

Karen Ørbog Oftedal og Silje E. Fretheim

Utgravning av jernvinneanlegg ved Rødmyra, Støren næringsområde, Midtre Gauldal

NTNU Vitenskapsmuseet
arkeologisk rapport 2023:10



NTNU Vitenskapsmuseet arkeologisk rapport 2023:10

Karen Ørbog Oftedal og Silje E. Fretheim

**Arkeologisk undersøkelse av jernvinneanlegg ved
Rødmyra, Støren næringsområde, Midtre Gauldal**

NTNU Vitenskapsmuseet arkeologisk rapport

Dette er en elektronisk serie fra 2014. Serien er ikke periodisk, og antall nummer varierer per år. Rapportserien benyttes ved endelig rapportering fra prosjekter eller utredninger, der det også forutsettes en mer grundig faglig bearbeidelse.

Tidligere utgivelser: <http://www.ntnu.no/vitenskapsmuseet/publikasjoner>

Referanse

Oftedal, K. og S. E. Fretheim 2023: NTNU Vitenskapsmuseet arkeologisk rapport 2023:10. Arkeologisk undersøkelse av jernvinneanlegg ved Rødmyra, Støren næringsområde, Midtre Gauldal.

Trondheim, april 2023

Utgiver

NTNU Vitenskapsmuseet
Institutt for arkeologi og kulturhistorie
7491 Trondheim
e-post: postmottak@museum.ntnu.no

Ansvarlig signatur

Bernt Rundberget (instituttleder)

Kvalitetssikret av

Ellen Grav (serieredaktør)

Publiseringstype

Digitalt dokument (pdf)

Forsidefoto

Parallelt løp med anleggsarbeid og utgravning. Da64275_084, Foto: Karen Ø. Oftedal, NTNU Vitenskapsmuseet

www.ntnu.no/vitenskapsmuseet

ISBN 978-82-8322-358-3
ISSN 2387-3965

Sammendrag

Oftedal, K. og S. E. Fretheim 2023: NTNU Vitenskapsmuseet arkeologisk rapport 2023:10. Arkeologisk undersøkelse av jernvinneanlegg ved Rødmyra, Støren næringsområde, Midtre Gauldal

Sommeren 2020 utførte NTNU Vitenskapsmuseet en arkeologisk utgraving av et jernframstillingsanlegg ved Rødmyra, innen Støren næringsområde i Midtre Gauldal, Trøndelag. Anlegget ble oppdaget i forbindelse med anleggsarbeid i området, etter at reguleringsplanen for Støren næringsområde var vedtatt. NTNU Vitenskapsmuseet avdekket tre områder på til sammen 832 m². Innenfor undersøkelsesområdene ble det gjort funn av flere enkeltliggende røsteplasser og et jernframstillingsanlegg med rester etter en sjaktovn med slaggavtapping, samt tilhørende røsteplasser, malmlager og rester av kullager. Rundt ovnsområdet lå flere konstruerte valler som det er rimelig å se i sammenheng med skjerming av ovnen/arbeidet ved ovnen – kanskje i form av en bygning. Det ble funnet en del slagg i lagene og vollene rundt ovnsområdet, men ingen distinkte slagghauger. ¹⁴C-dateringene plasserer selve ovnsanlegget i vikingtid (rundt 900-1000 AD). To malmlagre og en røsteplass i det samme området ga dateringer til middelalder (mellom 1000 og 1200 AD), mens kullprøver fra de enkeltliggende røsteplassene samt ett malmlager nær ovnsområdet ga dateringer til etterreformatorisk tid (1500-1800-tallet). Metallurgiske analyser av slagg og malm fra lokaliteten antyder 3-4 faser med utvinning på stedet, og viste at det også har foregått primærsmiing av luppejernet nær ovnsområdet.

Nøkkelord: utmark – jernvinne – jernframstilling – røsteplass – malmlager – røstet malm – slaggavtapping – ovn – metallvirksomhet – vikingtid – middelalder.

Karen Ørbog Oftedal og Silje E. Fretheim, NTNU Vitenskapsmuseet, Institutt for arkeologi og kulturhistorie, NO-7491 Trondheim

Summary

Oftedal, K. and S. E. Fretheim 2023: NTNU Vitenskapsmuseet arkeologisk rapport 2023:10. Arkeologisk undersøkelse av jernvinneanlegg ved Rødmyra, Støren næringsområde, Midtre Gauldal

In the summer of 2020, NTNU Vitenskapsmuseet excavated an iron production site by Rødmyra ("the red bog"), near Støren in Midtre Gauldal, Trøndelag. The site was discovered during road construction work. Three areas of interest were exposed, mainly by excavator, with a combined extent of 832 m². In the main area, we documented an iron production site with the remains of a slag tapping furnace, ore stockpiles and areas for roasting of the ore. The oven area was surrounded by constructed mounds that were probably meant to shelter the oven working area – perhaps supporting some form of building. The layers and mounds surrounding the oven area contained a fair amount of slag, but there were no distinct slag heaps. The ¹⁴C-dates place the documented oven remains within the Viking Age (c. 900-1000 AD), while charcoal from two of the ore stockpiles and an area for ore roasting were dated to between 1000 and 1200 AD. The two other excavation areas at the site included two more places for ore roasting, which both provided dates between 1500 and 1800 AD. Metallurgical analysis of slag and ore from the main excavation area suggests 3-4 phases of iron making at the site and revealed hammerscales and slag beads resulting from the first refining of the bloom in layers near and within the documented oven area.

Key words: iron production – bloomery – ore roasting – slag tapping furnace – Viking Age – Medieval period.

Karen Ørbog Oftedal og Silje E. Fretheim, NTNU University Museum, Department of Archaeology and Cultural History, NO-7491 Trondheim

Arkivreferanser

Utgraving av jernvinneanlegg ved Rødmyra, Støren næringsområde, Midtre Gauldal

Intrasisnr	2020/143
AskeladdenID	269535
Saksnummer (ePhorte)	2020/14025
Aksesjonsnummer	2020/143
Tilvekstnr	T28759
Fotonr	Da64275

Fylke	Trøndelag
Kommune	Midtre Gauldal
Gårdsnavn	Nygaarden
Gårdsnummer	44
Lokalitet	Støren
Kulturminnetype	Jernvinne
Datering	Vikingtid, middelalder, nyere tid

Innhold

1. Innledning.....	8
1.1. Bakgrunn for undersøkelsen	8
1.2. Områdebeskrivelse.....	9
1.3. Kulturhistorisk bakgrunn og registreringer	10
1.4. Problemstillinger	11
1.5. Tid, deltagere.....	11
1.6. Formidling.....	12
2. Metode.....	13
2.1. Undersøkelsene.....	13
2.2. Dokumentasjon	13
2.3. Innsamling av funn og prøver	13
3. Resultater	14
3.1. Gjennomføring og inndeling.....	14
3.2 Felt 1	18
3.2.1. Malmlager og røstestplasser	19
3.2.2. Ovnsområdet.....	23
3.3. Felt 2 og 3	35
4. Oversikt over prøver.....	38
5. Oppsummering av resultater og tolkninger	40
Litteratur.....	41
Vedlegg.....	41

Figurliste

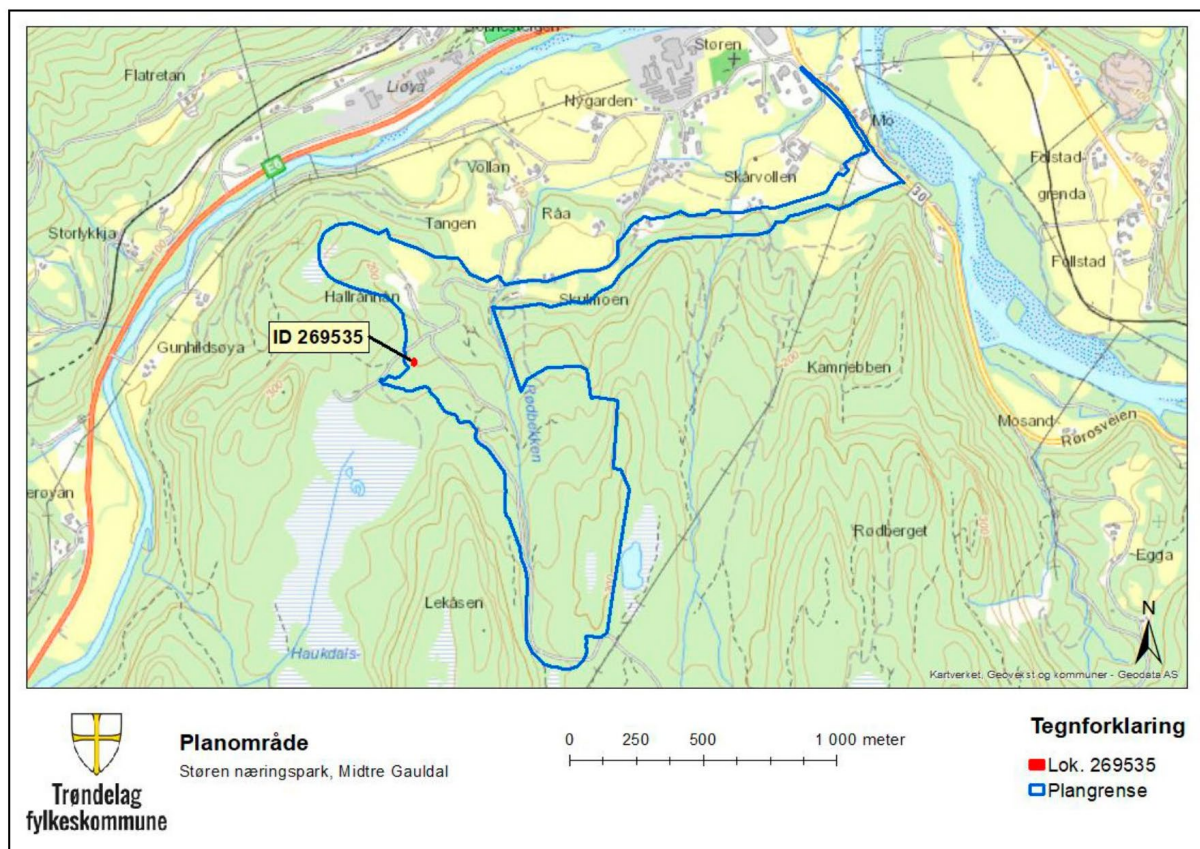
Figur 1. Kartet over planområdet for Støren næringsområde.....	8
Figur 2. Periodetabell.	9
Figur 3. Dronefoto av lokalitetsområdet før utgravning.....	9
Figur 4. Område 1 på slutten av undersøkelsen.....	10
Figur 5. Utgravning parallelt med anleggsarbeid.....	15
Figur 6. Utslag, magnetisk susceptibilitet.....	16
Figur 7. De tre områdene som ble avtorvet og undersøkt.....	17
Figur 8. Undersøkelsen av av produksjonsområdet.....	19
Figur 9. Røstet malm på område 1.....	19
Figur 10. Kart over røsteplasser/lag med røsta malm på Område 1.....	22
Figur 11. Ortofotofoto med de tre hovedområdene på Område 1.....	25
Figur 12. Mulig slappavtapping til ovn i ovenns østlige side.....	25
Figur 13. Kart med alle lag innenfor produksjonsområdet.....	26
Figur 14. Kart over funnkonsentrasjoner, strukturer og utvalgte lag i ovnsområdet.....	27
Figur 15. Kart over innmålte kontekster i ovnsområdet.....	30
Figur 16. Urøstet malm i den ene vollen ved ovnen. Testing for påvisning av malm i felt.....	31
Figur 17. Profil gjennom voll 200053, med markerte lag.....	32
Figur 18. Struktur 107779, ildsted under ovn.....	33
Figur 19. Tråkkelag/flate (101166), mulig amboltstein til høyre.....	34
Figur 20. Område 2, ovesiktsfoto.....	36
Figur 21. Kart over innmålte kontekster, Område 2 og 3.....	37
Figur 22. Multiplott, kalibrerte dateringer knytta til jernvinneaktiviteten.....	39

1. Innledning

1.1. Bakgrunn for undersøkelsen

Sommeren 2020 utførte NTNU Vitenskapsmuseet en arkeologisk utgraving av jernvinneanlegg ved Rødmyra innen Støren Næringsområde i Midtre Gauldal, Trøndelag.

Jernvinnelokaliteten var ikke kjent fra før, men ble funnet innenfor vedtatt reguleringsplan for Støren næringsområde i forbindelse med anleggsarbeid. Stoppordre ble sendt tiltakshaver fra Trøndelag fylkeskommune 19.05.2020, i henhold til kulturminnelovens § 8.2. Trøndelag fylkeskommunes arkeologer overflateregistrerte og prøvestakk i området i mai 2020, og påviste funn med relasjon til jernvinneaktivitet. Planlagt veifylling for ny veg gjennom området var i direkte konflikt med lokaliteten, og det ble vedtatt at en arkeologisk undersøkelse måtte gjennomføres før anleggsarbeidet kunne fullføres.



Figur 1. Kartet over planområdet for Støren næringsområde, samt plasseringen av lokalitet 269535. Fra Trøndelag fylkeskommunes registreringsrapport, Skavheim 2020

Yngre jernalder (575-1030 e.Kr.)

Merovingertid (575-800 e.Kr.)

Vikingetid (800-1030 e.Kr.)

Middelalder

Tidlig Middelalder (1030 – 1130)

Høymiddelalder (1130 – 1350)

Senmiddelalder (1350 -1537)

Nyere tid (1537 -)

Figur 2. Periodetabell. Illustrasjon: NTNU Vitenskapsmuseet

1.2. Områdebeskrivelse

Lokaliteten ligger ytterst på en tørr rygg med Rødbekken i vest og Rødmyra i nord og øst. Område var dekket av lyng, tuer og trær (i hovedsak bjørk og gran, som var hugget og ryddet vekk før utgravningen). En gammel gårdsvei gikk like ved lokaliteten, som grunneier opplyste om at ble brukt for å gå til kirken i gamle dager. Det var også observert slagglengre opp i denne veien og det er tydelig et område med store ressurser knyttet til jernfremstilling. Navnene Rødmyra og Rødbekken henger nok også sammen med de rike myrjernressursene på stedet.



Figur 3. Dronefoto av lokalitetsområdet før utgravning, etter skogrydding. Sett mot sørøst. Da64275_002. Foto: Arne A. Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



Figur 4. Område 1 på slutten av undersøkelsen. Da64275_099. Foto: Karen Ø. Oftedal/NTNU Vitenskapsmuseet

1.3. Kulturhistorisk bakgrunn og registreringer

Det er tidligere registrert en rekke jernfremstillingsanlegg og kullgroper i dalførene i Midtre Gauldal. Det er i hovedsak to typer ovner for utvinning av jern, sjaktovner med slaggrøp fra eldre jernalder, der slagget ble samlet opp i bunn av ovnen for deretter å bli gravd ut, og sjaktovner med slaggtapping fra yngre jernalder/middelalder. De siste kan kjennes igjen på den karakteristiske rennestrukturen på overflaten av slagget. Det finnes imidlertid også eksempler på sjaktovner med slaggrøp datert til tidlig middelalder (f.eks. fra Holm i Rauma, Engtrø og Sauvage 2015). I Trøndelag er ovnene fra eldre jernalder gjerne del av større anlegg med flere ovner på rekke på en brink/ut mot en skråning ned mot en bekk eller annen vannkilde. Ovner har omkringliggende groper, og omtales av den grunn ofte som «rosettanlegg». Et anlegg av denne typen fra eldre jernalder (ID 221656) er tidligere registrert bare 60 m unna vårt anlegg ved Rødmyra. Det er også registrert kullgroper både vest og nord for vår lokalitet (ID 221669-1, 221655-1, 221661-1, 221666-1). To av disse ble undersøkt av NTNU Vitenskapsmuseet i 2018, og er datert til høymiddelalder (Hyttebakk et al. 2020). Kullgroper ses generelt i sammenheng med jernvinna i yngre jernalder og middelalder, mens jernvinna vi kjenner fra eldre jernalder antas å ha vært vedfyrt, og dermed uavhengig av kullproduksjon.

Trøndelag fylkeskommunes arkeologer overflaterregistrerte og prøvestakk på lokaliteten ved Rødmyra i mai 2020, og påviste funn med relasjon til jernvinneaktivitet (Skavhaug 2020). Det ble undersøkt en profil der hogstmaskin hadde laget dype spor i nordøstenden av lokalitetsflata, ut mot myra. Det ble også tatt åtte prøvestikk – fire av dem tolka som positive/funnførende. Funnene bestod av kullag, slag og brent leire, samt to mulige steinsettinger. Det ble ikke registrert synlige spor på overflaten etter jernvinneanlegget. Under den ene mulige steinsettinga, i hogstmaskinprofilen, dukket det opp flere biter brent leire med hull i. Lignende funn skal være gjort i forbindelse med jernvinneanlegg i Sverige, der de ble tolka som spor etter forskaling, med hullene etter kvister brukt under bygging av sjakt (Bernt Rundberget, pers. med.). Det ble ikke funnet flere tilsvarende

funn i forbindelse med NTNU Vitenskapsmuseets utgraving, og de registrerte steinpakningene ble avskrevet som natur.

NTNU Vitenskapsmuseet v/Arne A. Stamnes gjennomførte en geofysisk undersøkelse med måling av variasjoner i magnetisk susceptibilitet rett i forkant av utgravningen, for å få et klarere bilde av avgrensning av lokaliteten. Område mellom jernvinnelokalitet 269535 og det tidligere registrerte rosettanlegget 221656 ble også undersøkt. Mindre anomalier tolket som mulige spor etter røstestplasser ble påvist på to steder i dette området. Det foreligger ingen egen rapport fra geofysikkundersøkelsen, men Arne A. Stamnes produserte kart med resultater som er gjengitt i denne rapporten.

1.4. Problemstillinger

Prosjektplanen (Fretheim 2020) formulerte følgende spørsmål og problemstillinger i forkant av utgravningen:

- Når har jernproduksjonen på lokaliteten foregått, og hvor lenge (med utgangspunkt i ¹⁴C-dateringer)?
- Hva slags jernvinneteknologi dreier det seg om (med fokus på ovenes form og funksjon)?
- Hvor omfattende har jernproduksjonen vært (med utgangspunkt i slaggmengde, slagganalyse, treslagsanalyse, malmanalyse og metallanalyse)?
- Er det tegn på at de som har drevet med jernutvinninga har bodd/overnattet på stedet?
- Er det tegn på at folk har drevet med andre aktiviteter enn jernutvinning på lokaliteten, for eksempel primærsmiing av jernet?
-

1.5. Tid, deltagere

Undersøkelsen ble utført over 5 uker i felt, i tidsrommet 03.08. - 04.09.20. Prosjektleder var Silje E. Fretheim og Karen Ø. Oftedal var feltleder. Hele feltmannskapet er listet i tabell under. Totalt ble det brukt ca 98 dagsverk på feltundersøkelsen. I tillegg kommer mannskap til gravemaskinarbeid fra BN Entreprenør AS. Det ble benyttet gravemaskin av type Compact ABS 8 tonnsmaskin for avtorving i perioden 04.08.-07.08.20, totalt 3 dagsverk. Maskinfører var Jørgen Bergeng fra BN Entreprenør AS. I perioden undersøkelsen foregikk var prosjektleder i felt de første dagene og flere ganger innom utover ukene. Bernt Rundberget fra IAK var også innom ved flere anledninger for å bistå med faglige råd. Etter undersøkelsen var 3 arkeologer ute i felt for å dekke til to av de mindre områdene i skogen ettersom disse ikke var i veisonen. Det ble benyttet 1 dagsverk til det.

Arkeologisk feltmannskap	Antall dagsverk
Karen Ø. Oftedal (feltleder)	24
Benjamin M. King	26
Kjell Lande	25
Heidi Westgaard	25
Kari Berg Dyrendal	1

1.6. Formidling

På grunn av koronaepidemien ble formidling begrenset til det minimale, i tillegg til at det var begrensninger ettersom feltet var inne på et anleggsområde. Det var allikevel enkelte lokale som var innom oss i løpet av undersøkelsen. Det var også en gruppe med ansatte i kommunen som var innom og fikk en omvisning, samt to journalister (Trønderbladet og Gauldalsposten) som senere la ut tre artikler fra undersøkelsen.

Simen Meisdal: Trønderbladet, 03.09.2020 (betalversjon):

[Jernvinneanlegget på Støren kan være rundt 1000 år gammelt - Trønderbladet \(tronderbladet.no\)](https://www.tronderbladet.no/nyheter/i/8QLz0Q/arkeologisk-funn-ved-industriomraade-svaert-interessant)

Simen Meisdal: Trønderbladet, 10.02.2022 (betalversjon):

<https://www.tronderbladet.no/nyheter/i/8QLz0Q/arkeologisk-funn-ved-industriomraade-svaert-interessant>

Bjørn Ivar Haugen: Gauldalsposten, 09.09.2020 (ikke tilgjengelig på nett)

2. Metode

2.1. Undersøkelsene

I første omgang ble det gjennomført en geofysisk undersøkelse av område for å kartlegge omfang av jernfremstillingsanlegget (måling av magnetisk susceptibilitet). Denne undersøkelsen ble utført av Arne A. Stamnes fra NTNU. Deretter ble det gjennomført en arkeologisk utgravning. Lokaliteten ble torvet av med maskin, deretter renses opp for hånd. Røtter og trestubber ble fjernet så godt det var mulig og strukturer som dukket opp ble målt inn. Deretter ble strukturene dokumentert og gravd manuelt. Enkelte av strukturene ble snittet for å få fram profil (både for dokumentasjon og prøvetaking) og andre lag og strukturer hvor det var mer komplisert stratigrafi ble gravd etter «single context»-metode. Denne metoden går ut på å fjerne lag og «hendelser» gradvis fra yngst til eldst for å holde oversikt over forhold mellom de ulike kontekster. Flere av lagene ble ikke gravd ut i sin helhet, som f.eks malmlagerene ettersom de var svært store. Disse ble det lagt prøvesjakt gjennom eller de ble delvis fjernet.

2.2. Dokumentasjon

Innmålinger ble gjort i Intrasis med Topcon Tesla målebok, og en Topcon HiperV GNSS mottaker. RTK korreksjonstjeneste var CPOS. Innmålingene ble i ettertid behandlet i Intrasis 3.1.2 og Arcmap 10.3. Det ble tatt flere fotogrammetrier av utvalgte områder, disse ble tatt med fotostang og Ipad eller mobil med programmet Imaging Edge Mobile. Alle feltarkeologene hadde egne kamera og Ipad hvor strukturer ble dokumentert i Filemaker. Disse skjema ble senere importert og bearbeidet i Intrasis. De fleste anleggsspor som ble gravd ble dokumentert i plan og profil. Alle bilder ble tatt med Nikonkamera i filformatene JPG og ARW. Utvalgte ARW-filer ble konvertert til TIFF under etterarbeidet og lagt inn i Fotobasen med Da-nummer 64275_001-116. Fotogrammetriene ble ikke lagt inn i fotobasen etter vurdering mellom prosjektleder og feltleder. Enkelte ortofoto basert på fotogrammetri ble lagt inn for å vise oversiktlige foto av lag og områder. Opplasting av foto til fotobasen ble gjort av Grete Irene Solvold. Tegning ble nesten ikke benyttet til dokumentasjon; kun enkelte av profilene i malmlager, men foto bearbeidet i Adobe Photoshop ble flittig brukt i ettertid for illustrasjoner av ulike lag i de sentrale områdene.

2.3. Innsamling av funn og prøver

Tabell 1 viser hvilke prøver som ble tatt inn, antall, og hvem som har gjennomført analysene fra undersøkelsen på Støren i 2020. Resultatene er delvis inkorporert i gjennomgang og tolkning av de ulike områdene på lokalitetene (Kap 3). Fullstendige rapporter fra analysene er lagt ved som vedlegg i rapporten (Vedlegg 3 og 4).

¹⁴C-prøvene fra område 2 og 3 (Figur 7), med røsteplassene utenfor opprinnelig registrert lokalitetsområde, ga dateringer til nyere tid. Det ble derfor bare sendt metall- og jordprøver fra område 1 til videre analyse, og dette området er også hovedfokus for rapporten. Det var ingen gjenstandsfunn på noen av de utgravde områdene utover slagg, brent leire og kull. Et utvalg av dette er benyttet som prøvemateriale. Et mindre utvalg prøver av slagg, brent leire og malm ble også katalogisert med tanke på mulige framtidige analyser (T28759/1-6). Utvalget ble gjort i samarbeid med Bernt Rundberget. Katalogiseringen i Gjenstandsbasen ble gjort av Grete Irene Solvold.

Tabell 1. Oversikt over prøver og analyseinfo.

Prøvetype	Antall innsamla	Antall analysert	Analysert av
¹⁴ C-Dateringsprøve (først og fremst trekull)	45	13	Nasjonallaboratoriet for datering ved NTNU
Mikromorfologiprøve	4	3	<i>Pga korona ble prøvene først sendt til seksjonering i USA, før de deretter ble analysert av Richard I. Macphail, UCL</i>
Slaggprøver og jordprøver (uvasket og usåldet)	Usikkert antall – dels innsamlet som funn, dels som prøver	15 (14)	Arne Jouttijärvi, Heimdal archaeometry

3. Resultater

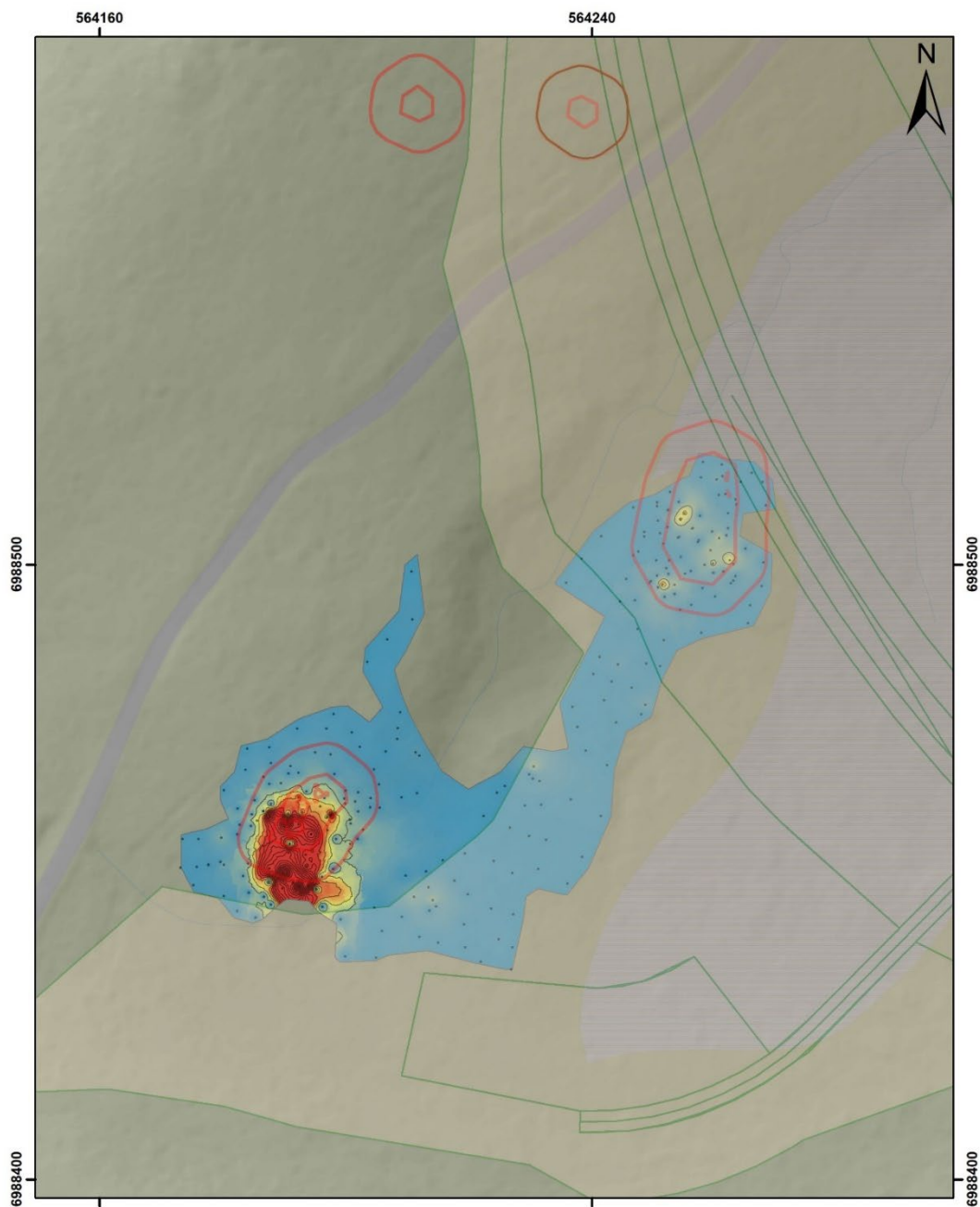
3.1. Gjennomføring og inndeling

Målingen/kartleggingen av magnetisk susceptibilitet i forkant av undersøkelsen ble brukt for å få oversikt over avgrensning av lokaliteten. Det ble påvist 3 konsentrasjoner med økt magnetisme, hvor område 1, som lå midt i veitraseen ble hovedfokus, det var også her fylkeskommunen hadde prøvestykket og finnes spor etter jernfremstilling. De to mindre områdene (2 og 3) som ble tolket som røsteplasser, ble delvis avtorvet med maskin og delvis for hånd, for dokumentasjon og prøveuttak.

Da undersøkelsen startet var område preget av at anleggsarbeidet var i full gang, og underveis i undersøkelsen ble den planlagte veien vest for lokaliteten fylt opp med stein. Dette skapte noen ekstra utfordringer med svært mye støy, og hørselsvern ble brukt i stor grad. Det var også en større sprengning underveis i undersøkelsen, hvor feltmannskapet måtte holde seg borte fra lokaliteten en kort periode, samt generell forsiktighet med ferdsel til og fra brakke på grunn av mye anleggstrafikk. Det var en god del stubber og røtter i område 1 som vi rensket. De ble fjernet med maskin der det var mulig, men de største stubbene måtte få stå.



Figur 5. Heidi Westgaard graver et av lagene i ovnsområde. Utfordring med støy fra store anleggsmaskiner. Her har veien blitt fylt opp med stein, ved endt undersøkelse var den dobbelt så høy. Da64275_072. Karen Ø. Oftedal/NTNU Vitenskapsmuseet



**Magnetisk susceptibilitet
Rødmyra - Støren**

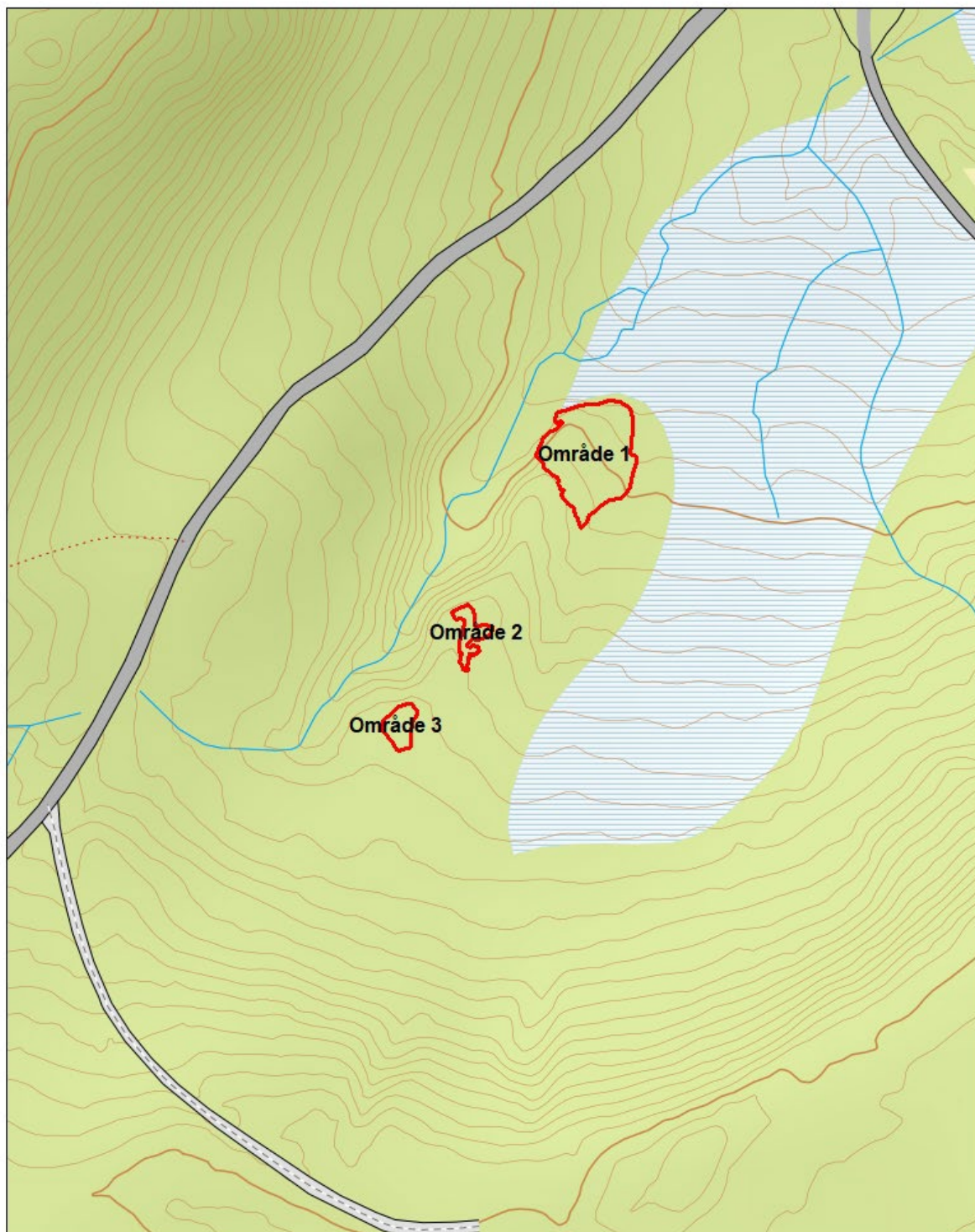
- Askeladden
 - Målepunkter
 - 50 MS kontuerer
 - Målt område
- Magnetisk susceptibilitet**
Volum susceptibilitet
High : 200
Low : 0



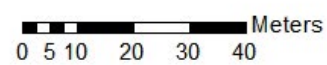
Vitenskapsmuseet
Institutt for arkeologi
og kulturhistorie

0 5 10 20 30
Meter

Figur 6. Kartet viser målinger av magnetisk susceptibilitet. Lengst sør, med størst utslag, er det tidligere registrerte rosettanlegget fra eldre jernalder (ID 221656). I nordøst kan tre svakere konsentrasjoner knyttes til den registrerte lokaliteten ID 269535 (felt 1) mens to enda svakere utslag (felt 2 og 3) ligger mellom de to jernvinneanleggene. Helt i nord er to kullgroper som er gravd ut tidligere markert (opprinnelig registrert som fangstgroper). Kart: Arne A. Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



Støren 2020



Figur 7. Kart over de tre områdene som ble avtorvet og undersøkt. Område 1 ble hovedfokus. Kart: Karen Ø. Oftedal, NTNU Vitenskapsmuseet

3.2 Felt 1

Avdekt areal: 369 m²

Antall anleggsspor/arkeologiske kontekster: 28

Særlige anlegg: Jernfremstillingsanlegg, ovn, røsteplass, malmlager

Representert periode: Yngre jernalder, middelalder

I område 1 ble det påvist rester av en ovn og flere ansamlinger med røstet malm, tolket som røsteplasser og lagring av røstet malm i forbindelse med ovnen. Ovnen ble tolket som en sjaktovn med slaggavtapping på grunn av funn av slagg med rennestruktur, samt ovnens plassering i landskapet. I tillegg var det avtrykk etter trekull på enkelte av slaggbitene, som indikerte at det var brukt trekull til brensel, noe som kjennetegner ovnstypen fra yngre jernalder/middelalder. Ovnen er plassert tett ved myrområde og ligger mellom to markerte voller i nordøst og sørvest, og en mindre voll i sørøst. Det var dessverre ikke bevart intakte vegger i ovnen, trolig har ovnen enten blitt ødelagt mens den var i bruk, kollapset eller blitt ødelagt i ettertid. Det var allikevel et relativt begrenset område med brent leire og slagg, som ga en indikator på hvor ovnen har stått. Funnmateriale som skilte seg ut (f.eks merkbart mer renneslagg/svært jernholdig slagg/lupp, ansamlinger med større biter brent leire, etc.) ble målt inn som egne funnområder. Vi fant ingen gjenstandsfunn på lokaliteten.

Fra område 1 ble det sendt inn et utvalg slagg- og jordprøver fra ulike strukturer og kontekster til metallurgisk analyse, for å få mer informasjon om selve produksjonsområdet. Under følger kart med innmålinger av ulike kontekster (lag, strukturer og funnkonsentrasjoner) tabeller med oversikt over de ulike kontekstene, samt nærmere beskrivelser og tolkninger av enkelte kontekster, basert på både analyser (Jouttijärvi og Johansen 2021) og observasjoner i felt.



Figur 8. Arbeidsfoto underveis i undersøkelsen: fotografering av produksjonsområdet. Foto tatt mot vest. Da64275_097.
Foto: Karen Ø. Oftedal, NTNU Vitenskapsmuseet

3.2.1. Malmlager og røsteplasser



Figur 9. Foto av røstet malm på område 1. De tre største konsentrasjonene vises tydelig. Foto tatt mot nord. Da64275_053.
Foto: Karen Ø. Oftedal, NTNU Vitenskapsmuseet

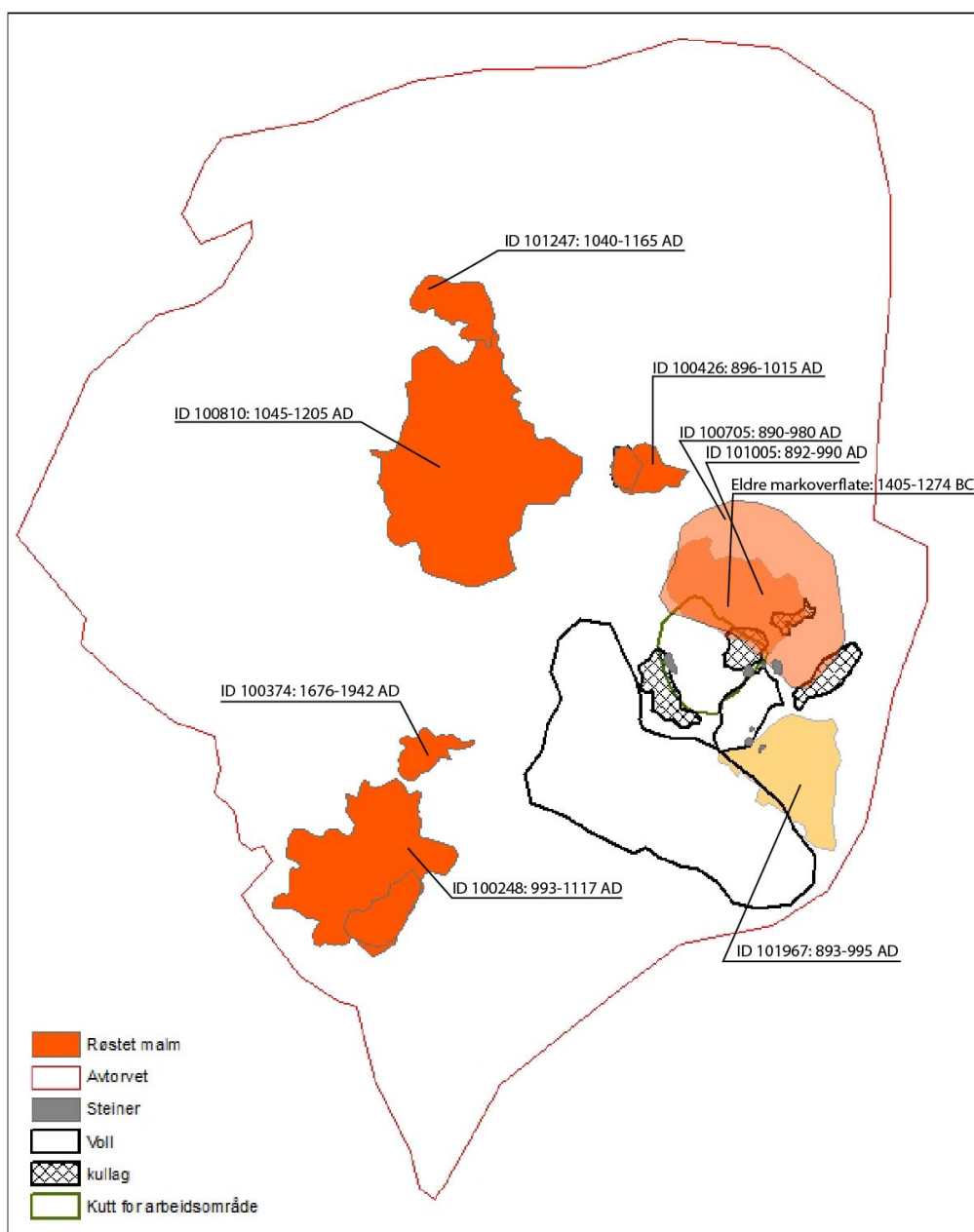
I område 1 var det tre større partier med mørkerød, røstet malm. I utkanten av de røde lagene var det ved alle tre partiene lysere guloransje silt som ble tolket som urøstet malm (se tabell 4 for nærmere beskrivelse av hvert enkelt lag). Det er derfor mulig at man har lagret begge deler, eventuelt at ikke all malmen har blitt helt gjennomrøstet. Hovedvekt av dateringene fra røsteplassene og malmlagene i område 1 er innen vikingtid eller middelalder, bortsett fra en mindre røsteplass (ID 100374, datert til AD1676-1942) som kan være forstyrret eller resultat av at det har foregått jernutvinning med utgangspunkt i myrmalm fra Rødmyra også i seinere perioder. Det siste sannsynliggjøres av dateringene fra Felt 2 og 3 (Kapittel 3.3).

Jouttijärvi og Johansen (2021) beskriver en markert forskjell mellom de to malmlagerene 100705 og 101005, som lå oppå hverandre rett ved ovnsområdet. Det nedre, 100705, inneholdt nesten bare malm, mens det i lag 101005 over var vesentlige mengder av brent og glassert leire, samtammerskall og slagpperler, som peker mot smiing rett ved ovnen.

Tabell 2. Kontekster tolket som malmlager og røsteplasser, utenom selve ovnsområdet.

Intrasid	Navn	Lengde (i cm)	Beskrivelse	Dybde (i cm)	Prøver
100705	Rød silt (malmlager, lag 1)		Ujevn oval form i plan, ligger oppå en voll i østlig del av undersøkelsesområde, like nord for ovn. Fyllet består av brunrød silt med trekull. Deler av laget er mer oransje i øst, mens laget i nord er mer mørk rød, trolig pga overgang til de to lagene som kommer under (lag 101005 og 101967). Laget varierer i tykkelse fra 1 cm i ytterkant og på toppen til ca 20/25 i skråningen ned mot veien. En konsentrasjon av svært knuste slaggbiter ble påvist like øst for selve ovnen (mulig sammenheng med slaggbavtapping. Tolkning: Mulig malmlager, da det ikke dukker opp noe kullrand som kan tilsa at malmen ble røstet her. Laget er nok dratt mer utover enn det originalt var da det er veldig tynt ut mot NØ og virker mer omrotet og ujevnt her. Det kom også frem ett mørkere lag med røstet malm under, det kan derfor se ut som det har blitt deponert malm i to faser her. Tydelig magnetisk. (datert til 890-980 AD). Laget er også omtalt i del om ovnsområde siden det ligger i toppen av voll 200053.	20	Jordprøve: <u>100900</u>
101005	Mørkerød silt (malmlager lag 2)		Ujevn oval form i plan. Laget er tydelig mørkere enn laget over (100705). Laget inneholder en del trekull og noen få biter av slagg, men disse er mindre fragmenter. De fleste slaggbitene ligger ned mot ovnen. Laget har en tydelig avgrensing i nord da det går over til ett oransje lag som er urøstet malm. I sør ser det ut som om laget fortsetter under 101320 der ovnsområdet er. Tolkning: trolig malmlager da vi ikke kan se spor etter noe kullrand, det er dog veldig mange store biter med kull i laget, de kom også fem noen godt bevart biter med never. Det kan se ut til at laget har blitt deponert her. Tydelig magnetisk. (Datert til 892-990 AD). Laget er også omtalt i del om ovnsområde siden det ligger i voll 200053.	20	Jordprøve: <u>101839</u> (Kullflekk: 101085)
100426	Røsteplass	140	Ujevn form i plan. Rødbrun, kullspettet silt med et tydelig kullag (100697) i bunn. Tolkning: Pga tydelig kullag i bunn av laget ble dette tolket som en røsteplass for malm. Laget ligger i underkant av 4 meter fra ovnen. (Datert til 896-1015 AD).	9	Jordprøve: <u>100631</u> (Kullflekk: 100697)
100810	Malmlager	450	Sirkulær, men noe ujevn i form. Rød og oransje silt med mindre kullbiter. Ligger over steril grunn i et tynt lag. Lager er noe tykkere i nordøst, hvor bakken heller. I nordlig del av laget er det en gradvis overgang fra rødbrun silt til guloransje silt og dette er trolig utkant av struktur 101247. Tolkning: Malmen inneholder mindre kullbiter og det er en del brente røtter. Ingen fast kullag (men kan ha hatt selve røsteplass i nord, se struktur 101247). Kan tolkes som lagringsplass for malm. (Datert til 1045-1205 AD)	7,5	Jordprøve: <u>100921</u>

101247	Røsteplass	190	Sirkulær, men ujevn, ligger i en forsenkning i terrenget. For det meste tydelig avgrensning. Tydelig avgrenset fra malmområdet ved siden av (ID 100810). Rødt malmlag med større biter trekull. Skiller seg ut fra de andre lagene med røstet malm (ID 100810) pga noe mørkere farge og mer og større biter kullbiter. Malmen er homogen, men i sør er en ansamling med mer trekull som ble målt inn (101225). Kullet varierer i tykkelse, men består av større kullbiter som man sikkert kan si ikke er brente røtter. Ved kullflekken som fikk sin egen kontekst ID (101225), lå det under kullflekken mer røstet malm og trekull. Tolkning: Sammenlignet med den røstede malmen (ID 100810) som ligger vest for strukturen og ble tolket som malmlager skiller 101247 seg ut ved at det er mørkere og inneholder mer og større biter spredt trekull. Tolkning: røsteplass.	3,5	
100374	Malmlager	113	Oval, men litt ujevn form i plan, ligger i et noe kupert område. Rødbrun silt, noen kullbiter, litt organisk. Ujevn form i profil. Ligger ca tre meter fra en lignende og en del større lagringsplass i øst (100248) og ovnsanlegget ca fire meter lengre vest. Tolkning: Trolig blitt brukt til lagring av røstet malm. Datert til 1676-1942 AD. Mulig forstyrret prøvekontekst, ettersom det er eneste struktur/lag med datering utenfor vikingtid/middelalder.	5	
100248	Malmlager	290	Oval, men litt ujevn form i plan, ligger i et noe kupert område. Lengst sørøst et lys oransje lag, målt inn som eget lag (100575). Mørk rødbrun silt, med noen få kullbiter. Noen steiner av ulik størrelse, tydeligst midt i strukturen og lengst vest. Noen få røtter av ulik størrelse. Ser ut til å ligge under det oransje laget. Ujevn form i profil. Ligger nær en mindre lagringsplass for malm (100374) og ovnen lengre sørvest. Tolkning: Trolig benyttet til lagring av røstet og urøstet malm. Datert til 993-1117 AD.	14	
101967	Lag		Fet oransje kompakt silt, overgang til leire. Noe spredte kullbiter jevnt i laget. Virket relativt homogent og jevn i fargen, men i nærhet av ovn var det en del mindre slaggbiter i massene. Tolkning: Laget ble tolket som gammel myr hvor rester etter slagg og trekull har blandet seg inn i myra. Laget ble ikke undersøkt i sin helhet ettersom det bredte seg ut over planområde og dukket opp i slutten av undersøkelsen. Datert til 893-995 AD.		



Røstet malm Støren, Midtre Gauldal

Figur 10. Kart over røsteplasser/lag med røsta malm på Område 1. Ovnsområdet lå sentralt innen det som er markert som Kutt for arbeidsområde. Med dateringer. Karen Ø. Oftedal, NTNU Vitenskapsmuseet

3.2.2. Ovnsområdet

Ovnsområdet inkluderte to større voller i nordøst og sørvest (se nøyere beskrivelse i Tabell 5) og en mindre voll i sørøst. Mot nordvest var det en mulig åpning inn til selve arbeidsflaten som ligger i en forsenkning innenfor de tre vollene. Selve arbeidsflaten dekker et område på ca 2 x 2,3 m og ser ut til å være gravd ned i undergrunnen og deretter fylt opp med grov sand. Den grå silten som var fjernet fra undergrunnen i arbeidsområde ser ut til å være redeponert i de tre vollene. Det er mulig at arbeidsflaten ble gravd ut og deretter fylt igjen med annen masse som var bedre egnet med tanke på drenering (Rundberget, pers. med.). Det var også to tydelige ansamlinger med røstet malm i toppen av vollen i nordøst, som vi tolket som et malmlager i umiddelbar nærhet til ovnen.

Det var i hovedsak tre områder vi ville undersøke mer gjennom analyser av slagg og jordprøver som ble sendt inn til analyse (se Figur 11):

Ovnen

Selve ovnen var ikke bevart, men knust sjakmateriale ble funnet i et relativt avgrenset område og ble derfor tolket som stedet der ovnen har stått. Jouttijärvi og Johansen (2021) tolker et varmepåvirkta bunnlag i ovnsområdet i forbindelse med bygginga av selve ovnssjakta (se beskrivelse og tolkning av ID 101779 s. 33-34). Størrelsen på dette laget indikerer at ovnen kan ha hatt en nedre diameter på rundt 50 cm. Ut fra de relaterte slaggunnene og sjakmaterialet tolkes ovnen som en Fase 2-ovn med slaggtapping, fyrt med trekull.

Slaggtapping

En mulig avtapping like øst for ovnen ble påvist på slutten av undersøkelsen, med renneslagg og mulige oppmuring med mindre steiner på hver side (ID 101925).

Flere ovnsfaser?

Jouttijärvi og Johansen (2021) mener å kunne skille ut tre, kanskje fire faser med utvinning av jern på lokaliteten, basert på statistisk analyse av kjemisk sammensetning i alle de innsendte slaggrøvene fra Område 1. En av fasene knytter han til et mulig Fase 1-anlegg med slaggrup. Det dreier seg om «bundslagger og en stor slaggeklump med aftryk af trækul, og sammen med en mindre slagge med tydelige nedadløbende flydestrukturer». Vi har ingen andre spor eller dateringer på lokaliteten som kan knyttes til en Fase 1-ovn. Avtrykket av trekull på den nevnte slaggeklumpen passer heller ikke så godt med en Fase 1-ovn-tolkning, da disse ovnene antas å ha vær fyrt med ved i vårt område, ikke kull. Bernt Rundberget foreslår at disse slaggbitene heller skal ses i sammenheng med at det kan ha vært en mindre grop i bunnen av en Fase 2-ovn med slaggtapping, der noe av slagget ble liggende igjen mens resten rant ut (pers. med.).

De to andre sikre utvinningsfasene Jouttijärvi og Johansen skiller ut på lokaliteten på bakgrunn av sine analyser, knytter også han til Fase 2-ovner. En av disse utvinningsfasene hører formodentlig sammen med ovnen vi fant rester av. En mulig fjerde fase med utvinning er hos Jouttijärvi og Johansen kun påvist gjennom analyse av røstet malm, dels nordvest for ovnsområdet (ID 100426) og dels i kullaget/ildstedet under ovnen (ID 101779). Mangelen på slagg fra denne mulige fasen gjør at det ikke er mulig å si noe om ovnstype, men Jouttijärvi og Johansen påpeker at jernproduksjonen her bør ha foregått forut for den ovnen vi har dokumentert spor etter, siden malmen dels lå under bunnlagene i ovnsområdet vårt.

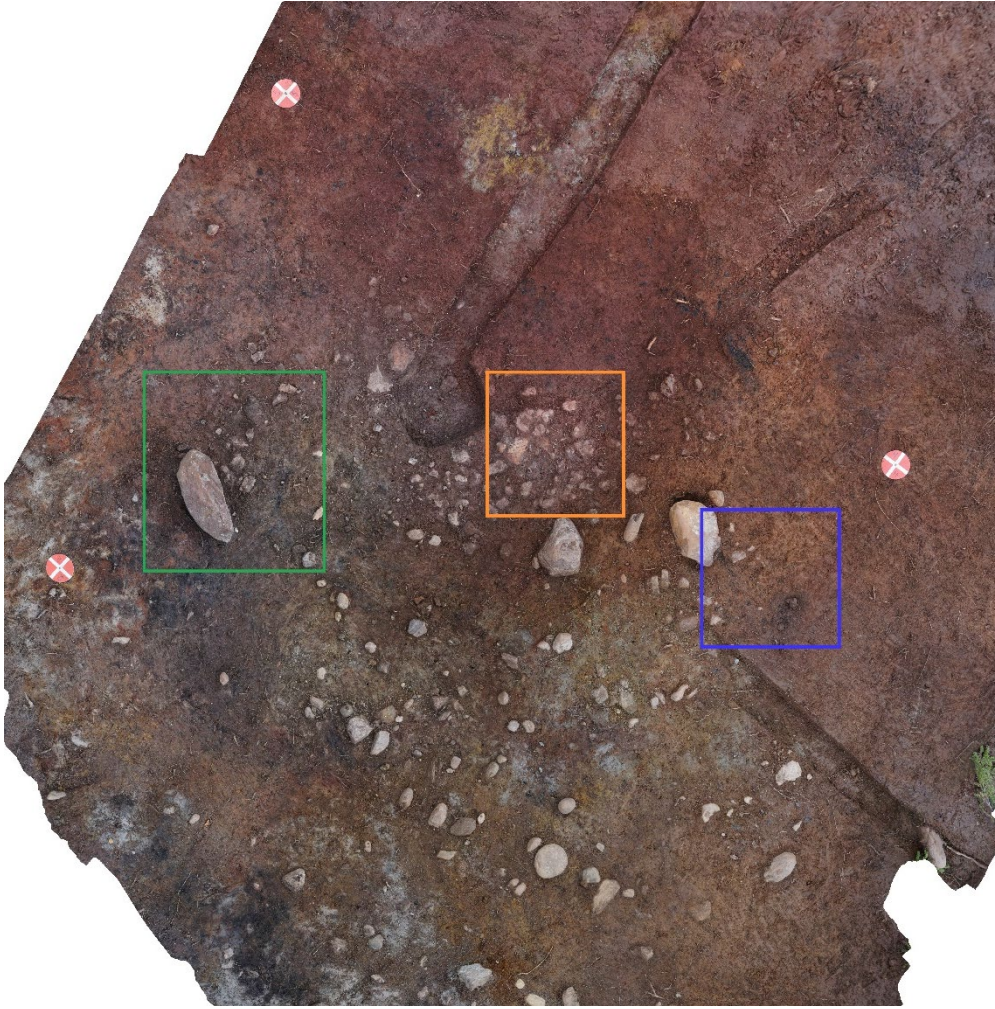
Våre dateringer av kull fra røstesteder og malmlagere innen Område 1 viser også noen avvik som kan tolkes i retning av utvinning i flere faser på stedet, men da etter tidsrommet 900-1000 AD, der de fleste av dateringene fra det påviste ovnsområdet hører hjemme (se figur 22). De tre-fire fasene Jouttijärvi og Johansen skiller ut har trolig foregått innen samme århundre, i vikingtid.

Primærsmiing ved ovnsområdet

Det ble gjort funn av jernholdig slagg i et konsentrert område rundt en større stein, som ble tolket som en mulig ambolt (lag 101320, prøve ID 101120). Det var relativt få steiner i felt, og denne var relativt stor og lå i utkanten av arbeidsgropa (se største steinen i Figur 15). Tolkning i felt var at dette kunne være en amboltstein hvor grovrensing av selve luppen kan ha foregått. Det var både på grunn av plasseringen, samt flere større slaggbiter rundt steinen som inneholdt et relativt høyt innhold jern, i motsetning til slagg ellers på undersøkelsesområdet. Prøver fra dette området ble sendt inn til slagganalyse for å se om dette kunne bekreftes, og eventuelt om det var mulig å si noe om kvaliteten på jernet. Jouttijärvi og Johansen (2021) påviste først og fremst store (>5mm) slagfragmenter i prøven, men også hammerskall og slagperler. Det var likevel mindre av det siste enn man skulle forvente i nærheten av en ambolt. Jouttijärvi og Johansen konkluderer dermed med at det med sikkerhet har foregått primærsmiing i nærheten, men at det ikke er mulig å bekrefte en tolkning av steinen som amboltstein. Han setter imidlertid fram som et mulig alternativ at steinen kan ha blitt brukt som underlag under luppen ved en første hamring, forutfor primærsmiinga, for å gjøre luppen mer kompakt og fjerne noe av utvinningslaget på yttersiden av den. Gjennom sine analyser mener Jouttijärvi og Johansen uansett å se klare tegn til primærsmiing i området nær ovnen, både fordi det ble påvist hammerskall og slagperler i prøver fra området, og fordi det fantes stykker av rødbrunt, glassert leire, som Jouttijärvi og Johansen mener kan ha sittet på en essestein, brukt til å beskytte blåsebelgen til en esse. Den røde fargen på leiren tyder på oksiderende forbrenning i et åpent anlegg (som en esse) snarere enn i en lukket utvinningsovn (Jouttijärvi og Johansen 2021, 4-5).

Jernkvalitet

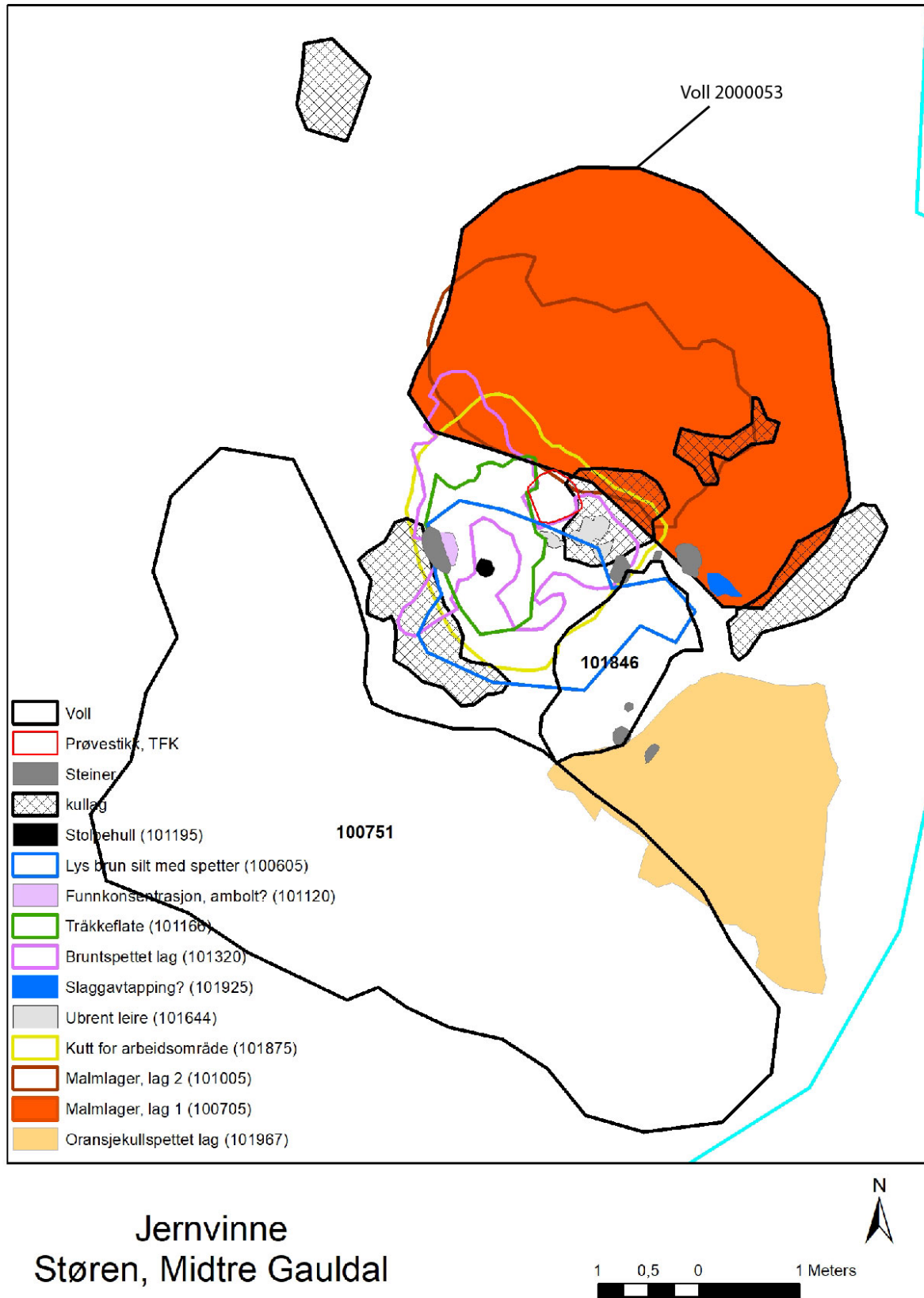
Det ble funnet en mindre jernbit som stammer fra utvinningen. Denne er analysert (Jouttijärvi og Johansen 2021) og viser at jernet er av god kvalitet. Imidlertid er det lite karbonrikt og det er derfor ganske mykt. Det vil si at de har produsert et godt smibart jernstykke mest sannsynlig til bruk som hovedemne i et redskap eller våpen, det har ikke fungert som egg i et sverd, kniv eller lignende. Til en slik bruk må karboninnholdet være høyere, noe som gjør det hardere og sterkere, det vi kaller for stål.



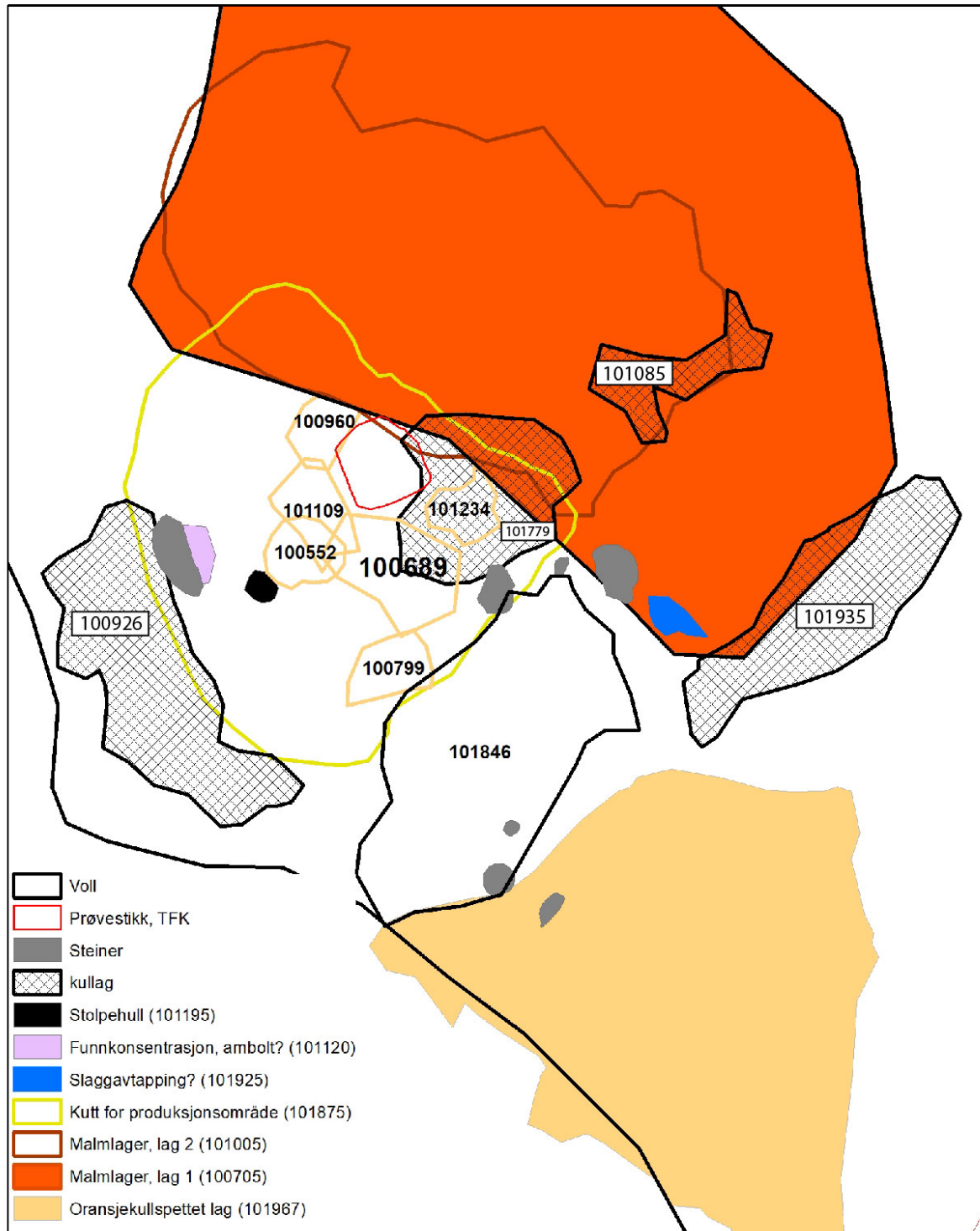
Figur 11. Ortofotografi med inntegning av de tre hovedområdene: Orange: Ovnsoverflate. Grønn: Område ved mulig ambolt. Blå: Mulig slaggavtapping. Da64275_115. Foto: Karen Ø. Oftedal, NTNU Vitenskapsmuseet



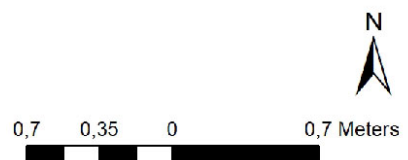
Figur 12. Mulig slaggavtapping til høyre for ovnens østlige side. Da64275_102. Foto: Karen Ø. Oftedal, NTNU Vitenskapsmuseet



Figur 13. Kart med alle lag innenfor produksjonsområdet. Omrotede lag i topp av produksjonsområdet er ikke med. Karen Ø. Oftedal, NTNU Vitenskapsmuseet



Jernvinne Støren, Midtre Gauldal

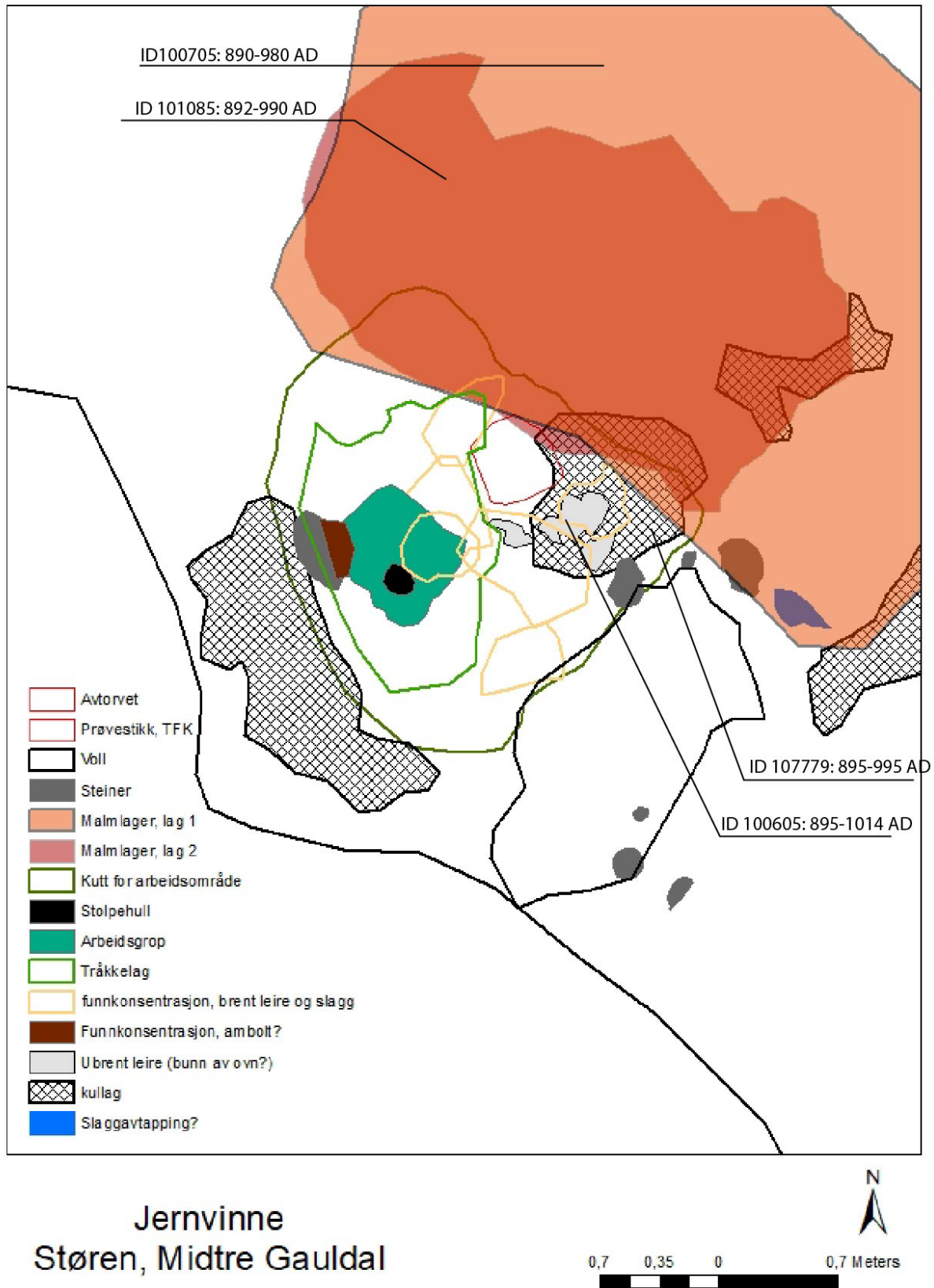


Figur 14. Kart over funnkonsentrasjoner (gule markeringer med IDnr), strukturer og utvalgte lag i ovsområdet. Karen Ø. Oftedal, NTNU Vitenskapsmuseet

Tabell 3. Kontekster tilhørende produksjonsområdet.

Intrasid	Name	Lengde	Bredde	Beskrivelse	Dybde
100459	Lag (omrotet)	110		Ujevn form i plan, ligger som et rotete lag oppå ovnsområdet. Ujevn farge i plan, forskjellige valører av mørk brun. Sandholdig silt, mørkebrun med ujevne partier med mørkere og lysere brun. Laget hadde sporadisk biter med slagg og kull. Det dukket også opp noen biter med brent leire/ovnsfyll i laget. Det er en del røtter i laget, det har tidligere stått to trær oppå her, som kan være grunnen til at de er rotete. Tolkning: trolig et omrotet lag forstyrret av blant annet røtter. Det ligger slagg, leire og kull i laget, trolig fra lagene under. Laget er mindre kompakt enn lagene som dukker opp under. Laget har blitt målt inn da det har biter med slagg og ovnsfyll i seg, men representerer nok først og fremst en overgang mellom torva og lagene under. Det var også torvresten i laget.	6
100504	Lag (mørkbrun sandholdig silt)	110		Ujevn oval form i plan. Ligger over ovnsområdet som en haug/opphøyning, med omtrent samme utstrekning som tråkkelag 101166 lenger ned (se figur 15). Ligger ved siden av en annen opphøyning, som to voller/ vegger til oven. Er en dump midt mellom disse to. Jorden var mørk brun sandholdig silt, med flekker av lysere brun silt. Laget skiller seg fra laget over i at dette er litt lysere i fargen og ikke like omrotet. Det har mindre biter med slagg, men flere biter med brent leire som trolig hører til ovnen. Det er både små og store biter med kull i laget, noen av disse er trolig fra røtter. Ned mot bunnen av laget/overgangen til neste lag dukker det opp små biter med rødbrent leire. På toppen av laget er det større biter med brent leire som trolig hører ovnen til. Midt i laget er det mange små biter. Ned mot bunnen av laget dukker det opp en stor bit med leire som fortsetter ned i laget under. Bitene av leire ser ut til å ligge i en halvsirkel, da det ikke er like mye av den brente leiren helt i ytterkanten av laget. I ytterkantene er derimot hvor det er funnet mest slagg. En del små røtter, også små steiner som ikke er brent i laget. Tolkning: Bitene av brent leire som er funnet lager en halvsirkulær form, som kan se ut til å følge opphøyningen/vollen og være veggene til ovnen. Det er veldig rødbrent og større biter med leire som kan se ut til å være toppen av ovnen som lager denne halvsirkelen. Totalt 6,3 kg med brent leire.	7
100605 (+ 100531)	Lag	230		Ujevn sirkulær form i plan, som ligger oppå ovnsområdet. Laget er mellombrun silt med spetter av røstet malm og kull. Laget inneholder en del brent leire og slagg. Laget har noe mindre slagg enn laget over, men mer konsentrerte ansamlinger med brent leire. Mot bunnen av laget dukker det opp større biter av brent leire og slagg, disse bitene virker til å ligge <i>in situ</i> (målt inn som funnkonsentrasjon: 100689). Ellers virket laget noe omrotet, da det er ujevne flekker med silt, kull og malm. Konsentrasjon 100689 ligger i en rektangulær form, men pga prøvestykket fra fylkeskommunen er det ene hjørnet borte, det ble dog påvist relativt store mengder brent leire også her (innlevert pose med materiale fra Fylkeskommune). Tolkning: En mulig tolkning kan være at ovnen har blitt knust/ødelagt og sjaktmassene deretter har blitt planert ut innenfor dette rektangulære område. Det er mange andre biter av slagg og leire i samme størrelse som ligger spredt utover området, de ligger dog med mer avstand til hverandre enn materiale innenfor dette rektangelet. Lag 100531 (samt funnkonsentrasjon 100552, konsentrasjon med slagg) er trolig toppen av 100605 og er derfor ikke omtalt i denne tabellen.	7
100926	Kullag	190		Tynt lag med kull, svært ujevn i plan, orientert i siden av kuttet for arbeidsområde (101875). Tolkning: Mulig rester etter kullager.	3
101085	Kullfleck	100		Enkelte større biter med trekull.	
101320	Lag			Ujevn sirkulær form i plan. Brunspettet organisk silt, med røde flekker (røstet malm), biter med kull, og en del slagg slagg og ubrent leire noen steder. I toppen av laget lå flere større biter slagg inn mot steinen i vest. Dette ble målt inn som et eget funnområde (101120) med mistanke om at steinen kan være brukt som ambolt. Ellers var laget tomt for funn. Under laget kom restene etter lag 101005 frem, sammen med dette mørkerøde laget var det tre sirkulære former med ubrent leire, og med brent leire og slagg i. Disse ble målt inn som egen konstruksjon/funnområde. Det var også mye kull konsentrert ved dette funnområde. Under resten av laget kom det frem et lag med grågrønn sand (101875). Tolkning: Laget ble tolket som et aktivitetslag sentralt i ovnsområde.	4
101166 (+ 101125)	Tråkkeflate			Ujevnt sirkulært område, med stolpehull øst i laget. Laget besto hovedsakelig av lys grå siltet leire med kull- og brent leirespetter. Det var ca 10cm dypt på det dypeste, som var i kanten av stolpehullet. Ellers var laget ca 2 cm tykt. I midten av laget var leiren mer lysebrun. Laget inneholdt mange små ubrente stein, samt biter av kull og brent leire. Under 101166 kom det mer brunspettete laget (101320) i nordøst og mot sør var det lysgrå silt (undergrunn) under 101166. Tolkning: Laget ble tolket som en tråkkeflate i arbeidsområde Laget var ganske kompakt, men omrotet. Det har ikke vært slike leireflater ellers i ovnsområdet. Lag 101125 var trolig toppen av lag 101166 og derfor ikke omtalt i denne tabellen.	2
200053	Voll, NØ	450	300	Oppbygd voll, like nordøst for oven. Vollen består av flere lag med røstet og urøstet malm, samt masser fra undergrunn som tydelig er deponert, trolig for å skjerme selve arbeidsflaten for ovnsaktivitet. Fra topp: 1. Brunrød silt ca 20 cm (laget ble fjernet før foto, Figur 17), 2. Mørkerød silt (lag 101005, røstet malm) ca 8-4 cm (PID 101839), 3. Lys grå silt (utvaskingslag) 1-2 cm, 4. Gul silt 3 cm, 5. Lys gul silt 15 cm (PID 101841) med tynn linse med lys gulgrå silt ved knyttnevestor stein. Trolig omrotet undergrunn blandet med ubrent malm.	57

				6. Oransje silt med trekull ca 17 cm, noe blandet med lag over, 7. Lys grå siltholdig sand 5 cm, 8. Organisk silt med noe småstein og små biter trekull ca 3 cm (eldre markoverflate, datert til 1405-1274 BC), 9. Lys gråblå siltholdig sand (steril undergrunn).	
100751	Voll, SV	725	309	Oppbygd voll, like sørøst for ovn. Vollen består av 1. omrotede masser fra undergrunnen ca 25 cm (oransje silt, med spetter av mørkere oransje silt og lys grå silt). 2. Tynt organisk sjikt ca 2 cm, som ble tolket som eldre markoverflate. 3 Lys gråblå silt med lommer av oransje silt (steril undergrunn)	45
101846	Voll, SØ	220	104	Tydelig omrotede masser som ser ut til å være deponert bevist i dette område, massene er lys grå silt og enkelte steiner i ulik størrelse. Vollen ble ikke snittet.	
101875	Kutt med fyll	232	202	Tydelig kutt med skrå kanter fylt opp med grågrønn siltblandet sand, svært homogene masser.	10
101925	Mulig slagg-avtapping	20		Ansamling med små biter renneslagg med ca 5 cm store steiner på hver side i et parti 20 cm. Har trolig vært nærmere ovnen også uten at vi var klar over hva det var. Det ble i midlertidig observert under graving av masser mellom 101925 og ovn dukket opp svært mye småfragmenter av renneslagg.	
101935	Kullag	200	65	Laget består av kull og mindre biter trekull. Tolkning: Mulig rester etter kull fra ovn som har rent ut med slagg og diverse mellom de to vollene i øst hvor det er naturlig helling ned mot myra. Ettersom laget ikke er et kompakt kullag og det faktisk at det ligger «utenfor» vollene og ovnsområde er det lite trolig at det er kullager.	4
101195	Stolpehull	17		Sirkulær form i plan. Fyllmassen består av mørkebrune kullholdig silt med ubrent leire og brent leire. Små biter med slagg. Formen i profil er noe ujevn og den sørlige delen er noe dypere (7 cm) enn nordlig del (3 cm). Tolkning: mulig bunnen av ett stolpehull. Den er litt skrå i profil, men fyllmassene skiller seg veldig ut fra massen rundt som er mer kompakt leire. Strukturen står sentralt i ovnsområde og er kuttet ned i det vi har tolket som tråkeflate/arbeidsgrp. Det ble ikke påvist flere stolpehull i ovnsområde.	7
101967	Lag			Fet oransje kompakt silt, overgang til leire. Noe sprette kullbiter jevnt i laget. virker relativt homogent og er jevn i fargen, men i nærhet av ovn er det en del mindre slaggbiter i massene. Tolkning: Laget ble tolket som gammel myr hvor rester etter slagg og trekull har blandet seg inn i myra. Datert til 893-995 AD.	
100705				Se beskrivelse under malmkapittel. Lag i voll 200053.	
101005				Se beskrivelse under malmkapittel. Lag i voll 200053.	
101644	Bunn av ovn			Tre ansamlinger med ubrent leire, trolig fra konstruksjonen av ovnen. Leireflekkene ligger over lag 101779, som tolkes som ildsted knyttet til byggingen av ovnen.	
101779	Ildsted	46		Sirkulær form i plan (en del av ildstedets opprinnelige form er kuttet av Fylkeskommunens prøvestikk). Strukturen består av mørk rødbrun silt, noen steiner av ulik størrelse (1-10 cm), store mengder kull og enkelte røtter. Over dette kullaget var det ubrent leire og over der igjen var brent leire (sjaktmasser), det er derfor merkelig at dette kullaget ligger under selve ovnen. Formen i profil er ujevn. Tolkning: ligger under ovnen, kan det være ildsted i forbindelse med ovnen eller rasmasser. Dateringen (895-995 AD tilsier en samtidighet med resten av ovnen).	5



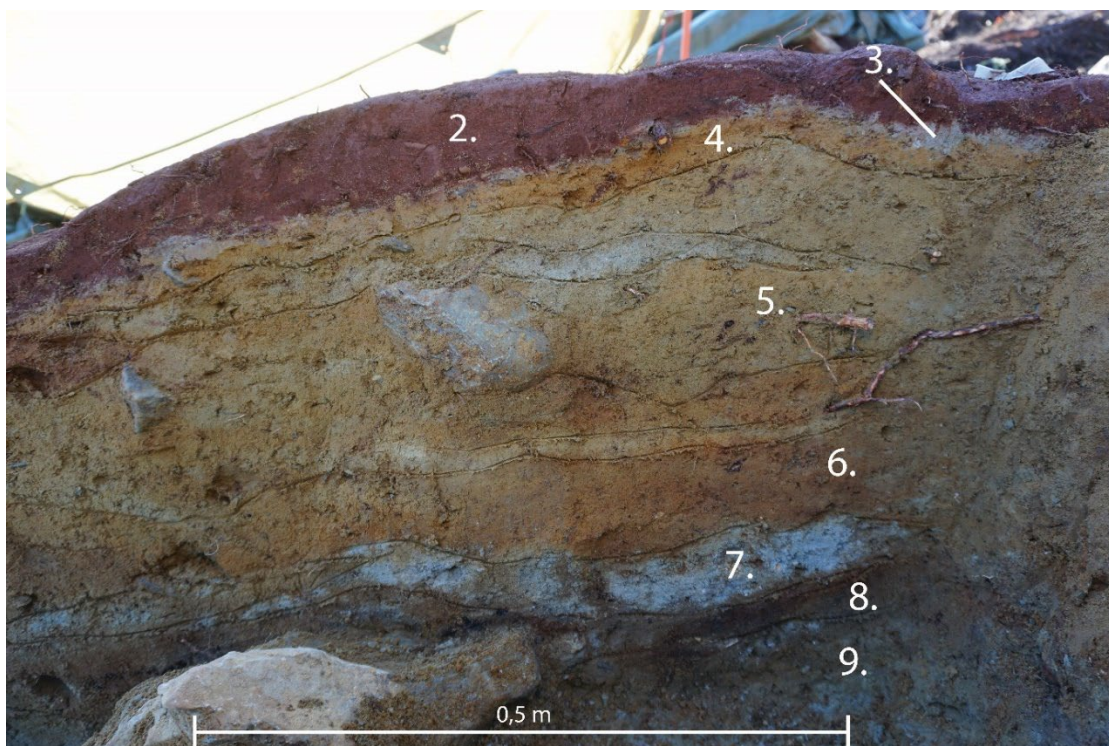
Figur 15. Kart over innmålte kontekster i ovnsområdet. Karen Ø. Oftedal, NTNU Vitenskapsmuseet

Voll med røstet og urøstet malm i toppen (ID 200053)

Nord for ovnen var det en større voll med røstet malm i toppen. Da vi la en sjakt gjennom ble det tydelig at den besto av flere lag og hendelser. Blant annet dukket det opp en lysere gul silt som ble tolket som urøstet malm. For å teste om dette faktisk var malm, la vi det på folie og varmet det opp. Massene ble da magnetiske og fikk lik farge som de øvrige feltene med røstet malm på lokaliteten. Vollen ble derfor tolket som et lager med både røstet og urøstet malm i tillegg til utkastede undergrunnsmasser fra når ovnen skulle settes opp.



Figur 16. Urøstet malm (guloransje) hvor graveskje peker. Deler av innhold i den ene vollen ved ovnen. Da64275_079. Innfelt: Testing for påvisning av malm i felt. Urøstet malm blir magnetisk når den varmes opp (røstes). Da64275_080. Foto: Karen Ø. Oftedal, NTNU Vitenskapsmuseet



Figur 17. Profil gjennom voll 200053, det øverste laget er fjernet på et tidligere tidspunkt. For arkeologenes lagbeskrivelser, se Tabell 5, ID 200053. For lagbeskrivelser basert på mikromorfologi, se videre tekst. Da64275_087. Figur/Foto: Kare Ø. Oftedal, NTNU Vitenskapsmuseet

Tre mikromorfologiprøver ble sendt inn fra profilen avbildet i figur 17, for å få en bedre forståelse av lagoppbyggingen i vollen. Macphail (2020) beskriver og tolker lagene slik (nedenfra og opp):

Layer 9 clearly includes compact relict periglacial slope deposits. Human activity on site probably led to erosion of any soils, so that Layer 8 is only a thin ranker (A/C soil profile/lithosol). Small wood charcoal, including twig wood, would seem to suggest burning of brash associated with clearance, but probably not in situ – as no soil heating effects are obvious. This brash could be simply trimmings from wood cutting and fuel preparation, or, as stated speculatively above, be waste from woody browse gathering. Layer 7 is a dump of local regolith and weakly humic topsoil.

Layer 6 [...]: This layer is formed of imported moderately ferruginous micaceous silts, which have been dumped and mounded – hence some subhorizontally oriented gravels [...]. These silts show a history of mica weathering, bioworking and ferruginisation forming fine soil and iron stained aggregates/fine peds [...]. Bioworking may indicate dumping of turf or possibly a hiatus in mound construction.

Layer 5 [...]: There are broadly layered spreads of yellowish brown to dark brown micaceous silts, with few fine and coarse subhorizontal gravels (max 9mm) at 0-30mm, over pale brown very poorly ferruginous micaceous silts [...]. The last are compact with a fine weakly formed laminar structure, possibly due to trampling rather than ice lensing; the pale (leached/weathered silts, may also record erosion of the mound and fine colluviation. Upper layer 5 is relatively bioworked by only small probably acidophyle invertebrate mesofauna – hence gravel remained horizontally oriented [...].

It is not completely clear if Layer 6 is made up of once weakly humic and biologically worked silty turf or has been also bioworked in situ. It can be suggested that iron for exploitation was possibly found to be more concentrated in turf soil due to weathering and wetting and drying soil processes, releasing iron from micas for example. Pale silts at the base of Layer 5 may be a dump of poorly ferruginous subsoil silts, which became compacted, or possibly they record a colluvium of eroded leached soil from the mound.

Layer 4 [...]: Here, there are mounded weakly ferruginous micaceous silts mixed with subsoil regolith (gravelly with relict periglacial features) (Fig 19). Probably deposits were exposed for a while with weak topsoil formation and trace of fine charcoal recorded [...]. The fine fabric became iron stained from iron working deposits above (Layer 2).

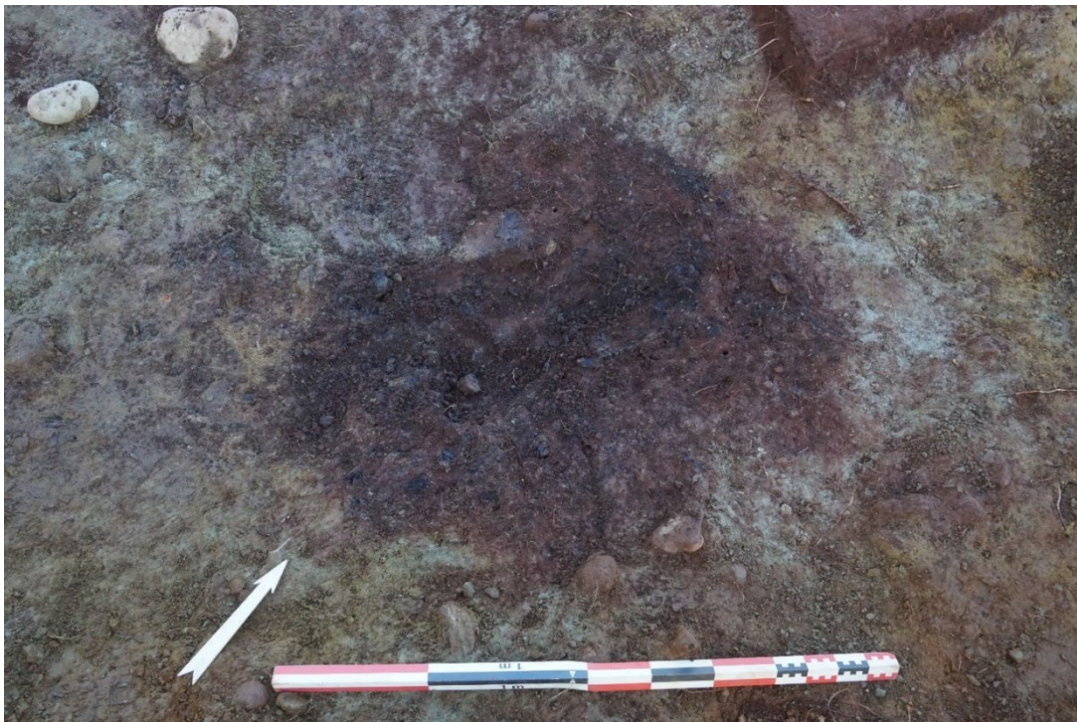
Layer 2 is comprised of finely aggregated red material (probably haematite – roasted ore), embedding examples of fine charcoal, and with small very fine aggregates of unroasted yellowish ore. It was a ‘cold’ deposit and no heating effects on buried Layer 4, were observed [...]. It also may have been a slurry, hence examples of closed vughs, and no typical iron slags or iron working debris, were involved [...].

Vollen bestod altså av vekselvis kulturpåvirkede *in situ* sedimenter, påført/redeponert sand, samt de påførte lagene med røstet og urøstet malm i toppen. Den røstede malmen (lag 2) var redeponert på stedet i kald tilstand. Vollen var altså konstruert, men ikke i én omgang. Vollens nedre oppbygging, og det at det innen lag 5 (midt inni vollen) så ut til å være spor etter tråkking (*trampling*), tyder på at vollen på dette tidspunktet kun var en voll – ikke et veggfundament/del av et veggparti i en bygning. Lag 4 viser også tegn på at toppen av vollen har ligget eksponert på et seinere stadium. Vi kan likevel ikke utelukke at vollen kan ha hatt en funksjon i forbindelse med en bygning/levegg eller lignende i en av fasene forut for deponeringa av malmlaget i toppen (lag 2).

Fra lag 8 (under den oppbygde delen) ble det sendt inn en dateringsprøve, der resultatet ble 1405-1274 f.Kr. (eldre bronsealder), og sporene etter avsviing/rydding som Macphail mener å se i laget kan altså ha å gjøre med menneskelig aktivitet i området langt forut for jernvinna.

Ildsted/bunnlag i ovnen (ID 101779)

Helt i bunn av ovnsområde var en sirkulær flekk, diameter 46 cm, med mye kull og mørkbrent malm (101779), tolket som ildsted i felt. Ettersom det ble funnet ubrent leire over laget, ble sammenhengen mellom laget og ovnen vurdert som uavklart, og det ble sendt inn en jordprøve fra 101779 for å se om metallanalysen kunne gi svar på sammenhengen mellom ildstedet og ovnen.



Figur 18. Struktur 107779, kullag under ovn, med datering 895-995 AD. Da64275_108. Foto: Kjell Lande, NTNU Vitenskapsmuseet

Jouttijärvi og Johansen (2021) vurderer innholdet i laget (trekull og mindre mengder røstet malm) til å passe med en tolkning av det som bunnlaget i selve ovnen. Han påpeker at det i andre sammenhenger også er påvist lignende kullag dekket av ubrent leire i bunnen av ovner med slaggrøp. Disse er tolket som spor etter et bål som har vært tent i ovnen mens den ble bygget, for å tørke ut leira underveis i bygginga, så man kunne fortsette konstruksjonen uten at den ubrente leira falt sammen under sin egen vekt. Leirelaget over kullaget kan ha havnet der når leire falt ned/rant utover i forbindelse med den videre bygginga av ovnen.

Kullager

Under undersøkelsen fant vi ikke noe tydelig kullager, men enkelte tynne kullag (da spesielt 100926, se Figur 14) kan representere en rest av et slikt lager. Plasseringen i utkant av kuttet for arbeidsområdet kan styrke denne tolkningen. Her vil kullet ha vært lett å få tak i for den som har kontrollert ovnen, men samtidig ute av veien for andre komponenter som malmlager, slaggrønne og ambolt.



Figur 19. Tråkkelag/flate (101166), mulig amboltstein til høyre i bilde og rester etter ovnssjakt like nedenfor steinen i øverste venstre hjørne. Da64275_032. Foto: Heidi Westgaard, NTNU Vitenskapsmuseet

Slagghaug? Slaggutkast/avfall fra produksjonen

Det ble ikke påvist noen slagghauger ved ovnsanlegget, men en del slag ble påvist i flere av de undersøkte lagene og vollmassene. Det er dermed vanskelig beregne volumet på produksjonen, men den lille mengden slag tilsier at jernproduksjonen neppe har vært av veldig stort omfang.

Rundt 52 kg slag ble veid opp fra til sammen 3 kontekster i ovnsområdet i forbindelse med utgravninga (ID 100705 – voll NØ for ovn, 100504 – lag midt i ovnsområdet, 101120 – lag nær bunnen av ovnen). Det var tilsynelatende ikke så mye mer slag i og rundt det sentrale ovnsområdet enn dette, og det ble heller ikke påvist større konsentrasjoner av slag ellers på lokaliteten. Ut fra mengden veid slag er det sannsynlig at anlegget kun ha vært i bruk i en sesong.

Utbytte/effektivitet?

Jouttijärvi og Johansen (2021) har gjort en beregning av det teoretiske utbyttet av utvinningene på stedet der det både fantes malm og slagg som kunne relateres til samme utvinningsprosess/gruppe. Avhengig av beregningsmåte endte de på at det kan ha blitt utvunnet enten rundt 50 kg eller rundt 35 kg jern for hver 100 kg malm. I begge tilfeller har dette vært et uvanlig godt utbytte, da et mer alminnelig utbytte ligger fra rundt 15-30 kg jern per 100 kg malm. Jouttijärvi og Johansen konkluderer med at jernutvinningen på stedet synes å ha vært veldrevet, selv om produksjonen ikke ser ut til å ha vært stor.

3.3. Felt 2 og 3

Avdekt areal: 46,5 m² og 48,3 m²

Antall arkeologiske kontekster: 3 og 2

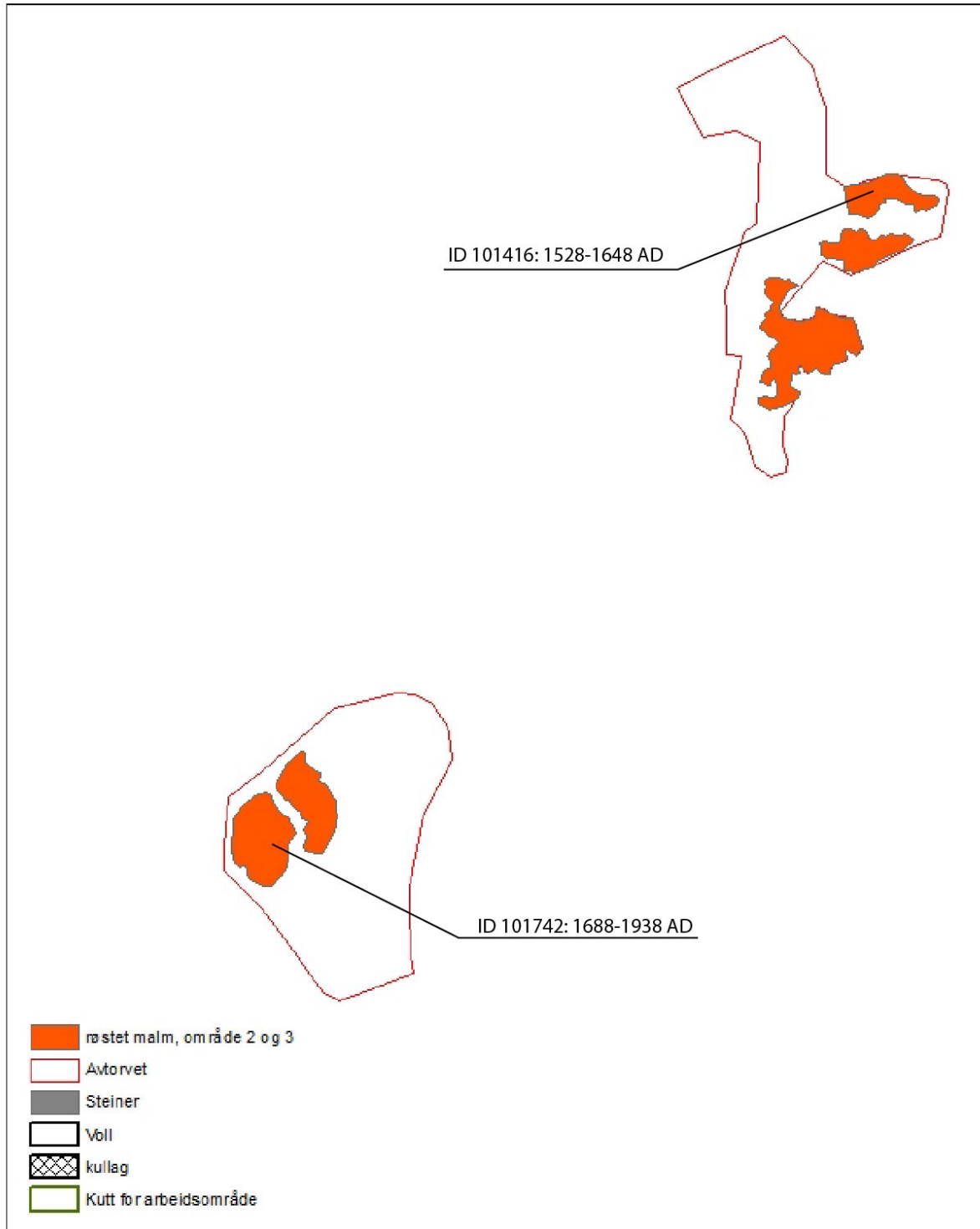
Særlige anlegg: Røsteplasser

Representert periode: 1598-1938 AD (Etterreformatorisk)

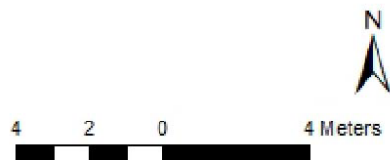
Etter de geofysiske undersøkelsene ble det påvist sterkere signaler i dette området og det ble derfor gravd prøvestikk her. Flere av disse inneholdt røstet malm og vi bestemte derfor at det skulle torves av i to områder (område 2 og 3). Ettersom det var relativt tett skog og ulendt terreng var det begrenset hvor store deler vi kunne torve av med maskin. Vi fikk inn en mindre maskin (5 tonns) og torvet av det som var mulig, i hovedsak der de positive prøvestikkene var, kombinert med noe manuell avtorving. Det ble påvist tre konsentrasjoner med røstet malm. Disse var relativt tynne (ca 2-3 cm tykkelse) og relativt ujevn både i plan og dybde. Ettersom både felt 2 og 3 ikke vil komme i direkte konflikt med veien og var utenfor selve lokalitetsgrensen, ble det bare tatt fotogrammetri av de avtorvede områdene, lagene ble målt inn og det ble tatt ut kullprøve og jordprøve (til makro eller metallanalyse) før feltene ble lagt igjen. Etter at vi også fikk dateringer til moderne tid fra begge feltene (se Figur 21) ble det ikke sendt inn noe videre prøver til analyse, og felt 1 ble hovedprioritet. Dateringene viser i midlertidig at område har blitt brukt i forbindelse med jernframstilling i et langt tidsrom.



Figur 20. Område 2, podsol-undergrunn, med enkelte partier av rødbrunt silt (røstet malm). Da64275_067. Foto: Karen Ø. Oftedal, NTNU Vitenskapsmuseet



Røstet malm Støren, Midtre Gauldal

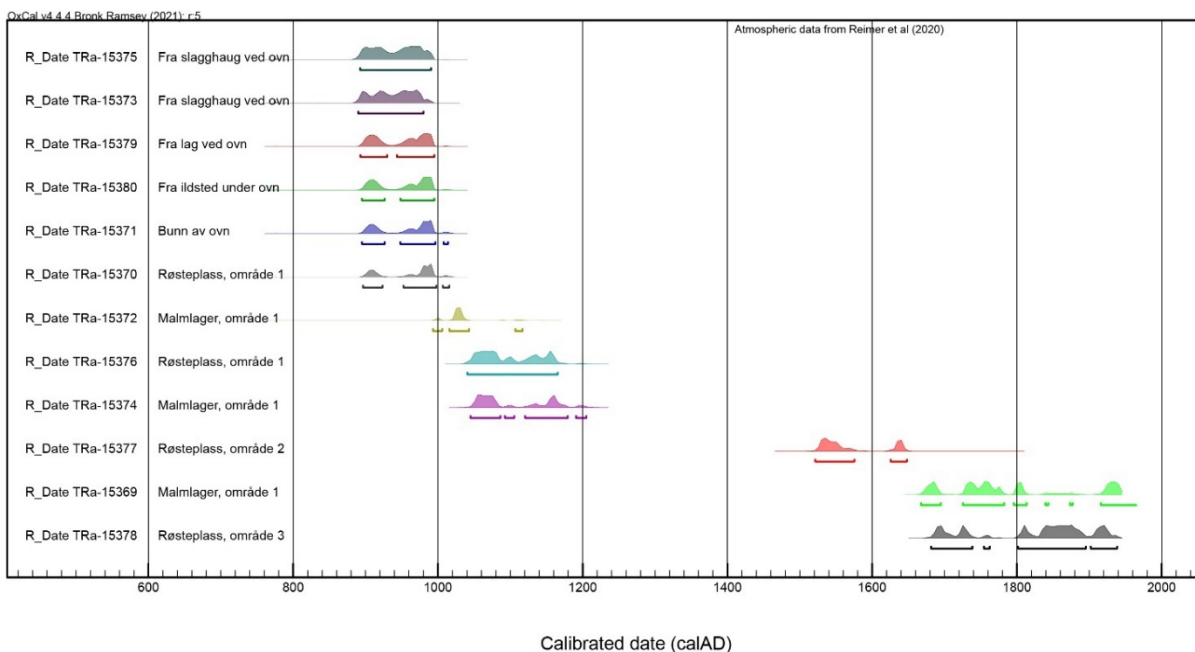


Figur 21. Kart over innmålte kontekster, Område 2 og 3. Karen Ø. Oftedal, NTNU Vitenskapsmuseet

4. Oversikt over prøver

Tabell 6. Oversikt over innsendte dateringsprøver fra område 1, 2 og 3.

Lab ID	Prøve ID	Datert materiale	Datert BP	Kontekst	Kalibrert alder 1 sigma	Kalibrert alder 2 sigma	Periode
TRa-15369	100567	Trekull. Conifer, twig., Alkali residue	160 ± 10	Malmlager (100374)	1676AD - 1942AD	1667AD - 1916AD	Moderne tid
TRa-15370	100630	Trekull. Betula sp., Alkali residue	1085 ± 10	Fra røsteplass (100426)	901AD - 994AD	896AD - 1015AD	Vikingtid
TRa-15371	100633	Trekull. Betula sp., Alkali residue	1085 ± 15	Bunn av ovn (brent leirefragment insitu, 100605)	900AD - 994AD	895AD - 1014AD	Vikingtid
TRa-15372	100809	Trekull. Prunus/Sorbus sp. Kvist. Brunt belegg. Sopp (?), Alkali residue	1000 ± 10	Større malmlager (100248)	1021AD - 1035AD	993AD - 1117AD	Vikingtid Middelalder
TRa-15373	100899	Trekull. Betula sp., Alkali residue	1120 ± 15	Fra lag (100705) med røstet malm, yngre fase? over voll like nordøst for ovn.	894AD - 976AD	890AD - 980AD	Vikingtid
TRa-15374	100920	Trekull. Alnus sp., Alkali residue	915 ± 15	En av største malmlagrene (100810)	1050AD - 1165AD	1045AD - 1205AD	Middelalder
TRa-15375	101108	Trekull. Twig. Alnus/Betula/Corylus., Alkali residue	1115 ± 20	Stor bit trekull (101085) i lag 101005 (røstet malm, eldre fase?) over voll like nordøst for ovn.	895AD - 978AD	892AD - 990AD	Vikingtid
TRa-15376	101301	Trekull. Twig. Alnus/Betula/Corylus., Alkali residue	925 ± 15	Røsteplass for malm (101247)	1047AD - 1161AD	1040AD - 1165AD	Middelalder
TRa-15377	101461	Trekull. Twig. Betula sp., Alkali residue	295 ± 10	Røstet malm (Område 2, 101416)	1528AD - 1642AD	1521AD - 1648AD	Moderne tid
TRa-15378	101777	Trekull. 1 piece Conifer., Alkali residue	130 ± 15	Røstet malm (Område 3, 101742)	1688AD - 1925AD	1681AD - 1938AD	Moderne tid
TRa-15379	101833	Trekull. Betula sp., Alkali residue	1095 ± 15	Kullspettet oransje silt (101967), like sør for ovn (ved slaggavtapping)	900AD - 992AD	893AD - 995AD	Vikingtid
TRa-15380	101836	Trekull. Betula sp., Alkali residue	1090 ± 15	Fra ildsted (107779) under ovn	900AD - 993AD	895AD - 995AD	Vikingtid
TRa-15381	101837	Trekull. Twig. Conifer., Alkali residue	3070 ± 15	Tidligere markoverflate fra før voll ble bygd i forbindelse med jernfremstillings-ovnen. Sjakt (101304) gjennom voll (101005).	1391BC - 1294BC	1405BC - 1274BC	Bronsealder



Figur 22. Multiplott, kalibrerte dateringer knytta til jernvinneaktiviteten. Silje E. Fretheim, NTNU Vitenskapsmuseet

Tabell 7. Oversikt over innsendte prøver til metallanalyse.

Hva	Antall	Vekt (kg)	PrøveID	KontekstID (lag)	Kontekst (hovedområde)	Kommentar
Jordprøve (malm)	1 pose	1,6	100921	100810		Fra større ansamling med røstet malm
Jordprøve (malm)	1 pose	1	100631	100426		Røsteplass nordvest for produksjonsområde
Jordprøve (malm)	1 pose	1,5	100900	100705		Fra malmlager 1 i produksjonsområde
Jordprøve (malm)	1 pose	2	101839	101005		Fra malmlager 2 i produksjonsområde
Slagg	1 pose (2 biter slagg)	0,5		100799 (funnkonsentrasjon)		Fra produksjonsområde
Jordprøve	1 pose	1,5	102025	101967		Sørøst i produksjonsområde
Slagg	1 pose (noen få slaggbiter)	0,3		101925	Slaggavtapping	
Slagg	1 pose	2,2		Like i nærheten av 101925	Slaggavtapping	
Slagg	1 pose	3,2	100528 (+100790)	100504	Amboltområde	Posen inneholder en liten pose med en jernholdig slagglump (ID 100790), analyseres som metallprøve om mulig.
Slagg	1 pose	2,8	101120 (+100790)	101320	Amboltområde	Posen inneholder en liten pose med en jernholdig slagglump (ID 100790), analyseres som metallprøve om mulig.
Jordprøve	1 pose	2	101690	101320	Amboltområde	
Slagg	2 pose	3,6		101005	Ovnsområde	Slagg fra område over prøve:101058
Jordprøve	1 pose	1,8	101058	101005	Ovnsområde	Jord fra under mulig bunnlupp
Jordprøve	1 pose	1,4	101835	101779	Ovnsområde	Kullag under ovn

5. Oppsummering av resultater og tolkninger

Under den arkeologiske undersøkelsen ved Rødmyra i Støren anleggsområde i august-september 2020 ble det påvist rester av det vi tolker som en sjaktovn med slaggavtapping (Fase 2-ovn), med flere dateringer til vikingtid, rundt 900-1000 AD. Selve ovnen var ikke bevart, men knust sjaktmateriale ble funnet i et avgrenset område, og størrelsen på et ildsted som kan ha vært anlagt på innsida av ovnssjakten i forbindelse med bygginga av den, indikerer at ovnen kan ha hatt en nedre diameter på rundt 50 cm.

Rundt ovnsområdet lå flere konstruerte voller som det er rimelig å se i sammenheng med skjerming av ovnen/arbeidet ved ovnen – kanskje i form av en bygning i deler av brukstida. Det ble funnet en del slagg i lagene og vollene rundt ovnsområdet (til sammen ble det veid opp rundt 52 kg), men ingen distinkte slagghauger. Metallurgiske analyser av slagg og malm fra lokaliteten antyder likevel 3-4 faser med utvinning på stedet, og et uvanlig godt teoretisk utbytte av malmen (35-50 kg jern per 100 kg malm). Funn av slagpperler og hammerskall i ovnsområdet, samt funn av rødbrunt, glassert leire som kan ha sittet på en essestein, viste at det også har foregått primærsmiing av luppejernet nær ovnsområdet. Noen esse eller sikker amboltstein ble ikke påvist, men en stein tolket som amboltstein i felt kan ha blitt brukt som underlag i forbindelse med fjerning av utvinningsslag på yttersida av luppen, forut for primærsmiinga.

To malmlager og en røsteplass nær ovnsområdet ga dateringer til middelalder (mellom 1000 og 1200 AD), mens kullprøver fra et annet malmlager nær ovnsområdet, samt to enkeltliggende røsteplasser lenger unna (Felt 2 og 3) ga dateringer til etterreformatork tid (1500-1800-tallet). Disse yngre røsteplassene ble påvist gjennom måling/kartleggingen av magnetisk susceptibilitet i forkant av utgravninga. Nær den undersøkte lokaliteten er det også registrert flere kullgroper for framstilling av trekull. To av disse er tidligere undersøkt, og datert til høymiddelalder. Bare 60 m unna vikingtidsanlegget vårt er det dessuten registrert et jernvinneanlegg fra eldre jernalder (rosettanlegg/Fase 1-ovn).

Fra før av kjente vi ikke til mer enn fem steder med undersøkte anlegg fra yngre jernalder/middelalder i Midt-Norge (inkludert Nordmøre og Romsdal) da undersøkelsen på Støren ble gjennomført: i Hendalen i Midtre Gauldal kommune, ved Håen i Melhus (to anlegg, Håen I og II), ved Skistua i Trondheim Bymark, i sørenden av Stavsjøen i Malvik, og på Tovmoen ved elva Bua i Budalen. Flere av utgravningene her har vært i form av mindre prøvegravninger eller redningsgravninger, og den siste av dem ble gjennomført i 2003 (Sauvage 2005, 10). Undersøkelsen av anlegget ved Rødmyra i 2020 gir dermed et viktig bidrag til mer kunnskap om jernvinna i regionen i denne fasen.

Litteratur

Engtrø, D. og Sauvage, R. 2015: NTNU Vitenskapsmuseet arkeologisk rapport 2015:15. Arkeologisk undersøkelse av skadet jernvinneanlegg på Holm, Rauma kommune.

Fretheim, S. E. 2020. Prosjektplan for utgravning av jernvinneanlegg ID 269535 innen Støren næringsområde, g/bnr. 44/3 Midtre Gauldal kommune.

Hyttebakk, V., Solvold, G. I. og Grønnesby, G. 2020: NTNU Vitenskapsmuseet arkeologisk rapport 2020:8. Arkeologisk undersøkelse av gravhaug med kjernerøys på Skårvold og to kullgroper på Halråen, Midtre-Gauldal, Trøndelag.

Sauvage, R. 2005. Jern, smie og smed. Jernhåndverkere og jernhåndverk i Midt-Norge ca 600-1100 e.Kr. Upublisert Masteroppgave, NTNU Vitenskapsmuseet.

Skavhaug, R. S. 2020: Rapport fra arkeologisk registrering. Støren næringsområde, Midtre Gauldal – uventet funn av jernvinneanlegg. Trøndelag fylkeskommune.

Vedlegg

Vedlegg 1 Fotoliste, Da 64275_001-116

Vedlegg 2 Liste over katalogiserte prøver, T28759:1-6

Vedlegg 3 Mikromorfologirapport v/ Richard I. Macphail

Vedlegg 4 Metallurgirapport v/ Arne Jouttijärvi og Pia Johansen

Vedlegg 5 Dateringsrapport

Vedlegg 1 Fotoliste

Filnavn	Motiv	Sett mot	Struktur nr/Objekt nr	Opptaksdato	Fotograf
Da64275_001.tif	Dronefoto av lokaliteten, før utgravning.	sørvest		02.07.2020	Arne A. Stamnes
Da64275_002.tif	Dronefoto av lokaliteten, før utgravning.	sørøst		02.07.2020	Arne A. Stamnes
Da64275_003.tif	Dronefoto av lokaliteten, før utgravning. Justert farger.	sørøst		02.07.2020	Arne A. Stamnes
Da64275_004.tif	Prøvestikk id 100015. Positivt, tynn linse med røstet malm kan sees på foto.	sørvest	100015	07.08.2020	Heidi Westgaard
Da64275_005.tif	Oversiktsfoto av røsteplass 100426, med målestokk og nordpil.	vest	100426	20.08.2020	Benjamin M. King
Da64275_006.tif	Oversiktsfoto av røsteplass 100426, med målestokk og nordpil.	øst	100426	21.08.2020	Benjamin M. King
Da64275_007.tif	Oversiktsfoto av røsteplass 100426, i front og malmlager (100810) bak.	sørvest	100426, 100810	21.08.2020	Benjamin M. King
Da64275_008.tif	Arbeidsfoto av røsteplass 100426 med kullag i bunn.	øst	100426	21.08.2020	Benjamin M. King
Da64275_009.tif	Oversiktsfoto av 100426 med ferdig snitt. Snitt har struktur ID 100291. med målestokk og nordpil.	sørøst	100426	21.08.2020	Benjamin M. King
Da64275_010.tif	Malmlager (100810), før snitting, med målestokk.	Nordvest	100810	24.08.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_011.tif	Malmlager (100810), ferdig snittet (Snittet har ID 100922) med målestokk og nordpil.	nord	100810	27.08.2020	Benjamin M. King
Da64275_012.tif	Oversiktsfoto av malmlager 100810. Ferdig renset snitt (ID 100922).	vest	100810	27.08.2020	Benjamin M. King
Da64275_013.tif	Detaljfoto under snitting av malmlager 100810, urøstet malm.	vest	100810	28.08.2020	Benjamin M. King
Da64275_014.tif	Område med ambolt, med målestokk og nordpil.	nordøst	100504	28.08.2020	Heidi Westgaard
Da64275_015.tif	Oversiktsfoto av lag 100504 (streket opp) sammen med ovnsområdet.	vestsørvest	100504	28.08.2020	Heidi Westgaard
Da64275_016.tif	Planfoto id 100531.	øst	100531	28.08.2020	Heidi Westgaard
Da64275_017.tif	Oversikt over lag id 100531 og hvordan det ligger i undersøkelsesområde.	øst	100531	28.08.2020	Heidi Westgaard
Da64275_018.tif	Oversiktsfoto over malmområde med kullag, område 1.	sørvest	101247	31.08.2020	Benjamin M. King
Da64275_019.tif	Område 3. Oversiktsfoto over malmplass. Inkluderer kontekst ID 101692 og 101742. Med nordpil og målestokk.	nordvest	101742	01.09.2020	Benjamin M. King

Da64275_020.tif	Område 3. Oversiktsfoto over malmplass. Inkluderer kontekst ID 101692 og 101742. Med nordpil og målestokk.	nordvest	101742	01.09.2020	Benjamin M. King
Da64275_021.tif	Område 3. Oversiktsfoto over malmplass. Inkluderer ID 101692 og 101742. Med nordpil og målestokk.	øst	101742	01.09.2020	Benjamin M. King
Da64275_022.tif	Område 3. Foto over malmplass som ligger ved og under rot.	sørvest	101742	01.09.2020	Benjamin M. King
Da64275_023.tif	Planfoto ovnsområde og 100705.	øst	100705	25.08.2020	Heidi Westgaard
Da64275_024.tif	Planfoto av kullag ved ovnsområdet.	øst	100926	25.08.2020	Heidi Westgaard
Da64275_025.tif	Arbeidsfoto. Oversikt over ovnsområdet og hvordan det ligger.	øst		25.08.2020	Heidi Westgaard
Da64275_026.tif	Oversikt over ovnsområdet, malmlager (100705) og hvordan det ligger.	sør		25.08.2020	Heidi Westgaard
Da64275_027.tif	Oversikt over ovnsområdet, malmlager (100705) og hvordan det ligger.	sør		25.08.2020	Heidi Westgaard
Da64275_028.tif	Planfoto mørkerødt lag id 101005 på innsiden av voll, med målestokk og nordpil.	øst	101005	27.08.2020	Heidi Westgaard
Da64275_029.tif	Planfoto mørkerødt lag id 101005 på innsiden av voll, med målestokk og nordpil.	øst	101005	27.08.2020	Heidi Westgaard
Da64275_030.tif	Planfoto av sammenrast vegg fra ovn, med målestokk.	nordøst		25.08.2020	Heidi Westgaard
Da64275_031.tif	Arbeidsfoto, hvordan ovnsrester ligger i forhold til resten av området.	nordøst		25.08.2020	Heidi Westgaard
Da64275_032.tif	Planfoto tråkeflate ved ovnsområdet.	sør	101166	28.08.2020	Heidi Westgaard
Da64275_033.tif	Mindre stolpehull, med målestokk.	øst	101195	28.08.2020	Heidi Westgaard
Da64275_034.tif	Planfoto av konstruksjon til ovn, med målestokk.	vest		28.08.2020	Heidi Westgaard
Da64275_035.tif	Planfoto av konstruksjon til ovn, med målestokk.	øst		28.08.2020	Heidi Westgaard
Da64275_036.tif	Profil av mindre stolpehull id 101195, med målestokk.	sørvest	101195	25.08.2020	Heidi Westgaard
Da64275_037.tif	Oversiktsfoto av lag id 101320 og ovnsområdet, med målestokk.	nordøst	101320	01.09.2020	Heidi Westgaard
Da64275_038.tif	Arbeidsfoto av tre leirklumper id 101644 og rest etter mørkerødt lag id 101005, med målestokk.	nordøst	101644	01.09.2020	Heidi Westgaard
Da64275_039.tif	Detaljfoto, renneslagg og brent leire.			01.09.2020	Heidi Westgaard
Da64275_040.tif	Planfoto ovnsområdet etter at alt er gravd, med 1 m målestokk.	sørøst		01.09.2020	Heidi Westgaard

Da64275_041.tif	Planfoto ovnsområdet etter at alt er gravd, med 1 m målestokk.	sør		01.09.2020	Heidi Westgaard
Da64275_042.tif	Planfoto ovnsområdet etter at alt er gravd, med 1 m målestokk.	sørvest		01.09.2020	Heidi Westgaard
Da64275_043.tif	Arbeidsfoto før avtorving.	sørøst		04.08.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_044.tif	Arbeidsfoto før avtorving.	nord		04.08.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_045.tif	Arbeidsfoto under avtorving.	sørøst		05.08.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_046.tif	Oversiktsfoto, full aktivitet på felt.	nordvest		11.08.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_047.tif	Oversiktsfoto, full aktivitet på felt.	nordvest		11.08.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_048.tif	Silje graver i ovnsområde.	nordvest		11.08.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_049.tif	Opprensing før fotogrammetri.	sør		11.08.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_050.tif	Oversiktsfoto etter opprens.	nord		13.08.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_051.tif	Oversiktsfoto etter opprens.	nord		13.08.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_052.tif	Arbeidsfoto: innmåling av referansepunkter.	nord		17.08.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_053.tif	Oversiktsfoto, malmlager/røstesteplass, område 1.	Nord		17.08.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_054.tif	Oversiktsfoto, malmlager/røstesteplass, område 1.	Sør		17.08.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_055.tif	Arbeidsfoto, innmåling, Heidi.	Nordøst		17.08.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_056.tif	Planfoto, ovnsområde etter opprens.	Nordøst		18.08.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_057.tif	Planfoto, ovnsområde etter opprens.	Sørøst		18.08.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_058.tif	Ovnsområde, etter opprens.	Nordvest		13.08.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_059.tif	Struktur 100374, med målestokk og nordpil.	Nord	100374	18.08.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_060.tif	Struktur 100374, etter snitting, med målestokk og nordpil.	Nord	100374	18.08.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_061.tif	Planfoto av haug med røstet malm øst for ovn, med målestokk og nordpil.	Vest	100705	18.08.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_062.tif	Planfoto av haug med røstet malm øst for ovn, uten målestokk og nordpil.	Vest	100705	18.08.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_063.tif	Arbeidsfoto, Heidi og Kjell på område 1.	Vest		30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_064.tif	Arbeidsfoto, Heidi graver i ovnsområde med anleggstrafikk rundt.	Nord		30.09.2020	Karen Ø. Oftedal

Da64275_065.tif	Oversiktsfoto ovnsområde før sjakter ble gravd gjennom malmhaug.	Østsrøst		24.08.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_066.tif	Oversiktsfoto, område 2 etter fjerning av torv med maskin.	Vest		30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_067.tif	Oversiktsfoto, område 2 etter fjerning av torv med maskin.	Nordvest		30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_068.tif	Malmfleck, område 2 etter avtorving.	Sør	101512	30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_069.tif	100248 (Malmlager 1) og 100575 (urøstet malm) med målestokk og nordpil.	Vestsørvest	100248, 100575	30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_070.tif	Lag 100605, i plan med målestokk og nordpil.	Øst	100605	30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_071.tif	Kjell snitter malmlager (100248), område 1.	Nordvest	100248	30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_072.tif	Heidi undersøker ovnsområde.	Østsrøst		30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_073.tif	Benjamin renser fram en mulig røsteplass.	Nord		30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_074.tif	Omrotede masse med brent leire og slagg vest for ovn, tolket som rester av selve ovnen som er knust/ødelagt.		100799	30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_075.tif	Struktur 100810 (Malmlager) i plan med målestokk og nordpil.			30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_076.tif	Detaljfoto, slagg og brent leire inn mot steinhelle. Bunnluppe i bakgrunn.	øst		30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_077.tif	Slagg og brent leire inn mot steinhelle sørøst for prøvestikk. Orientering i ovnsområde.	øst		30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_078.tif	Detaljfoto av ubrent malm. Var ikke magnetisk, men ble det etter at vi varmet det opp på folie.			30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_079.tif	Detaljfoto av ubrent malm i malmlager.		100705, 101005	30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_080.tif	"Moderne" røsting av malm.			30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_081.tif	Trekull i malmlager.		100705, 101005	30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_082.tif	Oppbygging av vei på slutten av prosjektet.	sør		30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_083.tif	Oppbygging av vei på slutten av prosjektet.	sør		30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_084.tif	Arbeidsfoto, anleggstrafikk og full aktivitet på felt.	øst		30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_085.tif	Snitt (101304) gjennom østdel av malmlager (100705)	sør	101304, 100705	30.09.2020	Karen Ø. Oftedal

Da64275_086.tif	Snitt (101304) gjennom østdel av malmlager (100705), med inntegnede lagskiller.	sør	101304, 100705	30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_087.tif	Utsnitt (1 av 3) av profil i snitt (101304) gjennom østdel av malmlager (100705), med inntegnede lagskiller.	sør	101304, 100705	30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_088.tif	Utsnitt (2 av 3) av profil i snitt (101304) gjennom østdel av malmlager (100705), med inntegnede lagskiller.	sør	101304, 100705	30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_089.tif	Utsnitt (3 av 3) av profil i snitt (101304) gjennom østdel av malmlager (100705), med inntegnede lagskiller.	sør	101304, 100705	30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_090.tif	Utsnitt (1 av 3) av profil i snitt (101304) gjennom østdel av malmlager (100705), med 3 mikromorfologibokser.	sør	101304, 100705, 101687, 101688, 101689	30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_091.tif	Utsnitt (1 av 3) av profil i snitt (101304) gjennom østdel av malmlager (100705), med 3 mikromorfologibokser.	sør	101304, 100705, 101687, 101688, 101689	30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_092.tif	Bunn av ovn, tre flekker med ubrent leire (101644) som ligger over lag 101779, som ble tolket som selve ildsted.	NØ	101644, 101779	30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_093.tif	Profil i sjakt (100992) gjennom 100751, før mikromorfologiboks er satt inn. Med målestokk.	sør	100922, 1008	30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_094.tif	Profil i sjakt (100992) gjennom 100751, før mikromorfologiboks er satt inn.	sør	100922, 100751, 101834	30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_095.tif	Detaljfoto av slag med brent leire, fragment av ovn.			30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_096.tif	Ovnsområde på slutt av undersøkelse med veifundament bak.	sørøst		30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_097.tif	Arbeidsfoto: Område 1 på slutt av undersøkelse. Heidi tar oversiktsfoto av ferdig undersøkt ovn.	vest		30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_098.tif	Tydelige voller rundt ovnsområde. Med oppbygd veifundament bak.	sør		30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_099.tif	Oversiktsfoto av område 1 og veibygging.	sørvest		30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_100.tif	Oversiktsfoto av område 1 på slutt av undersøkelse.	nordvest		30.09.2020	Karen Ø. Oftedal

Da64275_101.tif	Oversiktsfoto av område 1 på slutt av undersøkelse. Ovnsonråde.	nordvest		30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_102.tif	Mulig avtapping, mye renneslagg sørøst for ovn.	sørvest	101925	30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_103.tif	100374 med målestokk og nordpil.	nordvest	100374	19.08.2020	Kjell Lande
Da64275_104.tif	100374 uten målestokk og nordpil.	nordvest	100374	19.08.2020	Kjell Lande
Da64275_105.tif	100575 og 100248 med målestokk.	sør	100992	27.08.2020	Kjell Lande
Da64275_106.tif	Sjakt 100992 gjennom voll (100751).	nordøst	100992, 100751	27.08.2020	Kjell Lande
Da64275_107.tif	Sjakt 100992 gjennom voll (100751).	øst-sørøst	100992, 100751	27.08.2020	Kjell Lande
Da64275_108.tif	Ildsted i forbindelse med ovn (plan) med målestokk og nordpil.	nordøst	101779	02.09.2020	Kjell Lande
Da64275_109.tif	Ildsted i forbindelse med ovn i jernvinne (i profil) med målestokk og nordpil.	sørvest	101779	02.09.2020	Kjell Lande
Da64275_110.tif	Kart over ovnsområde med inntegning av voller (rødt), ovnsrester (kryss) og arbeidsgrop (blått).	sør		30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_111.tif	Produksjonsområde med 3 hovedområder markert (amboltstein, ovn og slaggavtapping).	nord		30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_112.tif	Ortofoto over område 1 ved start av undersøkelse.	nord	100072	30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_113.tif	Ortofoto, ovnsområde. Lag 100504.	nord	100504	30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_114.tif	Ortofoto, ovnsområde med voll med malmlager i nord.	nord	100072	30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_115.tif	Ortofoto, ovnsområde. Bunn av ovn, med kullag i bunn.	nord	100072	30.09.2020	Karen Ø. Oftedal
Da64275_116.tif	Sjakt 101304 gjennom malmlager 100705.	sør	101304, 100705	30.09.2020	Karen Ø. Oftedal

T28759/1-6

Produksjonsplass (jernvinne) fra vikingtid/middelalder/nyere tid fra RØDMYRA, NYGAARDEN av SKÅLVOLD (44/3), MIDTRE GAULDAL K., TRØNDELAG.

1) **Slagg** (renneslagg) av slagg. *Antall fragmenter: 25*

Prøve av renneslagg fra den største slaggekonsentrasjonen på feltet.

Vekt: 2187 gram.

Strukturnr: 100705 Malmlager oppå vollen rett NØ for ovnen, men inneholdt den største konsentrasjonen av slagg på feltet

2) **Slagg** (bunnskolle) av slagg. *Antall fragmenter: 3*

Prøvefragmenter av bunnskoller fra den største slaggekonsentrasjon på feltet. Ett av fragmentene har et lag med brent leire.

Vekt: 2297 gram.

Strukturnr: 100705 Malmlager oppå vollen rett NØ for ovnen, men inneholdt den største konsentrasjonen av slagg på feltet

3) **Slagg** (renneslagg) av slagg. *Antall fragmenter: 10*

Slagg, blant annet renneslagg, fra lag i toppen av ovnsområdet.

Vekt: 976 gram.

Strukturnr: 100531 Lag i toppen av ovnsområdet.

4) **Brent leire** (sintret leire) av leire. *Antall fragmenter: 5*

Fragmenter av sjektmaterialet fra ovnen. Store stykker sintret leire.

Vekt: 1623 gram.

Strukturnr: 100799 Lag i ovnsområdet

5) **Prøve** (geologisk prøve) av malm. *Antall fragmenter: 1*

Prøve av røsta malm fra malmlager.

Fnr: 100624. Vekt: 811 gram.

Strukturnr: 100248 Malmlager

6) **Prøve** (geologisk prøve) av malm. *Antall fragmenter: 1*

Prøve av urøsta malm fra lag under malmlager.

Fnr: 100625. Vekt: 1220 gram.

Strukturnr: 100575 Lag under malmlager 1, 100248

Funnomstendighet: Arkeologisk utgraving.

Funnet ved arkeologisk undersøkelse av et jernframstillingsanlegg ved Rødmyra, innenfor Støren Industriområde i Midtre Gauldal. Det ble avdekket tre områder på totalt 832 kvm. Det ble gjort funn av flere enkeltliggende røsteplasser og et jernframstillingsanlegg med rester av en sjaktovn med slaggtapping, tilhørende røsteplasser, malmlager og rester av kullager. Rundt ovnsområdet var det flere konstruerte voller som er rimelig å se i sammenheng med skjerming av ovnen. Det ble funnet en del slagg i lagene og vollene rundt ovnsområdet, men ingen distinkte slagghauger.

Ovnsanlegget ble datert til vikingtid. To malmlager og en røsteplass ble datert til middelalder. De enkeltliggende røsteplassene og et malmlager i nærheten av ovnsanlegget ble datert til etterreformatorisk tid.

Metallurgiske prøver av slagg og malm antyder 3-4 faser med utvinning på stedet, og viste i tillegg at det har foregått primærsmiing av luppejern nær ovnsområdet.

I samråd med Bernt Rundberget ble det valgt å katalogisere noen prøver av ulike slaggtypen og malm fra utvalgte kontekster.

Kartreferanse: EU89-UTM; Sone 32, N: 6988506, Ø: 564247.

LokalitetsID: 269535.

Innberetning/litteratur:

Oftedal, K. & S. E. Fretheim, 31.12.2022, NTNU Vitenskapsmuseet arkeologisk rapport 2022:xx. Utgraving av jernvinneanlegg ved Rødmyra, Støren næringsområde, Midtre Gauldal.

Funnet av: Karen Oftedal.

Funnår: 2020.

Støren, Midtre Gauldal County, Trøndelag, Norway; Soil Micromorphology

by

Richard I Macphail Institute of Archaeology, University College London (UCL), 31-34,
Gordon Sq., London WC1H 0PY, UK

(Report for *Norwegian University for technology and Science – NTNU – University Museum*,
February 2020)

Extended Summary

A three-thin section study was carried out. Layer 9 clearly includes compact relict periglacial slope deposits. Human activity on site probably led to erosion of any soils, so that Layer 8 is only a thin ranker (A/C soil profile/lithosol). Small wood charcoal, including twig wood, would seem to suggest burning of brash associated with clearance, but probably not *in situ* – as no soil heating effects are obvious. This brash could be simply trimmings from wood cutting and fuel preparation. Layer 7 is a dump of local regolith and weakly humic topsoil. It is not completely clear if Layer 6 is made up of once weakly humic and biologically worked silty turf or has been also bioworked *in situ*. It can be suggested that iron for exploitation was possibly found to be more concentrated in turf soil due to weathering and wetting and drying soil processes, releasing iron from micas for example. Pale silts at the base of Layer 5 may be a dump of poorly ferruginous subsoil silts, which became compacted, or possibly they record a colluvium of eroded leached soil from the mound. The mixed ore and subsoil regolith material of layer 4 was exposed to weathering and small amounts of topsoil formation and bioworking took place, before Layer 2 was deposited; the latter is possibly a result of cleaning out of cooled roasted ore. The report is supported by two tables, 27 figures and a CD-Rom archive.

Introduction

Three soil monoliths from Late Iron Age (575-1030 AD)/Middle Ages (1030-1536 AD) suggested iron production mound at Støren, Midtre Gauldal county, Trøndelag, Norway, were received from Silje E. Fretheim and Karen Ørbog Oftedal (NTNU) in 2020. Samples were assessed and studied according established methods (see below), and underwent soil micromorphology investigation, employing standard methods (see below).

Samples and methods

Soil micromorphology

The three undisturbed monolith samples (Tables 1 and 2) were kindly forwarded to Spectrum Petrographics, Inc. (Vancouver, Washington, USA), where they were impregnated with a

clear polyester resin-acetone mixture, then topped up with resin, ahead of curing and slabbing for 75x50 mm-size thin section manufacture, (Goldberg and Macphail, 2006; Murphy, 1986) (Figs 1 and 12). Thin sections were further polished with 1,000 grit papers and analysed using a petrological microscope under plane polarised light (PPL), crossed polarised light (XPL), and oblique incident light (OIL), at magnifications ranging from x1 to x200/400. Thin sections were described, ascribed soil microfabric types (MFTs) and microfacies types (MFTs) (see Tables 1 and 2), and counted according to established methods, and as used on Norwegian sites previously (Bullock et al., 1985; Courty, 2001; Courty et al., 1989; Karkanis and Goldberg, 2018; Macphail and Cruise, 2001; Macphail and Goldberg, 2018; Nicosia and Stoops, 2017; Stoops, 2003; Stoops et al., 2010, 2018; Viklund et al., 2013).

Results and discussion

Soil micromorphology

Soil micromorphology results are presented in Tables 1 and 2, illustrated in Figs 1-14, and supported by material on the accompanying CD-Rom. 19 characteristics were identified and counted from the ca. 7 layers and sub-units in the 3 thin sections analysed.

Profile 101304 through mounded wall 20053

Layer 9 (M101689): The most layers are made up of compact, sloping gravelly sandy silt loam, with matrix intercalations and embedded grains relict of periglacial regolith origins (Figs 1-3) (Mücher et al., 2018; Van Vliet-Lanoë and Fox, 2018). Rooting and small amounts of burrowing have mixed-in weakly humic soil and very fine and fine charcoal from overlying soil (Layer 8) (Figs 1, 4-5). Generally weak iron staining has affected these mixed in once-organic soil materials.

Layer 8 (M101689): Strongly biologically worked fine charcoal/topsoil A1h soil horizon (ranker), probably recording clearance/burning of 'brash' – fine woody/twiggly material Fig1, 6-9) (Deák et al., 2017). (Highly speculatively, such twiggly material could have been used as gathered animal fodder – woody browse; (Myhre, 2004; Viklund et al., 2013)). The high amount of bioworking is similar to that of experimental slash and burn (Macphail and Goldberg, 2018), 297-302). Post-depositional processes include strong iron staining from above (iron production Mound) – affecting roots; modern woody roots also occur.

Layer 7 (M101689): This is a probable dump of local thin topsoils and periglacial subsoil/regolith materials (Figs1, 10-11).

Layer 9 clearly includes compact relict periglacial slope deposits. Human activity on site probably led to erosion of any soils, so that Layer 8 is only a thin ranker (A/C soil profile/lithosol). Small wood charcoal, including twig wood, would seem to suggest burning

of brash associated with clearance, but probably not *in situ* – as no soil heating effects are obvious. This brash could be simply trimmings from wood cutting and fuel preparation, or, as stated speculatively above, be waste from woody browse gathering. Layer 7 is a dump of local regolith and weakly humic topsoil.

Layer 6 (M101688): This layer is formed of imported moderately ferruginous micaceous silts, which have been dumped and mounded – hence some subhorizontally oriented gravels (Figs 12-14). These silts show a history of mica weathering, bioworking and ferruginisation forming fine soil and iron stained aggregates/fine peds (Kooistra and Pulleman, 2018). Bioworking may indicate dumping of turf or possibly a hiatus in mound construction.

Layer 5 (M101688): There are broadly layered spreads of yellowish brown to dark brown micaceous silts, with few fine and coarse subhorizontal gravels (max 9mm) at 0-30mm, over pale brown very poorly ferruginous micaceous silts (Figs 12, 15-16). The last are compact with a fine weakly formed laminar structure, possibly due to trampling rather than ice lensing; the pale (leached/weathered silts, may also record erosion of the mound and fine colluviation. Upper layer 5 is relatively bioworked by only small probably acidophile invertebrate mesofauna – hence gravel remained horizontally oriented (Figs 12, 17-18).

It is not completely clear if Layer 6 is made up of once weakly humic and biologically worked silty turf or has been also bioworked *in situ*. It can be suggested that iron for exploitation was possibly found to be more concentrated in turf soil due to weathering and wetting and drying soil processes, releasing iron from micas for example. Pale silts at the base of Layer 5 may be a dump of poorly ferruginous subsoil silts, which became compacted, or possibly they record a colluvium of eroded leached soil from the mound.

Layer 4 (M101688): Here, there are mounded weakly ferruginous micaceous silts mixed with subsoil regolith (gravelly with relict periglacial features) (Fig 19). Probably deposits were exposed for a while with weak topsoil formation and trace of fine charcoal recorded (Figs 19-21). The fine fabric became iron stained from iron working deposits above (Layer 2).

Layer 2 (M101688): Layer 2 is comprised of finely aggregated red material (probably haematite – roasted ore), embedding examples of fine charcoal, and with small very fine aggregates of unroasted yellowish ore. It was a ‘cold’ deposit and no heating effects on buried Layer 4, were observed (Röpke and Dietl, 2017). It also may have been a slurry, hence examples of closed vughs, and no typical iron slags or iron working debris, were involved (Angelini et al., 2017); Macphail and Goldberg, 2018, 240-241). Thin invertebrate mesofauna working and some burrow mixing into Layer 4, is present.

The mixed ore and subsoil regolith material of layer 4 was exposed to weathering and small amounts of topsoil formation and bioworking took place, before Layer 2 was deposited; the latter is possibly a result of cleaning out of cooled roasted ore.

Acknowledgements

Silje E. Fretheim and Karen Ørbog Oftedal (NTNU) are thanked for forwarding samples to Spectrum Petrographics, Inc., and for supplying background information.

References

- Angelini, I., Artioli, G., and Nicosia, C., 2017, metals and metalworking residues, in Nicosia, C., and Stoops, G., eds., *Archaeological Soil and Sediment Micromorphology*. : Chichester, Wiley Blackwell, p. 213-222.
- Bullock, P., Fedoroff, N., Jongerius, A., Stoops, G., and Tursina, T., 1985, *Handbook for Soil Thin Section Description*, Wolverhampton, Waine Research Publications, 152 p.:
- Courty, M. A., 2001, Microfacies analysis assisting archaeological stratigraphy, in P. Goldberg, Holliday, V. T., and Ferring, C. R., eds., *Earth Sciences and Archaeology*: New York, Kluwer, p. 205-239.
- Courty, M. A., Goldberg, P., and Macphail, R. I., 1989, *Soils and Micromorphology in Archaeology* (1st Edition), Cambridge, Cambridge University Press, Cambridge Manuals in Archaeology, 344 p.:
- Deák, J., Gebhardt, A., Lewis, H. A., Usai, M. R., and Lee, H., 2017, Soils disturbed by vegetation clearance and tillage, in Nicosia, C., and Stoops, G., eds., *Archaeological Soil and Sediment Micromorphology*.: Chichester, Wiley Blackwell, p. 233-264.
- Goldberg, P., and Macphail, R. I., 2006, *Practical and Theoretical Geoarchaeology*, Oxford, Blackwell Publishing, 455 p.:
- Karkanias, K., and Goldberg, P., 2018, *Reconstructing Archaeological Sites. Understanding the Geoarchaeological Matrix*., Chichester, WILEY Blackwell, 279 p.:
- Kooistra, M., and Pulleman, M. M., 2018, Features Related to Faunal Activity, in Stoops, G., Marcelino, V., and Mees, F., eds., *Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths*: Amsterdam, Elsevier, p. 447-469.
- Macphail, R. I., and Cruise, G. M., 2001, The soil micromorphologist as team player: a multianalytical approach to the study of European microstratigraphy, in Goldberg, P., Holliday, V., and Ferring, R., eds., *Earth Science and Archaeology*: New York, Kluwer Academic/Plenum Publishers, p. 241-267.
- Macphail, R. I., and Goldberg, P., 2018, *Applied Soils and Micromorphology in Archaeology*, Cambridge, Cambridge University Press, 630 p.:
- Mücher, H. J., van Steijn, H., and Kwaad, F. J. P. M., 2018, Colluvial and mass wasting deposits, in Stoops, G., Marcelino, V., and Mees, F., eds., *Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths* (2nd Edition). Amsterdam, Elsevier, p. 21-36.
- Murphy, C. P., 1986, *Thin Section Preparation of Soils and Sediments*, Berkhamsted, A B Academic Publishers.
- Myhre, B., 2004, Agriculture, landscape and society ca. 4000 BC-AD 800, in Almås, R., ed., *Norwegian Agricultural History*: Trondheim, Tapir Academic Press, p. 14-77.
- Nicosia, C., and Stoops, G., 2017, *Archaeological Soil and Sediment Micromorphology*. : Chichester, Wiley Blackwell, p. 476.
- Röpke, A., and Dietl, C., 2017, Burnt soils and sediments, in Nicosia, C., and Stoops, G., eds., *Archaeological Soil and Sediment Micromorphology*: Chichester, Wiley Blackwell, p. 173-179.
- Stoops, G., 2003, *Guidelines for Analysis and Description of Soil and Regolith Thin Sections*, Madison, Wisconsin, Soil Science Society of America, Inc., 184 p.:
- Stoops, G., Marcelino, V., and Mees, F., 2018, *Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths* (2nd Edition): Amsterdam, Elsevier, p. 982 p.
- Van Vliet-Lanoë, B., and Fox, C. A., 2018, Frost action, in Stoops, G., Marcelino, V., and Mees, F., eds., *Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths*: Amsterdam, Elsevier, p. 575-603.
- Viklund, K., Linderholm, J., and Macphail, R. I., 2013, Integrated Palaeoenvironmental Study: Micro- and Macrofossil Analysis and Geoarchaeology (soil chemistry, magnetic susceptibility and micromorphology), in Gerpe, L.-E., ed., *E18-prosjektet*

Gulli-Langåker. Oppsummering og arkeometriske analyser, Bind 3: Bergen, Fagbokforlaget, p. 25-83.

Table 1: Støren, Midtre Gauldal County, Trøndelag, Norway; Soil Micromorphology (samples and counts)

Thin section	Rel depth	Layer	MFT	SMT	%Voids	Gravel	Roots	Charcoal	Twig charcoal	Burnt? mineral	Roasted Iron-ore	Matrix Intercal
STO-101687	0-25(35) mm	L2	D1	4a	25%		a	a		aaaaa	aaaaa	aaaa?
STO-101687	25(35)-75 mm	L4	C4/C3	3b/3a1	40%	fff	aa	a*/0				
STO-101688	0-30-45 mm	L5	C1/C2	3a/3b	40%/30%	f/0	aa					
STO-101688	45-75 mm	L6	C1	3a	35%	*	aaa	a*				
STO-101689	0-5(20) mm	L7	A3	1b,1a	30%	ffff	a*	a*				
STO-101689	5(20)-25(35) mm	L8	B1	2a,1b	40%		aaa	aaaaa	a	a*		
STO-101689	25(35)-75 mm	L9	A1-A2	1a,1b	<10%,30%	fff	(aaa)	(a)		a*		aaa
<i>Table 1, cont.</i>												
Thin section	Embed grains	Impure clay	V weak 2ndaryFe	Strong 2ndaryFe	Thin burrows	Broad burrows	V thin Org excr.	Thin Org excr.	V thin O-M excr.	Thin O-M excr.	Broad O-M excr.	
STO-101687					aaaaa?	aa?						
STO-101687	aaa		aaa/aa	aa	aaa/a	aaa/a				aaa/a	aaa/a	
STO-101688				a/0	aaaa/aa	aaaa/aa			a/a*	aaa/a	aa/0	
STO-101688		a*		aa	aaaa	aaaa			a	aaa	aa	
STO-101689			aaa		aaaa	aaa				aaa		
STO-101689			aaaa	aa	aaaa	aaa	aaaa	aaaa		aaa		
STO-101689	aaaa		(aaa)	a	(aa)	(aa)	(aaa)			(aaa)		

* - very few 0-5%, f - few 5-15%, ff - frequent 15-30%, fff - common 30-50%, ffff - dominant 50-70%, fffff - very dominant >70%;

a - rare <2% (a*1%; a-1, single occurrence), aa - occasional 2-5%, aaa - many 5-10%, aaaa - abundant 10-20%, aaaaa - very abundant >20%

Table 2: Støren, Midtre Gauldal County, Trøndelag, Norway; Soil Micromorphology (Descriptions and preliminary interpretations)

Microfacies type (MFT)/Soil microfabric type (SMT)	Sample No.	Depth (relative depth) Soil Micromorphology (SM)	Contexts and preliminary findings and interpretations
			<i>Profile 101304 through mounded wall 20053</i>
MFT C4/SMT 3b Over MFT C3/SMT 3a1	STO-101687	<p>0-75 mm 0-25(35) mm SM: very dominant, homogeneous very dark red to opaque iron-clay (SMT 4a); <i>Microstructure</i>: massive with fine subhorizontal fissures and channels, 25% voids, channels, fissures, very fine vughs and possible closed polyconcave vughs; <i>Coarse Mineral</i>: C:F (Coarse:Fine limit at ~10µm), 0:100; <i>Coarse Organic and Anthropogenic</i>: rare embedded fine charcoal (max 5mm), very dominant very fine aggregates of roasted ore/iron (mainly probable haematite with mixed unroasted fine ore material), rare fine woody roots; <i>Fine Fabric</i>: very dark red to opaque (PPL), isotropic (very aggregate, undifferentiated b-fabric, XPL), red with minor bright yellow inclusions, with rare fine charcoal; <i>Pedofeatures: Textural</i>: possible abundant matrix intercalations associated with closed vughy porosity; <i>Fabric</i>: possible very abundant thin and occasional broad burrows. 25(35)-75 mm SM: Massive (40% voids, channels and complex</p>	<p><i>Layer 2</i> Very dominant, homogeneous very dark red to opaque iron-clay, containing rare embedded fine charcoal (max 5mm), and made up of very dominant very fine aggregates of roasted ore/iron (mainly probable haematite with mixed unroasted fine ore material); rare fine woody roots also occur. Possible abundant matrix intercalations associated with closed vughy porosity, and possible very abundant thin and occasional broad burrows, were noted. <i>Cold (no heating effects on buried layer 4) wet(?) deposited fine roasted iron ore (haematite), with included small amounts of little heated ore, and example of embedded charcoal. Thin invertebrate mesofaunal working and some burrow mixing into layer 4.</i> <i>Layer 4</i> Massive, heterogeneous dominant stony</p>

		<p>packing voids), heterogeneous dominant stony dark brown micaceous silts (SMT 3a1) and weakly once-humic(?) micaceous silts (SMT 3b) especially at 35-40mm, with common fine and coarse gravel (max 8mm), including schist rock fragments and many embedded grains. Occasional fine woody roots, a trace of fine charcoal upwards, occasional iron nodules with many areas of iron staining at ~35-40mm depth, rare thin and broad burrows becoming many upwards, and rare very thin and thin organo-mineral excrements with many upwards..</p>	<p>dark brown micaceous silts and weakly once-humic(?) micaceous silts especially at 35-40mm, with common fine and coarse gravel (max 8mm), including schist rock fragments and many embedded grains. Occasional fine woody roots, a trace of fine charcoal upwards, occasional iron nodules with many areas of iron staining at ~35-40mm depth, rare thin and broad burrows becoming many upwards, and rare very thin and thin organo-mineral excrements with many upwards. <i>Mounded weakly ferruginous micaceous silts mixed with subsoil regolith (gravelly with relict periglacial features). Probably exposed for a while with weak topsoil formation and trace of fine charcoal recorded. Fine fabric became iron stained from iron working deposits above (L2).</i></p>
<p>MFT C1/SMT 3a over MFT C2/SMT 3b</p>	<p>STO-101688</p>	<p>0-75 mm 0-45 mm SM: Yellowish brown to dark brown micaceous silts (SMT 3a), with few fine and coarse subhorizontal gravels (max 9mm) at 0-30mm, over pale brown micaceous silts (SMT 3b) at 30-45mm; <i>Microstructure</i>: massive with channel (40% voids) over massive with possible weak laminar (30% voids); <i>Coarse Mineral</i>: C:F (Coarse:Fine limit at ~10µm) as SMT 3a; <i>Coarse Organic and Anthropogenic</i>: occasional very fine and fine woody</p>	<p><i>Layer 5</i> Yellowish brown to dark brown micaceous silts, with few fine and coarse subhorizontal gravels (max 9mm) at 0-30mm, over pale brown micaceous silts. Occasional very fine and fine woody roots, rare ferruginous staining in upper layer, abundant thin and broad burrows, with occasional burrows below, and rare very thin, many thin and occasional broad organo-mineral</p>

MFT C1/SMT 3a		<p>roots; <i>Fine Fabric</i>: SMT 3b: dusty pale yellowish brown (PP), XPL, as SMT 3a, very pale yellow (OIL), minerogenic; <i>Pedofeatures</i>: <i>Amorphous</i>: rare ferruginous staining in upper layer; <i>Fabric</i>: abundant thin and broad burrows, with occasional burrows below; <i>Excrements</i>: rare very thin, many thin and occasional broad organo-mineral excrements, with trace of very thin and rare thin organo-minerals, underneath.</p> <p>45-75 mm SM: Very dominant yellowish brown to dark brown micaceous silts (SMT 3a); <i>Microstructure</i>: massive with some subhorizontal layering, 35% voids, complex packing voids and channels; <i>Coarse Mineral</i>: C:F (Coarse:Fine limit at ~10µm) 85:15, well sorted silts, with very fine sands, and very few gravel – some subhorizontally oriented, with frequent ferruginous mica (biotite?); <i>Coarse Organic and Anthropogenic</i>: trace of fine charcoal (<0.5mm), many very fine and fine woody roots (max >3mm); <i>Fine Fabric</i>: SMT 3a: yellowish brown to dark brown (PPL), isotropic (intergrain aggregate with coated and linked grains, undifferentiated b-fabric, XPL), bright yellow to yellowish orange (OIL), minerogenic; <i>Pedofeatures</i>:</p>	<p>excrements, with trace of very thin and rare thin organo-minerals, underneath, occur. <i>Broadly layered spreads of yellowish brown to dark brown micaceous silts, with few fine and coarse subhorizontal gravels (max 9mm) at 0-30mm, over pale brown very poorly ferruginous micaceous silts. The last are compact with a fine weakly formed laminar structure, possibly due to trampling rather than ice lensing. Upper layer 5 is relatively bioworked by small probably acidophyle invertebrate mesofauna – hence gravel remained horizontally oriented.</i> <i>Layer 6</i> Very dominant yellowish brown to dark brown micaceous silts, which are well sorted silts, with very fine sands, and very few gravel – some subhorizontally oriented, and with frequent ferruginous mica (biotite?). A trace of fine charcoal (<0.5mm), many very fine and fine woody roots (max >3mm), rare impure clay void infills, occasional fine ferruginous nodules, abundant thin and broad burrows, and rare very thin, many thin and occasional broad organo-mineral excrements, were recorded. <i>Imported moderately ferruginous micaceous silts, have been dumped and</i></p>
---------------	--	--	---

		<p><i>Textural</i>: rare impure clay void infills; <i>Amorphous</i>: occasional fine ferruginous nodules; <i>Fabric</i>: abundant thin and broad burrows; <i>Excrements</i>: rare very thin, many thin and occasional broad organo-mineral excrements.</p>	<p><i>mounded – hence some subhorizontally oriented gravels. These silts show a history of mica weathering, bioworking and ferruginisation forming fine soil iron stained aggregates/fine peds.</i></p>
<p>MFT A3/SMT 1b, 1a</p> <p>MFT B1/SMT 2a, 1b</p>	<p>STO-101689</p>	<p>0-75 mm 0-5(20) mm: SM: Broadly burrow mixed weakly humic sandy silt loam and poorly sorted gravelly sandy silt loam (SMT 1b and 1a), with common fine to coarse gravel (max >5mm), rare burrow mixed-in fine charcoal (SMT 2a) and root traces. Many weak iron stained areas, with many thin and broad burrows (massive, channel, 30% voids), many thin organo-mineral excrements, are present.</p> <p>5(20)-25(35) mm SM: dominant blackish brown humic and fine charcoal-rich sandy silt loam (SMT 2a) with few mixed brown weakly humic sandy silt loam (SMT 1b); <i>Microstructure</i>: pellety with fine aggregate, 40% voids, complex packing voids with open channel; <i>Coarse Mineral</i>: C:F (Coarse:Fine limit at ~10µm), SMT 2a=75:25, very dominant silts and fine sands; <i>Coarse Organic and Anthropogenic</i>: very abundant fine charcoal including ~<1mm size twig wood sections (1 year old??), and rare possible fine burnt mineral inclusions, and many fine woody remains – some relict ones ferruginised; <i>Fine Fabric</i>: black and blackish brown (PPL), isotropic apart from fine silt content (intergrain aggregate,</p>	<p><i>Layer 7</i> Broadly burrow mixed weakly humic sandy silt loam and poorly sorted gravelly sandy silt loam, with common fine to coarse gravel (max >5mm), rare burrow mixed-in fine charcoal and root traces. Many weak iron stained areas, with many thin and broad burrows, many thin organo-mineral excrements, are present. <i>Probable dump of local thin topsoils and periglacial subsoil/regolith.</i></p> <p><i>Layer 8</i> Dominant blackish brown humic and fine charcoal-rich sandy silt loam with few mixed brown weakly humic silt loam, which is stone-free. Very abundant fine charcoal including ~<1mm size twig wood sections (1 year old??), and rare possible fine burnt mineral inclusions, and many fine woody remains – some relict ones ferruginised. Abundant weak iron staining with occasional strong iron-staining/ferruginisation of plant remains, abundant thin (organic soil) and many broad (minerogenic soil) burrows, and</p>

<p>MFT A1-A2/SMT 1a,1b</p>		<p>undifferentiated b-fabric, XPL), black with reddish flecks (OIL), humic stained with very abundant fine charcoal and occasional to many fine burnt mineral material; <i>Pedofeatures: Amorphous</i>: abundant weak iron staining with occasional strong iron-staining/ferruginisation of plant remains; <i>Fabric</i>: abundant thin (organic soil) and many broad (minerogenic soil) burrows; <i>Excrements</i>: abundant very thin and thin organic excrements, and many organo-mineral excrements.</p> <p>25(35)-75 mm SM: Sloping layers of highly compact, very poorly sorted pale grey gravelly sandy silt loam (SMT 1a) over and weakly iron stained very weakly humic brown sandy silt loam variant (SMT 1b), where rooting is concentrated; <i>Microstructure</i>: massive, sloping, with compact (<10% voids) and channel (30% voids, channels); <i>Coarse Mineral</i>: C:F (Coarse:Fine limit at ~10µm), SMT 1a=90:10, with silts, fine to coarse sands, and common gravel and small stones (max 15mm), including quartz, feldspars, quartzitic and micaceous schists; <i>Coarse Organic and Anthropogenic</i>: concentrations of many fine woody roots and trace of fine charcoal (~0.5mm); <i>Fine Fabric</i>: SMT 1a and 1b: dusty grey</p>	<p>abundant very thin and thin organic excrements, and many organo-mineral excrements, occur. <i>Strongly biologically worked fine charcoal/topsoil Ah soil horizon (ranker), probably recording clearance/burning of 'brash' – fine woody/twiggly material. (Highly speculatively, such twiggly material could have been used as gathered animal fodder – woody browse). The high amount of bioworking is similar to that of experimental slash and burn. Post-depositional processes include strong iron staining from above (Iron production Mound) – affecting roots; modern woody roots also occur.</i> <i>Layer 9</i> Sloping layers of highly compact, very poorly sorted pale grey gravelly sandy silt loam over and weakly iron stained very weakly humic brown sandy silt loam variant, where rooting is concentrated. Layer is characterised by very poorly sorted silts, fine to coarse sands, and common gravel and small stones (max 15mm), including quartz, feldspars, quartzitic and micaceous schists. There are concentrations of many fine woody roots and trace of fine charcoal (~0.5mm). Many weakly formed matrix intercalations and</p>
--------------------------------	--	---	--

		<p>to pale brown (PPL), very low interference colours (porphyric and intergrain aggregate, stipple speckled b-fabric, XPL), grey to very pale brown (OIL), minerogenic and weakly humic stained with many fine amorphous organic matter fragments and rare very fine charred organic matter; <i>Pedofeatures:</i> <i>Textural:</i> many weakly formed matrix intercalations and abundant capping features/embedded grains; <i>Amorphous:</i> concentration of very abundant weak iron matrix staining and rare marked iron impregnation of organic materials; <i>Fabric:</i> occasional thin and broad burrows; <i>Excrements:</i> concentrations of many very thin organic and thin organo-mineral excrements.</p> <p>..</p>	<p>abundant capping features/embedded grains, concentrations of very abundant weak iron matrix staining and rare marked iron impregnation of organic materials, occasional thin and broad burrows, and concentrations of many very thin organic and thin organo-mineral excrements.</p> <p><i>Compact, sloping gravelly sandy silt loam, with matrix intercalations and embedded grains relict of periglacial regolith origins. Rooting and small amounts of burrowing have mixed-in weakly humic soil and very fine and fine charcoal from overlying soil (Layer 8). Generally weak iron staining has affected these mixed in organic soil materials.</i></p>
--	--	---	--

Støren Soil Micromorphology Figures 1-27

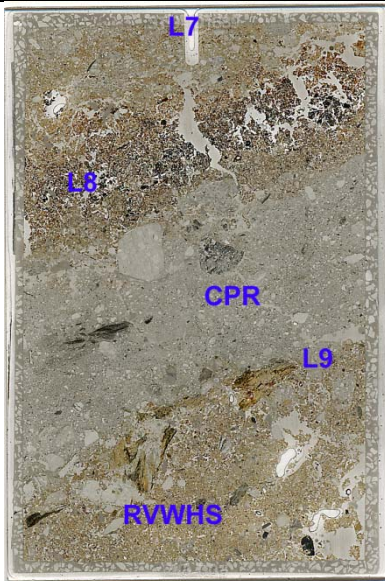


Fig. 1: Scan of M101689 (Profile 101304), showing Layer 9 is composed of a sloping compact relict gravelly periglacial regolith layer (CPR; Figs 2-3), with root mixed very weakly humic topsoil (RVWHS; Figs 4-5 below it). A fine charcoal rich A1h soil layer containing twig wood charcoal characterises layer 9 (Figs 6-9). A sealing layer of weakly humic soil makes up layer 7 (Figs 10-11). Frame width is ~50mm.

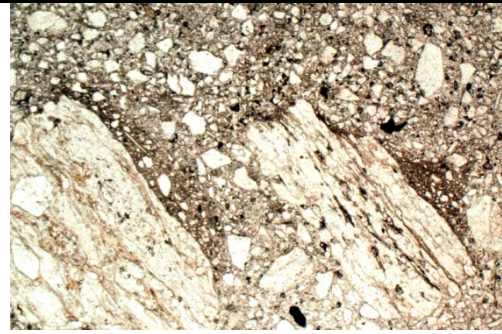


Fig. 2: Photomicrograph of M101689 (Profile 101304); Layer 9 includes compact periglacial regolith with matrix capped embedded grains from solifluction. Plane polarised light (PPL), frame width is ~4.62mm.

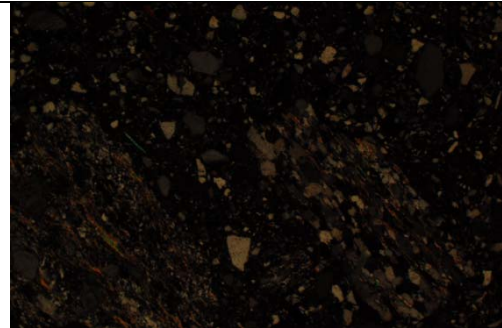


Fig. 3: As Fig 2, under crossed polarised light (XPL); quartzitic schists are present.

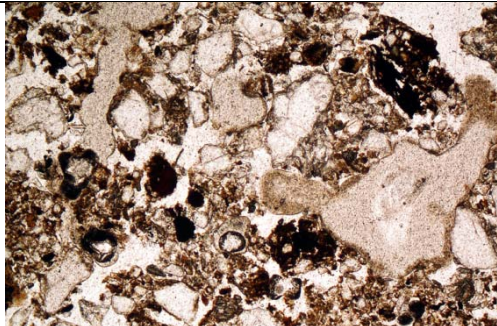


Fig. 4: Photomicrograph of M101689 (Profile 101304); lower Layer 9 involves mixed weakly humic soil and fine charcoal, in rooted areas; there has been possible mixing down of layer 8 soil. PPL, frame width is ~4.62mm.

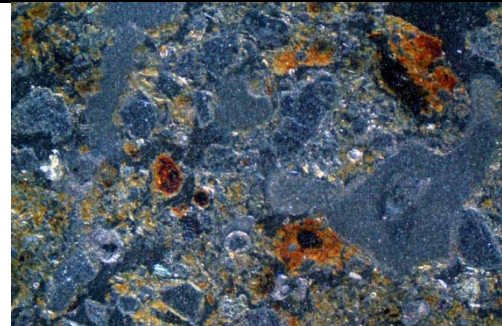


Fig. 5: As Fig 4, under oblique incident light (OIL); note iron staining affecting once-humic fine soil which sometimes embeds fine charcoal.

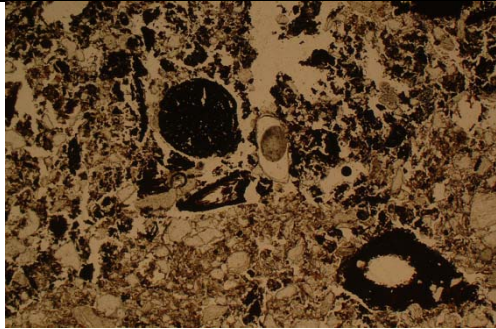


Fig. 6: Photomicrograph of M101689 (Profile 101304); Layer 8 is composed of once-humic soil and high concentrations of fine charcoal including ~1mm size sections through twig wood. Some relict roots have been totally mineralised/ferruginised. PPL, frame width is ~4.62mm.

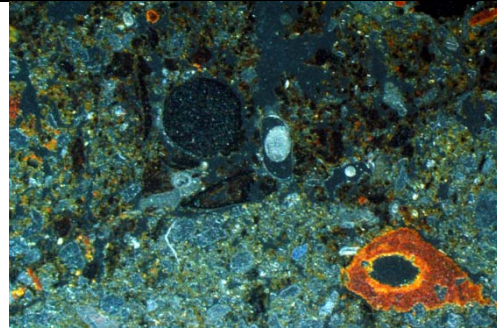


Fig. 7: As Fig 6, under OIL; note ferruginised root – not a modern root.

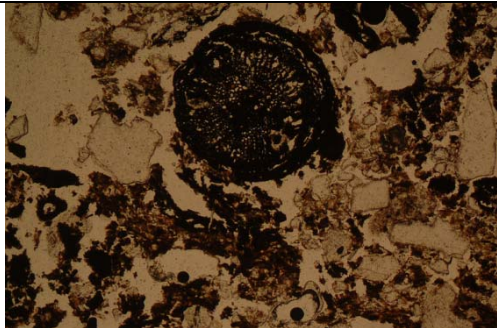


Fig. 8: Photomicrograph of M101689 (Profile 101304); section through 1-2 (?) year old twig wood charcoal in Layer 8. PPL, frame width is ~2.38mm.

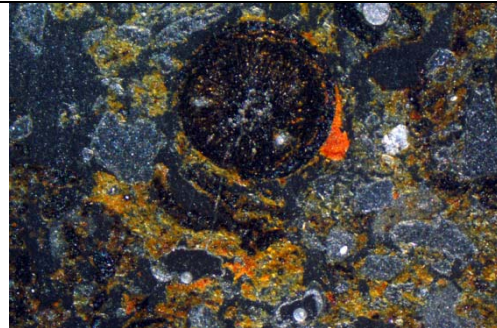


Fig. 9: As Fig 8, under OIL; possible fine burnt mineral material is present, although other soil looks unheated.

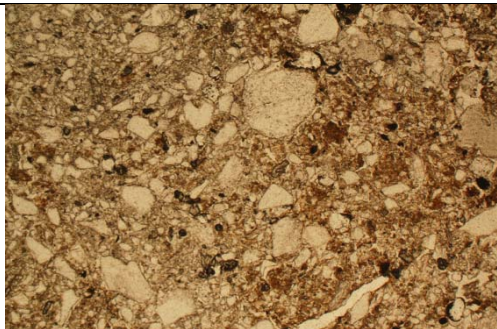


Fig. 10: Photomicrograph of M101689 (Profile 101304); Layer 7 is made up of weakly humic and mineralogenic soil components. PPL, frame width is ~4.62mm.

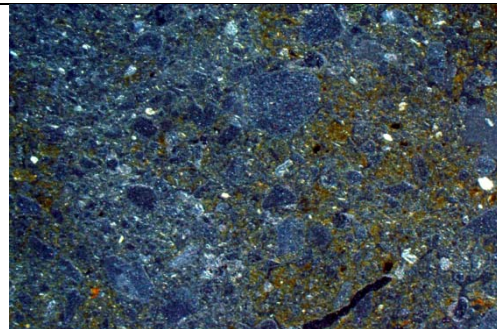


Fig. 11: As Fig 11, under OIL; once humic fine soil is weakly iron stained; recent roots are not ferruginised.

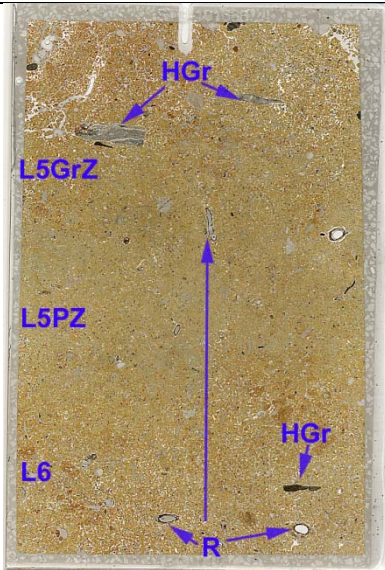


Fig. 12: Scan of M101688 (Profile 101304); broadly layered imported moderately weakly ferruginous micaceous silts in Layer 6 (Figs 13-14), below pale silts at the base of Layer 5 (L5PZ; Figs 15-16), with moderately weakly ferruginous micaceous silts, above, which include subhorizontally oriented schistose gravels (Figs 17-18). Frame width is ~50mm.

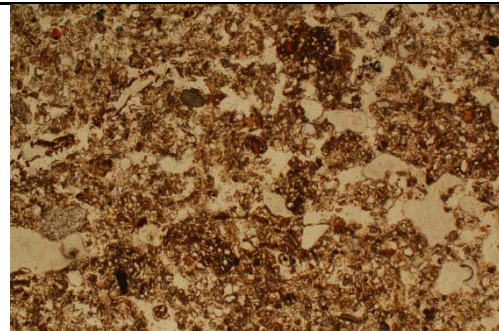


Fig. 13: Photomicrograph of M101688 (Profile 101304); Layer 6 with biologically worked moderately weakly ferruginised/ weathered silts. PPL, frame width is ~4.62mm.

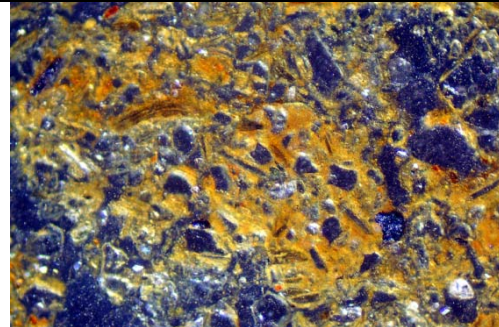


Fig. 14: As Fig 13, detail under OIL, showing fine weathered micaceous soil aggregates and concentrations of iron. Frame width is ~0.90 mm.

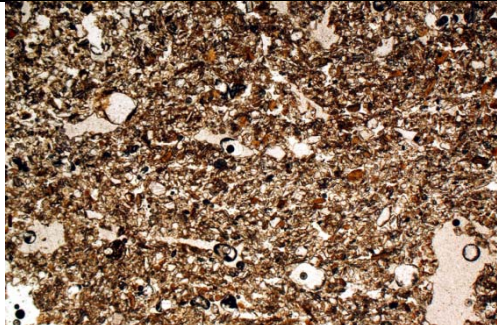


Fig. 15: Photomicrograph of M101688 (Profile 101304); Junction of upper Layer 5 and lower Layer 5, which is made up of poorly ferruginous silts (subsoil silts?) with laminar fabric of possible trampling/compaction origin. Alternatively these lower layer 5 silts are colluvial leached silts. PPL, frame width is ~4.62mm.

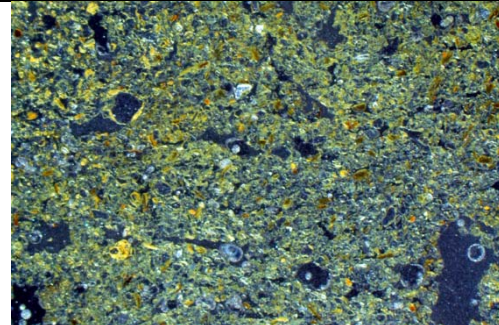


Fig. 16: As Fig 15, under OIL, showing difference in iron content of the two subunits.

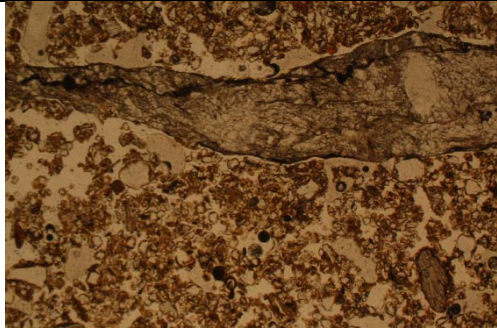


Fig. 17: Photomicrograph of M101688 (Profile 101304); upper layer 5, with bioworking around subhorizontally oriented schistose gravel. PPL, frame width is ~4.62mm.

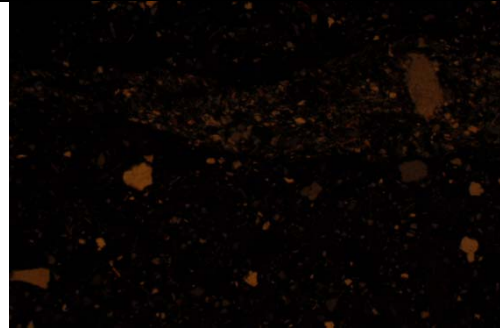


Fig. 18: As Fig 17, under XPL; note quartzitic schist rock fragment.

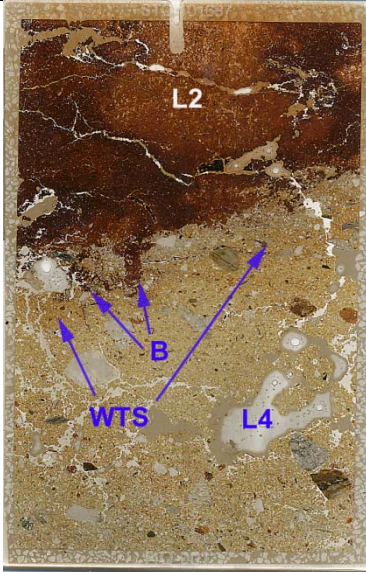


Fig. 19: Scan of M101687 (Profile 101304); dump of gravelly micaceous silts in Layer 4 (Figs 20-21), and burrowed junction between Layer 4 and overlying haematite-rich layer 2 (Figs 22-27). The top of Layer 4 shows weak topsoil formations (WTS; Figs 20-21) and minor iron staining from Layer 2. Frame width is ~50mm.



Fig. 20: Photomicrograph of M101687 (Profile 101304); Layer 4 silts with bioworking and fine charcoal example. PPL, frame width is ~2.38 mm

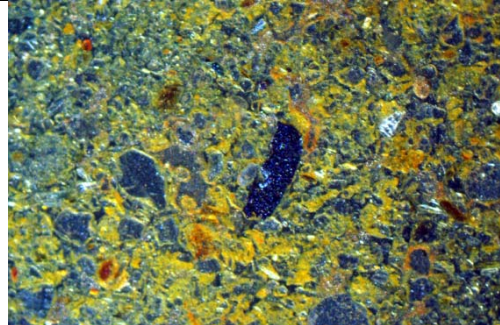


Fig. 21: As Fig 20, under OIL, illustrating iron content.

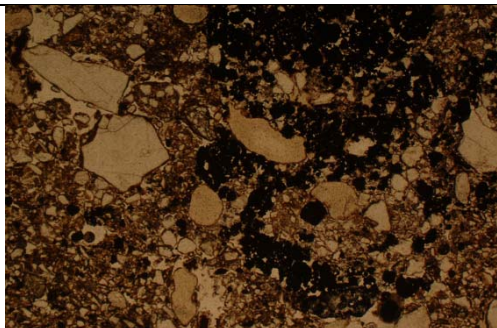


Fig. 22: Photomicrograph of M101687 (Profile 101304); burrowed junction between Layers 2 and 4.

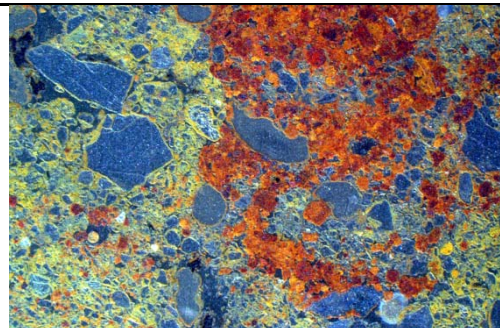


Fig. 23: As Fig 22, under OIL; burrowed granular roasted ore; buried Layer 4 shows no evidence of heating.

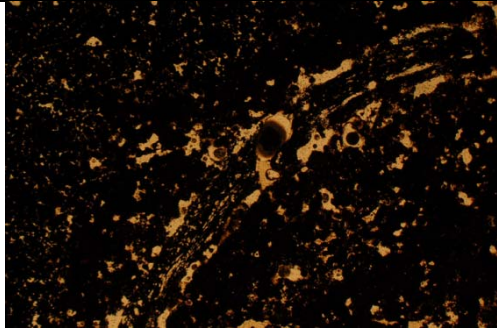


Fig. 24: Photomicrograph of M101687 (Profile 101304); compact layer 2, embedding charcoal fragment. PPL, frame width is ~4.62mm.

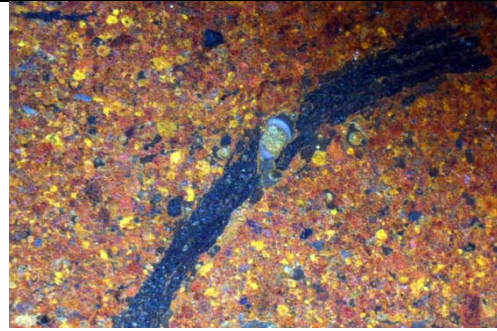


Fig. 25: As Fig 24, under OIL; not haematite – 'roasted ore' with fine unheated inclusions.

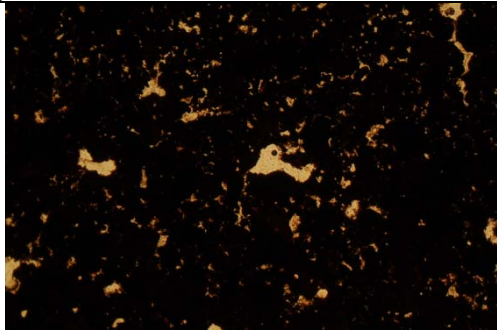


Fig. 26: Photomicrograph of M101687 (Profile 101304); compact granular 'roasted ore', with pollyconcave vugh in centre, suggesting it was deposited as a slurry. PPL, frame width is ~2.38mm.

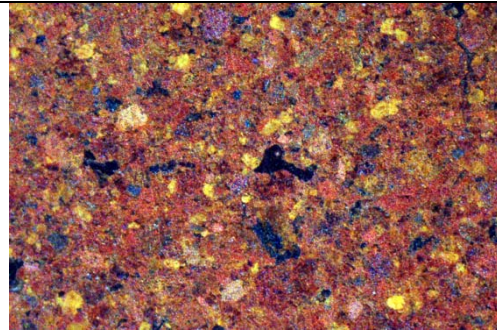


Fig. 27: As Fig 26, under OIL.



december 2021

Slagge, jern, malm og andet materiale fra Støren, Midtre Gauldal



Arne Jouttijärvi, Pia Johansen

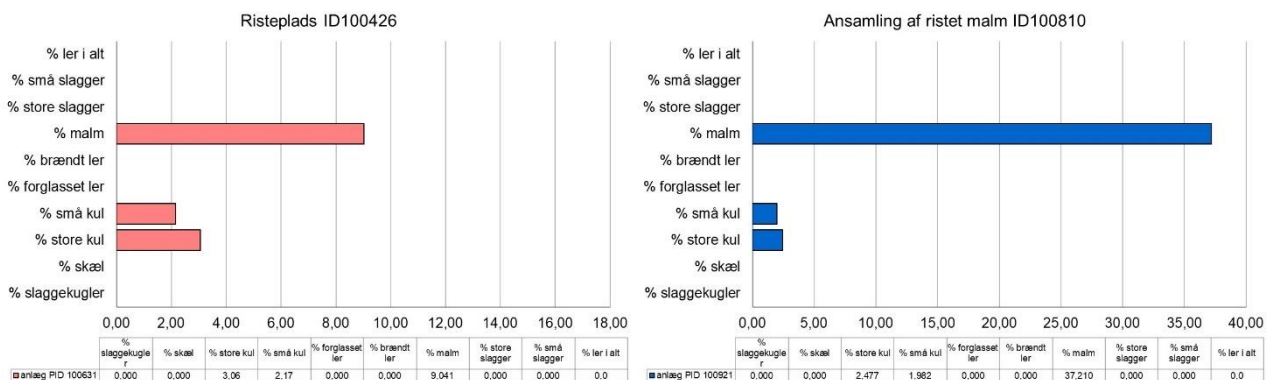
Heimdal-archaeometry

Report 21-24

Støren, Midtre Gauldal, Trøndelag

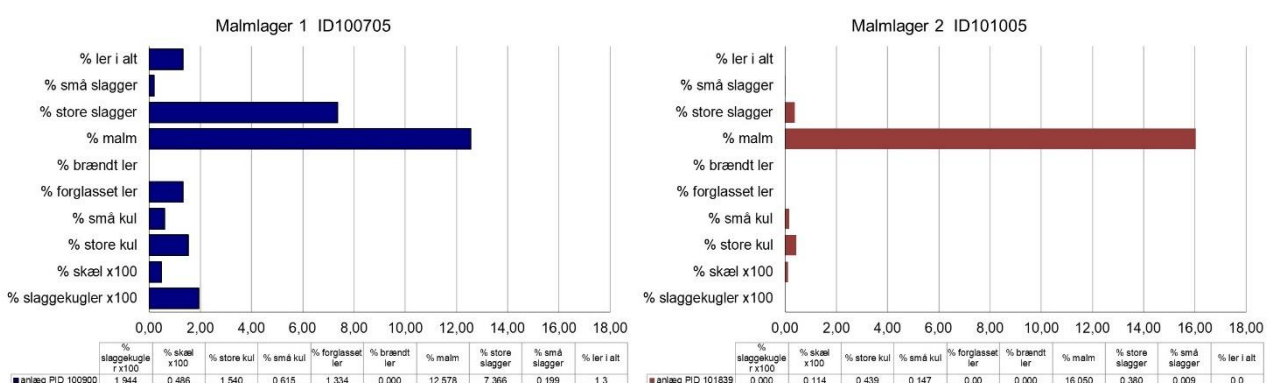
KONKLUSION

Der blev undersøgt otte jordprøve, og mængden af forskellige typer procesaffald varieret meget afhængigt af lagenes funktion. Helt simple er ristepladsen (ID100426) og ansamlingen af ristet malm (ID100810). I begge tilfælde indeholdt laget udelukkende ristet malm og trækul. Der er dermed ingen tegn på, at der i de områder er foregået andet en ristning og eventuelt opbevaring af malm (Figur 1)



Figur 1: Indhold af forskellige materialer på risteplads ID100426 (venstre) og ansamling af ristet malm ID100810 (højre)

Anderledes forholdt det sig med de to malmlag i produktionsområdet. De indeholdt, som forventet, ganske store mængder ristet malm (Figur 2). Der er dog meget stor forskel på lagene, idet der i det nederste (malmlag 2) næsten udelukkende fandtes malm, dog med enkelte fragmenter af slagge og ganske få hammerskæl. I det øverste lag derimod (malmlag 1), var der derimod væsentlige mængder af brændt og forglasset ler samt hammerskæl og ikke mindst slaggekugler. Det viser, at både udvinding og smedning må være foregået tæt på malmlagene, hvilket passer godt med at de ligger i kanten af produktionsområdet.

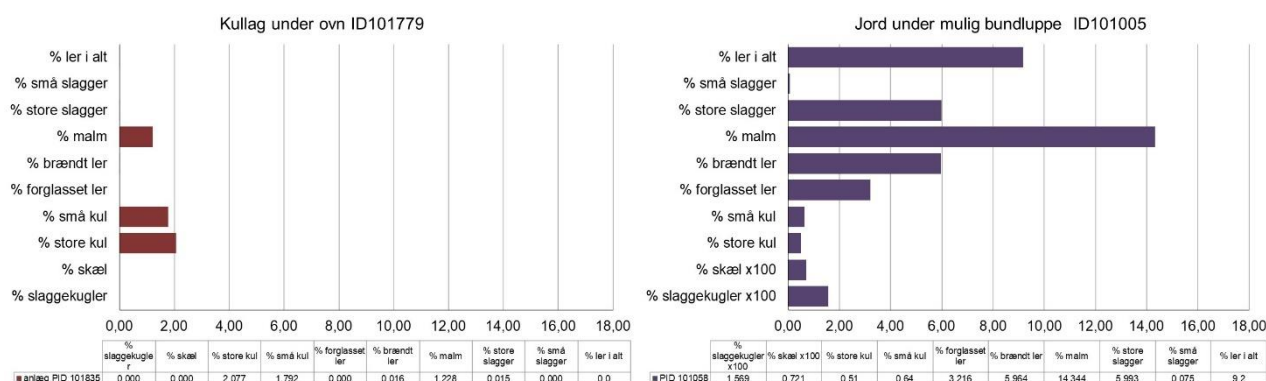


Figur 2: Indhold af forskellige typer procesaffald i malmlag 1 (venstre) og 2 (højre) i produktionsområdet. For at være synligt j forhold til de øvrige materialer, er koncentrationen af hammerskæl og slaggekugler ganget med 100.

Fra selve ovnområdet fandtes, ud over den ovenfor omtalte prøve fra malmlag 2 (PID101839) to jordprøver. Den ene er kullet under den formodede ovn (ID101779). Dette lag indeholder ikke

andet end trækul og en mindre mængde ristet malm (Figur 3 venstre). Det passer godt med at der kan være tale om et bundlag i selve ovnen. Oven over laget lå der et lag udbrændt ler, og det er sandsynligt, at kullaget er opstået tidligt i ovnens brugstid eller under bygningen af ovnen. I slaggegrubeovne er der tidligere konstateret lignende kullag i bunden af gruben, dækket af udbrændt ler. De er tolket som spor efter et bål, som har været tændt i ovnen mens den blev bygget. Det kan være gjort for at udtørre den del af ovnen, som allerede var bygget, så man kunne bygge videre uden at ovnen faldt sammen under sin egen vægt. Hvis ler ikke er helt tørt vil det nemlig kunne blive plastisk, og begynde af flyde ud, hvis der lægges en stor vægt på det. Det vil også forklare lerlaget, som kan være kommet, når ler er blevet tabt under den videre bygning.

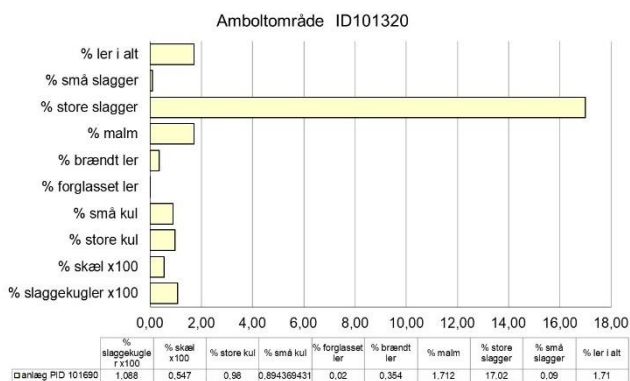
En anden mulighed ville være, at leret stammede fra en reparation af ovnen mellem to brændinger. Hvis det var tilfældet ville man dog forvente, at der fandtes fragmenter af udvindingsslagge og forglasset ler i laget, hvilket der ikke gjorde.



Figur 3: Indhold af forskellige typer procesaffald i ovnsområde. Venstre: kullag under ovn, højre: jord under mulig bundluppe

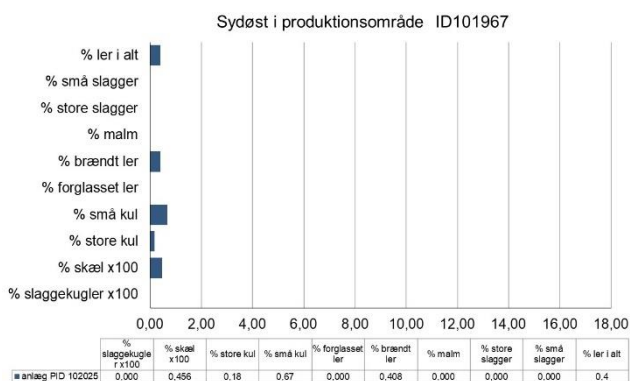
Den anden jordprøve (PID101058) fra ovnområdet kom fra området under en koncentration af slagge. Denne prøve indeholdt ganske store mængder af næsten alle typer materialer. Der var således brændt og forglasset ler, sandsynligvis fra ovnen samt kul, malm og slagge, som kan være fra udvindingen. Der fandtes dog også en relativt stor mængde slaggekugler og hammerskæl, som må stamme fra smedning. Det er derfor sandsynligt, at der er tale om en del af det almindelige funktionslag, som dækker området, og ikke om noget, som specifikt kan relateres til ovnen.

Fra området omkring den store sten, som blev tolket som ambolt (ID101320), fandtes der også en jordprøve (PID101690). I prøven fandtes der først og fremmest store (>5mm) slaggefragmenter; men der blev også fundet mindre mængder af brændt ler og trækul, samt hammerskæl og slaggekugler (Figur 4). Skønt koncentrationen af hammerskæl er en af de største, der er fundet i prøverne, er den dog ikke så stor, som man normalt ville vente i nærheden af en ambolt. Den er således mindre end den der fandtes i prøve PID101690, og selv om det kan siges med sikkerhed, at der foregik smedning i nærheden, er det ikke muligt at sandsynliggøre, at stenen blev brugt som ambolt. Det er også muligt, at stenen har været brugt som en form for underlag under luppen ved en første hamring, og ikke ved selve primærsmedningen. Det vil også passe med den store mængde slaggefragmenter, som fandtes i prøven. Formålet med hamringen kan have været at gøre luppen mere kompakt, og fjerne noget af den udvindingsslagge, som sad på ydersiden af den.



Figur 4: Indhold af forskellige typer procesaffald i amboltområde

Den sidste jordprøve kom fra et spættet, siltet lag mod sydøst i produktionsområdet. Prøven indeholdt kun små mængder af kul og brændt ler, og en smuleammerskæl (Figur 5). Det er sandsynligt, at der er tale om et naturligt moselag, som blot indeholder materiale, som er blevet spredt fra arbejdsområdet.



Figur 5

På baggrund af en statistisk analyse af alle prøver, kunne der udskilles nogle grupper, som bestod af slagger med næsten identisk sammensætning. På grundlag af den kemiske sammensætning og slaggernes fysiske karakteristika, er alle slaggerne blevet fortolket som udvindingsslagge. De fleste er således umagnetiske eller svagt magnetiske, hvilket tyder på, at de er størknet under forholdsvis kraftigt reducerende forhold, det vil sige i en udvindingsovn. Magnetiske slagge forekommer i dette materiale kun som slagge, der i deres form tydeligvis er slagge fra fase 2 ovne med slaggeaftapning. Ved aftapning bliver slaggen udsat for luftens ilt, og de jernoxider der størkner vil derfor være magnetiske. Også slagge fra en smedeesse vil dog være magnetiske, da der også her vil være en oxiderende atmosfære. De vi dog have et markant anderledes udseende end tapslaggerne.

Der fandtes dog også tydelige tegn på, at der var blevet foretaget smedning i området. Det var primært i form afammerskæl og slaggekugler; men også stykker af rødbrændt, forglasset ler kom med stor sandsynlighed fra essesten, som har været brugt til at beskytte blæsebælgen i en esse. Her er det farven på leret, som viser brugen af leret. Den røde farve tyder igen på en oxiderende

brænding, og dermed på at leret har været brugt i et åbent ildsted som en esse. Hvis det var blevet brændt i den reducerende atmosfære i en udvindingsovn, ville leret være blevet gråt, i det mindste på den side, som vendte ind mod ovnen.

De statistiske grupper viste også, at der er spor efter flere udvindinger. I Tabel 1 er de statistiske grupper angivet i kolonnerne, og farverne viser de tre, eller måske fire, udvindinger, som kunne påvises.

Tabel 1

KontekstID (lag)	Kommentar	Gruppe A	Gruppe B	Gruppe C (slagge)	Gruppe Z (malm)	Gruppe D (skæl og kugler)	Gruppe E (Slagge)	Gruppe X (malm)	Gruppe Y
100810	Fra større ansamling med røstet malm							1	
100426	Røsteplass nordvest for produktionsområde				1			2	2
100705	Fra malmlager 1 i produktionsområde	3	1	3	3	7	1		4
101005	Fra malmlager 2 i produktionsområde	1	4	4	2	9	3	4	
100799	Fra produktionsområde	3							
101967	Sørøst i produktionsområde								
101925/nær 101925	Slaggavtapping	5	2	4			1	1	
100504	Amboltområde	1					2		
101320	Amboltområde	3	1			1	1		
101779	Ovnsområde, Kullag under ovn							1	6
		Udvinning Fase 2 ovn og primærsmedning	Ler	Malm og udvindingsslagge Fase 2 ovn		Malm, udvinning i Fase 1 ovn, og mulig primærsmedning			Malm og primærsmedning fra mulig 4. udvinning

Den tidligste udvinning, som kan påvises, er sandsynligvis den som er markeret med blå. Her er der tale om malm, som er fundet på risepladsen (ID100426), i ansamlingen af ristet malm (ID100810) samt i malmlag 2 i produktionsområdet (ID101005). Slaggen fra udvindingen er primært fundet i malmlag 2 og i området omkring den formodede amboltsten (ID100504 og ID101320). Der er tale om bundslagge og en stor slaggeklump med aftryk af trækul, og sammen med en mindre slagge med tydelige nedadløbende flydestrukturer, peger det på at der har været tale om en ovn af Fase 1 type med slaggeaftapning. Hammerskæl fundet i malmlagene i produktionsområder kan stamme fra primærsmedningen af luppen fra denne udvinning. En senere udvinning i en ovn af Fase 2 type med slaggeaftapning kan ses af Gruppe A (markeret med grønt). Her er der tale om malm fundet i malmlag 1 i produktionsområdet (ID100705), små fragmenter af slagge fundet i ovnområdet (ID101005 og ID101779), og i amboltområdet (ID101320), samt fire stykker af tapslagge fundet i eller nær ved ID101925, som må fortolkes som aftapningen fra udvindingsovnen. Et stykke rødbrændt ler med et slaggelag på, fundet i

amboltområdet (ID101320), må tolkes som et stykke af den essesten, som har været brugt ved primærsmidningen af luppen fra denne brænding. Desuden er et stykke uforarbejdet jern, som må være et fragment af en luppe (ID100790) med stor sandsynlighed et produkt af denne brænding (Figur 6). Der er tale om jern, som for det meste er uden synligt indhold af kulstof; men i nogle områder kan der dog ses op til 0,2-0,3 % kulstof. Det er dog ikke nok til at det kan betegnes som stål.



Figur 6

En tredje udvinding kan identificeres i malm, som primært kommer fra slaggelag 1 og 2 i produktionsområdet (ID100705 og ID101005), samt slagge fundet i de samme lag og omkring slaggeaftapningen (ID101925). Også her kan slaggerne med stor sikkerhed identificeres som slagge fra en ovn af Fase 2 type med slaggeaftapning.

Endnu en mulig udvinding blev identificeret. Her er dog blot tale om malm fundet på risteplassen nordvest for ovnområdet (ID100426) og i trækulslaget under ovnen (ID101779). Risteplassen kunne også forbindes med den tidligste af de identificerede udvindinger, som foregik i en Fase 1 ovn med slaggegrube; men da der ikke kunne konstateres slagge fra denne udvinding, er det ikke muligt at sige hvilken type ovn der har været tale om. Malmen i kullet under ovnen antyder dog at det har været en brænding, som foregik før ovnen blev opført, da malmen må have været til stede før ovnen blev bygget.

Der blev lavet beregninger over det teoretiske udbytte ved udvindingerne, hvor der både fandtes malm og slagge. De viste, at der kan have været udvundet så meget som 50-55 kg jern for hver 100 kg malm (Gruppe E og X); men de to andre beregninger viste ca 35 kg jern for hver 100 kg malm, hvilket dog stadig må betegnes som et usædvanligt godt udbytte. Et problem ved beregningerne kan dog være, at prøveudtagningen af den finkornede malm kan have medført, at den kommer til at synes rigere end den oprindelige malm har været.

RESULTATBEARBEJDNING

Der er analyseret 36 slagge (73 bestemmelser), 1 luppe (6 bestemmelser), 17 slaggekugler, 16 hammerskæl, 15 stykker ler, 7 prøver af aske og 27 stykker malm, i alt 161 bestemmelser.

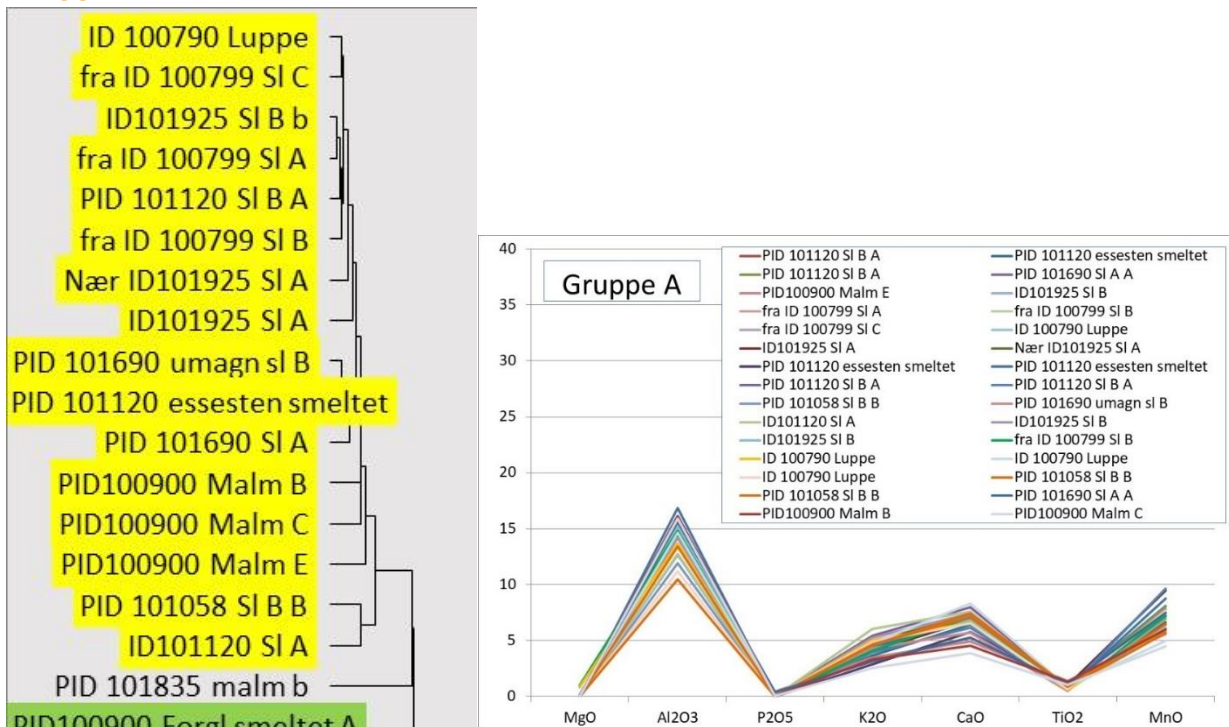
Der er ikke udtaget prøver til analyse fra PID 102025, da denne jordprøve indeholder meget lidt materiale, se Appendiks.

Der indgår 132 datasæt i den statistiske bestemmelse. Hvor 2 eller flere bestemmelser på samme genstand er relativt ens, anvendes gennemsnittet i bestemmelsen. Det samlede dendrogram ses i Figur 7.

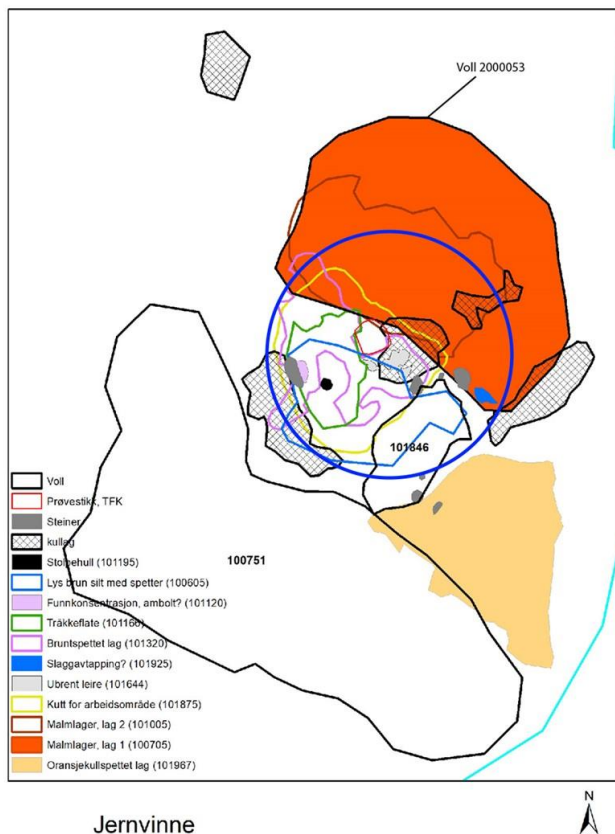


Figur 7

Gruppe A



Figur 8



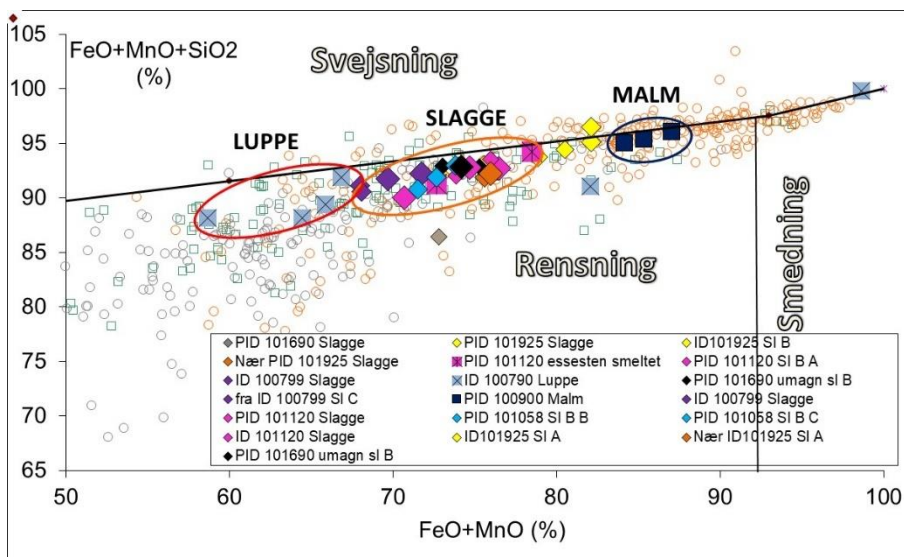
Figur 9: Gruppe A er fundet inden for det markerede område

En gruppe slagge med næsten identiske sammensætninger, er alle fundet i ovnsområdet. Der er således tale om to aftapningsslagge fundet i eller i nærheden af KID101925, to slagge fra amboltområdet KID101320 (et umagnetisk fragment af en bundskolle fra en udvindingsovn (PID101120 B) og en ovnslagge med aftryk af trækul (PID101120 A)). Hertil kommer ét slaggefragment fra jordprøven PID101690 og ét fra fundkoncentrationen ID107779. Til denne gruppe hører også malm fra malmlager 1 i produktionsområdet, og slagge på et fragment af ler fra amboltområdet. Leret er rødbrændt, hvilket tyder på at der har været rigelig adgang for luft (oxiderende), og at leret derfor må have været anvendt i en essesten anvendt ved primærsmedning (rensning) af luppejern. I en udvindingsovn vil der være underskud af luft (reducerende), og leret vil derfor farves gråt. Den sidste genstand, som hører til denne gruppe, er et fragment af en luppe, som også er fundet i amboltområdet (KID101320). Det er derfor ret sikkert, at

dette fragment er en del af den luppe, som blev fremstillet ved den udvinding, som gav slaggerne, og at denne luppe blev rensset i den esse, som leret var en del af.

Den meget store lighed mellem analyserne viser, at slaggerne med stor sandsynlighed må knyttes til samme proces nemlig udvinding, og endda til samme udvinding eller i det mindste udvindinger, hvortil der er brugt dele af samme portion malm. Myremalm kan variere relativt meget i sammensætning, selv inden for korte afstande, specielt i deres indhold af manganoxid (Mangan vil, på samme måde som jernet, opløses ved nedbrydning af bjergarter, og senere udfældes igen ved oxidation, og dermed danne myremalm. Udfældningen af manganoxid er dog mere afhængig af oxidationsforholdene, og da de vil variere, vil der være varierende indhold af manganoxid i malmen.

Det er derfor i materialet fra ovnområdet muligt at følge processen fra malmen i malmlager 1 til slaggen og luppen fra udvindingen og til primærsmedningen af luppen. Som det kan ses af Figur 10, har malmen tydeligt højere indhold af jernoxid end slaggerne fra udvindingen, og det er derfor muligt at beregne et omtrentligt udbytte af jern, som er kommet ud af processen. I dette tilfælde bliver det 35-36 kg jern for hver 100 kg malm, der er blevet anvendt. Det svarer til ca 65 kg jern for hver 100 kg slagge der blev dannet.

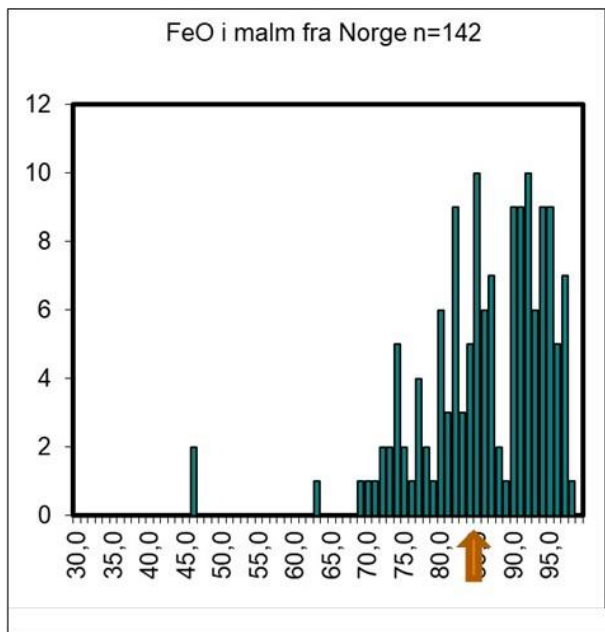


Figur 10

Da der også i Gruppe A fandtes malm, kan man, ved at sammenligne analyserne af malm og slagge, lave en beregning af hvor meget jern der er blevet fremstillet i forhold til den anvendte malm eller den dannede slagge. Det giver et mål for hvor effektivt udvindingen har været drevet. Middelsammensætningen af malm og slagge er givet i Tabel 2.

Tabel 2

	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO	FeO
malm	0,29	0,00	2,24	9,89	0,02	0,44	0,64	0,18	0,77	84,79
slagge	0,64	0,07	4,14	17,95	0,01	1,25	1,90	0,21	1,99	72,17



Figur 11

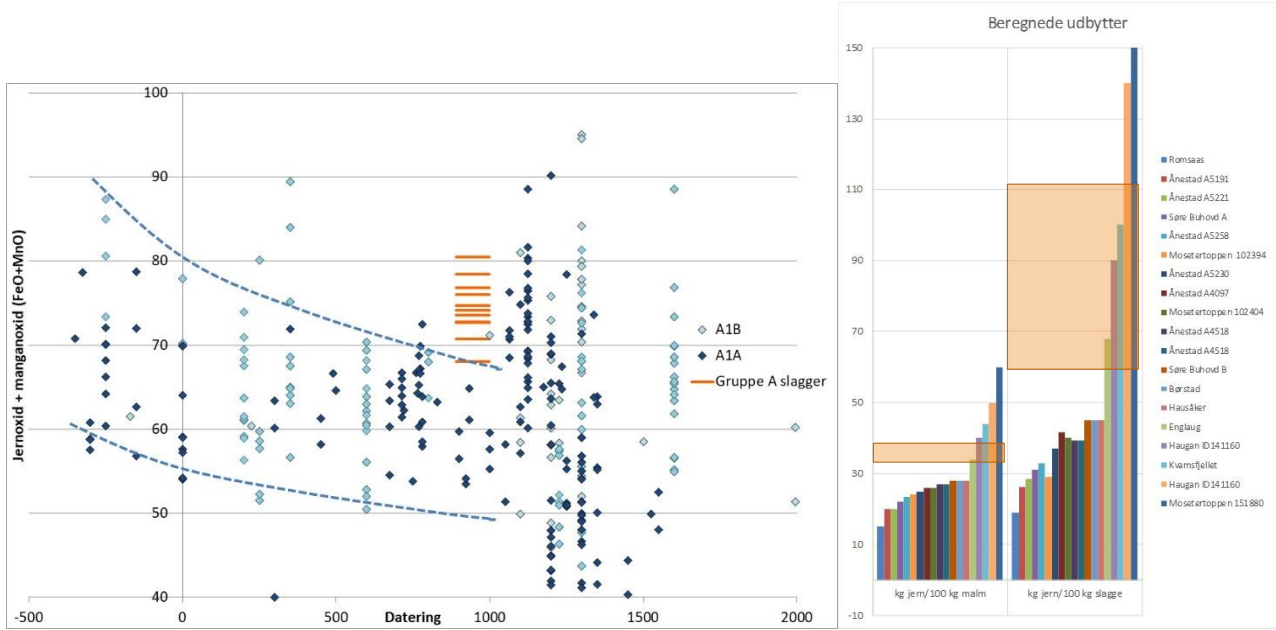
Man kan lave beregningen på to forskellige måder. Når analyserne passer så godt sammen som her, kan man gå ud fra at den mængde manganoxid (MnO), som var i malmen, alt sammen vil ende i slaggen, da mangan ikke reduceres til metal i processen. Forholdet mellem manganoxid i slaggen og i malmen er 2,6, hvilket svarer til at der skal bruges 2,6 kg malm for at danne 1 kg slagge. Da forskellen er det jern, som er blevet reduceret ud af malmen, kan man nu beregne hvor meget det teoretisk må være. Resultatet bliver, at der er blevet udvundet 44 kg jern for hver 100 kg malm, som blev anvendt, svarende til 115 kg jern for hver 100 kg slagge, som blev dannet.

En anden måde at beregne på, er blot at kigge på jernindholdet i malmen i forhold til i slaggen. Hvis man gør det, får man et udbytte på 34 kg jern for hver 100 kg malm, svarende til 61 kg jern for hver 100 kg slagge.

Ingen af metoderne er helt nøjagtige, og man må regne med at der i slaggen også indgår materiale fra ovnen i form af smeltet ler, og også en mindre andel, som kommer fra asken efter trækullet, som er blevet brændt. Et godt bud vil dog være, at det virkelige udbytte har ligget et sted mellem de 34 og 44 kg jern for hver 100 kg malm.

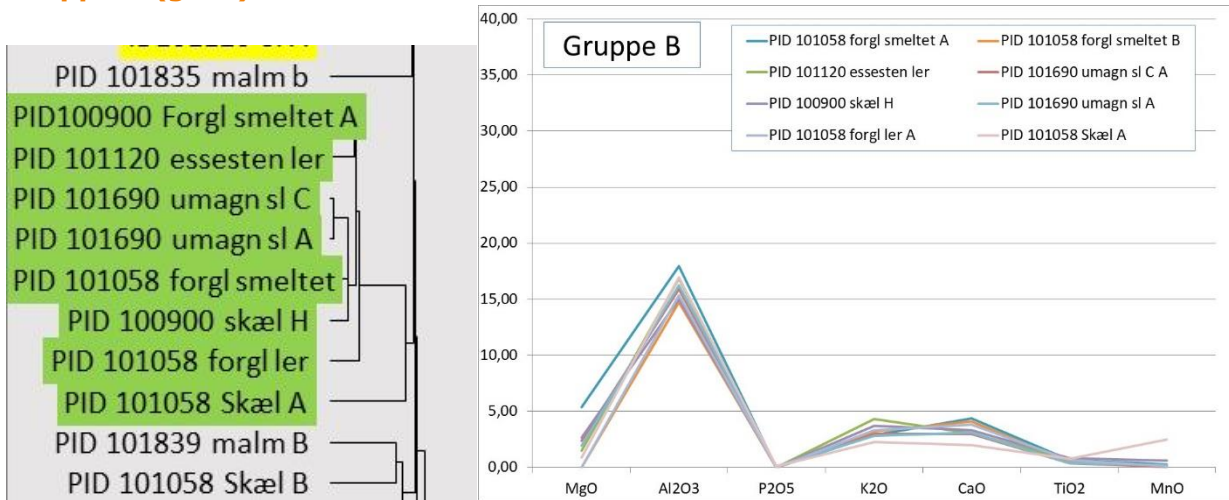
I Figur 12 er til venstre vist analyser af slagge i forhold til deres datering. Her ses det, at slagge fra Gruppe A (markeret med orange linjer) svarer godt til slagge fra Fase 2 ovne med slaggeaftapning. Dateringen er dog tidligere end for de hidtil analyserede ovne. Det er tydeligt, at fase 2 ovnene adskiller sig fra Fase 1 ovne med slaggegrube ved at tapslagge har meget højere indhold af jernoxid. Til gengæld vil bundskollen, som bliver liggende i ovnen være meget kraftigt reduceret, og have et indhold af jernoxid, som kan være lavere end i slagge fra Fase 1 ovne.

Til højre i figuren er vist resultaterne af tidligere beregninger af udbytter. Som det kan ses, ligger det mest normale udbytte i området fra 15 til 30 kg jern pr 1000 kg malm, så jernudvindingen ved Støren synes at have været veldrevet, og smeltemesteren har kunnet styre processen, så udbyttet af jern var større end normalt.



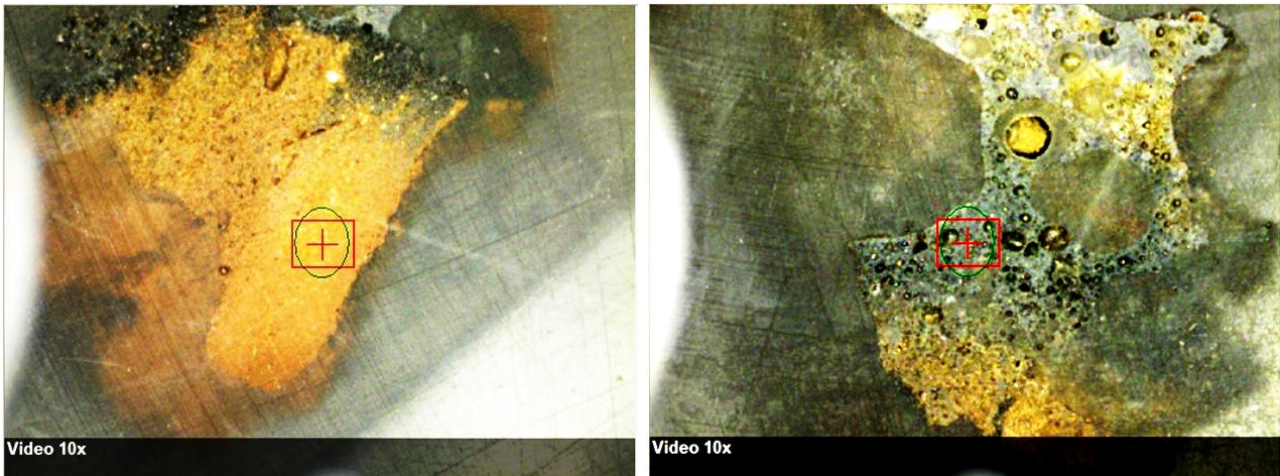
Figur 12

Gruppe B (grøn)



Figur 13

Denne gruppe består næsten udelukkende af ler, som kommer fra det samme område som gruppen af slagge (Gruppe A). Blandt stykkerne er to, som oprindeligt blev tolket som umagnetiske slagge på grund af deres struktur og farve (PID 101690 umagn sl A og B fundet Nær ID101925); men som viste sig at bestå af smeltet ler, samt to formodede hammerskæl, som sandsynligvis er flager af smeltet ler. Fra amboltområdet kom en prøve af en formodet essesten (PID101120 essesten) og fra ovsområdet (ID101005) kom et fragment af forglasset ler (PID101058 forglasset).

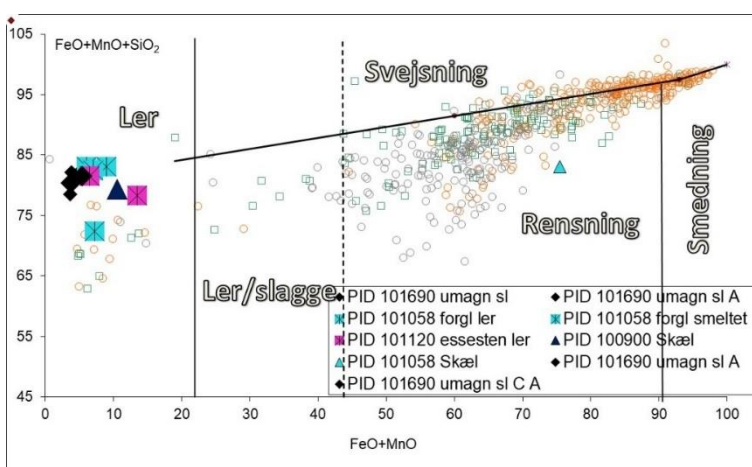


Figur 14: Leret i PID101120 essesten (venstre) og PID101058 forglasset smeltet (højre)

Der er tale om analyser af både det brændte ler og smeltede overflader på leret (Figur 14), og på PID101058 kunne der ses ikke en forøgelse af indholdet af jernoxid i de smeltede lag, så det kan ikke med sikkerhed siges, at lerstykkerne stammer fra en essesten eller ovn, som har været anvendt i forbindelse med jernforarbejdning. Der blev dog heller ikke fundet spor af kobber eller andre metaller, som kunne antyde en funktion i forbindelse med eksempelvis bronzestøbning. På PID101120 essesten, blev der derimod fundet en meget høj koncentration af jernoxid i det smeltede lag, hvilket bekræfter tolkningen som essesten til jernforarbejdning. Det mest jernholdige lag indgik i Gruppe A. Essestenen kan dermed knyttes til aftapningsslaggerne fra ovnområdet, bundskollen, ovnslaggen og luppefragmentet fra amboltområdet (KID101320).

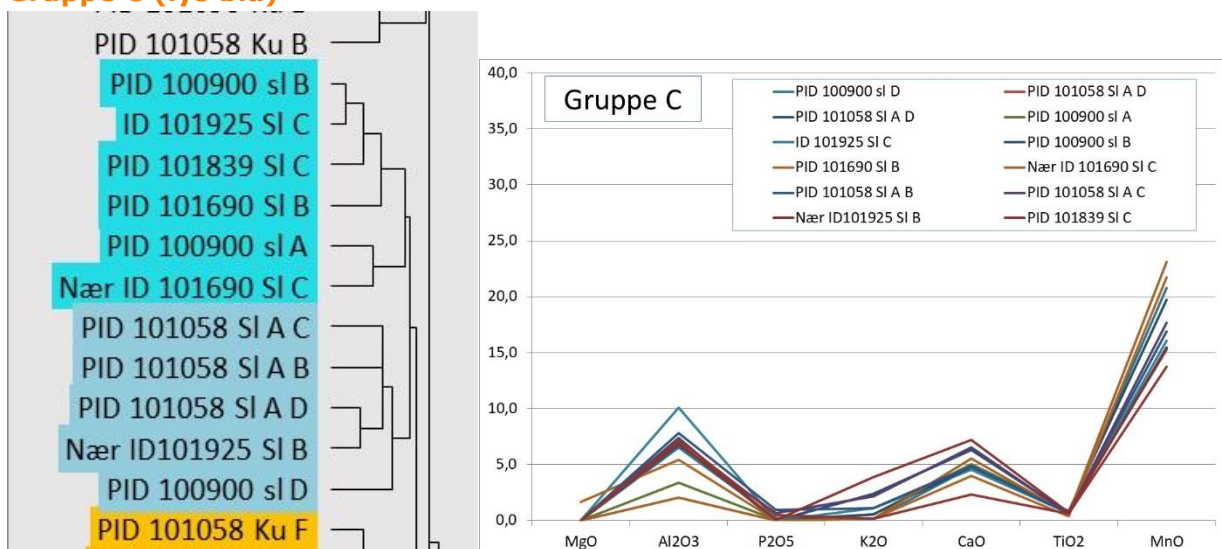
Lerets farve viser, at der i begge tilfælde må have været tale om ler brugt i en åben esse, da den gulbrune farve viser at atmosfæren har været oxiderende.

Analyserne er også i denne gruppe ret ensartede (**Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**), og ingen af analyserne i den statistiske gruppe indeholder væsentlige mængder af jernoxid (FeO) (Figur 15). Der synes heller ikke af være nogen væsentlig forøgelse af indholdene af kaliumoxid (K₂O) og calciumoxid (CaO). Der er derfor ikke noget tegn på at netop disse lerstykker har været i direkte kontakt med trækullet og dermed med set aske der dannedes i essen.



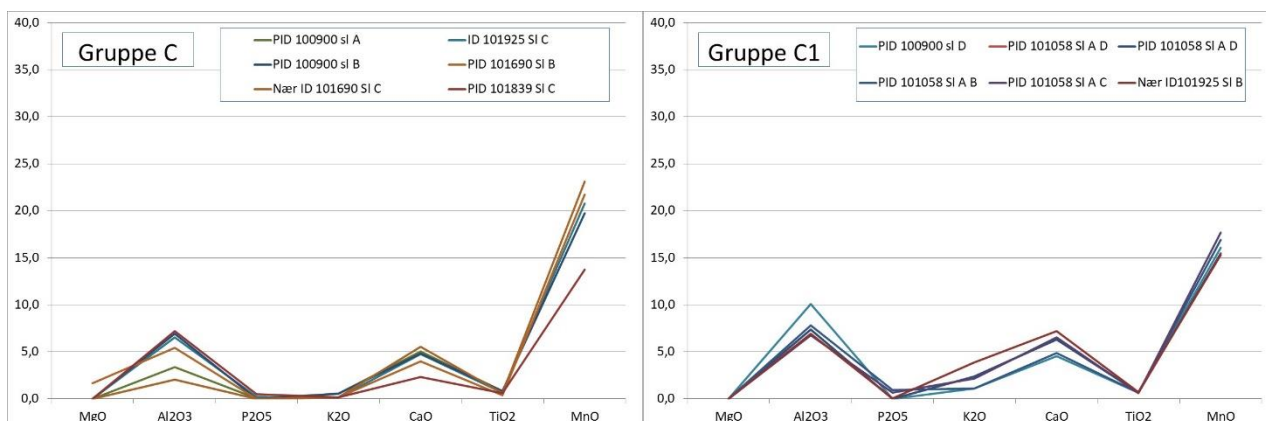
Figur 15

Gruppe C (lys blå)



Figur 16

Denne gruppe består muligvis af to grupper, som ligner hinanden meget i sammensætning (markeret med forskellige blå nuancer i Figur 16). De to undergrupper benævnes her C og C1. Som det fremgår af Figur 17, er den væsentligste forskel på de to undergrupper, at C har lidt lavere indhold af kaliumoxid (K_2O) og højere indhold af manganoxid (MnO). I Figur 18 til venstre kan det ses, at slaggerne i begge grupper har ret høje indhold af jernoxid (FeO), nærmest svarende til det som kunne ses for malmen i Gruppe A, eller endda lidt højere. I diagrammet til højre kan det da også ses, at indholdet af kaliumoxid (K_2O) i Gruppe C er lavere end det normalt ses i udvindingsslagger. Det svarer derfor til det man vil vente at finde i malm. Det er derfor sandsynligt at denne gruppe består af malm, som enten er sintret kraftigt sammen i en ristning, eller har passeret gennem udvindingsovnens uden at blive reduceret; men dog er smeltet.



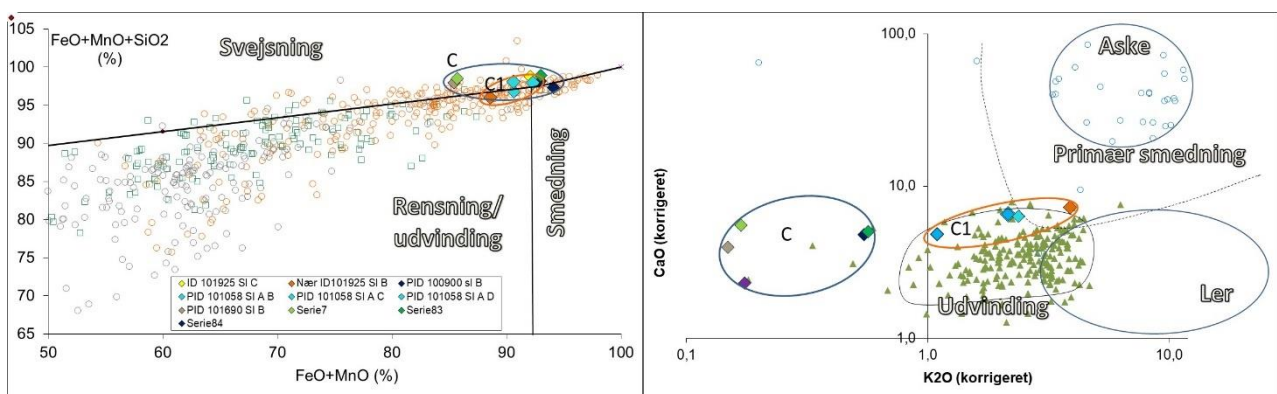
Figur 17

Slaggerne kommer fra malmlag 1 (ID100705) og malmlag 2 (ID101005) i produktionsområdet, og fra området med aftapningsslagger (ID101925 og nær dette). Af større slagge med karakteristisk form, er det kun én slagge, som giver en antydning af hvilken ovntype slaggerne er dannet i. Det er en tapslagge fundet i ID101925. De øvrige er mere ukarakteristiske fragmenter, som dog i flere

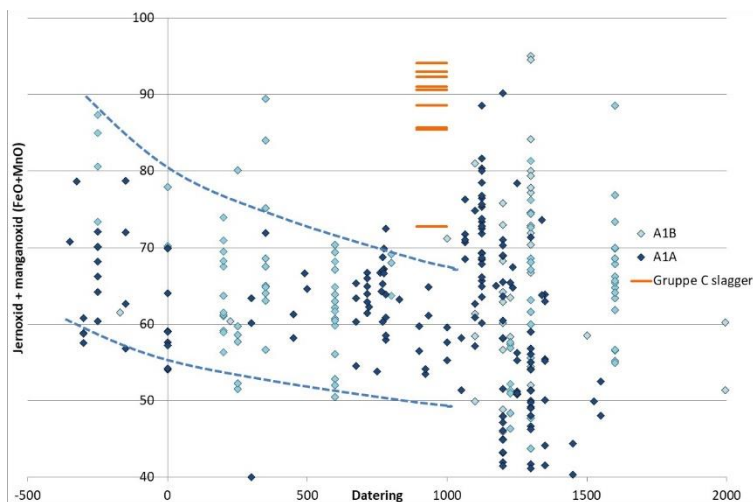
tilfælde har antydninger af løbestruktur, og derfor også kan være tapslagger. De har alle det til fælles, at de er magnetiske, hvilket også kan tyde på, at slagterne er størknet uden for ovnen, hvor der har været god tilgang til luft (oxiderende forhold). Hvis slagter størkner inde i ovnen, hvor der er reducerende forhold, bliver jernoxiderne umagnetiske (wustit, FeO), og hvis der kan komme luft til, bliver de magnetiske (magnetit, Fe₃O₄).

Undergruppe C1 svarer derimod godt til det man kender fra udvindingslagger, og det er derfor sandsynligt, at der her er tale om malm, som er smeltet og har optaget aske fra trækullet, dog uden at være blevet reduceret i væsentlig grad. Indholdet af jernoxid er meget højt i forhold til det, som er normalt for slagter fra Fase 2 ovne (Figur 19).

Grupperne C og C1 kan repræsentere henholdsvis malmen og den begyndende reduktion i udvindingsovnen af samme malm. Det markant højere indhold af manganoxid viser dog, at de ikke kan have nogen forbindelse til den udvinding, som viste sig i Gruppe A.

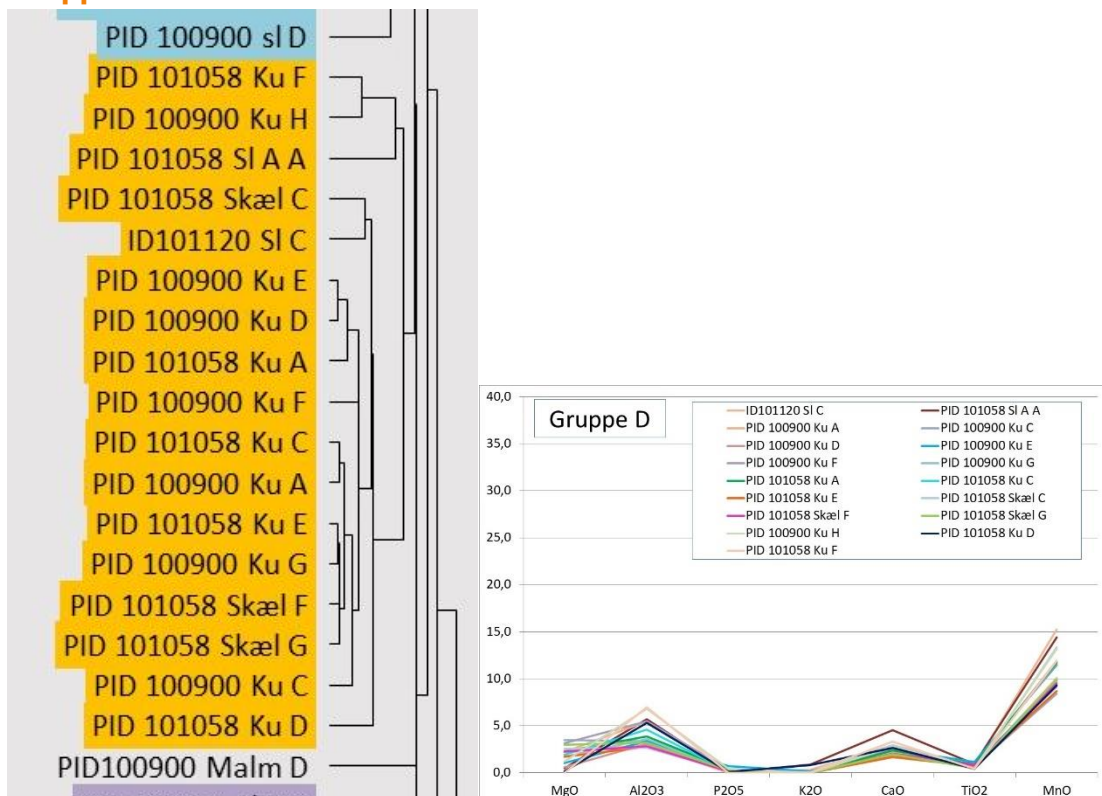


Figur 18



Figur 19

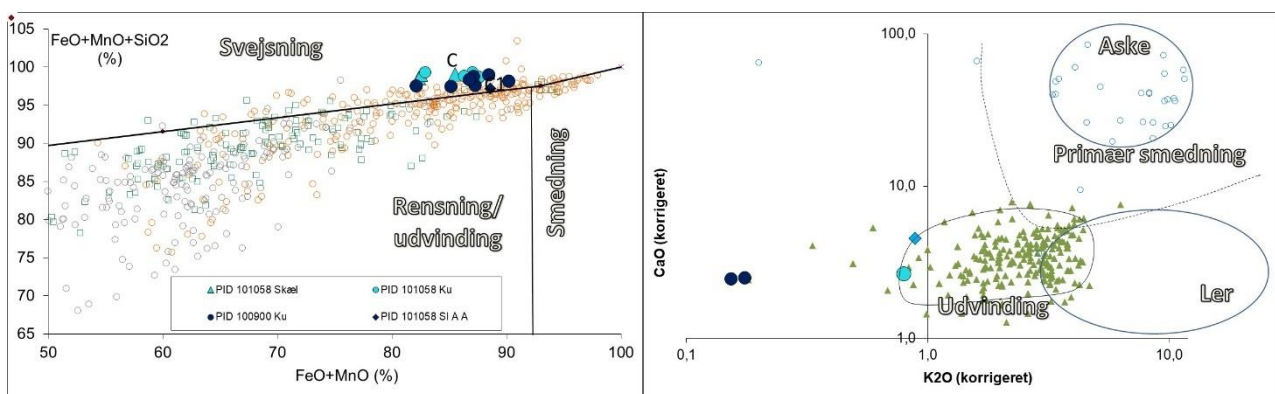
Gruppe D



Figur 20

Denne gruppe består næsten udelukkende af hammerskæl og slaggekugler fra malmlager lag 1 (ID100705) og lag 2 (ID101005), som ligger over hinanden. Hertil kommer en enkelt slagge, som også er fundet i lag 2 samt en slagge fundet i amboltområdet (PID 101120 sl C).

Gruppe D er kendetegnet ved at analyserne viser lave indhold af de fleste andre oxider end jernoxid (FeO) og siliciumoxid (SiO₂). Dog har analyserne relativt høje indhold af manganoxid (MnO) (Figur 20 til højre).



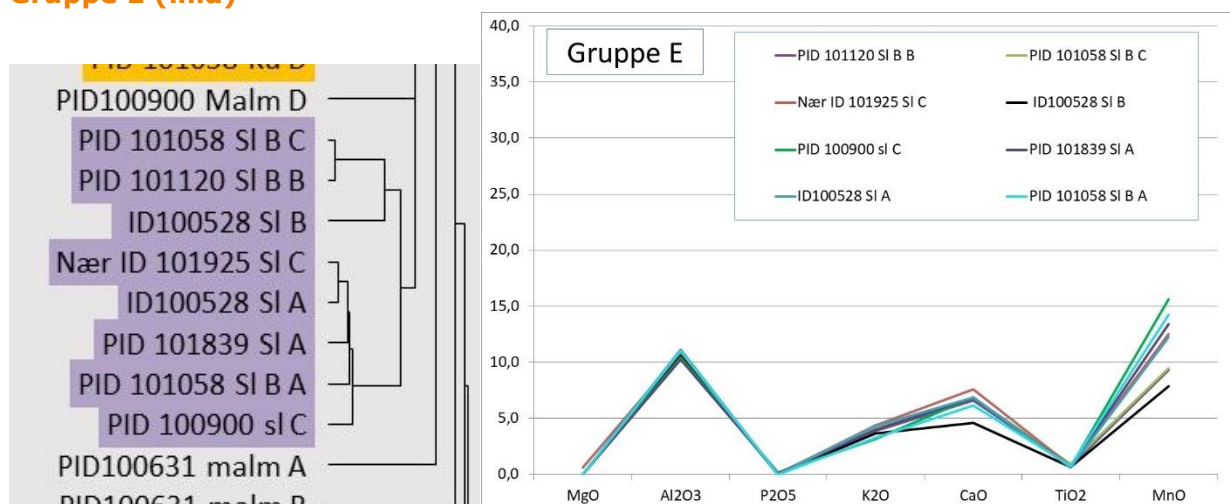
Figur 21

Ser man på indholdene af jernoxid (FeO), manganoxid (MnO) og siliciumoxid (SiO₂), så afspejler det lave indhold af de øvrige oxider sig i at analyserne ligger ret højt i diagrammet til venstre i Figur 21. Det er normalt et område, hvor man finder hammerskæl og slaggekugler, som er opstået ved svejsning.

Når smeden skulle svejse to stykker jern sammen skete det ved at stykkerne sammen blev lagt i essen og opvarmet meget kraftigt (ca 1100 °C), og derefter hamret sammen på ambolten. Ved opvarmningen dannedes et lag jernoxid på overfladen af jernstykkerne (glødeskal), og da dette lag ville forhindre jernet i at svejse sammen, måtte det fjernes. Det skete ved at smeden dryssede fint kvartssand eller brændt flint på jernet, hvorved der dannedes en flydende slagge ved en reaktion mellem jernoxid og sand. Når jernet blev hamret, sprøjtede dråber af slagge ud i området omkring ambolten, og størknede i luften som kugler. Slagge der nåede at størkne på jernets overflade flækkede af som små flager (hammerskæl).

Hammerskæl og slaggekugler fra svejsning vil dog ikke indeholde manganoxid, da det kun kan stamme fra malmen. Manganoxid vil derfor kunne findes i slagger fra udvinding og primærsmidning (rensning) af luppejern. Ved primærsmidning sker der da også en dannelse af hammerskæl og slaggekugler på næsten samme måde som ved svejsning. I dette tilfælde er det dog udvindingsslagge fra hulrum i jernet, som sprøjter ud og danner kugler, eller størkner på jernets overflade og danner hammerskæl. Indholdet af manganoxid fortæller derfor, at der i dette tilfælde må være tale om hammerskæl og slaggekugler fra primærsmidning. En mulighed er dog, at smeden kan have drysset sand på jernet, hvis han ønskede at samle flere mindre stykker af luppe.

Gruppe E (lilla)



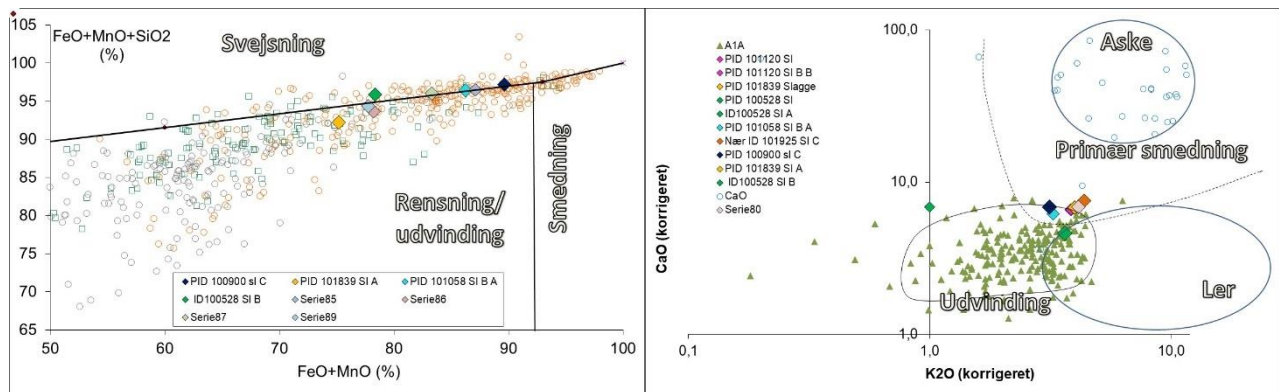
Figur 22

Gruppe E består af otte slagge, som er fundet både omkring ovnen og ved essen. Slagge har ret ensartede sammensætninger, og er specielt karakteriseret ved at have indhold af manganoxid (MnO) på mellem 8 og 16 % (**Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**). De fleste analyser ligger dog mellem 12 og 16 %.

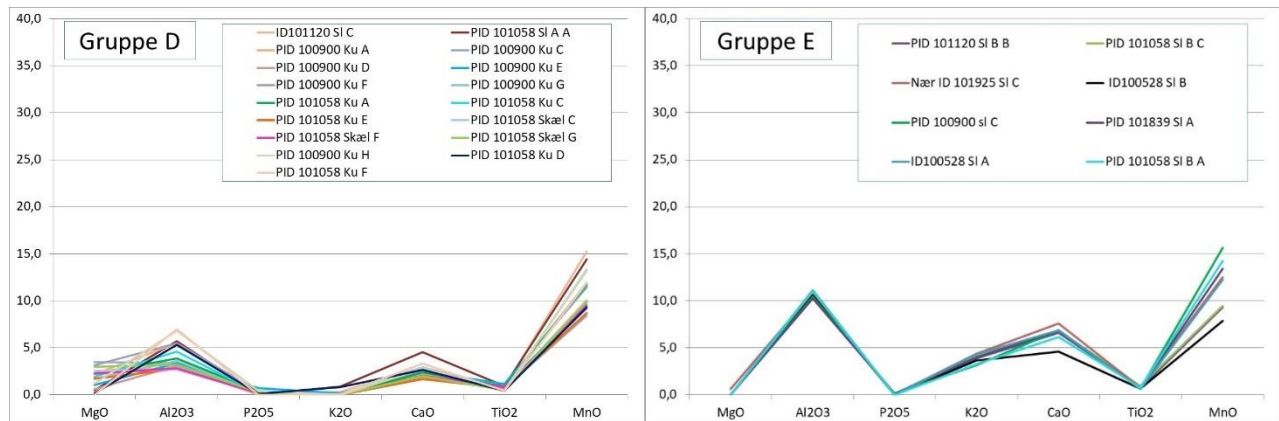
Slaggen ID100528 A er en ret stor (ca 3 kg), umagnetisk slaggeklump, med aftryk af trækul. Der må derfor med stor sandsynlighed være tale om en udvindingsslagge, som har ligget inde i ovnen. Slagge PID101058 B (815 g) og PID101120 B (410 g) er begge umagnetiske bundslagge fra en udvindingsovn og slagge fundet nær ID101925 (Nær ID 101925 C) er en lille slagge med tydeligt nedadløbende flydestruktur (stearinagtig). Samlet giver det indtryk af, at slagge med stor sandsynlighed er dannet i en ovn af Fase 1 type med slaggegrube.

Ser man på indholdene af jernoxid (FeO), manganoxid (MnO) og siliciumoxid (SiO₂), så har slagge da også stor lighed med slagge fra udvinding eller primærsmidning (Figur 23 til venstre), mens indholdene af kaliumoxid og kalciumoxid generelt falder inden for det, som

kendetegner slagge fra udvinding (Figur 23 til højre). Det er derfor, også af denne grund, sandsynligt, at der er tale om slagge fra jernudvinding.



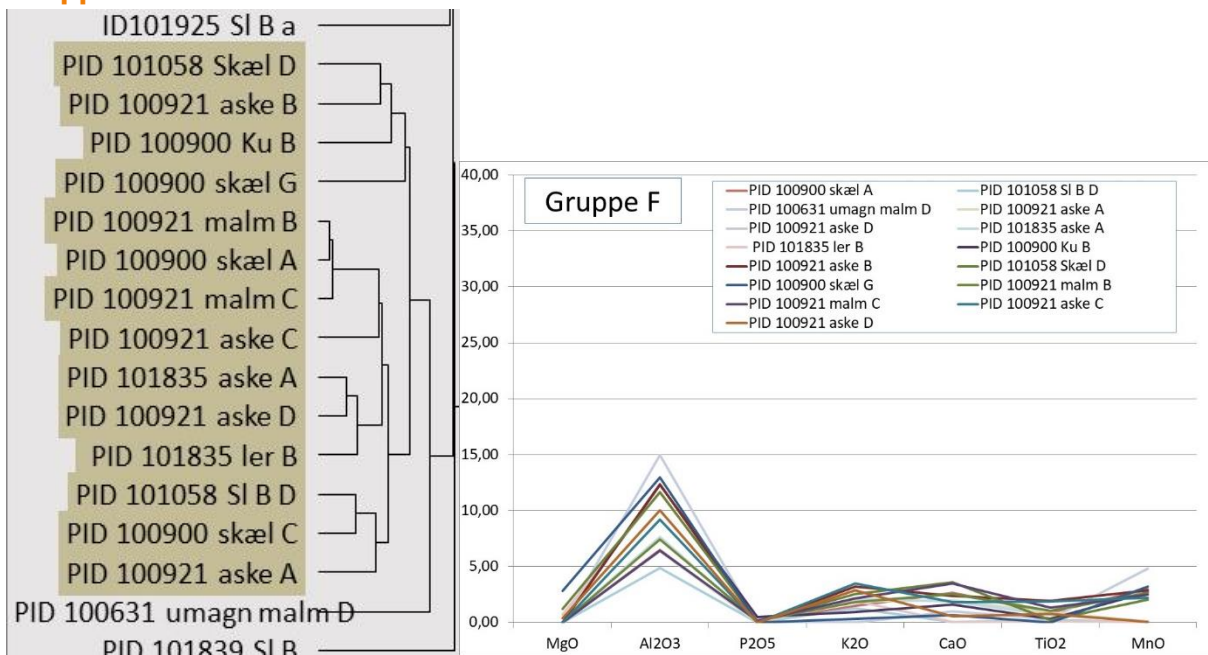
Figur 23



Figur 24

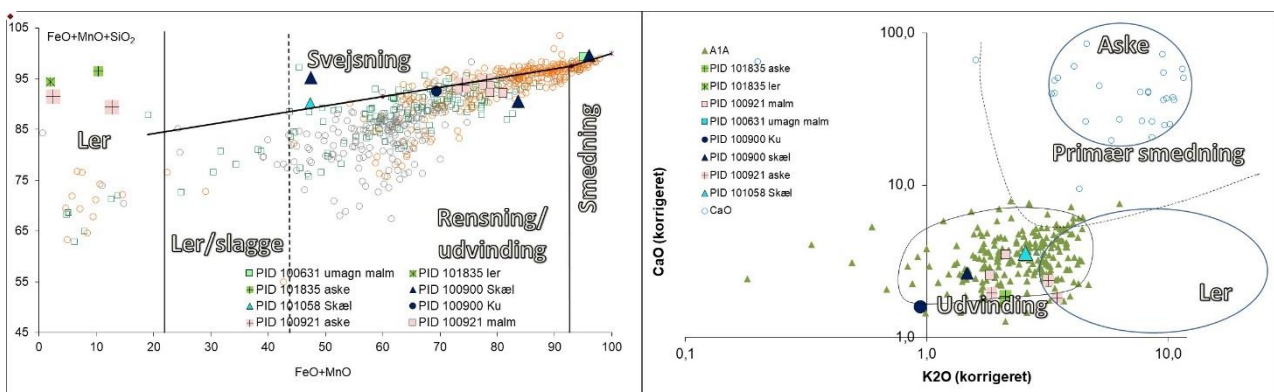
Slaggerne i Gruppe E har en vis lighed med hammerskæl og slaggekugler fra Gruppe D, specielt hvad gælder indholdet af manganoxid (MnO). Dog viser Gruppe E tydeligt højere indhold af aluminiumoxid (Al₂O₃), kaliumoxid (K₂O) og calciumoxid (CaO). Det kan skyldes en større opblanding med smeltet ler og aske, så det er muligt, at hammerskæl og kugler kan stamme fra primærsmedning af den luppe der blev udvundet ved brændingen. Det kan dog ikke siges med større sikkerhed.

Gruppe F



Figur 25

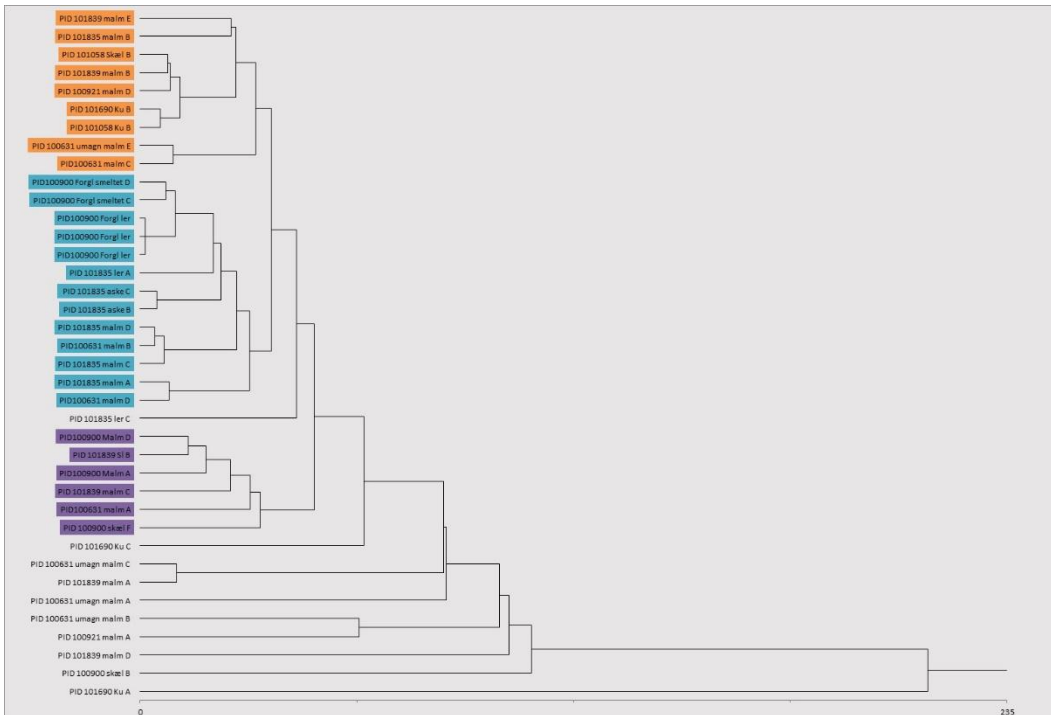
Den sidste gruppe består af ret forskelligartet materiale. Der er således tale om fireammerskæl, én slaggekugle, to stykker malm, et stykke ler og fem klumper af et meget finkornet materiale, som formodedes at kunne være aske. Det der knytter stykkerne sammen, er at de alle har lave indhold af alle andre oxider end jernoxid (FeO), siliciumoxid (SiO_2) og aluminiumoxid (Al_2O_3) (Figur 25 til højre). Til gengæld varierer indholdet af jernoxid fra nogle få % til næsten 100 % (Figur 26 til venstre). Den store variation i jernoxid, og det lave men varierende indhold af andre oxider, synes at vise, at der ikke er tale om en egentlig gruppe af ensartet materiale, men om forskellige, mere tilfældige, blandinger af sand og jernoxid.



Figur 26

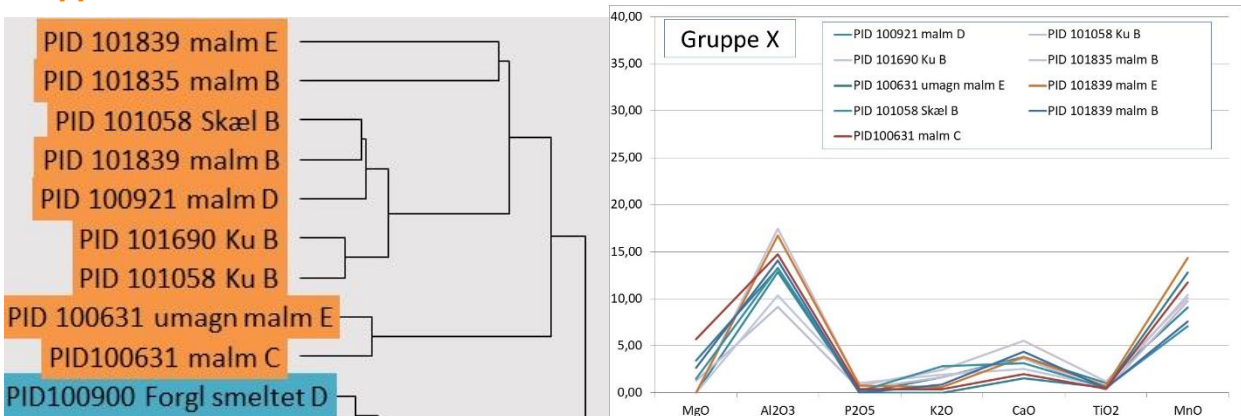
Uden for grupper

Af de analyser, som ikke ved den første statistiske behandling kunne tilknyttes en gruppe, blev der lavet endnu en clustering analyse. Herved kunne der konstateres tre grupper, som er tydeligt forskellige, men hvor der er større variation inden for hver enkelt gruppe end det var tilfældet i den første analyse (Figur 27).



Figur 27

Gruppe X

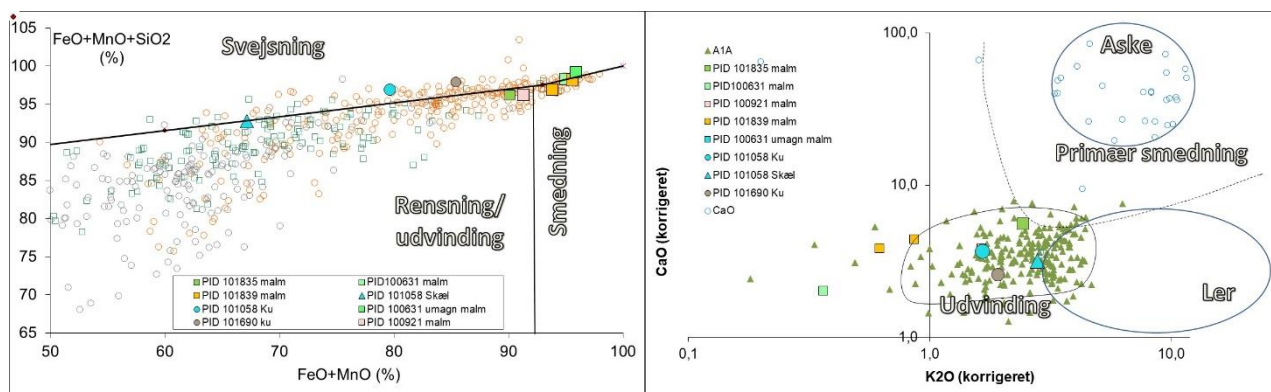


Figur 28

Denne gruppe består af malm fra malmlageret og risteplassen nordvest for produktionsområdet (ID100426 og ID100810), samt malm, slaggekluge og hammerskæl fra malmlag 2 i produktionsområdet (ID101005) og et enkelt stykke malm fra kullaget under ovnen (ID100799).

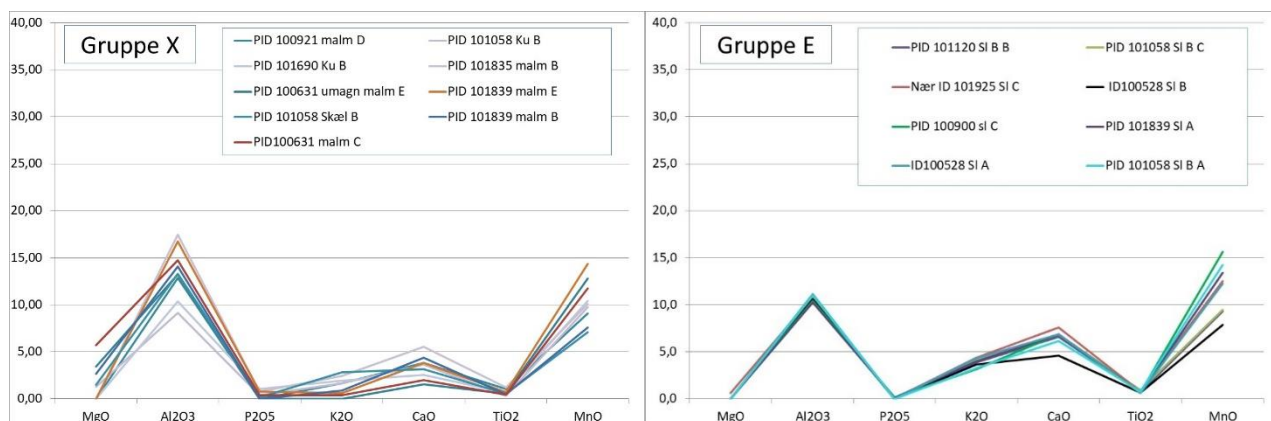
Malmlageret er dateret til 1045-1205 AD, hvorimod risteplassen og malmlag 2 er dateret til henholdsvis 896-1013 og 892-990 AD.

Malmen har ret højt indhold af jernoxid (90 til 96 % FeO+MnO) (Figur 29 til venstre), og har derfor været af god kvalitet. Hammerskæl og slaggekugler har derimod lavere indhold (67 til 85 % FeO+MnO), hvilket er naturligt, da de repræsenterer den slagge, som blev dannet ved processen. Det kan også ses af at malmene som forventeligt har lave indhold af kaliumoxid (K₂O), mens hammerskæl og slaggekugle har indhold som svarer til det der ses i udvindingsslagger (Figur 29 til højre)



Figur 29

Malmen har en vis lighed med slaggerne fra Gruppe E (Figur 30). Dog har slaggerne højere indhold af kaliumoxid (K₂O) og kalciumoxid (CaO). Det er dog noget man må forvente, da slaggerne i udvindingsovnen vil optage netop disse oxider fra asken efter det trækul, som bliver brændt. Det er derfor muligt, at malmen i Gruppe X kan være den malm, som blev brugt ved udvindingen som resulterede i slaggerne fra Gruppe E. Det kan derfor muligvis knytte risteplassen (ID100426) og trækulslaget under ovnen (ID100799) og malmlag 2 (ID101005) til den tidlige udvinding i en ovn af Fase 1 type med slaggegrube.



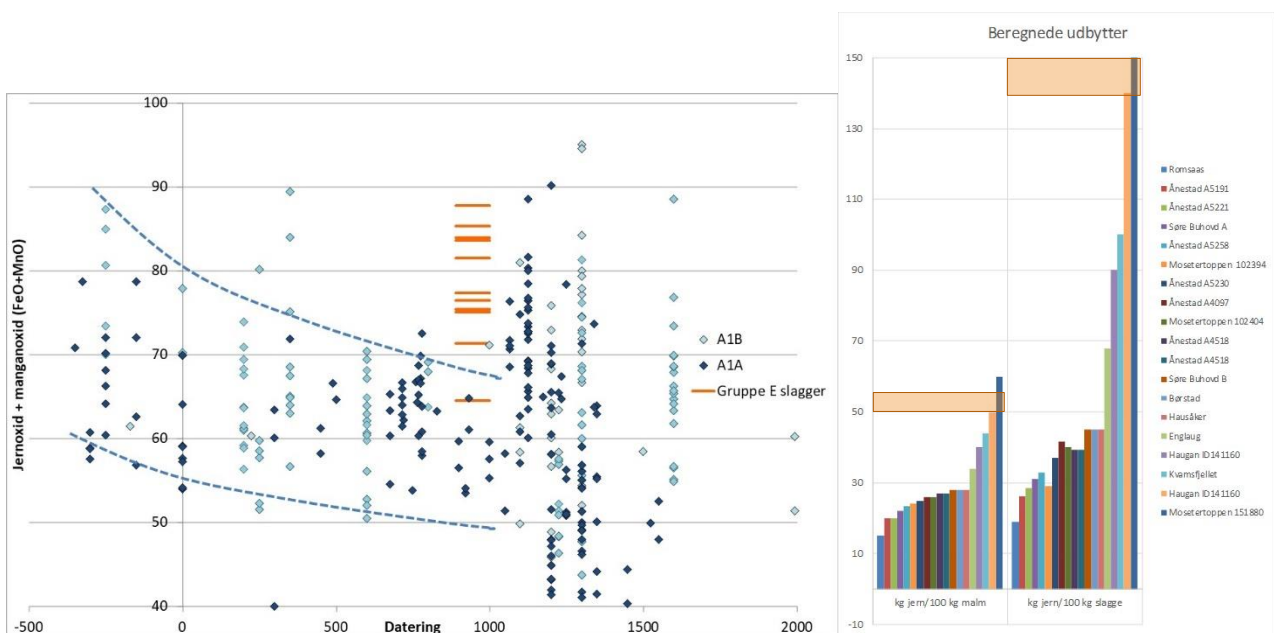
Figur 30

Skønt indholdene af jernoxid i Gruppe E er generelt lavere end i Gruppe A, er de højere end det tidligere er set i udvindingsslagger dateret til slutningen af det 10. århundrede (Figur 31 til venstre). Det er specielt markant, da der formodes at være tale om slagger fra en ovn af Fase 1 type med slaggegrube, da indholdet af jernoxid i slagger fra disse normalt ligger mellem 50 og 70 %. De svarer dog godt til senere tapslagge fra ovne af Fase 2 type med slaggeaftapning.

Hvis man sammenligner de gennemsnitlige analyser af malmen (GruppeX) med slaggen (Gruppe E) (Tabel 3), kan man beregne et teoretisk udbytte af udvindingsprocessen. I dette tilfælde bliver resultatet, at der kan være udvundet mellem 50 og 55 kg jern for hver 100 kg malm, som blev brugt. Det svarer til et udbytte på mellem 140 og 190 kg jern for hver 100 kg slagge, der blev dannet. Det er udbytter, som er meget høje i forhold til tidligere beregninger (Figur 31 til højre), og de skal da også tages med en vis forsigtighed, da udtagning af malmprøven også her kan have givet et højere indhold af jernoxid end det rigtige.

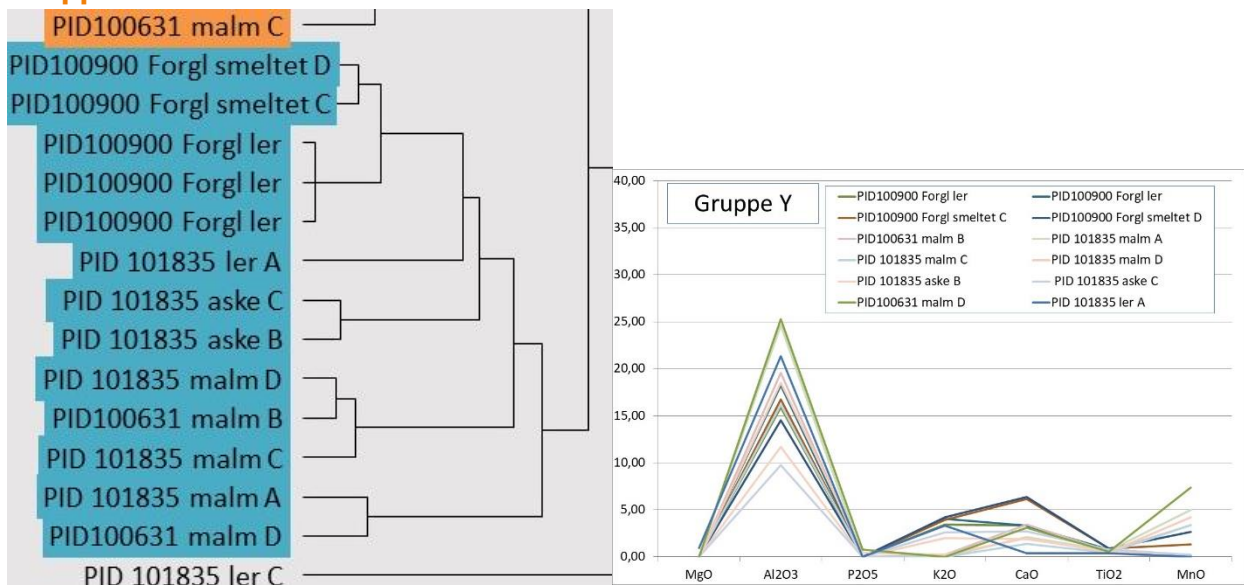
Tabel 3

	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO	FeO
malm	0,38	0,10	0,93	3,77	0,02	0,08	0,24	0,05	0,65	93,00
slagge	0,19	0,05	2,17	13,58	0,03	0,71	1,20	0,14	2,30	79,81



Figur 31

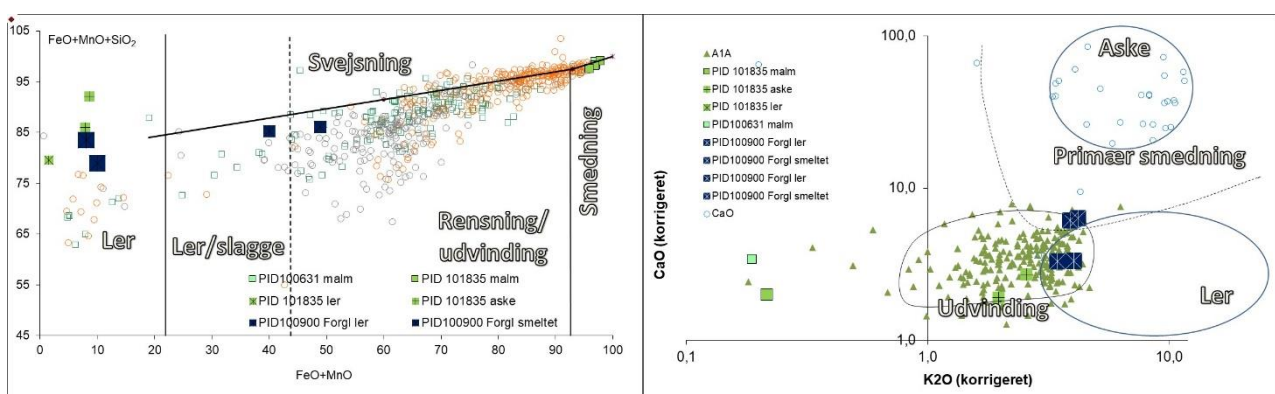
Gruppe Y



Figur 32

Gruppe Y består af to stykker malm fra risteplassen (ID100426) nordvest for produktionsområdet, fem analyser af et stykke forglasset ler fra malmlag 1 (ID100705) i produktionsområdet samt tre stykker malm og to klumper af et finkornet materiale, som formodedes at kunne være aske fra kullaget under ovnen (ID101779). Efter analysen er der ikke tale om aske; mn sandsynligvis om ler, som er brændt i en reducerende atmosfære.

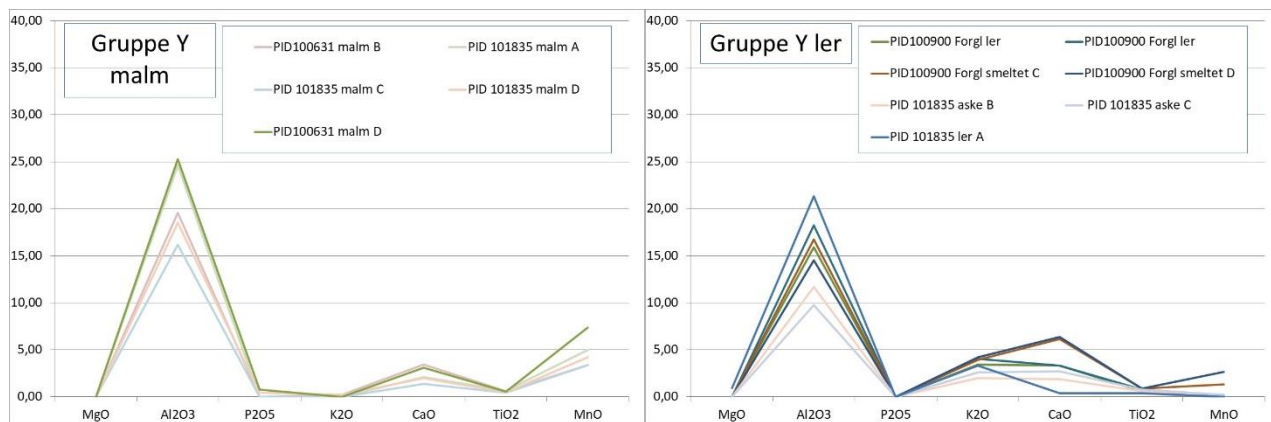
Leret har en sammensætning, som svarer til en mager ler med højt indhold af kvarts (sand, SiO_2), mens de smeltede overflader har et højere indhold af jernoxid (FeO) (Figur 33 til venstre). Det forglassede ler må derfor stamme fra en ovn eller esse, som har været brugt ved jernforarbejdning. DA de smeltede overflader har lidt højere indhold af manganoxid, og da leret er rødbrændt, er det mest sandsynligt, at der har været tale om en esse til primærsmedning.



Figur 33

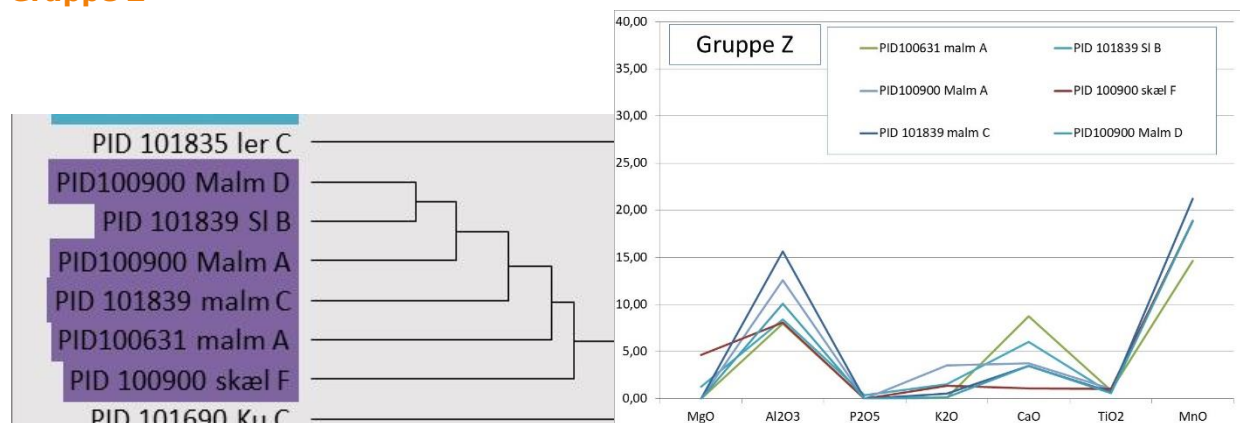
I modsætning til leret, har malmstykkerne meget høje indhold af jernoxid (FeO) (Figur 33 til venstre) og lave indhold af kaliumoxid (K_2O), og svarer derfor til det man må forvente af malm (Figur 33 til højre). Og ser man mere nøjagtigt på analyserne, kan det da også ses at malmen generelt har højere indhold af manganoxid (MnO) og lavere af kaliumoxid (K_2O). Det er derfor

sandsynligt, at malm og ler ikke kan knyttes direkte sammen, til trods for at de har en relativt stor lighed i sammensætning.



Figur 34

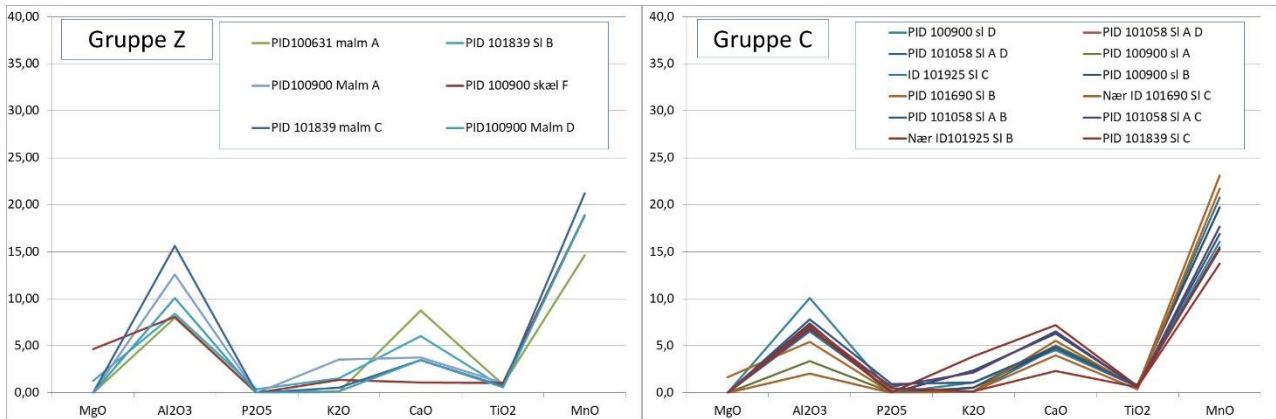
Gruppe Z



Figur 35

Den sidste gruppe består af et stykke malm fra risteplassen nordvest for produktionsområdet (ID100426) samt to stykker malm og et hammerskæl fra malmlag 1 og ét stykke malm og en slagge fra malmlag 2 i produktionsområdet.

Det er tydeligt at gruppen har en ret stor lighed med Gruppe C (Figur 36), og det er derfor sandsynligt, at der her er tale om den malm, som har været anvendt ved den udvinding, som resulterede i slaggerne fra Gruppe C.

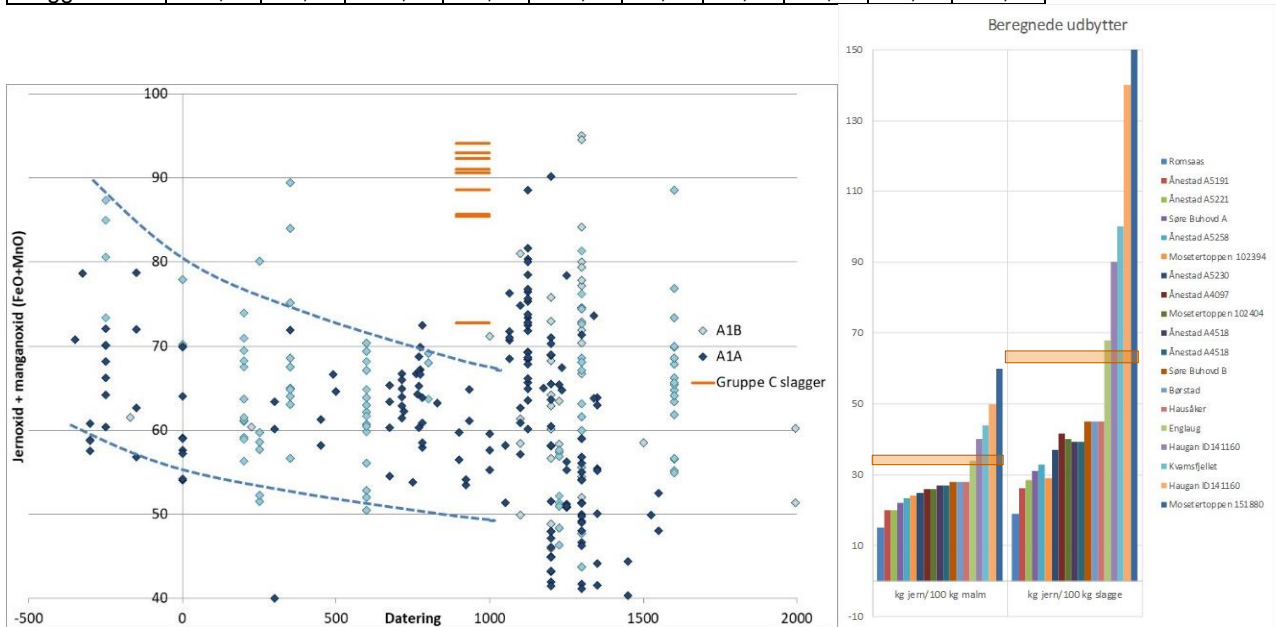


Figur 36

Undtager man de slagge fra Gruppe C, som formodes at være malm, som er passeret ureduceret gennem ovnen, er der en forskel i middelindholdet af jernoxid i slaggerne og i malmen fra Gruppe Z (Tabel 4). Det er derfor muligt at beregne et teoretisk udbytte af udvindingen. Her bliver det ca 35 kg jern for hver 100 kg malm, svarende til 63-65 kg jern for hver 100 kg slagge. Et resultat, som ligger tættere på tidligere undersøgelser; men som stadig er et rigtigt godt udbytte (Figur 37).

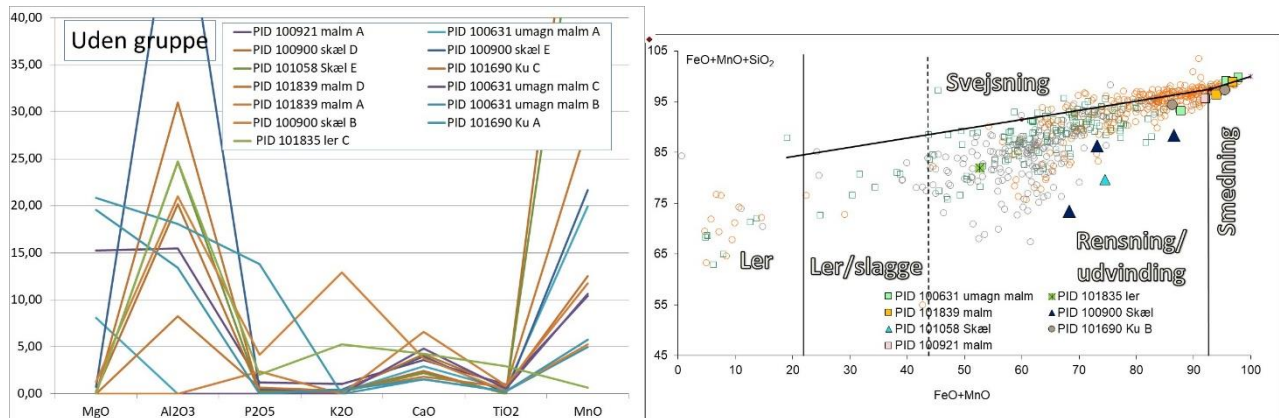
Tabel 4

Gruppe C-Z	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO	FeO
malm	0,32	0,05	0,59	2,90	0,00	0,09	0,19	0,05	0,98	93,95
slagge	0,77	0,02	0,86	6,35	0,03	0,23	0,65	0,07	1,80	88,99



Figur 37

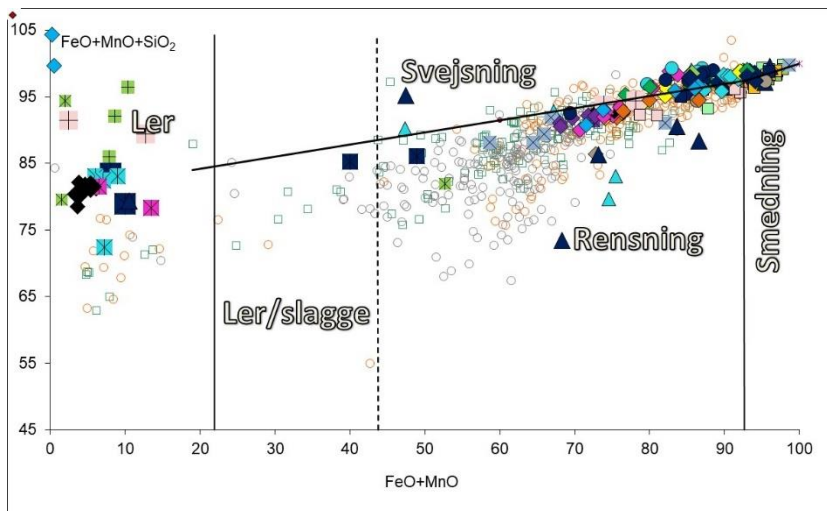
De resterende 13 analyser er tre malmstykker fra risteplassen (ID100426), tre hammerskæl fra malmlag 1 og to stykker malm og et hammerskæl fra malmlag 2 i produktionsområdet (ID100705), ét stykke malm fra malmlaget nordvest for produktionsområdet (ID101247) samt et stykke forglasset ler fra kullaget under ovnen (ID101779) og to slaggekugler fundet nær slaggeaftapningen ev ovnen (ID101925). De viser meget stor forskel i sammensætning, ikke mindst i magnesiumoxid (MgO), aluminiumoxid (Al₂O₃) og manganoxid (MnO) og det er derfor sandsynligt, at der er tale om materiale, som tilfældigt har indeholdt korn eller stykker af andre mineraler, og som derfor har fået en afvigende sammensætning.



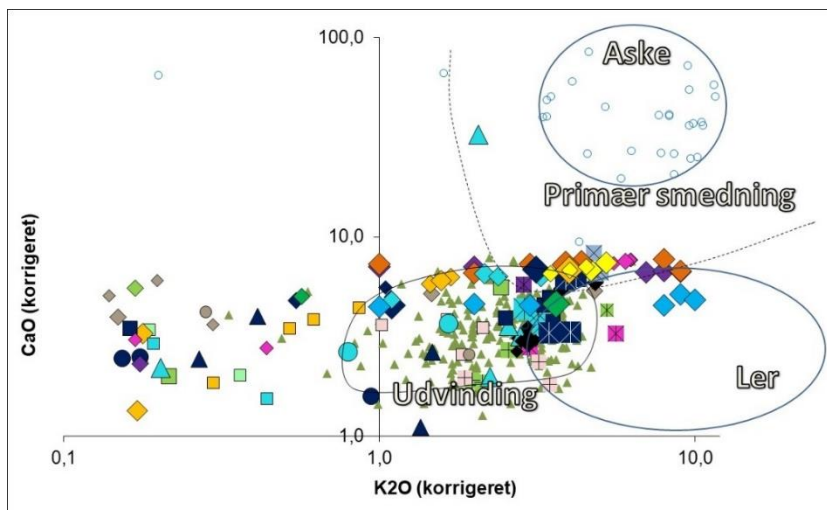
Figur 38

Samlet analyse

Der er analyseret 36 slagge (73 bestemmelser), 1 luppe (6 bestemmelser), 17 slaggekugler, 16 hammerskæl, 15 stykker ler, 7 prøver af aske og 27 stykker malm, i alt 161 bestemmelser. Der er ikke udtaget prøver til analyse fra PID 102025, da denne jordprøve indeholder meget lidt materiale, se Appendiks.



Figur 39 Samlet billede af materialet fra Støren baseret på indhold af jernoxid (FeO), manganoxid (MnO) og siliciumoxid (SiO₂). Processerne 'rensning', 'smedning' og 'svejsning' er repræsenterede i materialet



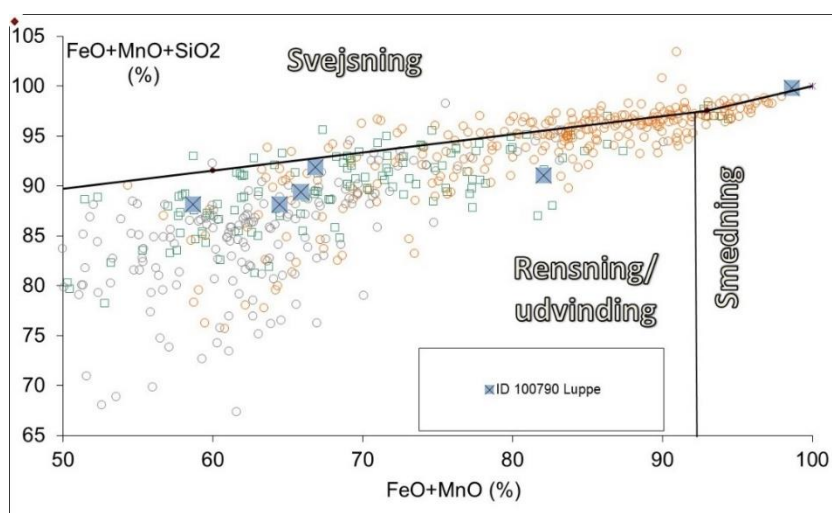
Figur 40 Samlet billede af materialet fra Støren baseret på indhold af kaliumoxid (K₂O) og calciumoxid (CaO). En stor del af materialet peger på at stamme fra 'udvinding', men processen 'primærsmedning' er muligvis også repræsenteret.

Luppe

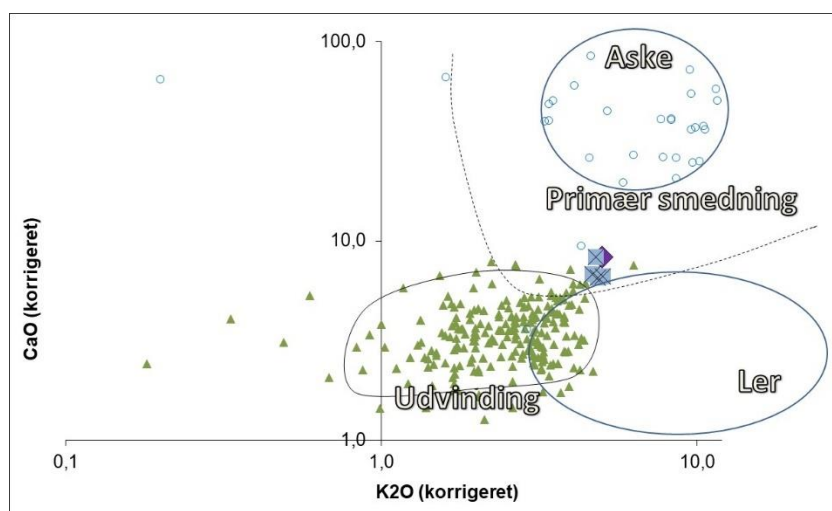
En luppe ID 100799 er analyseret i 6 bestemmelser.

Metallografisk analyse af luppen viste, at den bestod af jern med et meget stort indhold af slaggeindeslutninger. Indeslutningerne viser ingen tegn på at være deformeret ved smedning, hvilket bekræfter tolkningen som et fragment af uforarbejdet jern fra luppen.

Generelt er der tale om jern uden synligt indhold af kulstof; men i nogle områder ses der kulstofindhold på op til 0,2-0,3 %. Det er dog ikke nok til at man kan betegne metallet som stål. Da det porøse jern i nogen grad er korroderet, er det sandsynligt, at analysen med det høje indhold af jern, er taget i korrosionsprodukter.



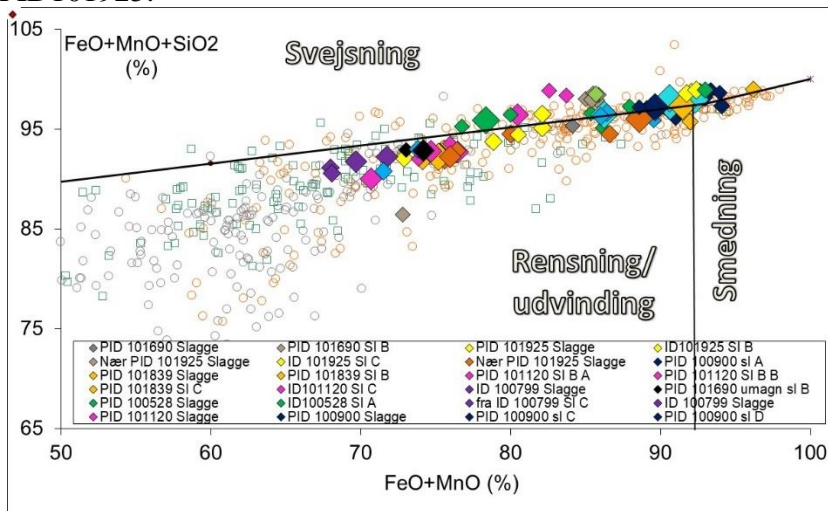
Figur 41 En bestemmelse af luppen ID 100790 viser et indhold på knap 99 % ren jernoxid (FeO), og er sandsynligvis korrosion. En ligger på på 82 % og de resterende 4 indeholder mellem 56 og 64 % jernoxid. De 5 bestemmelser falder således i området 'rensning/udvinding' og er derfor sandsynligvis slageg fra udvindingen.



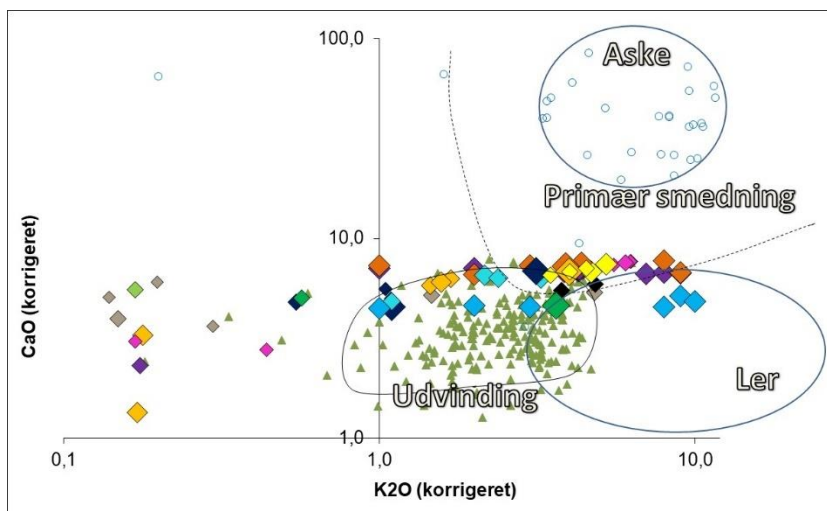
Figur 42 Fem bestemmelser af slaggeindeslutninger luppen viser, at de har et lidt højere indhold af (K₂O) og calciumoxid (CaO) end det er normalt for udvindingsslagger fra Norge.

Slagger

Der er analyseret 36 slagger (73 bestemmelser), 3 fra PID100799, 4 fra PID100900, 2 fra PID100528, 8 fra PID101058, 4 fra PID101120, 6 fra PID101690, 3 fra PID101839 og 6 fra PID101925.



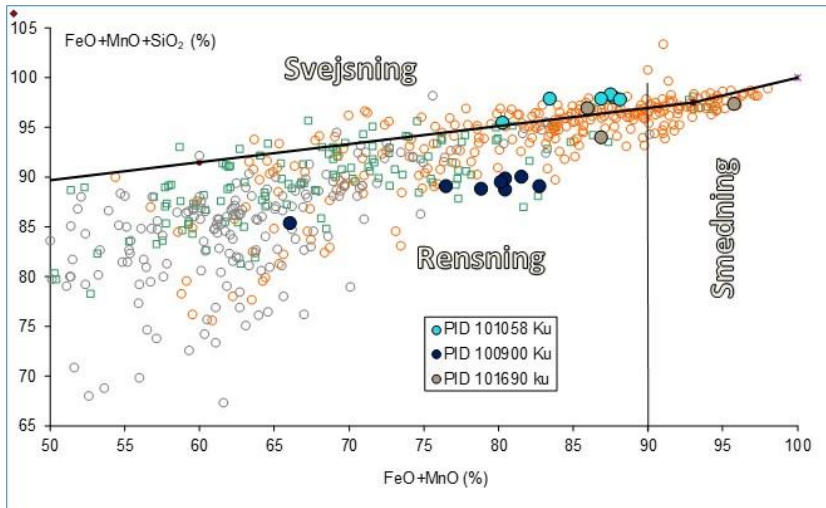
Figur 43 Slaggerne fordeler sig mellem områderne 'rensning', 'svejsning' og 'smedning' med flest i 'rensning'. 6 bestemmelser falder udenfor diagrammet i området 'ler' jf. Figur 39



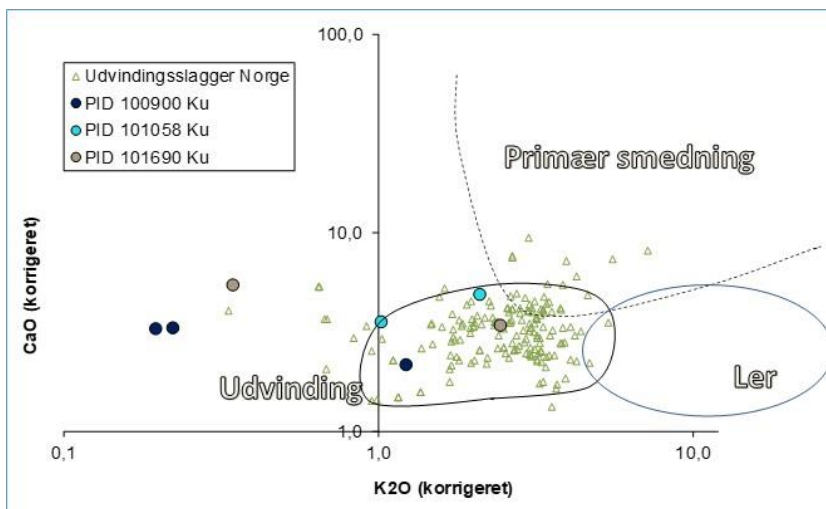
Figur 44 En meget stor del af slaggerne ligger i området 'udvinding', mens nogle i højere grad synes at bestå af smeltet ler eller blandinger af slagge og ler. 5 slagger fremgår ikke af diagrammet, da indholdet af kaliumoxid (K₂O) er mindre end 0,1 % eller calciumoxid (CaO) er mindre end 1 %

Slaggekugler

17 slaggekugler er analyseret, 8 fra PID 100900, 6 fra PID 101058 og 3 fra PID 101690.



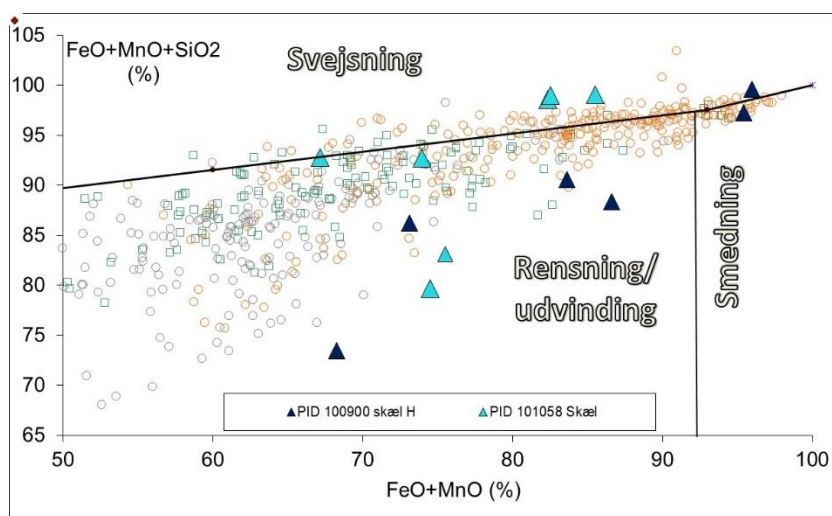
Figur 45 Slaggekuglerne fra PID 101058 (ovn området) ser ud til at stamme fra 'svejsning', slaggekuglerne fra PID 100900 (malmlager i produktionsområde) ser ud til at stamme fra 'rensning', mens slaggekuglerne fra PID 101690 (amboltsområdet) spreder mere



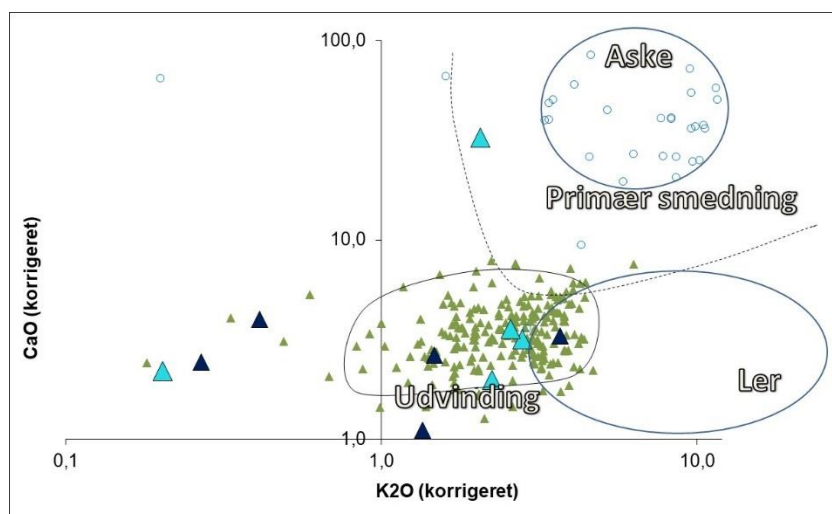
Figur 46 Ti af de 17 analyserede slaggekugler har et indhold af kaliumoxid (K_2O), der er mindre end 0,1 % og falder udenfor diagrammet. De resterende ses at have varierende indhold af kaliumoxid (K_2O)

Hammerskæl

16 hammerskæl er analyseret, 8 fra PID 100900 og 8 fra PID 101058.



Figur 47 To hammerskæl fra PID 100900 ligger i området 'smedning', 3 skæl fra PID 101058 ligger i området 'svejsning', mens de resterende falder i området 'rensning'. Tre skæl falder udenfor diagrammets område og fremgår af Figur 39



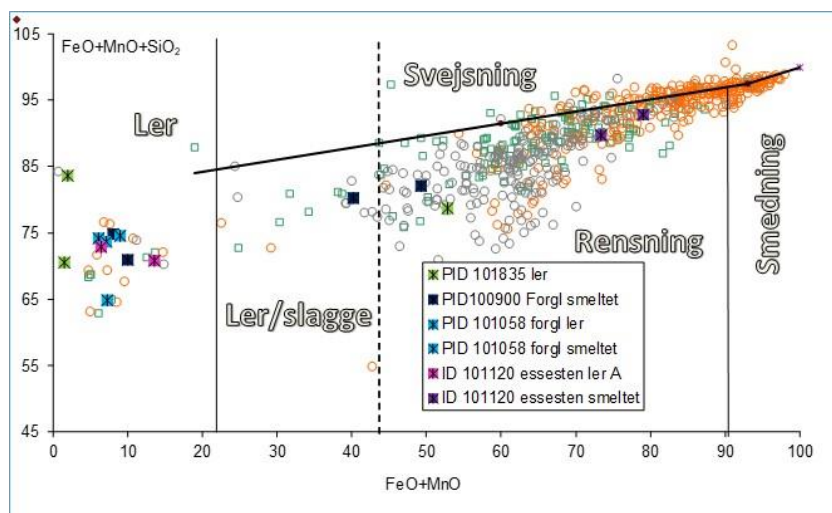
Figur 48 Den største koncentration af hammerskæl stemmer på indhold af kaliumoxid (K_2O) og calciumoxid (CaO) overens med udvindingsslagge i Norge. 6 hammerskæl falder udenfor diagrammets område

Generelt viser analyserne af hammerskæl, at de fleste har sammensætninger, som svarer til udvindingsslagge. De kan derfor tolkes som hammerskæl fra primærsmedning (rensning) af luppejern. Det gælder også skæl der har lavere indhold af kaliumoxid end udvindingsslaggen samt et skæl, som har højere indhold af kalciumoxid. De fleste skæl vil ved primærsmedningen bestå af ren udvindingsslagge; men de kan i nogle tilfælde har reageret med aske eller andet materiale i essen. Af Figur 47 kan det dog ses, at et mindre antal skæl består af næsten ren jernoxid (>90% FeO), og dermed sandsynligvis er dannet ved sekundærsmedning (formning) af jerngenstande. Når jernet smedes til genstande, er det først rensat for slagge ved primærsmedningen, og der kan ikke dannes skæl bestående af slagge. Hammerskæl fra sekundærsmedning dannes derfor ved at jernets

overflade reagere med luftens ilt, hvorved der dannes et tyndt lag jernoxid (glødeskal, primært magnetit: Fe_3O_4). Laget er sprødt, og når jernet smedes, falder det af som hammerskæl. Skællene viser, at der ikke blot er blevet rensset luppejern; men også smedet genstande i et vist omfang. Tre hammerskæl består næsten udelukkende af jernoxid (FeO) og siliciumoxid (SiO_2), og ligger derfor oppe i det område, som er betegnet ”svejsning”. De er sandsynligvis dannet når smeden har svejset flere stykker af jern eller jern og stål sammen. Det er sket på den måde, at stykkerne sammen er blevet lagt ind i essen og opvarmet meget kraftigt ($1100\text{-}1200\text{ }^\circ\text{C}$), hvorefter de er blevet smedet sammen. Den dannede glødeskal ville forhindre jernet i at blive svejst sammen, og derfor fjerner smeden den ved at drysse fint kvartssand eller brændt flint på jernet lige før det tages ud af ilden. Sand og jernoxid danner en flydende slagge, som vil blive presset ud af mellemrummet mellem stykkerne, og slagge der størkner på overfladen vil falde af som hammerskæl.

Ler

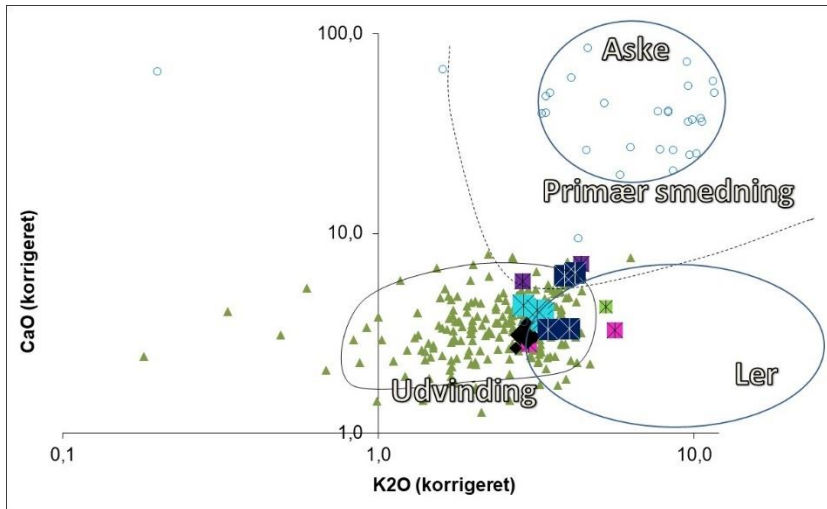
Gruppen består af 4 forglasset, smeltet materiale fra PID 100900, 2 forglasset ler og 2 forglasset, smeltet materiale fra PID 101058, 2 prøver fra essesten og 2 fra smeltet materiale fra essesten fra PID 101120 samt 3 lerprøver fra PID 101835, i alt 15 materialer.



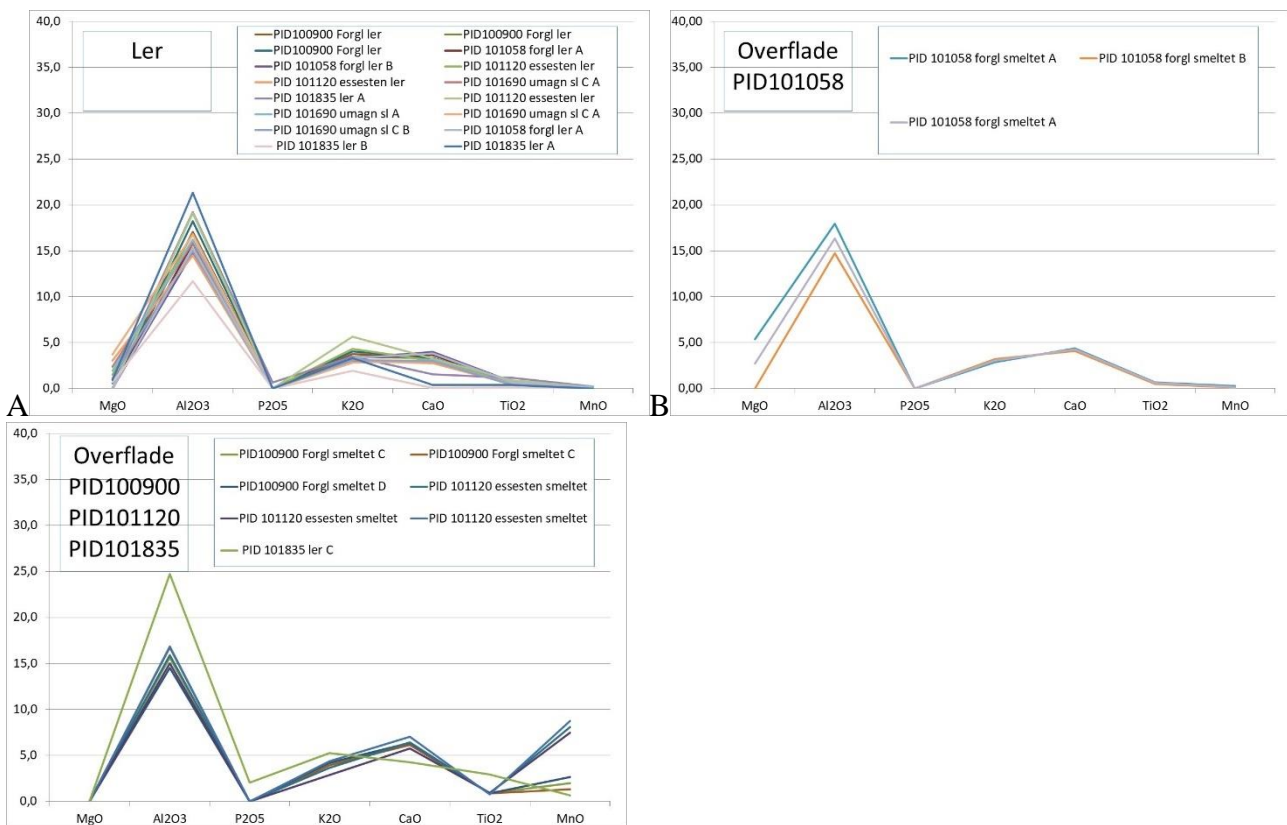
Figur 49 En stor del af materialet ligger ikke uventet i området 'ler'. De 2 bestemmelser af 'essesten smeltet' viser til gengæld et højt indhold af jernoxid (FeO) og tyder hermed på at der kan være tale om slagge eller smeltet ler blandet med slagge.



Figur 50: PID 100900 (A)



Figur 51: Indholdet af kaliumoxid (K2O) og kalciumoxid (CaO) i ler og smeltet ler.



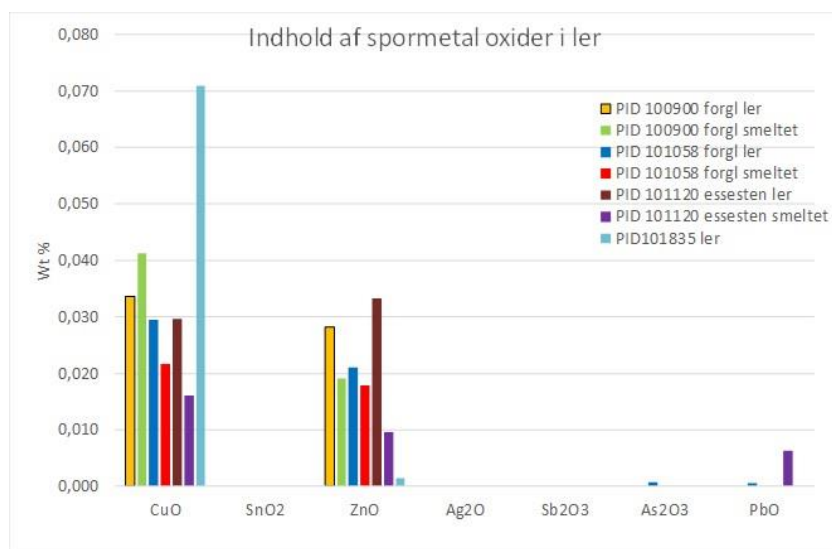
Figur 52: Sammensætningen af ler (venstre) og smeltede overflader (højre)

Sammenligner man sammensætningen af leret med de smeltede overflader, er der stor lighed (Figur 52), specielt for PID 101058, hvor der blot i overfladen er et lidt højere indhold af kalciumoxid (CaO), noget som sandsynligvis skyldes reaktion med aske fra trækul. For PID100900, PID101120 og PID101835 er der dog, foruden det højere indhold af kalciumoxid, også tydeligt højere indhold af manganoxid (MnO). Da manganoxid kun kan komme fra malm, betyder det, at overfladen må bestå af smeltet ler blandet med slagge, og da leret er rødbrændt, må brændingen være sket i en

oxiderende atmosfære, altså en åben esse. Hvis leret var reducerende brændt, som det sker i en udvindingsovn, ville det være gråt.

Diagrammet i Figur 53 viser indholdet af kobberoxid og andre metaloxider i lerstykkerne, specielt i de smeltede overflader (gennemsnit af 2-3 bestemmelser). Indholdet af kobberoxid (CuO) ligger på 0,016-0,041 %, altså i samme niveau for 6 af prøverne, mens PID101835 ler skiller sig ud med et middelinhold på 0,071 %. Dette kommer fra 3 bestemmelser der giver hhv. 0,004, 0,001 og 0,207 %. Indholdet af zinkoxid (ZnO) ligger på 0,010-0,033 % for 6 af prøverne, PID101120 essesten smeltet ligger lidt lavt, men ellers der tale om samme niveau. PID101835 ler skiller sig igen ud, den har et indhold af zinkoxid på 0,002 %. Der er registreret en smule arsenoxid (As₂O₃) i PID101058 forglasset ler (0,001 %), en smule blyoxid (PbO) i PID101058 forglasset ler (0,001 %) og 0,006% i PID101120 essesten smeltet. Der er ikke registreret tinoxid (SnO₂), sølvoxid (Ag₂O) eller antimonoxid (Sb₂O₃) i nogen af ler prøverne.

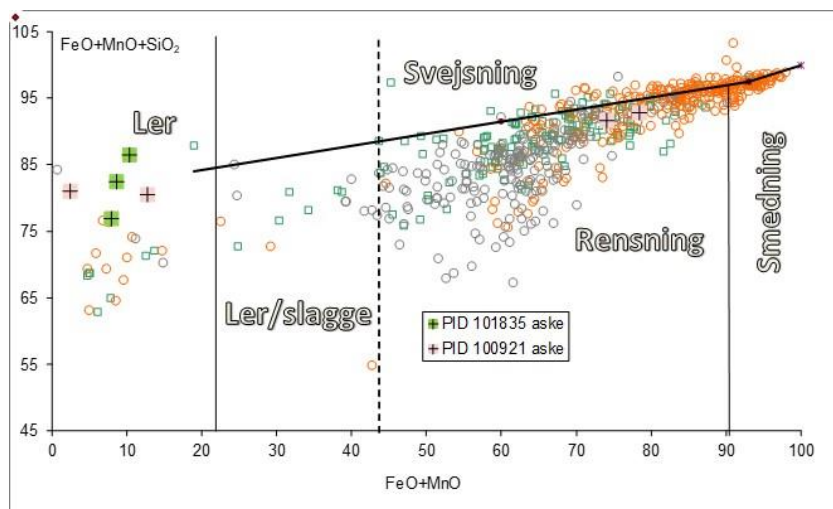
Samlet set er indholdene så lave, at der ikke er noget der tyder på, at esserne har været anvendt ved anden form for metalforarbejdning, som f. eks bronzestøbning.



Figur 53. Indholdet af udvalgte metaloxider i leret.

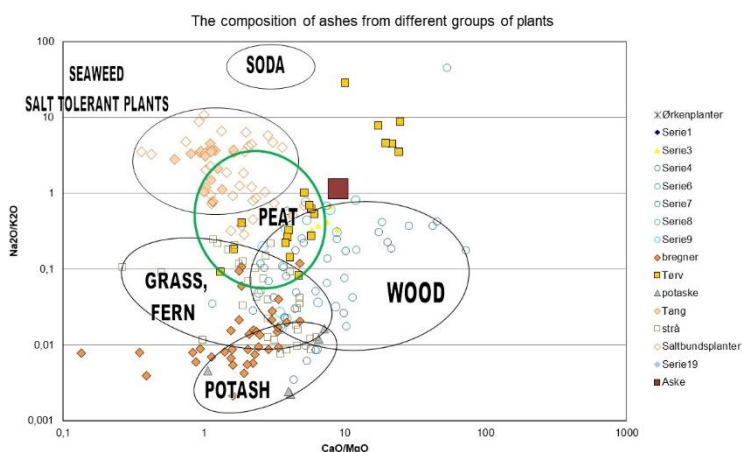
Aske

Der er analyseret 7 prøver af et meget finkornet, lyst materiale, som formodes at kunne være aske, 4 fra PID 100921 og 3 fra PID 101835.



Figur 54 Indholdene af jernoxid (FeO), manganoxid (MnO) og siliciumoxid (SiO₂) i prøver, som formodedes at kunne være aske.

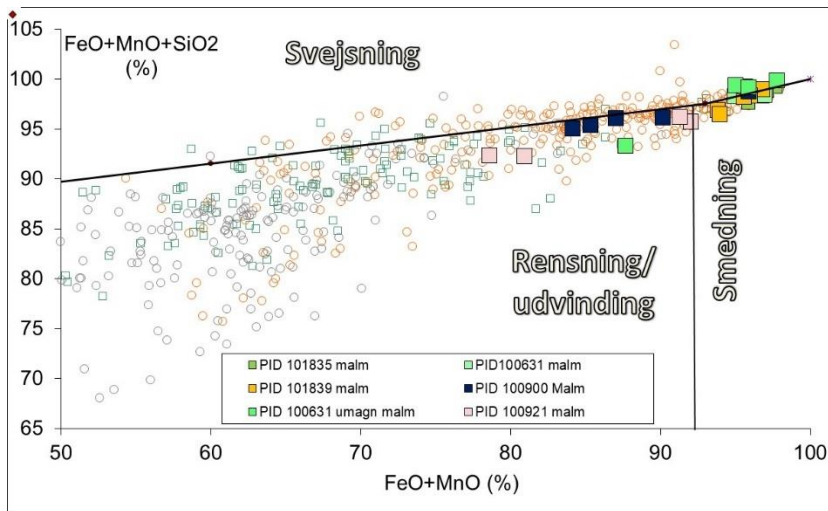
Fem af bestemmelserne ligger ikke uventet i området 'ler'. De har et lavt indhold af jernoxid (FeO), under 13 % og et højt indhold af siliciumoxid (SiO₂), 67-79 %, hvorfor der mere er tale om sand/ler, end om aske. 2 bestemmelser indeholder mere end 70 % jernoxid og 14-18 % siliciumoxid og har mere karakter af slagge end af aske. Kun i ét tilfælde (PID 100921 aske A) ligger sammensætningen i nærheden af det som normalt ses i aske, og specielt aske fra træ eller tørv (Figur 55). Det er således muligt, at der her kan være tale om aske fra det brændsel, som er blevet anvendt i esse eller ovn.



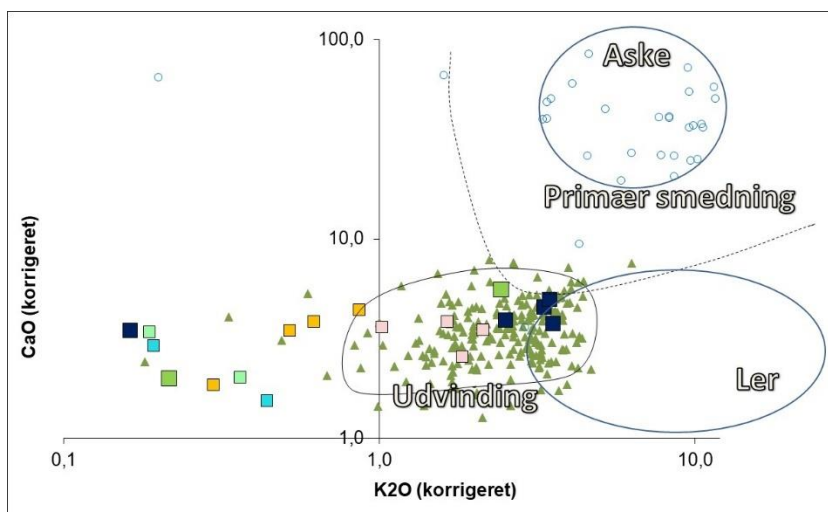
Figur 55

Malm

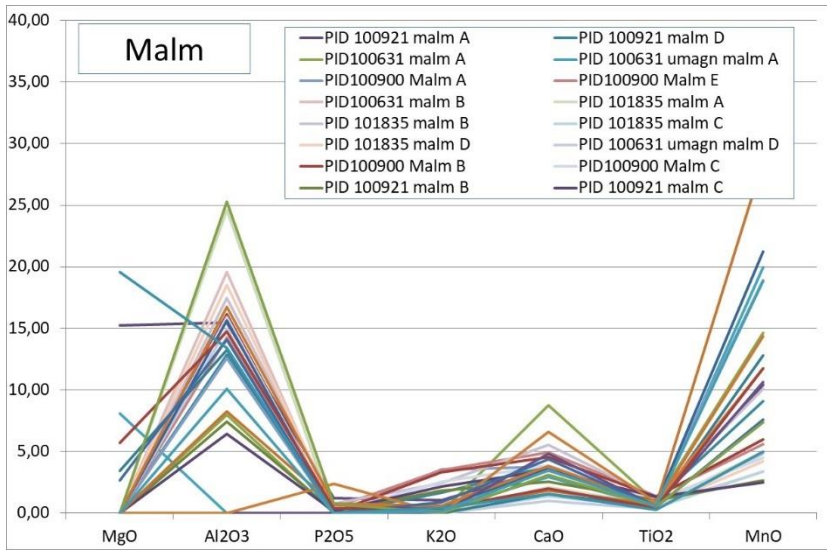
Der er analyseret 27 stykker malm, 4 fra PID 101835 (ovnområdet), 5 fra PID 100900, 4 fra PID 100921, 9 fra PID100631 (heraf 5 umagnetisk malm) og 5 fra PID 101839 (malm/jordprøver).



Figur 56 Sammenligning af malm fra jordprøve i forbindelse med ovn området, PID 101835 med jord/malmprøverne PID 100631, PID 101839, PID 100900 og PID 100921. Malm fundet i ovnområdet (PID 101835) har et indhold af jernoxid+manganoxid (FeO+MnO) højere end 94 %, hvilket også gør sig gældende for malm fra PID 100631 og PID 101839. Malm fra PID 100900 og PID 100921 ligger noget lavere i indhold af jernoxid+manganoxid

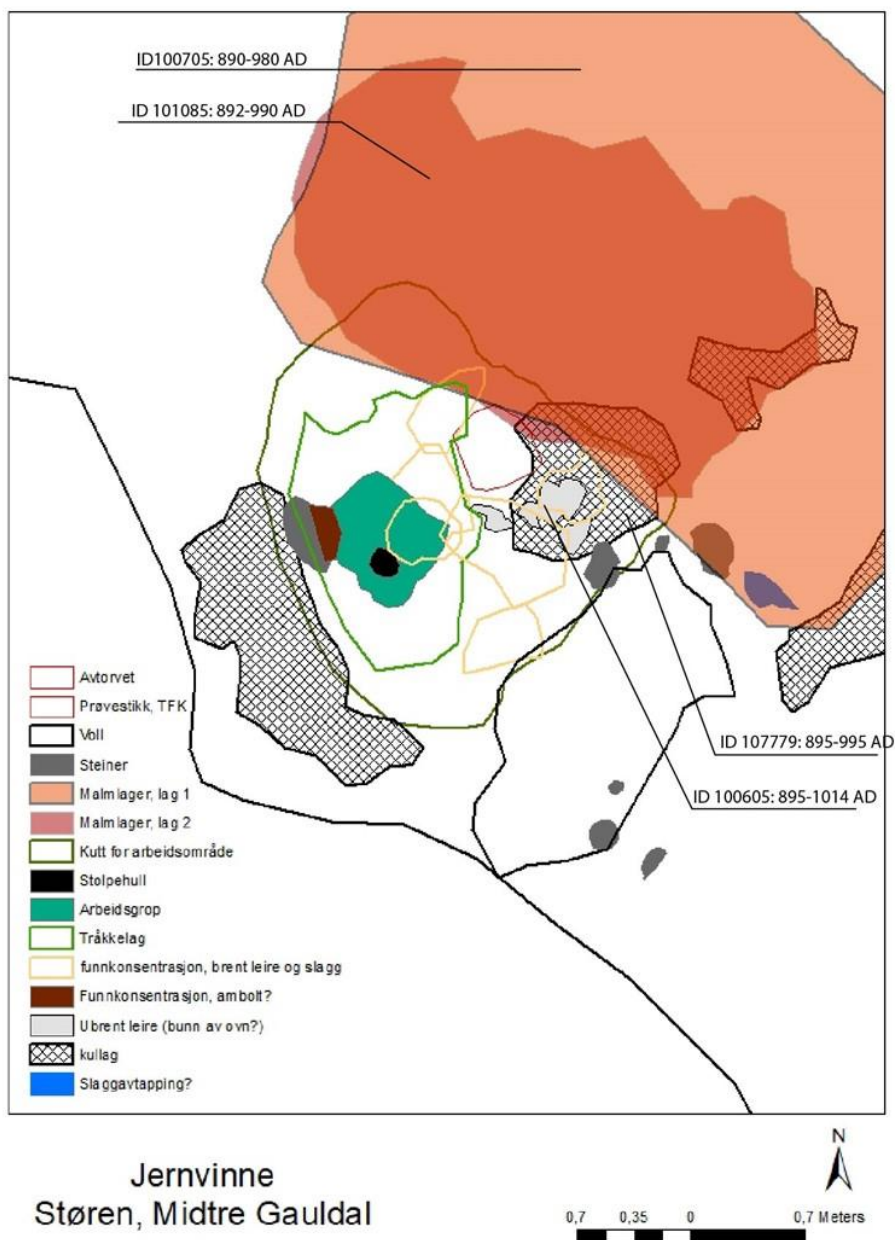


Figur 57 Syv bestemmelser falder udenfor diagrammets område. Indholdet af kaliumoxid og calciumoxid i malm er normalt lille (kan der sættes tal på?).



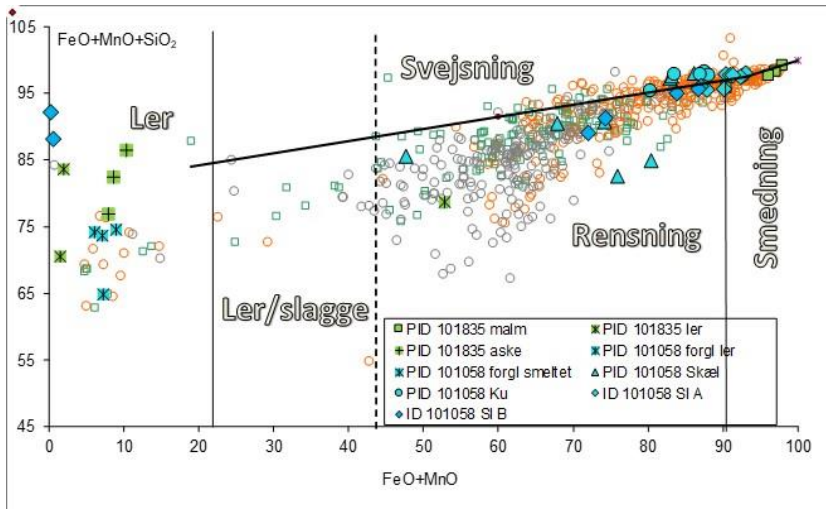
Figur 58

Ovn område

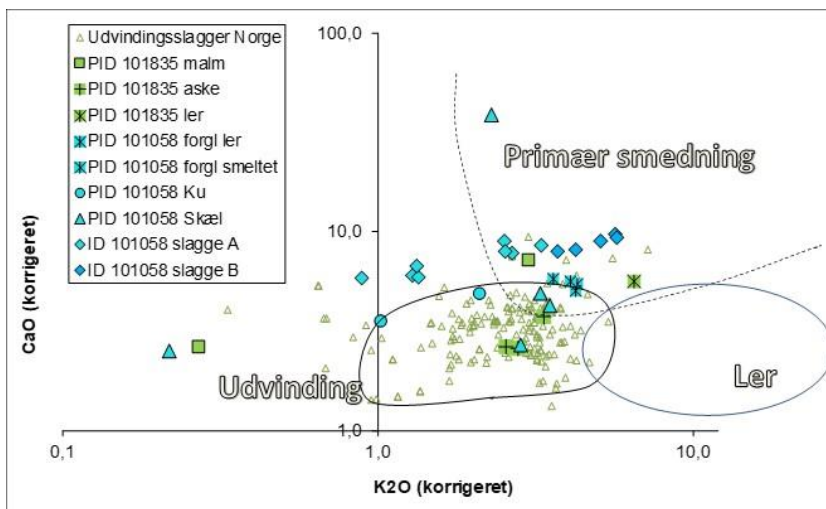


Figur 59

Slagge (kaldet ID 101058) består af 2 poser med forskjelligt udseende. Slagge fra begge poser er analyseret (A og B, 4 fragmenter fra hver slagge, i alt 15 bestemmelser). Herudover er 2 jordprøver analyseret, PID 101058 (jord fra mulig bundluppe) og PID 101835 (kullag under ovn). Fra PID 101058 er der udtaget 6 slaggekugler, 8 hammerskæl, 2 stykker forglasset ler og 2 stykker forglasset smeltet til analyse. Fra PID 101835 er der udtaget er der udtaget 4 stykker malm, 3 stykker ler og 3 prøver af aske til analyse. Der er i alt analyseret 41 materialer fra ovnområdet.



Figur 60 Malmen fundet i PID 101835 (4 bestemmelser) viser et højt indhold af jernoxid (FeO, 89-98 %). ID 101058 slagge A (2 bestemmelser på hvert af 4 fragmenter) ligger samlet og med et for slagge højt indhold af jernoxid (85-91 %). ID 101058 slagge B (3 fragmenter med i alt 5 bestemmelser) ligger mere spredt og med et ganske normalt og lavere indhold af jernoxid (70-84 %). Bestemmelse af 5 slaggekugler (PID 101058) ligger samlet i området 'svejsning', mens bestemmelserne af 8ammerskæl (PID 101058) ligger mere spredt og dækker både området 'svejsning' og 'rensning'. Prøver af forglasset ler, smeltet ler, ler og aske falder som forventeligt hovedsageligt i området 'ler'

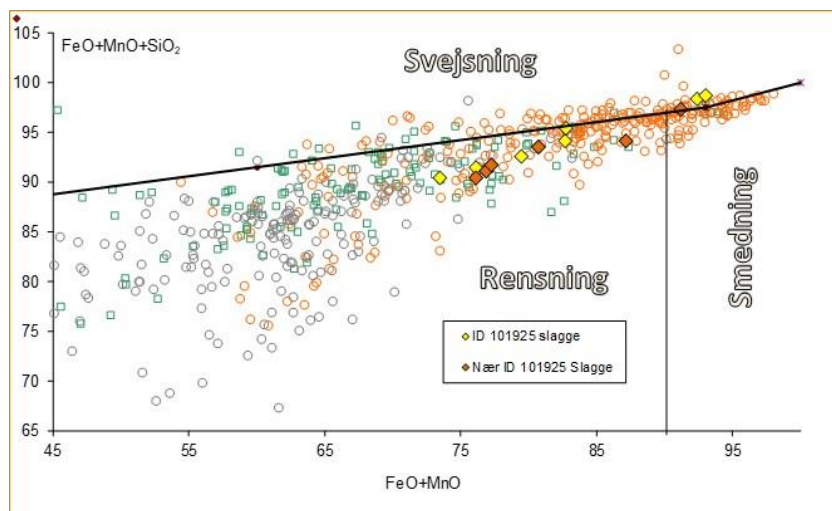


Figur 61 Størstedelen af bestemmelserne stemmer overens med udvindingslagger fra Norge (baggrund), dog med et relativt højt indhold af calciumoxid (CaO). 5 af 7 bestemmelser af ID 101058 Slagge B falder i området 'primær smedning' mens de 2 sidste falder udenfor diagrammet (samme slagge som ligger i 'ler' området på Figur 60. Udenfor diagrammet falder 2 bestemmelser på malm (PID 101835), 4 slaggekugler og 3ammerskæl (PID 101058) da indholdet af kaliumoxid (K2O) er mindre end 0,1 % samt 2 bestemmelser på slagge B (ID 101058) og 2 bestemmelser på ler (PID 101835) da indholdet af calciumoxid (CaO) er mindre end 1 %

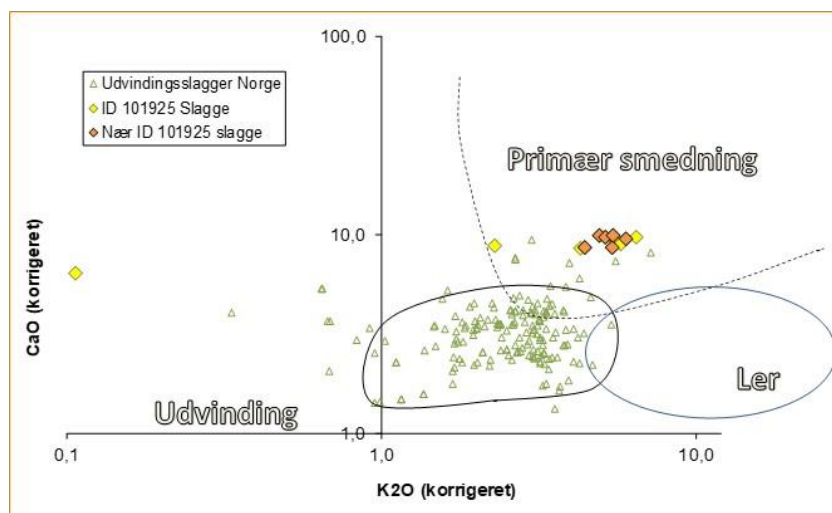
Der er lavet 8 bestemmelser på slagge A og 7 på slagge B fra ID 101058. Kun en af disse bestemmelser falder i en af de statistiske grupper (se **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**), hvorfor der ses nærmere på disse slagge.

Mulig slaggeaftapning

KontekstID 101925 er et formodet slaggeaftapningsområde. Herfra er analyseret 3 slaggefragmenter fra hver prøve (ID101925 og nær ID101925), i alt 13 bestemmelser.



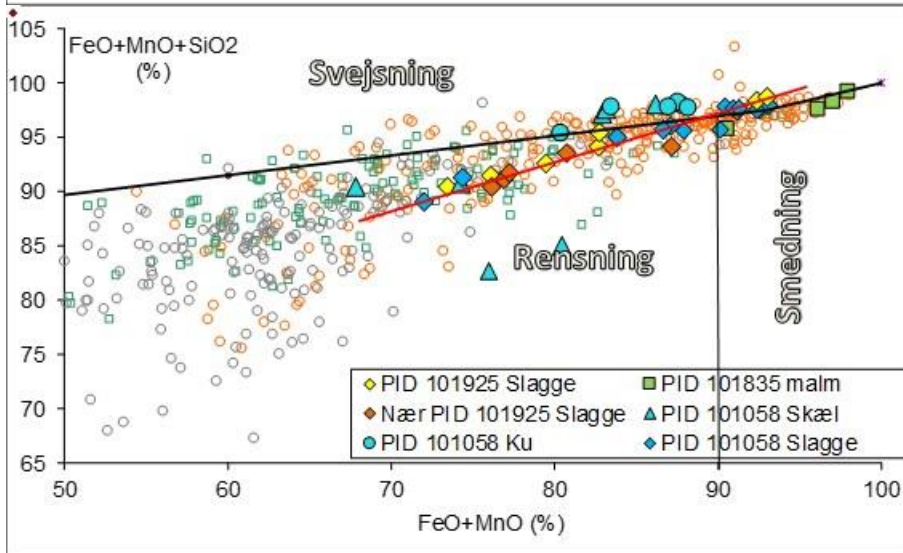
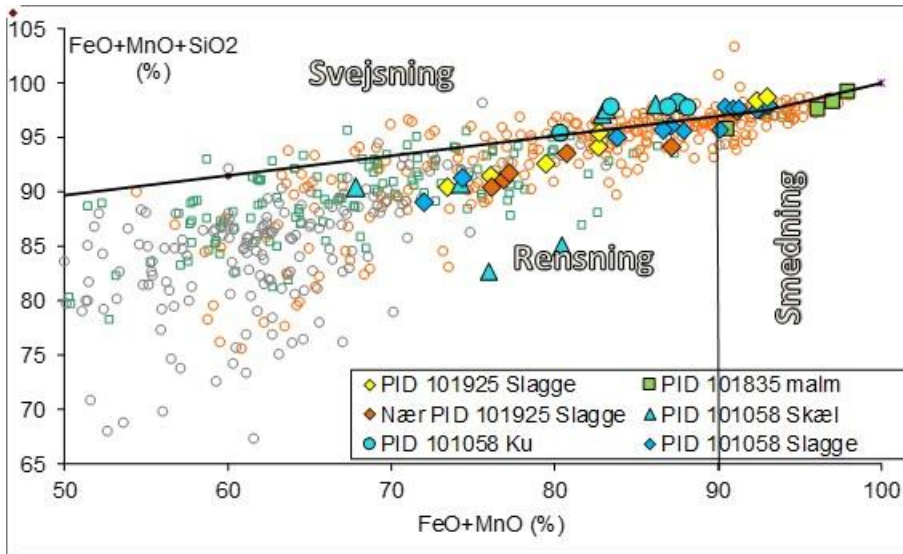
Figur 62 Størstedelen af bestemmelserne falder i området 'rensning' og færre i området 'smedning'. Det er ikke muligt at skelne ID 101925 og nær ID 101925 fra hinanden



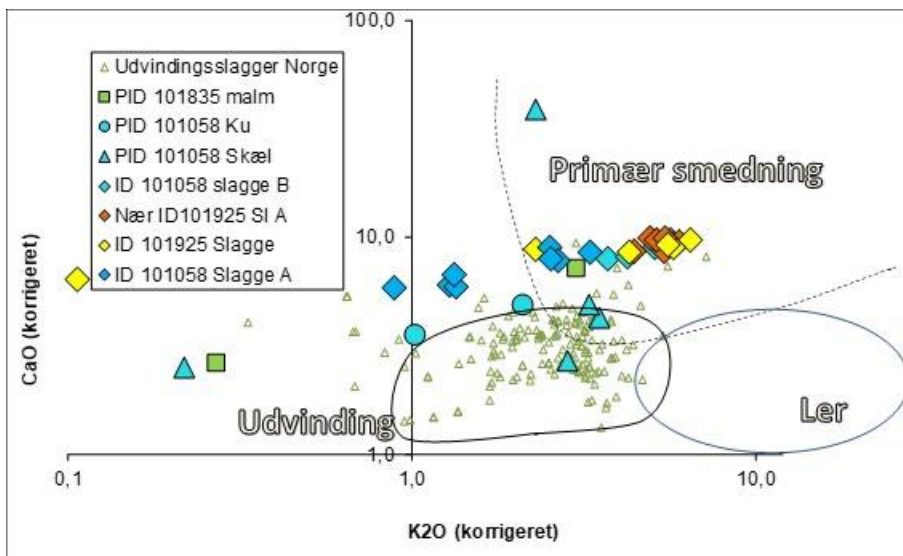
Figur 63 Størstedelen af bestemmelserne falder samlet (5 af 7 bestemmelser på ID 101925 og alle 6 på nær ID 101925). Disse bestemmelser falder i området 'primær smedning'

Sammenligning af materiale fra ovnområde med slaggeaftapning

Slagge fra ID 101058 og andet materiale fra PID 101058 (ovnområdet) sammenlignes med slaggerne fra PID 101925 og nær PID 101925 (slaggeaftapning).



Figur 64 Sammenligning af materiale fra ovnområdet og slaggeaftapning

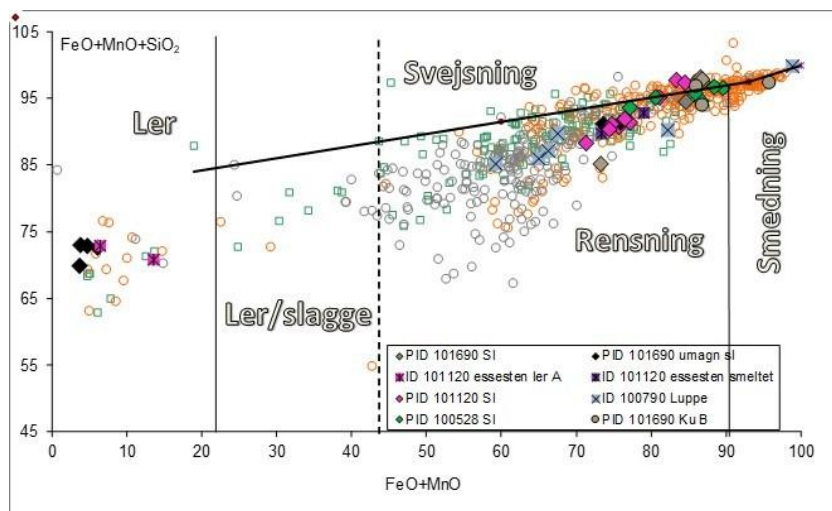


Figur 65 Sammenligning af materiale fra ovnområdet og slaggeaftapning

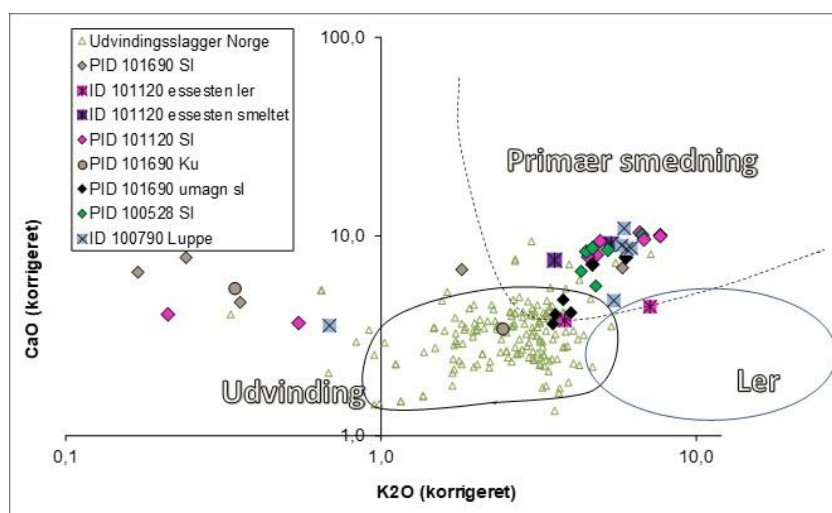
Muligt armboltsområde

En luppe, PID 100790, er analyseret i 6 bestemmelser, 3 slagger fra PID 101120 (i alt 9 bestemmelser), 2 slagger (i alt 6 bestemmelser) og essesten ler og essesten smeltet (2 bestemmelser af hver) fra PID 101120 samt en jordprøve PID 101690 er analyseret. Fra jordprøven er der udtaget 6 slagger (i alt 12 bestemmelser) og 3 slaggekugler.

Der er i alt analyseret 40 materialer fra armboltsområdet.



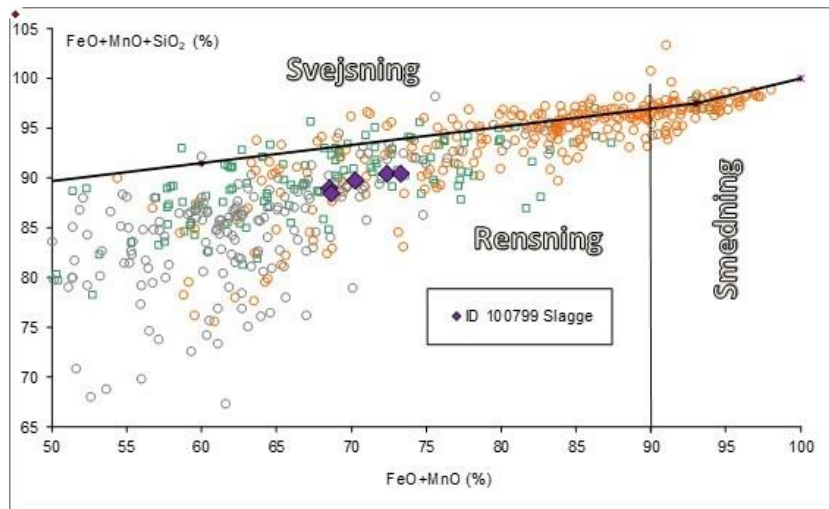
Figur 66 En bestemmelse af luppen ID 100790 viser et indhold på knap 99 % ren jernoxid (FeO), mens de øvrige bestemmelser ligger i området 'rensning' og mere har karakter af slagge. Bestemmelserne på slagge ligger i områderne 'svejsning' og 'rensning', på nær bestemmelse af 2 umagnetiske slagge fra PID 101690, der falder i området 'ler'. De 3 slaggekugler ligger i hver sit område 'rensning', 'svejsning' og 'smedning'. De 2 materialer kaldet essesten ler ligger ikke uventet i området 'ler' mens de 2 materialer kaldet essesten smeltet ligger i området 'rensning' og har dermed karakter af slagge



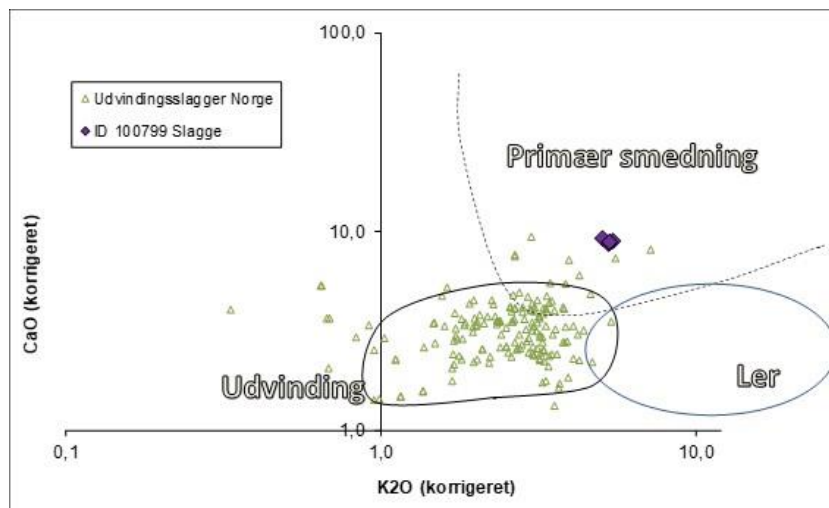
Figur 67 En stor del af materialet peger på at stamme fra 'primær smedning', bortset fra de 3 slaggekugler, hvoraf en falder helt udenfor diagrammet. 7 af 9 slaggeprøver fra PID 101120, alle 6 slaggeprøver fra PID100528 falder i 'primær smedning', mens kun 3 af 12 bestemmelser af slagge fra jordprøven PID 101690 ligger centralt i dette område. Endvidere finder man de fleste bestemmelser på luppen ID 100790 i 'primær smedning'. De 2 bestemmelser på essesten smeltet ligger ligeledes i områder 'primær smedning', mens de 2 bestemmelser på essesten smeltet ligger på grænsen til hhv. 'ler' og 'udvinning'

Slagge fra produktionsområde

3 slaggefragmenter Kontekst ID 100799 er analyseret (i alt 5 bestemmelser).



Figur 68 De 5 bestemmelser af 3 slaggefragmenter fra ID 100799 ligger samlet i diagrammet og peger på at de stammer fra processen 'rensning'



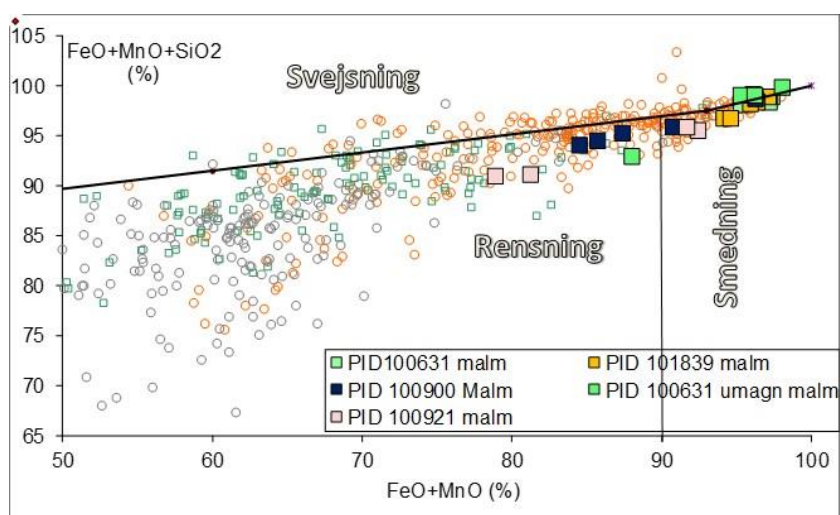
Figur 69 De 5 bestemmelser af 3 slaggefragmenter fra ID 100799 ligger samlet i diagrammet og peger på at de stammer fra processen 'primær smedning'

Malm fundet ved formodede risteplasser

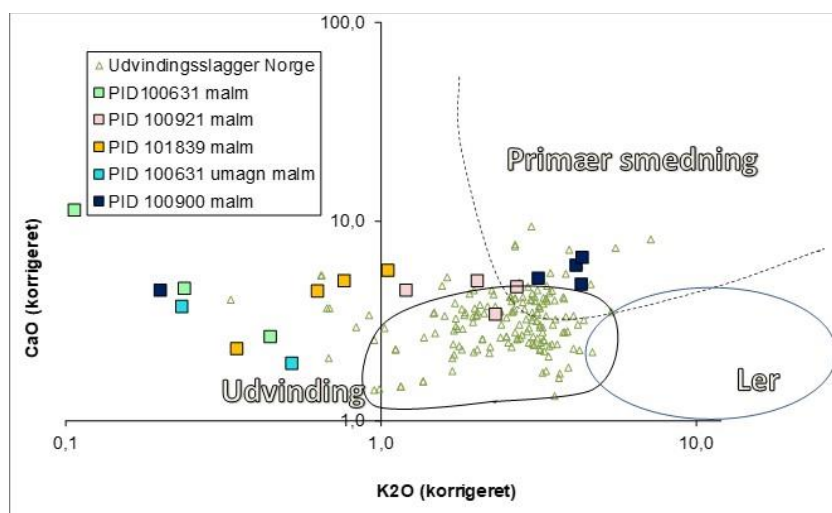
4 jordprøver (malmprøver), PID100900, PID101839, PID100631 og PID100921 indeholdende store mængder malm er analyseret.

Malm

Der er analyseret 23 stykker malm, 5 fra PID 100900, 4 fra PID 100921, 9 fra PID100631 (heraf 5 umagnetisk malm) og 5 fra PID 101839 (malm/jordprøver).



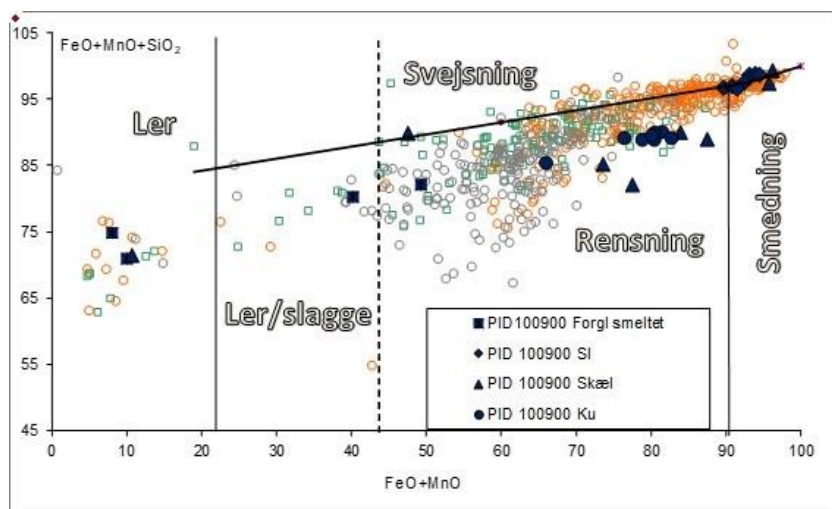
Figur 70 Malmprøverne fra PID 100631 og PID 101839 har høje indhold af jernoxid og manganoxid (FeO og MnO), mens malmprøverne fra PID 100900 og PID 100921 har et lavere indhold



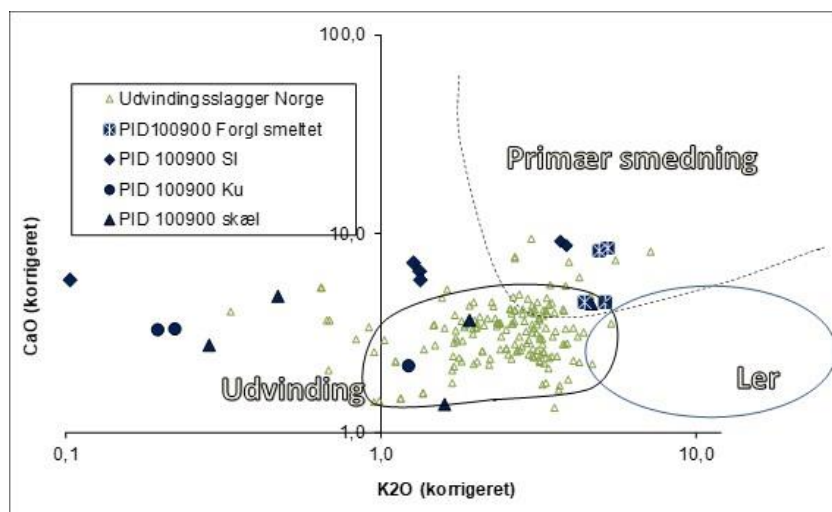
Figur 71 De analyserede malmprøver har et varierende indhold af kaliumoxid (K_2O), 5 bestemmelser falder under 0,1 % kaliumoxid (PID 100631: 4 og PID 101939: 1).

Øvrige materialer fundet sammen med malm

Fra PID 100921 er der udtaget prøver af aske til analyse, se **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet..**
Fra PID 100900 er der udtaget prøver af 4 slagger (i alt 7 bestemmelser), 8 slaggekugler, 8 hammerskæl og 4 stykker forglasset smeltet til analyse.

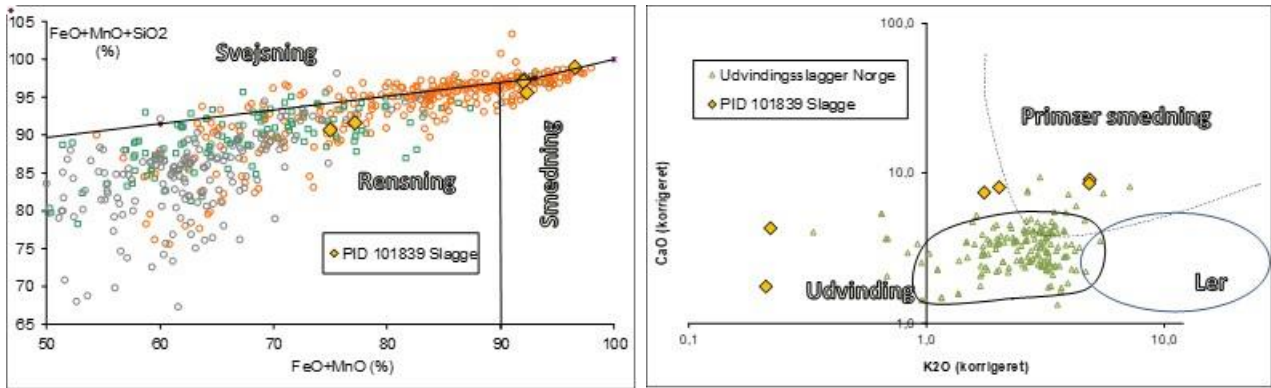


Figur 72 Alle analyser af slagge viser et indhold af jernoxid (FeO) på mere en 87 % og manganoxid (MnO) på mere end 2 % og ligger derfor i området 'smedning'. Slaggekuglerne ligger alle i området 'rensning', hammerskæl ligger spredt i diagrammet og de 4 bestemmelser kaldet forglasset smeltet har et indhold af jernoxid under 50 %



Figur 73

Fra PID 101839 er der udtaget prøver af 3 slagger (i alt 6 bestemmelser) til analyse.



Figur 74 Dobbelbestemmelserne ligger samlet i begge diagrammer.

.Appendiks

Analysar

Indhold af metaloxider i de analyserede materialer

Kontekst ID100810, PID100921

	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO	FeO	BaO
Malm A	0,00	1,30	1,07	3,14	0,09	0,08	0,31	0,11	0,85	91,56	0,00
Malm B	4,64	0,00	1,42	9,93	0,03	0,42	0,61	0,32	0,60	80,63	0,00
Malm C	3,62	0,00	1,34	12,07	0,03	0,53	0,92	0,43	0,61	78,29	0,00
Malm D	1,07	0,00	1,07	4,25	0,00	0,16	0,40	0,14	0,89	90,77	0,00
Aske A	5,39	0,00	5,97	67,79	0,00	2,07	2,32	1,35	0,09	12,64	0,00
Aske B	0,66	0,00	2,74	14,37	0,00	0,85	0,66	0,69	0,75	77,70	0,01
Aske C	1,01	0,00	2,39	17,60	0,00	1,07	0,60	0,78	0,68	73,44	0,02
Aske D	0,00	0,46	10,56	78,66	0,00	3,60	0,70	1,31	0,03	2,42	0,01

Kontekst ID 100426, PID100631

	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO	FeO	BaO
Umagn malm A	0,00	0,52	0,00	3,06	0,00	0,01	0,19	0,04	1,24	94,85	0,08
Umagn malm B	1,93	3,07	1,70	4,90	0,00	0,07	0,25	0,05	0,74	87,27	0,01
Umagn malm C	0,00	0,00	0,00	1,75	0,00	0,00	0,15	0,02	0,31	97,74	0,03
Umagn malm D	0,00	0,00	0,82	3,78	0,00	0,00	0,07	0,03	0,31	94,99	0,00
Umagn malm E	0,00	0,20	0,62	2,81	0,00	0,00	0,09	0,04	0,71	95,52	0,00

Kontekst ID 100705, PID100900

	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO	FeO	BaO
Kugle A	0,79	0,36	0,72	8,30	0,05	0,00	0,38	0,13	1,56	78,90	0,04
Kugle B	2,48	0,00	3,71	19,31	0,15	0,34	0,60	0,15	0,97	65,07	0,00
Kugle C	0,59	0,78	0,61	12,50	0,03	0,00	0,39	0,21	1,82	74,71	0,06
Kugle D	0,05	0,09	0,38	8,46	0,02	0,02	0,37	0,15	1,71	79,82	0,06
Kugle E	0,00	0,18	0,46	9,32	0,09	0,03	0,42	0,25	1,83	78,66	0,04
Kugle F	0,45	0,61	0,85	9,92	0,05	0,00	0,49	0,22	2,14	76,72	0,03
Kugle G	0,27	0,29	0,48	9,33	0,04	0,00	0,32	0,20	1,46	78,71	0,15
Kugle H	0,49	0,16	0,71	6,33	0,05	0,00	0,36	0,08	1,62	81,15	0,04
Skæl A	0,05	0,00	0,28	3,16	0,00	0,08	0,14	0,06	0,15	96,06	0,02
Skæl B	1,35	0,44	5,99	11,60	1,18	4,38	1,36	0,15	1,78	71,78	0,00
Skæl C	5,94	0,00	1,83	42,26	0,00	1,10	0,15	1,16	0,24	47,30	0,00
Skæl D	0,46	0,24	14,06	4,56	0,19	0,22	2,16	0,00	55,82	21,75	0,54
Skæl E	0,71	0,14	9,08	1,52	0,07	0,08	0,81	0,02	4,12	83,34	0,12
Skæl F	1,62	0,30	0,43	1,59	0,00	0,09	0,07	0,09	1,19	94,62	0,00
Skæl G	6,90	0,61	2,27	6,09	0,00	0,07	0,15	0,00	0,67	83,26	0,00
Skæl H	1,44	3,16	14,44	60,79	0,01	4,21	4,01	1,25	0,68	9,97	0,04
Malm A	0,00	0,00	1,25	5,16	0,00	0,42	0,47	0,17	2,22	88,53	0,05
Malm B	0,00	0,00	2,35	8,76	0,00	0,58	0,83	0,31	1,03	84,70	0,01
Malm C	0,88	0,00	2,61	9,56	0,00	0,49	0,81	0,27	0,87	83,63	0,01
Malm D	0,00	0,00	0,43	2,45	0,00	0,01	0,19	0,04	0,95	95,33	0,03
Malm E	0,00	0,00	1,85	7,90	0,06	0,53	0,81	0,29	0,86	86,55	0,02

Kontekst ID 101005, PID101839

	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO	FeO	BaO
Malm A	0,03	0,00	0,00	1,78	0,06	0,00	0,22	0,04	0,37	96,75	0,02
Malm B	1,20	0,20	0,85	2,59	0,00	0,06	0,33	0,05	0,54	93,62	0,01
Malm C	0,00	0,00	0,64	2,04	0,00	0,03	0,18	0,05	1,03	95,34	0,06
Malm D	1,65	0,00	0,60	2,12	0,05	0,03	0,17	0,08	2,44	92,14	0,20
Malm E	0,00	0,00	0,68	2,25	0,03	0,03	0,20	0,05	0,70	95,24	0,01
Slagge A	1,06	0,00	2,87	14,45	0,05	1,33	2,48	0,31	4,65	72,52	0,24
Slagge A	1,66	0,00	3,11	15,65	0,00	1,43	2,53	0,29	4,58	70,44	0,28
Slagge B	0,00	0,32	0,98	5,27	0,07	0,21	0,81	0,10	2,33	89,74	0,08
Slagge B	1,05	0,00	0,76	4,99	0,01	0,18	0,76	0,10	2,29	89,76	0,06
Slagge C	0,00	0,00	0,27	2,44	0,03	0,01	0,17	0,05	0,92	95,63	0,05
Slagge C	2,96	0,00	0,65	3,29	0,02	0,02	0,14	0,06	0,85	91,46	0,06

Kontekst ID 100799

	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO	FeO	BaO
Slagge A	0,00	0,03	4,79	18,10	0,00	1,60	2,64	0,33	2,71	69,64	0,16
Slagge A	0,00	0,00	5,03	19,48	0,00	1,77	2,89	0,36	2,65	67,62	0,20
Slagge B	0,00	0,37	4,50	17,11	0,00	1,48	2,71	0,36	2,59	70,70	0,17
Slagge C	0,08	0,00	5,59	20,41	0,01	1,81	2,98	0,39	2,54	66,01	0,18
Slagge C	0,28	0,71	5,14	19,83	0,00	1,80	3,00	0,37	2,56	66,10	0,20

ID101925 og Nær ID101925

	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO	FeO	BaO
ID 101925 SI C	0,00	0,00	0,87	6,02	0,00	0,01	0,61	0,10	2,52	89,86	0,00
ID 101925 SI C	0,00	0,00	0,46	5,77	0,04	0,01	0,60	0,11	2,44	90,55	0,00
ID101925 SI A	0,00	0,00	2,88	11,47	0,00	0,85	1,68	0,37	2,42	80,25	0,04
ID101925 SI A	0,00	0,00	3,48	13,13	0,00	1,28	2,13	0,31	2,48	76,97	0,10
Nær ID101925 SI A	0,21	0,00	4,19	14,31	0,00	1,51	2,40	0,37	2,05	74,81	0,12
Nær ID101925 SI A	1,15	0,08	4,16	14,36	0,00	1,40	2,24	0,37	2,08	74,04	0,11
Nær ID101925 SI B	0,00	0,00	0,73	6,15	0,00	0,55	1,10	0,15	2,35	88,81	0,12
Nær ID101925 SI B	2,36	0,00	1,14	6,99	0,01	0,67	1,31	0,15	2,38	84,79	0,16
Nær ID 101925 SI C	0,22	0,42	3,02	14,50	0,02	1,38	2,59	0,30	4,01	73,23	0,28
Nær ID 101925 SI C	0,00	0,00	2,47	12,81	0,00	1,24	2,24	0,30	3,50	77,24	0,18
ID101925 SI B	0,00	0,00	1,60	12,72	0,00	0,46	1,75	0,56	2,73	79,99	0,05
ID101925 SI B	0,00	0,00	4,25	16,96	0,00	1,86	2,81	0,31	2,48	70,96	0,14
ID101925 SI B	0,00	0,05	4,13	15,42	0,00	1,52	2,35	0,27	2,34	73,75	0,14

Kontekst ID100504, PID 100528

	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO	FeO	BaO
Slagge A	0,00	0,00	2,44	7,95	0,00	1,04	1,56	0,17	2,11	84,55	0,12
Slagge A	0,00	0,00	1,52	7,00	0,00	0,56	1,04	0,11	2,12	87,47	0,16
Slagge A	0,00	0,00	1,09	8,20	0,00	0,63	1,17	0,11	2,14	86,34	0,17

Slagge A	0,00	0,00	1,56	9,88	0,00	0,85	1,37	0,16	2,16	83,74	0,13
Slagge B	0,00	0,00	1,97	14,52	0,00	1,05	1,23	0,26	2,72	77,90	0,08
Slagge B	0,00	0,00	3,28	16,38	0,00	1,06	1,64	0,27	1,78	75,41	0,09

Kontekst ID 101320, PID101120

	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO	FeO	BaO
Essesten ler	0,74	3,76	14,63	66,34	0,00	3,60	3,54	0,74	0,09	6,41	0,00
Essesten ler	0,00	0,00	17,70	57,31	0,00	6,19	3,83	1,27	0,17	13,38	0,00
Essesten smeltet	0,45	0,00	3,63	13,91	0,00	0,83	1,76	0,37	2,13	76,85	0,05
Essesten smeltet	0,14	0,00	5,19	16,44	0,00	1,61	2,74	0,38	3,19	70,13	0,17
Slagge A	0,00	0,00	3,34	16,40	0,00	2,11	2,76	0,29	2,34	72,40	0,15
Slagge A	0,00	0,00	4,01	16,01	0,00	2,12	2,76	0,31	2,24	72,14	0,15
Slagge A	0,00	0,00	3,32	15,46	0,00	1,76	2,48	0,28	2,28	74,24	0,14
Slagge B A	0,55	0,00	5,18	17,02	0,02	2,06	3,24	0,43	2,46	68,80	0,20
Slagge B A	1,33	0,00	3,40	14,33	0,00	1,25	2,09	0,28	3,05	74,07	0,11
Slagge B B	0,78	0,00	4,04	15,19	0,00	1,34	2,53	0,29	2,62	73,01	0,19
Slagge B B	0,00	0,00	1,76	14,08	0,00	0,99	1,72	0,27	2,90	78,20	0,05
Slagge C	0,00	0,28	0,60	14,36	0,00	0,04	0,82	0,39	3,81	79,56	0,02
Slagge C	0,00	0,82	0,62	12,92	0,00	0,10	0,70	0,12	3,64	80,85	0,01

Kontekst ID 100504/101320, PID100790

	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO	FeO	BaO
Luppe	6,20	1,59	1,15	7,95	0,00	0,12	0,64	0,11	0,07	82,17	0,00
Luppe	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,07	0,06	0,01	0,08	98,78	0,00
Luppe	0,00	0,00	6,62	26,01	0,00	2,57	4,74	0,60	2,67	56,58	0,21
Luppe	0,00	0,00	7,04	20,81	0,00	2,06	3,19	0,41	1,91	64,41	0,18
Luppe	2,07	0,41	5,35	20,93	0,00	2,34	3,27	0,38	2,74	62,29	0,21
Luppe	0,36	0,00	4,20	22,12	0,00	2,16	3,09	0,39	3,40	64,15	0,13

Kontekst ID 101320, PID101690

	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO	FeO	BaO
Slagge A	0,00	0,00	3,32	9,88	0,14	0,31	1,18	0,34	2,18	82,50	0,00
Slagge A	6,80	0,00	3,73	12,02	0,00	1,66	1,97	0,45	1,65	71,57	0,09
Slagge B	0,00	0,77	0,65	10,63	0,00	0,07	0,86	0,10	5,36	81,50	0,00
Slagge B	0,00	0,00	1,41	11,45	0,00	0,00	1,04	0,14	4,39	81,53	0,00
Slagge C	0,00	0,00	0,42	11,52	0,00	0,03	1,24	0,16	5,43	81,14	0,00
Slagge C	0,00	0,00	0,36	11,11	0,00	0,04	1,41	0,20	4,92	81,92	0,00
Kugle A	0,00	1,16	0,81	1,56	0,62	0,00	0,09	0,02	0,31	95,44	0,00
Kugle B	0,00	0,00	1,78	10,96	0,17	0,39	0,56	0,18	2,12	83,84	0,00
Kugle C	0,00	0,00	4,93	7,13	0,00	0,05	0,85	0,18	2,36	84,50	0,00
Umagn slagge A	0,00	2,61	17,02	68,24	0,06	3,36	3,49	0,56	0,23	4,45	0,00
Umagn slagge A	0,00	2,27	16,22	66,43	0,13	3,57	4,53	0,69	0,27	5,86	0,02
Umagn slagge B	0,00	0,00	4,46	15,51	0,00	1,60	2,08	0,23	2,62	73,24	0,27
Umagn slagge B	0,00	0,00	4,89	17,51	0,00	1,37	2,11	0,20	2,79	70,87	0,25
Umagn slagge C	0,00	4,73	17,36	66,17	0,00	3,46	3,91	0,68	0,05	3,64	0,01

	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO	FeO	BaO
Umagn slagge C	1,37	1,40	15,68	69,24	0,00	3,87	3,97	0,67	0,06	3,74	0,00

Kontekst ID 101320, PID101690

	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO	FeO	BaO
Slagge A	0,00	0,00	3,32	9,88	0,14	0,31	1,18	0,34	2,18	82,50	0,00
Slagge A	6,80	0,00	3,73	12,02	0,00	1,66	1,97	0,45	1,65	71,57	0,09
Slagge B	0,00	0,77	0,65	10,63	0,00	0,07	0,86	0,10	5,36	81,50	0,00
Slagge B	0,00	0,00	1,41	11,45	0,00	0,00	1,04	0,14	4,39	81,53	0,00
Slagge C	0,00	0,00	0,42	11,52	0,00	0,03	1,24	0,16	5,43	81,14	0,00
Slagge C	0,00	0,00	0,36	11,11	0,00	0,04	1,41	0,20	4,92	81,92	0,00
Kugle A	0,00	1,16	0,81	1,56	0,62	0,00	0,09	0,02	0,31	95,44	0,00
Kugle B	0,00	0,00	1,78	10,96	0,17	0,39	0,56	0,18	2,12	83,84	0,00
Kugle C	0,00	0,00	4,93	7,13	0,00	0,05	0,85	0,18	2,36	84,50	0,00
Umagn slagge A	0,00	2,61	17,02	68,24	0,06	3,36	3,49	0,56	0,23	4,45	0,00
Umagn slagge A	0,00	2,27	16,22	66,43	0,13	3,57	4,53	0,69	0,27	5,86	0,02
Umagn slagge B	0,00	0,00	4,46	15,51	0,00	1,60	2,08	0,23	2,62	73,24	0,27
Umagn slagge B	0,00	0,00	4,89	17,51	0,00	1,37	2,11	0,20	2,79	70,87	0,25
Umagn slagge C	0,00	4,73	17,36	66,17	0,00	3,46	3,91	0,68	0,05	3,64	0,01
Umagn slagge C	1,37	1,40	15,68	69,24	0,00	3,87	3,97	0,67	0,06	3,74	0,00

Kontekst ID101005, PID101058

	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO	FeO	BaO
Forglasset ler A	0,00	0,00	16,15	68,03	0,00	3,99	4,72	0,94	0,11	5,99	0,00
Forglasset ler B	0,00	0,00	14,48	65,54	0,00	3,87	4,91	1,08	0,19	8,82	0,00
Forglasset smeltet A	1,12	6,51	17,58	57,54	0,00	3,35	5,39	1,01	0,31	7,00	0,00
Forglasset smeltet B	1,12	0,00	14,76	66,58	0,00	3,79	5,21	0,82	0,10	6,99	0,00
Slagge A A	0,16	0,00	0,90	7,48	0,00	0,11	0,69	0,20	2,33	88,08	0,00
Slagge A A	2,31	0,18	0,61	7,71	0,02	0,18	0,87	0,19	2,26	85,62	0,02
Slagge A B	1,00	0,00	0,46	5,07	0,08	0,12	0,55	0,10	1,83	90,72	0,05
Slagge A B	0,00	0,00	0,96	4,94	0,08	0,12	0,59	0,09	1,88	91,16	0,05
Slagge A C	0,64	0,00	0,39	5,19	0,05	0,25	0,89	0,10	2,35	90,00	0,09
Slagge A C	1,51	0,00	1,20	5,57	0,09	0,32	0,95	0,11	2,30	87,82	0,09
Slagge A D	0,00	0,00	0,93	6,74	0,00	0,28	0,89	0,13	2,09	88,87	0,05
Slagge A D	0,00	0,00	0,73	6,40	0,00	0,35	0,91	0,12	2,03	89,27	0,10
Slagge B A	0,00	0,00	1,68	9,01	0,00	0,58	1,24	0,19	2,77	84,30	0,16
Slagge B A	0,00	0,00	1,92	9,04	0,00	0,68	1,30	0,19	2,73	83,92	0,19
Slagge B B	0,00	0,00	3,88	16,92	0,00	1,58	2,71	0,41	2,20	72,15	0,12
Slagge B B	2,54	0,00	3,28	17,04	0,00	1,73	2,81	0,44	2,12	69,88	0,13
Slagge B C	0,00	0,00	1,98	11,19	0,02	0,93	1,64	0,29	2,13	81,70	0,07
Slagge B D	4,15	0,00	5,47	87,57	0,00	1,62	0,12	0,33	0,06	0,49	
Slagge B D	0,00	0,00	5,44	92,00	0,00	1,69	0,06	0,43	0,02	0,23	0,00
Kugle A	0,13	0,43	0,60	10,35	0,06	0,00	0,46	0,22	2,13	85,57	0,05
Kugle B	0,05	0,38	2,17	15,13	0,08	0,47	1,10	0,13	2,75	77,55	0,18
Kugle C	0,00	0,36	0,71	10,78	0,03	0,00	0,38	0,19	1,78	85,75	0,03
Kugle D	0,60	0,03	0,77	9,65	0,02	0,14	0,48	0,10	1,60	86,52	0,08
Kugle E	0,40	0,43	0,56	14,42	0,04	0,00	0,43	0,23	2,07	81,38	0,03

Kugle F	0,00	0,00	1,14	10,99	0,00	0,01	0,68	0,12	2,30	84,60	0,00
Skæl A	2,24	0,31	4,83	16,55	0,03	0,76	0,71	0,35	0,84	73,38	0,00
Skæl B	0,58	0,68	4,98	22,65	0,06	1,24	1,50	0,32	3,15	64,67	0,18
Skæl C	0,08	0,55	0,47	11,92	0,04	0,00	0,66	0,11	2,79	83,36	0,02
Skæl D	1,95	0,85	6,73	37,86	0,04	1,77	2,62	0,21	1,42	46,30	0,25
Skæl E	0,70	0,06	12,23	4,54	0,07	0,12	1,38	0,02	35,14	45,30	0,44
Skæl F	0,77	0,58	0,59	14,29	0,03	0,00	0,54	0,27	2,35	80,58	0,01
Skæl G	0,12	0,77	0,67	14,52	0,06	0,00	0,52	0,16	2,44	80,68	0,06
Skæl H	0,47	0,29	4,51	6,70	0,09	0,59	10,04	0,29	1,80	74,15	1,07

Kontekst ID 101779, PID101835

	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO	FeO	BaO
Aske A	0,00	0,00	7,61	76,07	0,00	2,51	2,33	1,08	0,13	10,27	0,00
Aske B	5,51	0,00	11,80	69,01	0,00	2,36	2,43	0,98	0,23	7,68	0,00
Aske C	0,00	0,00	9,84	73,81	0,00	3,08	3,42	1,23	0,23	8,39	0,00
Ler A	0,00	1,21	22,89	69,01	0,00	4,25	0,52	0,62	0,01	1,48	0,00
Ler B	0,00	0,93	12,78	81,60	0,00	2,48	0,07	0,15	0,03	1,97	0,00
Ler C	0,00	0,00	12,21	25,90	1,00	3,09	2,67	2,32	0,39	52,41	0,00

Indhold af spormetaloxider i lerprøver

	CuO	SnO2	ZnO	Ag2O	Sb2O3	As2O3	PbO
PID 100900 forgl ler	0,031	0,000	0,024	0,000	0,000	0,000	0,000
PID 100900 forgl ler	0,036	0,000	0,032	0,000	0,000	0,000	0,000
PID 100900 forgl ler	0,034	0,000	0,028	0,000	0,000	0,000	0,000
PID 100900 forgl smeltet	0,035	0,000	0,032	0,000	0,000	0,000	0,000
PID 100900 forgl smeltet	0,048	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000
PID 101058 forgl ler	0,020	0,000	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000
PID 101058 forgl ler	0,039	0,000	0,025	0,000	0,000	0,002	0,001
PID 101058 forgl smeltet	0,019	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000
PID 101058 forgl smeltet	0,022	0,000	0,018	0,000	0,000	0,000	0,000
PID 101120 essesten ler	0,024	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000
PID 101120 essesten ler	0,035	0,000	0,046	0,000	0,000	0,000	0,000
PID 101120 essesten smeltet	0,014	0,000	0,014	0,000	0,000	0,000	0,011
PID 101120 essesten smeltet	0,018	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000	0,002
PID101835 ler	0,004	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
PID101835 ler	0,001	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000
PID101835 ler	0,207	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

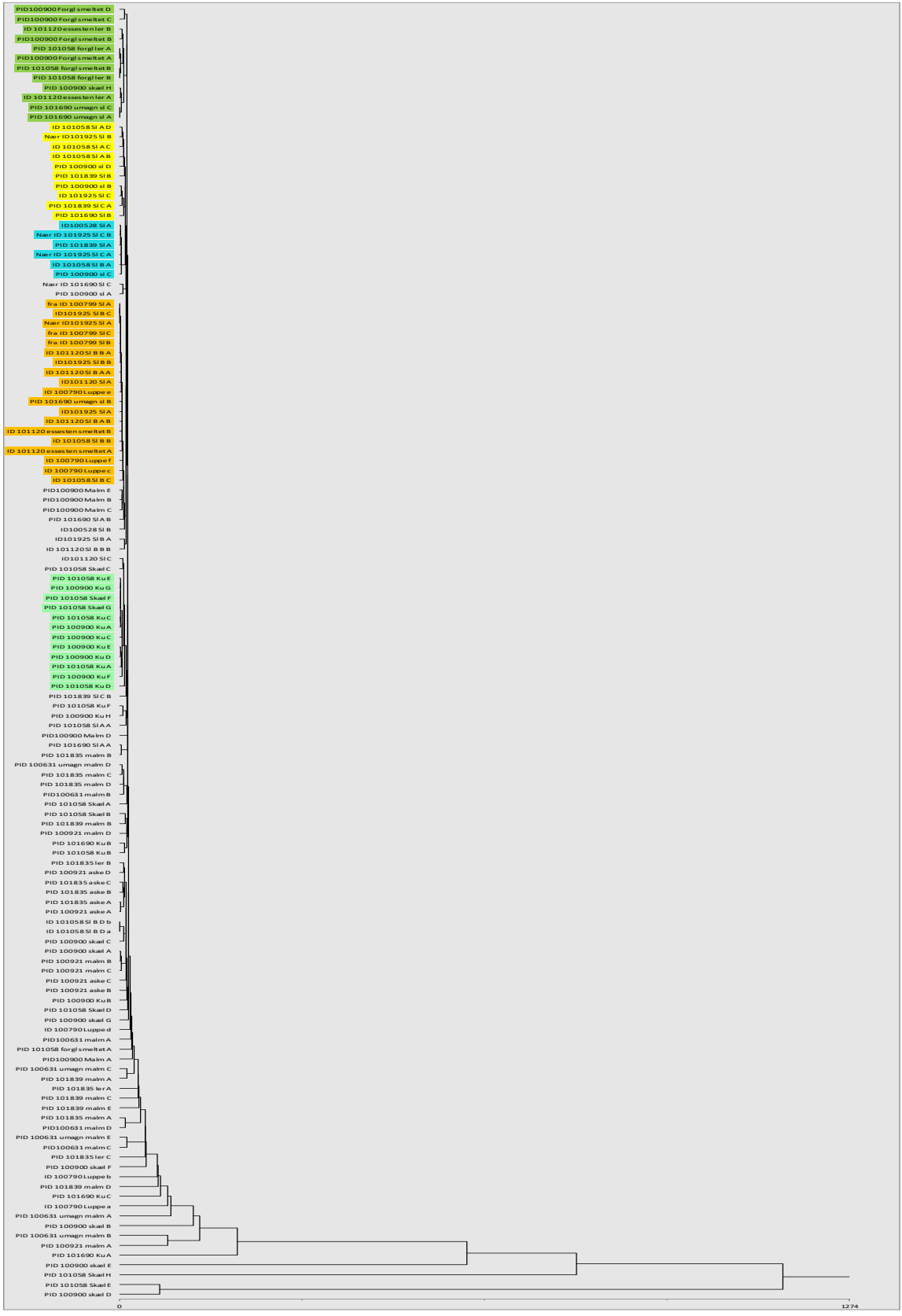
Indhold i jordprøver

Fin fraktion (2-5 mm), vægte er i gram

Prøve nummer	trækul	slaggefragmenter >2,5	Slaggekugler >2,5	skæl >2,0	jern/rust?	malm/slagge	br ler	forgl ler	rest	magnetisk materiale	bemærkninger
PID 10202 5	11,43 1			0,07			0,37 8		231	2,1 6	glimmersten =2,072 g
PID 10183 5	29,12 9					347, 9	0,25 7		24, 4		Cu farvet magn mat =0,996 g, umag glinsende mat =,374 g
PID 10169 0	19,5	2,0	0,2 4	0,12		151, 6	1,30		59		cu farvet umagn = 0,097 g
PID 10105 8	13,06 7	1,5 2	0,1 6	0,11 3	1,87 1	347, 8	0,77 4	0,09 5	9,2		glinsende porøst magn mat =0,191 g
PID 10063 1	29,62 5					256, 7					umagn malm = 73,879 g
PID 10092 1	35,23 8					296			2,4 1		magn aske? =0,267 g, umagn aske = 0,027 g
PID 10183 9	3,224	0,1 9		0,02 5		38,6 5			6,1 6		umagn malm = 1,317 g
PID 10090 0	9,995	3,2 4	0,3 2	0,07 9		260, 5				5,0 3	umagn malm =1,501 g

Grov fraktion (>5 mm) og total vægt af prøve, vægte er i gram

Prøve nummer	trækul	sten	uristet malm/rust	ristet malm	forglasset ler	brændt ler	Slaggekugler	Skæl	slagge	slaggeskaller	magnetisk materiale	bemærkninger	Total vægtL
PID 102025	3,2	374,6				6,6		0,0			0,8	umagn glimmersten =6,245 g	1712,0
PID 101835	33,8	65,4	4,3	20,0					0,2		41,6	aske? =10,825 g, lyst leragtig umagn =8,300 g	1625,9
PID 101690	21,4	52,0		37,3	0,4	6,4			370,5			gl ler magn =1,135 g, br ler magn =,466 g umagn slagge = 12,799 g	2177,4
PID 101058	10,4	26,1		292,6	65,6	120,9	0,16	0,03	122,3			br ler magn = 9,309 g, gl ler magn =29,421 g, umagn slagge 093,875 g	2039,9
PID 100631	41,8		89,5	123,2									1362,8
PID 100921	44,0	2,5	0,3	661,6								magn aske? = 3,014 g	1778,0
PID 101839	9,6	6,8	6,9	352,9					8,4				2198,8
PID 100900	25,0	36,3	8,0	204,5	21,7				119,8	0,1		umagn slagge = 34,063 g	1625,8



NationalLaboratory for Age Determination
14C Result Report

Silje E. Fretheim
NTNU Vitenskapsmuseet, IAK
Erling Stakkæs gate 47A
7012 Trondheim

silje.fretheim@ntnu.no

Calibration references:
OxCal v4.4.2 Bronk Ramsey (2020), r15
Atmospheric data from Reimer et al (2020)

Sample Name	Fraction	% C	14C content (pMC)	14C Age (rounded)	$\delta^{13}C$ (from AMS system)	Kontekst	Calibrated Age Ranges	14C Age (not rounded)
TRa-15369 100567	Trekull. Conifer, twig, Alkali residue	75	98.03 ± 0.15	160 ± 10	-26.8 ± 0.4 ‰	Målmåler	68.3% probability 1676AD (12.3%) 1689AD 1729AD (13.8%) 1743AD 1751AD (14.4%) 1765AD 1799AD (8.8%) 1808AD 1929AD (19.1%) 1942AD 95.4% probability 1667AD (17.5%) 1695AD 1725AD (41.5%) 1782AD 1796AD (11.4%) 1813AD 1839AD (0.5%) 1843AD 1873AD (0.4%) 1877AD 1915AD (24.1%) ...	160 +12/-12 BP
TRa-15370 100630	Trekull. Betula sp., Alkali residue	64	87.39 ± 0.12	1085 ± 10	-23.7 ± 0.5 ‰	Fra resteplass	68.3% probability 901AD (21.5%) 916AD 975AD (46.7%) 994AD 95.4% probability 896AD (29.9%) 923AD 952AD (62.8%) 988AD 1007AD (2.8%) 1015AD	1083 +12/-12 BP
TRa-15371 100633	Trekull. Betula sp., Alkali residue	63	87.34 ± 0.16	1085 ± 15	-21.6 ± 0.6 ‰	Bunn av ovn (brent leirefragment insitu)	68.3% probability 900AD (26.4%) 917AD 973AD (41.9%) 994AD 95.4% probability 895AD (34.0%) 926AD 948AD (59.8%) 996AD 1002AD (1.7%) 1014AD	1087 +15/-15 BP
TRa-15372 100809	Trekull. Prunus/Sorbus sp. Kvist. Brunnt belegg. Sopp (?), Alkali residue	64	88.30 ± 0.13	1000 ± 10	-28.9 ± 0.3 ‰	Større malmåler	68.3% probability 1021AD (68.3%) 1035AD 95.4% probability 993AD (9.5%) 1006AD 1016AD (83.5%) 1043AD 1107AD (2.4%) 1117AD	1000 +12/-12 BP
TRa-15373 100899	Trekull. Betula sp., Alkali residue	71	86.97 ± 0.13	1120 ± 15	-26.9 ± 0.7 ‰	Fra lag med røstet malm, yngre fase? slagghaug like nordøst for ovn.	68.3% probability 894AD (10.0%) 902AD 915AD (16.6%) 928AD 945AD (41.6%) 976AD 95.4% probability 890AD (95.4%) 980AD	1121 +13/-13 BP
TRa-15374 100920	Trekull. Alnus sp., Alkali residue	63	89.26 ± 0.15	915 ± 15	-26.6 ± 0.6 ‰	En av største malmålerne	68.3% probability 1050AD (50.5%) 1081AD 1152AD (17.8%) 1165AD 95.4% probability 1045AD (53.5%) 1086AD 1092AD (3.3%) 1105AD 1120AD (35.1%) 1179AD 1191AD (3.3%) 1205AD	913 +14/-14 BP
TRa-15375 101108	Trekull. Twig Alnus/Betula/Corylus, Alkali residue	66	87.06 ± 0.18	1115 ± 20	-26.4 ± 0.2 ‰	Stor bit trekull (101085) lag 101005 (røstet malm, eldre fase?) slagghaug like nordøst for ovn.	68.3% probability 895AD (33.4%) 925AD 949AD (34.9%) 978AD 95.4% probability 892AD (95.4%) 990AD	1113 +18/-18 BP
TRa-15376 101301	Trekull. Twig Alnus/Betula/Corylus, Alkali residue	61	89.13 ± 0.16	925 ± 15	-24.1 ± 0.5 ‰	Resteplass for malm	68.3% probability 1047AD (45.9%) 1083AD 1128AD (10.0%) 1139AD 1149AD (12.4%) 1161AD 95.4% probability 1040AD (95.4%) 1165AD	925 +15/-15 BP
TRa-15377 101461	Trekull. Twig Betula sp., Alkali residue	66	96.38 ± 0.13	295 ± 10	-26.4 ± 0.4 ‰	Røstet malm (Område 2)	68.3% probability 1528AD (51.6%) 1551AD 1634AD (16.6%) 1642AD 95.4% probability 1521AD (69.7%) 1575AD 1625AD (25.8%) 1648AD	296 +12/-11 BP
TRa-15378 101777	Trekull. 1 piece Conifer, Alkali residue	54	98.37 ± 0.16	130 ± 15	-25.6 ± 0.3 ‰	Røstet malm (Område 3)	68.3% probability 1688AD (7.8%) 1698AD 1723AD (5.0%) 1730AD 1807AD (4.6%) 1814AD 1835AD (39.8%) 1885AD 1910AD (11.0%) 1925AD 95.4% probability 1681AD (23.5%) 1738AD 1754AD (1.3%) 1762AD 1801AD (54.2%) 1895AD 1902AD (16.5%) 1938AD	132 +14/-14 BP
TRa-15379 101833	Trekull. Betula sp., Alkali residue	63	87.25 ± 0.16	1095 ± 15	-25.1 ± 0.9 ‰	Kullspettet oransje silt, like sør for ovn (sød slaggvapping)	68.3% probability 900AD (29.0%) 918AD 962AD (5.0%) 966AD 973AD (34.3%) 992AD 95.4% probability 893AD (38.2%) 930AD 943AD (57.3%) 955AD	1096 +15/-15 BP
TRa-15380 101836	Trekull. Betula sp., Alkali residue	60	87.29 ± 0.13	1090 ± 15	-26.5 ± 0.2 ‰	Fra lidsted under ovn	68.3% probability 900AD (28.0%) 917AD 973AD (40.3%) 993AD 95.4% probability 895AD (36.1%) 926AD 948AD (59.3%) 995AD	1092 +13/-13 BP
TRa-15381 101837	Trekull. Twig, Conifer, Alkali residue	62	68.25 ± 0.12	3070 ± 15	-27.5 ± 0.5 ‰	Tidligere markoverflate fra før voll ble bygd i forbindelse med jernfremstillingsanven. Skjett (101304) gjennom voll (101005).	68.3% probability 1391BC (19.4%) 1369BC 1357BC (20.3%) 1336BC 1323BC (28.5%) 1294BC 95.4% probability 1405BC (95.4%) 1274BC	3069 +15/-15 BP

NTNU Vitenskapsmuseet er en enhet ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, NTNU.

NTNU Vitenskapsmuseet skal utvikle og formidle kunnskap om natur, kultur og vitenskap. Museet skal sikre og forvalte de vitenskapelige samlingene og aktivisere dem gjennom forskning, formidling og undervisning.

Institutt for arkeologi og kulturhistorie har forvaltningsansvar for automatisk fredete kulturminner og skipsfunn i Nordmøre, Trøndelag, nordlige Romsdal og Nordland til og med Rana. Instituttet foretar arkeologiske undersøkelser på kulturminner over og under vann, i henhold til kulturminneloven.

ISBN 978-82-8322-358-3

ISSN 2387-3965

© NTNU Vitenskapsmuseet
Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

www.ntnu.no/museum