og små groper, som ble snittet for å dokumentere dybden på disse. Kullprøver ble tatt ut fra begge ovnene i plan, og via lengdeprofilen fra et markant malmsjikt (S8) i ovnsområdet. En malmprøve ble også tatt ut fra S8, og flere slagprøver samlet inn fra ovnsområdet. I begge ovnene lå deler av bunnskoller fra den avsluttende blestringen, som begge ble samlet inn.

5.2.3 SLAGGUTKAST S3

Slaggutkastet sør-sørvest for tufta og vest-sørvest for ovnsområdet ble innledningsvis dokumentert i plan og slagprøver samlet inn. Strukturen ble deretter snittet maskinelt med en kvadrant av gangen, slik at profilene kunne fortløpende dokumenteres før snittingen ble fullført. Avslutningsvis ble kun en kvadrant inn mot ovnsområdet stående igjen, som deretter ble gravd vekk manuelt for å spore eventuelle slaggrenner eller konstruksjonselementer i relasjon til tufta. Ved en slik fremgangsmåte sikres både en fullstendig tverrprofil, samtidig som lengdeprofilen gjennom ovnsområdet og slaggutkastet kan dokumenteres i sin helhet. En kullprøve ble tatt inn fra profilen i den gjenstående kvadranten.

5.2.4 SLAGGKONSENTRASJON S7

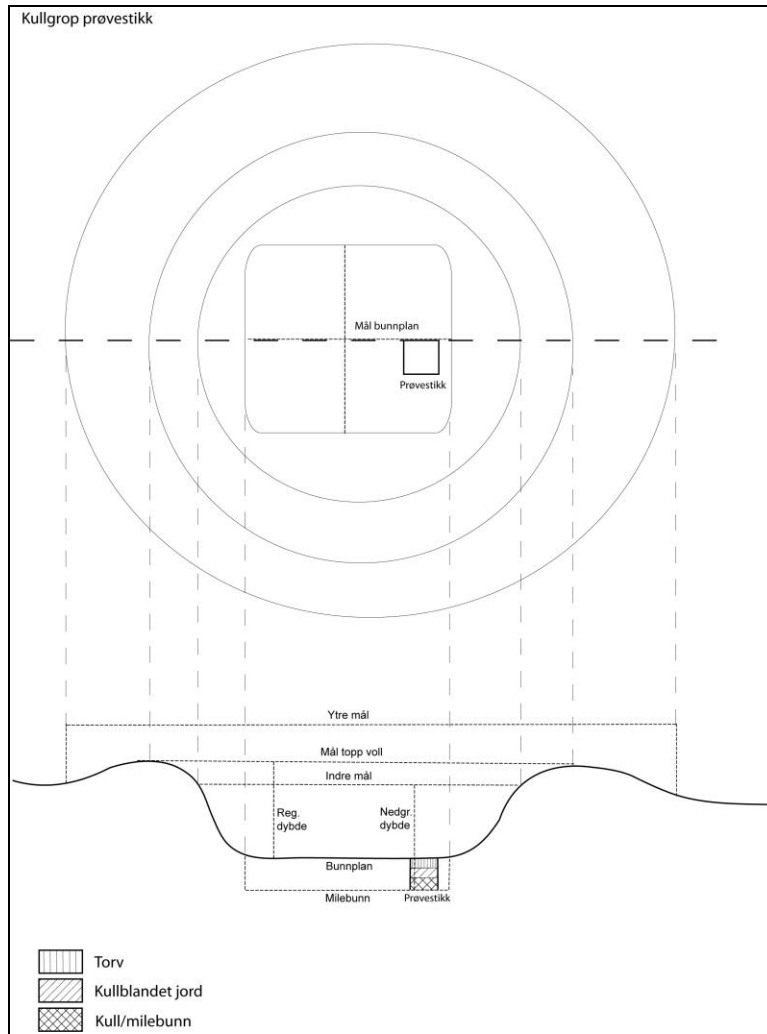
Slaggkonsentrasjonen lå i relasjon til ovnsområdet, men strakk seg ut over tuftas avgrensning mot sørøst. Laget ble dokumentert i plan i 1:20 og deretter snittet for å dokumentere dybden på laget.

5.2.5 KULLGROP S4, S5 OG S9

Kullgroper blir vanligvis undersøkt enten ved maskinell snitting eller prøvestikking. Innledningsvis ble alle strukturene ryddet for vegetasjon og deretter målt inn digitalt med totalstasjon. For kullgrop S9 ble imidlertid geometrien oppgitt i kulturminnedatabasen Askeladden benyttet.

For å sikre statistiske data om kullgropenes dimensjoner og form, ble samtlige kullgroper tegnet og fotografert i både plan og profil. Ved plantegning strekkes det opp to målebånd i 90 graders vinkler i forhold til hverandre fra et referansepunkt sentralt i gropa. Strukturen tegnes deretter i 1:50 med utgangspunkt i målebåndene, og det markeres for yttervoll, toppvoll, indre diameter og bunnplan (Jf. Figur 7). Man er oppmerksom på elementer som underbygger tolkningen av kullgropens form, og markerer for stubber, steiner eller skader som kan ha hatt innvirkning på strukturens fysiske egenskaper ved tidspunktet for undersøkelsen. Plantegningene er likevel å forstå som forenklete gjengivelser, og har som formål å sikre sammenlignbare statistiske data.

Ved prøvestikking blir dybden dokumentert ved hjelp av en såkalt overflateprofil, hvorpå en vatret snor strekkes tvers over strukturen og man strekker et måleband langsmed denne. Man måler seg deretter ned fra snoren og tegner et fiktivt snitt i 1:50. For uttak av kullprøver og dokumentasjon av antall faser prøvestikkes gropa til slutt i milebunnen. Erfaringsmessig er ofte kullsjiktet bedre bevart inn mot sidene i milebunnen, hvorpå prøvestikket gjerne plasseres mellom referansepunktet og inn mot nedskjæringen i milebunnens ytterkant (Figur 7). Profilen i prøvestikket fotograferes og tegnes inn på profiltegningen, og det markeres for hvor kullprøvene tas ut.



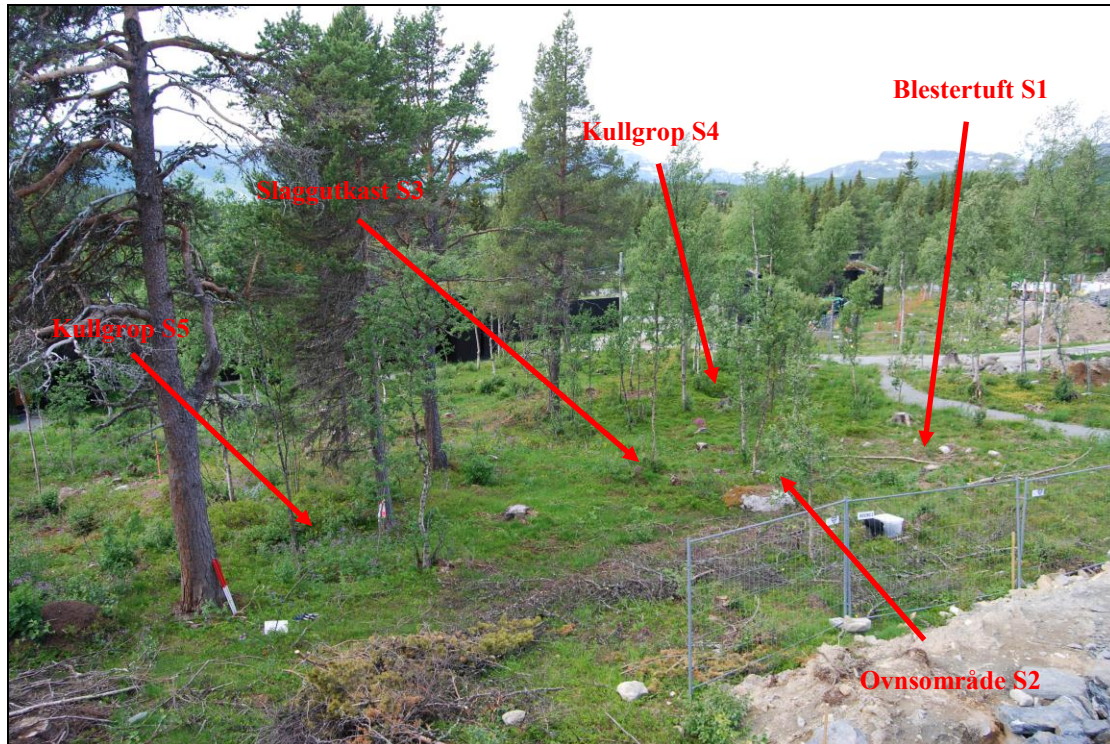
Figur 7: Standardisert oppmåling av kullgrop i plan og profil ved prøvestikking. Utarbeidet av Bernt Rundberget.

S9 ble kun prøvestykket i vollen, ettersom gropa lå i svært fuktig terreng og delvis var fylt med vann. I S5 ble det i tillegg flategravd for hånd i ytterkanten av nedskjæringen, i det som kunne antas å være et hjørne i gropa, for å se om dette kunne gi informasjon om formen på milebunnen. Dette ble også forsøkt i S4, men oppgitt da innraste masser i gropas nedskjæring gjorde arbeidet unødvendig tidkrevende i forhold til potensialet. Det ble også foretatt avtorving ved hjelp av gravemaskin rundt kullgropene på hovedfeltet, med sikte på å spore retningen på eventuelle kulluttrekk og dermed kullgropenes relasjon til anlegget.

5.3 UTGRAVNINGENS FORLØP

Uke 27: 5. – 9. juli.

Den første arbeidsdagen gikk med til avreise fra Oslo og til å tegne feltet i plan før avtorving. Kullgropene lå lett synlige på feltet og slaggutkastet stakk delvis fram gjennom torva. Ovnsområdet kunne påvises i form av en markant forhøyning med mye stein, og blestertufta fremsto som en grunn forsenkning med store rundkamp i ytterkant (Figur 8 og Figur 9). Den påfølgende dagen ble benyttet til maskinell flateavdekking, og den svært steinrike undergrunnen gjorde avtorvingen noe krevende. Tufta skilte seg ut fra undergrunnen ved å være ryddet fri for stein, slik at den utgjorde et forholdsvis flatt og jevnt parti i et ellers svakt skrånende terreng.



Figur 8: Oversiktsbilde over jernvinneanlegget for avtorving, sett mot vest-nordvest. Både kullgropene, slaggutkastet, ovnsområdet og blestertufta kunne påvises. Foto: Ingar M. Gundersen (Cf.34259:1).

De påfølgende dagene ble benyttet til å fjerne torvresten og røtter, og til å rense fram de påviste strukturerne. Det ble besluttet å legge mesteparten av innsatsen inn på å rense fram det sentrale aktivitetsområdet, med tuft, ovnsområde og slaggutkast, og kun grovt gå over øvrige deler av feltet med krafse for å spore eventuelle røsteplasser eller lignende. I tufta fremkom et markant kullsjikt (S6), som virket noe skadet av flateavdekkingen og dermed fremsto som flere mindre partier med kull. Det ble likevel definert som et lag, ettersom massene var homogene og nærmest sammenhengende over de sentrale delene av arbeidsflaten i tufta. En slaggkonsentrasjon (S7) ble også påvist inntil tuftas sør-sørøstre ytterkant, like øst for ovnsområdet, og det ble diskutert hvorvidt dette kunne være spor etter bearbeiding av jernluppa etter blestringen. Vi gikk senere bort fra denne innfallsvinkelen, og satte isteden laget i sammenheng med den nærliggende blesterovnen S11. I området rundt S7, og videre nordover på platået øst for tufta, kunne det også spores svake konsentrasjoner med malmsøl, som indikerer at malm kan ha vært fraktet til ovnsområdet fra denne retningen. En lengdeakse gjennom feltet ble trukket mellom kullgropene, og benyttet som utgangspunkt for en eventuell georeferering av plantegningene.

Uke 28: 12. – 16. juli.

Tufta, slaggutkastet, slaggkonsentrasjonen og ovnsområdet ble tegnet i plan, og det ble deretter anlagt to overflateprofiler gjennom tufta – en langs- og en tversgående. Det ble senere anlagt søkesjakter gjennom tufta i flukt med disse, og vuller i bakkant og vestre langsida ble påvist. Profilene ble deretter tegnet og fotografert. I østre langsida viste det seg at tufta var delvis skåret ned i undergrunnen, men at et nytt utvaskingslag delvis kamuflerte dette. 1 x 1 m med masser ble tatt ut fra slaggutkastet,

med sikte på å sålde disse for en volumberegning av slaggmengden i strukturen. Kullsjikt S6 ble flategravd, men det viste seg at ytterligere et kullsjikt (S12) kunne påvises inn mot ovnsområdet. Kullsjiktene overlappet delvis hverandre, men var adskilt av et tynt utvaskingslag. Ovnsområdet ble snittet og blesterovnene (S10 og S11) renset fram. Ovnene ble dokumentert i plan og ovnsområdet i profil, og resten av ovnsområdet deretter flategravd.

Uke 29: 19. – 23. juli.

Kullgropene ble tegnet, fotografert og prøvestukket. Det ble også foretatt avtorving med gravemaskin rundt kullgropene S4 og S5 for å spore eventuelle uttaksretninger for kullet. I begge tilfellene gikk kulluttrekket vekk fra anlegget i terrengets fallretning. Slaggutkastet ble snittet med maskin kvadrant for kvadrant, og profilene fortløpende dokumentert. Ovnene ble helt frilagt, og det viste seg at sjaktmaterialet i S11 likevel ikke sto *in situ*. Etter at de var dokumentert i plan pånytt, ble ovnene demontert og gropene de var konstruert over snittet. Tufta ble renset ned til det opprinnelige utvaskingslaget, og det ble deretter tatt ut prøver for fosfatkartlegging for hver m². En syllsteinsrekke dukket opp under vollmassene i vestre langvegg inn mot ovnsområdet. Prøveruten fra slaggutkastet ble såldet, sortert og veid. Slagg- og kullprøver ble tatt ut fra ovnene.



Figur 9: Blestertufta i plan før avtorving, sett mot vest. I venstre ytterkant kan ovnsområdet skimtes som en markant forhøyning i terrenget. Foto: Ingar M. Gundersen (Cf.34259:4).

5.4 KILDEKRITISKE FORHOLD

Jernvinneanlegget virker relativt uberørt av moderne virksomhet, til tross for nærliggende bebyggelse og at noe moderne søppel kunne spores i torva før flateavdekkingen. Det har nylig vært noe hogst på feltet, men uten bruk av maskiner. Kullgrop id 126807 virket likeledes relativt uberørt av moderne virksomhet. Anleggsvirksomheten nordøst for jernvinneanlegget kan på den andre siden ha fjernet spor etter eventuelle røsteplasser. Malmsølet øst for blestertufta kan indikere at det har vært fraktet malm fra denne kanten inn mot ovnsområdet. Under en befaring i forkant av prosjektet ble det imidlertid stukket tett med jordbør øst og nordøst for jernvinna, uten at det lot seg gjøre å påvise røstet malm. Jernvinneanlegget har også en noe

kunstig avgrensning i nord, hvor moderne adkomstveier/stier forhindret utvidelser i denne retningen. Mangelen på påviste røsteplasser ved og på jernvinneanlegget kan skyldes disse forholdene, selv om dette også er et trekk som går igjen på andre utgravde jernvinneanlegg på Beitostølen (Mjærums in prep.).

Erfaringsmessig er det vanskelig å definere formen på en kullgrop kun ut i fra en overflaterregistrering, ettersom erosjon og vegetasjon over tid endre gropas fysiske egenskaper. Groper som har fortonet seg som firkantet i plan før graving, har for eksempel tidligere vist seg å ha en sirkulær bunnform ved avdekking av bunnplanet (Gundersen 2008a). Det er kun gjennom utgravning og hel eller delvis flategraving av milebunnen at sikker kunnskap om gropens form kan opparbeides. Tolkningen av formen på kullgropene er derfor utelukkende basert på formen på milebunnen, slik denne fremsto ved flategraving, og ikke på observasjoner gjort i plan før utgravning.



Figur 10: Flateavdekking med maskin i utmark, tatt fra samme vinkel som Figur 9. Til venstre i bildet (i tufta) står Hilde Melgaard, og til høyre Ingar M. Gundersen. Foto: Jørgen Bøckman (Cf.34259:6).

5.5 UTGRAVNINGEN

Prosjektet har aksjonsnummer 2010/107, og de ulike strukturene er nummerert fortløpende med S-numre. Det er imidlertid tildelt et C-nummer for hver lokalitet, hvorpå jernvinneanlegg id 126808 har C-nummer C57539 og kullgrop id 125807 har C-nummer C57540. Fotografiene er lagt inn i Fotobasen med negativnummer Cf.34259. Alle innmålingene på jernvinneanlegget er gjort med totalstasjon, og senere bearbeidet i ArcGis. Kullgrop id 126807 er imidlertid ikke målt inn i forbindelse med prosjektet, men ble målt inn i forbindelse med registreringene og geometrien deretter lagt inn i kulturminnedatabasen Askeladden. Den samme geometrien er hentet ut i forbindelse med gjeldende prosjekt, og ligger til grunn for kartfestingen benyttet i denne sammenhengen.

5.5.1 STRUKTURER OG KONTEKSTER

Det har vist seg vanskelig å grave jernfremstillingsplasser helt stratigrafisk. Det er lett å definere mengder av små lag, og i mange tilfeller viser disse ”lagene” seg å være produksjonssøl uten strukturelle elementer eller klare avgrensninger. Under gravningen av id 126808 ble det derfor lagt vekt på de større strukturelle enhetene og mindre lag med tydelige strukturelle egenskaper. Det ble med andre ord lagt vekt på helheten.

Jernvinneanlegg id 126808 er organisert med to kullgroper, en blestertuft med integrert ovnsområde og et slaggutkast. Jernvinneanlegget er anlagt i svakt hellende terreng med kullgropene i nedkant, og selve blestringsområdet sentralt plassert på midtaksen mellom kullgropene noe høyere i terrenget. Anlegget kan slik sett defineres som et såkalt JKS-anlegg (jf. Larsen 2009:128, Narmo 1996:20). Mer spesifikt har anlegget flere likhetstrekk med Jan Henning Larsens gruppe IIIC, med kullgropene anlagt på de lavereliggende delene av anlegget og ovnsområdet som en integrert del av blestertufta (Jf. Larsen 1991:198). Blestertufta er orientert på tvers av terrengets fallretning, slik at den utgjør et lite flatt parti som egner seg som arbeidsflate. Anlegget er slik sett organisert etter en tilnærmet nord – sørgående akse, hvorpå ovnsområdet er plassert i tuftas sørlige del og med et slaggutkast i fallretningen mot vest-sørvest. Den stringente organiseringen mellom blesterområdet og kullgropene indikerer at anlegget har vært driftet som en helhet, til tross for at kulluttrekket fra kullgropene går i motsatt retning av ovnsområdet. I det følgende vil jeg behandle strukturene med utgangspunkt i hovedbestanddelene (blestertufta, ovnsområdet og slaggutkastet), før jeg går nærmere inn på kullgropene på anlegget og den enkeltliggende kullgropa (id 126807).



Figur 11: Det sentrale aktivitetsområdet på feltet etter avtorving, sett mot vest-nordvest, fra samme vinkel som Figur 8. Stikkstanga ligger plassert på arbeidsflaten i tufta, og ovnsområdet kan ses rett bak kampesteinen i bildets forkant. Slaggutkastet går ut til venstre fra ovnsområdet. Legg merke til mengden stein på feltet. Foto: Ingar M. Gundersen (Cf.34259:19).

Blestertuft S1

Blestertufta målte 7 x 4,8 m og var 32 cm dyp målt i forhold til østre langvegg. Lengden på tufta er målt fra nedskjæringen i tuftas bakkant og til enden av

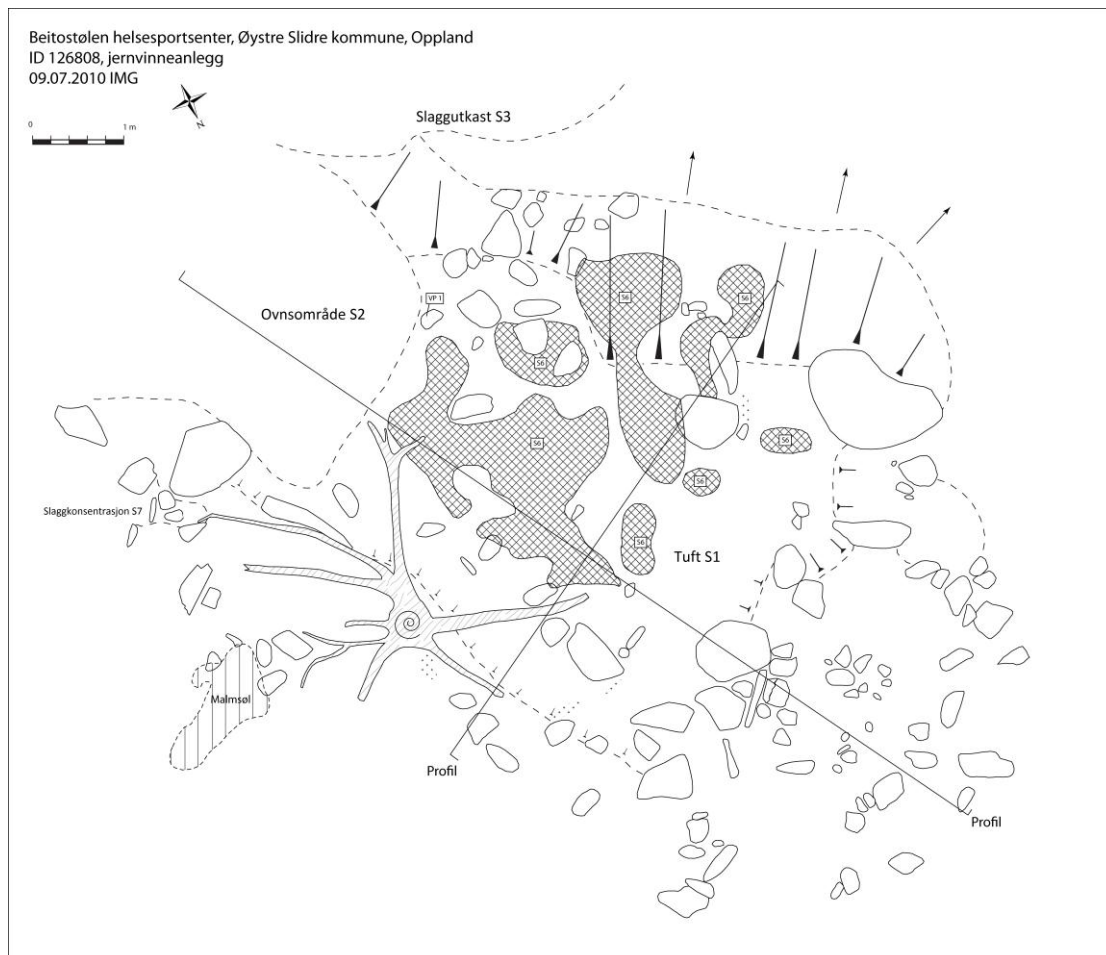
syllsteinsrekka ved ovnsområdet i front, men kan ha vært lenger. Den har tilsynelatende hatt jordgulv og en rektangulær utforming med langsider i henholdsvis vest og øst. Arbeidsflaten fra tuftas bakre nedskjæring og frem mot ovnsområdet, samt fra nedskjæringen i østre langside til syllsteinene i vestre langside, hadde et indre mål på 4,6 x 3,4 meter, noe som tilsvarer 15,64 m². Tufta er imidlertid ikke helt rettvinklet, og målene derfor ikke absolutte. Tufta er tydelig definert i form av at flaten er ryddet for stein, i motsetning til det steinrike terrenget rundt. I vestre langside og nordlige kortsiden var det antydning til lave voller, og flere potensielle syllsteiner ble påvist i begge disse sidene. Svært få av steinene langsmed veggvekkene viste seg å være jordfaste, men steinene er likevel ikke å forstå som en enhetlig syllsteinsrekke. Snarere kan de ha vært benyttet til å stabilisere og jevne ut underlaget for en syllstokk.

Østre langside var skåret ned i undergrunnen, slik at arbeidsflata i tufta ble forholdsvis vannrett i det skrånende terrenget. Noe oppspadde masser har også blitt deponert i denne langsiden, men mesteparten av jorden ser ut til å ha blitt benyttet til å jevne ut arbeidsflaten og konstruere den lave veggvollen i vest og nord. Midtveis i den vestre langsiden ble en syllsteinsrekke dokumentert, som strakk seg mot ovnsområdet i sør. På dette punktet faller imidlertid nivået noe på arbeidsflaten, slik at syllsteinsrekken kan ha bidratt til å jevne ut grunnlaget for en overliggende syllstokk. Mens det er nærliggende å tolke den nedskårne langsiden og kortveggen i bakkant som lukkede vegger, ser det ut til at tufta kan ha hatt en delvis åpen løsning i vest og ved ovnsområdet i sør. Dette skyldes kullsjikt S6, som dekker store deler av arbeidsflaten og strekker seg over veggvollen i vest-sørvestlig retning. Det virker med andre ord som om kullet kan ha vært fraktet inn den veien, selv om en slik løsning virker tungvint med tanke på en plassering av eventuelle blåsebelger på samme flate. Det er imidlertid ikke påvist noen spor etter plasseringen av blåsebelgene, selv om det er nærliggende å se for seg at de har vært plassert i blestertufta (Jf. Narmo 1996:111-114). Kullet kan eventuelt ha vært benyttet til å stampe gulvflaten, slik at denne skulle bli hardere og jevnere. Den radiologiske dateringen av en kullprøve fra laget indikerer imidlertid at kullsjiktet kan stamme fra virksomhet i nyere tid (Jf. kap. 5.5.6 Datering, og kan dermed ikke med sikkerhet knyttes til driften av anlegget.



Figur 12: Blestertufta etter framrensing, med kullsjikt S6 lett synlig ved stikkstanga, sett mot sør-sørvest. Til venstre for kullsjiktet ses ovnsområdet og i bakkant slaggutkastet. Foto: Ingar M. Gundersen (Cf.34259:13).

Det er noe uvisst hvor langt i sørlig retning tufta har strukket seg, men syllsteinsrekken indikerer at veggene i det minste har strukket seg helt opp på nivå med ovnene. Noe oppspadde masser ble også observert utenfor ovnsområdet i sør-sørøst, men ikke i tilstrekkelig grad til at dette kunne defineres som en veggvoll. Eventuelle syllsteiner manglet også, og massene kan stamme fra arbeid i forbindelse med konstruksjonen av ovnsområdet. En flyttblokk sørøst for ovnsområdet ville også ha ligget i konflikt med en veggkonstruksjon, og størrelsen på denne ville ha gjort den uhensiktsmessig som syllstein. Det er likevel nærliggende å se for seg at veggene i en eller annen form har strukket seg forbi ovnsområdet, slik at dette lå under tak. En slaggekonsentrasjon (S7) som skjærer igjennom en eventuell vegg umiddelbart øst for ovnsområdet, samt slaggutkastet vest for ovnsområdet, indikerer imidlertid at eventuelle vegger rundt ovnsområdet må ha hatt en åpen løsning. Alternativt kan man se for seg en form for skut (jf. Narmo 1996:122-125). Syllsteinsrekken ser på den andre siden ut til å ha sperret for utbredelsen av både slaggutkastet og kullsjiktet S6. Det blir dermed nærliggende å snarere tolke langveggene som lukkede, med inngang der hvor kullsjikt S6 strekker seg ut over vollen, og at det har vært et åpent framrom eller skut fra syllsteinsrekken og ut over ovnsområdet.



Figur 13: Blestertuft S1 sett i plan etter avtorving. De skraverte feltene representerer kullsjikt S6, som fremsto som et delvis oppbrutt kullag. Rentegnet av Kjetil Loftsgarden.

Det var ingen tydelige spor etter romoppdeling i tufta, og den kan dermed defineres som en såkalt ettromstuf. I tuftas bakkant var det enkelte indikasjoner på at det kan ha vært ytterligere et rom utenfor den definerte kortveggen. Dette baserer seg på

observasjonen av enkeltliggende mellomstore steiner, som ligger i et rektangulært system. På den andre siden er flaten rommet utgjør ikke ryddet for stein, som i øvrige deler av tufta, og det var ingen spor etter nedgravde sider, akkumulerte masser eller veggvoller. Steinene er også noe fåtallige til å kunne utgjøre fundament for en spesielt solid yttervegg. Det er likevel verdt å holde muligheten åpen for at det kan ha vært et mindre skur i tilknytning til tufta i nord-nordvestre kortsida. Tilleggsrommet vil i så tilfelle ha utgjort et areal på 4,5 x 2,5 m. De foreliggende fosfatanalysene fra tufta underbygger imidlertid ikke en slik tolkning (Jf. kap. 5.5.5 Multielementanalyser av tuft S1).

Kullsjikt S6

Kullsjiktet dekket som nevnt store deler av den sentrale arbeidsflata i tufta, og strekker seg fra tuftas indre ut over veggvollen i vest-sørvestlig retning. Etter framrensing fremsto laget som uregelmessig og delt opp i flere mindre kullkonsentrasjoner. Det er imidlertid sannsynlig at laget ble noe skadet under avtorvingen, og at det har vært mer eller mindre sammenhengende og heldekkende. Det er derfor behandlet med et felles strukturnummer. Flere godt bevarte kullbiter kunne observeres i laget, og en kullprøve ble tatt ut for C14-datering. Laget var på sitt tykkeste og mest markante inne i selve tufta, mens spesielt forekomstene utover veggvollen var tynnere og mer oppbrutt. Området kullsjiktet dekket målte 4,1 x 3,5 m, men var for det meste svært tynt og knapt synlig i profil. I den tversgående profilen i tufta er laget imidlertid dokumentert i opp til 4 cm tykkelse. Kullsjiktet overlappet delvis det stratigrafisk sett eldre laget S12, men et tynt utvaskingslag skilte lagene fra hverandre. Dette tyder på at det har gått en viss tid mellom dannelsen av kullsjikt S6 og S12, og at S6 ikke nødvendigvis kan knyttes til driften av anlegget. De foreliggende radiologiske dateringene indikerer også dette (Jf. kap. 5.5.6).



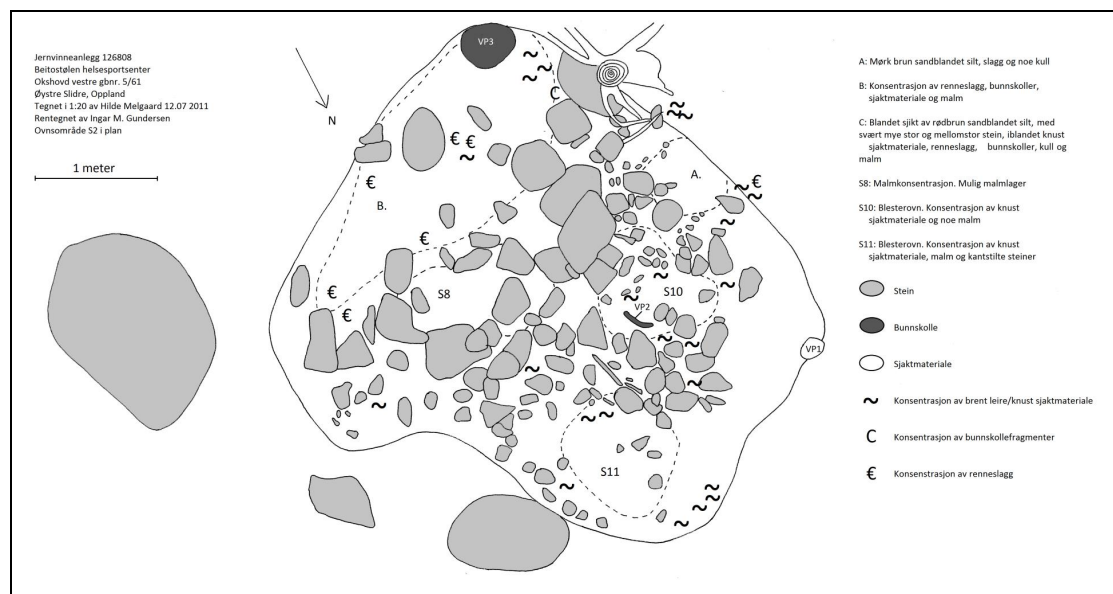
Figur 14: Kullsjikt S6 i blestertufta, sett mot nordvest. Fra stikkstanga strekker laget seg utover veggvollen mot vest-sørvest. I forkant av bildet ses ovsområdet. Foto: Ingar M. Gundersen (Cf.34259:12).

Kullsjikt S12

S12 er enda tynnere og mer uregelmessig enn S6, og lå på en ujevn undergrunn som stort sett virket intakt. Mens S6 i større grad var konsentrert på den sentrale arbeidsflaten bakover i tufta, lå S12 nærmere ovnsområdet og strakk seg helt inntil blesterovnen S11 i sør-sørøst. Det ble ikke prioritert å dokumentere laget i profil, men laget anslås å ha vært fra 1-2 cm tykt. En kullprøve ble tatt ut i plan ved S11. Kullsjiktet virket forholdsvis organisk og kullbitene var små. Fra ovnsområdet strakk laget seg videre mot vest-sørvest under syllsteinsrekka i langveggen og lå delvis inn under slaggutkastet i ytterkant. Laget var også eldre enn et slagglag som lå inntil blesterovnen S11 i nordøst, og det så dermed ut til å være det stratigrafisk eldste i tuftområdet. Kullsjiktets utforming og konsistens indikerer at det kan være snakk om torvrest, som har blitt forkullet i forbindelse med blestringen eller regelrett svidd av. Laget var hovedsakelig orientert øst-nordøst – vest-sørvest og målte 5,1 x 2,3 m.

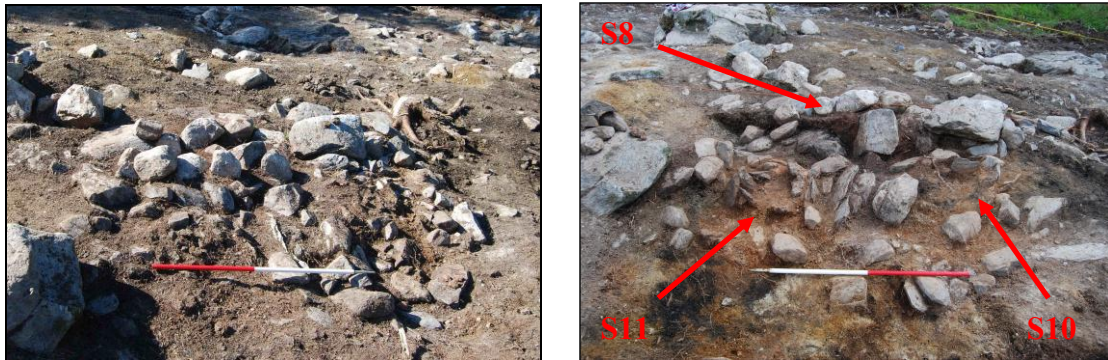
Ovnsområde S2

Ovnsområdet lå i tilknytning til blestertufta, og har mest sannsynlig ligget under tak i forlengelsen av denne. Ovnsområdet var plassert i tuftas sørlige ytterkant, med to sjaktovner (S10 og S11) plassert i den nordlige delen inn mot arbeidsflaten i tufta (Figur 15). S10 var plassert i nordvest, og S11 i nord. Fyllmassene fortonet seg som en markant forhøyning med svært mye stein, iblandet masser bestående av magnetisk malm, kull, slag og grus. Spesielt i strukturens østre del lå det mye slag, som gikk nærmest som i en bue langs ytterkanten mot sør – og deretter i retning av slaggutkastet. Det er nærliggende å tolke dette som slag spadd vekk fra sjaktovnen S11, ettersom det så ut til at slagget var blitt tappet mot øst fra denne ovnen. Sentralt i ovnsområdet lå det en markant konsentrasjon av finkornet røstet malm (S8). Det er mulig at S8 representerer et malmlager, som har vært sentralt plassert nær sjaktovnene. En nærmere redegjørelse for ovnene og malmkonsentrasjoner følger under.



Figur 15: Ovnsområde S2 i plan etter avtøring.

Ovnsområdet lå innenfor nedskjæringen som danner tuftas østre langside, men noe intakt utvaskingslag mot bunn av ovnsområdet tydet på at det delvis har vært benyttet en naturlig forsenkning i terrenget, som har vært ytterligere spadd ut for å tilpasses formålet. S2 lå nærmest som en røys i enden av tufta, og reiste seg ca. 40 cm i forhold til gulvnivået i denne. De øverste steinene lå nærmest på nivå med terrenget i øst, som tufta og ovnsområdet er skåret ned i. Mange av steinene var svært store, og lot seg i noen tilfeller ikke fjerne av en mann alene. Steinene så likevel ut til å være tilfeldig lagt opp, og fremsto ikke som en plattning eller oppbygd konstruksjon. Mot vest-sørvest faller terrenget, mens det var indikasjoner på at strukturen også var gravd noe inn i det svakt høyere plataet i sør-sørøst. Ovnsområdet hadde en noe ujevn form og målte 4,5 x 3,6 m., men hadde tydelige avrundete sider og fremsto dermed som tilnærmet sirkulær.



Figur 16: Ovnsområde S2 i plan etter avtorvning sett mot sør (til venstre), og under framrensing av sjaktovnene sett mot sør-sørøst (til høyre). Sjaktovn S11 til venstre og S10 til høyre. Foto: Ingar M. Gundersen (Cf.34259:15, 36).

Umiddelbart sørøst for ovnsområdet ligger en flyttblokk, og en del slagget ligger tett inntil denne i både nord, vest og øst. Det er dermed nærliggende å tolke flyttblokken som en amboltstein, men slagget var av både renneslagget og mer ubestemmelige typer, samt enkelte mindre stykker med sjaktmateriale. Ingen spor etter bearbeiding på steinens overflate kunne heller spores, men den var på den andre siden av et materiale som lett sprekker opp. Eventuelle spor etter hamring og bearbeiding av slagget og jernluppa kan dermed lett ha forvitret bort.

Malkonsentrasjon S8

Malkonsentrasjonen lå sentralt i ovnsområdet inne mellom en rekke store og mellomstore steiner, som utgjorde ovnsområdets høyeste punkt, ca. 0,5 m sørøst for sjaktovn S10 og 0,9 m sør for sjaktovn S11. Malmsjiktet hadde en utbredelse på ca. 1,3 x 0,72 m, og var opptil 25 cm tykt. Massene var relativt homogene og besto av rustrød magnetisk og finkornet malm, iblandet enkelte kullbiter. Mot bunn av malmsjiktet var i profil synlig et markant kullsjikt, som ved sin utforming indikerte flere faser med deponering av malm. Denne tolkningen skyldes tre separate kulltunger i profil, som på den andre siden ikke går heltrukket gjennom malmen. Kullsjiktet kveilet seg rundt de steinene som fremkom i profil, og utgjorde slik sett ikke et jevnt lag med kull som man kunne forvente etter for eksempel et røstebål. Det virker derimot som om kullet ikke var brent på stedet, men var deponert i forkant av malmen i flere omganger. Dette kan eventuelt skyldes kullsel fra blestringen, som siden ble dekket av nye tilførsler med malm inn mot ovnsområdet. Malkonsentrasjonens omfang og tykkelse gjør det imidlertid ikke nærliggende å tolke dette som utelukkende søl oppstått ved tilførsel av malm til sjaktovnene, men kan representere et

mindre malmlager deponert nært opp til ovnene. Det ser dermed ut til at malmen var tilført ovnene fra sør, og ikke gjennom tufta. En kullprøve ble tatt ut av kullsjiktet, og en malmprøve fra selve malmkonsentrasjonen.



Figur 17: Sjaktovnene S10 og S11 etter framrensing og tømning, sett mot sør-sørøst. Sjaktovn S11 til venstre bildet står imidlertid ikke *in situ*, men er forskjøvet i forhold til ovnsgropen som så vidt synes bak sjaktveggen. Foto: Ingar M. Gundersen (Cf.34259:68).

Sjaktovn S10

Sjaktovn S10 var plassert i ovnsområdet nordvestre del, og ligger slik sett nærmere slaggutkastet enn sjaktovn S11. Den kunne etter avtorvingen spores som et markant felt med knust sjaktmateriale, rødbrun malmblandet silt og sand, samt enkelte mindre kantstilte steinheller. Etter framrensing fremsto ovnen som dårlig bevart, men hadde en delvis bevart sjaktvegg i sør. De øvrige sidene var svært skadet og fragmenterte. Ovnens indre var dekket av et tykt lag med fragmentert og knust sjaktmateriale, som var iblandet noe slagg og stein. Under dette laget dukket et markant kullsjikt fram, som det ble tatt ut en kullprøve fra. Kullsjiktet var spesielt tydelig inn mot sjaktveggene, men dekket også ovns indre som en tykk hinne. Kullsjiktet kan slik sett defineres som bolleformet. Flere godt bevarte og store kullbiter kunne observeres i laget. Under dette ble det funnet deler av en bunnskolle *in situ* i ovns indre, som ble tatt inn som slaggprøve (VP58, Figur 18).

Den delvis intakte sjaktveggen var bevart i en høyde på opptil 27 cm, noe som ga mulighet til å dokumentere sjaktens oppbygning. Den indre delen av veggen var dekket av en kompakt og fastsmeltet hinne av svært magnetisk slagg med glasert avslutning inn mot ovns indre. Utenfor dette var et keramisk lag av brent leire, som ble gradvis mer fragmentert i ytterkantene. Dette var støttet opp av mindre skiferheller, noe som ga sjaktveggen en kantete ytre utforming. Den samme egenskapen kan observeres på en prøve av sjaktmaterialet (VP5), som ble funnet i relasjon til S10 under framrensingen. Inn mot ovns indre hadde imidlertid sjaktveggen en langt mer buet utforming, som viser en indre sirkulær utforming på ovnen. Ut ifra den stående sjaktveggen og ovns indre kullsjikt, er ovnen beregnet til å ha hatt en indre diameter på 40 cm. Funn av enkelte stykker med sjaktmateriale med svake avtrykk etter trestruktur (VP11 og VP12), indikerer at leira har vært støttet opp med flettverk, bark eller lignende. Flettverket må ha vært plassert mellom de små stykkene med skiferheller og selve leirsjakten, men den ytre fragmenteringen av

sjaktmaterialet må ha fjernet de fleste spor etter dette. Et av stykkene med brennt leire hadde imidlertid avtrykk etter trestruktur på innsiden (VP11, Figur 23), noe som indikerer at det kan ha vært opptil to lag med leire og flettverk. Et stykke sjaktmateriale (VP7), som ble funnet under gravingen av ovnsområdet, består også av tre stykker med sjaktmateriale som har smeltet fast til hverandre (Figur 25). Funnet representerer sannsynligvis en reparasjon av sjaktveggen, og at deler av en eldre ovn har vært benyttet til formålet. Utenfor skiferplatene har ovnen vært støttet opp av store og mellomstore steiner.



Figur 18: Del av bunnskolle (VP58) funnet *in situ* i blesteroavn S10. På bildet til venstre kan bunnskollens ytre kurving ses, mens bildet til høyre viser bruddflaten på motsatt side. Foto: Ingar M. Gundersen (Cf.34259:92-93).



Figur 19: Sjaktoavn S11 i bildets forkant, med S10 i bakgrunnen, sett mot vest-sørvest, under ulike stadier i utgravningen. Foto: Ingar M. Gundersen (Cf.34259:40, 69).

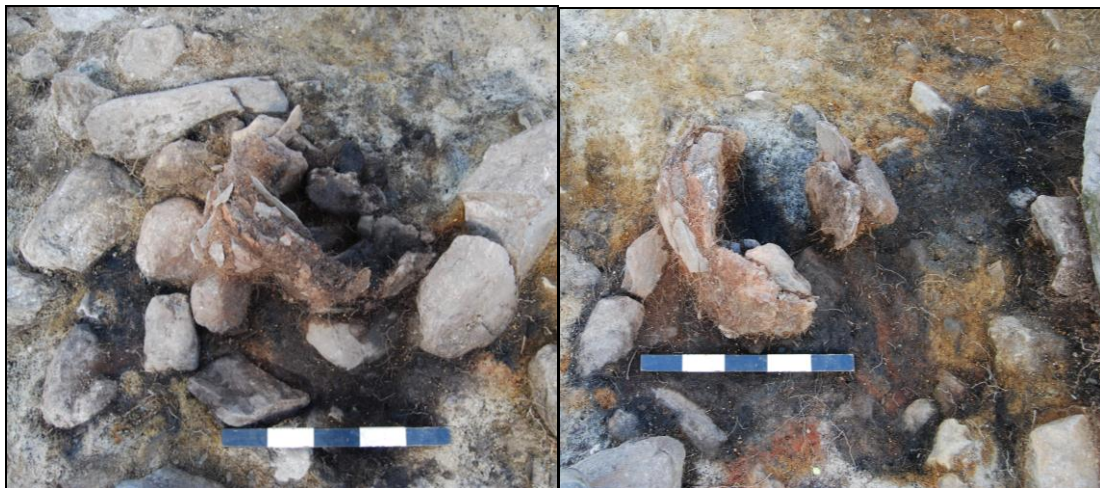
Under framrensingen av ovnen ble det funnet et stykke med renneslagg med en intakt og avsluttet søyle fra slaggavtapningen (Figur 27). Et tilsvarende funn ble gjort inntil

den ovenfor omtalte flyttblokken, og begge eksemplene er tatt inn som slaggrøver (VP8, VP10). Dette indikerer at slagget ikke har vært tappet ut på bakkenivå, men at dette har foregått noe høyere opp i sjaktveggen. Det ble ikke dokumentert en slaggrenne i tilknytning til ovnen, men det er nærliggende å se for seg at avtappingen har gått i retning av slaggutkastet i vest-sørvest. Et svært slag- og kullholdig mørkt sjikt ble også observert i overgangen mellom slaggutkastet og sjaktovn S10.

Ovnen var konstruert over en ovnsgrop på 45 cm i diameter og 14 cm dyp med avrundet bunn. Varmepåvirket og oppsprukken stein lå i ytterkant, og gropa var fylt av finkornet kull med noe slag. Tydelig varmpåvirkning kunne spores under gropa. Slagget hadde rennestruktur, men kan ikke defineres som renneslagg. Det var snarere av en udefinerbar type, som ofte forekommer mot bunn av sjaktovnene (Jf. Narmo 1996:86). I profil fremkom ytterligere en forsenkning vest-sørvest for ovnsgropen på ca. 30 cm i diameter og 15 cm dyp, delvis fylt med småstein, kullblandet brunlig sand og enkelte småstykker med renneslagg. En tilsvarende struktur har også blitt dokumentert på et annet jernvinneanlegg på Beitostølen, hvor det ble tolket som mulige stolpehull (Mjærum 2006). Nedskjæringen ligger i dette tilfellet imidlertid svært tett inntil ovnsgropen, og funksjonen må sies å være usikker.

Sjaktovn S11

Sjaktovn S11 ble lokalisert i ovnsområdet nordlige ytterkant, umiddelbart nordøst for S10. I likhet med S10 kunne S11 observeres etter avtorvingen som et markant felt med knust sjaktmateriale, rødbrun malmblandet silt og sand, og enkelte mindre kantstilte skiferheller. Under framrensingen så ovnen ut til å være velbevart, med to motstående og delvis bevarte sjaktvegger i en høyde på 30 cm. Spesielt den søndre sjaktveggen var godt bevart. Konstruksjonen var identisk med S10.

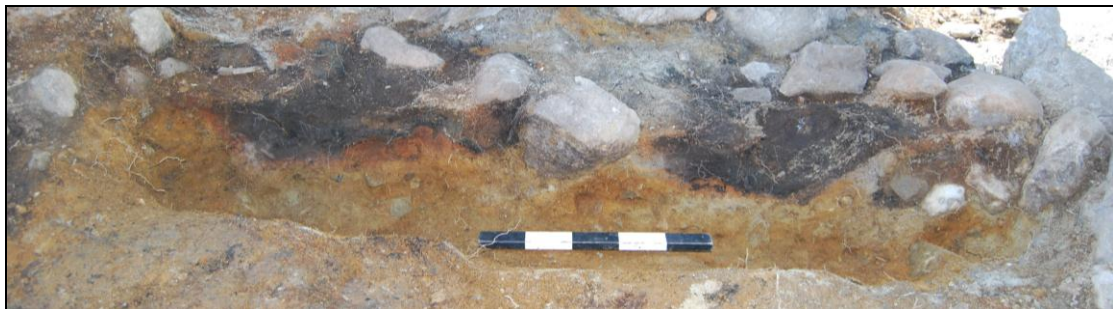


Figur 20: Detaljbilder av S10 (til høyre) og S11 (til venstre), sett mot nordvest. Foto: Ingar M. Gundersen (Cf.34259:71, 75).

Under tømningen viste det seg imidlertid at veggene ikke var *in situ*, men var noe flyttet på i forhold til gropa den var konstruert over. Plasseringen av de motstående sjaktveggene var heller ikke i samsvar med kurvingen på disse, hvorpå ovnen ville ha sett forholdsvis flatklempt ut. Den sørlige sjaktveggen virket likevel forholdsvis velbevart, og var ca. 60 cm lang og 12 cm tykk. Når denne ble fjernet dukket det opp del av en bunnskalle, som i likhet med sjaktmaterialet den lå i tilknytning til må

stamme fra den siste blestringen i ovnen. Bunnskollen ble tatt inn som slaggrøve (VP83) og senere sendt inn til metallurgiske analyser. Fra sjaktovnen strakk det seg et markant kullsjikt mot nordøst, delvis oppblandet med noe slag (Figur 19 og Figur 20). Sjiktet var tynt, men er sannsynligvis spor etter slaggtapningen fra ovnen. Slagget har deretter blitt spadd mot sør, ut av tufta, og deretter ned mot slaggutkastet i vest. Noe slag har også blitt deponert rett øst for ovnen (S7), men i svært begrenset omfang. "Tapperenna" ble ikke undersøkt i sin helhet, ettersom den i stor grad var dekket av en kampestein, som sekundært hadde sklidd inn i tufta fra flaten over.

Ovngropen var i likhet med S10 ca. 45 cm bred og 14 cm dyp og med avrundet bunn. Varmepåvirkningen var tydelig mot undergrunnen. En kullprøve ble tatt ut fra fyllmassene. Også i dette tilfellet dukket det opp i profil en mindre forsenkning vest-sørvest for ovngropen, ca. 15 cm i diameter og 12 cm dyp. I motsetning til S10 kunne imidlertid en tydelig varmpåvirkning spores under forsenkningen, og fyllmassene var mer identiske med det som ble dokumentert i ovngropen. Ettersom sjaktveggen ikke sto *in situ* lot det seg ikke gjøre å dokumentere sjaktovnens indre diameter. Ovngropenes enhetlige indre diameter, samt kurvingen på sjaktmaterialet, indikerer imidlertid at ovnene har hatt en relativt identisk størrelse. Med utgangspunkt i indre diameter for sjaktovn S10, er det dermed nærliggende å anta at S11 har hatt en indre diameter på ca. 40 cm.



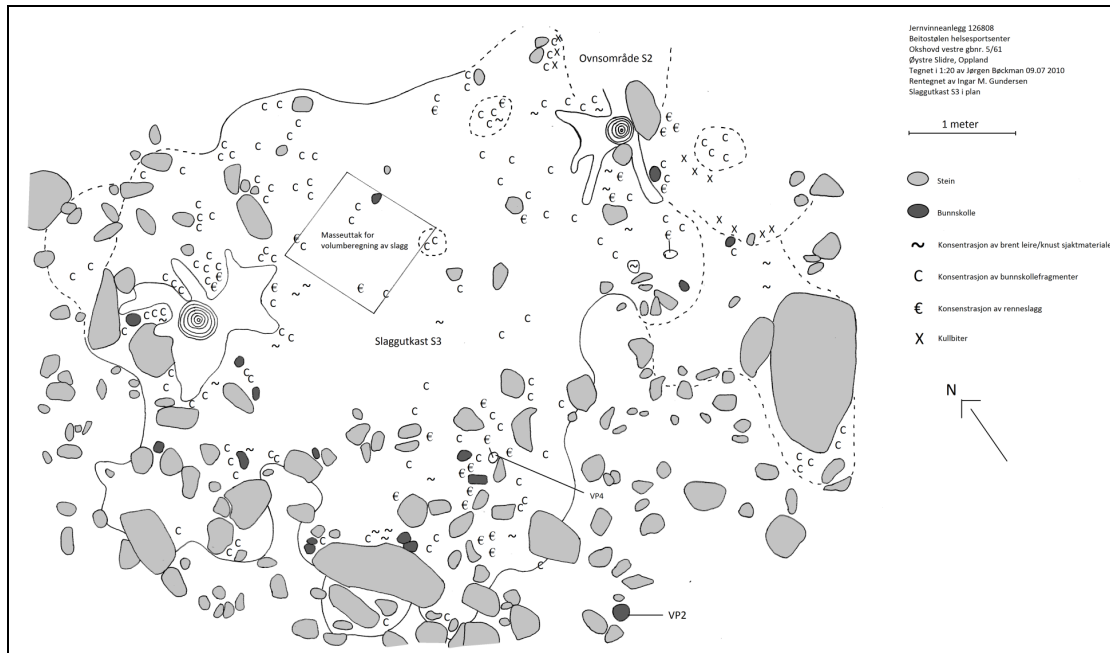
Figur 21: Profil gjennom ovngropene i S10 (til høyre) og S11 (til venstre), sett mot sør-sørøst. Foto: Jørgen Bøckman (Cf.34259:83).

Slaggutkast S3

Slaggutkastet hadde en utflytende utstrekning, og strakk seg fra ovnsområdet i øst og nedover den svake helningen i terrenget mot vest-sørvest. Det var en noe uklar avgrensning mot sørøst og nordvest, og det var en gradvis overgangen mellom ovnsområdet og slaggutkastet. Massene besto av et mørkt rødbrunt og torvblandet kullholdig lag, med mye fragmentert slag og malm. Flere steiner stakk opp gjennom slagget, men i vesentlig mindre grad enn i terrenget rundt. Enkelte konsentrasjoner av store stykker med bunnskoller eller renneslagg var synlig i plan. I profil fremsto fyllmassene som relativt homogene og uten påviselig lagdeling, og var på det meste opptil 28 cm tykt. KP8 ble tatt ut i profil nær opp mot ovnsområdet, hvor det også kunne påvises et mer markant innslag av magnetisk malm enn i slaggutkastet for øvrig.

I prøveruten ble det totalt sett dokumentert 99,8 kg slag, noe som utgjorde 43,6 % av prøveruten. 23,9 % besto imidlertid av fragmentert og usortert materiale. Av slagget kunne 76,4 kg defineres som renneslagg og 23,4 kg som bunnskollefragmenter. Det var dermed en betydelig overvekt av renneslagg i slaggutkastet. For en nærmere

redegjørelse for sammensetningen i prøveruten, henvises det til kap. 5.5.3 Produksjonsvolum.



Figur 22: Slaggutkast S3 tegnet i plan.



Figur 23: Renneslag (VP4) fra slaggutkast S3 og sjaktmateriale med avtrykk etter bark/flettverk (VP11) fra ovnsområde S2. Foto: Ingar M. Gundersen (Cf.34259:94-95).

Kullgrop S4, S5 og S9

Både kullgrop S4 og S5 ligger som integrerte deler av jernvinneanlegget og har relativt ensartede dimensjoner. Kullgropene hadde en relativt sirkulær ytre og indre utforming, med høyeste ytre diameter 9,25 og 9,85 meter. Den indre diameteren ble vurdert til 5,1 og 5,4 meter (Figur 24). Ytre diameter er her definert som avstanden målt fra yttervoll til yttervoll, mens indre diameter er bredden på nedskjæringen som utgjør selve mila (Jf. Rundberget 2007:34). I eldre faglitteratur er imidlertid indre diameter forstått som diameteren mellom toppvollene (Bloch-Nakkerud 1987:22; Narmo 1996:29). Kullgropene ville da hatt en indre diameter på 6,75 og 7 meter, hvorpå gropene ville vært klassifisert som store etter Narmos (1996:170) definisjoner. Ettersom gropene kun ble prøvestukket, er angivelsen av kullgropenes mål kun basert på observasjoner gjort i plan. Enkelte feilmarginer kan dermed forekomme. Det

foreligger da heller ingen sikre definisjoner av formen på milebunnene, ettersom disse ikke ble avdekket. En kvadrant ble imidlertid flategravd i kullgrop S5, i det som ble vurdert som et mulig hjørne i gropa. Det fremkom her en tydelig kurvet form på milebunnen, noe som indikerer sirkulær milebunn.

Mens S4 ligger på et relativt flatt parti nedenfor den svake skråningen som blestertufta er skåret inn i, ligger S5 i hellende terreng. S4 har dermed brede og flate voller på fire sider, mens S5 har markante voller i terrengets fallretning. Antydning til voll kan imidlertid også observeres i det stigende terrenget mot øst. Det ble avtorvet rundt kullgropene i nord, vest og sørvest. Det fremkom da i begge tilfeller markante kulluttrekk mot sørvest, med andre ord vekk fra blestertufta.

Begge gropene ser ut til å ha hatt flat milebunn, men i S5 var milebunnen preget av en svak forhøyning. Dette ble innledningsvis tolket som et tegn på at gropa ikke var fullstendig tømt, og var benyttet som kullager. Ved prøvestikking viste det seg imidlertid at gropa var delvis gjenfylt med oppblandete og kullholdige masser, og at et definert kullsjikt kun var synlig helt mot bunn av gropa. Det er dermed nærliggende å tolke forhøyningen som spor etter en rotvelt eller lignende, som har dratt med seg kullholdige masser fra vollen. Begge gropene hadde en definert og dyp nedskjæring, som ved prøvestikking viste seg å ha en ensartet dybde på ca. 1,4 meter målt i forhold til toppvollene. I S4 kunne det dokumenteres tre separate kullsjikt, som kan stamme fra ulike bruksfaser.

	Ytre diam.	Diameter, toppvoll	Indre diam.	Dybde før gravn.	Dybde etter gravn.	Tykkelse på kullag etter gravn.
S4	9,25	6,75	5,1	0,85	1,4	0,25
S5	9,85	7	5,4	0,65	1,45	0,55
S9	7,5	5	3,25	0,8	-	-
Gjennomsnitt	8,8	6,25	4,6	0,76	1,42	0,40

Figur 24: Skjematisk sammenstilling av kullgropenes mål. Alle mål oppgitt i meter.

Kullgrop S9 lå 150 og 200 meter sør-sørøst for jernvinneanlegget og kan defineres som enkeltliggende. Den var noe mindre enn de to øvrige kullgropene på prosjektet, og kan defineres som mellomstor. Kullgropen ligger i sørvest-hellende terreng og har en tydelig sirkulær form i flaten, med tydelige voller på tre sider. I nordøst er vollen mer diffus, ettersom den her går i ett med det stigende terrenget. I likhet med de to øvrige kullgropene ser det ut til at den har hatt en flat milebunn, og har en markant og tilnærmet vertikal nedskjæring. Ettersom milebunnen var svært fuktig ble det besluttet å prøvestikke i vollen. Det foreligger dermed ingen mål av dybden på milebunnen eller tykkelsen på kullsjiktet.

5.5.2 FUNNMATERIALET

Det ble ikke gjort gjenstandsfunn under utgravningen. En rekke prøver ble imidlertid tatt inn av sjaktveggen, bunnskoller, renneslagg og malm. To av prøvene av sjaktveggen (VP11-12) viser avtrykk etter flettverk eller bark i leira, som sannsynligvis har støttet opp sjaktveggen under konstrueringen av denne. En annen prøve (VP7) av sjaktveggen viser tre lag av sjaktveggen fastsmeltet til hverandre

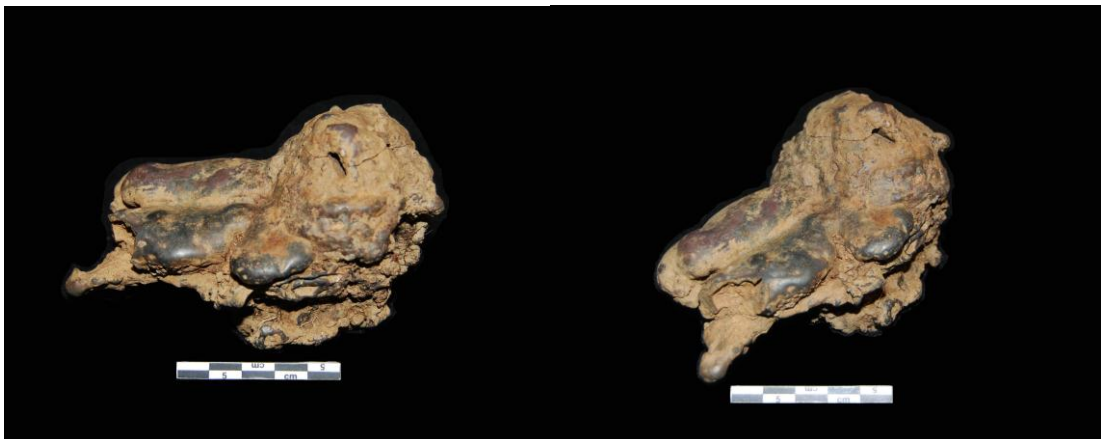
(Figur 25). Dette representerer sannsynligvis en reparasjon av sjaktveggen, hvor på større stykker av en ødelagt blesterovn har vært benyttet, og deretter smeltet fast. Leira benyttet i sjaktveggen har relativt grov magring, med grus og småstein opptil 2,4 cm i diameter. Alle prøvene av sjaktveggen viser den samme grove magringen.



Figur 25: Del av sjaktveggen (VP7) sett som tverrsnitt og i front. Legg merke til de ulike fasene med reparasjoner. Foto: Ingar M. Gundersen (Cf.34259:86-87).



Figur 26: Del av bunnskole (VP9) med avtrykk etter tang eller slaggekrok. Foto: Ingar M. Gundersen (Cf.34259:88-89).



Figur 27: Renneslagg (VP10) med definert søyle fra slaggtapningen. Foto: Ingar M. Gundersen (Cf.34259:90-91).

En prøve (VP9) av en bunnskolle viser tydelig avtrykk på den ene siden (Figur 26). Bunnskollen er knust og har flere bruddflater. Ved avtrykket er imidlertid overflaten intakt, hvor det er en delvis blank patina og svak rennestruktur. Motstående side skråner sterkt og viser tegn til at slagget her har smeltet fast i grus eller sand. Eksemplaret stammer sannsynligvis fra ytterkanten av en bunnskolle, som har størknet mot bunn av sjaktovnen. Avtrykket er regelmessig og avlangt, og måler 7 x 1,1 – 1,4 cm, og er opptil 1,6 cm dypt. Avtrykket kan stamme fra en tang, eventuelt en slaggekrok.

To prøver av renneslagg (VP8 og VP10) viser en klart definert søyle fra slaggtapningen, og spesielt på VP10 er det tydelig at slaggbiten stammer fra en avsluttende tappesekvens (Figur 27). Slaggprøvene indikerer at slagget har vært tappet noe over bakkenivå.

To prøver av bunnskoller (VP3, VP83) viser tydelige glaserte felter. Det er nærliggende å se dette i sammenheng med den sterke varmeutviklingen i ovnen, hvorpå kvartspartiklene i sjaktveggen har reagert med temperaturen og blitt omdannet til smeltet glass. Kvarts smelter vanligvis ved ca. 2000 °C.

5.5.3 PRODUKSJONSVOLUM

Ved volumberegning av det totale slagginholdet i slaggtukast S3, ble det tatt utgangspunkt i en beregningsmetode tilsvarende volumet av en halv ellipsoide. Dette er samme beregningsmetode som benyttet ved Gråfjellprosjektet (Rundberget 2007), og har formel $V=(4/3\pi)(abc)/2$. A, b, og c representerer strukturens halvaksler, og med lengde og bredde 5,2 m. og 5 m. og høyde 0,28 m., blir verdiene i halvaksene 2,6, 2,5 og 0,28 ("høyde" i en slagghaug er i utgangspunktet en halvakse i en ellipsoide). Regnestykket blir da $(4/3 \times \pi) \times (2,6 \times 2,5 \times 0,28)$ som deretter divideres på 2. Slaggtukastets totale volum blir dermed 3,8 m³. Mengden slagg ble deretter beregnet ut ifra en prøverute på 1 x 1 m., med gjennomsnittelig dybde 15 cm, med andre ord 1/6,66 m³. Massene ble såldet og kategorisert som slagg, stein, sand/malm, sjaktmateriale, kull og "grus". Sistnevnte kategori består av fragmenter av slagg, sjaktmateriale, stein og kull som ikke er finsortert. De ulike kategoriene ble deretter veid, og ved å multiplisere med 6,66 får man vekt per m³. Sifrene kan deretter overføres på slagghaugens totale volum (Figur 28). Utregningen gir et slaggvolum på 2532,3 kg, som er 43,6 % av slaggtukastets totale volum. Hvis man deretter vurderer at 43,6 % av kategorien "grus" også sannsynligvis representerer slagg, gir dette et totalt slaggvolum på 3138,5 kg.

Kategori	Kg	Kg pr. m3	%	Total mengde i slaggtukastet (kg)	Hvorav slagg (kg)
Slagg	99,8	664,7	43,6	2532,3	2532,3
Stein	18,4	122,5	8,0	466,9	0,0
"Grus"	54,8	365,0	23,9	1390,5	606,2
Sand/malm	51,3	341,7	22,4	1301,7	0,0
Sjaktmateriale	4,600	30,636	2,0	116,719	0,0
Kull	0,007	0,048	0,003	0,183	0,0
Sum	228,907	1524,5	100,0	5808,2	3138,5

Figur 28: Volumberegning av slagg i slaggtukast S3.

Det er imidlertid benyttet forskjellige utregningsmetoder på ulike prosjekter. Axel Mjærum (2004, 2005, 2006) tar for eksempel utgangspunkt i en kjegle, med formelen $V=1/3(\pi r^2 h)$, hvorpå regnestykket ville vært $1/3 \times (\pi \times (2,55)^2 \times 0,28)$. Dette ville resultert i et totalvolum på 1,9 m³, som er nesten halvparten av Bernt Rundbergets (2007) metode. Resultatet ville da blitt 1570 kg. Narmo (1996:81) har på sin side benyttet flateinnholdet og multiplisert dette med høyden ($\pi \times (2,55)^2 \times 0,28$). Dette ville gitt et resultat på 4710 kg slagg. Variasjonene mellom de ulike beregningene er betraktelige, men Rundbergets metode gir et resultat litt under middelverdien for de to øvrige. Slaggutkastets form må også vurderes ved valg av formel for volumberegning, og Rundbergets halve ellipsoide er vurdert som mer sammenfallende med formen på slaggutkast S3 enn kjegle eller søyle. Den vil derfor bli benyttet som rettesnor for vurderingen av produksjonsvolumet i denne rapporten.

Det har tidligere blitt benyttet ulike forholdstall mellom mengden slagg og utbyttet av jern på de ulike prosjektene. Mens Mjærum (2004, 2005) ved tidligere undersøkelser på Beitostølen har benyttet forholdstallet 1:1 mellom mengden slagg og utbyttet av jern, benytter Narmo (1996:141, 1997:125) flere ulike estimater på Rødsmoprojektet. Minste sannsynlige utbytte av jern vurderes som 0,3 kg jern per kilo slagg, selv om Narmo selv erkjenner at dette sannsynligvis er altfor lavt. Han operer også med forholdstallet slagg:jern på 1:1 og 1:1,5, på grunnlag av analyser av malm, slagg og sjaktmaterialet. Rundberget (2007:333, 350-354) sammenstilte de ulike beregningsmetodene og valgte deretter å forholde seg til utbytteberegninger på 1:0,5, 1:0,9 og 1:1,4. På bakgrunn av hans redegjørelse vil de samme estimatene benyttes i denne sammenhengen, hvorpå produksjonsvolumet med sannsynlighet ligger mellom 1,5 – 3,5 tonn (Figur 29). Det er da ikke tatt høyde for de tidvis tydelige slaggkonsentrasjonene i ovnsområdet, hvorpå produksjonen med sannsynlighet kan ha vært høyere. Feilmarginene ved denne formen for produksjonsberegning er imidlertid betydelige, hvorpå estimatene kun kan benyttes som en pekepinn på produksjonsomfanget. Utbytteberegningen kan likevel tjene som sammenligningsgrunnlag for tilsvarende anlegg.

Produsert jern etter faktorene 1:0,5, 1:0,9 og 1:1,4 angitt i kilo		
1:0,5	1:0,9	1:1,4
1569,3	2824,7	3577,9

Figur 29: Utbytteberegning for jernvinneanlegg id 126808

5.5.4 NATURVITENSKAPELIGE PRØVER

Det ble tatt inn 16 kullprøver og 14 prøver for metallurgiske analyser. Ytterligere 69 jordprøver ble tatt inn i forbindelse med fosfatkartlegging av tufta. Jordprøvene ble videresendt til ALS Minerals (Jf. Vedlegg 8.7.4 Kjemiske analyser av fosfatprøver fra ALS Minerals) for multielementanalyser.

10 kullprøver ble videresendt til statsstipendiat Helge I. Høeg for vedartsbestemmelse, og fem av disse inneholdt kun furu. En prøve inneholdt kun bjørk, mens de resterende fire inneholdt både bjørk og furu. Åtte prøver ble sendt videre til radiologisk datering ved Nasjonallaboratoriet for C14-datering, og da fortrinnsvis kullbiter fra bjørk.

Av vedartsbestemte kullprøver fra kullgropene (S4-5) på selve jernvinneanlegget, besto prøvene utelukkende av furu. En kullprøve fra den frittliggende kullgropa (S9)

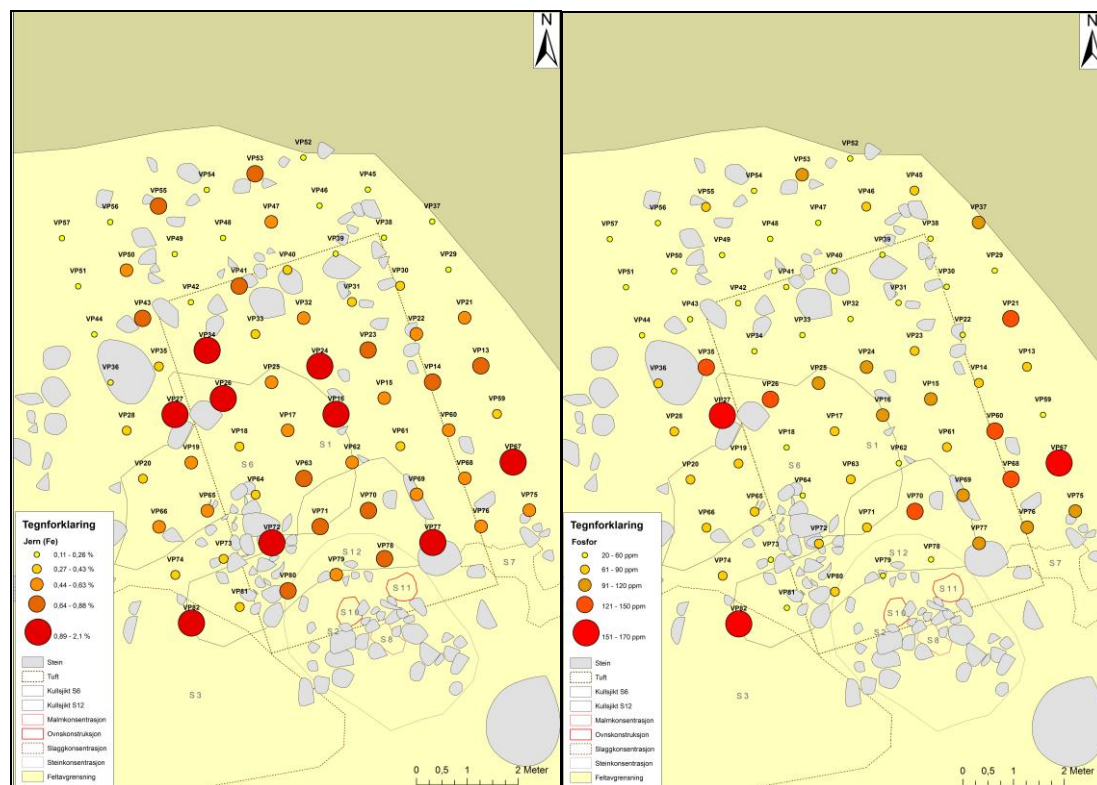
besto i hovedsak av bjørk, og et fragment av furu. Prøvestykket ble imidlertid gjort i vollen, og ikke i milebunnen, som i de to øvrige kullgropene.

Tre prøver ble videresendt til metallurgiske analyser ved UV GAL hos Riksantikvarieämbetet i Sverige (Jf. Vedlegg 8.7.2 Metallurgiske analyser fra UV GAL). Det ble sendt inn en prøve av renneslagg (VP8), et bunnskollefragment (VP83) og en malmprøve (VP6). Prøvene har en relativt lik kjemisk sammensetning, og det er kun sporet mindre variasjoner mellom disse. Bunnskollen VP83 har blant annet et noe høyere jerninnhold enn renneslagget VP8. Rapporten konkluderer dermed med at begge slaggtypene hører til samme ovnskonstruksjon. Renneslagget har størknet hurtig, men er ikke like finkornet som det renneslagg vanligvis er. Bunnskollefragmentet har derimot størknet langsomt, noe som er vanlig for slagget som dannes inne i selve blesterovnen, og derfor også mer grovkornet. Slaggprøvene har et jerninnhold på 56 og 60 %.

Prøvene har lave nivåer for fosfor, barium og mangan i forhold til andre tilsvarende analyser fra Oppland, men et høyt innhold av vanadin. Dette indikerer en viss variasjon i malmsammensetningen i området.

5.5.5 MULTIELEMENTANALYSER AV TUFT S1

69 jordprøver (VP13-VP57, VP59-82) for multielementanalyser ble tatt ut fra utvaskingslaget for hver kvadratmeter i og rundt tufta, etter at de ulike lagene i tufta var ferdigggravd. Ved multielementanalyse blir verdiene for 35 grunnstoffer målt i hver enkelt prøve, hvor fosfor (P) inngår som et av elementene. En slik analyse er tidligere ikke foretatt ved undersøkelser av jernvinneanlegg på Østlandet, og metoden er dermed fortsatt på utprøvningsstadiet.

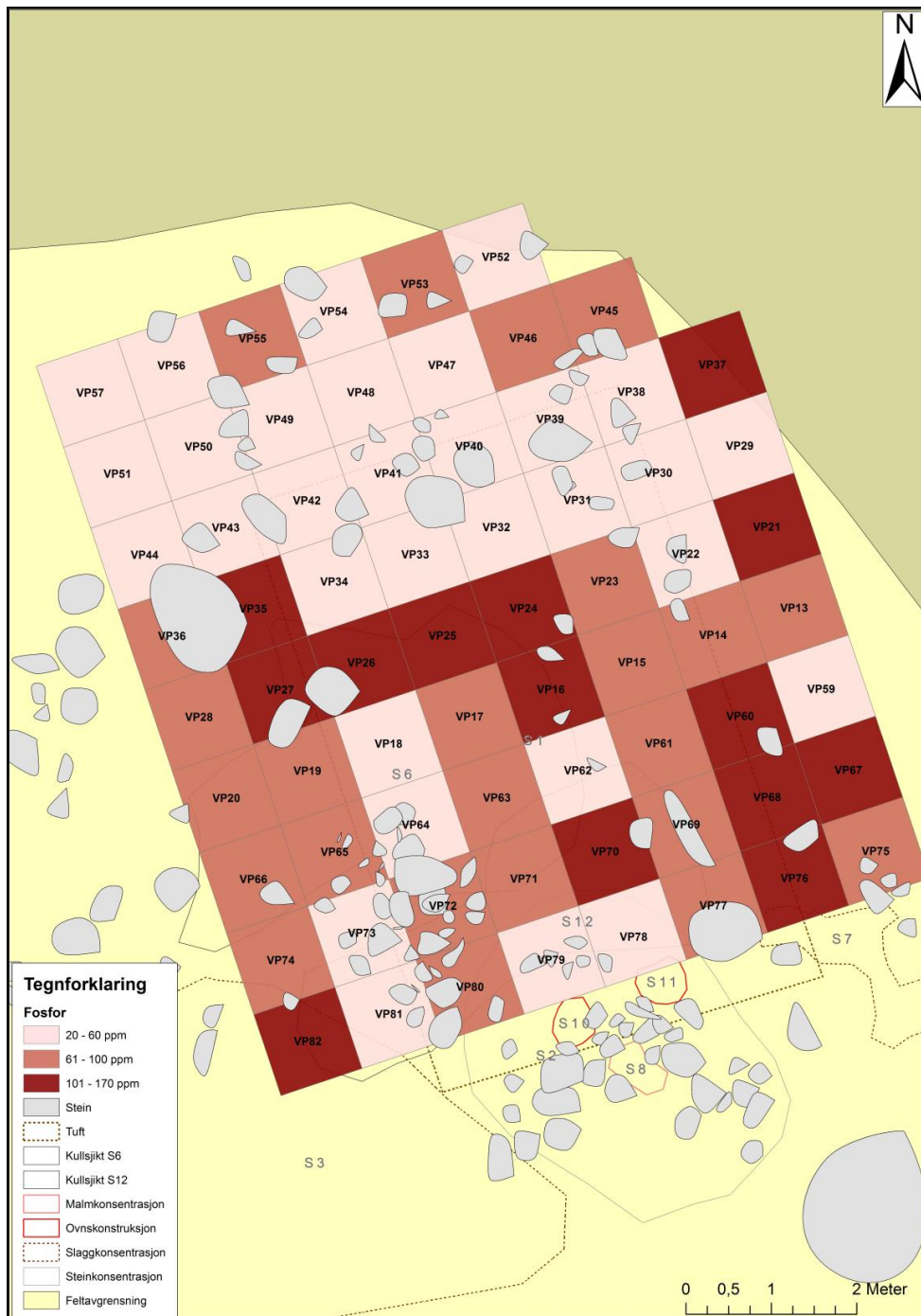


Figur 30: Jern- (til venstre) og fosforverdier (til høyre) i blestertuft S1. Utarbeidet av Kjetil Loftsgarden, KHM.

Fosfor forekommer i cellene til alle levende organismer og er derfor et livsnødvendig grunnstoff for mennesker, dyr og planter. Grunnstoffet forekommer imidlertid ikke fritt i naturen (Kofstad og Pedersen 2010). Fosfat er en betegnelse for organiske forbindelser som inneholder fosfor. Fosfater finnes i alle organismer, og i særlig grad i hår, knokler, blod, melk, nerve- og muskelfibrer og lignende. Dette innebærer at ulike former for menneskelige aktivitet avsetter spor etter fosfatforbindelser, i form av avføring, avfall, matrester, væsketap osv. En kartlegging av mengden fosfor i en serie jordprøver kan dermed gi en pekepinn på særskilte aktivitetsområder. Metoden er imidlertid relativ, i den forstand at mengden fosfat i et område ikke er konstant, men avhenger av biologiske faktorer som vegetasjon og dyreliv. Det er dermed ikke mengden fosfor i seg selv som er avgjørende, men mengden fosfor i forhold til antatt uberørte flater. Prøver med høyere utslag av fosfor enn prøver fra flatene rundt, kan med andre ord indikere høyere aktivitet. Dyretråkk og beiting kan imidlertid medføre en betydelig feilmargin i denne sammenhengen. Som et supplement er det derfor i tillegg utarbeidet spredningskart for mengden jern (Fe) i prøvene, ettersom det er grunn til å forvente at blestringen har medført en kontaminering av jernoksider mot undergrunnen. Her må man imidlertid ta høyde for naturlige jernforekomster i undergrunnen. Generelt høyere utslag av jern innenfor tufta enn utenfor viser at analysen likevel har en viss gyldighet.

Resultatene for fosfor fra multielementanalysene er oppgitt i ppm (*parts per million*), som er måleenhet for svært lave konsentrasjoner av partikler. 50 ppm tilsvarer med andre ord 50 gram per tonn jord. Mengden jern er oppgitt i prosent, hvorpå 1 prosent tilsvarer 10 kg jern per tonn jord. Analysene fra blestertufta har gitt svært variable utslag for fosfor, men tidvis stor variasjon fra kvadratmeter til kvadratmeter. Man må imidlertid ta høyde for at den opprinnelige overflaten i varierende grad var intakt, og at noen prøver er tatt tett inntil steinkonsentrasjoner – eller under disse. Blestringen har også foregått som en intensiv virksomhet på en heller liten arbeidsflate, hvorpå man på en såpass begrenset fosfatkartlegging må påregne stor variasjon i utslagene. Kartlegging av en større flate vil sannsynligvis gi tydeligere mønstre.

Noen trekk kan likevel trekkes ut fra multielementanalysene. Verdiene for jern og fosfor følger i all hovedsak hverandre, hvorpå de høyeste verdiene med jern ofte forekommer i prøver med høyt utslag av fosfor. De høyeste verdiene med fosfor forekommer for eksempel i prøver hvor det også er høye verdier av jern. De bakre delene av tufta har gjennomgående lave verdier av både fosfor og jern, og det er dermed lite som tyder på at tufta har hatt ytterligere et rom/skur i denne enden (Jf. Figur 30). Verdiene er såpass enhetlige at det er grunn til å tro at undergrunnen her er mer eller mindre upåvirket av menneskelig aktivitet. De første ett til to meterne innenfor nedskjæringen i bakre kortvegg har likeledes lave verdier, før verdiene spesielt i forhold til fosfor brått øker til over det dobbelte mot sør. Det går her en markant konsentrasjon av høye verdier fra tuftas sentrale arbeidsflate og ut over vollen i vestre langside, i en stripe på en til to meter i bredden. Flere av de høyeste verdiene av jern ligger innenfor det samme "beltet". Dette kan indikere at det har vært et inngangspart i denne delen av vestre langside, hvorpå avfallsrester og mye tråkking har medført høye verdier av fosfor. I tillegg kan produksjonssøl fra ovnsområdet ha blitt tråkket ned i undergrunnen i samme vending.



Figur 31: Forenklet fremstilling av fosforverdier i blestertuft S1. Utarbeidet av Kjetil Loftsgarden, KHM.

De høyeste konsentrasjonene av fosfor og jern forekommer generelt sett i den sørlige delen av tufta, men med svært varierende utslag. De høye verdiene følger heller ikke de definerte kullsjiktene S6 og S12. Det er imidlertid usikkert hvorvidt S6 stammer fra aktivitet knyttet til blestringen. Rundt syllsteinsrekken i vestre langvegg er utslagene relativt lave og variable, men er svært høye både nord og øst for denne. Dette indikerer at langveggen har vært lukket ved syllsteinsrekken. De høye verdiene av jern og fosfor øst for syllsteinrekken fortsetter gjennom langveggen i øst, noe som indikerer en åpen veggløsning også her. De høyeste fosforverdiene i østre langside ligger imidlertid vis-a-vis syllsteinsrekken i motstående langside, noe som ville gitt en

heller usymmetrisk utforming på tufta. Spor etter malmsøl utenfor østre langvegg kan som tidligere nevnt indikere at malm har vært fraktet inn mot anlegget fra denne kanten, noe som eventuelt kan forklare de høye verdiene her. Det er likevel liten grunn til å forvente at malm har vært brakt inn til ovnsområdet gjennom østre langvegg, ettersom malmlageret ligger i tuftas sørlige kortende bak ovnene. Malmen har snarere vært fraktet rundt til kortenden, og blitt deponert der. De høye verdiene av jern og fosfor må snarere skyldes produksjonssøl og nedtråkking. Slaggkonsentrasjon S7 indikerer likeledes at det har vært en delvis åpen løsning her.

Prøvene tatt ut nær blesterovnene har overraskende lave verdier av fosfor, men undergrunnen er her også langt mer omrotet enn i øvrige deler av tufta. På den andre siden er utslagene av jern noe mer markante.

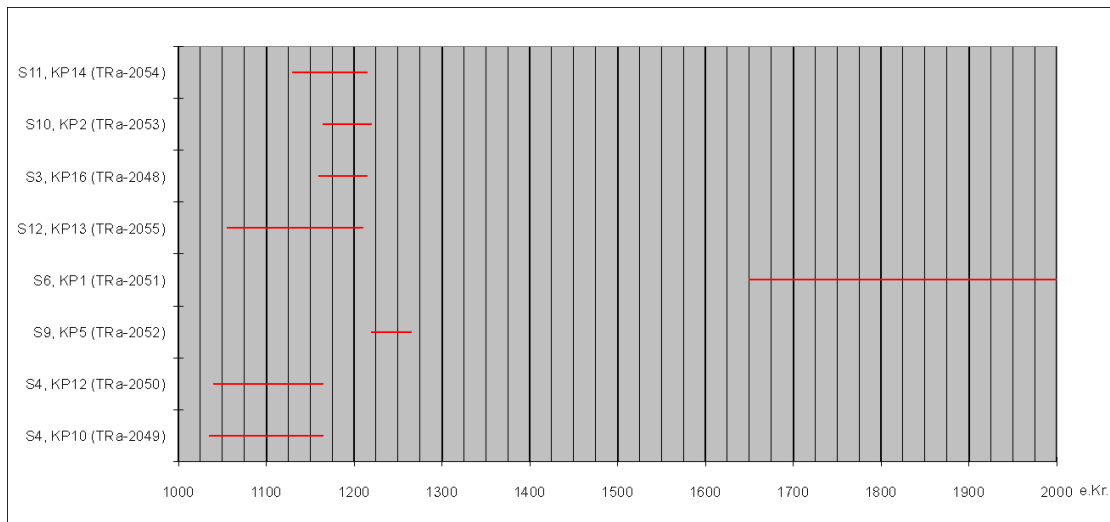
5.5.6 DATERING

Kullgroper knyttes i all hovedsak til jernvinneteknologien i yngre jernalder og middelalder, og det foreligger få eller ingen sikre dateringer til eldre jernalder (Larsen 2009:66). Det er etter hvert kommet inn flere etterreformatoriske dateringer fra kullgroper fra ulike områder (Amundsen 2008; Larsen 2009:66, 148, 152; Gundersen 2008a, 2011), men hovedbrukstiden kan defineres innenfor vikingtid og middelalder med et tyngdepunkt på 1200-tallet (Larsen 2004:154). På Beitostølen knyttes kullgropene gjerne til jernvinneanleggene, men frittliggende kullgroper er også kjent (Mjærum in prep.).

Jernproduksjonen på Beitostølen går helt tilbake til eldre jernalder, men det er likevel i middelalderen at produksjonen er mest omfattende. Tidligere undersøkelser har resultert i flere C14-dateringer fra og med sen vikingtid til og med høymiddelalder, samt enkelte utslag til senmiddelalder (Larsen 2009:136).

På lokaliteten ble det undersøkt to sjaktovner med sideavtapping av slagg, og ovner av denne typen defineres gjerne som tilhørende Fase II i yngre jernalder og middelalder (Larsen 2009:81-82). Sjaktovner med slaggavtapning har tidligere blitt undersøkt både i Valdres og andre steder på Østlandet. Radiologiske dateringer indikerer at ovnstypen ble tatt i bruk på 700-tallet e. Kr., kanskje nær 800 e. Kr., men en rekke regionale variasjoner forekommer. Rent teknologisk er tilgang på kull en forutsetning, ettersom kullet ikke reduksjonsbrennes i selve ovnen, slik det ble praktisert i eldre jernalder. Fremveksten av kullbrenning i grop i yngre jernalder og middelalder settes derfor gjerne i sammenheng med fremveksten av Fase II-teknologi i samme periode. Denne ovsteknologien synes å ha gått ut av bruk i senmiddelalderen, med de seneste dateringene til 1400-tallet (Larsen 2004:163).

Det er nærliggende å sette jernvinneanlegget på Beitostølen Helse- og idrettsenter i relasjon til den tidligere dokumenterte jernvinneproduksjonen på Beitostølen i middelalder, og da i særdeleshet tidlig- og høymiddelalder.



Figur 32: Skjematisk fremstilling av de radiologiske dateringene fra Beitostølen Helseportsenter.

De foreliggende radiologiske dateringene underbygger denne tolkningen. Seks av åtte dateringer ga utslag til tidlig middelalder og overgangen til høymiddelalder, mens en prøve (KP5) lå innenfor høymiddealder og en innenfor nyere tid (KP1). De radiologiske dateringene fra sjaktovnene S10 og S11 og slaggutkast S3 er relativt identiske, og ligger alle tre innenfor tidsrommet 1130-1220 e. Kr. (KP2, KP14, KP16). Dette sammenfaller også godt med dateringen fra kullsjikt S12, som fikk utslag til 1055-1210 e. Kr. (KP13). Prøven ble imidlertid tatt ut nær ovnsområdet, og kan derfor være kontaminert av kullsløt fra blestringen. Fra kullsjikt S6 foreligger en datering til etterreformatorisk tid (KP1), noe som indikerer at kullsjiktet sannsynligvis ikke stammer fra jernfremstillingen, men fra senere virksomhet på stedet. Fra kullgrop S4 foreligger to identiske dateringer fra to separate kullsjikt, med utslag til 1035/1040-1165 e. Kr. (KP10, KP12). Kullgropen ble imidlertid kun prøvestykket, og tolkningen av separate faser er dermed noe usikker. Kullprøvene fra kullgrop S4 ga noe eldre utslag enn resultatene fra sjaktovnene og slaggutkastet, men dette kan skyldes trevirket dateringene er foretatt på. Mens sjaktovnene og slaggutkastet er datert på kull fra bjørk, er kullgrop S4 datert på kull fra furu. Furuas høye egenalder kan dermed spille inn, og gi en noe eldre datering enn ved de øvrige analysene. De samlede resultatene fra jernvinneanlegget indikerer med andre ord at anlegget representerer én driftsfase ved overgangen til høymiddelalder, og at kullgropene har vært driftet som en integrert del av jernvinneanlegget.

Fra den enkeltliggende kullgropa S9 foreligger en datering til 1220-1265 e. Kr. (KP5), noe som tilsvarer høymiddelalder. Dette er noe senere enn jernvinneanlegget.

5.6 VURDERING AV UTGRAVNINGSRISULTATENE, TOLKNING OG DISKUSJON.

I forbindelse med gjeldende utgravning ble det dokumentert et jernvinneanlegg med to kullgrop, et slaggutkast, en blestertuft, et mulig malmlager og to blesterovner. I tillegg ble en enkeltliggende kullgrop undersøkt. Ovnsområdet lå i forlengelsen av blestertufta, og har sannsynligvis stått under tak i et åpent framrom eller skut. Det ble ikke påvist røsteplasser, men fravær av røsteplasser på anleggene er relativt vanlig på Beitostølen (Mjærum in prep.). Dette tyder på at røstingen har foregått andre steder, og deretter blitt fraktet til jernvinneanleggene. Id 126808 ligger heller ikke rett ved myrkanten, og det virker slik sett som om nærheten til tømmer for kullbrenning har

vært vektlagt fremfor umiddelbar tilgang på malm. At røsting har foregått på frittliggende røsteplasser er påvist på Gråfjellprosjektet (Rundberget 2007:279-307), men også ved Tyinkrysset i Vang (Gundersen 2008c).

Jernvinneanlegget viser en rekke likheter med tidligere utgravde anlegg i Valdres, spesielt på Dokkfløy og øvrige deler av Beitostølen, men utviser også en viss grad av variasjon. Lokaliteten er et viktig supplement til tidligere resultater fra området. Den helhetlige anleggsstrukturen har flere likhetstrekk med det Narmo definerer som JKS-anlegg, samt Larsens type IIC (jf. Larsen 2009:128, Narmo 1996:20).

Både ett- og toromstuffer er tidligere undersøkt på Beitostølen, men klare romoppdelinger forekommer nødvendigvis ikke (Mjærum 2004, 2005, 2006, in prep.). Tuftene er ofte konstruert ved hjelp av jordgravde voller, og syllsteiner forekommer sjelden. I hovedsak er tuftene konstruert rett på markoverflaten, men i et tilfelle var gulvflaten nedgravd (Mjærum in prep.). Nedgravde tufter er også kjent fra Tyinkrysset på Filefjell. Blestertuft S1 var delvis skåret ned i det skrånende terrenget, og lå delvis på en intakt markoverflate. En viss variasjon kan med andre ord spores, men årsaken til dette kan sannsynligvis spores i en praktisk tilpassing av tufta til det omkringliggende terrenget i hvert enkelt tilfelle. Syllsteinsrekka i den ene langsida inn mot ovnsområdet kan sannsynligvis også tilskrives en tilpasning til et ujevnt underlag, og er dermed ikke nødvendigvis et avvikende konstruksjonselement fra andre tufter på Beitostølen. I likhet med øvrige blestertufter på Beitostølen er det ikke påvist stolpehull. Blestertuften har sannsynligvis hatt delvis åpne langvegger. Verdien av fosfor og jern gir også inntrykk av at det har vært en inngang i bakre del av vestre langvegg, og muligens en åpen løsning inn mot ovnsområdet i østre langvegg. Både syllsteinrekken, slaggutkastets plassering og multielementanalysen indikerer imidlertid at vestre langside på motstående side har vært lukket ned mot ovnsområdet, og at slagget har vært spadd ut ved tuftas sørvestre hjørne. Det er likevel noe uklart nøyaktig hvordan tufta har vært konstruert.

Tufta var relativt stor, med et indre areal på 15,64 m², men ingen klar romoppdeling kunne spores. Den er derfor ikke definert som en toromstuft, men samsvarer heller ikke med de tradisjonelle ettromstuftene på Dokkfløy, eller den nedgravde ettromstufta på Møsasvø på Beitostølen (Jf. Larsen 1991; Mjærum 2004). Tufta er vesentlig større enn andre ettromstuftene, og det er da nærliggende å tolke det dit hen at den også har vært benyttet til opphold i løpet av virksomheten. Mangelen på funn av ildsted taler imidlertid imot en slik tolkning, og tuftas noe overdimensjonerte størrelse må sies å være et åpent spørsmål. Tufta har flere trekk som peker i retning av både Lars Erik Narmos (1996:92-119) A- og B-tufter, men faller ikke naturlig innenfor noen av kategoriene. Mens størrelsen peker i retning av B-tuftene, peker derimot den manglende romoppdelingen og kun et slaggutkast i retning av A-tuftene. Kategoriseringene virker dermed noe uhensiktsmessig i forhold til blestertufta på Beitostølen Helseportsenter.

Blesterovnene er mer eller mindre identiske med tidligere undersøkte blesterovner på Beitostølen og Dokkfløy, og kan defineres som sjaktovner med slaggtavpning (Larsen 1991, 2009; Mjærum in prep.). Størrelsen sammenfaller også med tidligere undersøkte ovner på Beitostølen, med en beregnet indre diameter på ca. 40 cm. Tilsvarende ovner er også dokumentert ved Tyinkrysset, men kan her være konstruert over en skiferhelle eller stor stein (Gundersen 2008b; Mjærum 2006). Ovnene var

konstruert over en grunn grop skåret ned i undergrunnen, som viste tydelige spor etter varmpåvirkning. Selve sjakta har bestått av grovmagret leire, som har vært støttet opp av flettverk eller bark, med ytre forskaling av kantstilte skiferheller. Rundt skiferhellene har det vært støttet opp med stor og mellomstor stein. To av slaggprøvene indikerer at slaggavtapningen ikke har foregått på bakkenivå, men noe over dette.

Malkonsentrasjon S8 har blitt tolket som et mulig malmlager, som har vært deponert nært opp til blesterovnene, i ovnenes bakkant. Et tilsvarende malmlager har også blitt påvist i forbindelse med utgravningene av et jernvinneanlegg på området for Beitostølen høyfjellshotell (Mjærum 2006).

Det er nærliggende å tolke kullgropene S4 og S5 som integrert i den helhetlige anleggsstrukturen, men kulluttrekket fra begge gropene strekker seg vekk fra anleggets sentrale aktivitetsområde. Dette kan skyldes at det har vært oppfattet som enklere å spa ut kullet i terrengets fallretning, og at kullet kan ha vært lagret i nedre del av feltet. Kullsjikt S6 i blestertufta ble under utgravningen tolket å være enten kullager eller spor etter tilførsel av kull, og strekker seg over vollen i retning av nedre del av feltet. Laget fikk imidlertid en etterreformatorisk datering, men kan være kontanimering av senere virksomhet. En slik organisering virker likevel noe uhensiktsmessig, med tanke på blåsebelgenes eventuelle plassering på samme arbeidsflate.

På de utgravde jernvinneanleggene på Dokkfløy er det generelt antatt at kullet har vært fraktet til ovnene fra ovnenes bakkant, gjennom en åpen løsning i blesteruftas kortvegg (Narmo 1996:101). Uavhengig av hvor på feltet kullet har vært lagret, er det nærliggende å se for seg at kullet har vært fraktet inn til ovnene via tuftas åpne kortende i sør. Det er likevel ingen spor etter tilførsel av kull fra denne kanten, eller direkte fra kullgropene mot ovnsområdet for den saks skyld. De radiologiske dateringene ovnsområdet, slaggutkastet og kullgrop S4 indikerer likevel at kullgropene enten ble driftet noe tidligere eller mer eller mindre samtidig som blestringen, og at kullgropene S4 og S5 dermed bør forstås som en integrert del av jernvinneanlegget. Den romlige organiseringen mellom blestertufta, ovnsområdet og kullgropene indikerer likeledes at anlegget ble driftet som en helhet. I malmlager S8 har det blitt dokumentert opptil tre separate kullsjikt, som kan stamme fra tilførsel av kull til ovnsområdet, hvorpå kull og malm har blitt tilført i ulike sekvenser. Kullsjiktens markante utforming gjør imidlertid fraværet av andre kullspor fra denne kanten slående, hvorpå man ikke sikkert kan konkludere på dette punktet. En mer omfattende multielementanalyse ville eventuelt kunne ha belyst dette nærmere.

De radiologiske dateringene fra jernvinneanlegget indikerer at anlegget ble driftet ved overgangen til høymiddelalder, eventuelt i tidlig høymiddelalder. Dette samsvarer godt med tidligere resultater fra Beitostølen, samt øvrige resultater fra tilsvarende anlegg i Valdres som helhet. Den enkeltliggende kullgropa S9 ble datert til høymiddelalder, og er noe yngre enn jernvinneanlegget. Resultatene ligger likevel innenfor kullgropenes hovedbrukstid, samt innenfor den mest intensive kull- og jernfremstillingen på Beitostølen i tidlig- og høymiddelalder.

Produksjonsvolumet på jernvinneanlegget er beregnet til å ligge på 1,5 – 3,5 tonn, med en sannsynlig middelvei på 2,8 tonn. Dette er vesentlig mer enn majoriteten av

tidligere undersøkte anlegg på Beitostølen, hvor det kun ser ut til at Menkestølen har hatt større produksjon (Mjærum in prep.). Man må imidlertid ta med i betraktningen at Mjærum har benyttet en annen formel for volumberegning av slagghaugen, noe som vil gi et gjennomgående lavere estimat enn den metoden som er benyttet i denne rapporten. Produksjonsberegningen ligger likevel innenfor de rammene som er kjent fra tidligere undersøkelser i området, samt Valdres som helhet.

Kjemiske analyser av slagg og malm fra anlegget indikerer en viss variasjon i malmsammensetningen i området. De inneholder et markant lavere innhold av fosfor, barium og mangan enn ved tidligere tilsvarende analyser fra Oppland.

6. KONKLUSJON

I forbindelse med forslag til reguleringsplan for Beitostølen Helse- og sportsenter ble det i juli 2010 undersøkt et jernvinneanlegg med to kullgroper på området. Det ble også foretatt undersøkelser av en frittliggende kullgrop. Utgravningen resulterte i dokumentasjon av en rektangulær blestertuft med to sjaktovner i front, som sannsynligvis har stått i et åpent framrom eller under et skut i forlengelsen av tufta. I tilknytning til blestertufta og ovnene lå det også et slaggutkast, hvor det ble dokumentert flere bunnskoller og store mengder renneslagg. Dette indikerer at blestringen har foregått i såkalte sjaktovner med slaggvapning, som tilsvarer Fase II i yngre jernalder og middelalder. De radiologiske dateringene fra anlegget underbygger denne tolkningen, og indikerer at blestringen har foregått i en bruksfase ved overgangen til høymiddelalder. Dette samsvarer godt med tidligere undersøkelser på Beitostølen og Dokkfløy. Den enkeltliggende kullgropa fikk en noe senere datering, men ligger likevel innenfor den mest intensive perioden med kull- og jernfremstilling på Beitostølen i tidlig- og høymiddelalder. Undersøkelsen ble supplert med multielementanalyser av jordprøver fra blestertufta, hvor verdier av fosfor og jern ble sammenlignet med tuftas strukturelle egenskaper. Analysen underbygger inntrykket av at tufta har hatt delvis åpne langsider.

Anleggstypen har en rekke fellestrekk med tidligere undersøkte anlegg på Beitostølen og Dokkfløy, men utviser også en viss grad av variasjon i forhold til disse. Resultatene fra gjeldende utgravningen er dermed et viktig supplement for forståelsen av jernvinna som helhet, og mer spesifikt for jernfremstillingen på Beitostølen i middelalder.

7. LITTERATUR

Amundsen, Øystein

2008 Kullgroper og andre groper. Datering av groper i utmark på Øvre Romerike i Akershus. *Nicolay arkeologisk tidsskrift* 105.

Bloch-Nakkerud, Tom

1987 *Kullgropen i jernvinna øverst i Setesdal*. Varia 15. Universitetets Oldsaksamling, Oslo.

Gundersen, Ingar M.

2008a *Rapport fra arkeologisk utgravning av kullgroper. Sveen 6/6, Grov 7/4, Bø 8/2, Kasa 9/2, Strand 10/4, Gudbrandslied, Vang kommune, Oppland*. Upublisert utgravningsrapport. Kulturhistorisk museum, Oslo.

- 2008b *Rapport fra arkeologisk utgravning av jernfremstillingsplass med kullgroper. Grov 7/4 og Strand 10/4, Vang, Oppland.* Upublisert utgravningsrapport. Kulturhistorisk museum, Oslo.
- 2008c *Rapport fra arkeologisk forundersøkelse med magnetometersøk. Sveen 6/6, Grov 7/4, Bø 8/2, Kasa 9/2, Strand 10/4, Gudbrandslie, Vang kommune, Oppland.* Upublisert utgravningsrapport. Kulturhistorisk museum, Oslo.
- 2011 *Arkeologiske registreringar i samband med 420 kV kraftlinje "Ørskog – Fardal".* Kulturhistorisk publikasjon nr. 3, Sogn og Fjordane fylkeskommune.
- 2012 *Rapport fra arkeologisk utgravning av jernvinneanlegg og kullgroper. Lille Rudi 50/17, Rudi 51/1, 51/3 og 51/4, Øystre Slidre, Oppland.* Upublisert utgravningsrapport. Kulturhistorisk museum, Oslo.

Kofstad, Per K. og Bjørn Pedersen

- 2010 Fosfor. *Store norske leksikon* (nettleksikon) [<http://www.snl.no/>], besøkt 14.03.2011.

Larsen, Jan Henning

- 1991 *Jernvinna ved Dokkfløyvatn. De arkeologiske undersøkelsene 1986-1989.* Varia 23. Universitetets Oldsaksamling, Oslo
- 2004 *Jernvinna på Østlandet i yngre jernalder og middelalder – noen kronologiske problemer.* *Viking* 2004.
- 2009 *Jernvinneundersøkelser. Faglig program, bind 2.* Varia 78. Kulturhistorisk museum, Fornminneseksjonen, Oslo.
- 2010 *Prosjektplan. Undersøkelse av automatisk fredete kulturminner (jernvinneanlegg med to kullgroper id 126808, kullgrop id 126807). Forslag til reguleringsplan for Beitostølen Helsesportområde. Okshovd vestre, 5/61, Øystre Slidre kommune, Oppland.* Upublisert prosjektplan. Kulturhistorisk museum, Oslo.

Mjærum, Axel

- 2004 *Rapport fra arkeologisk utgravning av jernvinneanlegg med kullgroper. Beito Søndre (3/4), Øystre Slidre, Oppland.* Upublisert utgravningsrapport. Kulturhistorisk museum, Oslo.
- 2005 *Rapport fra arkeologisk utgravning av jernvinneanlegg med kullgroper. Beito Søndre, 3/456, Øystre Slidre, Oppland.* Upublisert utgravningsrapport. Kulturhistorisk museum, Oslo.
- 2006 *Rapport fra arkeologisk utgravning av jernfremstillingsplass med kullgroper. Beito Høyfjellshotell (3/121), Øystre Slidre, Oppland.* Upublisert utgravningsrapport. Kulturhistorisk museum, Oslo.
- 2007 *Jord og jern – jernvinna på Beitostølen i middelalderen. Årbok for Valdres. Tidsskrift for Valdres historielag.* 84. årgang, s. 176-188.
- In prep. *Kullgroper og jernvinneanlegg fra middelalderen på Beitostølen i Valdres.* *Varia.* Kulturhistorisk museum, Oslo.

Narmo, Lars Erik

- 1996 *Jernvinna i Valdres og Gausdal – et fragment av middelalderens økonomi.* Varia 38. Universitetets Oldsaksamling, Oslo.
- 1997 *Jernvinne, smie og kullproduksjon i Østerdalen. Arkeologiske undersøkelser på Rødsmoen i Åmot 1994-1996.* Varia 43. Universitetets Oldsaksamling, Oslo.

Pilø, Lars

2008 *Overflaterregistrering i forbindelse med reguleringsplan for Beitostølen Helsesportsenter*. Upublisert registreringsrapport. Oppland fylkeskommune, Lillehammer.

Rundberget, Bernt

2007 *Jernvinna i Gråfjellområdet. Gråfjellprosjektet bind I. Varia 63*. Kulturhistorisk museum, Fornminneseksjonen, Oslo.

8. VEDLEGG

8.1. STRUKTURLISTE

STRUKTURLISTE 1

Str. nr.	Type	Kontekst	Form	Dimensjon (m)	Maksimal dybde/høyde (cm)	Element/ fyll	Prøver	Kommentar
S1	Tuft	Blestertuft	Rektangulær	7 x 4,8	32	Er skåret ned i langsiden i øst-nordøst og kortsiden i nord-nordvest, og delvis støttet opp med syllsteiner i langsiden i øst-sørøst.	VP1, KP4	Kullsjikt S6 og S12 inngår i tufta
S2	Stein-konsentrasjon	Ovnsområde	Oval	4,58 x 3,62	42	Mye stor stein iblandet rødbrun malmblandet sand, med knust sjaktmateriale, store stykker med bunnskoller og renneslagg	VP3, VP5, VP7 – VP12	Malmkonsentrasjon S8 og blesterovnene S10 og S11 inngår i ovnsområdet
S3	Slaggutkast	Slaggutkast	Oval	5,2 x 5	28	Mørk torvjord med renneslagg, bunnskoller og kull, samt enkelte steiner.	VP2, VP4, KP8, KP16	
S6	Kullsjikt	Blestertuft	Uregelmessig	4,1 x 3,5	4	Tynt og uregelmessig kullsjikt, med flere godt bevarte kullbiter	KP1	Ligger i tuft S1
S7	Slagg-konsentrasjon		Uregelmessig	2,4 x 1,1	5	Torvjord iblandet knuste slaggbiter, av både renneslagg, bunnskoller og sjaktmateriale. Mens noe av slagget er svært magnetisk, er andre biter uten magnetisme.		Ligger helt i utkanten av tuft S1 sørøst
S8	Malm-konsentrasjon	Ovnsområde	Avrundet	1,3 x 0,72	25	Rustrød finkornet malm med tre tydelige kullsjikt mot bunn	VP6, KP3	Er en del av ovnsområde S2. Kan være malmlager.
S10	Blesterovn	Ovnsområde	Sirkulær	Diameter 0,45 Indre diameter 0,4	27	Tykt lag med knust sjaktmateriale, iblandet noe slagg og stein, med et kullsjikt mot bunn. Ovnen er konstruert som en leiresjakt hvilende på knyttnevestore steiner, og som har vært støttet opp av kantstilte heller i ytterkant. Enkelte prøver av sjaktmateriale indikerer at leirsjakt også har vært støttet opp med flettverk eller bark. Under ovnen er en grunn kullblandet forsenkning med spor etter markant varmeutvikling.	VP58, KP2, KP15	Sjaktovn med slaggtapning, av type Fase II
S11	Blesterovn	Ovnsområde	Sirkulær	Diameter 0,50 Indre diameter 0,4	30	Identisk med S10. Sjaktveggen har med de bevarte hellene en tykkelse opptil 12 cm.	VP83, KP14	Sjaktovn med slaggtapning, av type Fase II
S12	Kullsjikt	Blestertuft	Uregelmessig	5,1 x 2,3	2	Noe organisk konsistens og små kullbiter. Gjenfinnes under deler av slaggutkastet. Kan være gammelt torvlag.	KP13	

STRUKTURLISTE 2 (KULLGROPER)

Struktur C-nr.	Under- søkelses- metode	Før utgraving						Etter utgraving			Kullag i milebunnen				Kommentar
		Ytre diam. (m)	Diam. toppvoll (m)	Indre diam. (m)	Dybde (m)	Nedskjæring	Form på gropa (bunn)	Ytre diam. (m)	Dybde (m)	Indre diam. (m)	Faser	Kassebunn, plan	Tykkelse (cm)	Profil, bunn- form	
S4 C57539/24-27	Prøvestikking	9,25 x 8,75	6,75 x 6,5	5,1 x 4,85	0,85	Sirkulær	Sirkulær	-	1,4	-	3	-	5 10 10	-	
S5 C57539/28-29	Prøvestikking	9,85 x 9,7	7 x 6,8	5,4 x 4,8	0,65	Sirkulær	Uregelmessig	-	1,45	-	1	Sanns. sirkulær	55	-	Delvis gjenfylt (rotvelt?)
S9 C57540/1	Prøvestikking	7,5 x 7,2	5 x 4,85	3,25 x 2,9	0,8	Oval	Sirkulær	-	-	-	1	-	-	-	Prøvestukket i vollen

8.2. PRØVER

LISTE OVER KULLPRØVER

Prøvenr.	Kontekst	C-nr.	NTNU Lab.nr.	Gram	Treslag	Kommentar	C14-datering	Kalibrert alder
KP1	S6, kullsjikt. Tatt ut i plan sentralt i tufta.	C57539/3	TRa-2051	3	40 biter bestemt, alle <i>pinus</i> (furu)	Prøven sendt inn til radiologisk datering	240 ± 30 BP	Y. enn 1650 e. Kr.
KP2	S10, blesterovn. Tatt ut i plan fra kullsjikt i ovnen under flategraving.	C57539/16	TRa-2053	5,1	40 biter bestemt, hvorav 17 <i>betula</i> (bjørk) og 23 <i>pinus</i> (furu)	Kun <i>betula</i> sendt inn til radiologisk datering	870 ± 30 BP	1165-1220 e. Kr.
KP3	S8, malmkonsentrasjon. Tatt ut i profil gjennom S2 og S8, fra bunnen.	C57539/14		1,6				
KP4	S1, tuft. Tatt ut i profil fra tverrgående sjakt, fra dypt kullag ved siden av steinhelle.	C57539/2		2,4				
KP5	S9, frittliggende kullgrop. Tatt ut i profil fra prøvestikk i vollen.	C57540/1	TRa-2052	11,1	40 biter bestemt, hvorav 39 <i>betula</i> (bjørk) og 1 <i>pinus</i> (furu)	Kun <i>betula</i> sendt inn til radiologisk datering	820 ± 30 BP	1220-1265 e. Kr.
KP6	S5, kullgrop. Tatt ut i profil fra prøvestikk, lag 1.	C57539/28		2				
KP7	S5, kullgrop. Tatt ut i profil fra prøvestikk, lag 3.	C57539/29		26,2	40 biter bestemt, alle <i>pinus</i> (furu)			
KP8	S3, slaggutkast. Tatt ut i profil.	C57539/22		2,9				
KP9	S4, kullgrop. Tatt ut i profil fra prøvestikk, lag 2.	C57539/24		25,3				
KP10	S4, kullgrop. Tatt ut i profil fra prøvestikk, lag 4.	C57539/25	TRa-2049	13,6	40 biter bestemt, alle <i>pinus</i> (furu)	Hele prøven sendt inn til radiologisk datering	935 ± 30 BP	1035-1165 e. Kr.

KP11	S4, kullgrop. Tatt ut i profil fra prøvestikk, lag 5.	C57539/26		106,1	40 biter bestemt, alle <i>pinus</i> (furu)			
KP12	S4, kullgrop. Tatt ut i profil fra prøvestikk, lag 6.	C57539/27	TRa-2050	9,2	40 biter bestemt, alle <i>pinus</i> (furu)	Hele prøven sendt inn til radiologisk datering	925 ± 30 BP	1040-1165 e. Kr.
KP13	S12, kullsjikt. Tatt ut i plan fra gjenværende rest av kullsjiktet inn mot ovnsområdet.	C57539/4	TRa-2055	4,5	40 biter bestemt, hvorav 39 <i>betula</i> (bjørk) og 1 <i>pinus</i> (furu)	Kun <i>betula</i> sendt inn til radiologisk datering	895 ± 30 BP	1055-1210 e. Kr.
KP14	S11, blesterovn. Tatt ut i plan fra flategravd ovn.	C57539/19	TRa-2054	0,2	20 biter bestemt, alle <i>betula</i> (bjørk)	Hele prøven sendt inn til radiologisk datering	885 ± 30 BP	1130-1215 e. Kr.
KP15	S10, blesterovn. Tatt fra bunn av ovnen, under bunnskolle VP58.	C57539/17		0,6				
KP16	S3, slaggutkast. Kullbiter samlet opp ved volumberegning av slagg.	C57539/23	TRa-2048	7,2	40 biter bestemt, hvorav 25 <i>betula</i> (bjørk) og 15 <i>pinus</i> (furu)	Kun <i>betula</i> sendt inn til radiologisk datering	885 ± 30 BP	1160-1215 e. Kr.

LISTE OVER NATURVITENSKAPELIGE PRØVER

C-nr	Funn-nr i felt	Strukturnr	Type	Beskrivelse	Mål (cm)
C57539/1	VP1	S1, tuft	Sjaktmateriale	Har tydelig kurvet form og slagg på innsiden	20 x 13 x 7
C57539/20	VP2	S3, slaggutkast	Slagg	Bunnskolle med deler av skiferhelle og noe rennestruktur	16 x 9 x 9
C57539/9	VP3	S2, ovnsområde	Slagg	Svært jernholdig bunnskolle med glasert overflate	12 x 8 x 6
C57539/21	VP4	S3, slaggutkast	Slagg	Renneslagg. Er tappet rett på grus.	8,5 x 7 x 2,5
C57539/5	VP5	S2, ovnsområde	Sjaktmateriale	Har en rett side med tydelig hjørne	22 x 16 x 7
C57539/13	VP6	S8, malmkonsentrasjon	Malm	Tatt ut i plan fra malmkonsentrasjonen. Deler av prøven sendt inn for metallurgiske analyser.	-
C57539/6	VP7	S2, ovnsområde	Sjaktmateriale	Sjaktveggen har vært reparert, og ligger i tre lag	18 x 15 x 8
C57539/12	VP8	Ved stein i utkanten av S2	Slagg	Renneslagg med intakt søyle fra avtappingen. Videre sendt til metallurgiske analyser.	6 x 6 x 4,5
C57539/10	VP9	S2, ovnsområde	Slagg	Bunnskolle med avtrykk etter slaggekrok/tang. Avtrykket måler 7 x 1,1 – 1,4 cm, og er 1,8 cm dypt	10 x 10 x 7
C57539/11	VP10	S2, ovnsområde	Slagg	Renneslagg med intakt søyle fra avtappingen	12 x 6 x 6,5
C57539/7	VP11	S2, ovnsområde	Sjaktmateriale	Med avtrykk etter bark/flettverk på innsiden	8 x 6 x 0,8
C57539/8	VP12	S2, ovnsområde	Sjaktmateriale	Med avtrykk etter flettverk	16 x 10,5 x 5
	VP13 – VP57	S1, tuft	Jordprøver	Tatt ut i plan for hver kvadratmeter i tuft. Se eget vedlegg med multielementanalyser.	-
C57539/15	VP58	S10, blesterovn	Slagg	Bunnskolle in situ i blesterovn	17 x 10 x 6
	VP59 – VP82	S1, tuft	Fosfatprøver	Tatt ut i plan for hver kvadratmeter i tuft	-
C57539/18	VP83	S11, blesterovn	Slagg	Bunnskolle funnet under sjaktveggen i blesterovn. Videre sendt til metallurgiske analyser.	11 x 9 x 8

8.3. FOTOLISTE

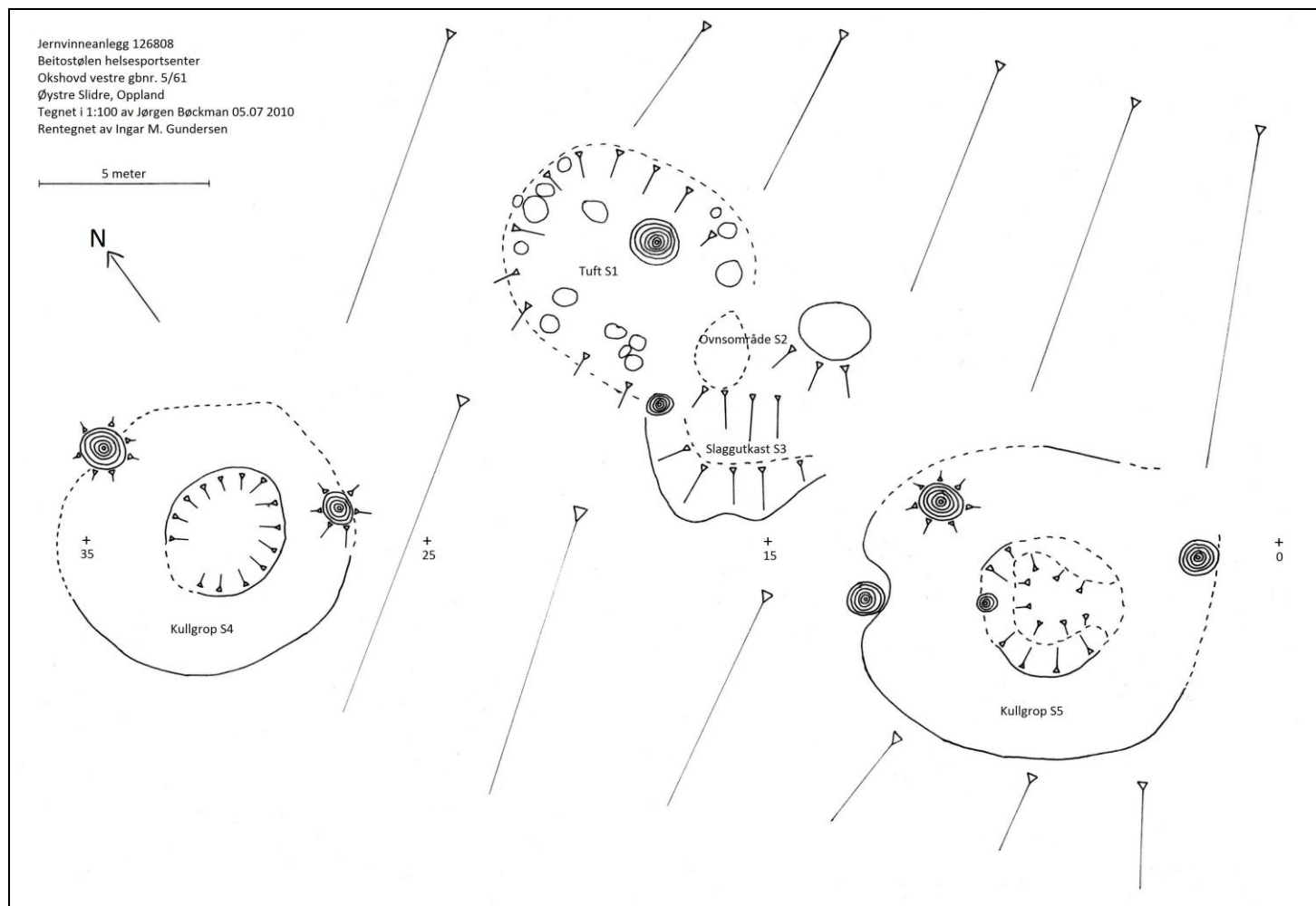
Fimnr	Motiv/merknader	Retning mot	Fotograf	Dato
Cf34259-1	Oversikt over feltet før avtorving	Vest-nordvest	Ingar M. Gundersen	5. jul.
Cf34259-2	Slaggutkast S3 før avtorving	Sørøst	Ingar M. Gundersen	5. jul.
Cf34259-3	Blestertuft S1 før avtorving	Sørøst	Ingar M. Gundersen	5. jul.
Cf34259-4	Blestertuft S1 før avtorving	Vest	Ingar M. Gundersen	5. jul.
Cf34259-5	Arbeidsbilde, avtorving	Vest-nordvest	Jørgen Bøckman	6. jul.
Cf34259-6	Arbeidsbilde, avtorving av tuft	Vest-nordvest	Jørgen Bøckman	6. jul.
Cf34259-7	Arbeidsbilde, avtorving	Vest-nordvest	Jørgen Bøckman	6. jul.
Cf34259-8	Arbeidsbilde, avtorving (etter rensing)	Vest-nordvest	Ingar M. Gundersen	9. jul.
Cf34259-9	Arbeidsbilde, avtorving	Vest-nordvest	Ingar M. Gundersen	9. jul.
Cf34259-10	Tuft S1, ovnsområde S2 og slaggutkast S3	Sør	Ingar M. Gundersen	9. jul.
Cf34259-11	Tuft S1, ovnsområde S2 og slaggutkast S3	Sør-sørøst	Ingar M. Gundersen	9. jul.
Cf34259-12	Tuft etter avtorving og rensing	Nordvest	Ingar M. Gundersen	9. jul.
Cf34259-13	Tuft S1, ovnsområde S2 og slaggutkast S3	Sør-sørvest	Ingar M. Gundersen	9. jul.
Cf34259-14	Tuft S1, ovnsområde S2 og slaggutkast S3	Sør-sørvest	Ingar M. Gundersen	9. jul.
Cf34259-15	Ovnsområde S2	Sør	Ingar M. Gundersen	9. jul.
Cf34259-16	Slaggutkast S3	Vest-sørvest	Ingar M. Gundersen	9. jul.
Cf34259-17	Arbeidsbilde	-	Ingar M. Gundersen	9. jul.
Cf34259-18	Oversikt over feltet	Vest-nordvest	Ingar M. Gundersen	12. jul.
Cf34259-19	Oversikt over feltet	Vest-nordvest	Ingar M. Gundersen	12. jul.
Cf34259-20	Tuft S1, ovnsområde S2 og slaggutkast S3	Nord-nordvest	Ingar M. Gundersen	12. jul.
Cf34259-21	Tuft S1, ovnsområde S2 og slaggutkast S3	Sør	Ingar M. Gundersen	12. jul.
Cf34259-22	Tuft S1, ovnsområde S2 og slaggutkast S3	Sør-sørvest	Ingar M. Gundersen	12. jul.
Cf34259-23	Slaggutkast S3	Nordøst	Ingar M. Gundersen	12. jul.
Cf34259-24	Ovnsområde S2	Øst-sørøst	Hilde Melgaard	12. jul.

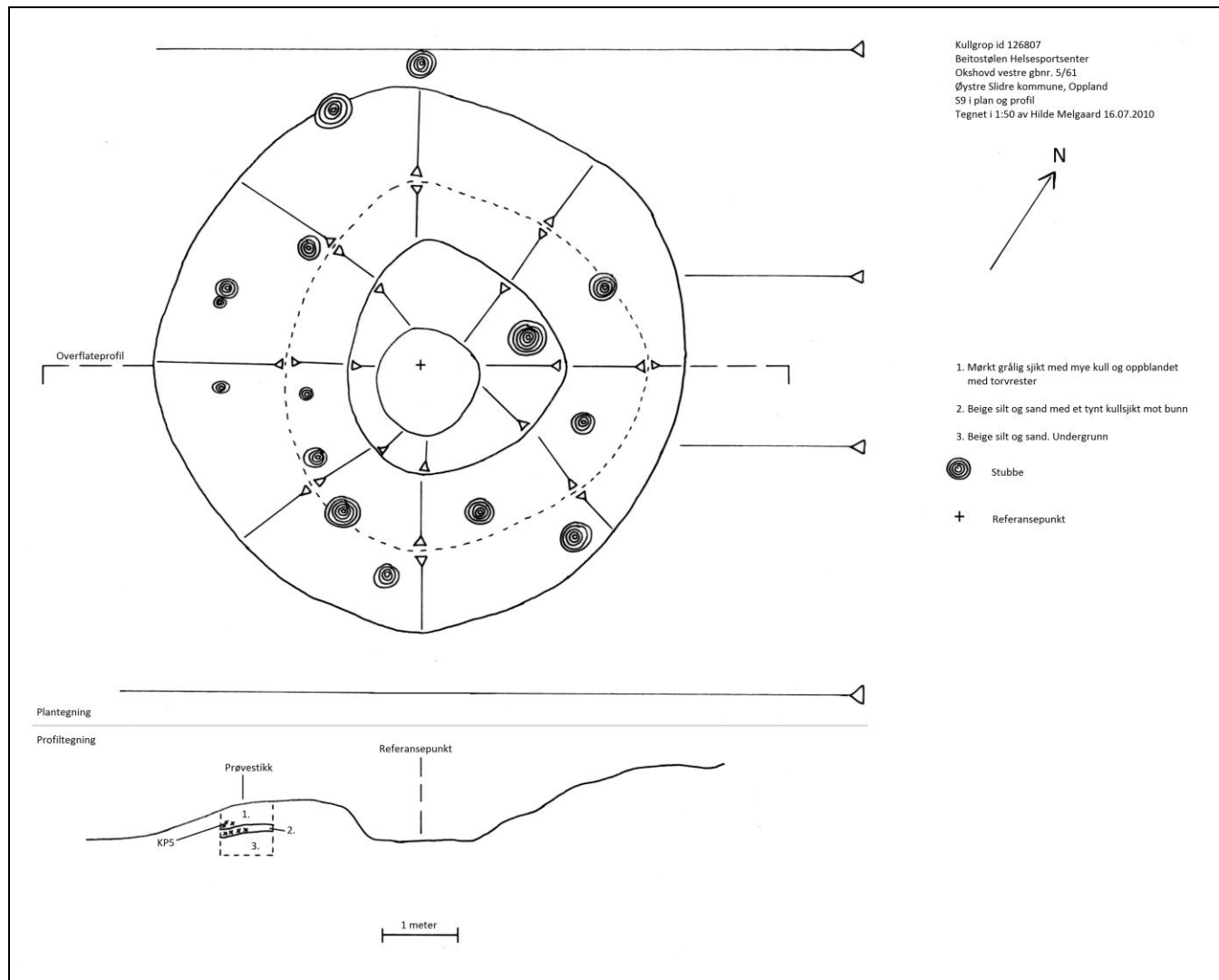
Cf34259-25	Slaggkonsentrasjon S7 i plan	Nord-nordøst	Jørgen Bøckman	13. jul.
Cf34259-26	Slaggkonsentrasjon S7 i plan	Sørvest	Jørgen Bøckman	13. jul.
Cf34259-27	Arbeidsbilde	-	Ingar M. Gundersen	13. jul.
Cf34259-28	Arbeidsbilde	-	Ingar M. Gundersen	13. jul.
Cf34259-29	Prøverute fra S3 for volumberegning av slagg	Øst-sørøst	Hilde Melgaard	14. jul.
Cf34259-30	Blesterovn S10 under framrensing	Sørøst	Ingar M. Gundersen	14. jul.
Cf34259-31	Blesterovn S10 under framrensing	Sør	Ingar M. Gundersen	14. jul.
Cf34259-32	Profil gjennom tuft S1, senter mot vest-sørvest	Nord-nordvest	Jørgen Bøckman	14. jul.
Cf34259-33	Profil gjennom tuft S1, senter mot vest-sørvest	Nord-nordvest	Jørgen Bøckman	14. jul.
Cf34259-34	Arbeidsbilde, framrensing av blesterovnene S10 og S11	-	Jørgen Bøckman	14. jul.
Cf34259-35	Arbeidsbilde, framrensing av blesterovnene S10 og S11	-	Jørgen Bøckman	14. jul.
Cf34259-36	Blesterovnene/sjaktovnene S10 og S11 under framrensing	Sør-sørøst	Ingar M. Gundersen	14. jul.
Cf34259-37	Blesterovnene/sjaktovnene S10 og S11 under framrensing	Nord-nordvest	Ingar M. Gundersen	14. jul.
Cf34259-38	Sjaktovnene S10 og S11, med slaggutkast S3 til høyre	Sør-sørvest	Ingar M. Gundersen	14. jul.
Cf34259-39	Sjaktovnene S10 og S11	Sør-sørøst	Ingar M. Gundersen	15. jul.
Cf34259-40	Sjaktovn S11 (foran) og S10 (bak)	Vest-sørvest	Ingar M. Gundersen	15. jul.
Cf34259-41	Sjaktovnene S10 og S11	Nord-nordvest	Ingar M. Gundersen	15. jul.
Cf34259-42	Detalj av sjaktovn S10	Nord-nordøst	Ingar M. Gundersen	15. jul.
Cf34259-43	Detalj av sjaktovn S11	Nord	Ingar M. Gundersen	15. jul.
Cf34259-44	Detalj av sjaktovn S11	Nordvest	Ingar M. Gundersen	15. jul.
Cf34259-45	Profil gjennom tuft S1, senter mot øst-nordøst	Nord-nordvest	Jørgen Bøckman	16. jul.
Cf34259-46	Profil gjennom tuft S1, senter mot øst-nordøst, nærmere	Nord-nordvest	Jørgen Bøckman	16. jul.
Cf34259-47	Profil gjennom tuft S1, senter mot øst-nordøst	Nord-nordvest	Jørgen Bøckman	16. jul.
Cf34259-48	Profil gjennom ovnsområde S2	Sør-sørøst	Ingar M. Gundersen	16. jul.
Cf34259-49	Profil gjennom ovnsområde S2	Sør-sørøst	Ingar M. Gundersen	16. jul.
Cf34259-50	Profil i tuft S1, lengderetning, høyere vinkel	Øst-nordøst	Jørgen Bøckman	16. jul.

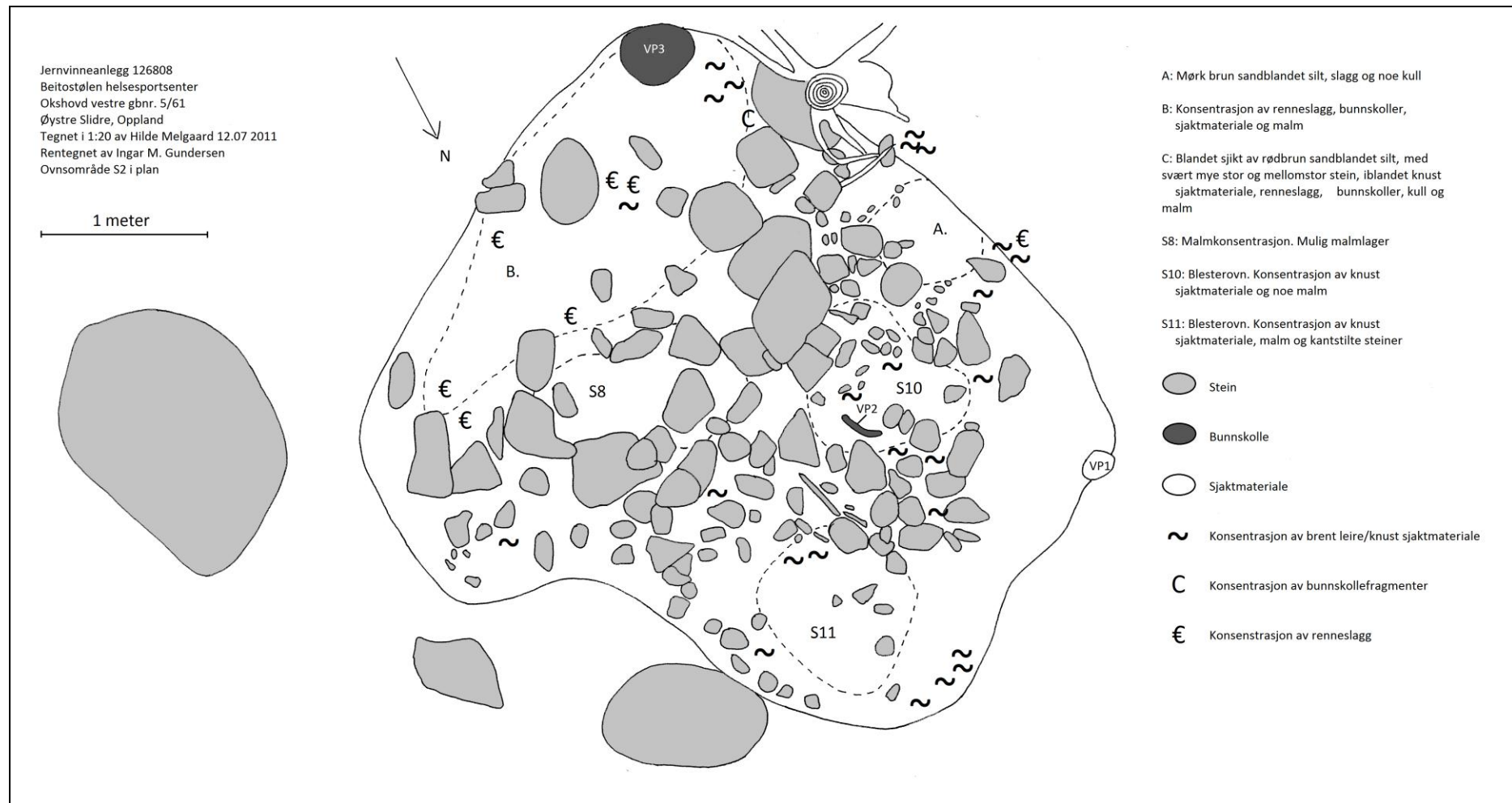
Cf34259-51	Profil i tuft S1, lengderetning, høyere vinkel	Øst-nordøst	Jørgen Bøckman	16. jul.
Cf34259-52	Profil i tuft S1, lengderetning, oversikt	Øst-nordøst	Jørgen Bøckman	16. jul.
Cf34259-53	Kullgrop S9 i plan	Vest	Hilde Melgaard	19. jul.
Cf34259-54	Kullgrop S9 i plan	Nord-nordøst	Hilde Melgaard	19. jul.
Cf34259-55	Profil i voll på kullgrop S9	Nord-nordvest	Hilde Melgaard	19. jul.
Cf34259-56	Kullgrop S4 i plan	Sør-sørvest	Ingar M. Gundersen	19. jul.
Cf34259-57	Kullgrop S4 i plan, med kulluttrekk mot sør	Nord	Ingar M. Gundersen	19. jul.
Cf34259-58	Flategravd prøvestikk (1) i milebunnen på kullgrop S5	Sør-sørvest	Ingar M. Gundersen	19. jul.
Cf34259-59	Kullgrop S5 i plan	Sør-sørvest	Hilde Melgaard	19. jul.
Cf34259-60	Kullgrop S5 i plan	Nord-nordvest	Hilde Melgaard	19. jul.
Cf34259-61	Slaggutkast S3 i profil, nedre del	Sør-sørøst	Jørgen Bøckman	20. jul.
Cf34259-62	Profil i prøvestikk 2 i kullgrop S5	Nord-nordøst	Hilde Melgaard	20. jul.
Cf34259-63	Tverrprofil i slaggutkast S3, hele	Øst-nordøst	Jørgen Bøckman	20. jul.
Cf34259-64	Profil i slaggutkast S3, øvre del	Nord-nordøst	Jørgen Bøckman	20. jul.
Cf34259-65	Profil i prøvestikk i kullgrop S4	Nordøst	Hilde Melgaard	20. jul.
Cf34259-66	Oversiktsbilde over S1, S10 og S11 i plan før fosfatkartlegging	Sør-sørøst	Jørgen Bøckman	22. jul.
Cf34259-67	Oversiktsbilde over S1, S10 og S11 i plan før fosfatkartlegging	Nord-nordvest	Jørgen Bøckman	22. jul.
Cf34259-68	Sjaktovnene S10 og S11, etter tømming	Sør-sørøst	Ingar M. Gundersen	22. jul.
Cf34259-69	Sjaktovnene S10 og S11, etter tømming	Vest-sørvest	Ingar M. Gundersen	22. jul.
Cf34259-70	Sjaktovnene S10 og S11, etter tømming	Nordvest	Ingar M. Gundersen	22. jul.
Cf34259-71	Sjaktovn S11	Nordvest	Ingar M. Gundersen	22. jul.
Cf34259-72	Sjaktovn S11	Øst-sørøst	Ingar M. Gundersen	22. jul.
Cf34259-73	Sjaktovn S10	Sør-sørøst	Ingar M. Gundersen	22. jul.
Cf34259-74	Sjaktovn S10	Nord	Ingar M. Gundersen	22. jul.
Cf34259-75	Sjaktovn S10	Nordvest	Ingar M. Gundersen	22. jul.
Cf34259-76	Sjaktovn S10	Sør-sørøst	Ingar M. Gundersen	22. jul.

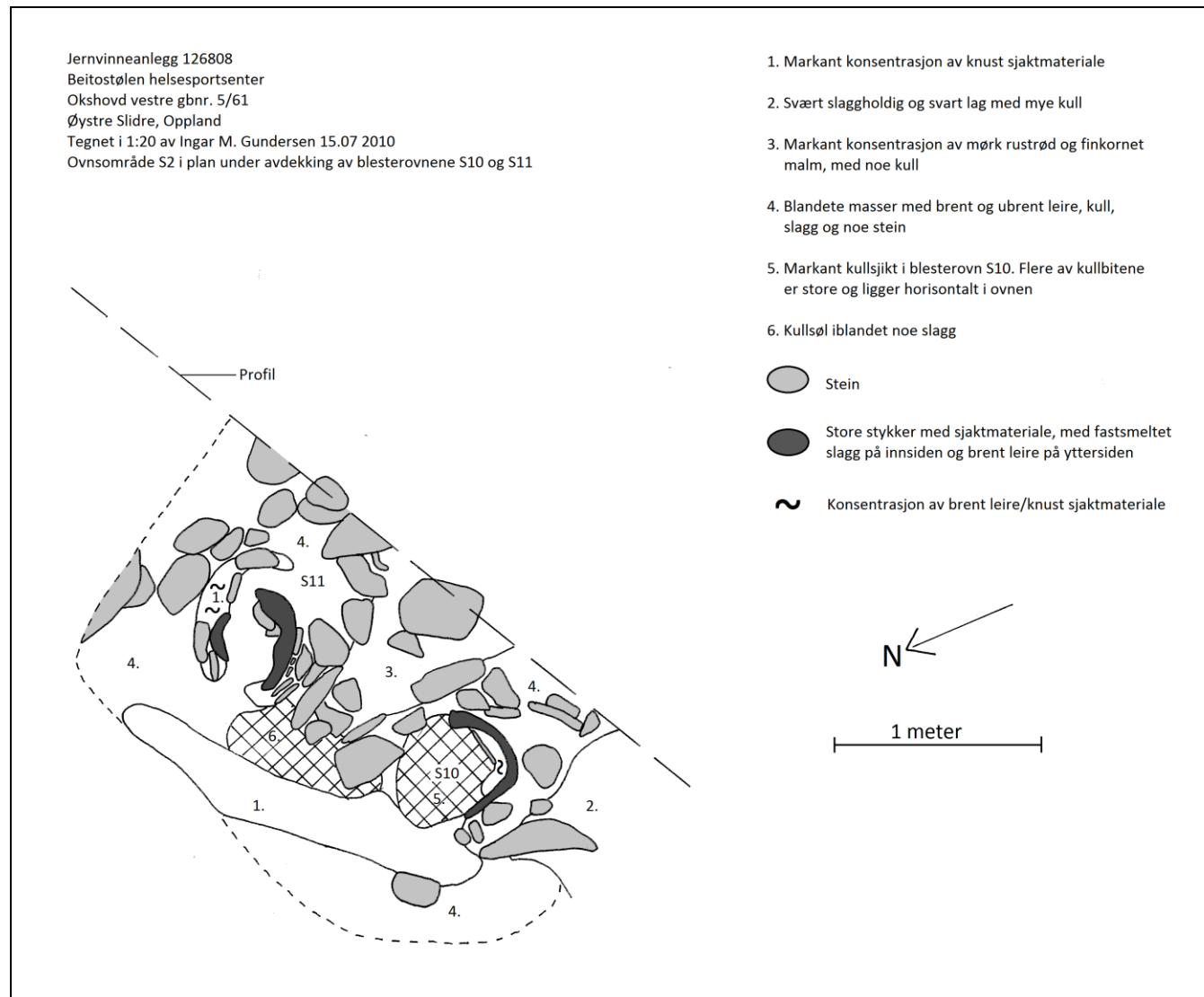
Cf34259-77	Sjaktovn S11	Sør-sørøst	Ingar M. Gundersen	22. jul.
Cf34259-78	Arbeidsbilde, Jørgen fosfatkartlegger	-	Ingar M. Gundersen	22. jul.
Cf34259-79	Sjaktovn S10 i plan, etter at sjaktveggen er fjernet	Sørøst	Jørgen Bøckman	23. jul.
Cf34259-80	Sjaktovn S11 i plan, etter at sjaktveggen er fjernet	Sørøst	Jørgen Bøckman	23. jul.
Cf34259-81	Profil av ovnsgrop i sjaktovn S10	Sør-sørøst	Jørgen Bøckman	23. jul.
Cf34259-82	Profil av ovnsgrop i sjaktovn S11	Sør-sørøst	Jørgen Bøckman	23. jul.
Cf34259-83	Profil gjennom ovnsgropene i S10 og S11	Sør-sørøst	Jørgen Bøckman	23. jul.
Cf34259-84	Oversikt over feltet ved avslutning av prosjektet	Vest-nordvest	Ingar M. Gundersen	23. jul.
Cf34259-85	Oversikt over feltet ved avslutning av prosjektet	Sør	Ingar M. Gundersen	23. jul.
Cf34259-86	Detaljfoto av sjaktvegg (C57539/6). Legg merke til de ulike fasene med reparasjon	-	Ingar M. Gundersen	21. feb.
Cf34259-87	Detaljfoto av sjaktvegg (C57539/6). Legg merke til de ulike fasene med reparasjon	-	Ingar M. Gundersen	21. feb.
Cf34259-88	Detaljfoto av bunnskolle med avtrykk etter slaggekrok/tang (C57539/10)	-	Ingar M. Gundersen	21. feb.
Cf34259-89	Detaljfoto av bunnskolle med avtrykk etter slaggekrok/tang (C57539/10)	-	Ingar M. Gundersen	21. feb.
Cf34259-90	Detaljfoto av renneslagg med avlsuttet søyle fra slaggtapningen (C57539/11)	-	Ingar M. Gundersen	21. feb.
Cf34259-91	Detaljfoto av renneslagg med avlsuttet søyle fra slaggtapningen (C57539/11)	-	Ingar M. Gundersen	21. feb.
Cf34259-92	Detaljfoto av bunnskolle (VP58) funnet in situ i blesterovn S10	-	Ingar M. Gundersen	21. feb.
Cf34259-93	Detaljfoto av bruddflate på bunnskolle (VP58) funnet in situ i blesterovn S10	-	Ingar M. Gundersen	21. feb.
Cf34259-94	Detaljfoto av renneslagg (VP4) fra slaggtkast S3	-	Ingar M. Gundersen	21. feb.
Cf34259-95	Detaljfoto av sjaktmateriale med avtrykk etter bark/flettverk (VP11) fra ovnsområde S2	-	Ingar M. Gundersen	21. feb.

8.4. TEGNINGER

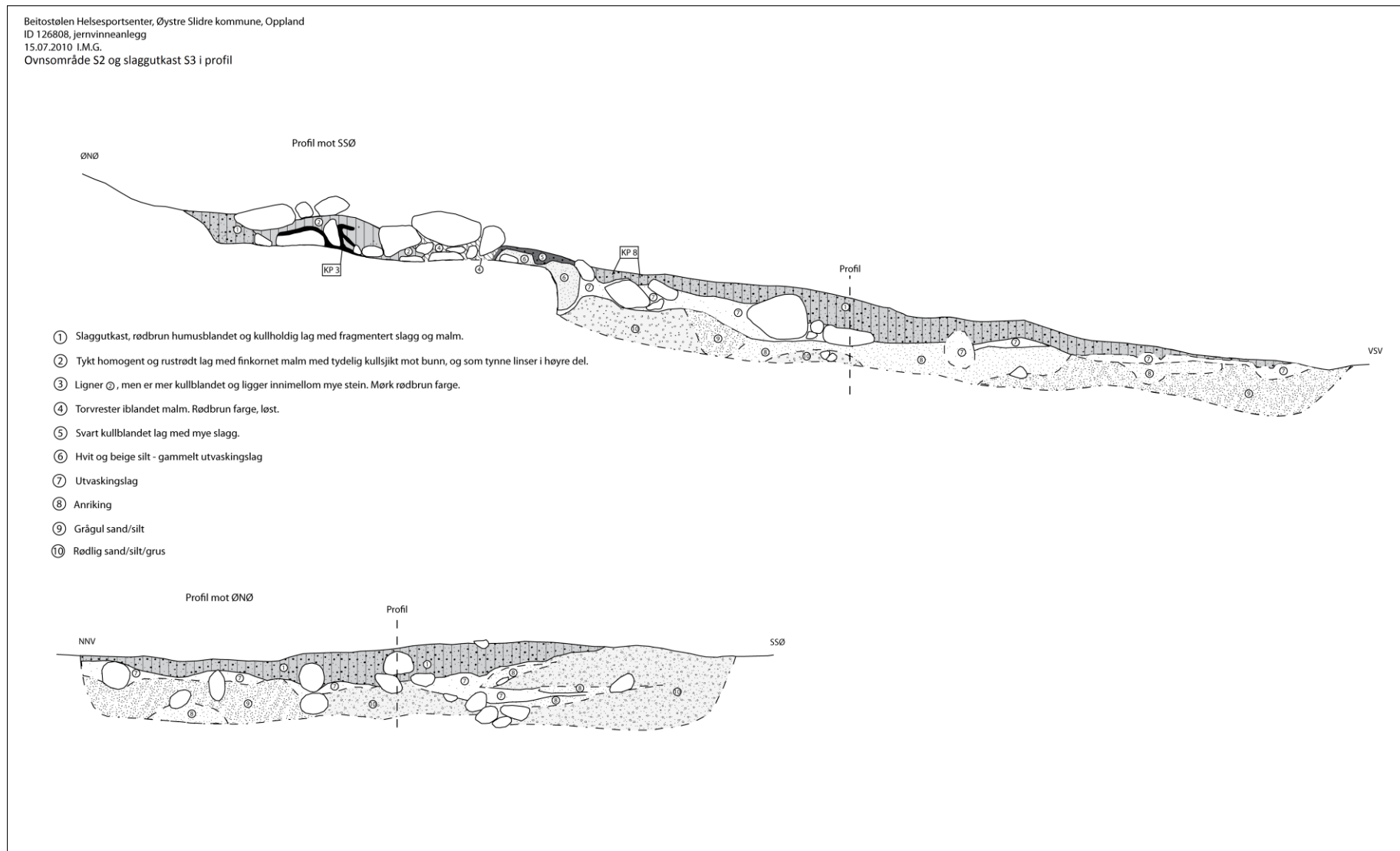


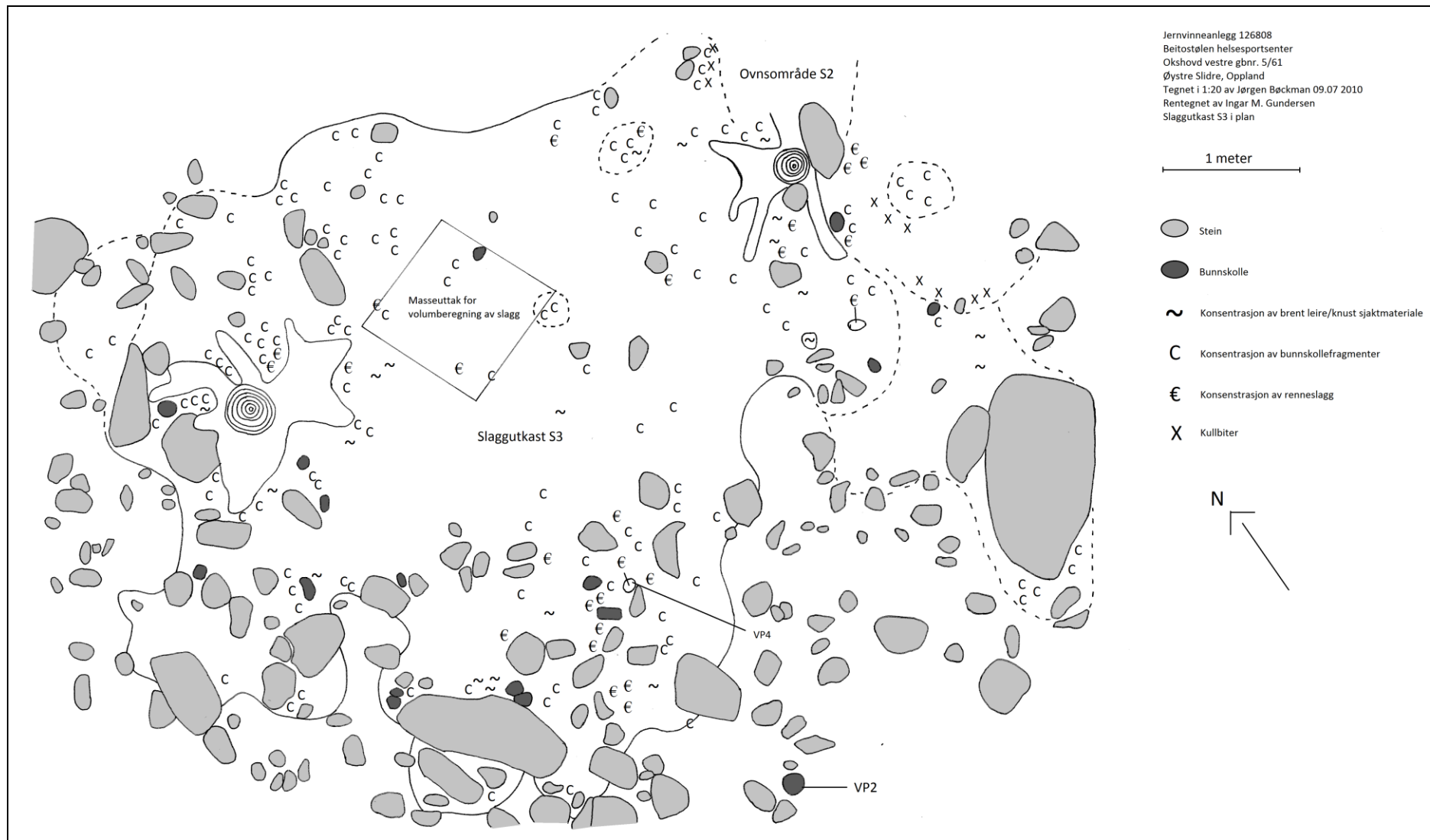


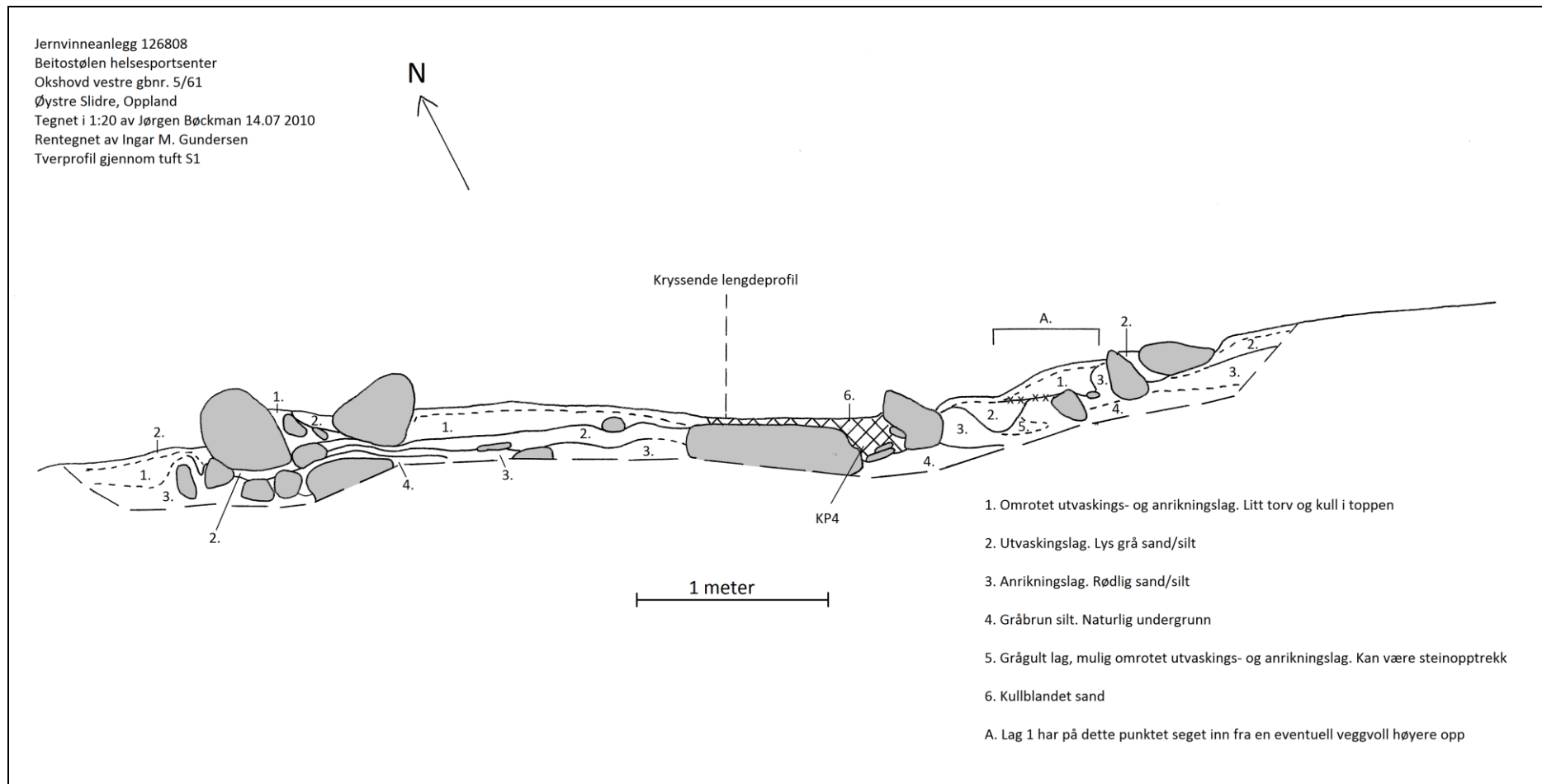






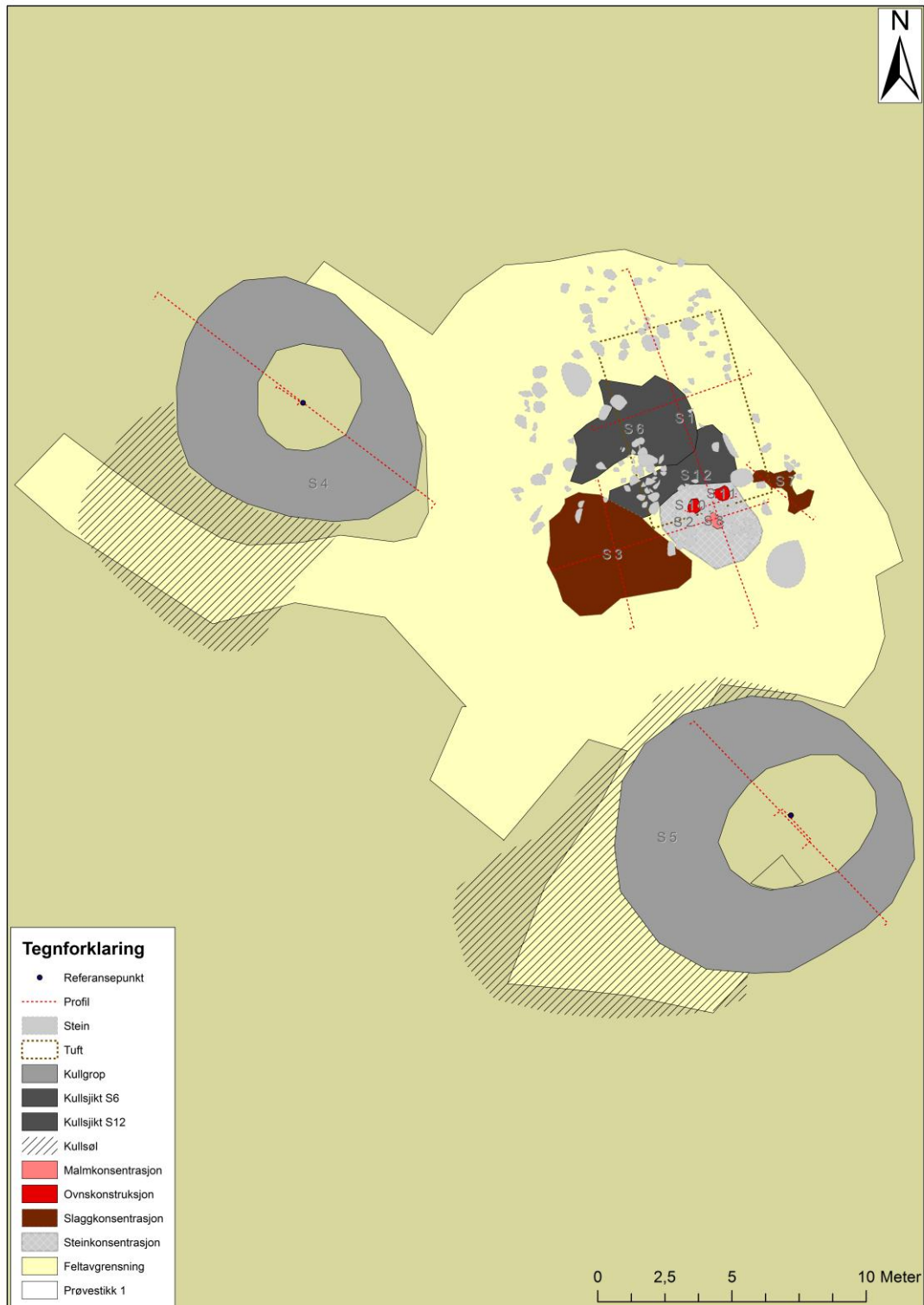


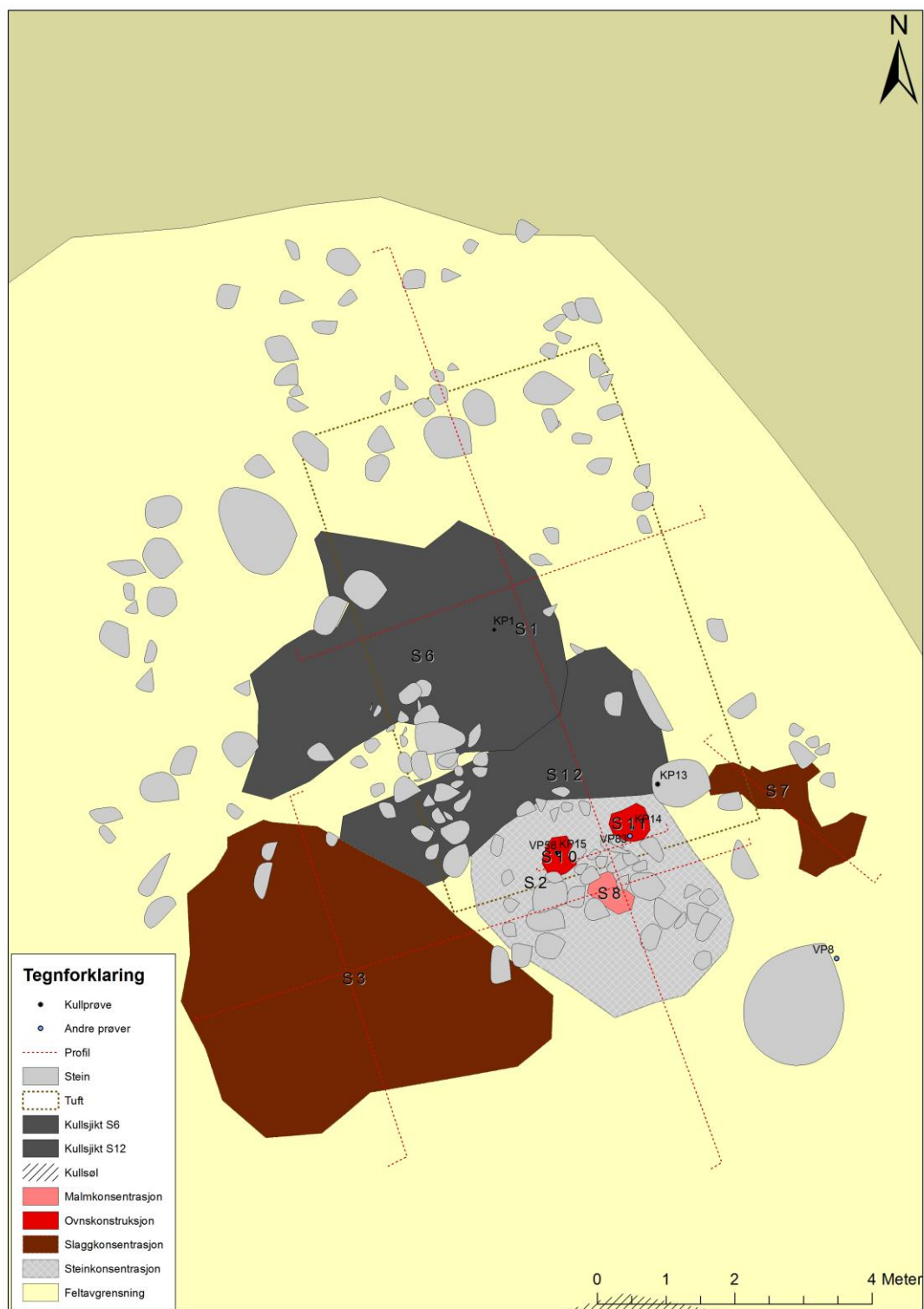


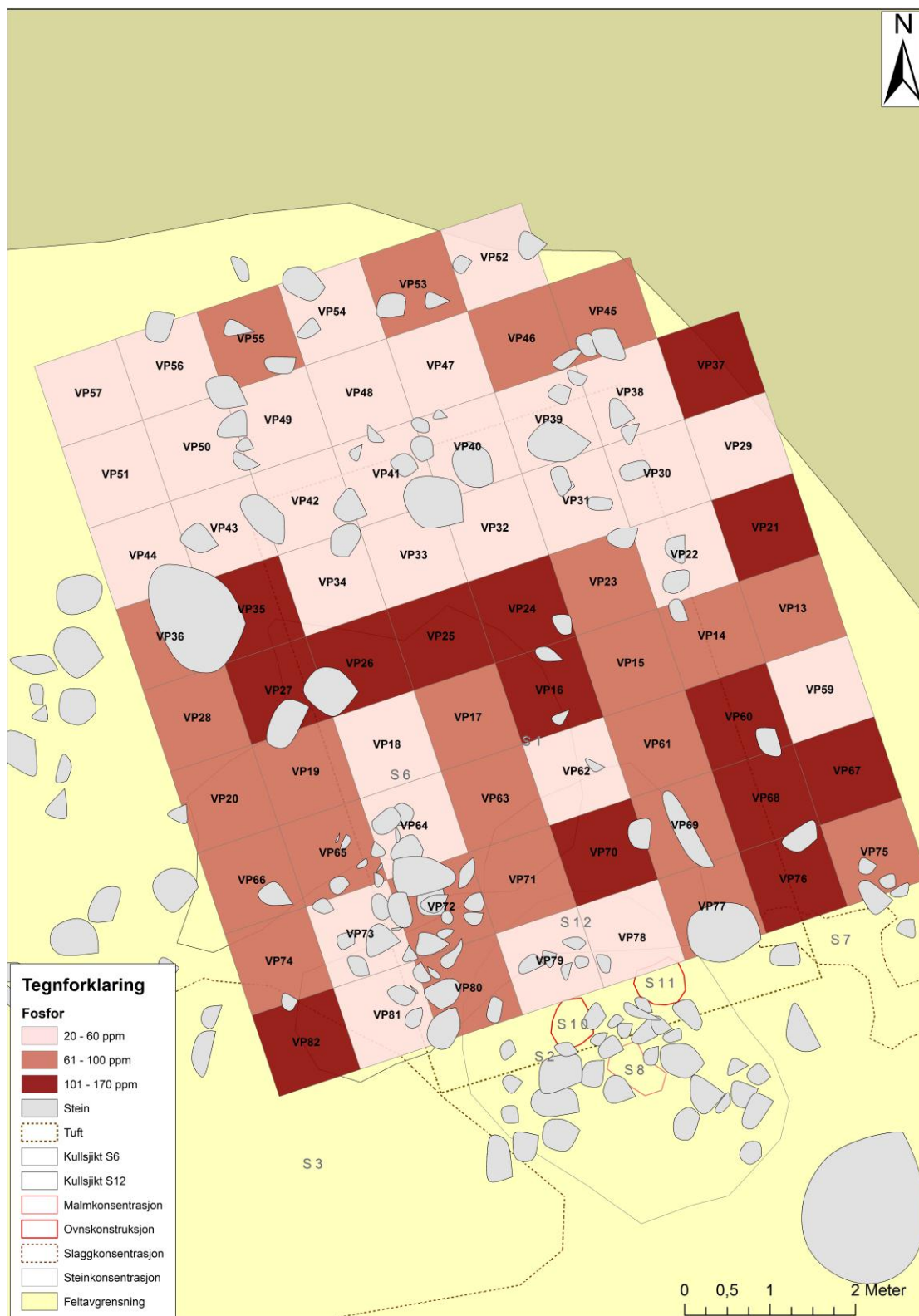


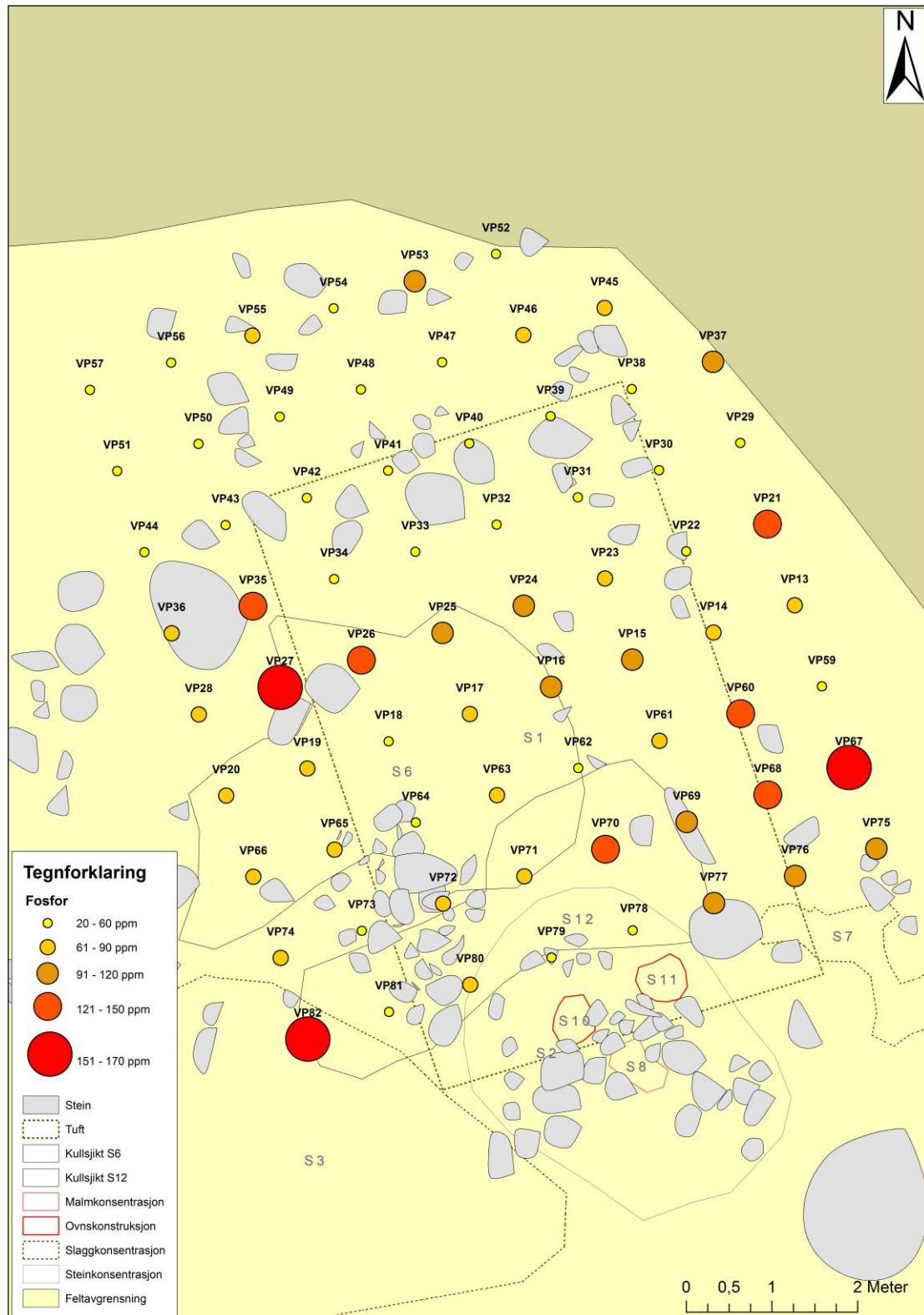
8.5. DIGITAL INNMÅLING

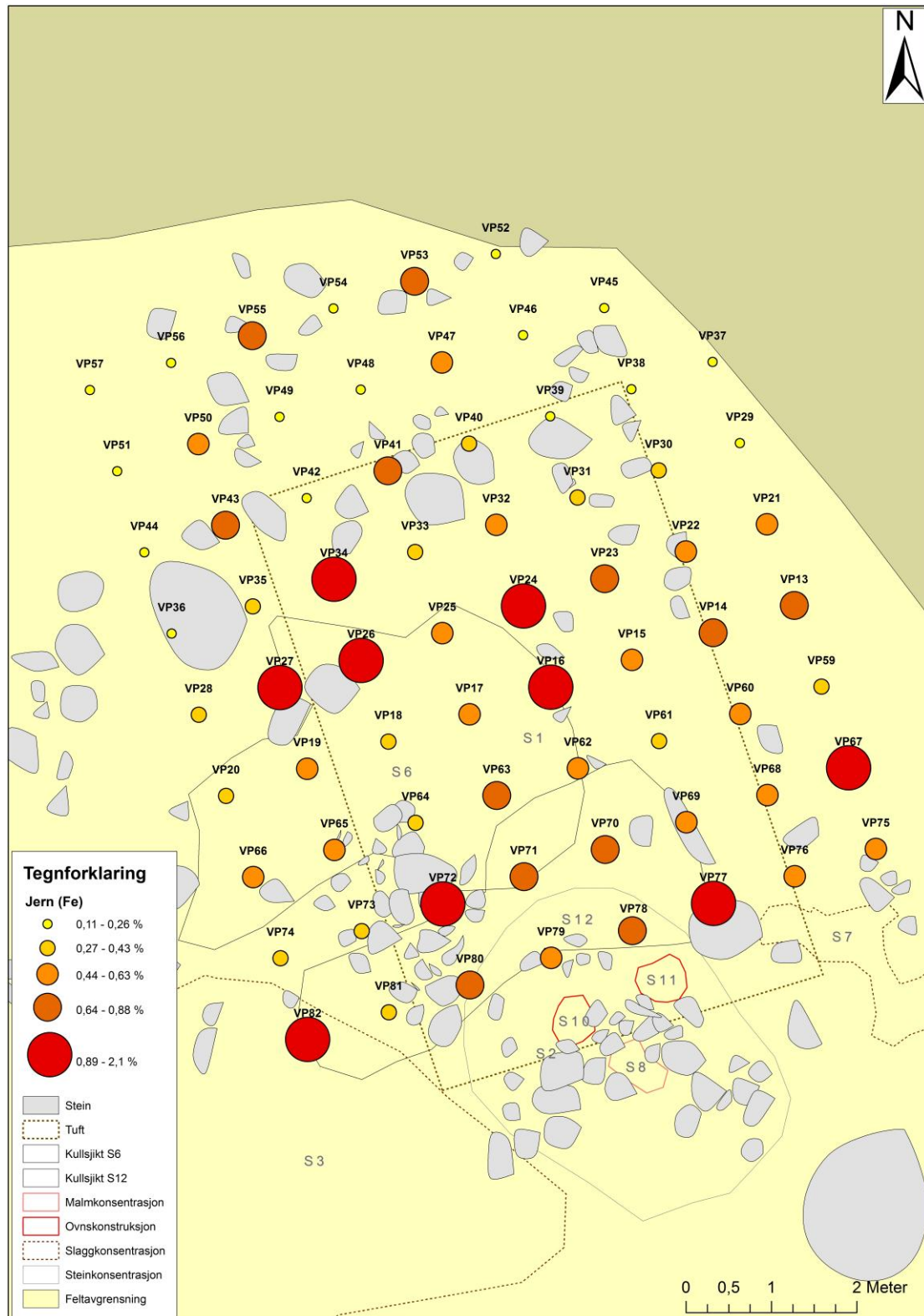
Innmåling og databehandling: Kjetil Loftsgarden og Rune Borvik





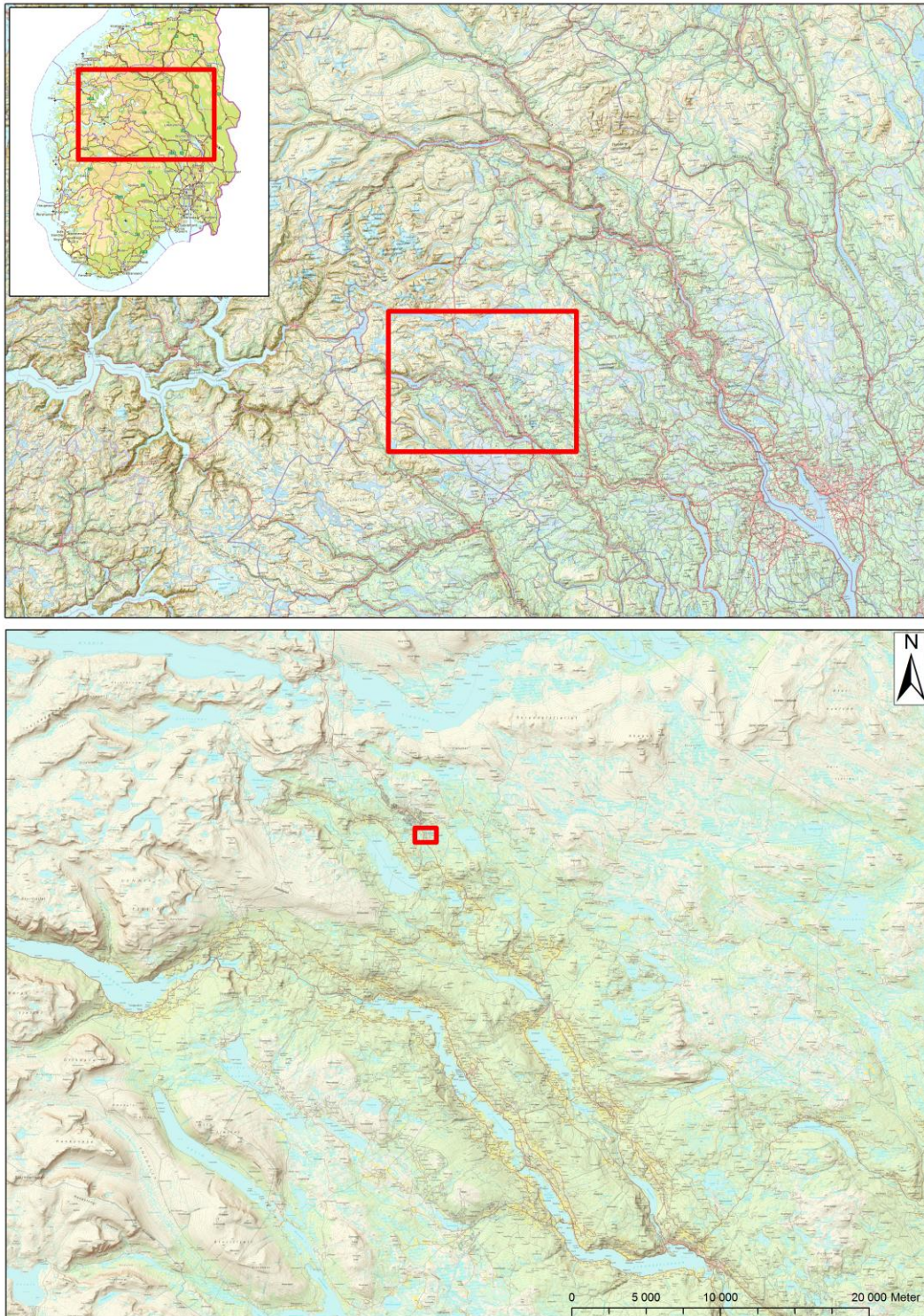


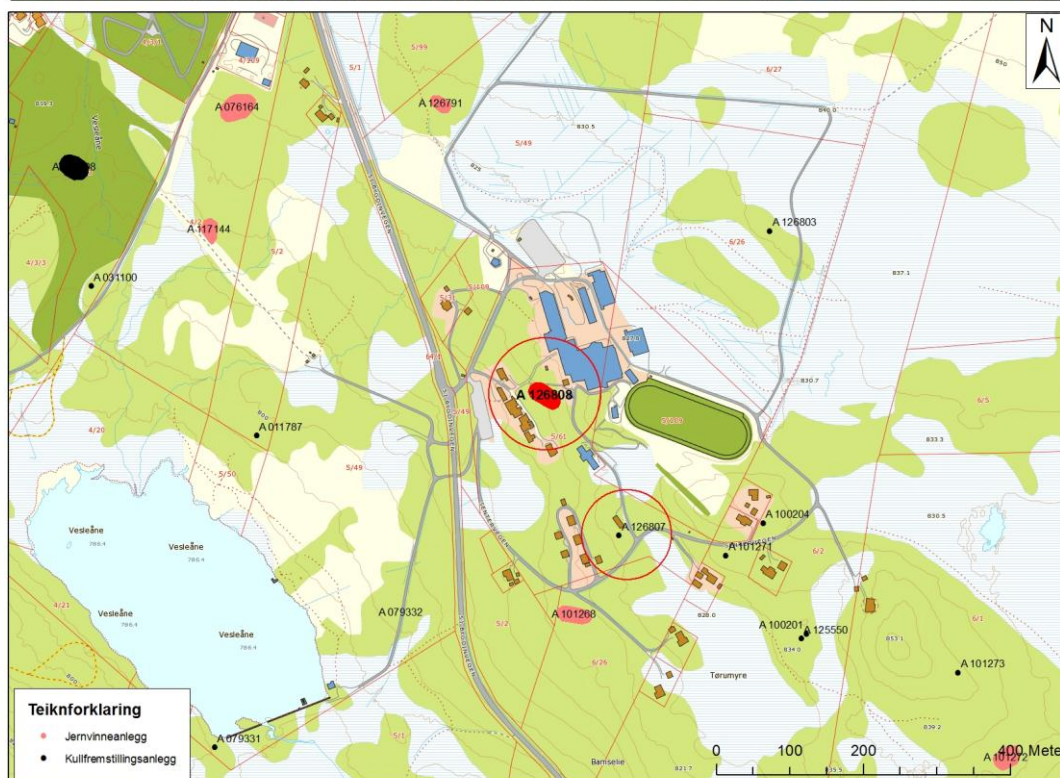
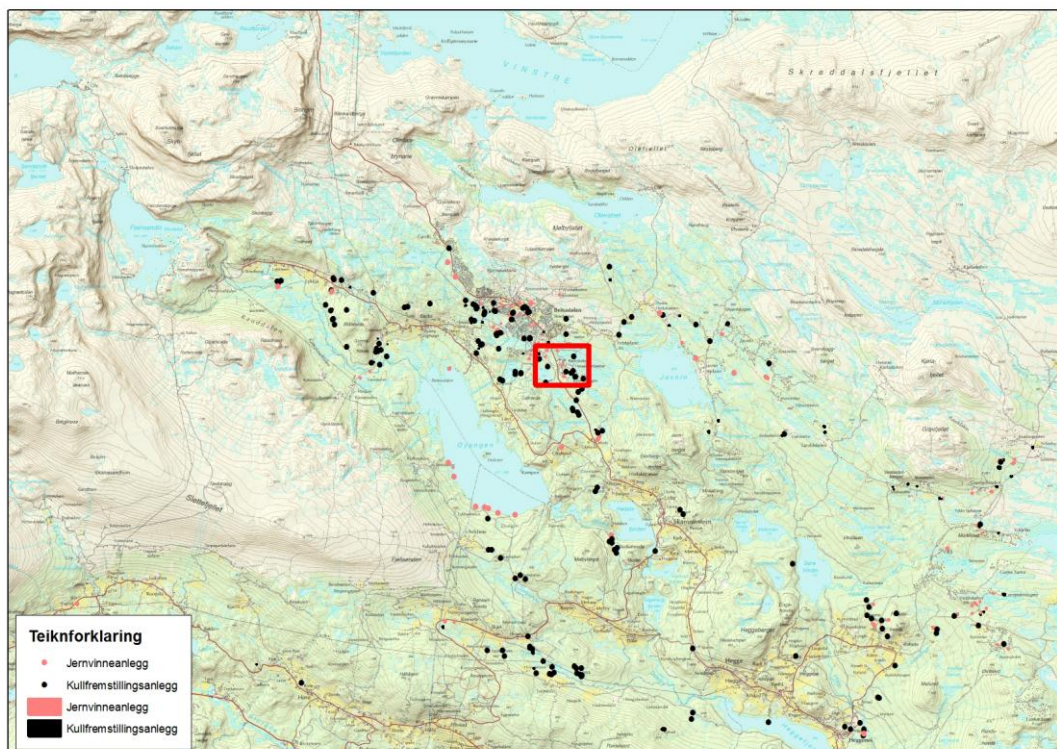


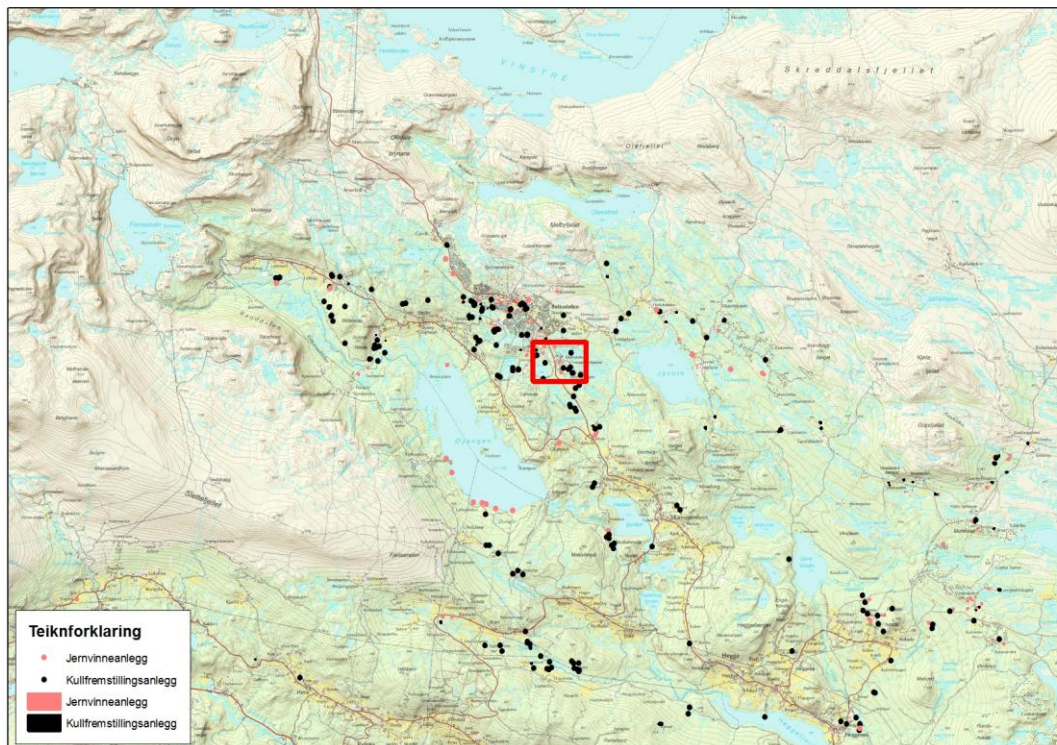


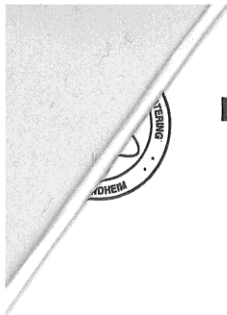
8.6 OVERSIKTSKART

Alle kart: Kartgrunnlag: Statens kartverk. Tillatelsesnummer NE12000-150408SAS.
Produsert av Kjetil Loftsgarden







8.7. ANALYSER**8.7.1 DATERINGSRAPPORT FRA NASJONALLABORATORIET FOR C14-DATERING****LABORATORIET FOR RADIOLOGISK DATERING**

Adr.: NTNU – Gløshaugen, Sem Sælandsv. 5, 7491 Trondheim
Telefon 73593310 Telefax 73593383

DATERINGSRAPPORT

Oppdragsgiver: Larsen, Jan H.
Kulturhistorisk Museum, Fornminneseksjonen
Postboks 6762 St. Olavs plass, 0130 Oslo

DF-4438

Lab. ref.	Oppdragsgivers ref.	Materiale	Datert del	¹⁴ C alder før nåtid	Kalibrert alder	δ ¹³ C ‰
TRa-2048	KP16, S3 Okshovd vestre Øystre Slidre, Oppland	Trekull Bjørk		885 ± 30	AD1160-1215	-27.1
TRa-2049	KP10, S4 Okshovd vestre Øystre Slidre, Oppland	Trekull Furu		935 ± 30	AD1035-1165	-24.7
TRa-2050	KP12, S4 Okshovd vestre Øystre Slidre, Oppland	Trekull Furu		925 ± 30	AD1040-1165	-25.6
TRa-2051	KP1, S6 Okshovd vestre Øystre Slidre, Oppland	Trekull Furu		240 ± 30	Y.enn AD1650	-26.0
TRa-2052	KP5, S9 Okshovd vestre Øystre Slidre, Oppland	Trekull Bjørk		820 ± 30	AD1220-1265	-25.3
TRa-2053	KP2, S10 Okshovd vestre Øystre Slidre, Oppland	Trekull Bjørk		870 ± 30	AD1165-1220	-26.4
TRa-2054	KP14, S11 Okshovd vestre Øystre Slidre, Oppland	Trekull Bjørk		885 ± 30	AD1130-1215	-26.4
TRa-2055	KP13, S12 Okshovd vestre Øystre Slidre, Oppland	Trekull Bjørk		895 ± 30	AD1055-1210	-26.9

Dato: 04 MAR 2011

Laboratoriet for Radiologisk Datering

Helene Svarva
Helene Svarva

Einar Værnes
Einar Værnes

8.7.2 METALLURGISKE ANALYSER FRA UV GAL



Riksantikvarieämbetet
Avdelningen för arkeologiska undersökningar

UV GAL RAPPORT 2011:13
GEOARKEOLOGISK UNDERSÖKNING

Järnframställning under 1100-/1200-tal

Kemisk analys av slagg och malm från Beitostølen helsesportsenter
Askeladden id 126808.

Okshovd vestre 5/61, Øystre Slidre kommune, Oppland, Norge

Lena Grandin



UV GAL RAPPORT 2011:13
GEOARKEOLOGISK UNDERSÖKNING

Järnframställning under 1100-/1200-tal

Kemisk analys av slagg och malm från Beitostølen helsesportsenter
Askeladden id 126808.
Okshovd vestre 5/61, Øystre Slidre kommune, Oppland, Norge

Lena Grandin



Riksantikvarieämbetet
Avdelningen för arkeologiska undersökningar



Riksantikvarieämbetet
Avdelningen för arkeologiska undersökningar
UV Mitt
Portalgatan 2A
754 23 Uppsala
Växel: 010-480 80 30
Fax: 010-480 80 47

e-post: uvupsala@raa.se
e-post: fornamn.efternamn@raa.se
www.arkeologiuv.se

Figur på framsidan. Slagg i delat tvärsnitt, från slaggtappningsugn.

© 2011 Riksantikvarieämbetet
UV Uppsala Rapport 2011:13
ISSN 1654-7950
Utskrift Uppsala, 2011

Innehåll

Sammanfatning	7
Abstract	8
Inledning	9
Uppdrag	9
Bakgrund	9
Platsen i fokus och i ett større perspektiv	10
Metod	10
Okulär granskning	10
Provtagning	10
Kemiska analyser	11
Mikroskopering av slaggsprov	11
Presentation och utvärdering av analyser	11
Resultat	12
Platsen	12
Slaggen	12
C57539/12 "Renneslagg med tappesøyle fra slaggtapningen, funnet i utkanten av ovnsområdet"	12
C57539/18 "Bunnsolle funnet under sjaktveggen i en av blesterovnene"	14
Malmen	16
C57539/13 "Malmpøve tatt ut fra en markant malmkonsentrasjon i ovnsområdet. Mulig malmlager"	16
Kemiska analyser	17
Tolkning	19
Referenser	20
Administrative oppgifter	22
Figurer	24
Tabellførteckning	24

Sammanfattning

En järnframställningsplats som har daterats till 1130–1220 e.Kr. har undersökts av Kulturhistorisk Museum i Oslo. Platsen ligger i Øystre Slidre kommune i Oppland, Norge, i ett utmarksområde på ca 900 meters höjd i Beitostolen. På platsen dokumenterades bland annat två blästugnar, ett slaggutkast och två kolgropar.

Ugnarna är av slaggtappningstyp och har en underliggande grop där slagg också har samlats. Slagg av båda typer har analyserats. Kemiska analyser visar stor likhet mellan de båda slaggerna. Jämfört med tidigare analyserade slaggar från Oppland tillhör dessa de slaggar som har lågt innehåll av bland annat mangan, fosfor och barium, men tämligen högt vanadininnehåll. Även den analyserade malmen visar likartade proportioner för t.ex. mangan, fosfor, barium, vanadin och de sällsynta jordartsmetallerna.

Abstract

An iron production site, in Beitostolen in Øystre Slidre, Oppland, Norway dated to AD 1130–1220, has been excavated by the Cultural museum in Oslo. At the site, found at 900 m.a.s.l., remains of two bloomery furnace, a slag heap, and two charcoal pits were documented.

The furnaces are of the shaft furnace type, constructed for slag tapping, and an additional underlying pit where slag also can be concentrated. Slag samples of both types have been analysed. Their elemental composition is very similar. In comparison with previously analysed slag from the vast iron production region in Oppland covering at time span of approximately 1500 years, they are among those with low content of many elements as the characteristic manganese, phosphorus and barium. However, their content the trace element vanadium is among the highest registered in Oppland. An ore sample from the site has comparable ratios of characteristic elements, including many trace elements also the rare earth elements.

Inledning

Uppdrag

Geoarkeologisk Laboratorium (GAL), vid Riksantikvarieämbetet har fått i uppdrag av Jan Henning Larsen och Ingar M. Gundersen ved Kulturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, att analysere slagge og malm från en utgrävning ved Beitostolen helsesportsenter, Okshovd vestre 5/61, Øystre Slidre kommune, Oppland. Materialet kommer från en järnframställningsplats daterad till 1130–1220 e. Kr.

Bakgrund

Kulturhistorisk museum gjennomfører varje år ett stort antal utgrävningar med anledning av utbyggnader i samhället, blant annet av järnframställningsplatser. I undersökningarna ingår arkeometallurgiska analyser för att få upplysningar om produktion, process och kvalitet. Som en del i varje enskild undersökning är det också viktigt att kunna jämföra olika anläggningar och regioner med varandra. Vid museet har också ett projekt, "Iron Origins", startats för att utreda om det är möjligt att proveniensbestämma järnfynd från järnålder, speciellt vikingatid, och medeltid. Som ett led i projektet ingår analyser av slagger för att bygga upp en referenssamling för framtida analyser av järnfynd. Slagger har kontinuerligt analyserats från flera undersökningar av järnframställnings- och smidesplatser genom åren, bland annat av Arne Espelund (2003, 2004, 2009), Vagn Buchwald (2005) och Geoarkeologisk Laboratorium GAL (Grandin m.fl. 2004, 2005, 2006; Andersson & Grandin 2008; Andersson m.fl. 2006), och dessa utgör en grund i en sådan undersökning. Den omfattande arkeologiska undersökningen av järnframställningsområdet i Gråfjell, Hedmark, inkluderade ett stort antal analyser av slagger men även järn (t.ex. Espelund 2003, 2004; Espelund & Nordstrand 2003, Grandin m.fl. 2004, 2005, 2006; Andersson m.fl. 2006) är en viktig del. Inom ramen för forskningsprosjektet valdes ytterligere slagger ut for analys från tidigare undersökta platser med järnframställning i Oppland, Vestfold, Aust-Agder och Buskerud (Grandin 2009). Slutsatsen från den inledende utvärderingen av analyserna var att det är möjligt att se skillnader mellom regioner med ulike geologiske miljøer med hjelp av en kombination av ulike hoved- og spårämnen i slaggerna (Grandin m.fl. 2010).

För att ytterligere bygga upp analysdatabasen genomfördes analyser av slagger från åtta lokaler i Oppland som har undersökts de senaste åren av Kulturhistorisk museum. Platserna spänner över ett stort tidsintervall och omfatter framställning i blästugnar med såväl slagguvsamling som slaggtappning. De kemiske analyserna (t.ex. Grandin 2010) viser att mange av slaggerna från järnframställning i Oppland innehåller en del spårämnen, t.ex. vanadin og nickel i høgre halter än vad som observeres i slagger från flere andre undersøkte regioner. Ett ämne som är vanlig i malmer är mangan og det har hittills visat sig forekomme i varierende halter i de undersøkte slaggerna. Såväl mangan, som forekommer i flere viktsprocent, som spårämnena i betydeligt lägre halter, i slaggerna speglar de anvendte malmerne sammansättning. Malmerne som i sin tur påvirkes

av den geologiska miljön de har bildats i. De analyser som genomförs här omfattar både slaggar och en möjlig malm varför det ges möjlighet att ytterligare bygga på kunskapsbanken om järnframställningen i Oppland. Ytterligare två platser med järnframställning i Oppland undersöks också (Grandin2011a, b). Dessa presenteras separat, men en helhetsbild av de kemiska resultaten, i relation till tidigare analyser, ges även här.

Platsen i fokus och i ett större perspektiv

I denna rapport kommer resultaten från den aktuella undersökningen att presenteras. Platsen beskrivs inledningsvis kortfattat med hjälp av information från uppdragsgivaren. Därefter följer information om slaggerna och malmprovet, och de analyser som genomförs. Resultaten från de kemiska analyserna jämförs med motsvarande analyser från framförallt andra järnframställningsplatser i Oppland, men även från enstaka andra regioner (se bakgrundstexten ovan).

Metod

Okulär granskning

Slaggerna granskas inledningsvis okulärt och karakteriseras med avseende på bland annat form, typ och grad av magnetism. Slaggerna delas också och tvärsnittet undersöks för att få ytterligare information om hur de är sammansatta och om de är homogent eller heterogent uppbyggda.

Malmen studeras med stereolupp för att få en uppfattning om inblandning av annat material, t.ex. sand. En del av malmprovet rostar också med brännare för att se hur malmen förändras med ökad temperaturer. Malmens färg och magnetism kontrolleras före och efter rostning vilket också ger en fingervisning om innehåll av järnoxid. En naturlig färsk malm, innehållande järnhydroxider är omagnetisk men övergår till magnetisk järnoxid vid rostning.

Provtagning

De delade slaggerna provtas för kemisk analys. Syftet med analysen är bland annat att få kännedom om slaggernas kemiska sammansättning vilken antyder vilken malm som har använts. Malmen har i sin tur fått sin sammansättning från den kemiska signatur som finns i den geologiska miljön där den är bildad. Därför är det viktigt att man analyserar material som är resultat av framställningsprocessen. Det innebär att andra komponenter som bränd lera från eventuella ugnsväggar eller sandigt och grusigt material som smält fast från underlaget inte får ingå. Dessa material har inte aktivt deltagit i processen och har inte heller sitt ursprung i den malm som använts på området. Därför har allt sådant tagits bort i provhanteringen så att endast slaggkomponenten har ingått i proverna som analyseras kemiskt.

Vanligtvis undersöks kemiskt analyserade slaggar också i mikroskop för att exakt veta vad som har analyserats och kunna se hur slaggen är uppbyggd. Undersökning i mikroskop är också ett viktigt redskap för att

särskilja järnframställningsslagger från smidesslagger då detta inte låter sig göras genom enbart okulär granskning. Det är också möjligt att särskilja slagger som stelnat innanför blästugnens väggar från dem som runnit ut och stelnat utanför.

Kemiska analyser

Totalkemisk analys utfördes på två slagger och ett malmprov hos ALS Scandinavia, Luleå. Använd analysmetod är ICP-AES för huvudelement och ICP-QMS för spårelement. Totalt analyserades 43 element i varje prov.

Mikroskopering av slaggsprov

Slaggen har undersökts i mikroskop för att se hur de är uppbyggda. Slaggenas utseende i mikroskala visar detaljer om slaggbildning som avslöjar under vilka temperatur- och syreförhållanden som slaggen har stelnat. Detta i sin tur säger något om slaggen har bildats i eller utanför en ugn, eller i en hård, och om processen varit homogen eller heterogen.

Petrografiska undersökningar utfördes i påfallande (planpolariserat) ljus för att identifiera materialets olika komponenter och textuella drag. Undersökningen gjordes i ett Zeiss Axioskop 40A polarisationsmikroskop utrustad med en digitalkamera.

Slagger består huvudsakligen av olivin, wüstit och glas. Vanliga inslag är också hercynit, magnetit, leucit, limonit och metalliskt järn. Olivin är ett silikatmineral med den allmänna formeln A_2SiO_4 , där A oftast är järn (fayalitisk sammansättning). Även mangan, magnesium och kalcium kan förekomma i mindre mängder. Wüstit, FeO, är också ett mycket vanligt inslag i slagger från blästbruket. Om höga koncentrationer av wüstit förekommer är slaggens totala järnhalt vanligtvis också hög. Glas utgör slaggenas "restsmälta" och kan därför variera kraftigt i sammansättning beroende på vilka mineral som tidigare kristalliserat, slaggenas totalsammansättning och avkylningsförlopp. Magnetit, Fe_3O_4 , kan förekomma i stället för wüstit om temperatur och/eller syretryck är tillräckligt högt. Detta innebär att det är möjligt att särskilja slagger som stelnat i eller utanför ugnen. Höga aluminiumhalter i kombination med höga kaliumhalter återfinns i leucit, $KAlSi_2O_6$, som i vissa slagger kan förekomma i stället för den vanligare glasfasen. Droppar av metalliskt järn, några mikrometer stora, är också vanliga inslag i slagger från reduktionsprocessen. Mineralens kornstorlekar är också betydelsefulla där finkorniga slagger visar snabb avkyllning och grovkorniga långsam avkyllning. Det senare har vanligen skett inne i ugnen.

Presentation och utvärdering av analyser

Resultaten beskrivs i sammanfattning i anslutning till den okulära granskningen och de kemiska analyserna återges i sin helhet i tabellform. Huvudämnena presenteras enligt konventionellt sätt som oxider där allt järn har räknats om till FeO även om järnet förekommer i många olika konstellationer. Spårämnen presenteras i en egen del som rena element, också på konventionellt sätt.

Resultat

Inledningsvis beskrivs lokalen i korthet med informasjonen som har tillhandahållits av oppdragsgivaren. Varje slagge og malm som har granskat beskrives deretter til sitt ytre. Slaggen beskrives ogs a i delat tv rsnitt og fr n unders kningen i mikroskop. De kemiske analysresultatene behandles sluttelig i ett separat avsnitt.

Platsen

Den unders kta j rnframst llningsplatsen ligger i ett utmarksomr de p  ca 900 m. .h. i Beitostolen, tidligere k nt for j rnframst llning. Under juli 2010 gjennomf rde Kulturhistorisk museum, under ledning av Ingar M. Gundersen, en arkeologisk unders kning og kunde dokumentere blant annet en tv  bl stugnar, ett slaggutkast og tv  kolgroper.

De b da bl stugnarna var t mligen v l bevarade med delvis kvarst ende schaktv ggar opp til ca 30 cm h yd. Ugnarna  r av typen med slaggtappning som var bygd av lera med st d av fl tverk og flata stenh llar. Runt h llarna fanns runda stenar, s v l st rre som n got mindre. Under schaktet fanns grunda groper, ogs a de st ttede av stenar. I ugnsomr det og i slaggutkastet p tr ffades s v l tappslagge som bottenlagge samt en del st rre stykker av ugnsv ggarna. Den totale slaggm ngden i slaggutkastet har ber knet til 3,1 ton.

Kolprover fr n de b da bl stugnarna og slaggutkastet  r alle daterade med ¹⁴C-metoden til 1130–1220 e.Kr. vilket  verensst mmer med den typologiske bed mningen av lokalen.

Slaggen

C57539/12 "Renneslagge med tappes yle fra slaggeavtappingen, funnet i utkanten av ovnsomr det"

Slaggen  r oppbygd av tv  p lagrade halvor (Fig. 1). En nedre del  r stelnad i svagt v lvd r nna, medan den  vre delen  r p bygd utan yttre begrensninger. Slaggen  r fragmentert s  dess ursprunglige l ngd  r ej bevarad. Dess bredd, begrenset av r nnaen  r ca 60–65 mm. Slaggens t kklekk sentralt i den nedre halvan  r 30 mm, uttunnende til 6–7 mm langs kanterna. Den p bygde slaggdelen  r 25 mm t kk. Totalt v ger slaggen 204,00 g.

Den nedre slaggen oppviser i botten sm  tunne slaggestr nger og i den  vre delen st rre slaggefl den som ser mer l ttflutna ut. Vid delning av slaggen framtr der dock tydelig at slaggen i de b da halvorna  r mycket likartad i sammans tning (Fig. 1) og det enda som skiljer dem fr n varandra  r de yttre formerna og delvis m ngden h lrum. Mestadels finns endast sm  porer men enstaka store, i centimeterst rrelse, forekommer sentralt i den  vre halvan.

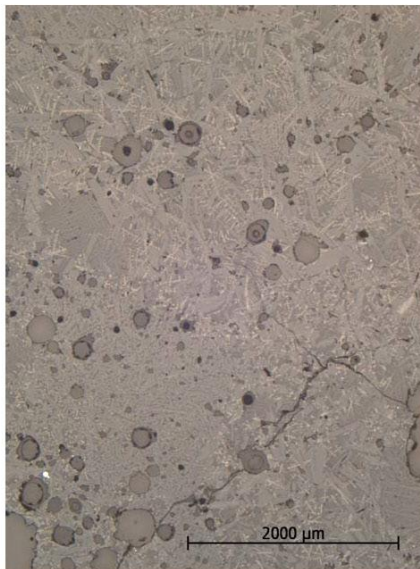
I mikroskop ses samme likartede sammans tning gjennom det studerte tv rsnittet. Endast sm  variasjoner forekommer vad g ller proporsjonerna mellom de ing ende mineralen (Fig. 2). Lokalt kan ursprunglige enskildte slaggestr nger anas med hj lp av skillnader i kornst rrelse. Slaggen  r fin-medelkornig og domineres av olivin. Glas og w stite forekommer i

mindre mengd. Dessutom förekommer enstaka droppar av metalliskt järn utspridda i slaggen.

Slaggen har stelnat tämligen hastigt men är inte lika finkornig som tappslaggen vanligen är.



Figur 1. Slaggen C57539/12, ovanifrån och i delat tvärsnitt.



Figur 2. Slaggen C57539/12, i mikroskop. Exempel på hur slaggen varierar i sammansättning och kornstorlek. Här syns variationen i mängden wüstit (ljusa långsmala formationer).

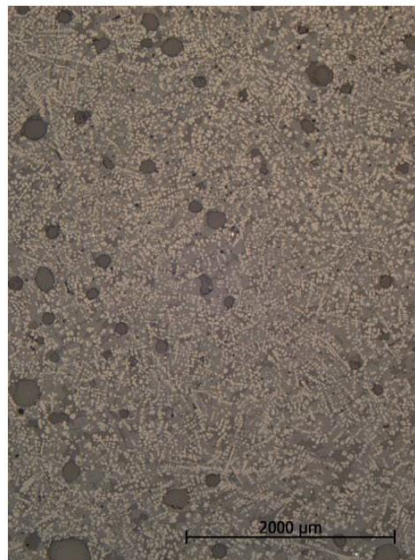
C57539/18 "Bunnskolle funnet under sjaktveggen i en av blesterovnene"

Oregelbundet slagfragment 105×95 mm i plan, med en tjocklek på minst 85 mm (med en ursprunglig ytterkant). Total vikt 918,04 g. Slaggen är omagnetisk, med urskiljbara slagsträngar mot en något svängd begränsningsyta (botten/vägg?). I övrigt framträder en större slaggvolum.

Vid delning (Fig. 3) visar det sig att denna större slaggvolum är homogen i sammansättning, men något varierande med avseende på porförekomst.



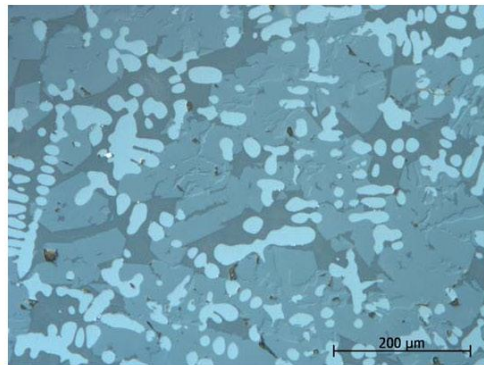
Figur 3. Slaggen C57539/18 i delat tvärsnitt. Till vänster den svängda kant som slaggen stelnat mot. I snitt framträder slaggens homogena sammansättning.



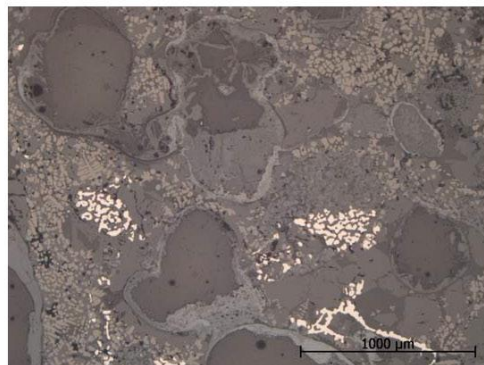
Figur 4. Slaggen C57539/18 i mikroskop. Slaggen är homogen i sin uppbyggnad och rik på wüstit (ljusa runda former)

I det undersøkte tvärsnittet syns en meget homogen oppbygd slagg (Fig. 4) som inneholder wüstit, olivin, hercynit og en glasfas (Fig. 5). Den skiller sig från C57539/12 genom en grövre komstorlek och en betydligt större andel wüstit. Det senare innebär att det totala innehålllet av järn är högre. Slaggen innehåller också en del koncentrationer av svampiga bildningar av metalliskt järn (Fig. 6), men totalt sett endast i små mängder.

Den grovkorniga slagg har stelnat tämligen långsamt vilket är typiskt för slaggar som bildas inne i ugnen eller deras slagguppsamlingsutrymme.



Figur 5. Slaggen C57539/18 i mikroskop. Detalj som visar förekomst av hercynit som med hjälp av topografiska effekter i mikroskopet kan skiljas från olivin som båda är grå.



Figur 6. Slaggen C57539/18 i mikroskop. Detalj på koncentration av metalliskt järn (vit) omgitt av slagg, rost (flammigt grå). Här finns också flera stora grå hålrum.

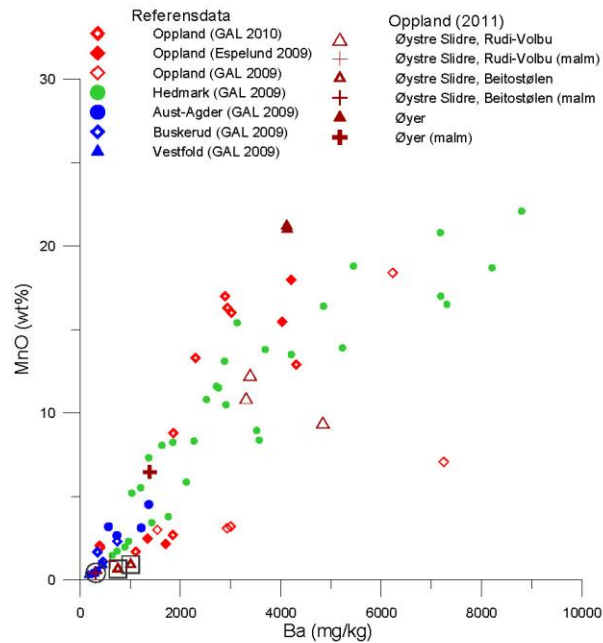
Malmen

C57539/13 "Malmpåværet tatt ut fra en markant malmskonsentrasjon i ovnsområdet. Mulig malmlager"

Provet utgjøres av ett finkornigt rød-brun-svart material med frasig karakter. Det inneholder en del små kolfragment og røtter, samt mineralkorn og bergartsfragment. Materialet er kraftig magnetisk.

En mindre mengde bløttes opp og gir en smetig masse som farger rød-brunt. Ett lite delprov rostades også og materialet mørkade något under rostning, men blev återigen ljusare under avsvälningen.

En del organiskt material rensades bort, och en magnetseparering gjordes för att ta bort mineralkorn och bergartsfragment. Resten valdes för kemisk analys (av orostat prov).



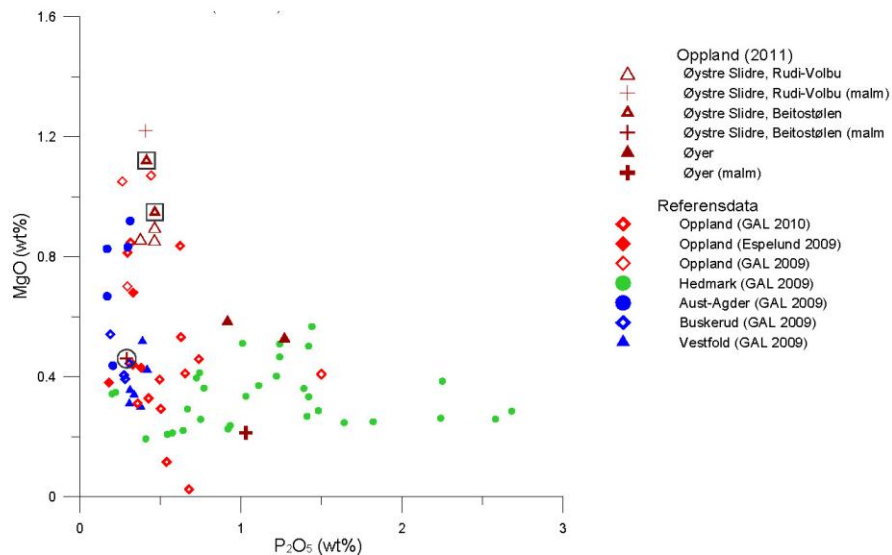
Figur 7. Jämförelse av slaggernas innehåll av barium och mangan. Det finns ett fåtal referensdata med ännu högre bariuminnehåll (se Grandin 2010) men diagrammet är beskuret och visar merparten av data i detalj. Referensdata från Espelund (2009), Grandin (2009, 2010). Data för 2011 i Grandin (2011a, b). Dessa undersöknings slaggar (markerade med fyrkant) och malm (ring) tillhör de med lägst innehåll.

Kemiske analyser

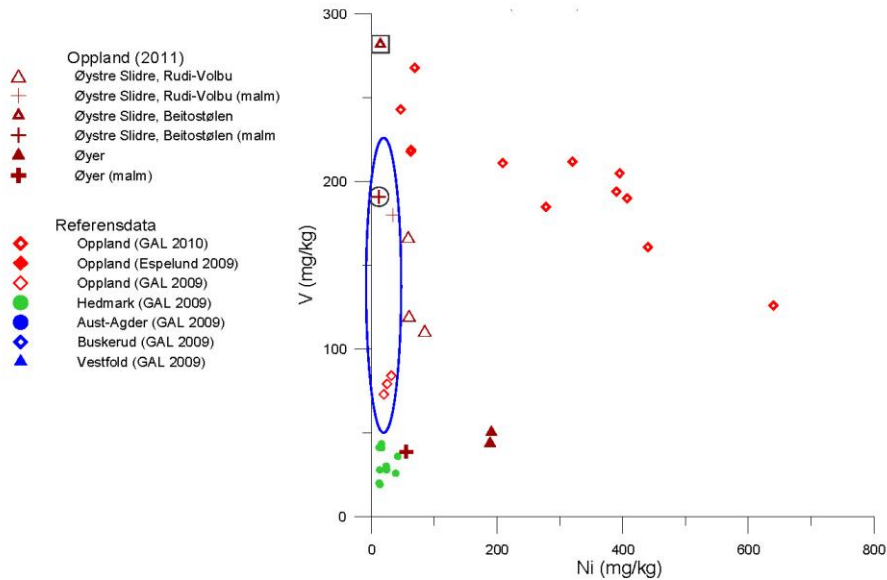
Resultatene fra de kemiske analysene återges i sin helhet i tabellform (Tabell 1). Huvudämnena presenteras enligt konventionellt sätt som oxider där allt järn har räknats om till FeO även om järnet förekommer i många olika konstellationer. Spårämnen presenteras i en egen del som rena element, också på konventionellt sätt. För att kunna jämföra de olika ämnena har diagram använts där huvud- och/eller spårämnen har jämförts parvis.

Analysresultaten jämförs också med analyser av slagger från andra järnframställningsplatser, framförallt i Oppland. För att få ytterligare perspektiv presenteras också data för Hedmark, Vestfold, Aust-Agder och Buskerud, dvs. de områden som nämndes i inledningen (se referenser ovan).

De båda slaggerna är tämligen lika varandra i sammansättning. De domineras av järn 56 respektive 60 % som FeO. Kiselinnehållet är knappt 28 respektive knappt 23 % (som SiO₂). Värt att notera är att manganinnehållet som mest är 0,9 % och fosforhalten knappt 0,5 % P₂O₅, och magnesiuminnehållet är av samma storleksordning som mangan. De båda slaggerna är lika varandra vad gäller innehåll av spårämnen och kvoterna mellan dessa. Även den analyserade malmen visar likartade proportioner, för t.ex. mangan, fosfor, barium och de sällsynta jordartsmetallerna (Fig. 7 och 8).



Figur 8. Jämförelse av slaggenas innehåll av fosfor och magnesium. Referensdata från Espelund (2009), Grandin (2009, 2010). Data för 2011 i Grandin (2011a, b). Denna undersöknings slagger (markerade med fyrkant) och malm (ring) tillhör de med lägst innehåll av fosfor, men med högre halt av magnesium.



Figur 8. Jämförelse av slaggernas innehåll av nickel och vanadin. Referensdata från Espelund (2009), Grandin (2009, 2010). Data för 2011 i Grandin (2011a, b). Slaggerna från Oppland har genomgående höga vanadinhalter. Nickelinnehållet varierar från låga till mycket höga halter. Bland referensslaggerna från Vestfold, Buskerud och Aust-Agder är nickelhalten under detektionsnivån, ca 10 mg/kg men deras vanadinhalt är schematisk inritad som en ellips i diagrammet. Denna undersöknings slagger (markerade med fyrkant) och malm (ring) tillhör de med lägst innehåll av nickel, men med högre halt av vanadin. En av slaggerna med vanadinnehåll på 175 mg/kg (se tabell 1) är ej med i diagrammet eftersom nickelinnehållet är under detektionsnivån.

Halterna av ovanstående ämnen är inte exceptionella jämfört med andra analyserade slagger från Oppland utan ligger i samma intervall som tidigare har noterats, men det kan noteras att manganhalterna är bland de med allra lägst halt (Fig. 7). Däremot finns spårämnen som utmärker sig i motsatt riktning. Till dessa hör vanadin (Fig. 9) som är bland de högsta observerade (knappt 200 respektive knappt 300 mg/kg). Även malmen har vanadinhalter av samma storleksordning.

Slaggerna från den nu analyserade järnframställningsplatsen vid Beitostølen i Øystre Slidre kommune visar sig ligga inom ett sammansättningsintervall som tidigare har framkommit för slagger från Oppland, oberoende av datering på järnframställningen, och ugnstyp (sammanställt bl.a. i Grandin 2010). Redan i mitten av 1900-talet påtalade T Dannevig Hauge, med sin forskning om järnframställning med Oppland i fokus, just manganinnehållet i slagger som påvisade att man

nyttjat manganförande malmer. Spesielt i Valdres var malmen manganrik menade han, medan manganhalten föreföll vara lägre längre söderut (ref. i Larsen 2009, s 133). I tidigare genomförda undersökningar har dock den äldre framställningen uppvisat slagger med lägre manganhalter än den yngre (Grandin 2010), men denna analys visar låga manganhalter även från 1100-/1200-tal. Frågan om det finns en stor variation även inom små områden, som är av likartad storleksordning som inom hela fylket, bör man ha i åtanke även i kommande studier samtidigt som kronologiska, teknologiska och geografiska aspekter behandlas.

Frågan om spårämnen är knutna till geografiskt definierade områden är också av intresse. Norges Geologiske Undersøkelse har genomfört en geokemisk kartläggning av lösa sediment för hela Norge. Resultaten som har sammanställts i en atlas tillsammans med en regionindelning för förekomsten av olika ämnen (Ottesen m.fl. 2000). Inom Oppland kan man se en variation från låga till höga halter av flera av de spårämnen som är av intresse för att undersöka slagger. Variationen uppvisar dock en regelbundenhet med Gudbrandsdalen som en gräns. Även om sedimenten inte är identiska med malmer så påvisar de att det finns kemiska skillnader. Dessa beror naturligtvis också på berggrunden i regionen, som ligger till grund för såväl lösa sediment som malmer. Även berggrunden uppvisar skillnader, med olika geokemisk signatur. I Oppland finns såväl prekambrika magmatiska bergarter som yngre sandstenar. Gränserna mellan dessa definieras ofta av förkastningar, och många dalgångar i landskapet är knutna till sådana gränser.

Tolkning

En av slaggerna har stelnat relativt hastigt, även om den inte är lika finkornig som tappslaggen kan vara. Den andra slaggen har grövre kornstorlek till följd av att den har stelnat långsammare vilket är typiskt för slaggen som bildas inne i ugnen eller deras underliggande slagguppsamlingsutrymme. De båda slaggerna härrör dock från samma ugnstyp.

Deras mineralsammansättning skiljer sig åt endast i liten omfattning med något mer wüstit i den grövre slaggen. Denna lilla skillnad framkommer också i de kemiska analyserna med något högre järnhalt i den grovkorniga slaggen. I stora drag är dock de båda slaggerna lika varandra, med genomgående tämligen låga halter av spårämnen. Jämfört med tidigare analyserade slaggen från Oppland representerar dessa båda slaggen de med lägsta halter av respektive ämne. Ett undantag till detta är vanadin, som är bland de högre som har observerats.

De båda slaggerna och malmen som har analyserats har ytterligare byggts på kunskapen om järnframställningen i Oppland och de variationer i malmsammansättning som förefaller finnas i regionen, vilket avspeglas i slaggernas kemiska sammansättning.

Referenser

- Andersson, D. & Grandin, L. 2008. Medeltida järnframställning i blästugn. Arkeometallurgiska undersökningar av material från Larvik, Norge, Vestfold, Larvik, Rødbøl 2040/2, E18-prosjektets lokal 19. *UV Uppsala Rapport 2008:03. Geoarkeologisk undersökning. Riksantikvarieämbetet. Avdelningen för arkeologiska undersökningar. Geoarkeologiskt Laboratorium. Uppsala.*
- Andersson, D., Grandin, L., Stilborg, O. & Willim, A. 2006. Järnframställning i Gråfjellområdet. Arkeometallurgiska analyser av 2005 års undersökningar. Järnframställningsplatserna 23/J, 28/Tr, 29/S, 30/F, 31/M, 32/M, 33/M och 34/M. Rostningsplatserna 18/J, 20/J och 24/J. Gråfjellområdet, Åmot kommune, Hedmark Norge. *Geoarkeologiskt Laboratorium, Analysrapport 7-2006. Uppsala.*
- Buchwald, V.F. 2005. *Iron and steel in ancient times*. Historisk-filosofiske Skrifter 29. Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab. The Royal Danish Academy of Sciences and Letters. Copenhagen.
- Espelund, A. 2003. Jernvinna i Gråfjell, Åmot kommune, Hedmark. En metallurgisk analyse av funnmaterialet fra jernframstillingsanlegg ID 1023047, utgravd i 2001. Norges teknisk-naturvitenskaplige universitet. Fakultet for naturvitenskap og teknologi. Institutt for materialteknologi. Trondheim.
- Espelund, A. 2004. Metallurgiske undersøkelser av jernvinneanlegg Jfp 9 i Gråfjellet år 2004. Institutt for materialteknologi, NTNU. Trondheim.
- Espelund, A. 2009. Malm- og slaggprover fra Valdres og Gausdal. Gudbrandslie R 31, R 48 i Vang Torrishesen R 12, Kvien 96/7, Holen 131/1 i Gausdal. Institutt for materialteknologi, NTNU. Trondheim
- Espelund, A. & Nordstrand, E. 2003. Metallurgiske undersøkelser av jernvinneanlegg i Gråfjellet år 2003. Rapport til Universitetets kulturhistoriske museer, Oslo. Institutt for materialteknologi, NTNU. Trondheim
- Grandin, L. 2009. Är det möjligt att proveniensbestämna det norska järnet? Kemiska analyser av slagger från järnframställning. Norge: Oppland, Vestfold, Aust-Agder, Buskerud och Hedmark. Ingår i projektet "Iron Origins". *UV Uppsala Rapport 2009:15. Geoarkeologisk undersökning. Riksantikvarieämbetet. Avdelningen för arkeologiska undersökningar. Geoarkeologiskt Laboratorium. Uppsala.*
- Grandin, L. 2010. Järnframställning under yngre järnålder-medeltid. Kemisk analys av slagg från blästugn med slaggtappning. Grov 7/4, Strand 10/4, Vang kommune, Oppland, Norge. *UV GAL Rapport 2010:16. Geoarkeologisk undersökning. Riksantikvarieämbetet. Avdelningen för arkeologiska undersökningar. Geoarkeologiskt Laboratorium. Uppsala.*
- Grandin, L. 2011a. Vikingatida järnframställning. Kemisk analys av slagg och malm från fv 269 Rudi – Volbu, Askeladden id 115947, Lille-Rudi 50/17, Rudi 51/1, 51/3 och 51/4, Øystre Slidre kommune, Oppland, Norge. *UV GAL Rapport 2011:12. Geoarkeologisk*

- undersökning. Riksantikvarieämbetet. Avdelningen för arkeologiska undersökningar. *Geoarkeologiskt Laboratorium*. Uppsala.
- Grandin, L. 2011b. Järnframställning under yngre järnålder. Kemisk analys av slagg och malm-. Amundhusene gnr 22, Li søndre gnr. 26, Li oppigard gnr. 27, Oyer kommune, Oppland, Norge. *GAL Rapport 2010:14. Geoarkeologisk undersökning. Riksantikvarieämbetet. Avdelningen för arkeologiska undersökningar. Geoarkeologiskt Laboratorium*. Uppsala.
- Grandin, L., Forenius, S. & Hjärthner-Holdar, E. 2004. Järnframställning på Gråfjellet. Arkeometallurgiska analyser. ID 1023573, ID 1023888. Gråfjellområdet, Åmot kommune, Hedmark, Norge. *Geoarkeologiskt Laboratorium, Analysrapport 2-2004*. Uppsala.
- Grandin, L., Willim, A., Forenius, S. & Stålborg, O. 2005. Järnframställning på Gråfjell. Arkeometallurgiska analyser av 2004 års undersökningar. Järnframställningsplats 8/T, Järnframställningsplats 13/J, Rostningsplatser. Gråfjellområdet, Åmot kommune, Hedmark, Norge. *Geoarkeologiskt Laboratorium, Analysrapport 9-2005*. Uppsala.
- Grandin, L., Andersson, D. & Hjärthner-Holdar, E. 2006. Järnframställning i Gråfjellområdet. Arkeometallurgiska analyser av järnfynd. Gråfjellområdet, Åmot kommune, Hedmark, Norge. *Geoarkeologiskt Laboratorium, Analysrapport 17-2006*. Uppsala.
- Grandin, L., Rundberget, B., Larsen, J.H. & Bill, J. 2010. Searching for the production site for iron in the Gokstad ship. Proceedings from Early medieval monumental graves in Northern Europe. Research seminar in Sandefjord, 17th-19th November 2009. In press.
- Larsen, J.H. 2009. *Jernvinneundersøkelser. Faglig Program Bind 2. Varia 78*, Kulturhistorisk museum, Fornminneseksjonen. Oslo.
- Ottesen, R.T, Bogen, J., Bølviken, B., Vodlen, T. & Haugland, T. 2000. *Geokjemisk atlas for Norge, del 1: Kjemisk sammensetning av flomsedimenter*. Norges geologiske undersøkelse, Norges vassdrags- og energidirektorat. Trondheim.

Administrativa oppgifter

Riksantikvarieämbetets dnr: 424-00687-2011.

Riksantikvarieämbetets projektnummer: 11888.

Projektgrupp: Lena Grandin

Underkonsulter: ALS Scandinavia och MINOPREP.

Digital dokumentation: förvaras på UV Mitt.

Fotografier: Lena Grandin.

Tabell 1.

<i>Material</i>	<i>Slagg</i>	<i>Malm</i>	<i>Slagg</i>
<i>Prov</i>	<i>C57539/12</i>	<i>C57539/13</i>	<i>C57539/18</i>
<i>SiO₂</i>	27,5	10,7	22,6
<i>TiO₂</i>	0,286	0,210	0,216
<i>Al₂O₃</i>	6,82	4,68	6,88
<i>Fe₂O₃</i>	68,4	72,4	73,4
<i>MnO</i>	0,913	0,421	0,653
<i>MgO</i>	1,12	0,460	0,948
<i>CaO</i>	2,55	0,876	2,64
<i>Na₂O</i>	0,970	0,607	0,887
<i>K₂O</i>	1,81	0,348	1,46
<i>P₂O₅</i>	0,413	0,290	0,465
<i>Glödförlust</i>	-6,0	10,6	-6,5
<i>Summa</i>	105	102	104
<i>FeO</i>	56,2	74,7	60,2
<i>Be</i>	3,41	2,74	3,18
<i>Sc</i>	5,35	2,26	3,78
<i>Y</i>	282	191	175
<i>Cr</i>	115	77,0	77,2
<i>Co</i>	16,0	52,1	27,3
<i>Ni</i>	14,4	12,1	<10
<i>Ga</i>	5,87	5,31	5,24
<i>Rb</i>	51,7	11,9	41,6
<i>Sr</i>	260	141	282
<i>Y</i>	15,6	8,12	11,9
<i>Zr</i>	90,5	49,1	63,2
<i>Nb</i>	4,45	1,99	2,98
<i>Mo</i>	<2	<2	2,50
<i>Ba</i>	1010	314	755
<i>La</i>	37,2	13,3	15,4
<i>Ce</i>	84,8	31,6	32,4
<i>Pr</i>	9,51	3,55	4,17
<i>Nd</i>	34,4	13,2	16,2
<i>Sm</i>	5,34	2,33	3,14
<i>Eu</i>	0,838	0,515	0,684
<i>Gd</i>	4,00	1,91	2,57
<i>Tb</i>	0,558	0,274	0,376
<i>Dy</i>	2,73	1,47	2,17
<i>Ho</i>	0,599	0,324	0,465
<i>Er</i>	1,71	0,878	1,34
<i>Tm</i>	0,253	0,130	0,203
<i>Yb</i>	1,59	0,848	1,28
<i>Lu</i>	0,274	0,140	0,219
<i>Hf</i>	2,28	1,26	1,73
<i>Ta</i>	0,273	0,124	0,255
<i>W</i>	0,361	<0,4	<0,4
<i>Th</i>	3,71	1,49	2,62
<i>U</i>	1,62	0,375	0,666

Tabell 1. Totalkemisk analys av slagg och malm. Den första delen av tabellen presenterar halter av huvudelementen i viktprocent medan andra delen presenterar halter av spårelement i mg/kg. Analyserna är genomförda av ALS Scandinavia AB, analys nr L1106789 och L1106794. Allt järn är ursprungligen återgivet som Fe₂O₃ men även omräknat till FeO i slutet av huvudtabellen efter justering för glödförlust.

Figurer

Figur 1. Slaggen C57539/12, ovenifrån och i delat tvärsnitt.

Figur 2. Slaggen C57539/12, i mikroskop. Eksempel på hur slaggen varierar i sammansättning och kornstorlek. Här syns variationen i mängden västtit (ljusa långsmala formationer).

Figur 3. Slaggen C57539/18 i delat tvärsnitt. Till vänster den svängda kant som slaggen stelnat mot. I snitt franträder slaggens homogena sammansättning.

Figur 4. Slaggen C57539/18 i mikroskop. Slaggen är homogen i sin uppbyggnad och rik på västtit (ljusa runda former)

Figur 5. Slaggen C57539/18 i mikroskop. Detalj som visar förekomst av hercynit som med hjälp av topografiska effekter i mikroskopet kan skiljas från olivin som båda är grå.

Figur 6. Slaggen C57539/18 i mikroskop. Detalj på koncentration av metalliskt järn (vit) omgiven av slagg, rost (flammitigt grå). Här finns också flera stora grå hårum.

Figur 7. Jämförelse av slaggernas innehåll av barium och mangan. Det finns ett fåtal referensdata med ännu högre bariuminnehåll (se Grandin 2010) men diagrammet är beskuret och visar merparten av data i detalj. Referensdata från Espelund (2009), Grandin (2009, 2010). Data för 2011 i Grandin (2011a, b). Denna undersöknings slagger (markerade med fyrkant) och malm (ring) tillhör de med lägst innehåll.

Figur 8. Jämförelse av slaggernas innehåll av fosfor och magnesium. Referensdata från Espelund (2009), Grandin (2009, 2010). Data för 2011 i Grandin (2011a, b). Denna undersöknings slagger (markerade med fyrkant) och malm (ring) tillhör de med lägst innehåll av fosfor, men med högre halt av magnesium.

Figur 9. Jämförelse av slaggernas innehåll av nickel och vanadin. Referensdata från Espelund (2009), Grandin (2009, 2010). Data för 2011 i Grandin (2011a, b). Slaggen från Oppland har genomgående höga vanadinhalter. Nickelnehåll varierar från låga till mycket höga halter. Bland referensslaggen från Vestfold, Buskerud och Aust-Agder är nickelhalten under detektionsnivån, ca 10 mg/kg men deras vanadinhalt är schematisk inritad som en ellips i diagrammet. Denna undersöknings slagger (markerade med fyrkant) och malm (ring) tillhör de med lägst innehåll av nickel, men med högre halt av vanadin. En av slaggen med vanadinnehåll på 175 mg/kg (se tabell 1) är ej med i diagrammet eftersom nickelnehåll är under detektionsnivån.

Tabellförteckning

Tabell 1. Totalkemisk analys av slagg och malm. Den första delen av tabellen presenterar halter av huvudelementen i viktprocent medan andra delen presenterar halter av spårelement i mg/kg. Analyserna är genomförda av ALS Scandinavia AB, analys nr L1106789 och L1106794. Allt järn är ursprungligen återgivet som Fe_2O_3 men även omräknat till FeO i slutet av huvudtabellen efter justering för glödförlust.

8.7.3 TILVEKSTTEKST

C57539-C57540

Funnomstendighet: Arkeologisk utgravning. I løpet av tre uker i juli 2010 gjennomførte Kulturhistorisk museum arkeologiske utgravninger av et jernvinneanlegg (id 126808) og en enkeltliggende kullgrop (id 126807) på Beitostølen Helseportsenter i Øystre Slidre. På jernvinneanlegget ble det dokumentert en blestertuft (S1), et slaggutkast (S3), to kullgroper (S4, S5) og to Blesterovner (S10, S11). Tufta besto av et enkelt arbeidsrom, med syllsteiner og voll i den ene langsiden og kortsiden, og delvis nedskåret i undergrunnen i den andre langsiden. Ovnsonrådet (S2) var plassert i forkant av tufta, og ser ut til å ha stått under tak som en integrert del av blestertufta. Slaggutkastet var deponert umiddelbart inntil ovnsområdet i terrengets fallretning, hvorpå det er nærliggende å tolke at tufta har hatt en åpen veggløsning på dette punktet. Organiseringen av anlegget viser en rekke likhetstrekk med tidligere undersøkte jernvinneanlegg på Beitostølen og ved Dokkfløy, herunder spesielt såkalte "jernvinneanlegg med kullgroper i samling" (JKS), eller Larsen type IIIC (Larsen 2009:128, Narmo 1996:20). Utgravningene viser imidlertid at det også er en viss grad av variasjon mellom disse anleggstypene, og jernvinneanlegget på Beitostølen Helseportsenter. I ovnsområdet og slaggutkastet ble det dokumentert både renneslagg og bunnskoller, samt en rekke store stykker med sjaktmateriale. Begge blesterovnene var også relativt godt bevarte, med stående sjaktvegger i ca. 30 cm høyde. Begge ovnene kan kategoriseres som sjaktovner med slaggtavtapping, som ut fra typologien generelt sett kan dateres til Fase II i yngre jernalder/middelalder. Ovnene var bygget opp med leire, som ble støttet opp med flettverk og flate heller. Rundt hellene ble strukturene stabilisert med avrundete store og mellomstore steiner. Selve ovnene var konstruert over grunne groper, som var delvis støttet opp med mellomstore steiner. Kullgroperne ble ikke snittet maskinelt, men formen ser ut til å ha vært sirkulær. I et tilfelle ble dette påvist ved hjelp av et Prøvestikk i gropas nedskjæring, hvorpå en tydelig avrundet ytterkant lot seg dokumentere. 10 kullprøver ble videresendt til statsstipendiat Helge I. Høeg for vedartsbestemmelse. Åtte Prøver ble sendt videre til radiologisk datering ved Nasjonallaboratoriet for C14-datering (DF-4438). De radiologiske dateringene fra anlegget plasserer virksomheten i overgangen mellom tidlig- og høymiddelalder, noe som sammenfaller godt med tidligere undersøkelser fra Beitostølen. To slaggtprøver og en malmprøve ble sendt til metallurgiske analyser ved UV GAL hos Riksantikvarieämbetet i Sverige (UV GAL RAPPORT 2011:13).

Funnår: 2010.

Katalogisert av: Ingar M. Gundersen.

Litteratur:

Gundersen, Ingar M., 2012: Rapport fra arkeologisk utgravning av jernvinneanlegg og kullgrop. Okshovd vestre, 5/61, Øystre Slidre, Oppland. Upublisert utgravningsrapport. Kulturhistorisk museum, Oslo.

Grandin, Lena, 2011: Järnframställning under 1100-/1200-tal. Kemisk analys av slagg och malm från Beitostølen helseportsenter. Askeladden id 126808. Okshovd vestre 5/61, Øystre Slidre kommune, Oppland, Norge. UV GAL RAPPORT 2011:13. GEOARKEOLOGISK UNDERSÖKNING.

C57539/1-29

Produksjonsplass fra høymiddelalder/tidligmiddelalder fra BEITOSTØLEN HELSESPORTSENTER av OKSHOVD VESTRE (5/61), ØYSTRE SLIDRE K., OPPLAND.

- 1) **Blesterovn** av slag og brent leire. Sjaktmateriale med tydelig kurvet form og slag på innsiden. *Mål: L: 20,0 cm. B: 13,0 cm. T: 7,0 cm.* Funnet under flategraving av blestertuft S1.
- 2) **Prøve** av trekull. Små kullbiter. *Vekt: 2,4 g.* Tatt ut i profil fra et kullag i tverrgående sjakt i blestertuft S1.
- 3) **Prøve** av trekull. Små kullbiter. 40 biter vedartsbestemt, alle Pinus (furu). *Vekt: 3 g.*
Datering: 240 ± 30BP, Y. enn 1650 e. Kr. (TRa-2051). Tatt ut i plan fra kullsjikt S6, i blestertuft S1.
- 4) **Prøve** av trekull. Små kullbiter. 40 biter vedartsbestemt, hvorav 39 Betula (bjørk) og 1 Pinus (furu). Kun Betula videresendt til radiologisk datering. *Vekt: 4,5 g.*
Datering: 895 ± 30BP, 1055-1210 e. Kr. (TRa-2055). Tatt ut i plan fra kullsjikt S12, i blestertuft S1.
- 5) **Blesterovn** av slag og brent leire. Sjaktmateriale med en rett side med tydelig hjørne. *Mål: L: 22,0 cm. B: 16,0 cm. T: 7,0 cm.* Funnet i ovnsområde S2.
- 6) **Blesterovn** av slag og brent leire. Sjaktmateriale, har vært reparert og ligger i to lag. *Mål: L: 18,0 cm. B: 15,0 cm. T: 8,0 cm.* Funnet i ovnsområde S2.
- 7) **Blesterovn** av brent leire. Sjaktmateriale med avtrykk etter bark/flettverk på innsiden. *Mål: L: 8,0 cm. B: 6,0 cm. T: 0,8 cm.* Funnet i ovnsområde S2.
- 8) **Blesterovn** av slag og brent leire. Sjaktmateriale med avtrykk etter flettverk. *Mål: L: 16,0 cm. B: 10,5 cm. T: 5,0 cm.* Funnet i ovnsområde S2.
- 9) **Slagg** av jern. Svært jernholdig bunnskolle med glasert overflate. *Mål: L: 12,0 cm. B: 8,0 cm. T: 6,0 cm.* Funnet i ovnsområde S2.
- 10) **Slagg** av jern. Bunnskolle med avtrykk etter tang eller slaggekrok. Avtrykket måler 7 x 1,1 - 1,4 cm, og er 1,8 cm dypt. *Mål: L: 10,0 cm. B: 10,0 cm. T: 7,0 cm.* Funnet i ovnsområde S2.
- 11) **Slagg** av jern. Renneslagg med intakt søyle fra slaggtapningen. *Mål: L: 12,0 cm. B: 6,0 cm. T: 6,5 cm.* Funnet i ovnsområde S2.
- 12) **Slagg** av jern. Renneslagg med intakt søyle fra slaggtapningen. *Mål: L: 6,0 cm. B: 6,0 cm. T: 4,5 cm.* Funnet ved kampestein i utkanten av ovnsområde S2.
Videresendt til metallurgiske analyser.
- 13) **Prøve** av jernmalm. Finkornet mørk rødbrun malm. Funnet i malmkonsentrasjon S8 i ovnsområde S2. Videresendt til metallurgiske analyser.
- 14) **Prøve** av trekull. Små kullbiter. *Vekt: 1,6 g.* Tatt ut i profil gjennom malmkonsentrasjon S8 i ovnsområde S2.
- 15) **Slagg** av jern. Bunnskolle. *Mål: L: 17,0 cm. B: 10,0 cm. T: 6,0 cm.* Funnet in situ i Blesterovn S10 i ovnsområde S2.
- 16) **Prøve** av trekull. Små kullbiter. 40 biter vedartsbestemt, hvorav 17 Betula (bjørk) og 23 Pinus (furu). Kun Betula videresendt til radiologisk datering. *Vekt: 5,1 g.*
Datering: 870 ± 30BP, 1165-1220 e. Kr. (TRa-2053). Tatt ut i plan fra kullsjikt i blesterovn S10 i ovnsområde S2.
- 17) **Prøve** av trekull. Små kullbiter. *Vekt: 0,6 g.* Tatt ut fra bunn av blesterovn S10 i ovnsområde S2, under bunnskolle C57539/15.
- 18) **Slagg** av jern. Bunnskolle. *Mål: L: 11,0 cm. B: 9,0 cm. T: 8,0 cm.* Funnet under sjaktveggen i blesterovn S11 i ovnsområde S2. Videresendt til metallurgiske analyser.
- 19) **Prøve** av trekull. Små kullbiter. 20 biter vedartsbestemt, alt Betula (bjørk). *Vekt: 0,2 g.*
Datering: 885 ± 30BP, 1130-1215 e. Kr. (TRa-2054). Tatt ut i plan fra flategravd ovn S11.
- 20) **Slagg** av jern. Bunnskolle med fastsmeltet skiferhelle og noe rennestruktur. *Mål:*

L: 16,0 cm. B: 9,0 cm. T: 9,0 cm. Funnet i slaggutkast S3.

21) **Slagg** av jern. Renneslagg. Er tappet rett på grus. *Mål:* L: 8,5 cm. B: 7,0 cm. T: 2,5 cm.

Funnet i slaggutkast S3.

22) **Prøve** av trekull. Små kullbiter. *Vekt:* 2,9 g. Tatt ut i profil fra slaggutkast S3.

23) **Prøve** av trekull. Små kullbiter. 40 biter vedartsbestemt, hvorav 25 Betula (bjørk) og 15 Pinus (furu). Kun Betula videresendt til radiologisk datering. *Vekt:* 7,2 g. *Datering:* 885 ± 30BP, 1160-1215 e. Kr. (TRa-2048). Kullbiter samlet opp fra masseuttak for volumberegning i slaggutkast S3.

24) **Prøve** av trekull. Små kullbiter. *Vekt:* 25,3 g. Tatt ut i profil fra prøvestikk i kullgrop S4.

25) **Prøve** av trekull. Små kullbiter. 40 biter vedartsbestemt, alle Pinus (furu). *Vekt:* 13,6 g. *Datering:* 935 ± 30BP, 1035-1165 e. Kr. (TRa-2049). Tatt ut i profil fra prøvestikk i kullgrop S4.

26) **Prøve** av trekull. Små kullbiter. 40 biter vedartsbestemt, alle Pinus (furu). *Vekt:* 106,1 g.

Tatt ut i profil fra prøvestikk i kullgrop S4.

27) **Prøve** av trekull. Små kullbiter. 40 biter vedartsbestemt, alle Pinus (furu). *Vekt:* 9,2 g.

Datering: 925 ± 30BP, 1040-1165 e. Kr. (TRa-2050). Tatt ut i profil fra prøvestikk i kullgrop S4.

28) **Prøve** av trekull. Små kullbiter. *Vekt:* 2 g. Tatt ut i profil fra prøvestikk i kullgrop S5.

29) **Prøve** av trekull. Små kullbiter. 40 biter vedartsbestemt, alle 1 Pinus (furu). *Vekt:* 26,2 g. Tatt ut i profil fra prøvestikk i kullgrop S5.

Orienteringsoppgave: Jernvinneanlegget (id 126808) ligger inne på området for Beitostølen Helseportsenter. Lokaliteten ligger litt over 100 meter øst for rv 51, klemte inne mellom hybelhus for de ansatte i vest-sørvest og hovedbygningen og anleggsområdet i nordøst, ca. 30-60 meter vest for hovedbygningens sørvestre hjørne.

Projeksjon: EU89-UTM; Sone 32, N: 6788823, Ø: 496269.

LokalitetsID: 126808.

C57540/1

Produksjonsplass fra middelalder fra BEITOSTØLEN HELSESPORTSENER AV OKSHOVD VESTRE (5/61), ØYSTRE SLIDRE K., OPPLAND.

1) **Prøve** av trekull. Små kullbiter. 40 biter vedartsbestemt, hvorav 39 Betula (bjørk) og 1 Pinus (furu). Kun Betula sendt inn til datering. *Vekt:* 11,1 g. *Datering:* 820 ± 30BP, 1220-1265 e. Kr. (TRa-2052). Tatt ut i profil fra prøvestikk i vollen på kullgrop S9.

Orienteringsoppgave: Ca. 200 meter øst for Rv 51 og 190 meter sør for hovedbygningen på Beitostølen helseportsenter, og 30 meter nord for Senterveien.

Projeksjon: EU89-UTM; Sone 32, N: 6788626, Ø: 496370.

LokalitetsID: 126807.

8.7.4 KJEMISKE ANALYSER AV FOSFATPRØVER FRA ALS MINERALS



PI11025213 - Finalized

CLIENT : KUMIOS - Universitetet i Oslo

of Samples : 69

DATE RECEIVED : 2011-02-22 DATE FINALIZED : 2011-03-08

PROJECT : 430176

CERTIFICATE COMMENTS :

PO NUMBER :

SAMPLE	ME-ICP41 Ag ppm	ME-ICP41 Al %	ME-ICP41 As ppm	ME-ICP41 B ppm	ME-ICP41 Ba ppm	ME-ICP41 Be ppm	ME-ICP41 Bi ppm	ME-ICP41 Ca %	ME-ICP41 Cd ppm	ME-ICP41 Co ppm	ME-ICP41 Cr ppm	ME-ICP41 Cu ppm	ME-ICP41 Fe %
VP13	<0.2		0,6 <2	<10		30 <0.5	<2		0,07 <0.5		1	4	3 0,76
VP14	<0.2		0,72 <2	<10		30 <0.5	<2		0,04 <0.5		2	3 <1	0,7
VP15	<0.2		0,64 <2	<10		50 <0.5	<2		0,06 <0.5		1	4 <1	0,51
VP16	<0.2		0,79 <2	<10		50 <0.5	<2		0,08 <0.5		1	5 <1	1,13
VP17	<0.2		0,68 <2	<10		20 <0.5	<2		0,06 <0.5		1	4 <1	0,5
VP18	<0.2		0,6 <2	<10		20 <0.5	<2		0,05 <0.5		1	1 <1	0,35
VP19	<0.2		0,65 <2	<10		30 <0.5	<2		0,05 <0.5	<1		5 <1	0,47
VP20	<0.2		0,49 <2	<10		20 <0.5	<2		0,07 <0.5	<1		5 <1	0,29
VP21	<0.2		0,63	2 <10		30 <0.5	<2		0,06 <0.5		1	7 <1	0,63
VP22	<0.2		0,57 <2	<10		30 <0.5	<2		0,06 <0.5		1	1 <1	0,55
VP23	<0.2		0,77	2 <10		40 <0.5	<2		0,09 <0.5		1	3 <1	0,82
VP24	<0.2		0,84 <2	<10		40 <0.5	<2		0,08 <0.5		2	6 <1	1,37
VP25	<0.2		0,47 <2	<10		20 <0.5	<2		0,06 <0.5		1	1 <1	0,5
VP26	<0.2		1,01 <2	<10		40 <0.5	<2		0,07 <0.5		2	6 <1	1,18
VP27	<0.2		1,04	3 <10		40 <0.5	<2		0,07 <0.5		2	10	5 1,73
VP28	<0.2		0,49 <2	<10		20 <0.5	<2		0,07 <0.5	<1		3 <1	0,32
VP29	<0.2		0,44 <2	<10		20 <0.5	<2		0,05 <0.5	<1		2 <1	0,23
VP30	<0.2		0,47 <2	<10		20 <0.5	<2		0,05 <0.5	<1		2 <1	0,35
VP31	<0.2		0,5 <2	<10		30 <0.5	<2		0,07 <0.5		1	1 <1	0,43
VP32	<0.2		0,63 <2	<10		40 <0.5	<2		0,07 <0.5		1	1 <1	0,49
VP33	<0.2		0,47 <2	<10		20 <0.5	<2		0,1 <0.5	<1	<1	<1	0,3
VP34	<0.2		0,78	2 <10		40 <0.5	<2		0,07 <0.5		3	4	1 1,13
VP35	<0.2		0,57 <2	<10		20 <0.5	<2		0,07 <0.5	<1		5 <1	0,33

VP36	<0.2	0,45 <2	<10	20 <0.5	<2	0,08 <0.5	<1		2 <1		0,24
VP37	<0.2	0,78 <2	<10	60 <0.5	<2	0,06 <0.5		1	5	2	0,25
VP38	<0.2	0,45 <2	<10	40 <0.5	<2	0,05 <0.5	<1		1	1	0,15
VP39	<0.2	0,48 <2	<10	30 <0.5	<2	0,05 <0.5	<1		1	1	0,26
VP40	<0.2	0,53 <2	<10	40 <0.5	<2	0,07 <0.5		1	2 <1		0,38
VP41	<0.2	0,59 <2	<10	40 <0.5	<2	0,04 <0.5		1	2	1	0,75
VP42	<0.2	0,4 <2	<10	30 <0.5	<2	0,05 <0.5	<1		1	1	0,24
VP43	<0.2	0,56 <2	<10	40 <0.5	<2	0,07 <0.5		1	3	2	0,68
VP44	<0.2	0,42	2 <10	40 <0.5	<2	0,07 <0.5		1	1 <1		0,2
VP45	<0.2	0,47 <2	<10	40 <0.5	<2	0,06 <0.5	<1		4	1	0,21
VP46	<0.2	0,41 <2	<10	30 <0.5	<2	0,04 <0.5		1	2	1	0,11
VP47	<0.2	0,47 <2	<10	50 <0.5	<2	0,07 <0.5		1	1 <1		0,45
VP48	<0.2	0,41 <2	<10	40 <0.5	<2	0,06 <0.5		1	1 <1		0,23
VP49	<0.2	0,46 <2	<10	30 <0.5	<2	0,06 <0.5	<1		1 <1		0,21
VP50	<0.2	0,49 <2	<10	40 <0.5	<2	0,07 <0.5		1	2	1	0,55
VP51	<0.2	0,41 <2	<10	30 <0.5	<2	0,06 <0.5	<1		3 <1		0,19
VP52	<0.2	0,54 <2	<10	40 <0.5	<2	0,05 <0.5		1	5 <1		0,2
VP53	<0.2	0,71 <2	<10	50 <0.5	<2	0,08 <0.5		2	9	1	0,79
VP54	<0.2	0,49 <2	<10	30 <0.5	<2	0,05 <0.5	<1		3 <1		0,14
VP55	<0.2	0,4 <2	<10	40 <0.5	<2	0,05 <0.5		1	2	1	0,8
VP56	<0.2	0,39	2 <10	30 <0.5	<2	0,05 <0.5		1	1	3	0,18
VP57	<0.2	0,43 <2	<10	40 <0.5	<2	0,06 <0.5		1	2 <1		0,25
VP59	<0.2	0,48 <2	<10	50 <0.5	<2	0,06 <0.5		1	1 <1		0,37
VP60	<0.2	0,54 <2	<10	50 <0.5	<2	0,1 <0.5		1	8	1	0,48
VP61	<0.2	0,53 <2	<10	50 <0.5	<2	0,05 <0.5		1	2 <1		0,31
VP62	<0.2	0,76 <2	<10	60 <0.5	<2	0,07 <0.5		3	2	1	0,55
VP63	<0.2	0,74 <2	<10	40 <0.5	<2	0,05 <0.5		1	4	1	0,84
VP64	<0.2	0,54 <2	<10	30 <0.5	<2	0,04 <0.5		1	3	1	0,41
VP65	<0.2	0,53 <2	<10	40 <0.5	<2	0,06 <0.5		1	6	1	0,6
VP66	<0.2	0,55 <2	<10	50 <0.5	<2	0,07 <0.5		1	6	1	0,57
VP67	<0.2	0,7	4 <10	60 <0.5	<2	0,08 <0.5		2	9	2	2,08
VP68	<0.2	0,56 <2	<10	40 <0.5	<2	0,08 <0.5		1	4	1	0,57
VP69	<0.2	0,85 <2	<10	50 <0.5	<2	0,08 <0.5		2	3	3	0,62

VP70	<0.2	0,7	2 <10	100 <0.5	<2	0,08 <0.5		4	4	2	0,86
VP71	<0.2	0,61	2 <10	50 <0.5	<2	0,08 <0.5		2	3	1	0,79
VP72	<0.2	0,7 <2	<10	60 <0.5	<2	0,06 <0.5		1	5	1	1,09
VP73	<0.2	0,52 <2	<10	50 <0.5	<2	0,05 <0.5	<1		1 <1		0,29
VP74	<0.2	0,4 <2	<10	30 <0.5	<2	0,05 <0.5	<1		3	1	0,3
VP75	<0.2	0,42 <2	<10	20 <0.5	<2	0,05 <0.5		1	6	1	0,63
VP76	<0.2	0,56 <2	<10	20 <0.5	<2	0,05 <0.5		1	5 <1		0,62
VP77	<0.2	0,79 <2	<10	40 <0.5	<2	0,07 <0.5		1	5	2	1,13
VP78	<0.2	0,64 <2	<10	50 <0.5	<2	0,07 <0.5		2	4	1	0,86
VP79	<0.2	0,53 <2	<10	40 <0.5	<2	0,06 <0.5		1	3	1	0,57
VP80	<0.2	0,74 <2	<10	60 <0.5	<2	0,06 <0.5		2	4	1	0,88
VP81	<0.2	0,54 <2	<10	30 <0.5	<2	0,04 <0.5		1	3	1	0,32
VP82	<0.2	1,06 <2	<10	50 <0.5	<2	0,07 <0.5		2	9	5	1,22

ME-ICP41	ME-ICP41	ME-ICP41	ME-ICP41	ME-ICP41	ME-ICP41	ME-ICP41	ME-ICP41	ME-ICP41	ME-ICP41	ME-ICP41	ME-ICP41	ME-ICP41	ME-ICP41
Ga	Hg	K	La	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	S	Sb	Sc
ppm	ppm	%	ppm	%	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm
	10	1	0,03	10	0,07	49 <1	<0.01	<1		70	13 <0.01	<2	<1
	10 <1		0,02	10	0,04	163 <1	<0.01	<1		80	8 <0.01	<2	<1
	10	1	0,04	10	0,06	45 <1	<0.01	<1		100	11 <0.01	<2	<1
	10 <1		0,05	10	0,12	67 <1	<0.01	<1		120	14 <0.01	<2	1
	10 <1		0,03	10	0,04	46 <1	<0.01	<1		90	8 <0.01	<2	<1
	10 <1		0,02	10	0,02	55 <1	<0.01	<1		40	6 <0.01	<2	<1
<10		1	0,03	10	0,04	34 <1	<0.01		1	70	8 <0.01	<2	<1
<10	<1		0,03	10	0,03	32 <1	<0.01		1	90	9 <0.01	<2	<1
	10 <1		0,03	10	0,05	50 <1	<0.01		2	130	17 <0.01	<2	<1
	10	1	0,03	10	0,05	43 <1	<0.01	<1		50	9 <0.01	<2	<1
	10 <1		0,06	10	0,12	78 <1	<0.01	<1		80	11 <0.01	<2	1
	10 <1		0,06	10	0,16	88 <1	<0.01		2	110	13 <0.01	<2	1
	10 <1		0,04	10	0,04	39 <1	<0.01	<1		110	10 <0.01	<2	<1
	10 <1		0,04	10	0,08	85 <1	<0.01	<1		150	11	0,01 <2	1
	10	1	0,05	10	0,11	73 <1	<0.01		1	170	11	0,01 <2	1
	10	1	0,03	10	0,03	40 <1	<0.01	<1		90	13 <0.01	<2	<1
<10		1	0,03	10	0,02	40 <1	<0.01	<1		50	8 <0.01	<2	<1
	10	1	0,02	10	0,02	37 <1	<0.01	<1		40	9 <0.01	<2	<1
<10	<1		0,03	10	0,04	51 <1	<0.01	<1		40	10 <0.01	<2	<1
	10 <1		0,03	10	0,04	40 <1	<0.01	<1		60	13 <0.01	<2	1
<10	<1		0,02	10	0,02	44 <1	<0.01	<1		40	9 <0.01	<2	1
	10 <1		0,07 <10		0,14	139 <1	<0.01		1	60	9 <0.01	<2	1
	10	1	0,03	10	0,03	35 <1	<0.01	<1		150	9 <0.01	<2	<1

	10 <1	0,03	10	0,02	32 <1	<0.01	<1		90	10 <0.01	<2	<1	
<10	<1	0,03	10	0,03	29	1 <0.01		4	110	15 <0.01	<2	<1	
<10	<1	0,02	10	0,02	23 <1	<0.01		1	50	8 <0.01	<2	<1	
<10	<1	0,02	10	0,02	26 <1	<0.01		1	30	9 <0.01	<2	<1	
<10	<1	0,03	10	0,04	40 <1	<0.01		1	20	8 <0.01	<2	<1	
<10	<1	0,02	10	0,04	39 <1	<0.01		1	40	6 <0.01	<2	<1	
<10	<1	0,03	10	0,02	25 <1	<0.01		1	40	8 <0.01	<2	<1	
<10	<1	0,04	10	0,1	61 <1	<0.01		1	50	12 <0.01	<2		1
<10	<1	0,03	10	0,03	28 <1	<0.01	<1		50	8 <0.01	<2	<1	
<10	<1	0,03	10	0,02	30 <1	<0.01		2	90	10 <0.01	<2	<1	
<10	<1	0,03	10	0,01	18 <1	<0.01		1	70	9 <0.01	<2	<1	
<10	<1	0,03	10	0,03	33 <1	<0.01		1	50	10 <0.01	<2	<1	
<10	<1	0,05	10	0,02	32 <1	<0.01	<1		60	10 <0.01	<2	<1	
<10	<1	0,03	10	0,02	26 <1	<0.01	<1		50	11 <0.01	<2	<1	
	10 <1	0,05	10	0,06	48 <1	<0.01		1	50	12 <0.01	<2	<1	
<10	<1	0,04	10	0,02	30 <1	<0.01		2	50	8 <0.01	<2	<1	
	10 <1	0,03	10	0,02	23 <1	<0.01		1	50	8 <0.01	<2	<1	
	10 <1	0,09	10	0,12	67 <1	<0.01		4	100	15 <0.01	<2		1
<10	<1	0,02	10	0,02	21 <1	<0.01		1	50	7 <0.01	<2	<1	
<10	<1	0,04	10	0,05	61 <1	<0.01		1	90	9 <0.01	<2	<1	
<10	<1	0,03	10	0,02	40 <1	<0.01		2	60	8 <0.01	<2	<1	
<10	<1	0,03	10	0,02	54 <1	<0.01		1	60	7 <0.01	<2	<1	
<10	<1	0,03	10	0,06	30 <1	<0.01		1	40	7 <0.01	<2	<1	
<10	<1	0,06	10	0,03	61 <1	<0.01		3	150	11 <0.01	<2	<1	
<10	<1	0,04	10	0,02	27 <1	<0.01		1	90	12 <0.01	<2	<1	
<10	<1	0,04	10	0,06	85 <1	<0.01		1	50	10 <0.01	<2		1
	10 <1	0,03	10	0,05	133 <1	<0.01		1	70	9 <0.01	<2		1
<10	<1	0,03	10	0,03	114 <1	<0.01		1	60	6 <0.01	<2	<1	
<10	<1	0,04	10	0,05	39 <1	<0.01		2	90	9	0,01 <2	<1	
<10	<1	0,04	10	0,06	45 <1	<0.01		2	70	11 <0.01	<2	<1	
	10 <1	0,05	10	0,09	209 <1	<0.01		3	160	13	0,01 <2		1
<10	<1	0,05	10	0,06	56 <1	<0.01		1	150	17 <0.01	<2	<1	
<10	<1	0,05	10	0,07	61 <1	<0.01		2	100	11	0,01 <2		1

<10	<1	0,06	20	0,12	178 <1	<0.01		2	140	6 <0.01	<2		1
<10	<1	0,06	10	0,12	93 <1	<0.01		2	70	8 <0.01	<2		1
<10	<1	0,03	10	0,08	84 <1	<0.01		2	90	9 <0.01	<2		1
<10	<1	0,03	10	0,02	41 <1	<0.01	<1		40	6 <0.01	<2	<1	
<10	<1	0,03	10	0,03	27 <1	<0.01		1	70	13 <0.01	<2	<1	
<10	<1	0,04	10	0,04	41 <1	<0.01		2	100	12 <0.01	<2	<1	
<10	<1	0,03	10	0,04	51 <1	<0.01		1	120	19 <0.01	<2	<1	
	10 <1	0,04	10	0,09	94 <1	<0.01		2	100	13 <0.01	<2		1
<10	<1	0,04	10	0,1	96 <1	<0.01		2	50	13 <0.01	<2		1
<10	<1	0,03	10	0,06	100 <1	<0.01		1	40	11 <0.01	<2	<1	
<10	<1	0,07	10	0,1	127 <1	<0.01		1	70	14 <0.01	<2		1
<10	<1	0,03	10	0,03	56 <1	<0.01		1	50	9 <0.01	<2	<1	
<10	<1	0,05	10	0,11	81 <1	<0.01		3	170	15 <0.01	<2		1

ME-ICP41 Sr ppm	ME-ICP41 Th ppm	ME-ICP41 Ti %	ME-ICP41 Tl ppm	ME-ICP41 U ppm	ME-ICP41 V ppm	ME-ICP41 W ppm	ME-ICP41 Zn ppm
14	<20	0,08	<10	<10		27	12
9	<20	0,03	<10	<10		16	9
13	<20	0,04	<10	<10		15	9
16	<20	0,06	<10	<10		32	19
12	<20	0,04	<10	<10		13	7
11	<20	0,04	<10	<10		13	5
12	<20	0,04	<10	<10		14	10
15	<20	0,03	<10	<10		12	5
13	<20	0,03	<10	<10		24	9
14	<20	0,06	<10	<10		20	8
20	<20	0,07	<10	<10		22	16
17	<20	0,08	<10	<10		32	24
13	<20	0,06	<10	<10		19	7
14	<20	0,06	<10	<10		33	15
14	<20	0,05	<10	<10		31	18
14	<20	0,04	<10	<10		14	6
9	<20	0,03	<10	<10		9	4
11	<20	0,07	<10	<10		13	4
14	<20	0,07	<10	<10		17	5
16	<20	0,06	<10	<10		18	7
21	<20	0,07	<10	<10		13	4
11	<20	0,1	<10	<10		25	16
11	<20	0,02	<10	<10		12	8

10 <20	0,02 <10	<10	13 <10	5
11 <20	0,02 <10	<10	9 <10	8
10 <20	0,02 <10	<10	6 <10	5
11 <20	0,05 <10	<10	10 <10	4
14 <20	0,05 <10	<10	16 <10	6
8 <20	0,03 <10	<10	17 <10	7
9 <20	0,04 <10	<10	11 <10	4
14 <20	0,08 <10	<10	22 <10	12
10 <20	0,03 <10	<10	9 <10	4
11 <20	0,02 <10	<10	9 <10	5
6 <20	0,03 <10	<10	6 <10	3
13 <20	0,05 <10	<10	24 <10	5
12 <20	0,04 <10	<10	11 <10	4
10 <20	0,04 <10	<10	10 <10	4
13 <20	0,07 <10	<10	24 <10	8
9 <20	0,02 <10	<10	9 <10	4
10 <20	0,03 <10	<10	10 <10	4
14 <20	0,16 <10	<10	28 <10	13
9 <20	0,03 <10	<10	7 <10	4
9 <20	0,05 <10	<10	22 <10	8
8 <20	0,03 <10	<10	9 <10	5
11 <20	0,04 <10	<10	11 <10	5
12 <20	0,04 <10	<10	13 <10	5
13 <20	0,02 <10	<10	14 <10	8
10 <20	0,03 <10	<10	12 <10	5
14 <20	0,04 <10	<10	17 <10	11
10 <20	0,05 <10	<10	23 <10	9
9 <20	0,04 <10	<10	11 <10	5
13 <20	0,05 <10	<10	16 <10	7
13 <20	0,05 <10	<10	18 <10	8
15 <20	0,1 <10	<10	46 <10	14
14 <20	0,03 <10	<10	19 <10	9
15 <20	0,06 <10	<10	21 <10	12

13 <20	0,05 <10	<10	27 <10	10
16 <20	0,06 <10	<10	19 <10	15
12 <20	0,04 <10	<10	23 <10	14
11 <20	0,04 <10	<10	9 <10	4
12 <20	0,05 <10	<10	13 <10	5
11 <20	0,06 <10	<10	28 <10	6
9 <20	0,03 <10	<10	21 <10	8
12 <20	0,05 <10	<10	24 <10	15
15 <20	0,06 <10	<10	23 <10	14
13 <20	0,05 <10	<10	16 <10	8
12 <20	0,07 <10	<10	19 <10	16
9 <20	0,04 <10	<10	14 <10	5
14 <20	0,06 <10	<10	27 <10	17