



Fra Hylestad stavkirke, ca.1200 e.Kr.

Arkeologiske og naturvitenskapelige undersøkelser av id 72603, en smie fra middelalderen i Aurdal gnr. 124, bnr. 1, Vindafjord kommune.

Hilde Fyllingen & Dawn Elise Mooney

Saksnr.:20/0470

Oppdragsgiver: Jan Haslemo (grunneier)

Stikkord: Smie, middelalder, metallurgiske analyser

Oppdragsrapport 2022/03

Universitetet i Stavanger,
Arkeologisk museum,
Afdeling for fornminnevern

Utgiver:
Universitetet i Stavanger
Arkeologisk museum
4036 STAVANGER
Tel.: 51 83 31 00
Fax: 51 84 61 99
E-post: post-am@uis.no

www.arkeologiskmuseum.no

Stavanger 2022

Arkeologiske og naturvitenskapelige undersøkelser av id 72603, en smie fra middelalderen, i Aurdal gnr. 124, bnr. 1, Vindafjord kommune.

Hilde Fyllingen & Dawn Elise Mooney

ARKEOLOGISK
MUSEUM

Universitetet i Stavanger

Innberetning til topografisk arkiv

Vår ref.: 20/00470 Arkivkode 613 Dato: 26.01.2022

Kommune: Vindafjord
Gårdsnavn: Aurdal
Gnr: 124
Bnr: 1
Lokalitetsnavn: Aurdal
Tiltakshaver/ Oppdragsgiver: Jan Haslemo (grunneier)
Adresse: Aurdalsvegen 134

Sakens navn:
Saksnr (p360/arkiv): 20/00470
KulturminneID: 72603
Intrasisprosjekt: 2020_17

Aksesjonsnr: 2020/77
Museumsnr: 14335
Natvit.prøvenr: 2020/77
Fotonr: Sf.211129-211211

Registreringsrapport: Rapport 43.2019
Befart (dato):
Av:
Saksbehandler:
Dispensasjon (dato): §10 vedtak 04.02.2020
Feltundersøkelse (tidsrom): 1.-15.okt. 2020
Ved: Hilde Fyllingen, Dawn E. Mooney, Kristine Søyland

Saken gjelder:Forbedring av eksisterende traktorvei og ny bro over elv ut til beite

Stikkord: Smie fra 1200-1400 tallet.

Innhold

SAMMENDRAG	3
1.0 INNLEDNING	3
1.1 Bakgrunn for undersøkelsen	3
1.2 Stedhistorie, beliggenhet og registrerte kulturminner	4
1.3 Personer tilknyttet undersøkelsen	5
1.4 Organisering, værforhold og måltall	5
1.5 Formidling	5
2.0 PROBLEMSTILLINGER OG FORMÅL.....	5
3.0 METODE OG DOKUMENTASJON.....	5
3.1 Gravetekniske metoder	5
3.2 Digital innmåling	6
3.3 Fotografering	6
3.4 Katalogisering og funnbehandling	6
3.5 Naturvitenskapelige metoder og dokumentasjon	6
3.5.1 Prøveuttak og dokumentasjon.....	6
3.5.2 Metoder ved artsanalyse.....	6
3.5.3 Metoder makrofossilanalyse.....	7
3.5.4 Metoder for analyse av metallurgisk restmateriale	7
4.0 BESKRIVELSE AV ANLEGG	7
4.1 Staur	11
4.2 Stolpehull	11
4.3 Groper	14
4.4 Ildsted/esse	22
4.5 Avfallslag	24
4.6 Gulvlag	25
5.0 Funn.....	27
6.0 NATURVITENSKAPELIGE ANALYSER.....	28
6.1 Makrofossilanalyser	28
6.2 Trekullanalyser	29
6.3 Samlet tolkning og diskusjon av de naturvitenskapelige resultatene	31
7.0 METALLURGISKE ANALYSER	31
8.0 TOLKNING	33
9.0 PROSJEKTEVALUERING	34
10.0 LITTERATURLISTE	35

Figur 1: Flyfoto over undersøkelsesområdet. Kilde:RA/Askeladden.	3
Figur 2: Flyfoto over Aurdal. De undersøkte lokalitetene er markert med grå prikk. Legg merke til veien som fortsetter over fjellet til høyre i foto. Kilde : RA/Askeladden.....	4
Figur 3:Kartutsnitt som viser lokaliteten i terrenget.Lokaliteten er ennå synlig da den ikke var grodd til da bildet ble tatt.	8
Figur 4: Lokaliteten før feltet ble avdekket. Hravemaskinen står der smien har vært. Elven ligger ved trelinjen bak gravem,askinen og broen kan skimtes til høyre i foto.Tatt mot NØ. Foto:Am.....	9
Figur 5: Oversiktfoto av lokaliteten etter avdekking. Foto:Am.....	10
Figur 6: Plankart som viser alle innmålte strukturer med nummer på id 72603.	10
Figur 7: Plankart med staur og stolpehull framhevet. Stolpehullene med strukturnummer.	11
Figur 8: Profilfoto av stolpehullene. Foto:Am.....	12
Figur 9: Plankart med gropene framhevet.	14
Figur 10: Leikarskåret funnet i grop 500. Foto: A.Øverli/Am.....	15
Figur 11: Grop 500 i profil. Sett mot SV. Foto:Am.....	15
Figur 12: Profiltegning og beskrivelse av grop 500. Originaltegning: D.E. Mooney.	16
Figur 13: Grop 900 i profil. Gropen er til høyre i bildet. Tatt mot Ø. Foto:Am.	18
Figur 14: Grop 953 i profil. Tatt mot NV. Foto:Am.....	19
Figur 15: Grop 617 i profil. Tatt mot N. Foto:Am.....	20
Figur 16: Grop med mulig amboltstein i forgrunnen. Tatt mot Ø. Foto: Am	21
Figur 17: Plantegning med ildtedet/essen framhevet.	22
Figur 18: Ildsted/esse 1050 i plan. Tatt mot V. Foto:Am.....	23
Figur 19: Ildsted/esse 1050 i profil. Tatt mot NV. Foto:Am.....	23
Figur 20: Foto av utsnitt av nordlige profilkant. Anfallslaget tydelig som ev sart linse i bunn. Tatt mot N. Foto: Am.....	24
Figur 21: Plankart med avfalls- og gulvlag framhevet.....	25
Figur 22: Lag 762 i profil. Tatt mot V. Foto:Am.....	27
Figur 23: Forhold mellom vedtyper i alle prøvene.....	30
Figur 24: Forhold mellom taksoner i prøvene (i strukturtypegrupper). Fragmenter som ikke kunne bestemmes minst til familienivå inkluderes ikke.....	31
Figur 25: Digital plantegning med tolkning av de innmålte strukturene samt 14C dateringe.....	34
Tabell 1: Resultat fra trekullanalysen av stolpehullene.....	13
Tabell 2: Resultat fra trekullanalysen av grop 500.	16
Tabell 3: Resukltat fra trekullananysen av grop 900.....	18
Tabell 4: Resultat fra trekullanalysen av grop 953.	20
Tabell 5: Resultat fra trekullananlysen av grop 617.....	21
Tabell 6: Resultat fra trekullanalysen av 1050.	24
Tabell 7: Resultat fra trekullanalysen av lagene.....	26

SAMMENDRAG

Undersøkelsene fant sted i forbindelse med anleggelse av ny landbruksvei og ny bro over Aurdalselva. Prosjektet var regnet som et mindre privat tiltak og kostnadene ble dekket av Riksantikvaren.

Lokaliteten id 72603 lå ved bredden av Aurdalselva og det ble avdekket et 100 m² stort areal ved hjelp av gravemaskin. Innenfor dette arealet ble det påvist stolpehull, staurhull, avfallsgroper, avfallslag og bunnrest av en esse som har vært del av en 40 m² stor åpen smiebygning. Metallurgiske analyser av jordprøver og ¹⁴C dateringer viser at dette har vært en grovsmie som var i bruk kontinuerlig i om lag 300 år – fra 1100 til 1400 e.Kr.

1.0 INNLEDNING

1.1 Bakgrunn for undersøkelsen

Undersøkelsene ble iverksatt da grunneier Jan Haslemo har søkt om dispensasjon for å legge anleggsvei og ny bru på Aurdal gnr.124 bnr. 1, Vindafjord kommune. Tiltaket ville berøre to kulturminner, id 262693 slagdrop fra vikingtid og 72603 smie fra middelalderen (spesifiser hva det er). I brev av 15.01.2020 kom Arkeologiske museum (Am) med tilrådning til Rogaland fylkeskommune (RFK) om dispensasjon fra KML § 8 1.ledd med vilkår om arkeologiske undersøkelser av id 72603. Id.262693 ble vurdert som tilstrekkelig dokumentert ved registreringen. I brev av 04.02. 2020 ba RFK Riksantikvaren om å fatte § 10 vedtak i saken. Plansaken ble vurdert som et mindre privat tiltak.



Figur 1: Flyfoto over undersøkelsesområdet. Kilde:RA/Askeladden.

1.2 Stedshistorie, beliggenhet og registrerte kulturminner

Lokalitetene ble registrert av RFK i 2019 ved hjelp av maskinell sjakting (Svensson 2019). Det ble lagt 7 sjakter og påvist kulturminner i to av sjaktene, ved id 72603 og slaggrøp id 262693

Da id 262693 ble vurdert som tilstrekkelig dokumentert ved registreringen blir denne ikke omtalt i detalj.

Sjakt 3 lå inntil broen like sør for elven. Sjakten var 27 m lang og 4,5 m bred og ble anlagt over id 72603 som allerede lå inne som funnsted for en øks fra vikingtid (S6501). Om øksen sies det at den ble funnet ved nybrottsarbeid i nærheten av en gravhaug. Den er katalogisert i 1937 men skal ha vært funnet på 1920-tallet. Øksen er av Petersen type E som dateres til 850-950 e.Kr. Lokalitet id 72603 er 63 m² i utstrekning. Ved registreringen ble det funnet 3 kulturlag (trolig med flere strukturer under), 1 ildsted, 1 kullag m/skjørbrent stein, 1 nedgravning med smieslagg, 1 vegglinje med stein og 2 staurhull. Lokaliteten er tolket som rester etter en stor smie ¹⁴C-datert til 1437-1631 e.Kr. (Svensson 2019).



Figur 2: Flyfoto over Aurdal. De undersøkte lokalitetene er markert med grå prikk. Legg merke til veien som fortsetter over fjellet til høyre i foto. Kilde: RA/Askeladden

De påviste restene etter en (mulig) smie lå i dyrka mark ved bredden av Aurdalselva, omlag 1,2 km øst for E134 og ca. 7 km i luftlinje fra Ølen (fig 1). Lokaliteten ligger ved det gamle vegfarene over fjellet fra Aurdal til Sandeid (Dybdahl-Holthe 1984:394). På gården er det fra før kjent et gravfelt (id 54525), en gravhaug (id 66072) og en rydningsrøyslokalitet (id 24880) (fig.1,2). Id 54525 besto av to hauger hvorav kun en er bevart. I den bevarte haugen skal det ha vært funnet brente bein samt klinknagler (S5346). Naglene er antatt å være fra yngre jernalder, men er ikke båtnagler. Id 66072 er fremdeles godt synlig. Det er ikke meldt om funn fra denne.

1.3 Personer tilknyttet undersøkelsen

Lokaliteten ble undersøkt i perioden 1.-15. oktober 2020 av Hilde Fyllingen, Dawn Elise Mooney og Kristine Søyland. Dawn E. Mooney er også ansvarlig botaniker. Maskinen ble stilt til rådighet, og ført av grunneier Jan Haslemo.

1.4 Organisering, værforhold og måltall

Det ble avdekket 107 m² ved hjelp av maskinell flateavdekking. 44 strukturer/lag ble påvist. Av disse ble 8 avskrevet som steinopptrekk. Undergrunnen bestod av morenemasser med grus og stein i ulik størrelse. Under matjorden lå det, i den østlige delen av lokaliteten, en del planerte masser. Disse var svært hardt pakket og det krevde mye manuell opprensing for å skille de fra lagene under. Etter avdekking ble det satt opp telt. Dette var ikke planlagt i utgangspunktet, men ble det gjort da værforholdene ofte kan være ustabile så sent på høsten.

1.5 Formidling

Utgravingen fant sted på et tidspunkt med Covid-19 smitte i samfunnet. Grunnet smittefare, ble det ikke lagt opp til formidling i felt. Vi hadde besøk av de nærmeste naboene og det ble da gjennomført en kort presentasjon av undersøkelsene.

2.0 PROBLEMSTILLINGER OG FORMÅL

På bakgrunn av forskningshistorikken var de viktigste momentene ved undersøkelsen å få en oversikt over bygningens konstruksjon og teknologiske funksjon, dvs. om det var en smie eller et jernvinneanlegg eller en kombinasjon av begge. Videre skulle man se om det fantes spor etter hva som ble produsert på steder og hvorvidt det kunne finnes spor etter andre metaller enn jern.

For å kunne svare på problemstillinger knyttet til teknologi og produksjon ville det være nødvendig med en rekke analyser. Herunder ulike naturfaglige analyser av slagg, leire og annet avfallsmateriale, glødetapsanalyser og makrofossiler. Undersøkelser av makrofossiler har vist at det kan være en sammenheng mellom bruk av tang og smievirksomhet (Mooney 2018). I tillegg vil analyser av trekull kunne gi informasjon om hvorvidt ulike typer trevirke har vært anvendt i ulike deler av jernvinneprosessen (Fyllingen et.al.2020).

3.0 METODE OG DOKUMENTASJON

3.1 Gravetekniske metoder

Undersøkelsene ble gjennomført ved maskinell flateavdekking. Dette er en graveteknisk metode tar sikte på å påvise spor etter menneskelig aktivitet (kulturminner) skjult under markoverflaten.

Disse sporene (referert til som strukturer eller anleggsspor), påvist ved den maskinelle flateavdekkingen, blir så rensert opp manuelt med krafse og graveskje. Deretter blir sporene typebestemt og digitalt innmålt ved hjelp av en totalstasjon/GPS, og gitt et unikt id-nummer (se tekst under). Dette gir en grunnleggende oversikt over anleggsporenes antall, type og lokalisering, og på bakgrunn av dette kan man gjøre innledende tolkninger og prioriteringer for den videre undersøkelsesprosessen.

Etter avdekking blir det gjennomført nærmere utgravning for hånd av et utvalg av de påviste strukturene. De manuelle undersøkelsene omfatter utgravning enten delvis eller totalt. Informasjon om strukturens bredde, dybde, utforming, fyllmassen sammensetning, konsistens og farge dokumenteres. Eventuelle funn fra strukturen blir samlet inn og ulike prøver tatt ut. Strukturen blir fotografert i plan og i profil og i noen tilfeller også tegnet i skala. Den vertikale profilen blir dokumentert, og kan så brukes for å gjøre sikre uttak av naturvitenskapelige prøver.

Hvorvidt en struktur skal undersøkes helt eller delvis er en avgjørelse som tas underveis basert på hvilken informasjon man ønsker.

3.2 Digital innmåling

Da denne undersøkelsen var av begrenset omfang ble det benyttet GPS (framfor totalstasjon) for innmåling. Slikt innmålingsarbeid handler om å gjøre en foreløpig tolkning/typebestemmelse av anleggsporene. De blir målt inn enten som polygoner (f.eks. stolpehull, grop, ildsted), linjer (f.eks. for profilsnitt eller feltgrense) eller punkter (f.eks. for funnsted eller prøve). Måledata fra totalstasjonen ble overført daglig til database- og GIS-programmet Intrasis, som forvaltningsmuseene bruker for håndtering og lagring av digital innmålingsinformasjon.

Det ble benyttet standard koder fra Intrasis ved innmåling. Kodene består av to bokstaver hvorav den første bokstaven viser til overordnet kontekst og den andre til spesifikk tolkning. Første bokstav «A» står for arkeologisk, «T» for topografisk, «F» for funn og «P» for prøve. Andre bokstav «S» står for stolpehull, «K» for kokegrop, «G» for grop etc.

3.3 Fotografering

Det ble tatt digitale foto av arbeidsprosesser og anleggsspør gjennom hele utgravningen. Før oppstart, ble det tatt bilder av området og terrenget. Alle undersøkte anlegg ble fotografert, ofte både i plan og profil, med et digitalt speilreflekskamera. Deler av felt, samt noen større eller mer kompliserte strukturer, ble i tillegg fotografert med et digitalt kompaktkamera montert på en fotostang. Fotostang ble brukt for å ta oversiktsbilder, samt for å ta bildeserier som deretter ble bearbeidet videre til fotomosaikker og ortofoto ved hjelp av programmet Agisoft Photoscan. De ortofotoene ble georeferert ved hjelp av innmålte markører som var synlige på bildene.

3.4 Katalogisering og funnbehandling

Funn og prøver er katalogisert i henhold til gjeldende nomenklatur ved Am.

3.5 Naturvitenskapelige metoder og dokumentasjon

3.5.1 Prøveuttak og dokumentasjon

Under utgravningen på Aurdal ble det tatt i alt 22 naturvitenskapelige prøver: 15 makrofossilprøver og syv prøver til metallurgisk analyse. Det botaniske restmaterialet er analysert på Am ved D.E. Mooney. Alle prøvene ble ført opp på prøveliste med konsekvent prøvenummer basert på lokalitetens aksjonsnummer (f.eks. 2020/77-01). Prøvetakingspunkter ble også målt inn digitalt. Fullstendige prøveliste vises i vedlegg 3.

Etter at prøvene var flottert og det botaniske materialet sortert ut, ble prøvene sendt til Heimdal-archeometry v/ Arne Jouttijärvi for analyse. Resultatene fra disse analysene er inkludert i teksten under. Fullstendig rapport ligger som vedlegg 8.

¹⁴C analysene ble utført ved Nasjonallaboratoriene for datering, NTNU, vedlegg 7.

3.5.2 Metoder vedartsanalyse

Vedartsanalysen ble gjort ved hjelp av Nikon SMZ1500 stereozoom mikroskop med forstørrelse 7.5x – 112.5x for første gruppering og Zeiss pålysmikroskop ved forstørrelser på opptil 400x for identifikasjon av trearter. Til vedartsbestemmelser ble det brukt relevant faglitteratur (Schweingruber, 1990; Hather, 2000; Schoch et al., 2004). Under utvidet trekullanalyse ble det analysert 50 trekullfragmenter per prøve, eller alle trekullbiter i prøven som var større enn 4 mm.

Analyserte trekullfragmenter også beskrives som *kjerneved* (uten tydelig kurvatur), *rundtvirke* (kvist- eller grenfragment med tydelig kurvatur) eller *ubestemt*. Utvalgte trekullfragmentene veides for å bekrefte at de fylte minimumskrav for vekt til ¹⁴C-prøver ifølge Beta Analytic (2017) før de ble sendt til ¹⁴C-datering.

3.5.3 Metoder makrofossilanalyse

Alle makrofossilprøvene ble analysert. Prøvene ble flottert i vann ved å bruke en Siraf-type flotteringsmaskin (utviklet etter Williams, 1973) og deretter vasket gjennom en sikt med maksimum maskevidde av 500µm, i samsvar med Am veiledninger til preparat av prøver til arkeobotanisk analyse. Resten (minerogent materiale o.s.v.) ble vasket og evt. funn ble plukket ut. Restmaterialet ble bevart. Resulterende organiske materialet ble tørket for å bli sortert og analysert. Prøve 2020/77-04 ble tatt ut fra et lag der det ble vurdert mulighet for bevaring av uforkullede arkeologiske planterester. Denne prøven ble ikke flottert, men såldet i vann gjennom såld med maskevidde på 4mm, 2mm, 1mm og 500µm. Resulterende organiske materialet ble lagt i vann og oppbevart i kjøleskap. Vannsålding og sortering av prøvene ble utført av Dawn Elise Mooney.

I makrofossilanalyse er identifisering basert på det at diasporer, dvs. frø, frukter, nøtter samt andre plantedeler har morfologiske særtrekk som kan danne grunnlag for identifikasjon som art, slekt eller familie. Identifikasjoner ble gjort ved sammenligning av arkeologiske plantedeler med publisert og digitalt referansemateriale med illustrasjoner og beskrivende tekst, samt referansesamlingen ved Am. Følgende referansepublikasjoner er relevante for identifisering av førhistoriske planterester fra Nord-Europa: Anderberg (1994), Beijerinck (1947), Berggren (1969, 1981), Bertsch (1941), Cappers et al. (2006), Dombrovskaya et al. (1959), Griffin & Sandvik (1989), Jacomet (2006), Katz et al. (1965, 1977), Korsmo (2001), Neef et al. (2012), og Schoch et al. (1988). Nomenklaturen for vitenskapelige og norske navn på planter benyttet i tekst, diagram og tabeller er etter Mossberg & Stenberg (2018). Makrofossilanalysen ble utført av Dawn Elise Mooney.

3.5.4 Metoder for analyse av metallurgisk restmateriale

Se rapport fra Heimdal - archeometry i vedlegg 8.

4.0 BESKRIVELSE AV ANLEGG

Lokaliteten lå ved bredden av Aurdalselven, tett opp til gårdveien og broen (som på undersøkelsestidspunktet) gikk over elven på dette punktet (fig.3). 20 m mot sørøst lå ruinene etter det som har vært en mølle og grunneier har også et eget kraftproduserende anlegg på dette punktet. Lokaliteten ligger 70 m fra tunet og 100 m fra gravfeltet id 54525.



Figur 3: Kartutsnitt som viser lokaliteten i terrenget. Lokaliteten er ennå synlig da den ikke var grodd til da bildet ble tatt.



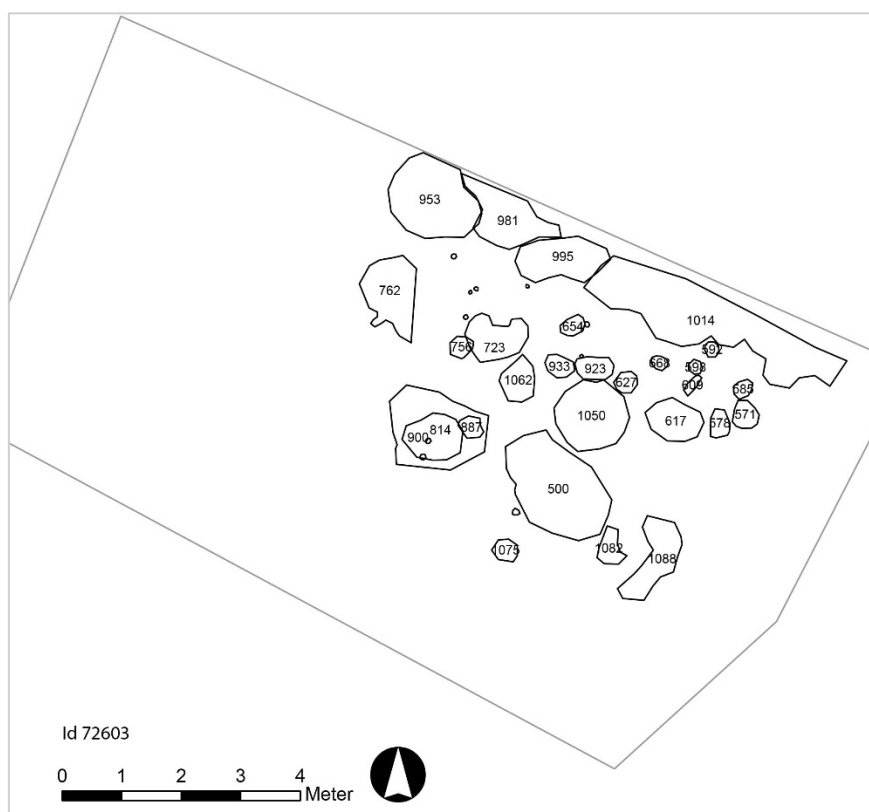
Figur 4: Lokaliteten før feltet ble avdekket. Hravemaskinen står der smien har vært. Elven ligger ved trelinjen bak gravemaskinen og broen kan skimtes til høyre i foto. Tatt mot NO. Foto: Am.

Det ble avdekket 107 m² og påvist 44 strukturer/lag ble påvist (fig 5 & 6). Av disse ble 8 avskrevet som steinoptrekk. Lokaliteten var dekket med et tettpakket lag som må tilskrives planeringen av området (Svensson 2019). Det er trolig dette laget som er tolket som gulvlag men ved manuell opprensing var det tydelig at det skilte seg fra underliggende lag hvor sporene etter smien ble påvist. Det fantes heller ikke rester etter vegglinjen som skal ha vært observert ved registreringen. Steinrekken som skulle utgjøre ene siden kunne heller ikke påvises. Undergrunnen bestod av grov grus og vannrullet stein i varierende størrelser. Det var derfor svært vanskelig å skille ut hvilke steiner som var naturlig del av undergrunnen og hvilke som tilhører de arkeologiske strukturene. Det er derfor ikke registrert skoning i noen av stolpehullene da disse ikke kan skilles (med sikkerhet) fra undergrunnstein.

Det ble undersøkt 9 stolpehull, 8 staurhull, ett ildsted/bunn av esse, en grop med amboltstein, 4 avfalls/lagergroper, flekkvise rester etter gulvlag og et større avfallslag (fig. 5 & 6). Utbredelsen av aktivitetsområdet/smien ble avgrenset sør, øst og vest, mens avfallslaget fortsetter mot elven i nord-nordøst. På grunn av sikkerheten kunne ikke feltet strekkes lenger mot elven. Dateringene tyder på at smien var i bruk i perioden 1100-1400 e.Kr.



Figur 5: Oversiktspåsefoto av lokaliteten etter avdekking. Foto: Am.



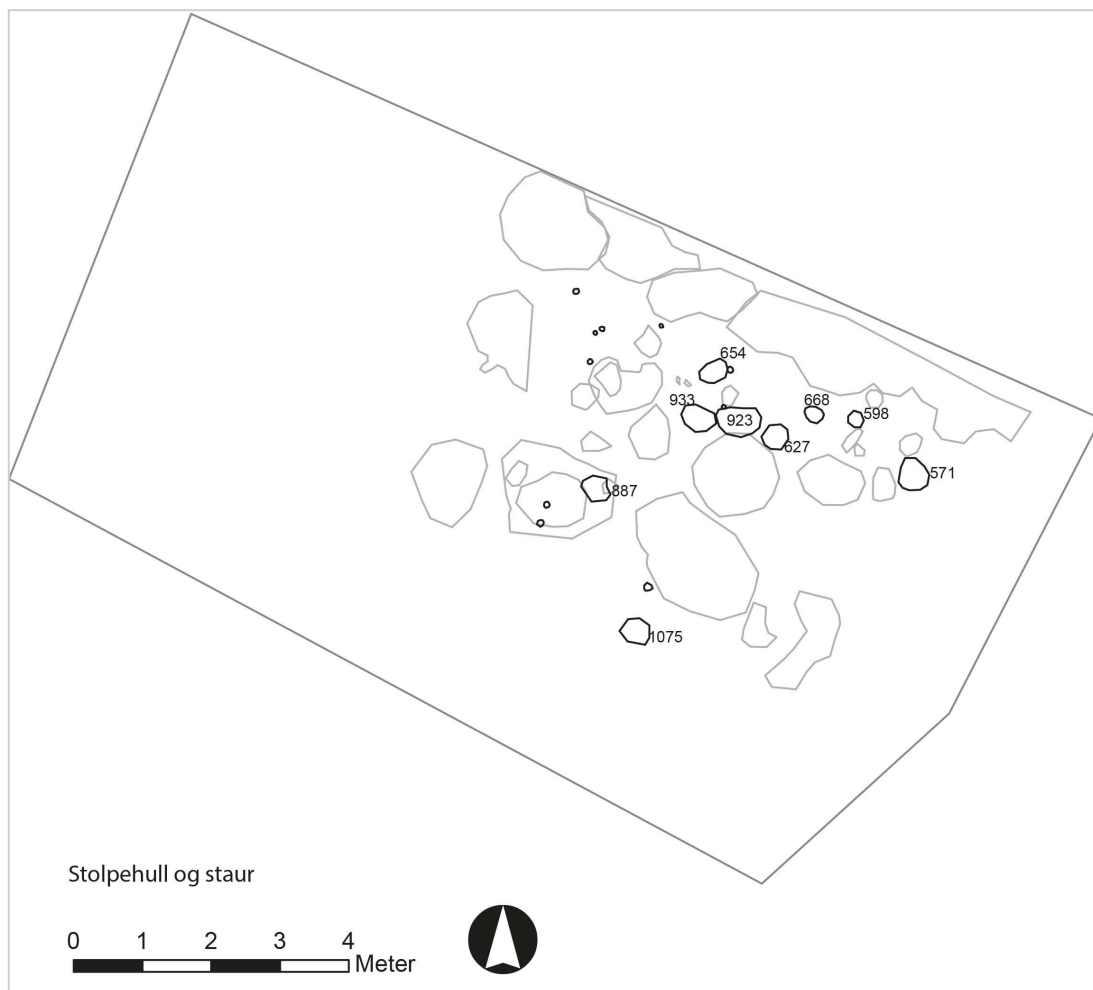
Figur 6: Plankart som viser alle innmålte strukturer med nummer på id 72603.

4.1 Staur

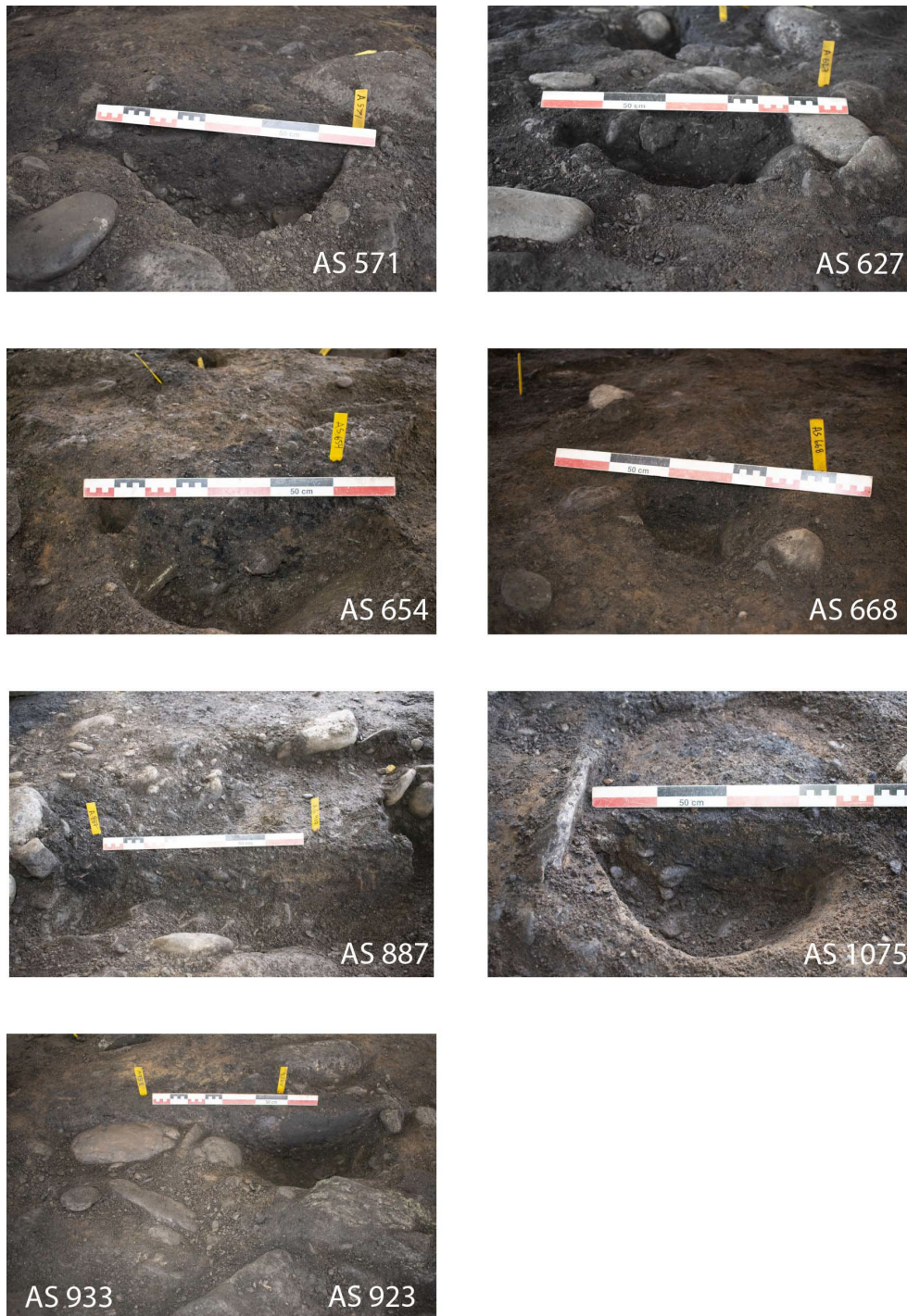
Det ble undersøkt 8 staurhull. Staurhullene var alle runde i plan, 8 -12 cm i diameter og 7 -12 cm dype. To av staurhullene står inntil stolpehull, ett i kant av grop 500, to i lag 814 og fem nord for grop 723. Staurene er tolket som å være samtidig med bruken av smien og kan ha vært del av ulike stativer til oppheng av f.eks. utstyr brukt i smien. Det ble ikke tatt prøver av staurhullene.

4.2 Stolpehull

Det ble undersøkt 9 frittliggende stolpehull (fig.7 & 8). Stolpehullene var ikke plassert i system til hverandre and dateringen tilsier at de var i bruk i ulike perioden under smiens lange brukstid. Stolpehullene har trolig inngått i en åpen takløsning.



Figur 7: Plankart med staur og stolpehull framhevet. Stolpehullene med strukturnummer.



Figur 8: Profilfoto av stolpehullene. Foto:Am.

To av stolpehullene var ovale i plan, de øvrige var runde. Diameter i plan varierte fra 21 til 55 cm, dybde fra 3 til 32 cm. Det var ingen sammenheng mellom ratio plan/dybde. Det var også stor variasjon i stolpenes nedgravning i sider og bunn. Fyllmassen var forholdsvis lik og bestod av en blanding av sand, grus, småstein og kull. Det ble tatt ut prøver fra 4 av stolpehullene og tre av disse ble datert.

Det ble analysert fire prøver fra stolpehull. Prøve 5 (fra stolpehull 654) og prøve 15 (fra stolpehull 1075) inneholdte ingen forkullede makrofossiler utenom trekull. Prøver 6 og 12, fra

stolpehull 571 og 627 henholdsvis, inneholdte lyngfragmenter sammen med frø av starrslekta og småsyre. I prøve 12 ble det også funnet forkullede stråfragmenter og frø av *Spergula arvensis* (linbendel).

Prøvene fra stolpehullene inneholdte relativt lite trekull. De fleste fragmenter var av kjerneved men det var også rundvirke tilstede. De vanligste taksonene var bjørk, or og furu, men det ble også funnet fragmenter av ask, hassel og Maloideae-gruppa. Resultat av trekullanalysen fra stolpehullene vises i Tabell 1.

Tabell 1: Resultat fra trekullanalysen av stolpehullene.

		2020/77-	5	6	12	15
	Strukturnr.	654	571	627	1075	
<i>Fraxinus excelsior</i>	Rundtvirke	5	-	-	-	
	Ubestemt	-	-	1	1	
<i>Betula sp.</i>	Kjerneved	16	11	3	12	
<i>Alnus sp.</i>	Kjerneved	12	1	1	1	
<i>Corylus avellana</i>	Kjerneved	-	-	-	1	
	Ubestemt	-	-	1	-	
<i>Corylus/ Alnus</i>	Kjerneved	1	2	1	2	
Maloideae	Rundtvirke	1	-	-	1	
	Kjerneved	2	-	-	-	
	Ubestemt	-	-	-	1	
<i>Pinus sp.</i>	Rundtvirke	1	-	-	-	
	Kjerneved	9	1	-	14	
	Ubestemt	1	-	-	3	
Bark	-	1	1	-	1	
Ubestemt	Ubestemt	1	-	1	1	

AS571 er datert 1046-1212, AS1075 er datert 1322-1405 og AS654 er datert 1406-1435. Dateringen av stolpene viser til utskiftningen av trekonstruksjonen (taket) i smien over tid.

4.3 Groper

Det ble undersøkt fem groper (fig.9). Grop 900 og 953 kan ha hatt en funksjon som lagergroper, dvs de kan ha inneholdt beholdere med råstoff som for eksempel kull. Gropene 500 og 617 tolkes som en avfallsgroper. Grop 723 inneholdt flere store stein og kan ha vært en base for en beholder/tønnegrop.



Figur 9: Plankart med groperne framhevet.

Grop 500

Gropen var 1,8 m lang, 1,5 m bred og oval i plan. Den var registrert av RFK (§ 1.3.1) og det var derfor gravd et hull inn i siden av gropen. Gropen var 49 cm dyp med ujevne sider og ujevn bunn. Det ser ut til at nedgravningen har vært brukt flere ganger med 3 til 4 groper som kutter hverandre. Den eldste fasen av gropen ser ut til å ha vært 110 cm i diameter og 40 cm dyp. I denne er det deponert avfall i fire omganger (lag 2-5). Deretter er det gravd en grop i kanten av den opprinnelige gropen (lag 6). Siste fase med groper er gravd ned i toppen av den opprinnelige gropen (lag 8) og i ytterkanten/gjennom grop 2 (lag 7). Hele gropen er til slutt dekket av et 3-10 cm tykt lag som trolig har vært del av gulvlaget i smien (fig. 11&12).

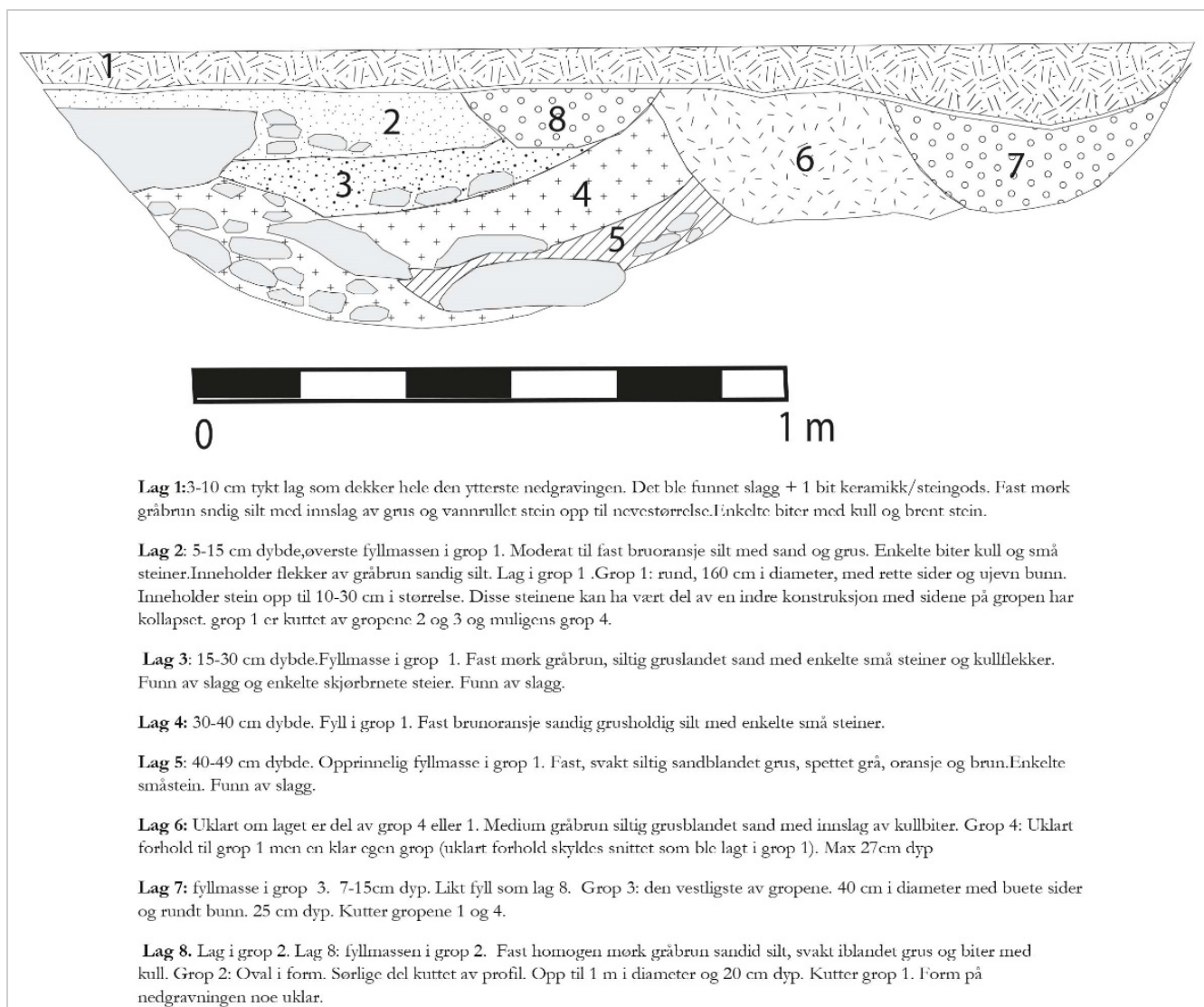


Figur 10: Leirkarskåret funnet i grop 500. Foto: A.Overli/ Am.

Det ble funnet 130 gr. smieslagg i massene samt ett leirkarskår. Leirkarskåret ble funnet på 5 cm dybde og stammer trolig fra et importert kar fra England (fig.10).



Figur 11: Grop 500 i profil. Sett mot SV. Foto:Am.



Figur 12: Profiltegning og beskrivelse av grop 500. Originaltegning: D.E. Mooney.

Det ble analysert 3 prøver fra grop 500. Den eneste av disse som inneholdte forkullede makrofossiler utenom trekull var prøve 10, som ble tatt fra grop 500.3. (jfr fig.12) Det ble funnet uidentifiserbare korn og kornfragment sammen med ett frø av Poaceae (grasfamilien) og sporadiske stengelfragmenter av Ericaceae familien, jf. *Calluna vulgaris* (røsslyng).

Selv om prøvene ble tatt fra forskjellige strukturer og dybder innenfor gruppa ble det observert lite variasjon i artssammensetningen eller vedtype mellom prøvene. Prøven var dominert av kjerneved, men det ble også observert fragmenter av rundtvirke av de fleste taksoner. De mest vanlige taksoner i prøvene var bjørk, Maloideae-gruppa og furu, men alle prøvene også inneholdte fragmenter av eik, ask, or og hassel. Trekull av kirsebærlekta ble kun observert i prøve 11, fra lag 3 i grop 1 i gropegruppa (jfr fig.12). Resultat av trekullanalysen fra grop 500 vises i Tabell 2.

Prøve tatt på 17-26 cm dybde ble datert til 1359-1389 e.Kr. Gropen var også datert ved registreringen til 1437-1631 e.Kr. Det er ikke dokumentert hvilken dybde den daterte prøven ble tatt fra.

Tabell 2: Resultat fra trekullanalysen av grop 500.

		2020/77-	2	10	11
	Struktur	Grop 500			
	Dybde	5-15	5-15	17-26	
<i>Quercus sp.</i>	Kjerneved	4	3	1	
<i>Fraxinus excelsior</i>	Rundtvirke	-	1	2	
	Kjerneved	2	-	1	
	Ubestemt	-	1	-	
<i>Betula sp.</i>	Rundtvirke	-	1	4	
	Kjerneved	13	13	17	
	Ubestemt	2	1	-	
<i>Alnus sp.</i>	Rundtvirke	-	1	-	
	Kjerneved	3	9	8	
	Ubestemt	2	-	-	
<i>Corylus avellana</i>	Kjerneved	2	1	-	
	Ubestemt	-	-	1	
<i>Corylus/ Alnus</i>	Rundtvirke	-	2	1	
	Kjerneved	2	1	-	
	Ubestemt	1	-	1	
<i>Prunus sp.</i>	Kjerneved	-	-	1	
Maloideae	Rundtvirke	-	4	4	
	Kjerneved	3	5	4	
	Ubestemt	1	-	-	
<i>Pinus sp.</i>	Rundtvirke	2	-	-	
	Kjerneved	12	3	3	
	Ubestemt	1	1	2	
Bark	-	-	3	-	

Grop 900

Gropen var 80 cm i diameter, 20 cm dyp og ble påvist under lag 814. Massene var spettet og myke og lik massene i lag 814. Gropen er tolket som en lagergrop idet den ser ut til å ha stått åpen for senere å fylles opp naturlig (fig.13).

Det ble tatt en prøve i gropen. Prøve 9 fra grop 900 inneholdt ingen makrofossiler, men trekullfragmenter av flere taksoner. Bjørk, or, hassel, furu og Maloideae-gruppa ble observert i tillegg til trekull av kirsebærslekta (tabell 3).



Figur 13: Grop 900 i profil. Gropen er til høyre i bildet. Tatt mot Ø.
Foto:Am..

Tabell 3: Resultat fra trekullanalysen av grop 900.

	2020/77-	9
	Strukturnr.	900
	Strukturtype	Grop
<i>Quercus</i> sp.	Kjerneved	-
<i>Fraxinus excelsior</i>	Rundtvirke	-
	Kjerneved	-
<i>Betula</i> sp.	Kjerneved	19
	Ubestemt	1
<i>Alnus</i> sp.	Rundtvirke	-
	Kjerneved	12
	Ubestemt	1
<i>Corylus avellana</i>	Rundtvirke	1
	Kjerneved	-

	2020/77-	9
	Strukturnr.	900
	Strukturtype	Grop
<i>Corylus/ Alnus</i>	Rundtvirke	2
	Kjerneved	2
	Ubestemt	1
<i>Prunus</i> sp.	Kjerneved	1
Maloideae	Kjerneved	1
<i>Pinus</i> sp.	Rundtvirke	2
	Kjerneved	3
	Ubestemt	1
Bark	-	2
Ubestemt	Ubestemt	1

Grop 953

Gropen var 1,2 x 1,6 meter i plan og 44 cm dyp med rett sider i nedgravningen. Nedgravningen framstod som en tydelig nedskjæring i undergrunnen. De øverste 10-17 cm av gropen fyllmasse var mørk grå grusblandet. Deretter fulgte 22 cm med samme masse iblandet lys leireblandet silt og nedbrutt organisk materialet. I bunn av gropen var et 11 cm tykt lag med brun organisk masse som ser ut som nedbrutt torv. Små flekker med kull kunne var til stede gjennom alle lagene (fig.14). Fyllmassen var løs, noe som tyder på at gropen er gjenfylt.

.Det ble funnet 22,5 g. smieslagg i de øverste 5 cm.

Gropen er tolket som en lagergrop eller tønnegrop. Gropen har hatt et torvlag i botn som kan ha fungert som stabilisator for en tønne, for eksempel en vanntønne. Etter at gropen er tatt ut av bruk er den fylt med avfall.



Figur 14: Grop 953 i profil. Tatt mot NV. Foto:Am.

Det ble analysert to prøver fra grop 953, som er også tolket som lagergrop. Prøve 8, fra den øvre delen av gropfyllen, inneholdte kun trekull og forkullede lyngfragmenter. Prøve 4 ble tatt fra et vannmettet torvlag i gropens bunn. Torva selv var ganske nedbrutt og det ble ikke funnet noe identifiserbare bladfragmenter eller lignende. Derimot inneholdte prøve frø av *Carex* sp. (starrslekta) i tillegg til kvistfragmenter inkludert *Quercus* sp. (eik) og barkfragmenter inkludert mulig *Betula* sp. (bjørk).

Det ble analysert to prøver fra gropen: prøve 8 fra den øverste fyllmassen og prøve 4 fra torvlegging i gropens bunn. Prøve 4 inneholdte ganske lite trekull og det ble identifisert kun to taksoner: or og furu. I tillegg ble det observert flere bartrefragmenter som ikke kunne identifiseres videre. Derimot var trekull fra bartrær ganske sjelden i prøve 8 som var dominert av løvtrær. I tillegg til or ble det også funnet bjørk, eik, ask, hassel og Maloideae-gruppa. Kjerneved av bjørk var hyppigst, men i alt var det ikke noe tydelig tendens i vedtype. Resultat av trekullanalysen fra grop 953 vises i tabell 4.

Prøven tatt på 25-20 cm dybde ble datert til 1306-1400 e.Kr.

Tabell 4: Resultat fra trekullanalysen av grop 953.

		2020/77-	4	8
		Grop 953		
		Dybde	25-30	0-5
<i>Quercus sp.</i>	Kjerneved	-		3
<i>Fraxinus excelsior</i>	Rundtvirke	-		3
	Ubestemt	-		2
<i>Betula sp.</i>	Rundtvirke	-		-
	Kjerneved	-		14
	Ubestemt	-		1
<i>Alnus sp.</i>	Rundtvirke	-		2
	Kjerneved	2		1
	Ubestemt	1		2
<i>Corylus avellana</i>	Rundtvirke	-		2
	Kjerneved	-		3

		2020/77-	4	8
		Grop 953		
		Dybde	25-30	0-5
	Ubestemt	-		4
<i>Corylus/ Alnus</i>	Rundtvirke	-		2
	Kjerneved	-		4
	Ubestemt	-		3
Maloideae	Rundtvirke	-		1
<i>Pinus sp.</i>	Rundtvirke	-		-
	Kjerneved	14		2
Bartre	Kjerneved	8		-
	Ubestemt	2		1
Ubestemt	Ubestemt	2		-

Grop 617

Gropen var 68 x 94 cm stor og oval i plan . Den var 27 cm dyp med ujevn nedgraving og bunn.

Strukturen ble tømt for masse og framstod da som mer rektangulær i form. Massene var mørk grå til svart og inneholdt mye kull(fig.15). Det ble funnet 300 gr smieslagg og ovnslagg i gropen og den ble i felt tolket som en avfallsgrop, evnt del av avfallslaget mot elven.

Metallurgiske analyser vider derimot at det trolig er i denne gropen stokken til amboltsteinen har stått på et tidspunkt. Avfallet i gropen kan tilskrives at bruken har endret seg over tid.



Figur 15: Grop 617 i profil. Tatt mot N. Foto:Am.

Prøve 7, fra grop 617, inneholdte ett frø av *Rumex acetosa* (småsyre) i tillegg til noen få forkullede lyngfragmenter. Prøven inneholdte trekullfragmenter av flere taksoner. Bjørk, or, hassel, furu og Maloideae-gruppa ble observert i tillegg til. eik og ask.

Det ble tatt en prøve av gropen og denne ble datert til etter-reformatorisk tid. Dateringen må tilskrives innblanding av et yngre material. Det ble ikke prioritert å sende inn en ny prøve til datering.

Tabell 5: Resultat fra trekullanalysen av grop 617.

	2020/77-	7
	Strukturnr.	617
	Strukturtype	Grop
<i>Quercus</i> sp.	Kjerneved	1
<i>Fraxinus excelsior</i>	Rundtvirke	1
	Kjerneved	1
<i>Betula</i> sp.	Kjerneved	10
	Ubestemt	-
<i>Alnus</i> sp.	Rundtvirke	-
	Kjerneved	6
	Ubestemt	-
<i>Corylus avellana</i>	Rundtvirke	-
	Kjerneved	1

	2020/77-	7
	Strukturnr.	617
	Strukturtype	Grop
<i>Corylus/ Alnus</i>	Rundtvirke	-
	Kjerneved	1
	Ubestemt	2
<i>Prunus</i> sp.	Kjerneved	-
Maloideae	Kjerneved	1
<i>Pinus</i> sp.	Rundtvirke	2
	Kjerneved	4
	Ubestemt	-
Bark	-	2
Ubestemt	Ubestemt	1

Grop 723

Gropen var en 20 cm dyp forsenkning som inneholdt store steiner. I plan var den 70 x 100 cm stor fylt me sløs gråbrun grus. I den vestlige enden var en stein med en 20 x 30 cm stor flat overflate (fig.16). På overflaten kunne det anes bruksspor og steinen ble i felt tolket som en mulig amboltstein. Det ble påvist magnetisk materiale i felt og det ble derfor tatt ut 3 ekstra prøver.

Gropen tolkes som å være rester etter en liten oppmuring i forbindelse med metallbearbeiding og ligger inntil bunnresten av det som er tolket som ildkilden i smien.



Figur 16: Grop med mulig amboltstein i forgrunnen. Tatt mot Ø. Foto: Am

De metallurgiske analysene støtter ikke tolkningen i felt om at dette var gropen til en ambolt. Gropen må derfor heller sees som fundament for en konstruksjon i tilknytning til essen, eksempelvis fundamentet til en vanntønne.

4.4 Ildsted/esse

Struktur 1050 var 86 x 113 cm stor og avlangt i plan (fig.18). Den var 12 cm dyp med flat bunn. Det ble observert skjørbrent stein som kan ha vært del av konstruksjonen. Ildstedet er avgrenset av jordfast stein. Fyllmassen bestod av siltig sand med mye kull. Det ble kun observert en fyllmasse, men avsetningene av denne massen tyder på flere brenningsfaser (fig.19).



Figur 17: Plantegning med ildstedet/essen framhevet.



Figur 18: Ildsted/esse 1050 i plan. Tatt mot V. Foto:Am.



Figur 19: Ildsted/esse 1050 i profil. Tatt mot NV. Foto:Am.

I prøve 13, fra ildsted 1050, ble det funnet ett uidentifiserbart kornfragment i tillegg til trekull (inkludert barkfragmenter). Prøven hadde mindre variert taksonsammensetning i trekullet enn i de øvrige prøvene, inkludert eik, or, furu og bjørk.

Det ble datert en prøve til 1291-1389 e.Kr. Ildsted 1050 tilsvarer RFK S 1.3.2 som ble datert til 1452-1631 e.Kr. på en prøve tatt i toppen av laget.

Tabell 6: Resultat fra trekullanalysen av 1050.

	2020/77-	13		2020/77-	13
	Strukturnr.	1050		Strukturnr.	1050
	Strukturtype	Ildsted		Strukturtype	Ildsted
<i>Quercus sp.</i>	Kjerneved	2	<i>Corylus/ Alnus</i>	Rundtvirke	-
<i>Fraxinus excelsior</i>	Rundtvirke	-		Kjerneved	4
	Kjerneved	-		Ubestemt	1
<i>Betula sp.</i>	Kjerneved	3	<i>Prunus sp.</i>	Kjerneved	-
	Ubestemt	-	Maloideae	Kjerneved	-
<i>Alnus sp.</i>	Rundtvirke	2	<i>Pinus sp.</i>	Rundtvirke	-
	Kjerneved	12		Kjerneved	6
	Ubestemt	3		Ubestemt	14
<i>Corylus avellana</i>	Rundtvirke	-	Bark	-	2
	Kjerneved	-	Ubestemt	Ubestemt	1

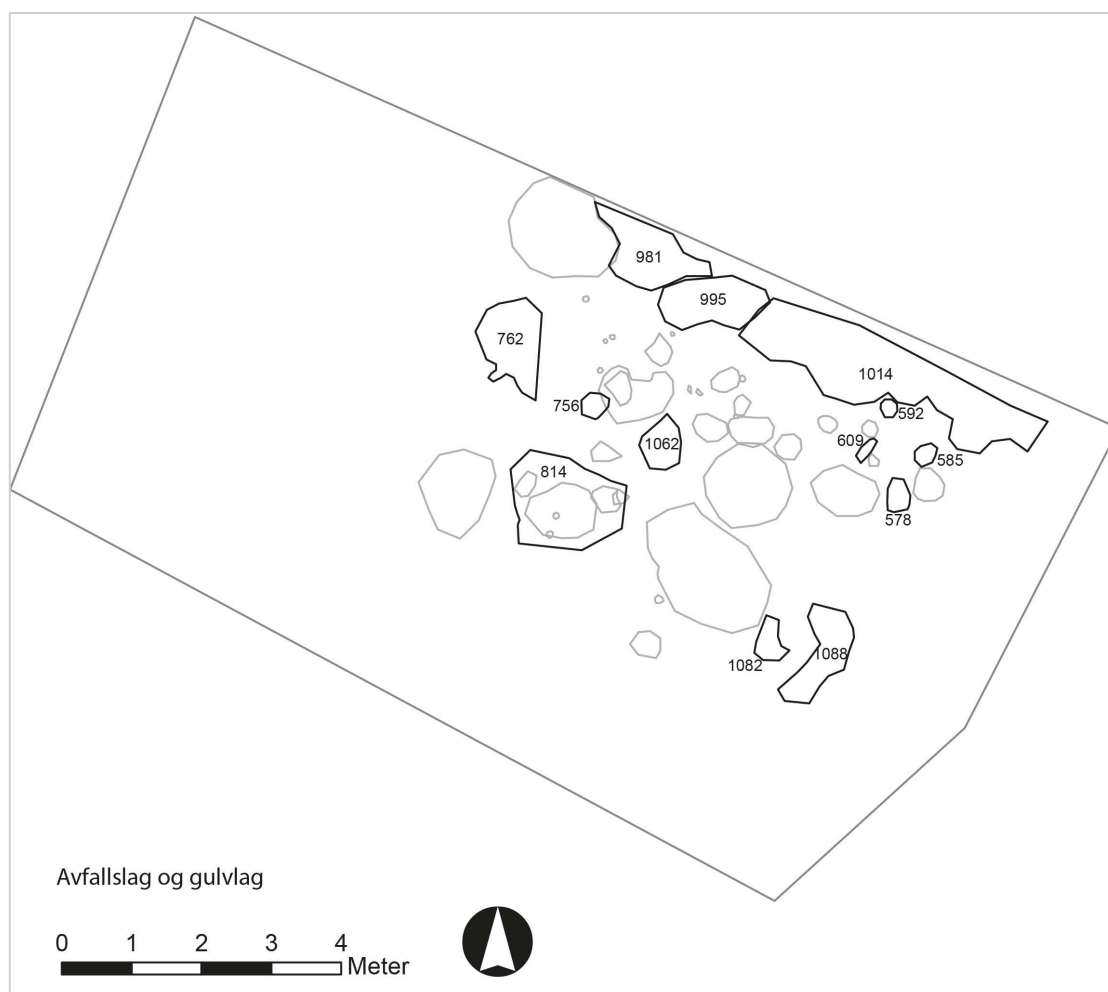
4.5 Avfallslag

I den nordlige kanten av feltet ble det påvist lag tolkes som avfallslag (fig.21). De ble målt inn som tre lag (981,995 og 1014) da det var svake fargeforskjeller i plan men ved graving viste de seg å være del av samme lag. Lagene lå sørøst for grop 953 hadde en utstrekning på 7 m. det er mulig at laget har strukket seg lenger sørøst men var i denne enden forstyrret av lag fra etableringen av broen over elven. Lagene fortsatte mot elven og undersøkelsene viser at skråningen mot elven begynner på dette punktet. Lagene var mørk brune til svarte, inneholdt små biter skjørbrønt stein, kull og 134 gr. smieslagg.

Det ble ikke tatt prøver av lagene da det var stor sammenblanding med overliggende lag (fig.20).



Figur 20: Foto av utsnitt av nordlige profilkant. Avfallslaget tydelig som ev sart linse i bunn. Tatt mot N. Foto: Am.



Figur 21: Plankart med avfalls- og gulvlag framhevet.

4.6 Gulvlag

Det ble målt inn lag tolkes som rester etter gulvet i smien; lag 578,585,592,609,762, 814,1062, 1082,1088 (fig.21).

Lagene varierte i størrelse, fremstod som naturlig deponert og inneholdt avfall fra smievirksomheten, dvs. kull, skjorbrent stein, smieslagg og magnetisk materiale.

Det ble tatt ut jordprøve fra lag 1062 hvor det ble funnet 4 slagfragmenter og 4 hammerskall. (kap.6).

Det ble analysert tre prøver fra lag og lagrester: prøve 1 fra lag 814, prøve 3 fra lag 762 og prøve 14 fra lag 1062. Alle tre prøvene inneholdte forkullede frø av *Rubus idaeus* (bringebær), sammen med lyngfragmenter i prøve 1, ett frø av grasfamilien i prøve 3, og ett uidentifiserbart korn og ett frø av *Viola* sp. (fiolslekta) i prøve 14.

Prøve 14 fra lagrest 1062 inneholdte relativt lite trekull inkludert fragmenter av kjerneved av bjørk, or og furu. Bjørk var også dominerende i prøve 3 fra lag 762 (fig.22) men her ble det funnet både kjerneved- og rundvirkefragmenter. Andre taksoner var ganske sjeldne men inkluderte or, hassel, Maloideae-gruppa og furu. Disse taksonene ble også identifisert i prøve 1 fra lag 814. Bjørk dominerte fortsatt men fordeling mellom taksonene var mer jevn enn i prøve 3.

Det ble også notert ett fragment av rundtvirke av einer i prøve 1, noe som ble ikke identifisert i noen av de andre prøvene fra lokaliteten. Resultat av trekullanalyse fra lag vises i 7.

Lag 762 ble datert til 1170-1223 e.Kr.

Tabell 7: Resultat fra trekullanalysen av lagene 814,762 og 1062..

	2020/77-	1	3	14
	Strukturnr.	814	762	1062
<i>Fraxinus excelsior</i>	Rundtvirke	1	-	-
	Kjerneved	4	-	-
	Ubestemt	2	-	-
<i>Betula sp.</i>	Rundtvirke	1	14	-
	Kjerneved	13	16	8
	Ubestemt	2	4	3
<i>Alnus sp.</i>	Rundtvirke	-	1	-
	Kjerneved	1	5	1
<i>Corylus avellana</i>	Kjerneved	1	3	-
	Ubestemt	1	-	-
<i>Corylus/ Alnus</i>	Rundtvirke	-	2	-
	Kjerneved	1	-	4
	Ubestemt	4	-	-
Maloideae	Rundtvirke	4	-	-
	Kjerneved	1	2	-
	Ubestemt	2	-	-
<i>Pinus sp.</i>	Kjerneved	4	2	1
	Ubestemt	4	-	-
<i>Juniperus communis</i>	Rundtvirke	1	-	-
Bark	-	-	1	3
Ubestemt	Kjerneved	2	-	-
	Ubestemt	1	-	4



Figur 22: Lag 762 i profil. Tatt mot V. Foto:Am.

5.0 Funn, S14335

Det ble gjort få funn på lokaliteten og de fleste kan karakteriseres som mikroarkeologisk materiale.

Det eneste gjenstandsfunnet var et leirkarskår av importert gods funnet i grop 500 (se fig.10).

Leirkarskåret var et 1,8 x 3 cm stort bukskår. 0,4 cm tykt. Det var av dreiet oransje gods med rester etter lys glasur. Det kunne ses rester etter 5 parallelle linjer med små rektangler som er laget ved hjelp av rulledekor. Skåret er fra et importert kar, trolig fra England (V. Dermuth/Am pers, kom.).

De øvrige funnene bestod av slagg og forglasset leire (smieslagg). Disse diskuteres i kapittel 6.

I tabell under er en oversikt over funntype og mengde fra de ulike strukturene. Denne funnlisten inkluderer ikke de mikroarkeologiske funnene som ble gjort i jordprøvene.

Fnr.	Gjenstand	Struktur	Kontekst	Antall	Vekt
1	Leirkar	A500	Grop, 5 cm dybde	1	Ikke veid
2	Slagg	AG953	grop		22,5 gr.
3	Slagg	AS654	stolpe		16 gr
4	Slagg	AL578	Lag		6,7 gr
5	Slagg	AL1014	kulturlag		134 gr
6	Slagg	A500	Grop		130 gr.
7	Slagg	AG617	Grop		300 gr.

6.0 NATURVITENSKAPELIGE ANALYSER

6.1 Makrofossilanalyser

Det ble utført både makrofossilanalyse (dvs. analyse av planterester inkludert frø, frukter og nøtteskall) og trekullanalyse på materialet fra makrofossilprøvene fra Aurdal. Prøvene ble samlet inn for å bidra til tolkning av lokaliteten innenfor prosjektets overordnede problemstillinger, særlig med tanke på å belyse metallarbeidets karakter og mønster innenfor ressursbruk tilknyttet smiing og/eller jernvinne. Makrofossilanalysen kan også fortelle oss om vegetasjon og arealbruk på lokaliteten, identifisere aktivitetsområder i hus, og påvise utnyttelse av ulike nyttevekster i fortida.

De alle fleste prøvene inneholdte kun få forkullede makrofossiler, og i prøver 2, 5, 9, 11 og 15 ble det ikke funnet noen makrofossiler utenom trekullbiter. I flere prøver ble det funnet avfall fra metallarbeid inkludert slagfragmenter og sfærisk glødeskall. Derimot i mange prøver ble det også påvist tegn på moderne forstyrrelse av de arkeologiske lagene f.eks. rotfilt, insekterester og meitemark-kokonger. Uforkullede frø ble også funnet i mange prøvene, og artene *Montia fontana* (kildeurt) og *Chenopodium album* (meldestokk) især ble identifisert i store mengder i de fleste prøvene. Siden bevaringsforholdene på lokaliteten er generelt for oksygenrike for å bevare uforkullet arkeologisk plantemateriale tolkes disse frø som intrusivt moderne materiale som diskuteres ikke videre. Kildeurt især liker fuktige voksesteder og er ikke uventet siden lokaliteten ligger red ved en bekk. Unntaket er prøve 4, som ble tatt fra en vannmettet fyll i grop 953 som tolkes som nedbrutt torv. Uforkullede makrofossiler herfra kan være arkeologiske og er diskutert videre nedenfor. Oversikt over prøvedetaljer og observasjoner gjort under sortering vises i og identifikasjoner av forkullede og uforkullede makrofossiler vises i vedlegg til rapporten.

Siden det ble funnet så få forkullede makrofossiler i prøvene er det ikke så mye informasjon som kan fås ut av analysen. Tilstedeværelsen av korn og kornfragmenter indikerer at det ble spist og/eller dyrket korn på lokaliteten, men nærmere detaljer ikke er påvist. Både småsyre og linbendel, som ble funnet i stolpehull 627, er vanlige åkergress i sørvest-Norge (Jensen 2012) og kan tolkes som tegn på korndyrking og/eller kornbehandling i lokalitetens nærhet. Frø av grasfamilien, starr og fiol kan tyder på tilstedeværelsen av (evt. fuktig) gress- eller beitemark nær lokaliteten, og utnyttelse av lyngheier påvises av forkullede lyngfragmenter i flere prøver.

Derimot, det ble funnet veldig lave antall makrofossiler og de alle fleste ble funnet i strukturer eller lag som ikke er ildproduserende. Dette betyr at makrofossilene ikke har en sikker forbindelse med strukturene og kan lett ha gått inn i det arkeologiske materialet ved uhell. Makrofossiler fra lagene 762, 814 og 1062 kan representere rester etter brent materiale som ble spredt over gulvet for å forhindre lukt og fuktighet (jf. Milek 2012). Det ble funnet bringebærfrø i alle disse prøvene. Bringebærfrø er svært vanlige på arkeologiske lokaliteter i Rogaland, noe som indikerer at bringebær har vært en del av kostholdet gjennom hele forhistoria.

Prøve 4, fra torvlegging i bunnen av grop 953, påviste at torva var svært nedbrutt og inneholdte ingen identifiserbare rester etter blad eller stengler. Ett relativt stort antall starrslektafrø kan indikere at torva ble tatt fra et fuktig område dersom starr vokser oftest (Mossberg & Stenberg 2018). Barkfragmenter inkludert bjørk og kvistfragmenter inkludert eik kan være rester etter materiale som ble lagret i groppen, eller materiale som ble lagt i groppen for å støtte eller beskytte kantene og bunnen.

6.2 Trekullanalyser

I alt ble det identifisert minst ni tresorter i prøvene. Noen taksoner kunne identifiseres til artsnivå inkludert *Fraxinus excelsior* (ask), *Corylus avellana* (hassel) og *Juniperus communis* (einer). Derimot ble det også funnet taksoner som ikke kan identifiseres til artsnivå på grunnlag av den mikroskopiske anatomen, for eksempel *Quercus* sp. (eik), *Betula* sp. (bjørk), *Alnus* sp. (or), *Prunus* sp. (kirsebærslakta) og *Pinus* sp. (furu) (Schweingruber, 1990; Hather, 2000). I noen tilfeller var det ikke mulig å bestemme mellom or og hassel fordi noen viktige anatomiske elementer kunne ikke observeres. Disse fragmentene er identifisert som *Corylus/Alnus* (hassel/or). Det ble også funnet trekullfragmenter som tilhører arter i Maloideae-gruppa. Gruppa består av flere arter som ikke kan skjelles fra hverandre på anatomiske basis (Schweingruber, 1990; Hather, 2000). Arter i gruppa som vokser i sørvest-Norge inkluderer *Malus sylvestris* (villeple), *Sorbus aucuparia* (rogn) og *Crataegus monogyna* (hagtorn).

Til slutt ble det funnet noen fragmenter som av et eller annet grunn kunne ikke identifiseres videre enn tilhørighet til bartrærne eller løvtrærne (noteres i tekst og tabeller som *ubestemt*). Til tross for dette var bevaring av trekullet generelt god: fragmentene viste lite overflateslitasje og sjelden hadde mineralinkresjoner som forhindret artsbestemmelse. Noen fragmenter kunne ikke bestemmes på grunn av at trekullet hadde blitt glassaktig under varmpåvirkning. Dette skjer under brenning, men prosessen er lite forstått (McParland et al., 2010), altså tilstedeværelsen av slike fragmenter ikke kan bidra til tolkning av materialet.

I følgende teksten er det brukt norske navn til trearter, med unntak av Maloideae-gruppa. Det er brukt vitenskapelige navn i tabeller. Fullstendige resultater fra trekullanalysen vises i vedlegg [6.](#)

Alle taksoner identifisert under trekullanalysen vokser i skog, i skogbryn og på hei i sørvest-Norge. De fleste identifiserte arter vokser som større busker eller trær. Unntaket er einer, som vokser oftest som lav busk på hei, fjell og beitemark, men også i skog.

Over halvparten av analyserte trekullfragmentene tilhører arter i bjørkefamilien, inkludert bjørk, or og hassel. Det vokser tre arter i bjørkeslekta i Norge: *Betula pendula* (hengebjørk), *Betula pubescens* (vanlig bjørk), og *Betula nana* (dvergbjørk) (Mossberg & Stenberg, 2018). Artene kan ikke bestemmes videre på anatomisk basis (Hather, 2000; Schweingruber, 1990), men med tanke på trekullbitenes størrelse og funnsted er det trolig at de tilhører hengebjørk eller vanlig bjørk.

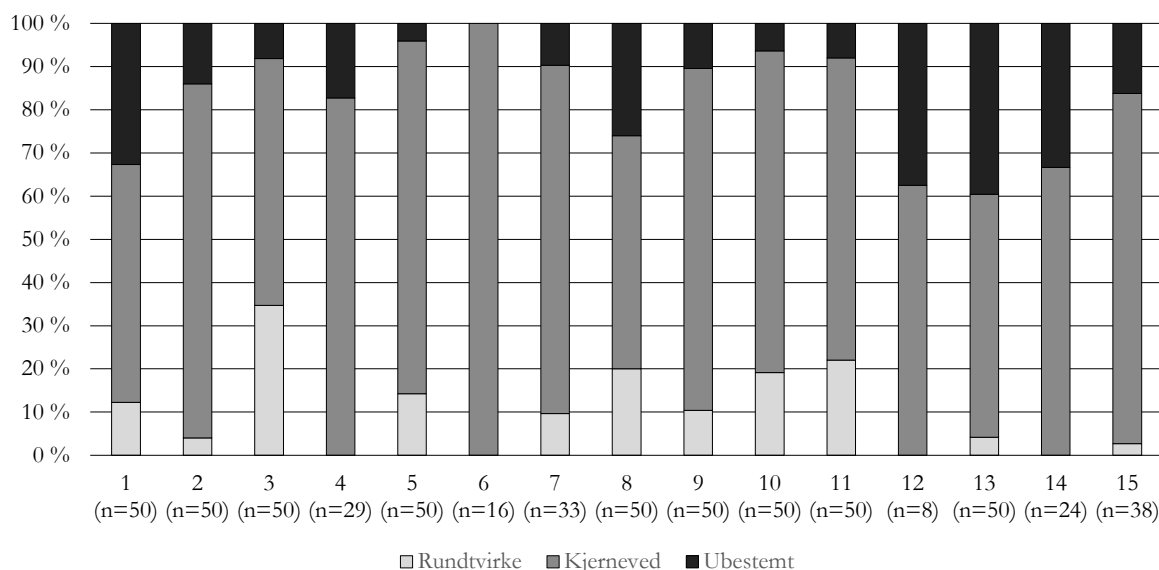
Trekullbiter som tilhører oreslekta kan representere en av to arter som vokser i Norge: *Alnus glutinosa* (svartor) and *Alnus incana* (gråor) (Mossberg & Stenberg, 2018; Tanninen et al., 1998). Hassel, som var mye sjeldnere i prøvene enn bjørk og or, har kun én ville art som vokser i Norge.

Det ble også observert minst to arter i rosefamilien i prøvene. De alle fleste prøvene inneholdte trekullbiter av Maloideae-gruppa, som inkluderer villeple, rogn og hagtorn sammen med flere andre arter som vokser ikke i Norge. Det ble også notert to trekullfragmenter av kirsebærslakta. Det finnes tre arter i kirsebærslakta som hører naturlig hjemme i sørvest-Norge: *Prunus spinosa* (slåpetorn), *P. avium* (morell) og *P. padus* (hegg). I tillegg vokser det plommetrær (*Prunus domestica*) i regionen (Mossberg & Stenberg, 2018) men når arten kom til Norge er ukjent: det er blitt funnet plommestein i grav fra vikingtid i Danmark og Norge (Nielsen & Olrik, 2000) men disse kan ha blitt importert.

Det ble også funnet trekull av eik og ask i prøvene. Det finnes to arter i eikeslekta som hører naturlig hjemme i Norge: *Quercus petraea* (vintereik) og *Quercus robur* (sommereik) (Mossberg & Stenberg 2018). *Fraxinus excelsior* er den eneste ville arten i askeslekta som vokser i Norge.

Mens de fleste taksoner funnet i prøvene er løvtrær ble det også identifisert trekull fra bartrær i form av furu og einer. Kun én art i furuslekta hører hjemme i Norge: *Pinus sylvestris* (vanlig furu eller skogfuru) som er utbredt over hele landet (Mossberg & Stenberg, 2018). Mens furu ble

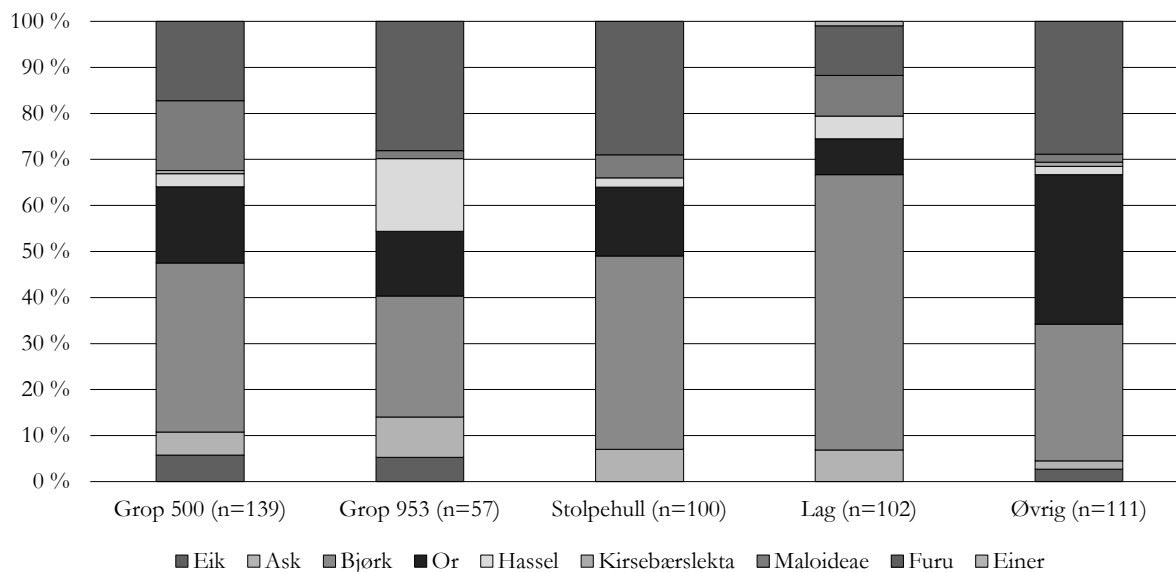
funnet i de fleste prøvene var einer sjelden og kun notert som en kvistfragment i én prøve. Uidentifiserbare bartrefragmentene fra Grop 953 er høyst trolig også av furu.



Figur 23: Forhold mellom vedtyper i alle prøvene

Som vises i fig. 23 var alle prøvene dominerte av kjerneved, dvs. trekullfragmenter der det ble ikke observert noen tydelig kurvatur i årringene. Derimot ble det også observert rundtvirke inkludert kvister i de fleste prøvene. Disse kan være rester etter opptenningsved. Under metallarbeid er det ønskelig med jevn og kontrollert varme, noe som kan oppnås av å bruke ved i biter av samme størrelse. Større vedbiter har større volum i forhold til flateinnhold, noe som gjør at veden brenner saktere og lengre. Variasjon i vedtype i f.eks. ovner kan indikere at det har fant sted ulike aktiviteter eller at (noen av) aktivitetene ikke er så avhengige av jevn og kontrollert varme.

Varmen kan også kontrolleres ved bruk av ved av samme art. Dette kan ses i jernvinneanlegg fra romertid på Sandeid, ca. syv kilometer sørøst for Aurdal. På Sandeid kunne engangs «Eg-type» ovner lett identifiseres i trekullanalysen på grunn av at de inneholdte for det meste kun ved av én art mens ildsteder og esser brukt flere ganger hadde mer variert artssammensetning (Mooney & Fyllingen, 2020). Prøvene fra Aurdal ble imidlertid for det meste ikke tatt fra ildsteder, men fra lag og groper der det har skjedd sekundær deponering av brent materiale. Ildsted 1050 også inneholdte trekullbiter av flere arter. Fig.24 viser at mens noen arter er mer hyppige i noen strukturtyper, det finnes ikke noen mønster i artssammensetningen mellom strukturer.



Figur 24: Forhold mellom taksoner i prøvene (i strukturtypegrupper). Fragmenter som ikke kunne bestemmes minst til familienivå inkluderes ikke.

Den varierte artssammensetningen i prøvene fra Aurdal gjenspeiler at smien er blitt brukt til et spekter aktiviteter med forskjellige brenselsskrav. Det er faktisk relativt få trær eller treaktige planter som vokser i Norge som ikke er representert blant trekullet fra Aurdal. Alle trearter funnet i prøvene gir god ved (Taylor, 1981; Mytting, 2012) og ville ha blitt funnet i lokalitetens omgivelser (Tanninen et al., 1998). Alt dette tyder på en brenselstrategi der ved er samlet inn fra lokalmiljøet, med fokus på tilgjengelighet fremfor art.

6.3 Samlet tolkning og diskusjon av resultatene fra makrofossil og kullanalysene

Naturvitenskapelige analyser på Aurdal ble foretatt for å belyse mønster innenfor vegetasjonshistorie og (plante-)ressursbruk. Resultatene tyder på et blandet kulturlandskap dominert av beitemark, skog og lynghei, som ble utnyttet av mennesker både til brenselssamling og til sanking av ville vekster. I tillegg til bringebær, som ble påvist i makrofossilanalysen, indikerer trekullanalysen at andre nyttevekster som eikenøtter, hasselnøtter, villepler, rognebær, slåper, moreller og einebær var tilgjengelig i lokalområdet og kan ha blitt utnyttet. Trekullanalysen tyder også på at det ble brukt et bredt spekter vedarter til brensel i smien, noe som indikerer variasjon i aktivitet. Denne variasjonen gjenspeiles i den lange brukstiden.

7.0 METALLURGISKE ANALYSER

I tillegg til jordprøver for analyse av makrofossiler ble det tatt inn mindre jordprøver med tanke på analyse av metallurgi. Sammen med restmaterialet fra makrofossilanalysene utgjorde dette 21 prøver. Sammen med 6 slaggprøver ble disse sendt til analyse ved Heimdal -archeometry i Danmark. Den fullstendige rapporten ligger som vedlegg 8.

I en smie vil hammerskall og slagggkuler/slaggfragmenter bli liggende omkring ambolten. Det er sjeldent at disse kostes bort da de rask tråkkes ned i underlaget. Den største konsentrasjonen av hammerskall og slagggkuler ble funnet i tilknytning til grop 500 og 617. Det er en spesielt stor konsentrasjon av små hammerskall og små slagggfragmenter i grop 617. Det er derfor sannsynlig at det er her amboltstokken har stått. En amboltstokk er det trestykket som selve ambolten har

vært festet i. Større slaggefragmenter er funnet primært i grop 500, og forekommer ikke i AG617. Da større slaggefragmenter først og fremst finnes i området omkring essen og det er derfor sannsynlig at grop 500 har inneholdt avfall fra essen. Smieslaget består av slag og smeltet leire som samlet seg i bunnen av essen og som jevnlig må fjernes for at man fortsatt skal ha plass til trekull og jern. Det kan også være snakk om fragmenter av essesteinen, som beskytter blåsebelgen mot varmen. Essesteinen vil oftest være tildannet fra en leireklump og vil smelte på overflaten under de høye temperaturer i essen. Den vil derfor bli ødelagt, og må skiftes ut. Analysene av smieslaget viste, at det ofte bestod av mere eller mindre smeltet leire, blandet med jernoksid fra hammerskall og aske fra trekullet. Man vil ofte finne brent og forglasset leire i forbindelse med essen i en smie. I dette tilfellet var majoriteten av den brente leiren funnet i grop AG953 mod nordvest, altså langt fra det antatte arbeidsområdet omkring essen 1050 og grop 617. Forglasset leire ble derimot funnet i grop AG617, som antas være amboltens plassering. Det er ingenting i analysen av jordprøvene som kan bekrefte at 1050 har vært essen, men det er mest sannsynlig på grunn av plasseringen i forhold til amboltgrop 617.

Det ble analysert i alt 64 hammerskall og 11 slaggekuler fra jordprøvene. Nesten alle hammerskallene hadde et høyt innhold av jernoksid, noe som betyr at de er oppstått som resultat av sekundærsmiing/forming av gjenstander.

Ved sekundærsmiing er det lite slag igjen i jernet og det kan derfor ikke dannes hammerskall. Til gjengjeld vil jernets overflate kunne reagere med luft slik at det dannes et tynt lag av nesten rent jernoksid. Dette laget er sprøtt og brekker lett ved hamringen og danne de tynne små skallene som er så karakteristisk for denne smieprosessen.

Ved primærsmiing, derimot, renses rester av utvinningslaget ut av jernet, slik at det blir egnet til å smie gjenstander av. Dette skjer ved at jernet varmes opp til om lag 1200°C i essen slik at slagget smelter. Noe av slagget drypper ned i bunnen av essen og stivner til en karakteristisk kompakt, plankonveks kake. Noe av slagget vil størkne som et lag på jernets overflate og brikke av i små flak ved smiing. Disse flakene (ammerskall) vil ha samme kjemiske sammensetning som de utvinningslagene de er dannet fra. Det ble ikke funnet hammerskall eller slaggekuler som kunne tyde på at det var foregått primærsmiing på lokaliteten.

Slaggekulene har også et høyt innhold av jernoksid. Dette er ikke vanlig da slaggekuler normalt dannes kun ved primærsmiing. I noen tilfeller kan det finne sted ved sekundærsmiingen dersom smeden er uerfaren og har overopphetet jernet. En annen mulighet er den kraftige oppvarmingen som finnes sted ved sveising. Sveisingen blir gjort ved at smeden legger to eller flere stykker jern sammen i essen og varmer kraftig opp. Når jernet er ca. 1100°C kan det smies på ambolten slik at stykkene henger sammen. Det var vanlig å drysse fin kvartssand eller brent flint (i Danmark) på jernet før det ble smidd. På denne måten ble det laget med jernoksid, som danner seg på overflaten, fjernet. Dette laget vil ellers kunne forhindre at jernet fester seg. Sanden vil, sammen med jernoksid, danne et flytende slag som blir presset ut av mellomrommet mellom jernstykkene når de hamres. Det kan derfor, under sveisingen, dannes kuler av ren jernoksid, selv om det primært dannes kuler og hammerskall av ren jernsilikat. Denne typen skall og kuler ble ikke påvist i prøvene. Det er derfor mest sannsynlig av kulene av jernoksid skyldes at smeden hadde for lite erfaring, snarere enn sveising.

Utenom hammerskallene d\fra sekundærsmiing, ble det i esse/ildsted 1050 funnet en gruppe hammerskall med svært lavt innhold av jernoksid. Det er i noen tilfeller så lavt at det snarere må dreie seg om smeltet leire. Det ser derfor ut til at jernet i essen har vært i kontakt med den smeltete leiren fra essesteinen. Et tynt lag smeltet leire har rent ut på overflaten av jernet og har reagert med det glødeskallet som allerede var dannet. Igjen kan dette forklares med at essen har vært varmet opp for mye slik at leiren har smeltet. Smeden har ikke klart å holde jernet borte fra den smeltete leiren, nok et tegn på manglende erfaring.

Det ble også analysert 15 større biter slagg og 32 mindre fragmenter av slagg. Når det gjelder de store slaggbitene er det snakk om smeltet leire med partier med større og mindre innhold av jernoksid. Det ble skilt ut 5 mer kompakte slaggbiter som kan stamme fra primærsmiing. Statistisk analyse viste at disse hadde stor likhet med smeltet leire og at det trolig er snakk om smeltet leire fra essesteinen iblandet hammerskall fra sekundærsmiing.

De små slaggbitene hadde for det meste et høyt innhold av jernoksid. Noen få er jernholdige leireklumper, men de fleste er små fragmenter og uregelmessige kuler fra overoppheting av jernet ved sekundærsmiing.

Samlet tegner dette et bilde av at smien har vært benyttet til enkel smievirksomhet hvor gjenstander ble smidd av det jernet man hadde for hånden. Det kan også være snakk om reparasjoner av verktøy. Der er ingen tegn på at man har rensset lupper i smien. Smeden har, i noen tilfeller, varmet jernet altfor kraftig opp. Dette kan skyldes mangel på erfaring eller være forsøk på å sveise stykker sammen. Om det sistenevnte er tilfelle er det ingen tegn på at flussmidler har vært anvendt (Jouttijärvi & Johansen 2020).

8.0 TOLKNING

På forsiden av rapporten er den eldste avbildningen vi har av hvordan smeden jobbet i jernalderen og første del av middelalderen. Avbildningen er hentet fra den ene portalen til Hylestad stavkirke (Valle i Setesdalen) datert til ca. 1200 e.Kr. Oppbygde esser var ikke vanlig i jernalderen. Esse i gulvhøyde var i bruk til langt inn i middelalderen og ble først på 1300- tallet erstattet av oppbygde esse hvor smeden sto og jobbet. Før den tid var essen normalt en fordypning i gulvet hvor smeden satt på knærne og jobbet (Jouttijärvi et.al. 2005: 297). På avbildningen fra Hylestad kan man se at essen ikke var murt opp, men laget av leire. Smeden sitter og jobber på en ambolt festet i et trestykke. Ambolter i jern var betydelig mindre enn dem man ha i dag. Var det behov for en større arbeidsflate tok man i bruk en stein i stedet. (ibid:299).

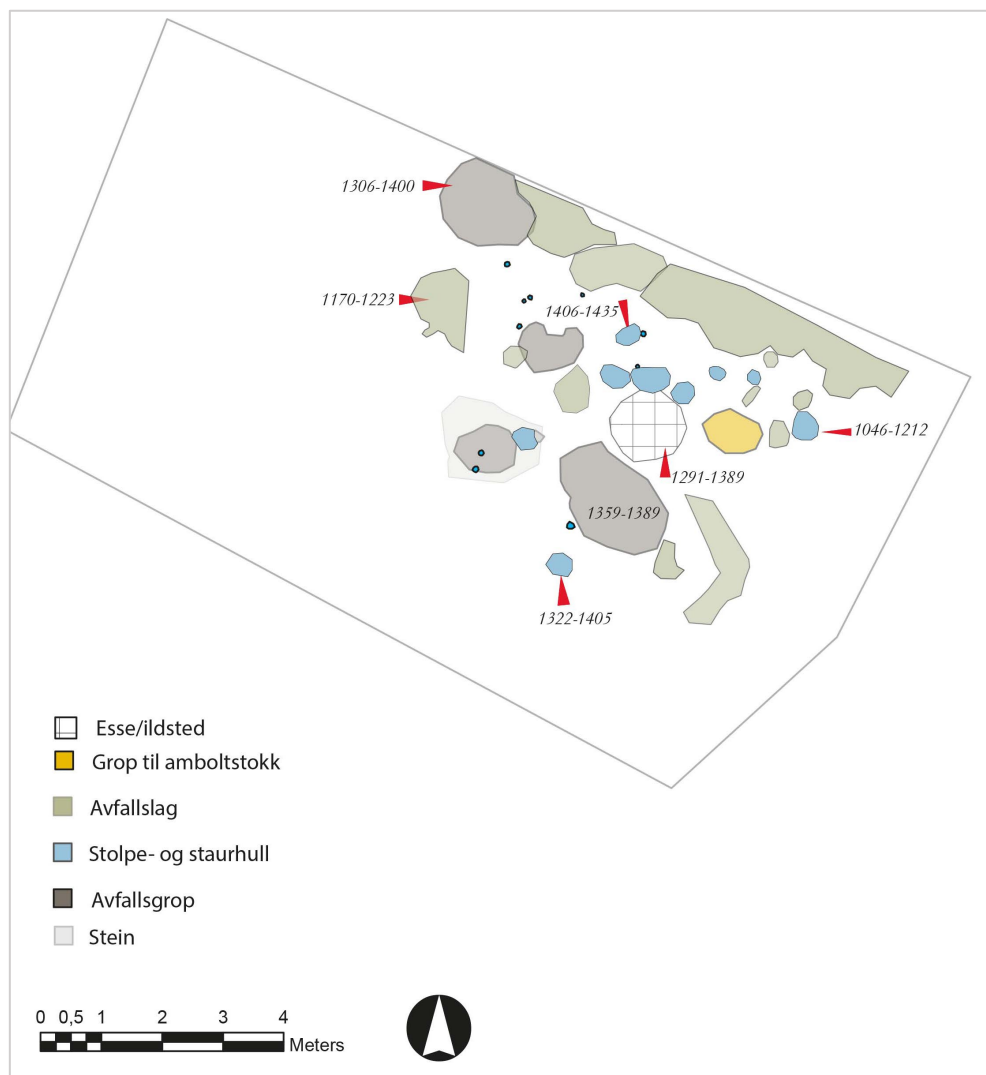
Det var trolig en smie av denne typen som var i bruk i Aurdal. Arbeidsområdet i smien har hatt en utstrekning på om lag 40 m². De få stolpehullene viser at det ikke kan ha vært snakk om en bygning med vegger, men snarere en åpen løsning med kun et overbygg. Ambolten har vært plassert på østsiden av essen (varmekilden). På vestsiden er en grop med større stein som kan ha vært fundament for tønne med vann som ble brukt for å kjøle ned jernet. Det var flere avfallsgroper rundt essen i tillegg til at avfall ser ut til å ha bli kastet ned i skråningen mot elven. Avfall er også tråkket ned i undergrunnen hvor smeden har stått og jobbet. Analysen av avfallsmaterialet tyder på at dette av vært en grovsmie, trolig anvendt til det daglige behovet for vedlikehold av utstyr brukt på gårdene i området. Avfallsmaterielt tyder også på at smeden ikke har hatt den alle beste kunnskapen om håndverket som ble utført. Mangelen på avfall fra primærsmiing tyder på at jernet ikke ble smeltet ned her.

Analysene av makrofossiler og trekull viser til at dette ikke har vært et bolighus. Det ble funnet svært få makrofossiler, men derimot et mangfold av tre-arter. Den varierte artssammensetningen gjenspeiler bruk i aktiviteter med forskjellige brenselkrav. Mangfoldet i artene tyder på en brenselstrategi det fokuset har vært mer på tilgjengelighet framfor art.

Dateringene tyder på en kontinuerlig bruk fra om lag 1100 til 1400 e.Kr. (fig.25). Langvarig tidsbruk for etablerte smier er ikke uvanlig i denne perioden. Gården ligger ved det gamle veifaret mellom Aurdal og Sandeid og overfarten her har nok ført til at reisende også har hatt behov for

smedenes assistanse. Det er også interessant å merke seg at dateringen tilsier at smien var i bruk også etter Svartedauen, noe som i et historisk perspektiv tilsier at gårdene her ikke ble fraflyttet.

Funnet av et leirkarskår av gods fra England viser at også gårdene inne i fjordområdene har hatt tilgang til importvarer. Handel med importvarer i rurale strøk er dårlig kartlagt så det er ikke mulig å si hvilke handelsveier karet har kommet fra.



Figur 25: Digital plantegning med tolkning av de innmålte strukturene samt 14C dateringefig.

9.0 PROSJEKTEVALUERING

Restene etter smien i Aurdal er den første i sitt slag som er undersøkt i Rogaland. Selve lokalitetsflaten er så beskjeden at den fort kunne vært forbigått ved en registrering. Årsaken til at det ble lagt en registreringssjakt nettopp på dette stedet er at det var registrert som funnsted for en vikingtids øks. Hvorvidt den øksen var funnet på dette stedet, eller ikke, vet vi ikke med sikkerhet. Det er flere markante gravhauger på gården og det er sannsynlig at øksen stammer fra en av disse haugene.

Sporene etter smien skiller seg ikke ut fra spor etter forhistorisk aktivitet som eksempelvis bosetningsspor og det er kun dateringen som kunne tilsi at denne er fra middelalderen. Det er undersøkt middelalder smier i rurale strøk både lenger nord på Vestlandet og på Østlandet som viser mange likhetstrekk med den i Aurdal (Aanderaa & Bruen Olsen 2013). Det kan derfor se ut til at jernalderens byggetradisjoner har holdt seg langt inn i middelalderen, i alle fall i mer rurale strøk.

Analysene av jordprøvene viste seg å være svært nyttig for å svare på hvilken type smie (grov eller fin) dette har vært og når den var i bruk. Undersøkelsene av id 72603 har gitt bedre resultater enn man skulle kunne forvente på en lokalitet med så beskjedent omfang.

10.0 LITTERATURLISTE

- Aanderaa, F. og Bruen Olsen, A. (2013). Arkeologiske sikringsundersøkelser av smieanlegg fra middelalderen og førromerske dyrkingslag på Finnegården gnr/bnr 43/1, Voss kommune, Hordaland. Arkeologisk rapport. Seksjon for ytre kultuminnevern, Universitetsmuseet I Bergen.
- Anderberg, A.-L. (1994). Atlas of seeds and small fruits from Northwest-European plant species: Part 4. Resedaceae – Umbelliferae. Naturhistoriska riksmuseet.
- Beijerinck, W. (1947). Zadenatlas der Nederlandsche Flora. Wageningen.
- Berggren, G. (1969). Atlas of seeds and small fruits of Northwest-European plant species: Part 2. Cyperaceae. Swedish Natural Science Research Council.
- Berggren, G. (1981). Atlas of seeds and small fruits of Northwest-European plant species: Part 3. Salicaceae – Cruciferae. Swedish Natural Science Research Council.
- Bertsch, K. (1941). Früchte und Samen: ein Bestimmungsbuch zur Pflanzenkunde der vorgeschichtlichen Zeit. Handbücher der praktischen vorgeschichtsforschung. F. Enke.
- Beta Analytic. (2017). Sample Selection and Size Recommendations. <http://www.radiocarbon.com/required-carbon-dating-sample-sizes.htm>
- Cappers, R.T.J., Bekker, R.M. & Jans, J.E.A. (2006). Digitale Zadenatlas van Nederland. Barkhuis.
- Dombrovskaya, A.V., Korenyeva, M.M. & Turemnov, S.M. (1959). Atlas of the Plant Remains Occurring in Peat. Nauka.
- Espelund, A. 2013 The evidence and the secrets of ancient bloomer ironmaking in Norway – with an extension to the beginning of the industrial period, Arketype Forlag, Trondheim.
- Hather, J.G. (2000). The Identification of the Northern European Woods. A guide for archaeologists and conservators. Routledge.
- Haugen, H. & Diinhoff, S. (2010). Arkeologiske undersøkelser på Tystad gnr/bnr 64/5 Gloppen kommune, Sogn og Fjordane. Arkeologisk rapport. Seksjon for ytre kultuminnevern, Universitetsmuseet I Bergen
- Jacomet, S. (2006). Identification of cereal remains from archaeological sites. Archaeobotany lab, IPAS, Basel University.
- Jensen, C.E. (2012). Åkergraset. Frå haug ok heiðni, 2012, 3, 42-49.
- Jouttijärvi, A. og Johansen, P. (2020). Slagger og smedeaffald fra Vindafjord i Rogaland. Heimdal-archaeometry. Report 21-23.

- Katz, N.Ya., Katz, S.V. & Kipiani, M.G. (1965). Atlas and keys of fruits and seeds occurring in the Quaternary deposits of the USSR. Nauka.
- Katz, N.Ya., Katz, S.V. & Skobeyeva, E.I. (1977). Atlas of Plant Remains in Peat. Nedra.
- Korsmo, E., Videm, T. & Fykse, H. (1981). Korsmos ugrasplansjer. Landbruksforlaget.
- McParland, L.C., Collinson, M.E., Scott, A.C., Campbell, G. & Veal, R. (2010). Is vitrification in charcoal a result of high temperature burning of wood? *Journal of Archaeological Science*, 37(10), 2679-2687.
- Milek, K.B. (2012). Floor formation processes and the interpretation of site activity areas: An ethnoarchaeological study of turf buildings at Thverá, northeast Iceland. *Journal of Anthropological Archaeology*, 31, 119-137.
- Mooney, D.E. & Fyllingen, H. (2020). Brenselsstrategi i yngre romertids jernfremstilling. En case-study i skogsutnyttelse og bruk av brensel fra Sandeid, Vindafjord kommune, Rogaland. *In Situ Archaeologica*, 14, 145-158.
- Mossberg, B. & Stenberg, L. (2018). *Gyldendals Store Nordiske Flora*. Gyldendal Norsk Forlag.
- Mytting, L. (2012). *Hel ved*. 3. utg. Oslo: Kagge forlag.
- Neef, R., Cappers, R.T.J., Bekker, R.M., Boulous, L., Dinies, M., Ertuğ, Z.F., Keller, N., Lahitte, M., Meulenbeld, G.J. & Zhu, Y.P. (2012). *Digital Atlas of Economic Plants in Archaeology*. Barkhuis & Groningen University Library.
- Nielsen, J. & Olrik, D.C. (2000). Vilde og „halvtamme” blommer i Danmark. *Dansk Dendrologisk Aarskrift*, 18, 5-30.
- Schweingruber, F.H. (1990). *Anatomie Europäischer Holzer – Anatomy of European Woods*. Haupt.
- Schoch, W., Heller, I., Schweingruber, F.H. & Kienast, F. (2004). *Wood anatomy of central European Species*. www.woodanatomy.ch.
- Svensson, J. 2019 Arkeologisk registrering. Bygging av landbruksvei på Aurdal, Øvre Vats. Gnr . 124 bnr .1, Vindafjord kommune. Rapport 43, 2019. Rogaland fylkeskommune. Seksjon for kulturarv, Kulturavdelingen
- Tanninen, T., Storrank, B., Haugan, I. Møller, P.F., Löfgren, R., Thorsteinsson, I. & Ragnarsson, H. (1998). *Natural Woodlands in the Nordic Countries*. Nordic Council of Ministers.
- Taylor, M. (1981). *Wood in Archaeology*. Shire.
- Williams, D. (1973). Flotation at Siraf. *Antiquity*, 47(188), 288-292.

VEDLEGG

1. Strukturliste
2. Katalogtekst
3. Naturvitenskapelig prøveliste
4. Makrofossilanalyse telleskjema og sortering i tabell
5. Kullanalyser – identifikasjon i tabell
6. Trekullanalyser i tabell
7. ^{14}C liste over prøver, resultat og lab.nr.
8. Rapport fra Heimdal-archaeometry

723	Grop	ujevn		70	100	20	ujevn			grus		Ujevn struktur med store stein. Fylt med gråbrun løsgus. Tømt for masse. Ved gjennomgang med magnet ble det funnet glødeskall. 2 prøver tatt ut. 1P919 +920 tatt utvedamboltstein. Amboltsteinen har 20x30 cm overflate.
756	Lag_kulturlag	rund	30			4				kull sand silt organisk		Liten rest av kulturlag. Mørk brun til svart, kullblandet.
762	Lag_kulturlag	oval		85	160	3	flat			organisk kull silt stein		Svart siltig masse med stein på til nevestørrelse. Tydelige kullbiter i massen. Ligger rundt jordfast stein.snittet av RFK. Prøve tatt ut. mF 3.
814	Lag_kulturlag	rektangulær		150	130	10		skrå	rett			Spettet masse. Grå,gul,svart. Svakt kullblandet. Tykkelse omslag 10 cm i kantene. Vanskelig å vurdere motmidten Iden det dukket opp en grop under. Prøve tatt og laget fjernes for å avdekke underliggende strukturer.
834	Avskrevet											
866	Avskrevet	oval		75	110	20	rund	buett	buett	humus kull leire organisk sand silt	Svartgrå	Oval form i plan. Fyllmassen inneholdt organisk masse, kull, sand, stein, leire og noko stein. I ytterkanten inneholdt mykje grus og stein. Regulær rund i profil med ein stor kilt stein midt i. Undergrunnen rundt var veldig varierende både på farge og innhold. I vest er undergrunnen lys brun med silt, i nord grus og stein, i øst siltundergrunn og stein i varierende størrelser, i sør siltundergrun med større kilte stein. Mellom dei kilte steinene og strukturen var eit område med mørk blanda masse med siltinnhold. Dette området ble snittet på light med strukturen og inneholdt organiske masser med rottent og brendt tre på botn. Dette området framstår som moderne. Strukturen verker yngre ut frå snitting. Strukturen er derfor moderne.
887	Stolpehull	rund		35	35	14	ujevn	ujevn	buett			Mørk grå, kullholdig. Svakt siltblandet grus. Har trolig sammenheng med grop 900 da stolpen ser ut til å være anlagt kant i kant.
900	Grop	oval		80	75	20	ujevn	buett	buett			Grop under lag 814. Massen lik som i topp. Mørk grå, lys grå spettet med gul sand. Myke masser . Er trolig en lagergrop som har stått åpen og fylt seg naturlig .
911	Avskrevet											Tolkning:
923	Stolpehull	rund		55	50	32	spiss	skrå	rett			Først antatt å være moderne da det ble funnet fajanse på 15 cm dybde. Dette viste seg å være en moderne forstyrrelse, mulig et steinopptrekk. Fyllmasse øverste 15 cm ellers var mørk grå kullblandet. 15 - 32 cm går nedgravningen inn mot øst og massene blir brunlige. Mulig stolpehull i bunn med liten grop i topp.
933	Stolpehull	oval		37	48	3	flat	skrå	ujevn	grus sand silt kull leire	Mørk gråbrun	Grunt stolpehull med mulig bunnskoning på jordfast setin. Ødelagt av steinopptrekk (skoning?) i øst. Medium til mørk gråbrun silig sand med enkelte kullbiter.
942	Avskrevet											
948	Staurhull	rund	10			9	ujevn	rett	rett	silt sand grus	Gråbrun	Rund staurhull med rette sider nord for 23
953	Grop	ujevn		120	160	44	ujevn	rett	rett			Tydelig nedskjæring i undergrunnen. 10-17 cm i topp med mørk grå grusblandet masse. Deretter 22 cm med samme masse iblandet lys leireblandet silt og nedbrutt organisk materialet.11 cm i bunn med brun organisk masse som ser ut som nedbrutt torv. Små flekker med kull spores helt til bunn. Massene er mye og løse og slipper tak i nedgraving. Prøve tatt i topp 5 cm og av organisk lag på 25-30 cm. Funn av smieslagg i øverste 5 cm i østlige halvdel. Utstikker i østlige del med nedgraving 50 cm i diam,30 cm dyp Profil etablert mot vest. Deretter 1/4 profil mot nord. Begge er fotografert. Profil mot nord tegnet. Tolkning: lagergrop el. Torvlagt i bunn.
981	Lag_kulturlag											
995	Lag_kulturlag					10						10cm med deponerte masser.kraftig kullblandet silt og skjorbrentstein. Ligger over lysbrun silt. Trolig del av lag 1040
1014	Lag_kulturlag	ujevn		80	400	26	ujevn					Utkastlag. Massen er sammenblandet og varierer fra mørk grå kullblander til lys brun siltig. I enkelte deler av laget er det skjorbrent stein. Funn av slagg. Laget er dokumentert i profil. Fortsetter ut over feltets avgrensning i retning elven.
1050	Ildsted	ujevn		86	113	12	flat	skrå	skrå	silt kull	Svart	Bunnrest av ildsted. Avlangt i plan orientert NV-SØ. Midtre del av ildstedet er 30 cm bredt. Funn av 1 bit slagg i den sørlige enden. Inneholdt skjorbrent stein som kan være del av en konstruksjon. Ildstedet er avgrenset av jordfast stein. Fyllmassen var svart siltig sand, mye trekull. .Det ble kun observert en fyllmasse men avsetninger av denne massen tyder på flere faser med brenning.
1062	Lag	oval		39	77	9	flat	skrå	skrå	silt sand grus kull	Brunsvart	Rest av kulturlag. Ujevn oval i plan. Fyllmassen bestod av fast mørk brun og svart siltig sand.
1075	Stolpehull	rund		40	43	15	flat	rett	rett			Tydelig Stolpehull. Mørke grå, kullholdig masser iblandetgul sand. Massene er myke, sand og siltholdig. Stolpehullet går ned til sur.
1082	Lag_kulturlag			40	45	2						Liten rest av kulturlag. Kullblandet grus
1088	Lag_kulturlag	ujevn		30	140	2						Område med restavfall kulturlag,svart,kullblandet grus

VEDLEGG 2

S14335/1-4

Produksjonsplass fra middelalder fra AURDAL (124/1), VINDAFJORD K., ROGALAND.

1) Leirkar . Gjenstandsdeler: buk.

1,8 x 3 cm stort skår. 0,4 cm tykt. Oransje gods med rester etter lys glasur. Dekoret med rullestempel. Rester etter 5 parallelle linjer med små rektangler. Importert kar, trolig fra England.

Funnet i avfallsgrop 500 .Gropen er 14C datert til 1359-1389 e.Kr.

2) Slagg , var. smieslagg.

Omlag 600 gram smieslagg og forglasset leire fordelt på seks funnkontekster. Sendt til Heimdal-archaeometry for analyse. Analyseresultatene i egen rapport samt som vedlegg i den arkeologiske rapporten.

Vekt: 600 gr. gram.

Fnr. 2 i grop 953 (22.5 gr.).Fnr. 3 i stolpe953 (16 gr.). Fnr. 4 i lag 578 (6,7 gr.). Fnr.5 i lag 1014 (134 gr.). Fnr.6 i grop 500(130 gr.). Fnr.7 i grop 617 (300 gr.).Ved katalogisering var materialet ikke returnert til Am.

3) Makrofossilprøve . Antall: 15.

Femten makrofossilprøver. Samtlige er analysert. Retsmaterialet sendt til Heimdal-archaeometry for analyse.

Nat.vit.2020/77-1-15. Prøvene 3-7, 11,13,15 er 14Cdatert. TRa-16647-16654.

4) Jordprøve . Antall: 7.

Syv jordprøver tatt for metallurgisk analyse. Samtlige analysert ved Heimdal-archaeometry.

Nat.vit. 2020/77-16-22.

Funnomstendighet: Arkeologisk utgravning Undersøkt i forbindelse med bygging av ny vei ut til v\innmarksbeite samt ny bro over elven. Det ble åpnet et 100 m2 stort areal hvor det ble påvist rester etter en grovsmie datert til høymiddelalderen.

Orienteringsoppgave: Lokaliteten ligger i dyrka mark ved bredden Aurdalselva like ved gårdstunet.

Kartreferanse/-koordinater: Projeksjon: EU89-UTM; Sone 32, N: 6606980, Ø: 314789.

LokalitetsID: 72603.

Funnet av: Hilde Fyllingen.

Funnår: 2020.

Katalogisert av: Hilde Fyllingen.

VEDLEGG 3

AM nat .vit. j. nr. 2020/77				Prosjekt : Aurdal		GNR.: 124	BNR. : 1	Kommune: Vindafjord	
Prøve nr.	Prøve type	Anlegg nr.	Type anlegg	IntrasisID prøvepunkt	Djup under overflate (cm)	Sediment/ materiale	Innsamlet dato/ signatur	Merknader	
1	Makro	A814	Lag	1PM918	0-5	-	08/10/2020 HF	-	
2	Makro	A500	Grop	1PM921	5 - 15 cm	Mørkbrun, kullholdig siltlag i N-del av østre grop	08/10/2020 DEM	-	
3	Makro	AL762	Lag	1PM922	0-3	-	08/10/2020 HF	-	
4	Makro	AG953	Grop	1PM1010	25-30	Organisk	12/10/2020 HF	Floteres på lab	
5	Makro	AS654	Stolpehull	1PM1011	0-14	-	12/10/2020 HF	-	
6	Makro	AS571	Stolpehull	1PM1012	0-10	-	12/10/2020 HF	-	
7	Makro	AG617	Grop	1PM1013	0-16	Organisk, kullholdig	12/10/2020 DEM	-	
8	Makro	AG953	Grop	1PM1040	0-5	-	12/10/2020 HF	-	
9	Makro	AG900	Grop	1PM1041	8-10	-	12/10/2020 HF	-	
10	Makro	A500	Grop	1PM1071	5-15	Grop 3/L7 kullholdig silt	13/10/2020 DEM	-	
11	Makro	A500	Grop	1P1072	17-26	Grop 1/L3 kullholdig siltig sand	13/10/2020 DEM	-	
12	Makro	A 627	Stolpehull	1PM1073	0-8	-	13/10/2020 HF	-	
13	Makro	A1050	Ildsted	1PM1103	0-9	Kullholdig, siltig sand	14/10/2020 DEM	-	
14	Makro	A1062	Lag	1PM1104	0-6	Kullholdig, siltig sand	14/10/2020 DEM	-	
15	Makro	AS1075	Stolpehull	1PM1110	0-10	-	15/10/2020 HF	-	
16	Metallurgi	A1050	Ildsted	1P1107	-	-	14/10/2020 DEM	-	
17	Metallurgi	A1062	Lag	1P1108	-	-	14/10/2020 DEM	-	
18	Metallurgi	AL762	Lag	-	-	-	14/10/2020 DEM	-	
19	Metallurgi	A723	Grop med mulig amboltstein	1P920	-	-	09/10/2020 HF	-	
20	Metallurgi	A723	Grop med mulig amboltstein	1P1105	-	-	14/10/2020 DEM	-	

AM nat .vit. j. nr. 2020/77				Prosjekt : Aurdal		GNR.: 124	BNR. : 1	Kommune: Vindafjord	
Prøve nr.	Prøve type	Anlegg nr.	Type anlegg	IntrasisID prøvepunkt	Djup under overflate (cm)	Sediment/ materiale	Innsamlet dato/ signatur	Merknader	
21	Metallurgi	A723	Grop med mulig amboltstein	1P919	-	-	09/10/2020 HF	-	
22	Metallurgi	A1050	Ildsted	1P11056	-	-	14/10/2020 DEM	-	

VEDLEGG 4

Makrofossilprøvedetaljer og observasjoner gjort under sortering. Prøvenes innhold estimeres ved bruk av følgende systemet: * = 1-15, ** = 16-50, *** = 51-100, **** = >100.

Nat vit nr 2020/77-	Strukturnummer	Strukturtype	Intrasis prøvepunkt	Dybde i cm	Volum før flottering i l	Volum i ml	% trekull	% minerogent materiale	Sferisk glødeskall	Slagg	Tegl	Sandslagg	Forkullet frø	Uforkullet frø	Cenococcum	Trekull	Rotfilt	Stengelfragmenter	Insekter	Meitemarkokonger
1	814	Lag	1PM918	0-5	3	20	80	<5	-	*	-	-	*	*	-	****	***	-	*	*
2	500	Grop	1PM921	5-15	3	15	70	<5	-	-	-	-	-	**	*	****	****	-	*	*
3	762	Lag	1PM922	0-3	3	25	80	<5	-	*	-	-	*	*	-	****	****	-	-	*
4	953	Grop		25-30	3.5	-	-	-	-	*	*	-	-	**	***	****	****	**	**	**
5	654	Stolpehull	1PM1011	0-14	2.5	15	60	<5	*	*	-	-	-	*	-	****	****	-	*	*
6	571	Stolpehull	1PM1012	0-10	3	15	60	<5	-	-	-	-	*	*	*	****	****	-	*	-
7	617	Grop	1PM1013	0-16	4	20	60	20	*	*	-	-	*	***	*	****	****	-	**	*
8	953	Grop	1PM1040	0-5	2.5	30	45	<5	-	-	-	-	-	**	*	****	****	-	**	-
9	900	Grop	1PM1041	8-20	2.5	5	40	<5	-	-	-	-	-	*	-	**	****	-	*	-
10	500	Grop	1PM1071	5-15	3	15	50	15	*	*	-	*	*	**	*	****	**	-	**	*
11	500	Grop	1PM1072	17-26	3.5	10	85	<5	*	-	-	-	-	*	-	****	**	-	-	*
12	627	Stolpehull	1PM1073	0-8	2	25	70	<5	-	-	-	-	*	*	*	****	**	*	*	-
13	1050	Ildsted	1PM1103	0-9	2.5	65	85	<5	-	*	-	-	*	*	*	****	****	-	-	-
14	1062	Lag	1PM1104	0-6	3	45	80	<5	-	-	-	-	*	*	-	****	****	-	*	*
15	1075	Stolpehull	1PM1110	0-10	3.5	15	70	<5	*	-	-	*	-	*	*	****	****	-	**	*

VEDLEGG 5

Identifikasjoner av forkullede og uforkullede makrofossiler

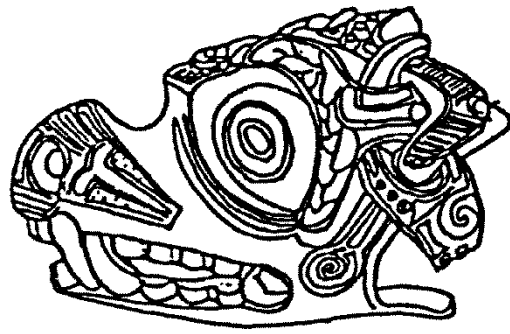
		Nat vit nr 2020/77-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Forkullet	Cerealia	Karyopsis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	
		Karyopsisfragment	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-
	<i>Rubus idaeus</i>	Frukt (endokarp)	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
	Ericaceae cf. <i>Calluna vulgaris</i>	Stengelfragment	*	-	-	-	-	*	*	*	-	*	-	*	-	-	-	-
	Poaceae	Karyopsis (små)	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Karyopsis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
	<i>Carex tristigmaticae</i>	Frukt	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
	<i>Viola</i> sp.	Frø	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
	<i>Rumex acetosella</i>	Frukt	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-
	<i>Spergula arvensis</i>	Frø	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-
Indet	Frø/frukt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	
	Barkfragment	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**	-	-	
	Stråfragmenter	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	
Uforkullet	<i>Betula</i> sp.	Frø	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	
	<i>Rubus idaeus</i>	Frukt (endokarp)	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	
	cf. <i>Betula</i> sp.	Barkfragment	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Quercus</i> sp.	Kvist	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Poaceae små	Karyopsis (små)	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Cyperaceae	Frukt	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Carex distigmaticae</i>	Frukt	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	
	<i>Carex tristigmaticae</i>	Frukt	-	1	-	19	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-
		Frukt (fragment)	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Potentilla</i> sp.	Frukt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
	<i>Ranunculus</i> sp.	Frukt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
	<i>Viola</i> sp.	Frø	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	1
	<i>Chenopodium album</i>	Frø	-	-	2	1	1	-	2	23	-	-	-	-	-	1	1	-
	<i>Montia fontana</i>	Frø	11	26	-	-	4	5	94	6	9	53	5	2	-	-	-	10
	<i>Galeopsis tetrabit</i>	Frukt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Persicaria</i> sp.	Frukt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	
<i>Persicaria maculosa</i>	Frukt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	

VEDLEGG 6

Fullstendige resultater fra utvidet trekullanalysen

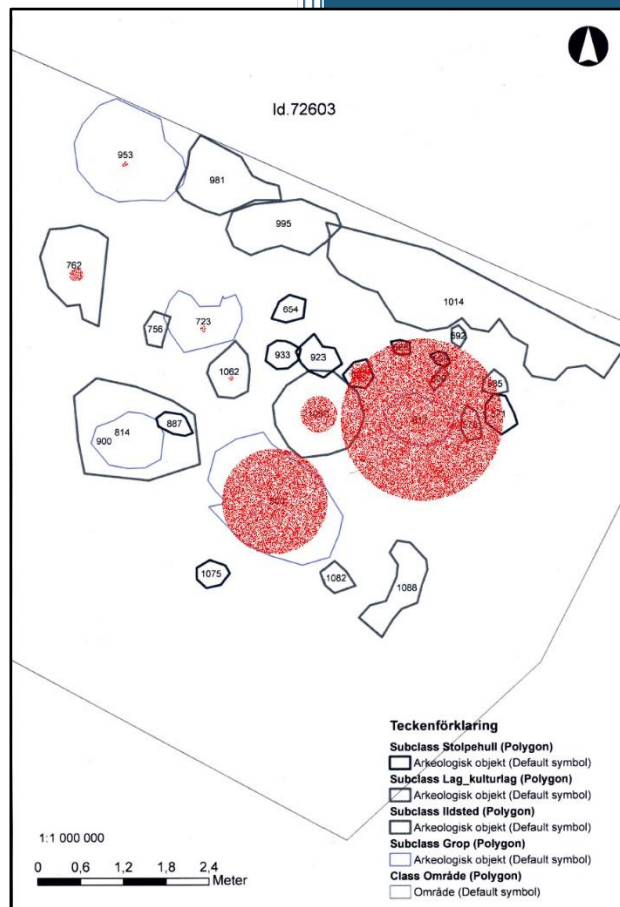
Nat vit nr 2020/77-		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Strukturnummer		814	500	762	953	654	571	617	953	900	500	500	627	1050	1062	1075
Strukturtype		Lag	Grop	Lag	Grop	Stolpe- hull	Stolpe- hull	Grop	Grop	Grop	Grop	Grop	Stolpe- hull	Ildsted	Lagrest	Stolpe- hull
Intrasis prøvepunkt		1PM 918	1PM 921	1PM 922		1PM 1011	1PM 1012	1PM 1013	1PM 1040	1PM 1041	1PM 1071	1PM 1072	1PM 1073	1PM 1103	1PM 1104	1PM 1110
<i>Quercus</i> sp.	Kjerneved	-	4	-	-	-	-	1	3	-	3	1	-	2	-	-
<i>Fraxinus</i> <i>excelsior</i>	Rundtvirke	1	-	-	-	5	-	1	3	-	1	2	-	-	-	-
	Kjerneved	4	2	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-
	Ubestemt	2	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-	1	-	-	1
<i>Betula</i> sp.	Rundtvirke	1	-	14	-	-	-	-	-	-	1	4	-	-	-	-
	Kjerneved	13	13	16	-	16	11	10	14	19	13	17	3	3	8	12
	Ubestemt	2	2	4	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	3	-
<i>Alnus</i> sp.	Rundtvirke	-	-	1	-	-	-	-	2	-	1	-	-	2	-	-
	Kjerneved	1	3	5	2	12	1	6	1	12	9	8	1	12	1	1
	Ubestemt	-	2	-	1	-	-	-	2	1	-	-	-	3	-	-
<i>Corylus</i> <i>avellana</i>	Rundtvirke	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-
	Kjerneved	1	2	3	-	-	-	1	3	-	1	-	-	-	-	1
	Ubestemt	1	-	-	-	-	-	-	4	-	-	1	1	-	-	-
<i>Corylus</i> / <i>Alnus</i>	Rundtvirke	-	-	2	-	-	-	-	2	2	2	1	-	-	-	-
	Kjerneved	1	2	-	-	1	2	1	4	2	1	-	1	4	4	2
	Ubestemt	4	1	-	-	-	-	2	3	1	-	1	-	1	-	-
<i>Prunus</i> sp.	Kjerneved	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-
Maloideae	Rundtvirke	4	-	-	-	1	-	-	1	-	4	4	-	-	-	1
	Kjerneved	1	3	2	-	2	-	1	-	1	5	4	-	-	-	-
	Ubestemt	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Pinus</i> sp.	Rundtvirke	-	2	-	-	1	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-
	Kjerneved	4	12	2	14	9	1	4	2	3	3	3	-	6	1	14
	Ubestemt	4	1	-	-	1	-	-	-	1	1	2	-	14	-	3

Nat vit nr 2020/77-		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Strukturnummer		814	500	762	953	654	571	617	953	900	500	500	627	1050	1062	1075
Strukturtype		Lag	Grop	Lag	Grop	Stolpe- hull	Stolpe- hull	Grop	Grop	Grop	Grop	Grop	Stolpe- hull	Ildsted	Lagrest	Stolpe- hull
Intrasis prøvepunkt		1PM 918	1PM 921	1PM 922		1PM 1011	1PM 1012	1PM 1013	1PM 1040	1PM 1041	1PM 1071	1PM 1072	1PM 1073	1PM 1103	1PM 1104	1PM 1110
<i>Juniperus communis</i>	Rundtvirke	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bartre	Kjerneved	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ubestemt	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Bark	-	-	-	1	-	1	1	2	-	2	3	-	-	2	3	1
Ubestemt	Kjerneved	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ubestemt	1	-	-	2	1	-	1	-	1	-	-	1	1	4	1



december 2021

Slagger og smedeaffald fra Vindafjord i Rogaland



Arne Jouttijärvi, Pia Johansen

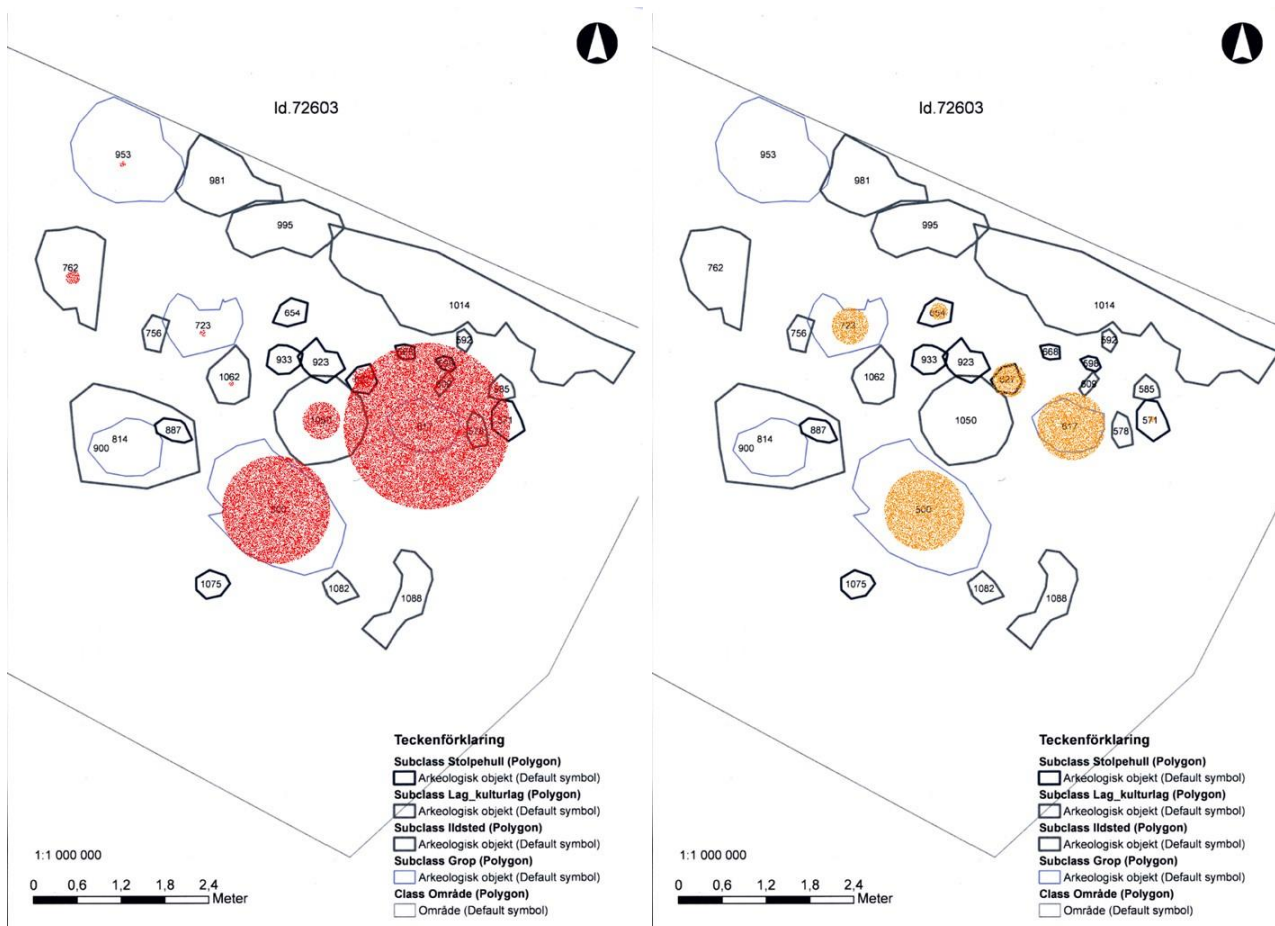
Heimdal-archaeometry

Report 21-23

Id.72603
Aurdal gnr 124
bnr. 1
Vindafjord k.
Rogaland

KONKLUSION

Fordelingen af forskellige typer materialer i de i alt 21 jordprøver blev bestemt som koncentrationer i forhold til den samlede vægt af flotationsresten. Det er ikke helt så sikkert, som at angive det i forhold til den tørrede vægt af hele prøven; men iver alligevel et godt indtryk af hvor materialerne forekommer.

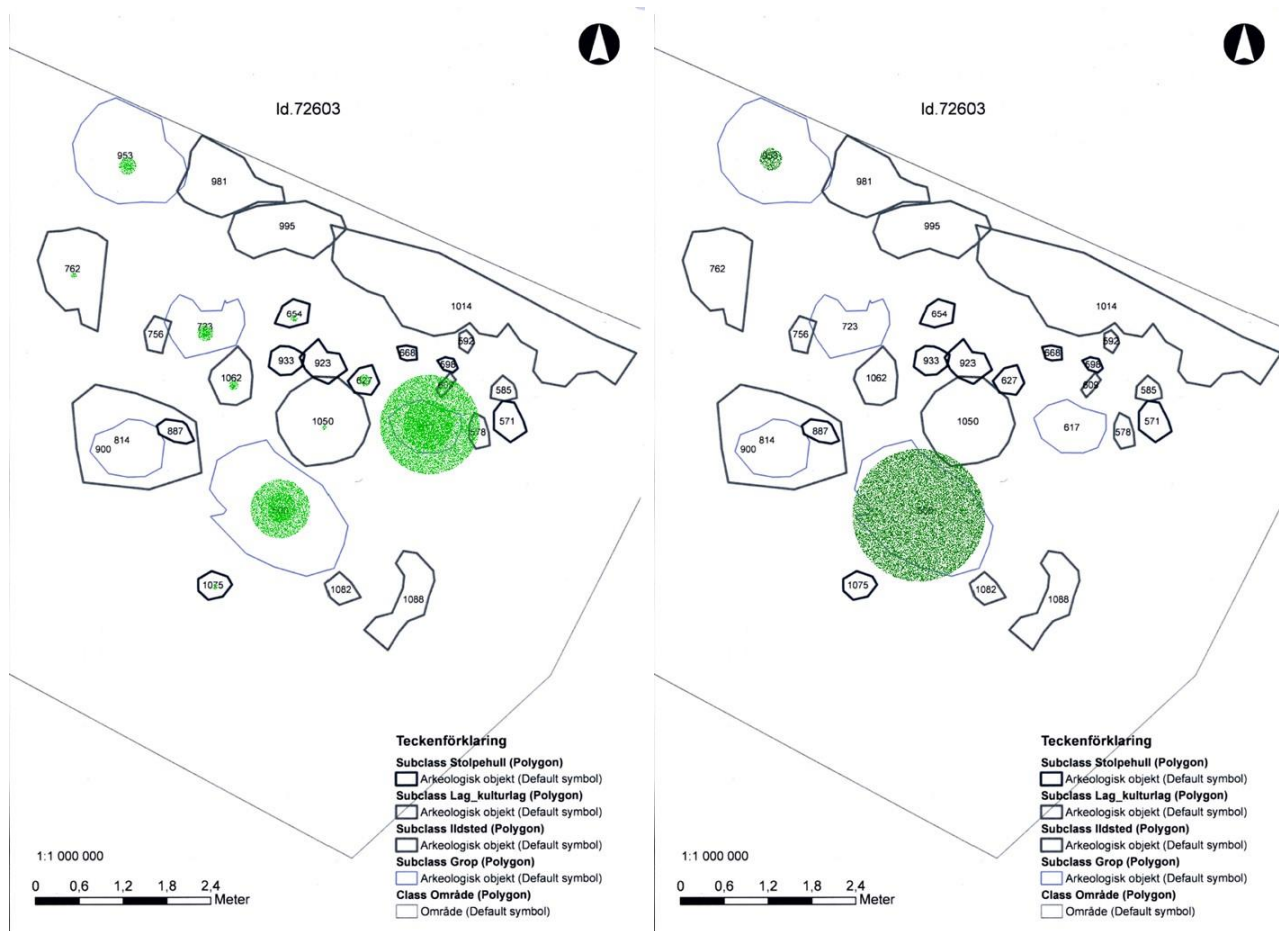


Figur 1: Koncentration af hammerskæl (venstre) og slaggekugler (højre)

Hammerskæl og slaggekugler vil ligge omkring ambolten, hvor de er faldet til jorden. Det er meget sjældent at de bliver flyttet fra dette område, da de ikke er ubehagelige at træde på, og hurtigt bliver trådt ned i gulvlaget. Det er her tydeligt, at de største koncentrationer findes i gruberne AG617 og A500 (Figur 1). For hammerskællene er det specielt AG617, der viser en koncentration. Også små (2-4 mm) slaggefragmenter findes oftest omkring ambolten, da de opstår når størknet slagge på jernets overflade knuses ved hamringen. Her er den største koncentration også i AG617 (Figur 2 venstre), så det er sandsynligt at denne grube kan have rummet amboltstokke, som er den træblok, hvortil ambolten er fastgjort.

Større slaggefragmenter (>4mm) ligger dog primært i A500, og forekommer slet ikke i AG617(Figur 2 højre). Da større slaggefragmenter først og fremmest plejer at findes i området

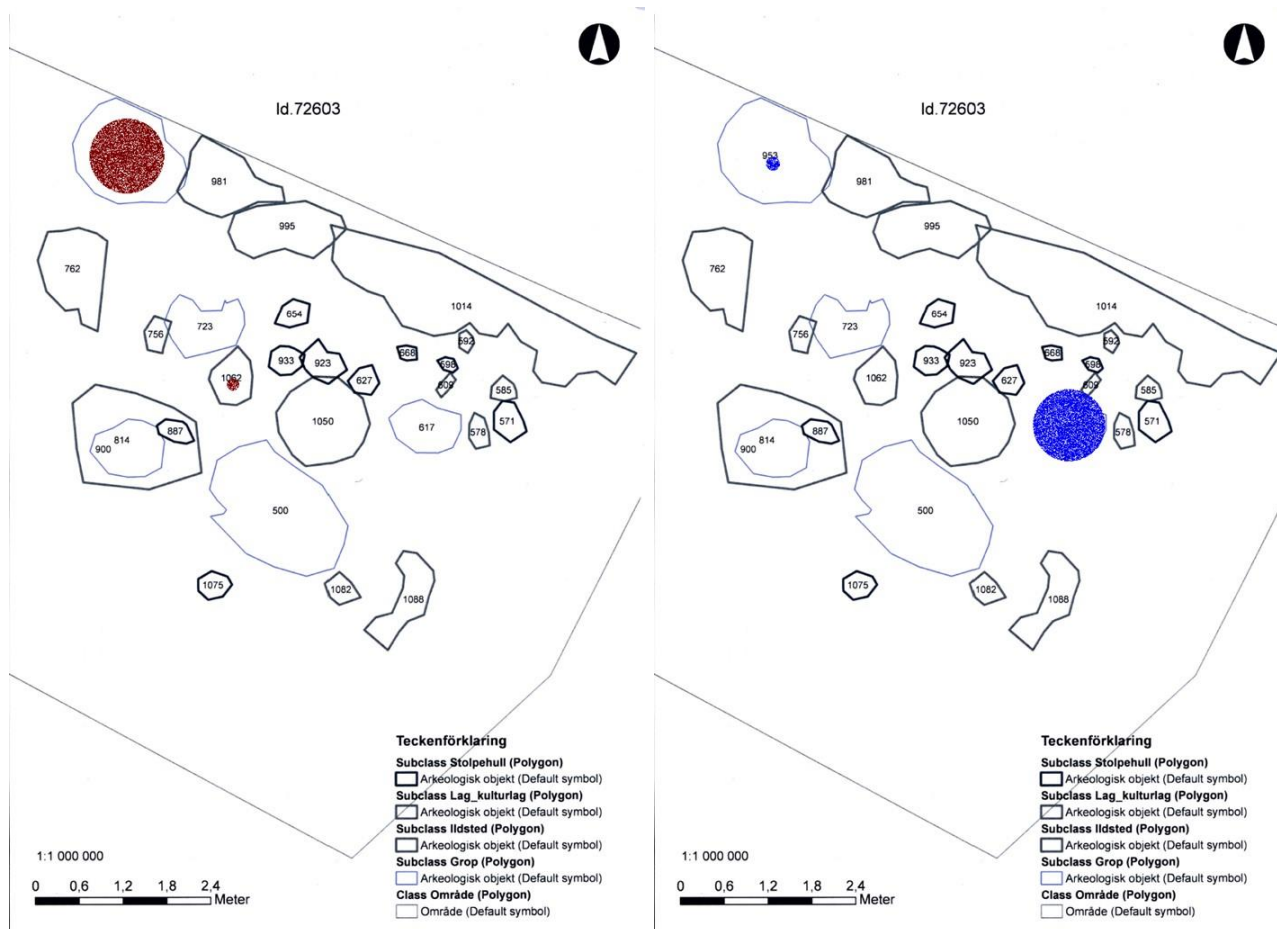
omkring essen, og hvor der har været en affaldsdyngge, kan det tænkes, at gruben A500 har rummet affald fra essen. Slaggerne vil bestå af slagge og smeltet ler, som samler sig i bunden af essen, og som med mellemrum må fjernes for at man fortsat kan have plads til trækul og jern. Desuden kan der være tale om fragmenter af essestenen, som beskytter blæsebælgen mod varmen. Essestenen vil oftest være lavet af en klump ler, og vil smelte på overfladen under de høje temperaturer i essen. Den vil derfor blive ødelagt, og må med mellemrum udskiftes. Analyserne af slaggerne viste, at de ofte bestod af mere eller mindre smelte ler, blandet med jernoxid fra hammerskæl og aske fra trækullet.



Figur 2: Fordelingen af små (<4 mm) slagger til venstre, og store (>4 mm) slagger til højre

Oftest vil man finde brændt og forglasset ler i forbindelse med essen i en smedje. I dette tilfælde lå det meste af den brændte ler fra jordprøverne dog i gruben AG953 mod nordvest, og altså langt fra det formodede arbejdsområde omkring A1050 og AG617 (Figur 3 venstre). Forglasset ler lå derimod i gruben AG617, som formodes at være amboltens placering. Der er dermed ikke noget i materialernes fordeling, som kan bekræfte, at A1050 har været essen. Det forekommer dog sandsynligt, dels på grund af tolkningen som ildsted, og dels fordi det ligger placeret rigtigt i forhold til den formodede ambolt i AG617.

Hvis tolkningen er rigtig, har

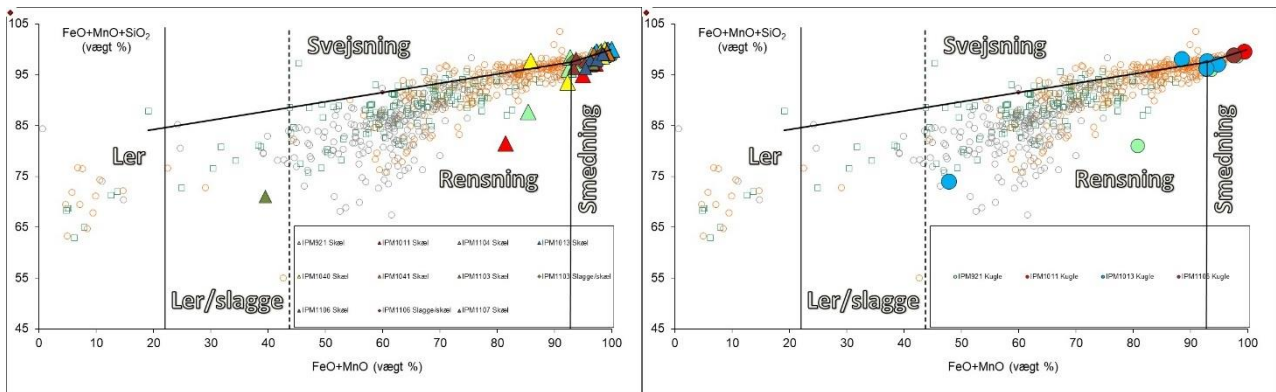


Figur 3: Fordelingen af brændt ler (brunt) til venstre og forglaset ler (blåt) til højre

Der blev analyseret i alt 64 hammerskæl og 11 slaggekugler fra jordprøverne. Som det kan ses af Figur 4 til venstre, har næsten alle hammerskællene meget høje indhold af jernoxid (FeO). Det betyder, at de sandsynligvis er opstået ved sekundærsmedning (formning) af jerngenstande.

Ved sekundærsmedning (formning) af jerngenstande, er der kun meget lidt slagge tilbage i jernet, og der kan derfor ikke dannes hammerskæl af slagge. Til gengæld vil jernets overflade kunne reagere med luftens ilt, hvorved der dannes et tyndt lag næsten ren jernoxid (FeO). Også dette lag er sprødt, og vil derfor brækkes i stykker ved hamringen. Herved dannes de små, tynde skæl, som er karakteristiske for denne smedeprocess.

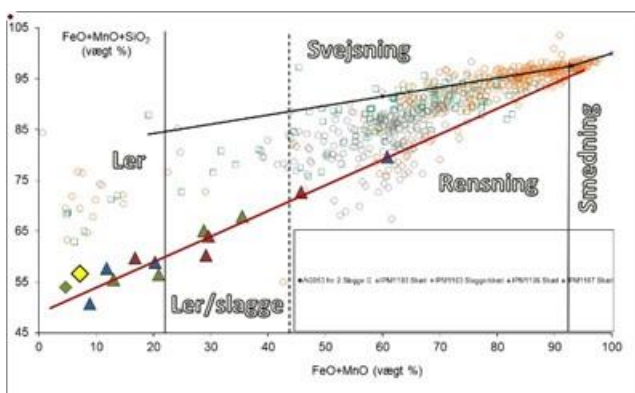
Ved primærsmedningen derimod renses rester af udvindingsslagge ud af jernet, så det kan blive egnet til at smede genstande af. Det sker ved at jernet varmes op til omkring 1200°C i essen, så slaggen smelter. Noget af slaggen drypper ned i bunden af essen og størkner som en karakteristisk kompakt, plankonveks slagge. Noget slagge vil dog størkne som et lag på jernets overflade, og brække fra som små flager (hammerskæl) når jernet smedes. Skællene vil have samme kemiske sammensætning som den udvindingsslagge de er dannet af. Der blev ikke fundet hammerskæl eller slaggekugler, som kunne pege på, at der har været foretaget primærsmedning i smedjen.



Figur 4: Til venstre: hammerskæl og til højre: slaggekugler

Slaggekuglerne har også meget høje indhold af jernoxid (Figur 4 til højre). Det er ret usædvanligt, da kugler normalt kun dannes ved primærsmedning. I nogle tilfælde dannes der dog også kugler af jernoxid, hvis jernet varmes meget kraftigt op ved sekundærsmedning. Det er det der må formodes at være sket her. Da jernet kan blive ødelagt ved overophedning, er det normalt noget smeden vil undgå; men det kan ske for en smed, som ikke har tilstrækkelig erfaring. En anden mulighed er den kraftige opvarmning, som sker ved svejsning.

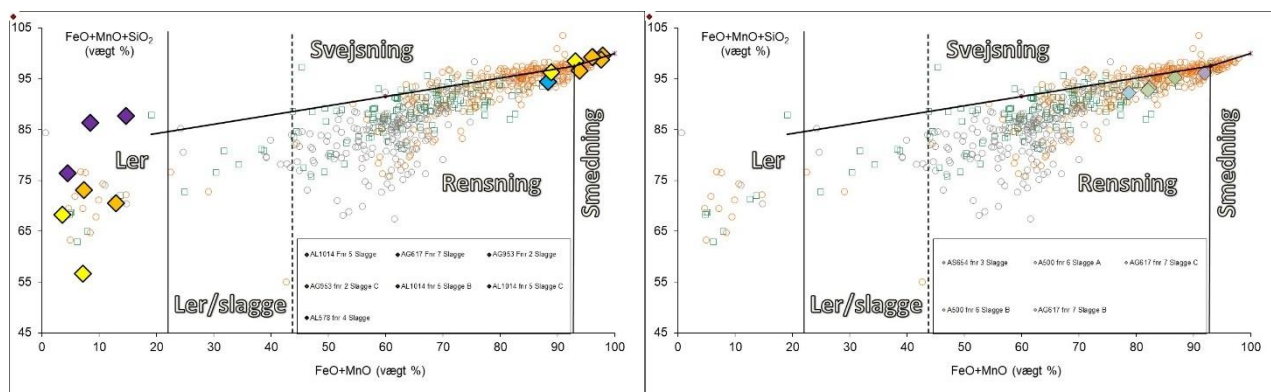
Når smeden skal svejse to eller flere stykker jern sammen, lægger han dem sammen i essen og varmer meget kraftigt op. Når jernet er ca 1100 grader varmt kan det smedes på ambolten, så stykkerne hæfter sammen. Det har dog været almindeligt at drysse fint kvartssand eller brændt flint på jernet før det smedes. Herved fjerner man det lag jernoxid, som dannes på overfladen under opvarmningen (glødeskal), og som ellers vil forhindre at jernet bliver svejst ordentligt sammen. Sandet (SiO₂) vil sammen med jernoxiden (FeO) danne en flydende slagge, som bliver presset ud af mellemrummet mellem jernstykkerne når de hamres. Der kan derfor under svejsningen dannes kugler af ren jernoxid; men der vil primært dannes kugler og hammerskæl af en ren jernsilikat slagge (fayalit, "FeO.SiO₂"). Denne type skæl og kugler blev ikke fundet i materialet, så det er mest sandsynligt at kuglerne af jernoxid skyldes smedens manglende erfaring, og ikke essesvejsning.



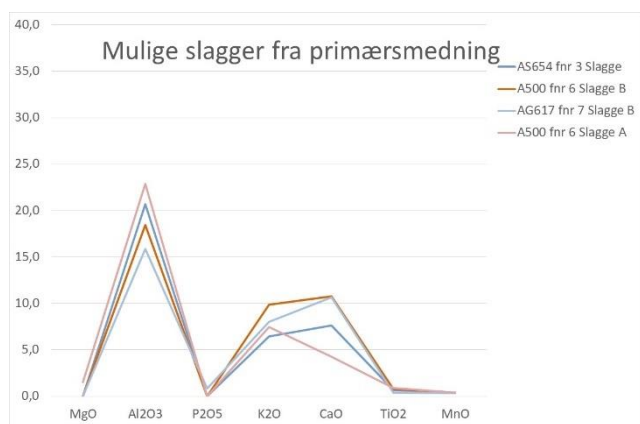
Figur 5

Ud over hammerskællene fra sekundærsmedning, fandtes der i den formodede esse (A1050) en gruppe hammerskæl, som har meget lavere indhold af jernoxid. I mange af dem er det endda så lavt, at skællene må formodes at bestå af smeltet ler (Figur 5). Statistisk kan skællene da også kædes sammen med et stykke smeltet ler. Det ser derfor ud til at jernet i essen har været i kontakt med det smeltede ler fra essestenen. Et tyndt lag smeltet ler er løbet ud over overfladen af jernet og har her reageret med den glødeskal, som allerede har været der. Igen kan det bedst forklares ved at essen har været varmet alt for kraftigt op, så der er sket en udbredt smeltning af leret. Smeden har så ikke formået at holde jernet borte fra det smeltede ler, noget som også kunne tyde på en manglende erfaring.

Der blev også analyseret 15 større slaggestykker og i alt 32 mindre fragmenter fra jordprøverne. Som det kan ses af figur 3, er der, for de store slaggers vedkommende ofte tale om smeltet ler med større eller mindre partier med meget højt indhold af jernoxid (FeO). Der fandtes dog også fem mere kompakte slagger, som eventuelt kan være dannet ved primærsmedning. Ved statistisk analyse viste tre af slaggerne sig dog at have stor lighed med smeltet ler, når indholdet af jernoxid blev fraregnet, og det er derfor sandsynligt, at der er tale om smeltet ler fra essesten, som er blevet blandet med jernoxid i form hammerskæl fra sekundærsmedning (formning) af jerngenstande.

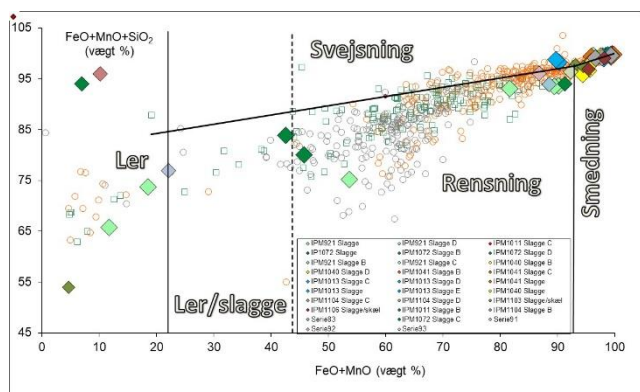


Figur 6: Slagger. Større slagger. Til venstre smeltet ler og områder med næsten ren jernoxid. Til højre homogene slagger, som kan være fra primærsmedning.

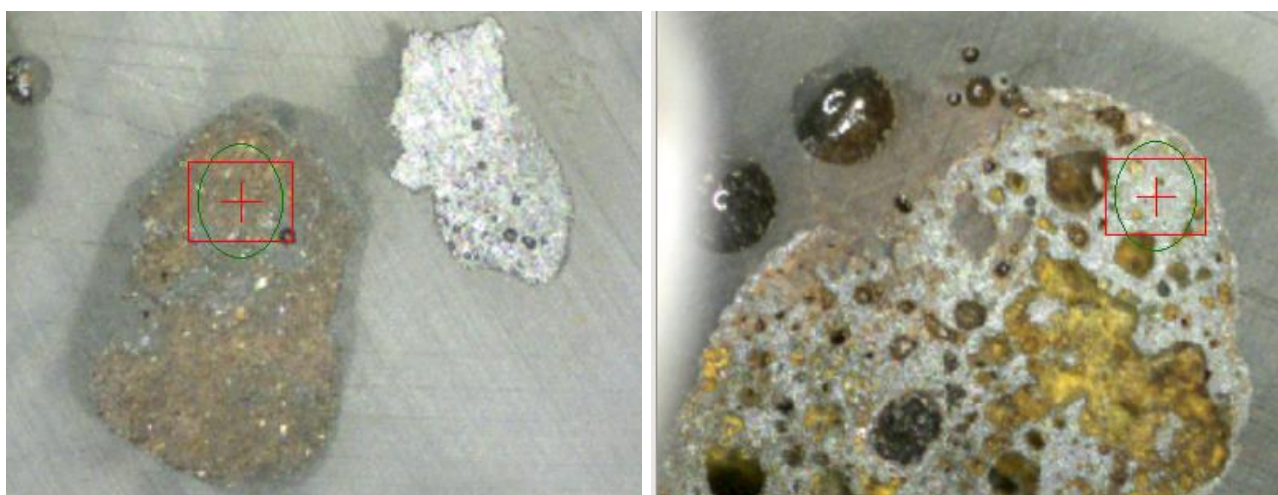


Figur 7

De mindre slaggefragmenter fra jordprøverne har i de fleste meget høje indhold af jernoxid, selv om nogle få er små jernholdige lerklumper (Figur 9 helt til venstre), er de fleste små fragmenter eller uregelmæssige kugler (Figur 9 helt til højre). Det er derfor sandsynligt, at der også her er tale om slaggekugler opstået ved overophedning af jernet ved sekundærsmedning



Figur 8: små slaggefragmenter fra jord



Figur 9

Samlet tegner der sig derfor et billede af at smedjen har været anvendt til simpel smedning, hvor genstande blev formet af de stykker jern, som har været til rådighed. Det er muligt at der har været smedet genstande som søm og simple beslag. Der kan dog også være tale om ukomplicerede reparationer og udretning af bøjet værktøj. Der er ingen tegn på, at der har været rensset jern i form af lupper i smedjen.

Smeden har i nogle tilfælde varmet jernet alt for kraftigt op. Noget som sandsynligvis skyldes en manglende erfaring med smedning. Det kan dog ikke udelukkes, at smeden har svejset, eller i det mindste forsøgt at svejse, flere stykker jern og/eller stål sammen. Hvis det er tilfældet, er der dog ikke tegn på at han har brugt flusmidler som fint kvartssand eller brændt flint, for at gøre svejsningen bedre.

DISKUSSION

Fra Vindafjord i Rogaland er der modtaget 6 slaggeprøver til analyse samt 21 jordprøver til sortering og analyse af udvalgte emner. Følgende er analyseret:

Anlægs nummer (anlægstype)	Slaggeprøve	Jordprøve
A1050 (ildsted)		IPM1103: 9 hammerskæl IPM1106: 1 slaggekugle, 9 hammerskæl IPM1107: 9 hammerskæl
A1062 (lag)		IPM1104: 4 slaggefragmenter, 4 hammerskæl
A500 (grube)	Fnr. 6: 3 forskellige analysepunkter	IPM1072: 4 slaggefragmenter, 4 stykker meget magnetisk materiale IPM921: 4 slaggefragmenter, 4 slaggekugler, 13 hammerskæl, 4 stykker aske
AG617 (grube)	Fnr. 7: 4 forskellige analysepunkter	IPM1013: 5 slaggefragmenter, 5 slaggekugler, 14 hammerskæl, 5 stykker forglasset ler, 5 stykker meget magnetisk materiale, 3 stykker hvidt materiale
AG900 (grube)		IPM1041: 3 slaggefragmenter, 3 hammerskæl
AG953 (grube)	Fnr. 2: 3 forskellige analysepunkter	IPM1040: 4 slaggefragmenter, 5 hammerskæl, 3 stykker forglasset ler
AL1014 (kulturlag)	Fnr. 5: 3 forskellige analysepunkter	
AL578 (lag)	Fnr. 4: 1 analysepunkt	
AS654	Fnr. 3: 1 analysepunkt	IPM1011: 3 slaggefragmenter, 1 slaggekugle, 3 hammerskæl, 4 stykker meget magnetiske materiale

Metode

Prøverne er analyseret på XRF Bruker M4 Tornado på Bevaring Sjælland, Køge af Heimdal Archaeometry. Analyserne viser den kemiske sammensætningen i det analyserede materiale som metaloxider.

De analyserede emner vurderes ud fra:

1. Jern-, mangan- siliciumdiagrammet

Indhold af jernoxid+ manganoxid+ siliciumoxid som funktion af indhold af jernoxid+ manganoxid. Det samlede materiale er vist i Figur 10. Diagrammet anvendes til at vurdere om det analyserede jernoxidholdige materiale er meget rent (dvs. har et højt indhold af jernoxid + manganoxid ($\text{FeO}+\text{MnO}$)), og derfor stammer fra smedning, også kaldet sekundær smedning altså fra formning af et jerngenstande, eller om det har et mindre indhold af jernoxid + manganoxid og derfor stammer fra rensning af jernluppe, også kaldet primær smedning eller, mere sjældent, har et mindre indhold af jernoxid+

manganoxid og samtidig indeholder en del siliciumoxid (SiO_2) og derfor sandsynligvis stammer fra svejsning. Meget lerholdigt materiale fremgår også af diagrammet.

2. Kalcium- kaliumdiagrammet

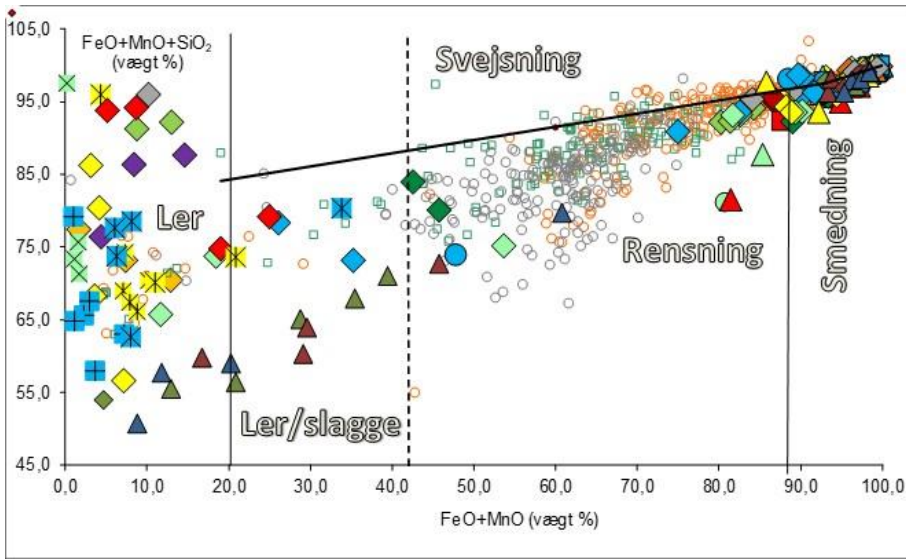
Indhold af kalciumoxid som funktion af indhold af kaliumoxid, idet der anvendes 'korrigerede værdier', hvor indholdet af jern- og manganoxid er trukket fra. Det samlede materiale er afbildet i Figur 11. Diagrammet anvendes til at vurdere om det analyserede jernholdige materiale stammer fra udvinding af jern (relativt lavt indhold af kalcium- og kaliumoxid) eller rensning/primær smedning (højere indhold af kalcium- og kaliumoxid).

Dette diagram er ikke velegnet til at vurdere materiale fra sekundær smedning, da dette er forholdsvist rent (højt indhold af jernoxid+ manganoxid), hvorfor usikkerheden på bestemmelsen af de resterende metaloxider, herunder kalcium- og kaliumoxid, bliver mere usikker.

3. Statistisk analyse

Statistisk analyse ud fra indhold af magnesium-, aluminium- phosphor-, kalium-, kalcium-, titan- og manganoxid (se afsnittet **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**). Til dette anvendes 'korrigerede værdier', hvor indholdet af jern- og manganoxid er trukket fra. Der laves en clustering analyse, hvor materialer med kemisk lighed falder i samme statistiske gruppe og det kan således vurderes om materialerne kan stamme fra samme proces.

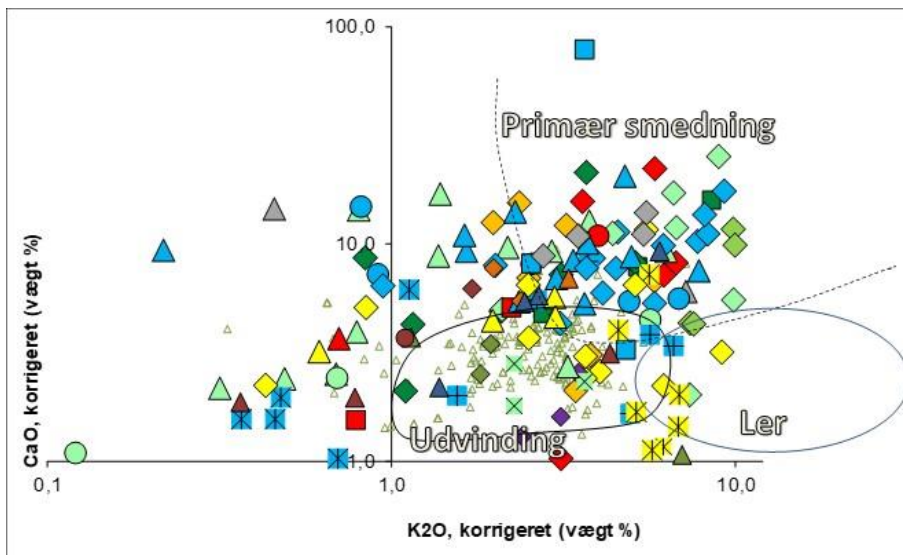
Figur 10 viser sammenhæng mellem indhold af jern-, mangan- og siliciumoxid i det samlede materiale fra Vindafjord. Det ses at der er en gruppe med højt indhold af siliciumoxid (til venstre i diagrammet), dvs. mere eller mindre ler, og en gruppe med højt indhold af jernoxid (til højre i diagrammet), dvs. jern, slagge, malm, samt en enkelt bestemmelse, der ligger midt i diagrammet ('ler/slagge'). Det jernholdige materiale synes at stamme fra rensning (primær smedning) og smedning (sekundær smedning). Kun 4 bestemmelser af materialet fra Vindafjord har et indhold af manganoxid på over 1 vægt %, hvorfor der for dette materiales vedkommende lige så godt kan tales om indhold af jernoxid+ siliciumoxid som funktion af indhold af jernoxid.



Figur 10 Det samlede analyserede materiale fra Vindafjord illustreret i forhold til indhold af jern-, mangan- og siliciumoxid

Figur 11 viser sammenhæng mellem indhold af kalciumoxid og indhold af kaliumoxid i det samlede materiale fra Vindafjord. Det ses at en stor del af materialet falder i primær smedning, men at der også er meget, der falder spredt i diagrammet, hvilket hænger sammen med at materialet er meget rent (har et højt indhold af jernoxid + manganoxid). I dette område vil også findes ler blandet med væsentlige mængder af aske fra trækullet i essen.

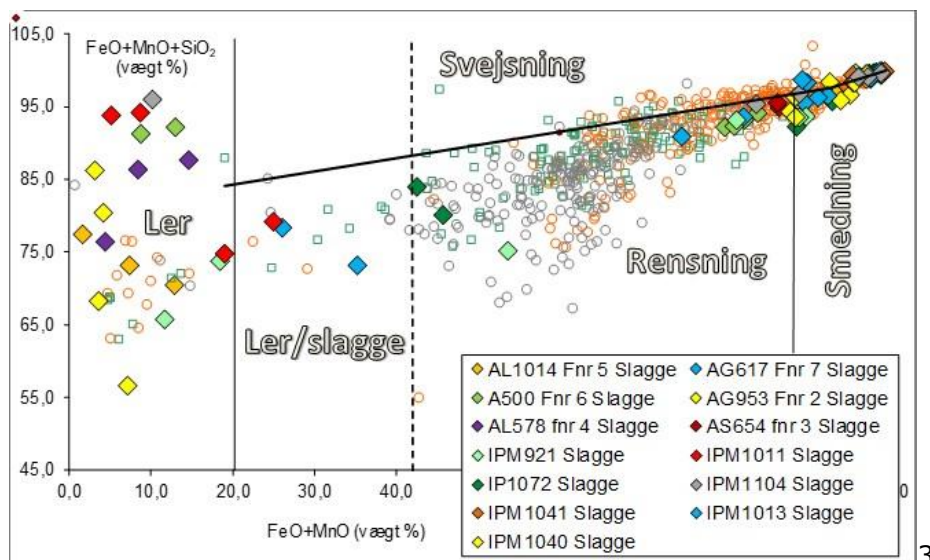
Materialet er i diagrammet sammenlignet med norsk udvindingsslagge.



Figur 11 Det samlede analyserede materiale fra Vindafjord illustreret i forhold til indhold af kalcium- og kaliumoxid

Slagger

Der er analyseret 6 egentlige slaggeprøver (i alt 15 stykker slagge) samt 27 slaggefragmenter udtaget fra 7 forskellige jordprøver. Af de fleste slaggestykker/slaggefragmenter er der udført 2 bestemmelser, men antallet af bestemmelser varierer mellem 1 og 4. Hvis ikke andet er nævnt ligger bestemmelserne på samme slaggestykke/slaggefragment relativt ens.



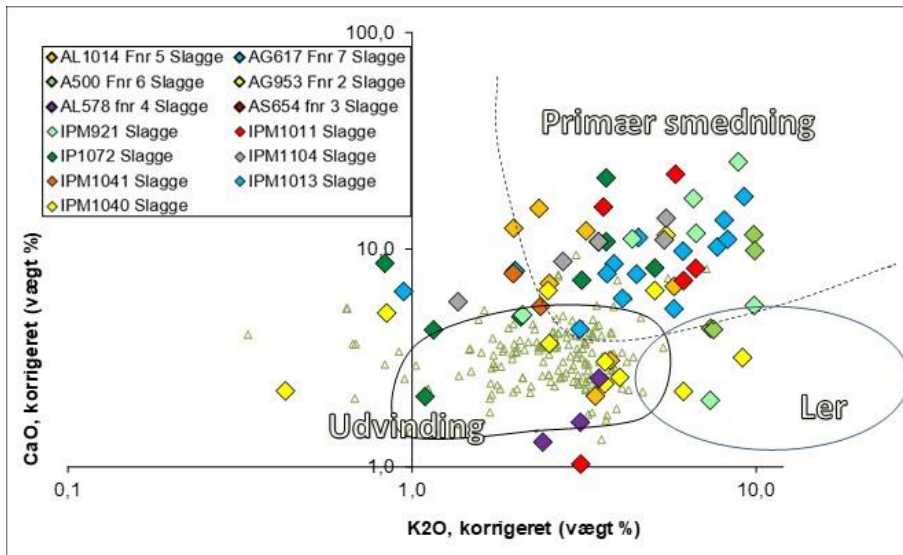
Figur 12 Alle analyser af slagge illustreret i forhold til indhold af jern-, mangan- og siliciumoxid

Som det fremgår af Figur 12, fordeler slaggeprøverne sig over hele diagrammet. En del af slaggeprøverne har et indhold af jern- og manganoxid (FeO+MnO) på mindre end ca. 40 vægt %, hvorfor der ikke er tale om slagger, men nærmere ler eller ler blandet med slagge. I denne gruppe er 2 af 3 slaggestykker fra Fnr. 2, 2 af 3 slaggefragmenter fra IPM1011, ét slaggestykke fra hver af slaggeprøverne Fnr. 3, 4, 5, 6 og 7 samt et slaggefragment fra hver af jordprøverne IPM921 og IPM1104. I området 40-60 vægt % jern- og manganoxid falder kun 2 bestemmelser, nemlig af bestemmelsen af et slaggefragment fra IPM1072 og den ene bestemmelse af 2 af IPM921, den anden bestemmelse har et væsentligt højere indhold af jern- og manganoxid. Den største gruppe af slaggerne indeholder 80-100 vægt % jern- og manganoxid og synes derfor at være slagge fra rensningsprocessen (under ca. 90 %) og fra smedningsprocessen (over ca. 90 %).

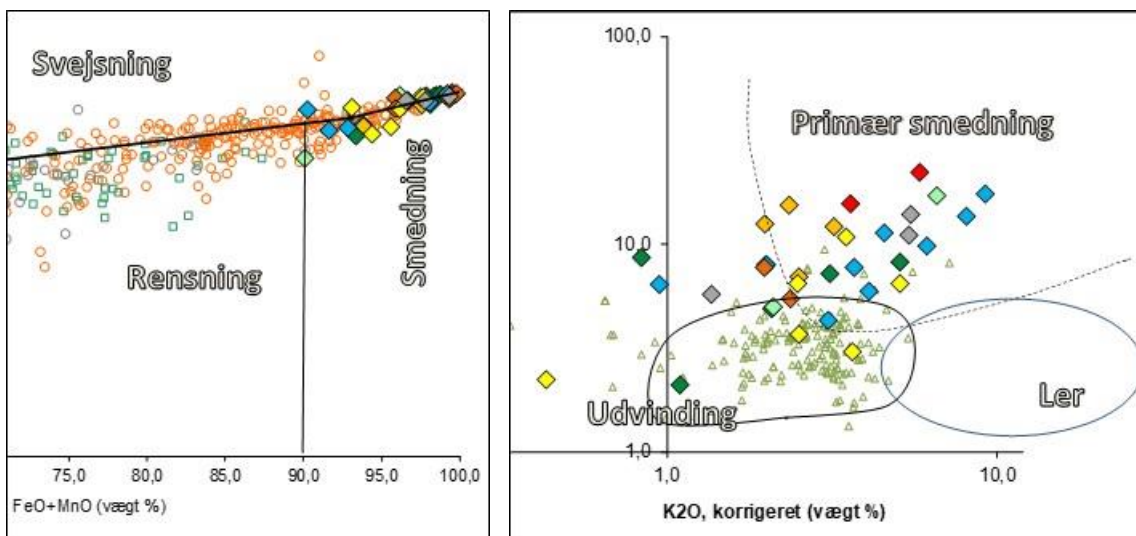
Figur 13 viser at en stor del af slaggerne synes at stamme fra primær smedning. Da mange af slaggerne har et højt/meget højt indhold af jern- og manganoxid og dermed tilsvarende lave indhold af andre metaloxider, herunder kalcium- og kaliumoxid (CaO og K₂O), giver det alt andet lige en større usikkerhed på bestemmelserne af disse oxider.

En del bestemmelser er ikke med på diagrammet i Figur 13 **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**, da indholdet af kaliumoxid er mindre end 0,1 vægt % eller større end 10 vægt % eller fordi indholdet af kalciumoxid er mindre end 1 vægt %. Det drejer sig om en bestemmelse af en slagge af Fnr. 6, en bestemmelse af en slagge af Fnr. 7, en bestemmelse af

en slagge af Fnr. 3, den ene bestemmelse af en slagge fra IPM1104, en bestemmelse af en slagge fra IPM1013, begge bestemmelser af en slagge og den ene bestemmelse af en slagge fra IPM1041, en bestemmelse af en slagge fra IPM1040 samt en bestemmelse af en slagge og begge bestemmelser af en slagge fra IPM1011.



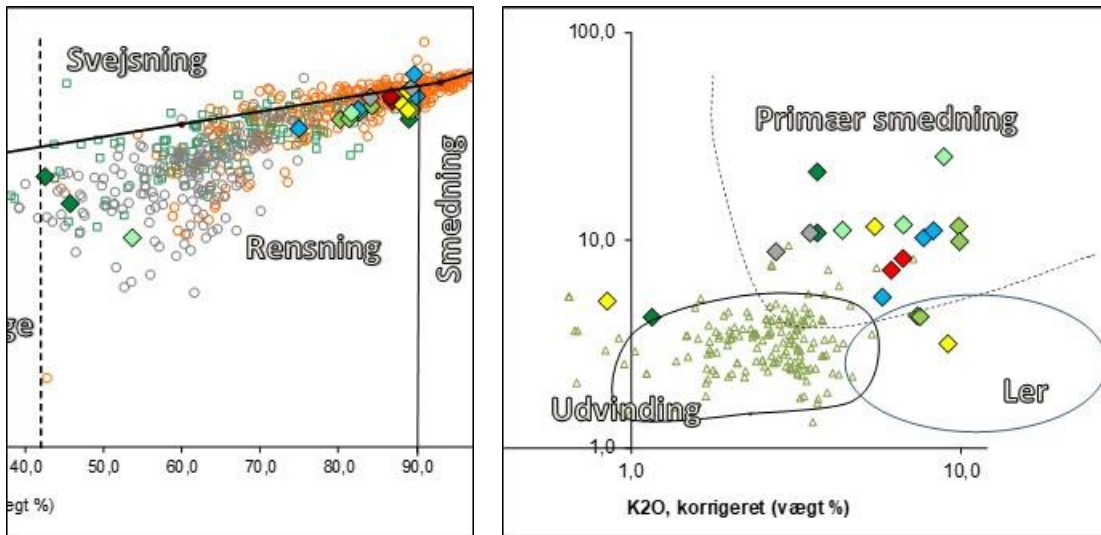
Figur 13 Alle analyser af slagge illustreret i forhold til indhold af calcium- og kaliumoxid



Figur 14 Til venstre: slagge der synes at stamme fra smedning. Til højre: de samme slagge afbildet i calcium- kalium diagrammet

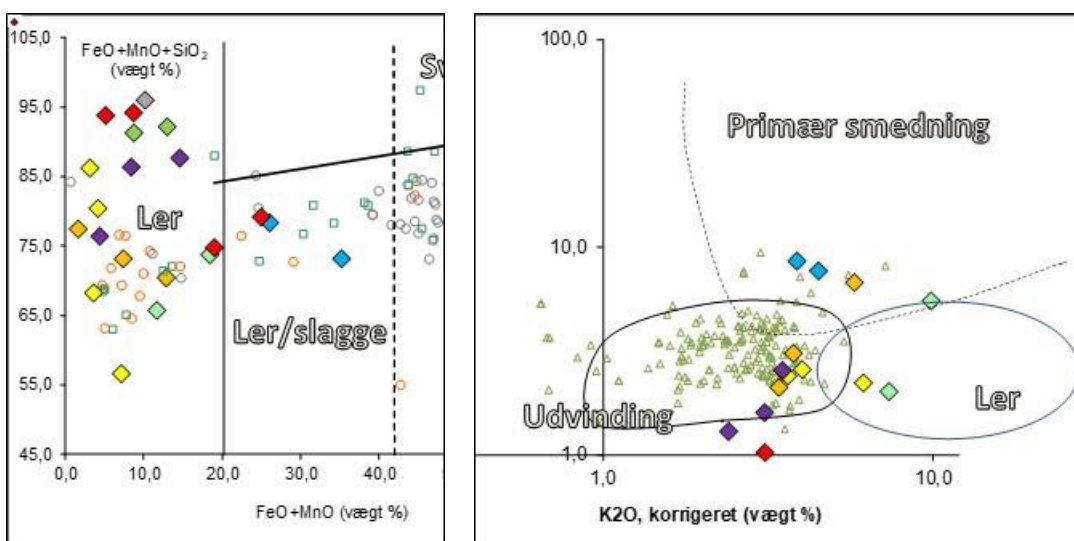
Figur 14 venstre diagram viser bestemmelse af de slagge, der har et indhold af jern- og manganoxid ($\text{FeO}+\text{MnO}$) større end eller lig med 90 vægt % og derfor synes at stamme fra smedning (sekundær smedning). Det drejer sig om 38 bestemmelser. Figur 14 (til højre) viser indholdet af calcium- og kaliumoxid (CaO og K_2O) i de samme slagge. Dette diagram skal dog

tages med forbehold, da usikkerheden på bestemmelserne er stor grundet det lave indhold af andet end jern- og manganoxid i smedeslagger.



Figur 15 Til venstre: slagge der synes at stamme fra rensning. Til højre: de samme slagge afbildet i calcium- kalium diagrammet

Figur 15 venstre diagram viser bestemmelse af de slagge, der har et indhold af jern- og manganoxid ($\text{FeO}+\text{MnO}$) på mellem 40 og 90 vægt % og derfor synes at stamme fra rensning (udvinding/primær smedning). Det drejer sig om 22 bestemmelser. Figur 15 (til højre) viser indholdet af calcium- og kaliumoxid (CaO og K_2O) i de samme slagge. Her synes langt størstedelen af slaggerne mere præcist at stamme fra primær smedning.



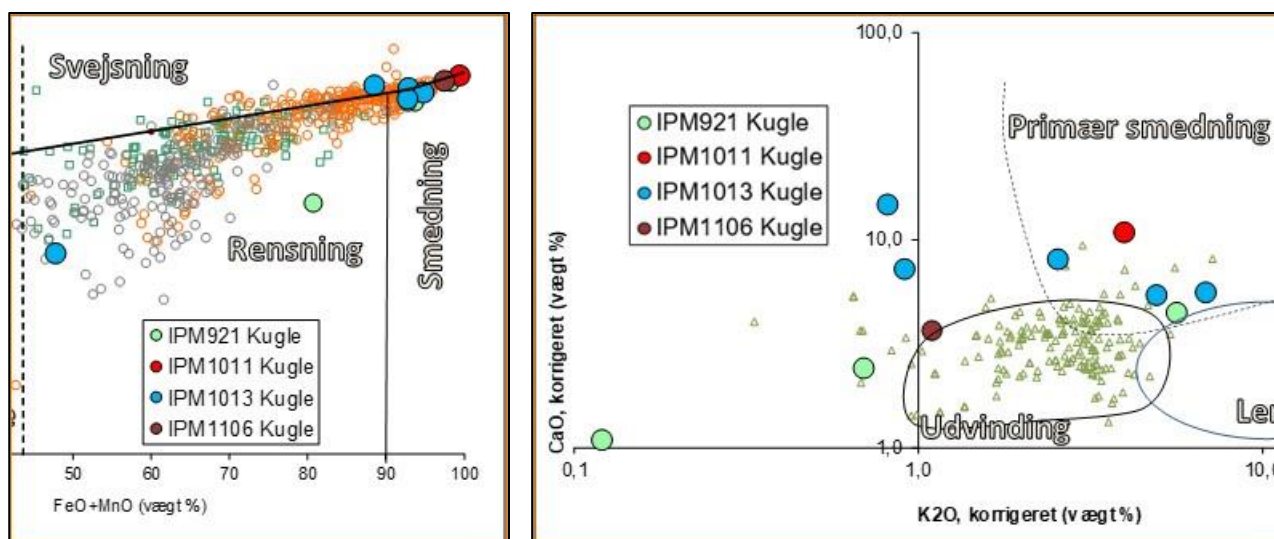
Figur 16 Til venstre: formodede slagge der mere har karakter af ler eller ler blandet med slagge. Til højre: de samme slagge afbildet i calcium- kalium diagrammet

Figur 16 venstre diagram viser bestemmelse af de slagge, der har et indhold af jern- og manganoxid ($\text{FeO}+\text{MnO}$) under 40 vægt % og derfor har karakter af kvarts (højt indhold af siliciumoxid, SiO_2), ler eller ler blandet med slagge. Det drejer sig om 21 bestemmelser. Figur 16 (til højre) viser indholdet af calcium- og kaliumoxid (CaO og K_2O) i de samme slagge. Her ses ikke det samme, idet kun få af bestemmelserne falder inden for området, der er karakteristisk for ler.

Det lave indhold af jern- og manganoxid betyder dog at der ikke er tale om egentlige slagge, men om smeltet ler blandet med jernoxid i forskellig mængde.

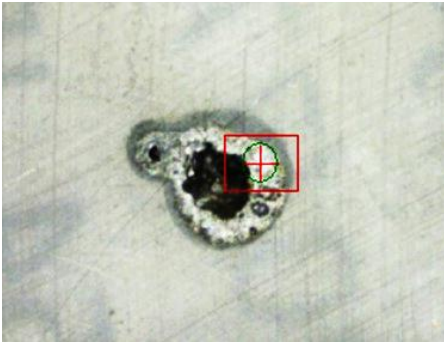
Slaggekugler

Der er fundet få slaggekugler i jordprøverne IPM1106 (1) IPM921 (4), IPM1013 (5) og IPM1011 (1). Der er udført en bestemmelse af hver slaggekugle, i alt 11 bestemmelser.



Figur 17 Alle analyser af slaggekugler illustreret i forhold til indhold af jern-, mangan- og siliciumoxid (til venstre) og i forhold til indhold af calcium- og kaliumoxid (til højre)

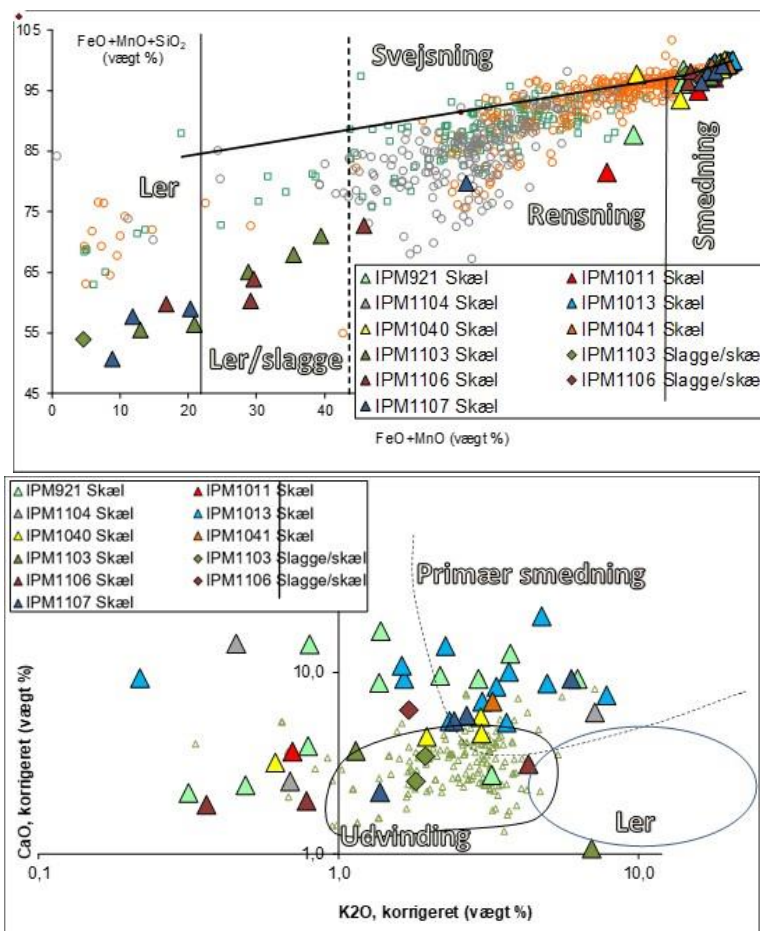
Figur 17 til venstre antyder at de fleste slaggekugler stammer fra smedning. Normalt dannes slaggekugler ved rensning og ikke ved smedning. Det er dog muligt ved meget kraftig opvarmning af jernet, at få dannet slaggekugler, som så oftest er mere eller mindre hule, hvilket også er tilfældet med en del af slaggekuglerne fundet i materialet fra Vindafjord (Figur 18). Figur 17 til højre viser at slaggekuglerne ligger spredt og at en del af dem kunne stamme primær smedning, men dette kan skydes at de er så rene i forhold til indhold af jern- og manganoxid. Netop det høje indhold af jernoxid taler da også mod en tolkning som slaggekugler fra primærsmedning.



Figur 18: Slaggekugle fra IPM1011

Hammerskæl

Der er fundet hammerskæl i 9 af de 10 jordprøver, hvorfra der er udtaget materialet til analyse. Det drejer sig om IPM1103 (9), IPM1106 (9), IPM1107 (9), IPM1104 (4), IPM921 (13), IPM1013 (14), IPM1041 (3), IPM1040 (5) og IPM1011 (3). I alt 69 hammerskæl, hvor der er udført en bestemmelse af hvert skæl. 3 hammerskæl fra IPM1103 og 2 fra IPM1106 er benævnt slagge/skæl, da de har en vis karakter af slagge men også er flade.



Figur 19 Alle analyser af Hammerskæl illustreret i forhold til indhold af jern-, mangan- og siliciumoxid (øverst) og i forhold til indhold af calcium- og kaliumoxid (nederst)

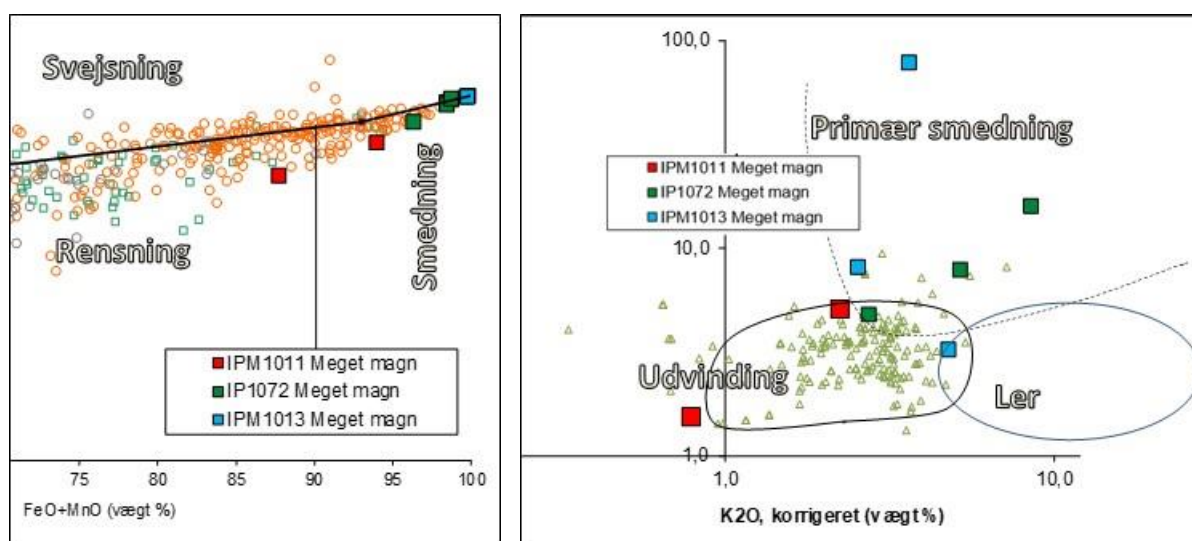
Figur 19 øverst viser at langt de fleste hammerskæl synes at stamme fra smedning (sekundærsmidning). De er endda overordentlig rene idet langt størstedelen af dem har et indhold af jernoxid + manganoxid på mere end 95 vægt %. Dette giver en meget stor usikkerhed på bestemmelserne af calcium- og kaliumoxid, som er illustreret i Figur 19 nederst, hvoraf det ses at bestemmelserne ligger meget spredt.

Omkring halvdelen af skællene fra A1050 (IPM1103, IPM1106 og IPM1107) falder i områderne 'ler' og 'ler/slagge', hvorfor der i disse tilfælde ikke kan være tale om hammerskæl. Disse har med en undtagelse indhold af calciumoxid mindre en 1 vægt % og falder derfor udenfor diagrammet falder i Figur 19 nederst og ikke som forventet i 'ler' området.

Bestemmelserne af flere skæl falder udenfor i diagrammet på Figur 19 nederst, da indholdet af calciumoxid er mindre end 1 vægt % eller indholdet af kaliumoxid er mindre end 0,1 eller større end 10 vægt %.

Magnetisk materiale

Der er i nogle af jordprøverne fundet såkaldt 'meget magnetisk materiale', der ikke umiddelbart kan karakteriseres nærmere. Der er udtaget 'meget magnetisk materialer' fra IPM1072 (4 stykker), IPM1013 (5 stykker) og IPM1011 (4 stykker). I alt 13 stykker, hvor der er udført en bestemmelse af hvert stykke.



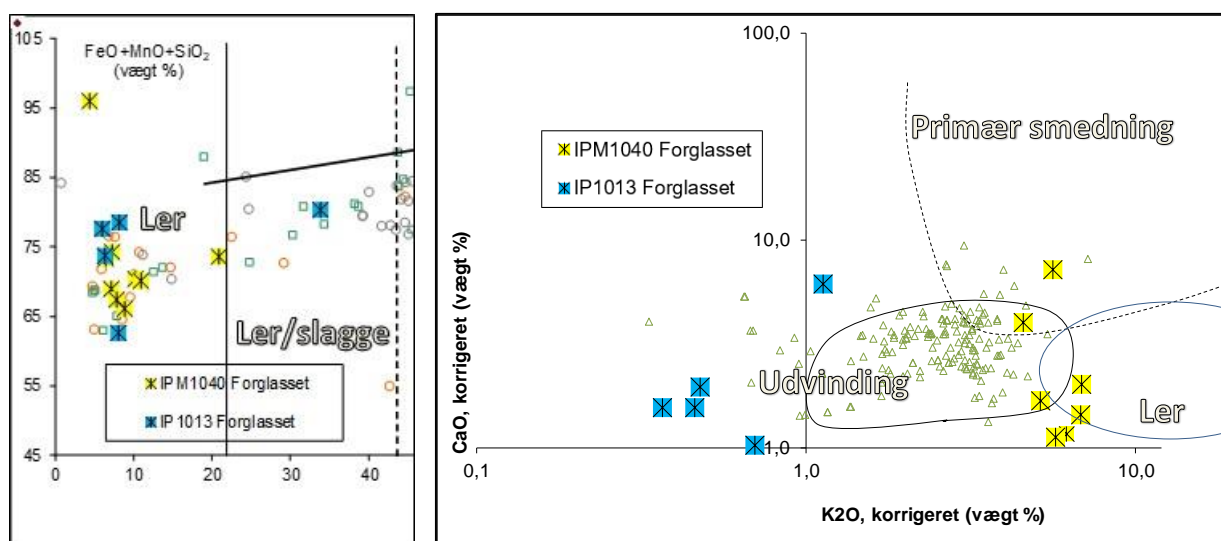
Figur 20 Alle analyser af magnetisk materiale illustreret i forhold til indhold af jern-, mangan- og siliciumoxid (til venstre) og i forhold til indhold af calcium- og kaliumoxid (til højre)

Figur 20 til venstre antyder at det meget magnetiske materiale stammer fra smedning, med undtagelse af et enkelt stykke. Dette giver en meget stor usikkerhed på bestemmelserne af calcium- og kaliumoxid, som er illustreret i Figur 20 til højre, hvoraf det ses at bestemmelserne ligger meget spredt.

Bestemmelserne af en del stykker magnetisk materiale falder udenfor i diagrammet på Figur 19 til højre, da indholdet af kalciumoxid er mindre end 1 vægt % eller indholdet af kaliumoxid er mindre end 0,1 eller større end 10 vægt %.

Forglasset ler

Fra jordprøverne IPM1013 og IPM1040 er der udtaget henholdsvis 1 stykke og 3 stykker forglasset ler til analyse. I alt 4 stykker forglasset ler, som der er udført 14 bestemmelser af.



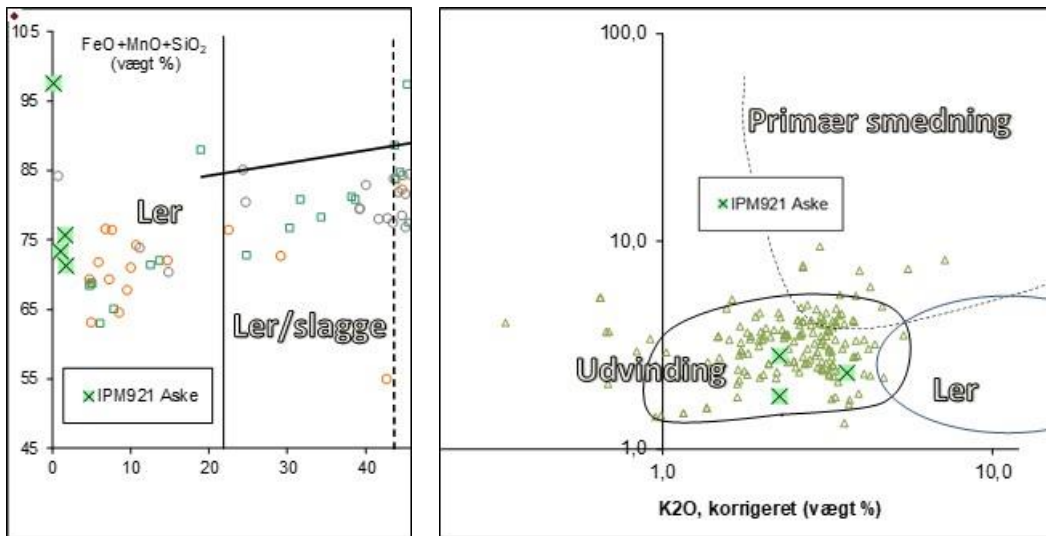
Figur 21 Alle analyser af forglasset ler illustreret i forhold til indhold af jern-, mangan- og siliciumoxid (til venstre) og i forhold til indhold af kalcium- og kaliumoxid (til højre)

Figur 21 til venstre viser at materialet, der er betegnet som forglasset ler, ér ler. En af bestemmelserne ser ud til at være blandet med en del slagge. En enkelt bestemmelse udviser et højt indhold af siliciumoxid, hvilket tyder på at dette ler er magret med sand. Figur 21 til højre antyder at der er forskel i indhold af kaliumoxid mellem lerprøverne der stammer fra IPM1040 og IPM1013. Sidstnævnte har et lavt indhold af kaliumoxid sammenlignet med det normale, illustreret ved området 'ler' i diagrammet.

Aske

Fra jordprøven IPM921 er der udtaget 4 stykker formodet aske til analyse. Der er udført en bestemmelse af hvert stykke.

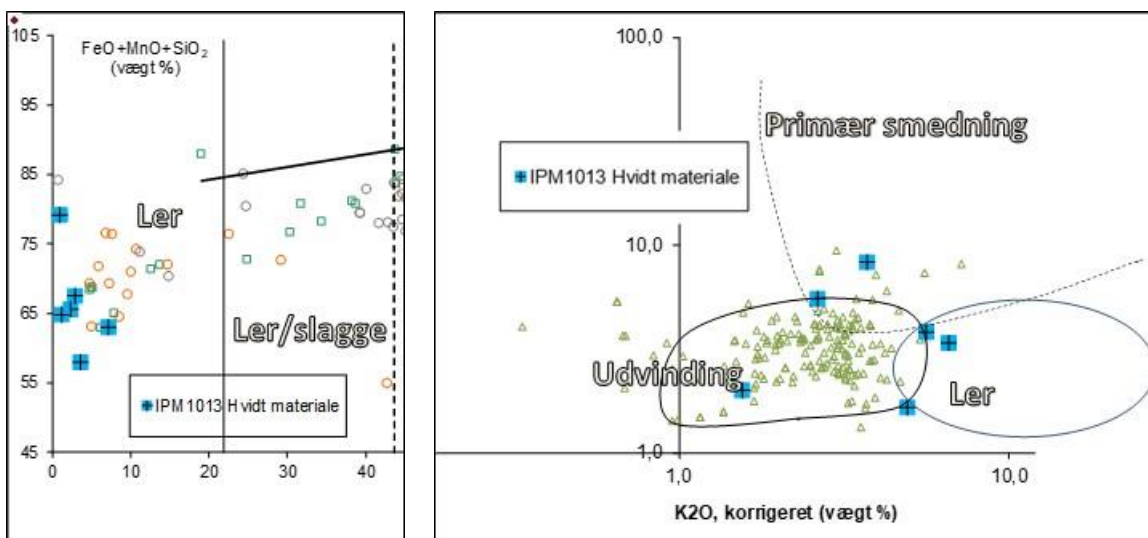
Figur 22 til venstre viser at den formodede aske har et indhold af jernoxid + manganoxid på mindre end 2 vægt %. 3 af bestemmelserne viser et indhold af aluminiumoxid på ca 20 vægt % og siliciumoxid på lidt 70 vægt % samt kalciumoxid og kaliumoxid hver på 2-3 vægt % og kan derfor ikke være aske, da asken vil have væsentligt højere indhold af netop disse oxider. Den fjerde bestemmelse indeholder 97 vægt % siliciumoxid og derfor næsten ren kvarts.



Figur 22 Alle analyser af formodet aske illustreret i forhold til indhold af jern-, mangan- og siliciumoxid (til venstre) og i forhold til indhold af calcium- og kaliumoxid (til højre)

Hvidt materiale

Fra jordprøven IPM1013 er der udtaget 3 stykker hvidt materiale til analyse. Der er udført 2 bestemmelser på hvert stykke.



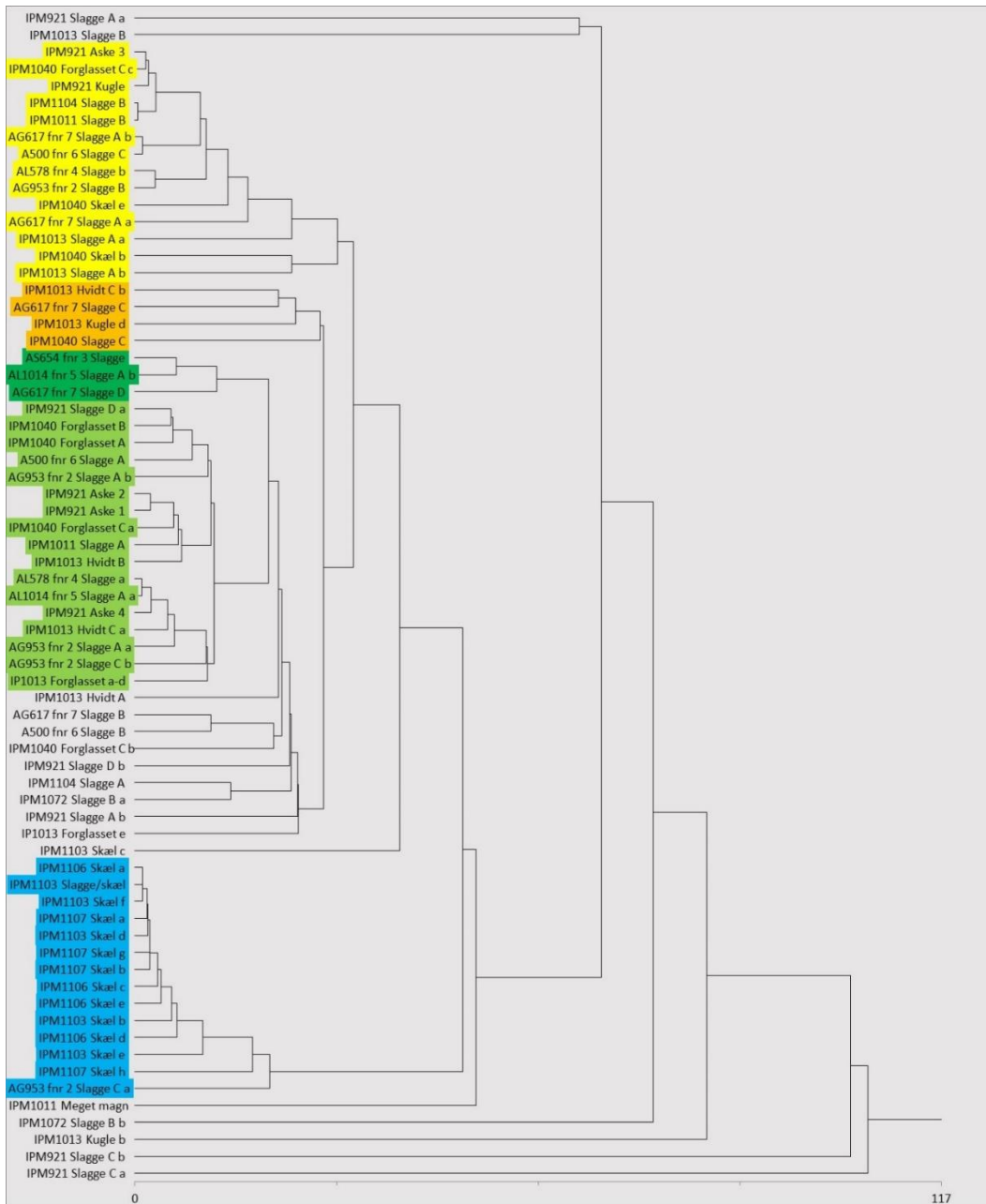
Figur 23 Alle analyser af hvidt materiale illustreret i forhold til indhold af jern-, mangan- og siliciumoxid (til venstre) og i forhold til indhold af calcium- og kaliumoxid (til højre)

Figur 23 afbilder analyserne af det såkaldte hvide materiale. Indholdsmæssigt har det en del lighed med det analyserede ler. Det falder i området 'ler' i Figur 23 til venstre og 3 bestemmelser falder i området 'ler' i Figur 23 til højre, hvorfor det indholdsmæssigt ligner ler fra IPM1040 mere end ler fra IPM1013.

Statistisk analyse

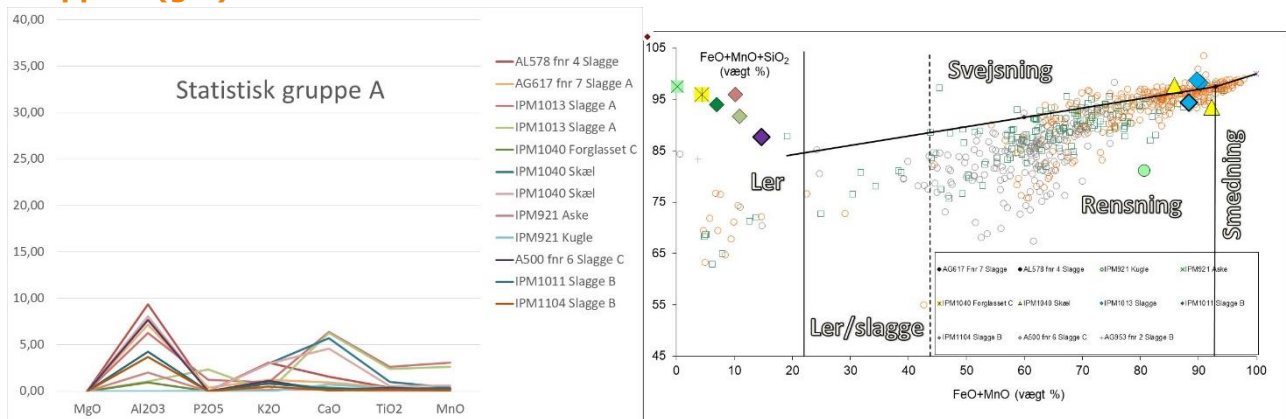
Der udføres en clustering analyse af data fra emner indeholdende mindre end 92 vægt % jern- og manganoxid. Materiale med mere end 92 vægt % jern- og manganoxid giver stor usikkerhed på bestemmelsen af metaloxiderne anvendt til clustering analysen (magnesium-, aluminium- phosphor-, kalium-, kalcium-, titan- og manganoxid), hvorfor dette udelades.

Dette giver et materiale på 69 datasæt. Af dendrogrammet i Figur 24 ses 5 statistiske grupper i datamaterialet, markeret med forskellige farver.



Figur 24

Gruppe A (gul)

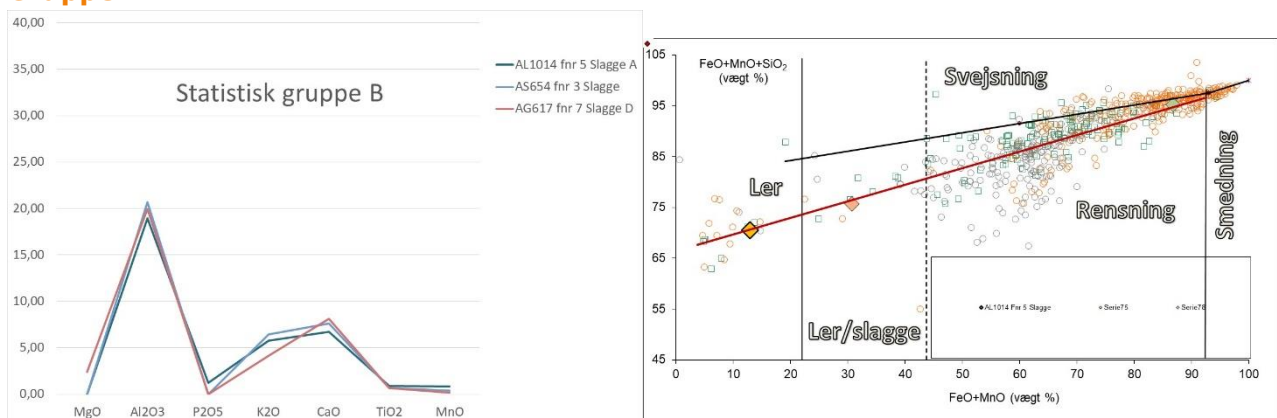


Figur 25

Den første gruppe har ret varierede sammensætninger, men er karakteriseret ved at have ret lave indhold af alle oxider undtagen siliciumoxid (SiO₂) og jernoxid (FeO) (Figur 25 til venstre). Som det kan ses af Figur 25 til højre, er der tale om to typer materiale: enten næsten ren kvart (85-95 % SiO₂ og 0-15 % FeO), øverst til venstre i diagrammet) eller jernoxid (85-95 % FeO og 1-12 % SiO₂, øverst til højre). Det resterende er primært vekslende indhold af aluminiumoxid (Al₂O₃) og/eller calciumoxid (CaO). Sandsynligvis er der tale om henholdsvis sand kittet sammen af jernoxid og rust eller malm med et lille indhold af sand.

Det kan dog ikke helt udelukkes, at slagge og hammerskæl med høje indhold af jernoxid, kan stamme fra primærsmedning eller smedning af jern med et stort indhold af slaggeindeslutninger.

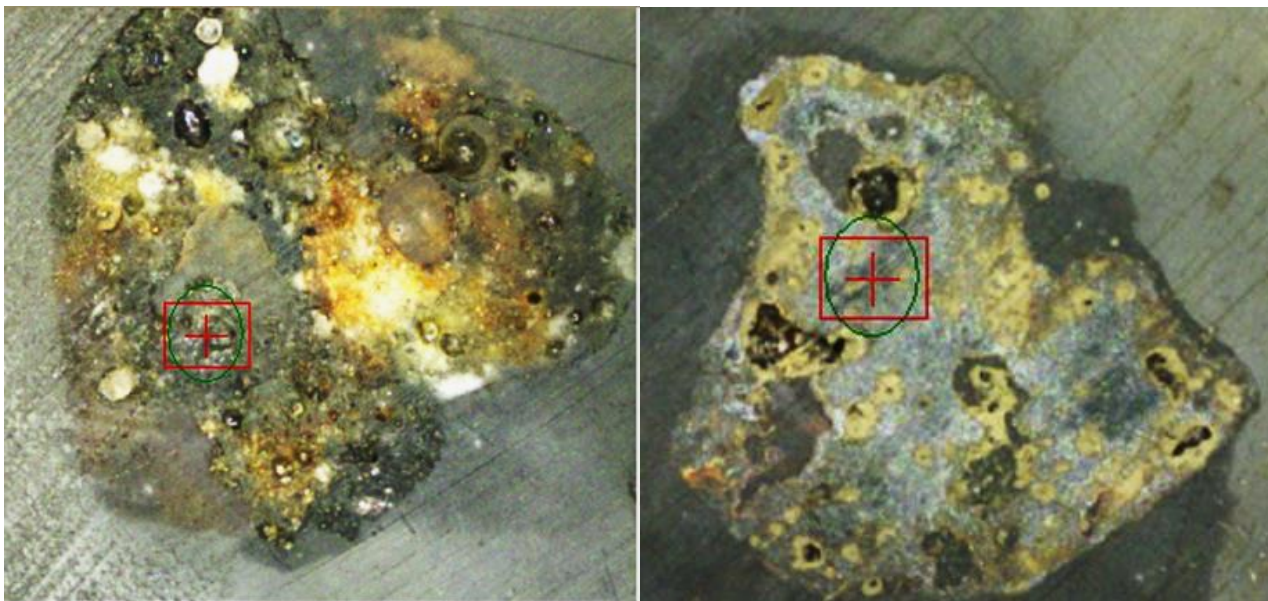
Gruppe B



Figur 26

Denne gruppe består af tre genstande, som formodedes at være slagge (AS654 fnr 3 Slagge, AL1014 fnr 5 Slagge A og AG617 fnr 7 Slagge D). Når indholdet af jernoxid fratrækkes, er

analyserne næsten identiske (Figur 26 venstre), men hvis man ser på indholdet af jernoxid, ligger de tre analyser på en ret linje, som går fra ca 13 til ca 87 % jernoxid (FeO) (Figur 26 højre). Stykket med det lave indhold er tydeligvis ikke slagge; men smeltet ler, noget som også kan ses af tværsnittet, som viser en varierende struktur med lysere korn af sand og mørkere, smeltede områder (Figur 27 venstre). Tilsvarende kan det også ses, at stykkerne med de højere indhold af jernoxid er mere kompakte og homogene, og ligner slagger (Figur 27 højre).



Figur 27

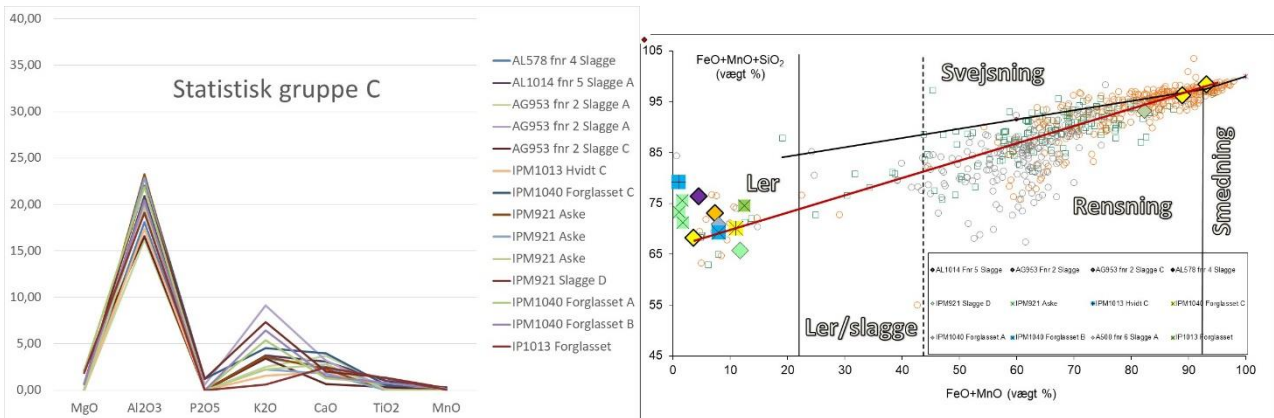
Den store lighed mellem de korrigerede analyser viser, at der i alle tre tilfælde må være tale om smeltet ler, som har optaget ren jernoxid, og dermed er blevet mere slaggelignende. Den mest sandsynlige kilde til ren jernoxid er hammerskæl fra sekundærsmedning (formning) af jerngenstande. Det er derfor sandsynligt at der er tale om fragmenter af den smeltede overflade på en essesten, som har været anvendt ved sekundærsmedning.

Gruppe C

Denne gruppe består af syv analyser af formodede slagger (A500 fnr 6 Slagge A, AL1014 fnr 5 Slagge A, AG953 fnr 2 Slagge A og C, samt IPM921 Slagge D og IPM1011 Slagge A). Desuden omfatter gruppen fire stykker forglasset ler fra IP1013 og IPM1040, samt noget hvidligt materiale, som formodedes at kunne være aske, men som sandsynligvis også er finkornet ler.

Gruppen er ret ensartet i sammensætning, bortset fra en variation i indholdene af kaliumoxid (K_2O) og i nogen grad calciumoxid (CaO). Variationen i netop disse to oxider kan skyldes

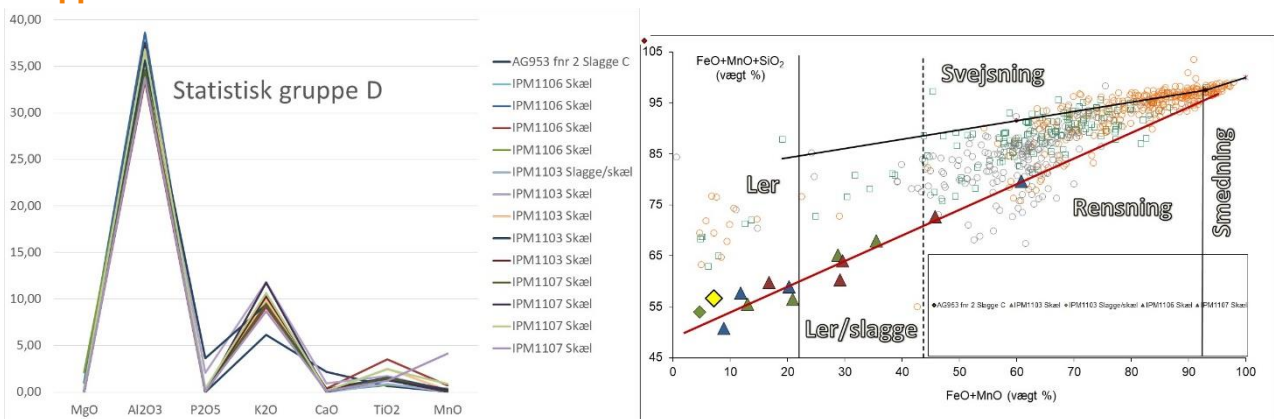
varierende reaktion med aske fra trækullet i ildstedet, da aske i vidt omfang består af netop disse stoffer.



Figur 28

Fire af slaggerne har sammensætninger, som viser at der må være tale om smeltet ler, mens de sidste tre har ret høje indhold af jernoxid (Figur 28 til højre). Da ligheden mellem analyserne er stor, når indholdet af jernoxid fratrækkes, er det sandsynligt at også de tre slagge består af smeltet ler, som dog er kraftigt blandet med ren jernoxid, sandsynligvis i form af hammerskæl fra sekundærsmedning (formning) af jerngenstande.

Gruppe D



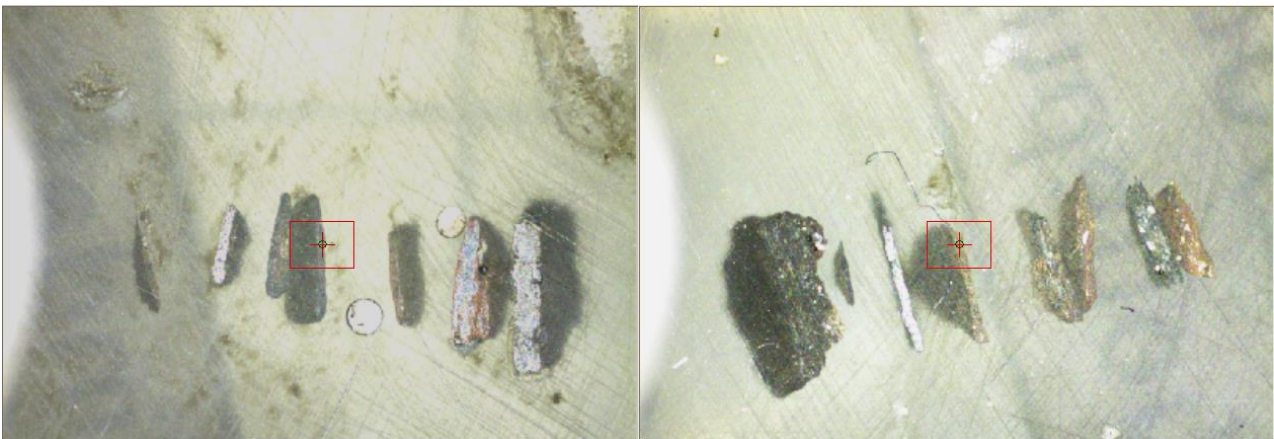
Figur 29

Gruppe D består af 14 hammerskæl fra IPM1103, IPM1106 og IPM1107, samt en enkelt slagge fra AG953. Gruppen er kendetegnet ved at analyserne har høje indhold af aluminiumoxid (Al₂O₃) og siliciumoxid (SiO₂). Analyserne er meget ens, når indholdet af jernoxid fratrækkes

(Figur 29 til venstre). Indholdet af jernoxid (FeO) er meget varieret; men svarer i de fleste tilfælde til det man ser i ler eller ler blandet med slagge eller hammerskæl (Figur 29 til højre).

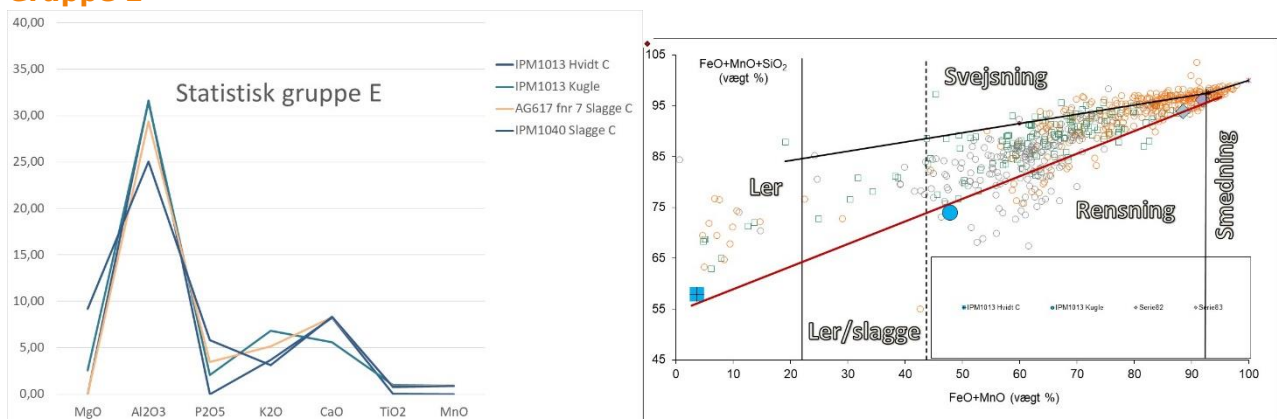
Det mest sandsynlige er, at der ikke er tale om egentlige hammerskæl, men om flager af smeltet ler, som har optaget jernoxid fra hammerskæl. Den formodede slagge synes da også at bestå af smeltet ler. Da analyserne ligger langs en ret linje, er den eneste forskel deres indhold af jernoxid, og den sandsynlige kilde til det er hammerskæl fra sekundærsmedning (formning) af jerngenstande.

Det er usædvanligt, at finde så mange hammerskæl med sammensætning, som antyder at der kan være tale om smeltet ler; men skællenes udseende viser i de fleste tilfælde, at der må være tale om smeltet materiale, som er størknet i et tyndt lag på en plan overflade. Det er muligt, at jernet, so blev lagt ind i essen, tilfældigt er kommet i kontakt med de smeltede ler på essestenen, og der derved er dannet et lan ler på overfladen af det. Leret vil her reagere med glødeskallen på jernet, og dermed få et højere indhold af jernoxid.



Figur 30

Gruppe E

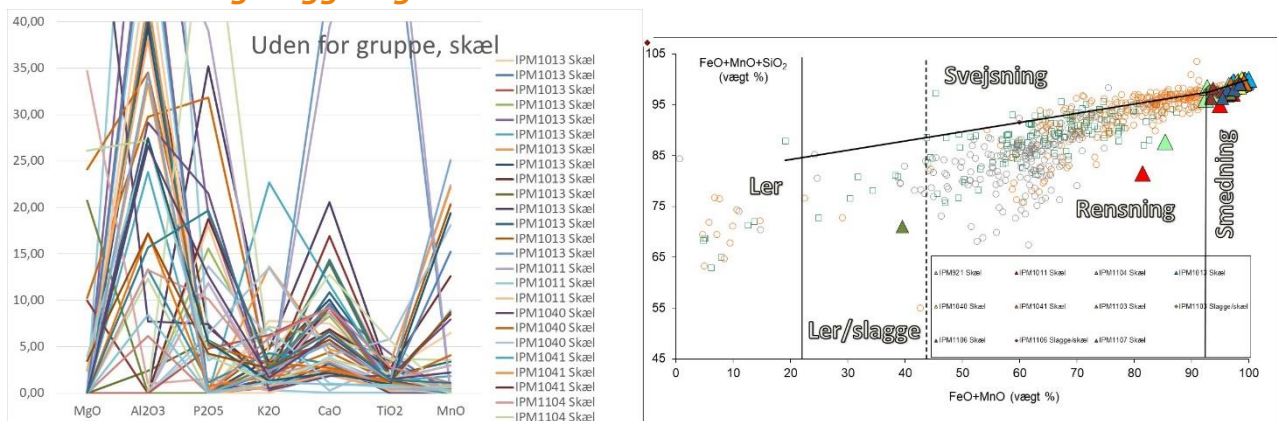


Figur 31

Den sidste gruppe omfatter to slagger (AG617 fnr 7 Slagge C og IPM1040 Slagge C), en slaggekugle (IPM1013 Kugle) og en klump af hvidligt materiale, som sandsynligvis er ler, måske blandet med aske (IPM1013 Hvidt C). Der er nogen variation i analyserne, så man kan ikke sige med sikkerhed, at materialerne stammer fra samme proces (Figur 31 venstre). Igen er det dog muligt, at der kan være tale om ler og smeltet ler, som i varierende grad er blandet med ren jernoxid, sandsynligvis i form af hammerskæl fra sekundærsmedning.

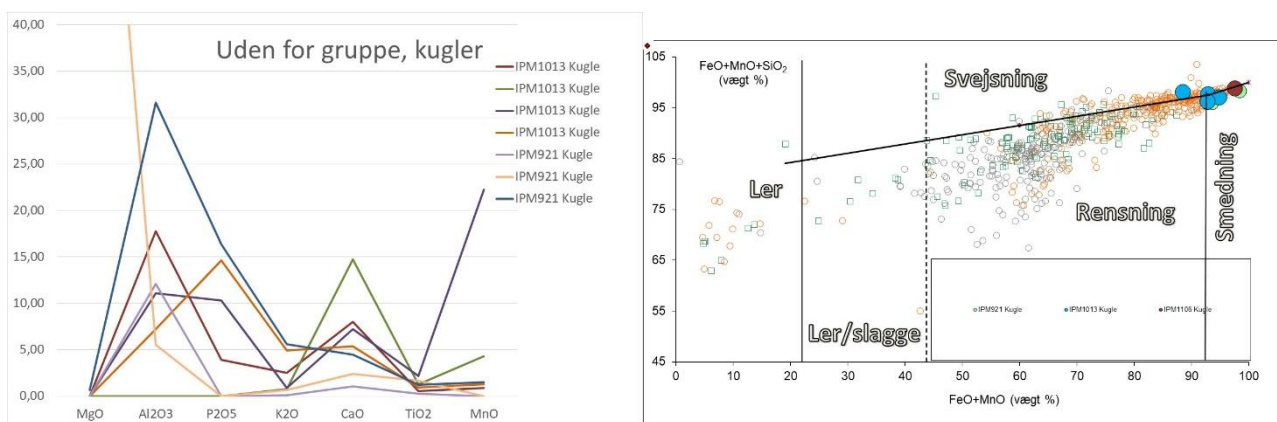
Uden for grupper

Hammerskæl og slaggekugler



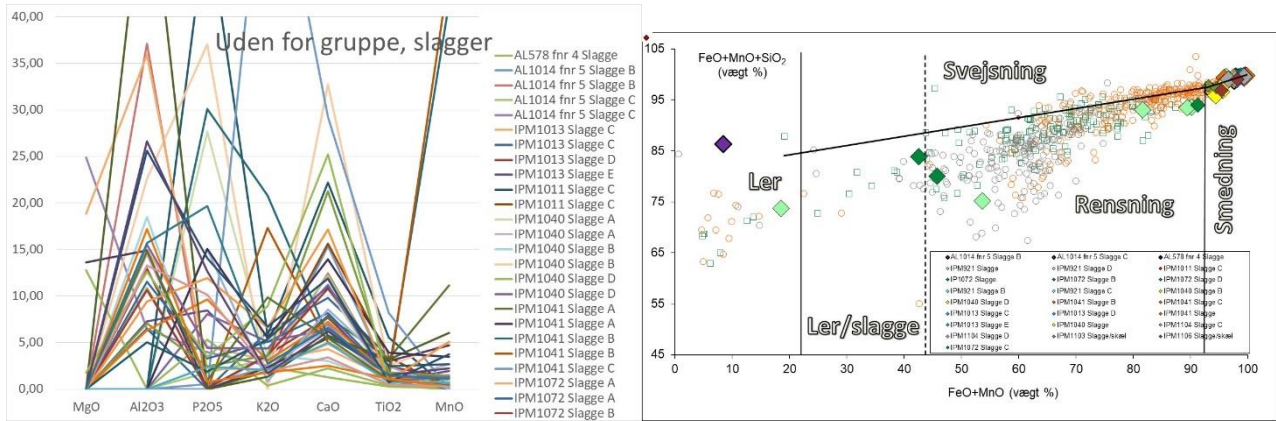
Figur 32 Uden for gruppe, 54 analyser af hammerskæl

En meget stor del af de analyser, som ikke falder i de statistiske grupper, kommer fra 54 hammerskæl fra en lang række prøver (IPM921, IPM1011, IPM1013, IPM1040, IPM1041, IPM1103, IPM1104, IPM1106 og IPM1107). Af disse er der kun tre, som indeholder mindre end 90 % jernoxid (FeO), og de er usædvanlige i sammensætning, idet et af dem sandsynligvis er en flage af smeltet ler, som har optaget jernoxid, mens de to andre er flager af mineraler, og ikke egentlige hammerskæl.



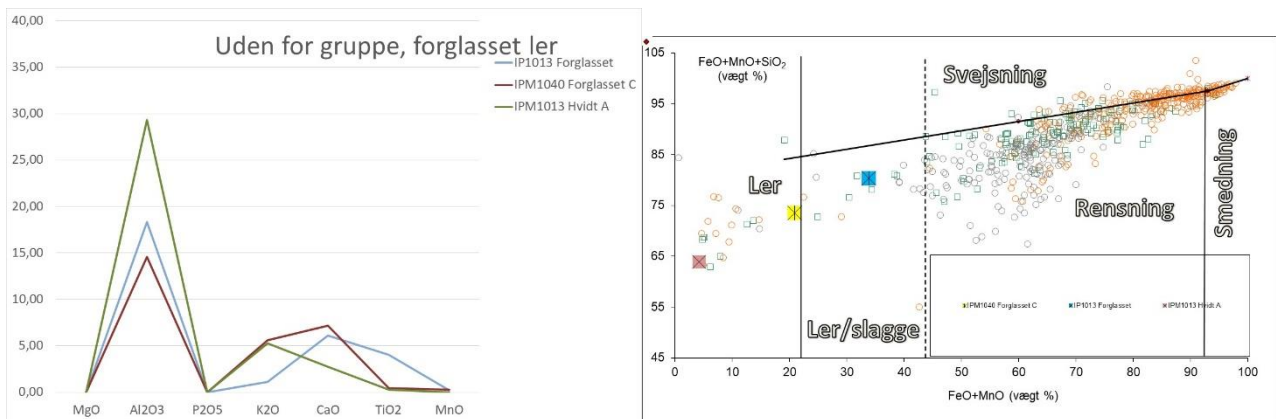
Figur 33: Uden for gruppe, 9 analyser af slaggekugler

De 9 slaggekugler, som ligger uden for de statistiske grupper, har alle meget høje indhold af jernoxid (FeO+MnO). Det betyder, at det er sandsynligt at de er opstået ved sekundærsmedning (formning) af jerngenstande. De meget store forskelle mellem analyserne, som viser sig når jernoxid fratrækkes, viser at kuglernes sammensætninger er meget påvirket af tilfældige forureninger.



Figur 34: Uden for gruppe, 45 analyser fra slagger

Også de 45 analyser, fra i alt 28 slaggefragmenter, viser meget stor spredning. Der er primært tale om små fragmenter, som stammer fra jordprøverne, og to analyser inden for samme fragment viser oftest forskellige sammensætninger. Som for slaggekuglerne er det også her de meget store indhold af jernoxid, som er årsagen, idet den lille mængde af andre oxider er meget påvirket af tilfældige forureninger. Det må formodes at "slaggerne" er opstået ved oxidation af små stykker jern, eller i nogle tilfælde ved sammenblanding af smeltet ler med store mængder jernoxid i form af hamemrskæl.



Figur 35

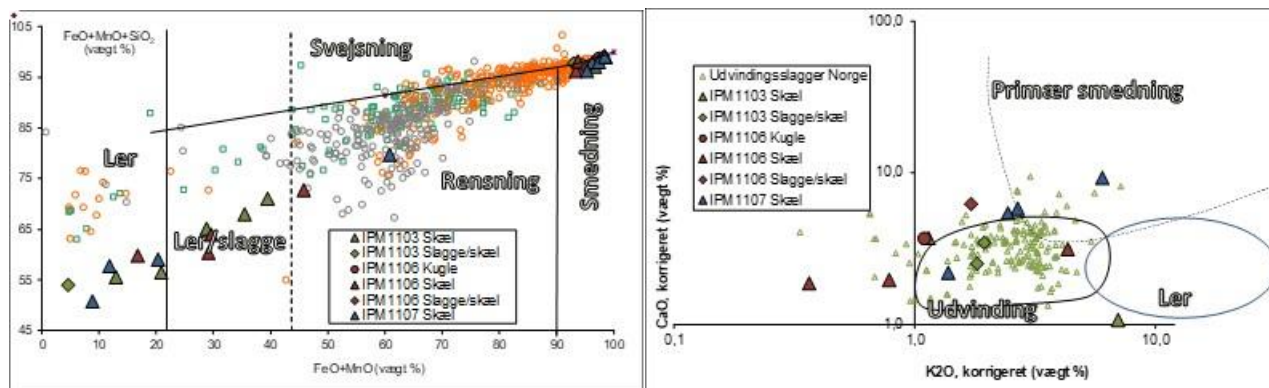
De sidste prøver, som falder uden for de statistiske grupper, er fragmenter af forglasset ler, som er opblandet med jernoxid i forskellig grad. Sandsynligvis skyldes afvigelsen fra det øvrige materiale, at de også er blevet blandet med andre typer materiale, f. eks. i form af småsten eller aske.

Analysar

Indhold i de enkelte anlæg

A1050

Fra A1050 er der udtaget materiale fra IPM1103, IPM1106 og IPM1107. Der er udtaget 1 slaggekugle, 22 hammerskæl og 5 såkaldte slagge/skæl, dvs. slaggelignende fragmenter, der er meget flade og nok nærmest bør betegnes skæl.



Figur 36 Alle analyser fra A1050/IPM1103, IPM1106 og IPM1107 illustreret i forhold til indhold af jern-, mangan- og siliciumoxid (til venstre) og i forhold til indhold af calcium- og kaliumoxid (til højre)

	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO	FeO	BaO
IPM1103 Skæl	0,39	0,65	0,67	0,47	0,10	0,03	0,09	0,05	0,00	96,69	0,02
IPM1103 Skæl	0,00	0,00	28,14	35,54	1,58	9,07	0,72	1,35	0,16	20,72	0,06
IPM1103 Skæl	2,34	2,39	16,49	31,49	2,14	4,22	0,64	0,40	0,37	39,13	0,01
IPM1103 Skæl	0,00	0,00	25,50	36,29	0,01	7,07	0,06	1,79	0,16	28,64	0,11
IPM1103 Skæl	0,00	0,00	31,04	42,57	3,18	8,19	0,31	1,38	0,26	12,72	0,11
IPM1103 Skæl	0,00	0,09	23,94	32,44	0,04	6,67	0,24	0,89	0,05	35,44	0,08
IPM1103 Slagge/skæl	0,43	0,00	1,15	4,65	0,05	0,12	0,17	0,08	0,02	93,07	0,02
IPM1103 Slagge/skæl	1,52	0,00	34,06	49,29	0,39	9,07	0,03	0,86	0,06	4,60	0,12
IPM1103 Slagge/skæl	0,95	0,00	0,73	2,89	0,56	0,11	0,19	0,03	0,01	94,48	0,01
IPM1106 Kugle	0,00	0,00	0,63	1,15	0,39	0,03	0,08	0,03	0,01	97,56	0,01
IPM1106 Skæl	0,00	0,41	30,24	43,02	0,00	8,17	0,08	1,12	0,04	16,67	0,15
IPM1106 Skæl	0,47	0,15	2,27	2,81	0,00	0,05	0,12	0,02	0,05	93,36	0,02
IPM1106 Skæl	0,00	0,73	27,13	34,31	0,00	7,25	0,08	0,55	0,15	29,48	0,08
IPM1106 Skæl	5,56	0,00	23,24	31,10	0,00	6,37	0,29	2,46	0,53	28,62	0,05
IPM1106 Skæl	0,00	1,12	18,70	26,91	0,00	5,18	0,16	0,43	0,20	45,60	0,03
IPM1106 Skæl	0,18	0,00	0,43	0,37	0,32	0,01	0,03	0,03	0,12	98,48	0,00
IPM1106 Skæl	0,36	0,00	0,84	4,48	0,08	0,27	0,20	0,05	0,00	93,73	0,00
IPM1106 Slagge/skæl	0,00	0,00	0,46	0,84	0,22	0,03	0,11	0,03	0,04	98,14	0,00
IPM1106 Slagge/skæl	0,76	0,00	0,68	1,51	0,85	0,12	0,29	0,06	0,05	95,32	0,01
IPM1107 Skæl	0,00	0,02	29,21	45,81	0,00	8,01	0,07	1,27	0,09	11,75	0,00
IPM1107 Skæl	0,23	0,00	31,50	41,91	0,00	10,03	0,07	1,09	0,16	8,68	0,11
IPM1107 Skæl	0,00	0,00	0,50	0,78	0,10	0,03	0,04	0,02	0,35	98,07	0,00
IPM1107 Skæl	0,53	0,14	0,69	1,71	0,17	0,11	0,23	0,05	0,35	95,90	0,01
IPM1107 Skæl	0,00	0,00	0,64	0,58	0,00	0,05	0,10	0,03	0,47	96,93	0,00
IPM1107 Skæl	0,00	0,00	0,06	0,71	0,00	0,06	0,09	0,03	0,01	98,40	0,00
IPM1107 Skæl	0,00	0,15	14,43	18,82	0,16	4,17	0,07	0,98	0,36	60,45	0,00
IPM1107 Skæl	3,92	0,00	27,98	38,67	0,11	7,20	0,12	1,02	3,43	16,85	0,40
IPM1107 Skæl	3,07	0,00	0,38	0,90	0,00	0,06	0,04	0,04	0,02	95,37	0,00

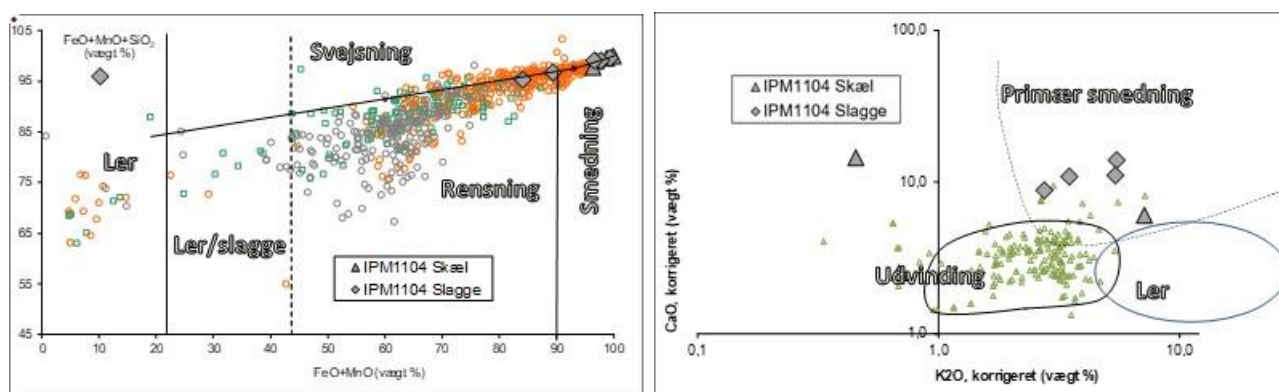
Tabel 1 A1050 Analysedata

	MgO	Al2O3	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO
IPM1103 Skæl	26,14	27,25	4,05	1,14	3,69	2,16	0,00
IPM1103 Skæl	0,00	36,73	2,07	11,83	0,95	1,76	0,21
IPM1103 Skæl	3,96	27,25	3,53	6,98	1,06	0,66	0,62
IPM1103 Skæl	0,00	35,93	0,01	9,96	0,08	2,53	0,22
IPM1103 Skæl	0,00	35,67	3,66	9,41	0,35	1,59	0,30
IPM1103 Skæl	0,14	37,15	0,07	10,35	0,37	1,38	0,07
IPM1103 Slagge/skæl	0,00	17,24	0,81	1,82	2,52	1,13	0,29
IPM1103 Slagge/skæl	0,00	35,70	0,41	9,51	0,03	0,90	0,06
IPM1103 Slagge/skæl	0,00	13,29	10,16	1,94	3,44	0,50	0,27
IPM1106 Kugle	0,00	27,21	16,76	1,09	3,65	1,33	0,46
IPM1106 Skæl	0,49	36,33	0,00	9,82	0,09	1,34	0,05
IPM1106 Skæl	2,44	38,11	0,00	0,78	1,96	0,39	0,83
IPM1106 Skæl	1,03	38,61	0,00	10,31	0,12	0,78	0,22
IPM1106 Skæl	0,00	33,40	0,00	9,15	0,41	3,53	0,75
IPM1106 Skæl	2,13	35,47	0,00	9,82	0,30	0,82	0,38
IPM1106 Skæl	0,00	29,18	21,53	0,36	1,87	1,85	7,98
IPM1106 Skæl	0,00	13,36	1,20	4,31	3,13	0,86	0,02
IPM1106 Slagge/skæl	0,00	26,62	12,66	1,72	6,24	1,53	2,24
IPM1106 Slagge/skæl	0,00	21,17	16,18	2,23	6,42	1,51	1,69
IPM1107 Skæl	0,02	34,58	0,00	9,49	0,09	1,50	0,11
IPM1107 Skæl	0,00	37,01	0,00	11,79	0,08	1,28	0,19
IPM1107 Skæl	0,00	27,46	5,51	1,38	2,19	0,96	19,38
IPM1107 Skæl	3,47	17,21	4,26	2,67	5,78	1,25	8,77
IPM1107 Skæl	0,00	34,33	0,00	2,43	5,43	1,43	25,15
IPM1107 Skæl	0,00	6,18	0,00	5,99	9,26	2,79	1,13
IPM1107 Skæl	0,39	36,86	0,42	10,66	0,17	2,50	0,91
IPM1107 Skæl	0,00	33,78	0,13	8,69	0,14	1,23	4,14
IPM1107 Skæl	0,00	8,48	0,00	1,24	0,98	0,91	0,35

Tabel 2 A1050 Korrigerede analysedata

A1062

Fra A1062/IPM1104 er der udtaget prøver til analyse af 4 slaggefragmenter og 4 hammerskæl.



Figur 37 Alle analyser fra A1062/IPM1104 illustreret i forhold til indhold af jern-, mangan- og siliciumoxid (til venstre) og i forhold til indhold af calcium- og kaliumoxid (til højre)

	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO	FeO	BaO
--	------	-----	-------	------	------	-----	-----	------	-----	-----	-----

IPM1104 Slagge A	0,00	0,00	1,63	7,43	0,00	0,31	0,97	0,29	0,45	88,92	0,00
IPM1104 Slagge A	0,00	0,00	2,04	11,19	0,24	0,56	1,76	0,12	0,28	83,82	0,00
IPM1104 Slagge B	0,00	0,00	3,32	85,79	0,00	0,49	0,09	0,15	0,11	10,05	0,00
IPM1104 Slagge C	0,00	0,00	0,40	0,17	0,00	0,01	0,04	0,02	0,04	99,32	0,00
IPM1104 Slagge D	0,00	0,00	0,00	1,33	0,35	0,13	0,32	0,09	0,08	97,71	0,00
IPM1104 Slagge D	0,00	0,00	0,18	2,53	0,07	0,19	0,39	0,09	0,10	96,46	0,00
IPM1104 Skæl	0,00	0,00	0,00	0,88	0,15	0,01	0,18	0,02	0,01	98,76	0,00
IPM1104 Skæl	0,00	0,00	0,39	2,13	0,00	0,23	0,19	0,12	0,11	96,82	0,00
IPM1104 Skæl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	99,98	0,00
IPM1104 Skæl	0,00	0,00	2,08	1,36	0,00	0,03	0,10	0,03	0,36	96,02	0,02

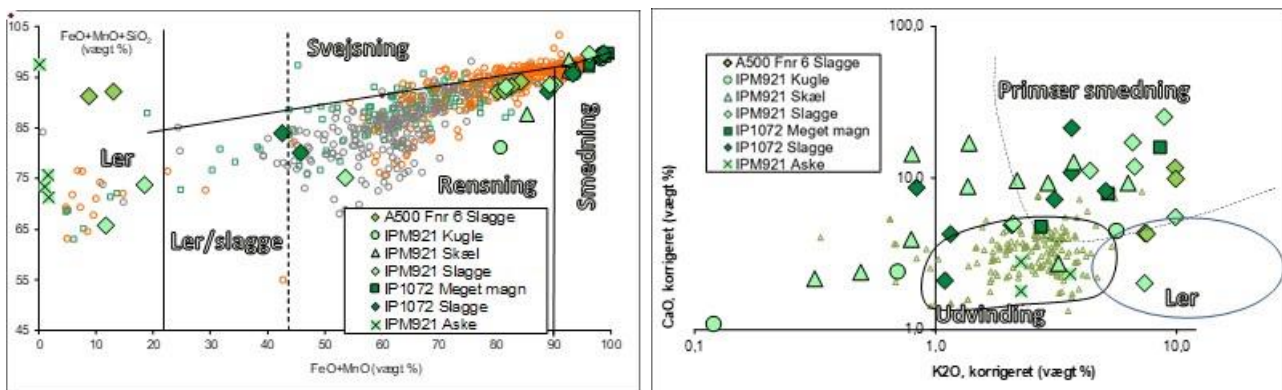
Tabel 3 A1062 Analyseredata

	MgO	Al2O3	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO
IPM1104 Slagge A	0,00	14,71	0,00	2,76	8,78	2,59	4,10
IPM1104 Slagge A	0,00	12,60	1,47	3,49	10,86	0,71	1,73
IPM1104 Slagge B	0,00	3,69	0,00	0,54	0,10	0,17	0,13
IPM1104 Slagge C	0,00	58,01	0,00	1,37	5,76	3,21	6,06
IPM1104 Slagge D	0,00	0,00	15,12	5,51	13,95	3,95	3,47
IPM1104 Slagge D	0,00	5,04	1,92	5,42	11,03	2,50	2,72
IPM1104 Skæl	0,00	0,00	11,88	0,46	14,39	1,69	0,58
IPM1104 Skæl	0,00	12,36	0,00	7,16	6,04	3,74	3,58
IPM1104 Skæl	0,00	0,00	0,00	0,00	39,49	60,51	0,00
IPM1104 Skæl	0,00	52,22	0,00	0,69	2,51	0,84	8,99

Tabel 4 A1062 Korrigerede analyseredata

A500

Fra A500 er der analyseret 3 slaggestykker fra Fnr. 6 samt emner fra jordprøverne IPM1072 og IPM921. Fra IPM1072 er der analyseret 4 slaggefragmenter og 4 stykker meget magnetisk materiale, fra IPM921 er der analyseret 4 slaggefragmenter, 4 slaggekugler, 13 hammerskæl og 4 stykker aske.



Figur 38 Alle analyser fra A500 illustreret i forhold til indhold af jern-, mangan- og siliciumoxid (til venstre) og i forhold til indhold af calcium- og kaliumoxid (til højre)

	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO	FeO	BaO
A500 fnr 6 Slagge A	0,00	0,61	4,71	11,95	0,00	1,46	0,86	0,16	0,08	80,18	0,00
A500 fnr 6 Slagge A	0,37	0,00	3,48	9,86	0,00	1,19	0,67	0,16	0,06	84,19	0,01
A500 fnr 6 Slagge B	0,00	0,00	2,84	10,59	0,00	1,72	2,04	0,15	0,07	82,57	0,02

	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO	FeO	BaO
A500 fnr 6 Slagge B	0,00	0,00	3,83	10,91	0,00	1,86	1,84	0,14	0,07	81,34	0,01
A500 fnr 6 Slagge C	0,00	0,00	7,29	82,47	0,00	1,00	0,08	0,38	0,15	8,63	0,00
A500 fnr 6 Slagge C	0,00	0,00	6,43	79,10	0,00	0,98	0,18	0,32	0,21	12,79	0,00
IPM1072 Slagge A	0,00	0,35	0,67	0,65	0,04	0,04	0,09	0,03	0,00	98,13	0,00
IPM1072 Slagge A	0,00	0,00	0,17	1,02	0,05	0,07	0,12	0,02	0,00	98,56	0,00
IPM1072 Slagge B	0,00	0,00	6,19	41,31	0,07	2,14	6,29	1,41	0,77	41,81	0,00
IPM1072 Slagge B	0,00	0,00	3,89	34,27	1,37	2,02	11,70	0,98	0,82	44,95	0,00
IPM1072 Slagge C	0,00	0,00	3,79	3,10	3,09	0,18	0,64	0,07	4,27	84,79	0,05
IPM1072 Slagge C	0,00	0,00	2,20	2,38	1,64	0,11	0,21	0,05	3,26	90,13	0,02
IPM1072 Slagge D	0,00	0,00	0,10	1,17	0,16	0,05	0,12	0,02	0,01	98,37	0,00
IPM1072 Slagge D	0,00	0,00	0,00	0,91	0,19	0,01	0,11	0,03	0,00	98,76	0,00
IPM1072 Meget magn	0,00	0,00	0,57	0,52	0,00	0,14	0,21	0,05	1,14	97,38	0,00
IPM1072 Meget magn	0,00	0,00	0,00	0,84	0,00	0,11	0,21	0,05	0,09	98,70	0,00
IPM1072 Meget magn	2,32	0,00	0,00	1,00	0,00	0,11	0,18	0,03	0,18	96,18	0,00
IPM1072 Meget magn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,05	0,08	99,67	0,00
IPM921 Slagge A	0,00	0,86	5,94	21,58	1,63	4,18	11,88	0,29	0,66	52,96	0,01
IPM921 Slagge A	0,17	0,00	2,89	11,40	0,82	0,82	2,08	0,16	0,26	81,41	0,00
IPM921 Slagge B	0,00	0,00	0,00	3,41	0,09	0,08	0,19	0,03	0,03	96,17	0,00
IPM921 Slagge C	1,62	0,00	0,98	3,46	1,25	0,69	1,78	0,09	0,53	89,59	0,01
IPM921 Slagge C	0,00	0,00	2,82	4,08	1,55	0,74	1,30	0,08	0,41	89,01	0,01
IPM921 Slagge D	3,49	0,60	19,50	54,05	1,08	6,51	1,78	1,20	0,23	11,49	0,06
IPM921 Slagge D	0,00	0,00	12,11	55,19	0,81	8,09	4,49	0,83	0,31	18,18	0,00
IPM921 Kugle	3,54	0,00	0,75	1,83	0,00	0,01	0,07	0,02	0,00	93,78	0,00
IPM921 Kugle	18,67	0,00	0,00	0,36	0,02	0,00	0,15	0,07	0,06	80,67	0,00
IPM921 Kugle	0,00	1,46	0,09	0,00	0,00	0,01	0,04	0,03	0,00	98,37	0,00
IPM921 Kugle	0,00	0,05	2,30	2,80	1,19	0,41	0,33	0,09	0,11	92,71	0,00
IPM921 Skæl	0,00	0,12	0,00	0,84	0,00	0,02	0,20	0,02	0,00	98,80	0,00
IPM921 Skæl	0,00	0,72	0,00	2,30	0,00	0,10	0,32	0,02	0,02	96,52	0,00
IPM921 Skæl	0,00	9,59	1,13	2,28	1,09	0,07	0,35	0,11	0,05	85,33	0,00
IPM921 Skæl	0,00	0,00	0,61	0,64	0,00	0,01	0,22	0,02	0,00	98,50	0,00
IPM921 Skæl	0,00	0,98	1,40	1,01	0,21	0,13	0,11	0,05	0,17	95,93	0,00
IPM921 Skæl	0,00	0,00	0,00	0,59	0,07	0,15	0,05	0,07	0,20	98,87	0,00
IPM921 Skæl	0,87	2,64	0,08	3,65	0,12	0,02	0,16	0,03	0,03	92,39	0,00
IPM921 Skæl	0,00	0,00	0,00	0,09	0,23	0,01	0,05	0,02	0,00	99,60	0,00
IPM921 Skæl	0,00	0,00	0,00	1,92	0,31	0,04	0,23	0,04	0,08	97,39	0,00
IPM921 Skæl	2,29	0,00	0,00	3,26	0,35	0,05	0,25	0,02	0,00	93,78	0,00
IPM921 Skæl	0,00	0,00	0,81	0,86	0,00	0,00	0,04	0,01	0,00	98,28	0,00
IPM921 Skæl	0,00	0,00	0,64	0,21	0,00	0,03	0,11	0,01	0,18	98,82	0,00
IPM921 Skæl	0,00	0,00	0,00	5,71	0,35	0,46	0,67	0,06	0,03	92,71	0,00
IPM921 Aske	0,00	0,00	22,86	69,51	0,00	3,57	2,28	0,03	0,03	1,72	0,01
IPM921 Aske	0,00	0,00	22,64	72,25	0,00	2,24	1,78	0,02	0,01	1,06	0,00
IPM921 Aske	0,00	0,00	2,01	97,37	0,00	0,18	0,26	0,01	0,01	0,17	0,00
IPM921 Aske	0,00	0,00	19,32	74,04	0,00	2,23	2,75	0,06	0,03	1,55	0,01

Tabel 5 A500 Analysedata

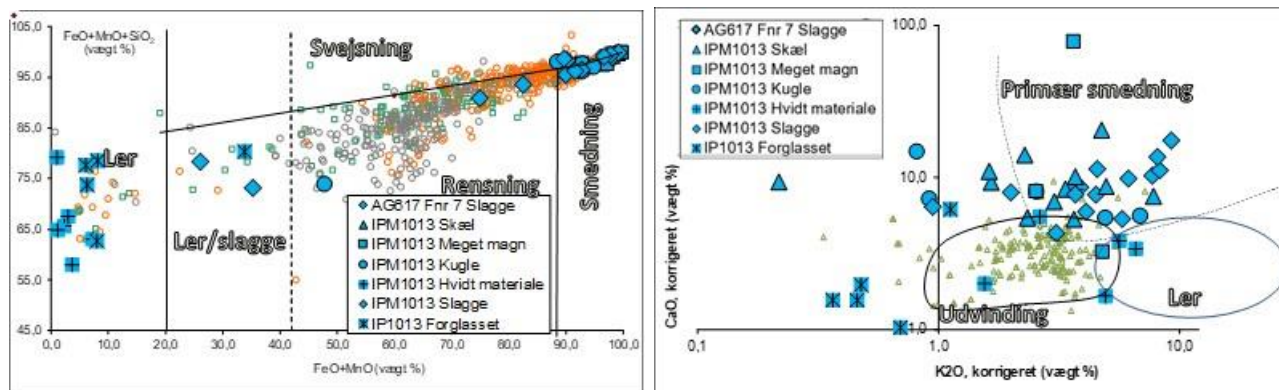
	MgO	Al2O3	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO
A500 fnr 6 Slagge A	3,06	23,76	0,00	7,38	4,32	0,82	0,39
A500 fnr 6 Slagge A	0,00	22,01	0,00	7,55	4,26	1,02	0,39
A500 fnr 6 Slagge B	0,00	16,32	0,01	9,85	11,71	0,85	0,42
A500 fnr 6 Slagge B	0,00	20,54	0,00	9,96	9,86	0,77	0,35

	MgO	Al2O3	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO
A500 fnr 6 Slagge C	0,00	7,98	0,00	1,10	0,09	0,41	0,17
A500 fnr 6 Slagge C	0,00	7,37	0,00	1,12	0,21	0,36	0,24
IPM1072 Slagge A	18,87	35,95	2,23	2,08	4,88	1,45	0,00
IPM1072 Slagge A	0,00	11,54	3,33	5,10	8,20	1,50	0,00
IPM1072 Slagge B	0,00	10,64	0,12	3,68	10,82	2,43	1,33
IPM1072 Slagge B	0,00	7,07	2,48	3,68	21,26	1,78	1,49
IPM1072 Slagge C	0,00	24,93	20,35	1,16	4,24	0,49	28,09
IPM1072 Slagge C	0,00	22,33	16,62	1,10	2,11	0,50	33,02
IPM1072 Slagge D	0,00	6,32	9,63	3,11	7,22	1,49	0,63
IPM1072 Slagge D	0,00	0,00	15,02	0,84	8,61	2,47	0,00
IPM1072 Meget magn	0,00	21,71	0,00	5,21	7,83	1,92	43,53
IPM1072 Meget magn	0,00	0,00	0,00	8,55	15,82	3,74	7,21
IPM1072 Meget magn	0,00	0,00	0,00	2,75	4,74	0,84	4,70
IPM1072 Meget magn	0,00	0,00	0,00	0,00	60,41	16,15	23,44
IPM921 Slagge A	1,83	12,63	3,46	8,90	25,26	0,62	1,41
IPM921 Slagge A	0,00	15,53	4,43	4,39	11,21	0,85	1,38
IPM921 Slagge B	0,00	0,00	2,42	2,10	5,00	0,77	0,68
IPM921 Slagge C	0,00	9,44	11,97	6,60	17,14	0,89	5,10
IPM921 Slagge C	0,00	25,62	14,09	6,71	11,87	0,74	3,76
IPM921 Slagge D	0,68	22,03	1,22	7,36	2,01	1,35	0,26
IPM921 Slagge D	0,00	14,80	0,98	9,88	5,49	1,01	0,38
IPM921 Kugle	0,00	12,11	0,04	0,12	1,09	0,30	0,00
IPM921 Kugle	0,00	0,00	0,09	0,00	0,77	0,34	0,32
IPM921 Kugle	89,66	5,56	0,00	0,70	2,42	1,66	0,00
IPM921 Kugle	0,68	31,60	16,36	5,63	4,47	1,25	1,55
IPM921 Skæl	9,98	0,00	0,00	1,38	16,94	1,49	0,00
IPM921 Skæl	20,74	0,00	0,00	2,93	9,25	0,52	0,55
IPM921 Skæl	65,36	7,73	7,45	0,49	2,40	0,72	0,33
IPM921 Skæl	0,00	40,94	0,00	0,80	14,37	1,32	0,00
IPM921 Skæl	24,13	34,54	5,16	3,24	2,73	1,27	4,09
IPM921 Skæl	0,00	0,00	6,44	13,55	4,03	5,85	18,14
IPM921 Skæl	34,72	1,03	1,60	0,32	2,16	0,40	0,43
IPM921 Skæl	0,00	0,00	56,51	3,74	12,77	5,66	0,00
IPM921 Skæl	0,00	0,00	11,84	1,37	8,79	1,60	2,96
IPM921 Skæl	0,00	0,00	5,62	0,79	3,94	0,40	0,00
IPM921 Skæl	0,00	47,01	0,00	0,00	2,27	0,87	0,00
IPM921 Skæl	0,00	54,40	0,00	2,18	9,63	1,07	15,24
IPM921 Skæl	0,00	0,00	4,80	6,29	9,25	0,77	0,48
IPM921 Aske	0,00	23,26	0,00	3,63	2,32	0,03	0,03
IPM921 Aske	0,00	22,88	0,00	2,27	1,80	0,02	0,01
IPM921 Aske	0,00	2,01	0,00	0,18	0,26	0,01	0,01
IPM921 Aske	0,00	19,63	0,00	2,27	2,79	0,06	0,03

Tabel 6 A500 Korrigerede analysedata

AG617

Fra AG617 er der analyseret 4 slaggestykker fra Fnr. 7 samt 5 slaggefragmenter, 5 slaggekugler, 14 hammerskæl, 5 stykker meget magnetisk materiale, 5 stykker forglaset ler samt 3 stykker hvidt materiale fra jordprøven IPM1013.



Figur 39 Alle analyser fra AG617 illustreret i forhold til indhold af jern-, mangan- og siliciumoxid (til venstre) og i forhold til indhold af calcium- og kaliumoxid (til højre)

	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO	FeO	BaO
AG617 fnr 7 Slagge A	0,00	0,00	0,24	3,09	0,12	0,16	0,23	0,04	0,00	96,12	0,00
AG617 fnr 7 Slagge A	4,41	0,00	0,84	6,10	0,04	0,14	0,12	0,05	0,00	88,30	0,00
AG617 fnr 7 Slagge B	0,31	0,00	3,99	15,87	0,17	1,94	2,57	0,09	0,09	74,88	0,09
AG617 fnr 7 Slagge B	0,00	0,00	2,79	11,03	0,19	1,46	1,95	0,09	0,06	82,43	0,00
AG617 fnr 7 Slagge C	0,00	0,00	1,81	3,05	0,30	0,29	0,71	0,05	0,09	93,69	0,00
AG617 fnr 7 Slagge C	0,00	0,00	3,04	5,57	0,23	0,58	0,54	0,09	0,05	89,90	0,00
AG617 fnr 7 Slagge D	0,00	0,00	12,17	52,16	0,02	3,33	5,71	0,49	0,16	25,96	0,00
AG617 fnr 7 Slagge D	0,00	3,17	15,22	37,78	0,00	2,51	5,54	0,47	0,12	35,18	0,00
IPM1013 Slagge A	0,00	0,00	0,63	7,99	0,13	0,10	0,64	0,27	0,31	89,93	0,00
IPM1013 Slagge A	0,00	0,00	0,11	9,00	0,25	0,00	0,67	0,26	0,28	89,44	0,00
IPM1013 Slagge B	0,00	0,00	1,65	3,65	0,18	0,58	0,98	0,10	0,05	92,81	0,00
IPM1013 Slagge B	0,00	0,00	1,05	4,65	0,29	0,78	1,48	0,12	0,07	91,56	0,00
IPM1013 Slagge C	0,54	0,00	0,29	0,85	0,09	0,06	0,08	0,02	0,02	98,04	0,00
IPM1013 Slagge C	0,00	0,00	0,05	0,58	0,00	0,05	0,08	0,03	0,00	99,22	0,00
IPM1013 Slagge D	0,00	0,00	0,28	1,58	0,00	0,08	0,17	0,03	0,02	97,85	0,00
IPM1013 Slagge E	0,00	0,00	0,25	2,40	0,28	0,07	0,27	0,03	0,07	96,64	0,00
IPM1013 Kugle	0,00	0,00	1,28	4,76	0,28	0,18	0,58	0,04	0,06	92,81	0,00
IPM1013 Kugle	0,00	0,00	0,00	9,43	0,00	0,10	1,77	0,15	0,52	88,03	0,00
IPM1013 Kugle	0,87	0,00	0,74	2,19	0,69	0,06	0,48	0,15	1,48	93,35	0,00
IPM1013 Kugle	0,00	1,37	16,57	26,06	1,09	3,62	2,95	0,54	0,47	47,34	0,00
IPM1013 Kugle	1,46	0,00	0,52	3,28	1,06	0,36	0,39	0,07	0,09	92,76	0,00
IPM1013 Skæl	0,00	0,00	0,00	1,07	0,00	0,11	0,11	0,04	0,09	98,58	0,00
IPM1013 Skæl	0,00	0,00	0,00	0,78	0,00	0,00	0,06	0,03	0,00	99,13	0,00
IPM1013 Skæl	0,00	0,00	1,63	1,01	0,00	0,11	0,16	0,03	0,00	97,07	0,00
IPM1013 Skæl	1,64	0,00	0,00	0,79	0,54	0,12	0,29	0,04	0,04	96,56	0,00
IPM1013 Skæl	0,00	0,00	0,40	0,00	0,12	0,00	0,06	0,03	0,00	99,40	0,00
IPM1013 Skæl	0,00	0,00	0,00	1,01	0,00	0,03	0,06	0,03	0,00	98,87	0,00
IPM1013 Skæl	0,00	0,00	0,68	1,07	0,00	0,06	0,14	0,03	0,06	97,95	0,00
IPM1013 Skæl	0,00	0,00	0,96	1,12	0,00	0,09	0,25	0,02	0,01	97,55	0,00
IPM1013 Skæl	0,00	0,00	1,02	1,03	0,18	0,04	0,24	0,02	0,02	97,45	0,00
IPM1013 Skæl	0,00	0,00	0,04	1,36	0,10	0,04	0,26	0,02	0,00	98,18	0,00
IPM1013 Skæl	0,00	0,00	0,00	0,49	0,58	0,08	0,34	0,03	0,14	98,34	0,00
IPM1013 Skæl	0,00	0,00	0,00	2,27	0,00	0,04	0,30	0,05	0,10	97,24	0,00
IPM1013 Skæl	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,04	0,07	0,01	0,16	99,22	0,00
IPM1013 Skæl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,00	99,95	0,00

	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO	FeO	BaO
IPM1013 Meget magn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,11	0,01	0,00	99,86	0,00
IPM1013 Meget magn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,16	0,01	0,00	99,80	0,00
IPM1013 Meget magn	0,00	0,00	0,04	1,21	0,00	0,20	0,19	0,03	0,00	98,32	0,00
IPM1013 Meget magn	0,86	0,00	1,39	0,26	0,00	0,13	0,09	0,03	0,00	97,23	0,00
IPM1013 Meget magn	0,00	0,00	1,28	4,76	0,28	0,18	0,58	0,04	0,06	92,81	0,00
IP1013 Forglasset	13,32	6,31	15,63	54,61	0,00	0,64	0,95	0,51	0,05	7,98	0,00
IP1013 Forglasset	0,00	2,35	17,60	71,62	0,00	0,43	1,47	0,52	0,04	5,98	0,00
IP1013 Forglasset	3,73	0,00	20,19	67,41	0,00	0,34	1,47	0,58	0,04	6,25	0,00
IP1013 Forglasset	0,00	0,00	18,45	70,46	0,00	0,44	1,81	0,73	0,05	8,06	0,00
IP1013 Forglasset	0,00	0,00	12,17	46,49	0,00	0,75	4,07	2,69	0,17	33,67	0,00
IPM1013 Hvidt A	0,00	0,00	27,68	55,82	0,00	5,24	3,54	0,50	0,04	7,14	0,03
IPM1013 Hvidt A	0,00	0,00	28,56	63,68	0,00	4,88	1,63	0,04	0,01	1,13	0,08
IPM1013 Hvidt B	0,00	0,00	22,64	64,64	0,00	6,41	3,29	0,08	0,03	2,87	0,04
IPM1013 Hvidt B	0,00	0,00	26,39	63,30	0,00	2,58	5,36	0,02	0,01	2,31	0,04
IPM1013 Hvidt C	0,00	0,00	17,24	78,22	0,00	1,54	1,97	0,02	0,01	0,98	0,02
IPM1013 Hvidt C	0,00	0,00	30,49	54,28	0,00	3,59	7,98	0,05	0,02	3,59	0,00

Tabel 7 A617 Analysedata

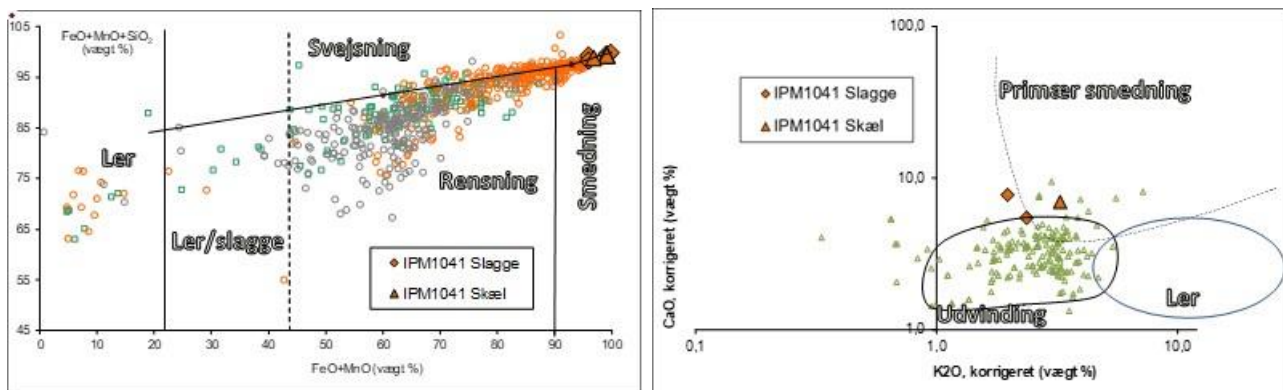
	MgO	Al2O3	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO
AG617 fnr 7 Slagge A	0,00	6,08	2,99	4,11	5,93	1,09	0,11
AG617 fnr 7 Slagge A	0,00	7,19	0,38	1,22	0,98	0,42	0,00
AG617 fnr 7 Slagge B	0,00	15,88	0,69	7,72	10,21	0,35	0,37
AG617 fnr 7 Slagge B	0,00	15,86	1,06	8,30	11,10	0,48	0,37
AG617 fnr 7 Slagge C	0,00	28,74	4,71	4,55	11,31	0,82	1,48
AG617 fnr 7 Slagge C	0,00	30,07	2,31	5,79	5,33	0,89	0,50
AG617 fnr 7 Slagge D	0,00	16,44	0,03	4,50	7,71	0,66	0,21
AG617 fnr 7 Slagge D	4,90	23,48	0,00	3,87	8,55	0,73	0,19
IPM1013 Slagge A	0,00	6,26	1,27	0,95	6,40	2,64	3,12
IPM1013 Slagge A	0,00	1,05	2,38	0,01	6,31	2,42	2,66
IPM1013 Slagge B	0,00	22,91	2,47	8,10	13,67	1,42	0,65
IPM1013 Slagge B	0,00	12,43	3,45	9,25	17,49	1,38	0,88
IPM1013 Slagge C	0,00	14,96	4,60	3,09	4,31	1,20	0,89
IPM1013 Slagge C	0,00	6,51	0,00	6,16	9,79	3,47	0,00
IPM1013 Slagge D	0,00	12,98	0,00	3,70	7,71	1,34	0,83
IPM1013 Slagge E	0,00	7,31	8,47	2,01	7,93	0,86	2,00
IPM1013 Kugle	0,00	17,80	3,95	2,56	8,01	0,58	0,90
IPM1013 Kugle	0,00	0,00	0,00	0,82	14,78	1,28	4,34
IPM1013 Kugle	0,00	11,12	10,31	0,92	7,24	2,21	22,29
IPM1013 Kugle	2,60	31,47	2,06	6,87	5,59	1,02	0,90
IPM1013 Kugle	0,00	7,23	14,63	4,93	5,41	0,94	1,29
IPM1013 Skæl	0,00	0,00	0,00	7,83	7,53	2,54	6,54
IPM1013 Skæl	0,00	0,00	0,00	0,00	6,78	3,45	0,55
IPM1013 Skæl	0,00	55,51	0,00	3,64	5,32	1,01	0,00
IPM1013 Skæl	0,00	0,00	15,58	3,37	8,33	1,03	1,11
IPM1013 Skæl	0,00	66,81	19,35	0,22	9,33	4,29	0,00
IPM1013 Skæl	0,00	0,00	0,00	2,34	5,41	2,63	0,00
IPM1013 Skæl	0,00	33,36	0,00	3,02	6,92	1,42	3,05
IPM1013 Skæl	0,00	39,36	0,00	3,71	10,10	0,73	0,27
IPM1013 Skæl	0,00	40,13	7,13	1,65	9,24	0,87	0,75
IPM1013 Skæl	0,00	2,44	5,74	2,28	14,04	0,91	0,00

	MgO	Al2O3	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO
IPM1013 Skæl	0,00	0,00	35,20	4,76	20,58	1,69	8,54
IPM1013 Skæl	0,00	0,00	0,00	1,62	10,90	1,94	3,44
IPM1013 Skæl	0,00	0,00	0,00	4,98	8,72	1,77	20,37
IPM1013 Skæl	0,00	0,00	0,00	0,00	45,01	54,99	0,00
IPM1013 Meget magn	0,00	0,00	12,55	3,66	77,75	6,04	0,00
IPM1013 Meget magn	0,00	0,00	0,00	14,65	79,39	5,96	0,00
IPM1013 Meget magn	0,00	2,43	0,00	12,12	11,07	2,01	0,00
IPM1013 Meget magn	0,00	50,08	0,00	4,82	3,22	1,23	0,00
IPM1013 Meget magn	0,00	17,80	3,95	2,56	8,01	0,58	0,90
IP1013 Forglasset	6,86	16,99	0,00	0,70	1,03	0,56	0,06
IP1013 Forglasset	2,49	18,72	0,00	0,46	1,56	0,55	0,04
IP1013 Forglasset	0,00	21,53	0,00	0,37	1,56	0,62	0,04
IP1013 Forglasset	0,00	20,07	0,00	0,48	1,97	0,79	0,06
IP1013 Forglasset	0,00	18,34	0,00	1,12	6,14	4,05	0,25
IPM1013 Hvidt A	0,00	29,81	0,00	5,65	3,82	0,53	0,04
IPM1013 Hvidt A	0,00	28,88	0,00	4,94	1,65	0,04	0,01
IPM1013 Hvidt B	0,00	23,31	0,00	6,60	3,39	0,08	0,03
IPM1013 Hvidt B	0,00	27,01	0,00	2,64	5,49	0,02	0,01
IPM1013 Hvidt C	0,00	17,41	0,00	1,55	1,99	0,02	0,01
IPM1013 Hvidt C	0,00	31,63	0,00	3,72	8,27	0,05	0,02

Tabel 8 AG617 Korrigerede analysedata

AG900

Fra AG900/IPM1041 er der udtaget 4 slaggefragmenter og 4 hammerskæl til analyse.



Figur 40 Alle analyser fra AG900 illustreret i forhold til indhold af jern-, mangan- og siliciumoxid (til venstre) og i forhold til indhold af calcium- og kaliumoxid (til højre)

	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO	FeO	BaO
IPM1041 Slagge A	0,00	0,00	0,00	3,52	0,00	0,09	0,36	0,15	0,52	95,35	0,00
IPM1041 Slagge A	0,00	0,59	0,64	2,41	0,00	0,10	0,24	0,13	0,20	95,69	0,00
IPM1041 Slagge B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,36	0,25	0,07	0,02	0,49	98,82	0,00
IPM1041 Slagge B	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,27	0,08	0,02	0,71	98,42	0,00
IPM1041 Slagge C	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,06	0,02	0,00	99,80	0,00
IPM1041 Skæl	0,00	0,00	0,21	0,35	0,00	0,20	0,11	0,01	0,02	99,10	0,00
IPM1041 Skæl	0,00	0,00	0,45	0,14	0,00	0,15	0,05	0,03	0,24	98,94	0,00
IPM1041 Skæl	0,00	0,00	0,45	0,14	0,00	0,15	0,05	0,03	0,24	98,94	0,00

	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO	FeO	BaO
IPM1041 Skæl	0,00	0,00	0,00	2,02	0,68	0,12	0,25	0,10	0,46	96,37	0,00

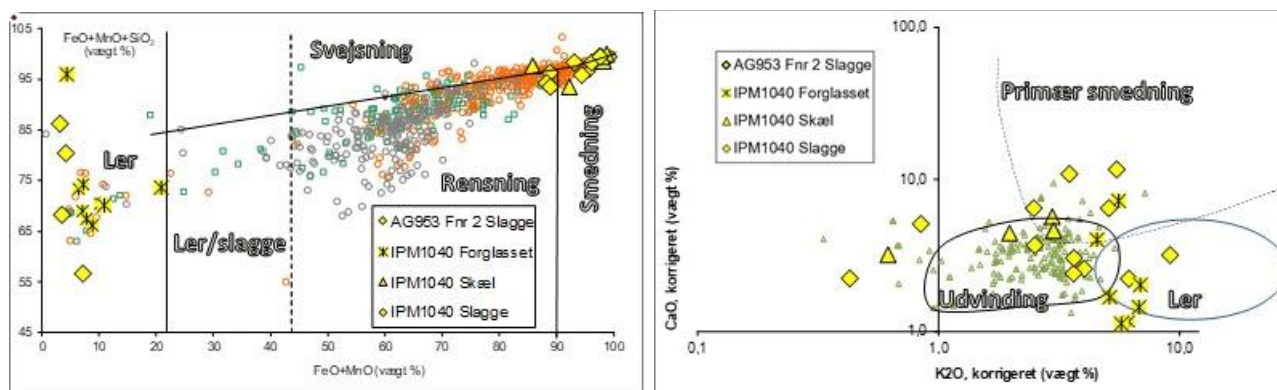
Tabel 9 AG900 Analysedata

	MgO	Al2O3	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO
IPM1041 Slagge A	0,00	0,00	0,00	1,97	7,72	3,32	11,19
IPM1041 Slagge A	13,65	14,90	0,00	2,37	5,48	3,03	4,73
IPM1041 Slagge B	0,00	0,00	30,10	20,79	5,73	1,90	41,49
IPM1041 Slagge B	0,00	0,00	0,00	17,31	5,06	1,14	44,76
IPM1041 Slagge C	0,00	0,00	0,00	62,51	29,28	8,21	0,00
IPM1041 Skæl	0,00	23,86	0,00	22,73	11,73	1,34	1,88
IPM1041 Skæl	0,00	42,64	0,00	13,66	4,70	3,28	22,23
IPM1041 Skæl	0,00	42,64	0,00	13,66	4,70	3,28	22,23
IPM1041 Skæl	0,00	0,00	18,79	3,26	6,91	2,69	12,61

Tabel 10 AG900 Korrigerede analysedata

AG953

Fra AG953 er der analyseret 3 slaggestykker fra Fnr. 2 og 4 slaggefragmenter, 5 hammerskæl og 3 stykker forglasset ler fra IPM1040.



Figur 41 Alle analyser fra AG953 illustreret i forhold til indhold af jern-, mangan- og siliciumoxid (til venstre) og i forhold til indhold af calcium- og kaliumoxid (til højre)

	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO	FeO	BaO
AG953 fnr 2 Slagge A	0,00	0,00	1,12	5,29	0,00	0,17	0,25	0,05	0,01	93,11	0,00
AG953 fnr 2 Slagge A	0,00	0,00	2,23	7,45	0,07	1,02	0,36	0,03	0,01	88,84	0,00
AG953 fnr 2 Slagge B	0,00	0,00	13,16	76,15	0,00	3,85	2,46	0,16	0,04	4,18	0,00
AG953 fnr 2 Slagge B	0,00	0,00	7,79	83,10	0,00	3,54	2,34	0,10	0,04	3,10	0,00
AG953 fnr 2 Slagge C	0,00	0,00	34,93	49,50	0,00	5,74	2,06	0,61	0,05	7,08	0,03
AG953 fnr 2 Slagge C	9,31	2,07	16,03	64,74	0,00	3,33	0,64	0,33	0,01	3,53	0,01
IPM1040 Slagge A	0,00	0,00	0,00	2,18	1,08	0,14	0,42	0,02	0,06	96,10	0,00
IPM1040 Slagge A	0,00	0,00	0,35	1,74	0,00	0,06	0,15	0,02	0,06	97,62	0,00
IPM1040 Slagge B	2,22	0,00	0,82	1,01	0,00	0,16	0,13	0,03	0,04	95,59	0,00
IPM1040 Slagge B	0,00	0,00	0,13	0,00	0,22	0,00	0,19	0,01	0,03	99,42	0,00
IPM1040 Slagge C	0,00	0,00	3,04	6,13	0,53	0,65	1,39	0,09	0,07	88,10	0,00
IPM1040 Slagge C	0,00	2,07	2,77	4,70	0,81	0,10	0,57	0,10	0,13	88,74	0,00
IPM1040 Slagge D	2,93	0,72	0,00	1,50	0,30	0,02	0,13	0,02	0,00	94,38	0,00
IPM1040 Slagge D	0,00	0,00	0,00	1,97	0,20	0,13	0,16	0,04	0,04	97,46	0,00
IPM1040 Skæl	0,00	0,00	0,00	1,13	0,00	0,01	0,04	0,00	0,00	98,82	0,00
IPM1040 Skæl	5,75	0,00	0,00	1,24	0,00	0,23	0,44	0,08	0,03	92,22	0,00
IPM1040 Skæl	0,00	0,18	0,52	0,36	0,56	0,03	0,08	0,02	0,00	98,26	0,00
IPM1040 Skæl	0,00	0,00	0,00	1,40	0,35	0,15	0,01	0,08	0,58	97,43	0,00
IPM1040 Skæl	0,00	0,00	1,15	11,87	0,00	0,43	0,66	0,08	0,09	85,72	0,00
IPM1040 Forglasset A	0,00	5,94	18,95	61,80	0,00	4,55	0,92	0,69	0,15	6,99	0,00
IPM1040 Forglasset A	0,00	0,00	22,06	60,16	0,00	5,55	1,05	0,97	0,20	10,01	0,01
IPM1040 Forglasset A	0,00	0,00	19,62	66,92	0,00	4,81	1,58	0,58	0,13	6,35	0,01
IPM1040 Forglasset B	2,11	1,83	21,09	57,27	0,00	6,27	1,85	0,78	0,19	8,62	0,00
IPM1040 Forglasset B	0,00	0,00	17,34	67,03	0,00	6,33	1,34	0,68	0,14	7,13	0,01
IPM1040 Forglasset B	7,40	0,00	18,15	59,50	0,00	5,28	1,04	0,79	0,15	7,70	0,00
IPM1040 Forglasset C	0,00	0,00	20,53	59,20	1,09	4,07	3,57	0,51	0,30	10,63	0,09
IPM1040 Forglasset C	4,30	0,00	11,55	52,64	0,00	4,44	5,71	0,36	0,23	20,68	0,09
IPM1040 Forglasset C	1,77	0,00	0,93	91,62	0,00	0,84	0,40	0,12	0,02	4,30	0,00

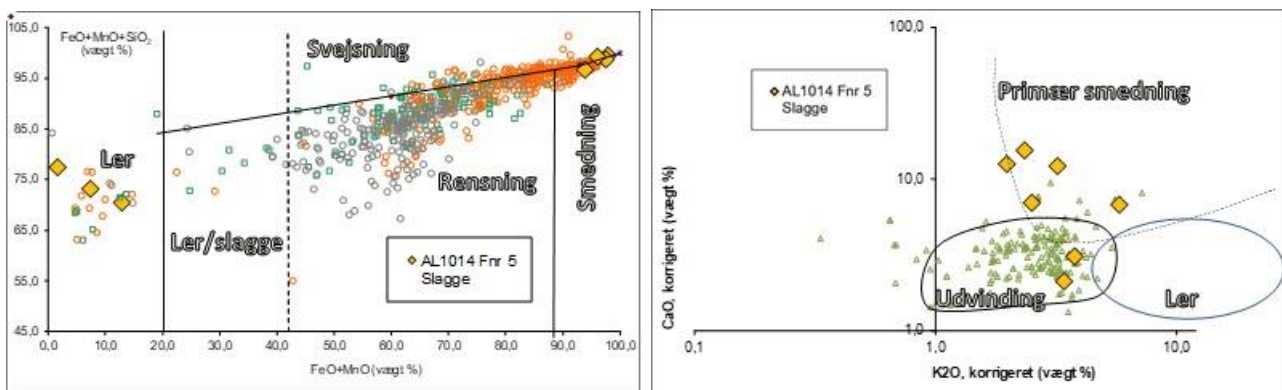
Tabel 11 AG953 Analysedata

	MgO	Al2O3	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO
AG953 fnr 2 Slagge A	0,00	16,21	0,00	2,51	3,69	0,68	0,17
AG953 fnr 2 Slagge A	0,00	20,03	0,61	9,14	3,18	0,24	0,08
AG953 fnr 2 Slagge B	0,00	13,73	0,00	4,02	2,57	0,17	0,04
AG953 fnr 2 Slagge B	0,00	8,04	0,00	3,65	2,41	0,10	0,04
AG953 fnr 2 Slagge C	0,00	37,59	0,00	6,18	2,22	0,66	0,06
AG953 fnr 2 Slagge C	2,15	16,62	0,00	3,45	0,66	0,34	0,01
IPM1040 Slagge A	0,00	0,00	27,64	3,49	10,84	0,52	1,59
IPM1040 Slagge A	0,00	14,55	0,00	2,50	6,44	0,81	2,72
IPM1040 Slagge B	0,00	18,51	0,00	3,66	3,03	0,75	0,83
IPM1040 Slagge B	0,00	22,62	37,08	0,00	32,76	2,56	4,98
IPM1040 Slagge C	0,00	25,56	4,46	5,49	11,65	0,73	0,60
IPM1040 Slagge C	18,42	24,63	7,19	0,85	5,10	0,88	1,19
IPM1040 Slagge D	12,82	0,00	5,32	0,43	2,23	0,38	0,00
IPM1040 Slagge D	0,00	0,00	8,06	5,11	6,47	1,44	1,40
IPM1040 Skæl	0,00	0,00	0,00	0,62	3,19	0,00	0,00
IPM1040 Skæl	0,00	0,00	0,00	2,98	5,71	1,02	0,43
IPM1040 Skæl	10,29	29,80	31,84	1,97	4,43	1,31	0,00
IPM1040 Skæl	0,00	0,00	13,69	5,93	0,32	3,30	22,42
IPM1040 Skæl	0,00	8,07	0,00	3,00	4,60	0,57	0,63
IPM1040 Forglasset A	6,38	20,38	0,00	4,89	0,99	0,74	0,16
IPM1040 Forglasset A	0,00	24,51	0,00	6,16	1,16	1,07	0,22
IPM1040 Forglasset A	0,00	20,95	0,00	5,14	1,68	0,62	0,13
IPM1040 Forglasset B	2,00	23,08	0,00	6,87	2,03	0,85	0,21
IPM1040 Forglasset B	0,00	18,67	0,00	6,82	1,44	0,73	0,15
IPM1040 Forglasset B	0,00	19,66	0,00	5,72	1,12	0,85	0,16
IPM1040 Forglasset C	0,00	22,97	1,22	4,55	4,00	0,57	0,34
IPM1040 Forglasset C	0,00	14,56	0,00	5,60	7,20	0,46	0,29
IPM1040 Forglasset C	0,00	0,97	0,00	0,88	0,42	0,13	0,02

Tabel 12 Korrigerede analysedata

AL1014

Fra AL1014 er der analyseret 3 slaggestykker fra Fnr. 5.



Figur 42 Alle analyser fra AL1014 illustreret i forhold til indhold af jern-, mangan- og siliciumoxid (til venstre) og i forhold til indhold af calcium- og kaliumoxid (til højre)

	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO	FeO	BaO
AL1014 fnr 5 Slagge A	0,15	0,00	19,41	65,78	0,00	3,51	2,87	0,95	0,13	7,19	0,00
AL1014 fnr 5 Slagge A	0,00	0,00	16,63	57,54	1,07	5,10	5,93	0,81	0,74	12,18	0,00
AL1014 fnr 5 Slagge A	0,00	0,00	17,01	75,80	0,00	3,37	2,08	0,14	0,00	1,60	0,00
AL1014 fnr 5 Slagge B	0,00	0,00	0,00	1,71	0,01	0,05	0,33	0,03	0,00	97,86	0,00
AL1014 fnr 5 Slagge B	0,00	0,00	0,91	1,15	0,00	0,05	0,31	0,03	0,01	97,55	0,00
AL1014 fnr 5 Slagge C	0,00	0,00	0,00	3,23	0,07	0,13	0,48	0,04	0,01	96,03	0,00
AL1014 fnr 5 Slagge C	0,57	1,53	0,40	2,77	0,24	0,15	0,43	0,05	0,00	93,85	0,00

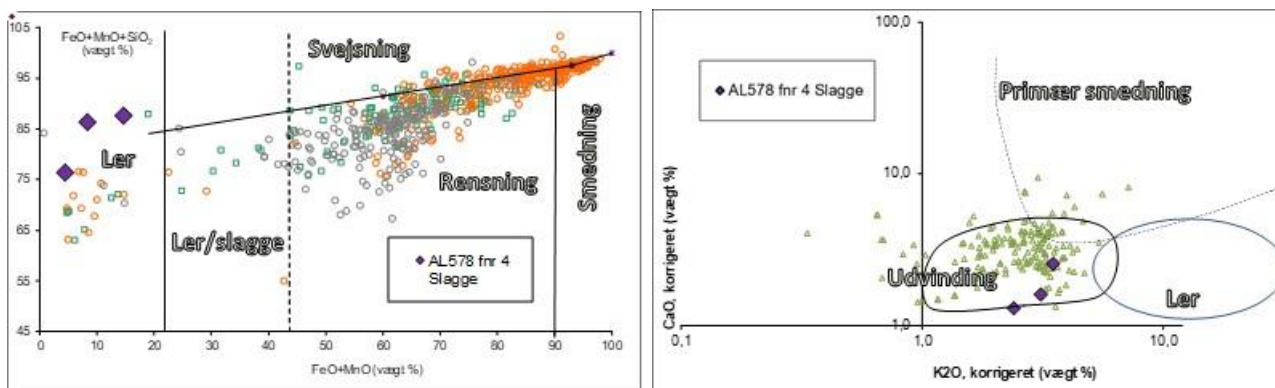
Tabel 13 AL1014 Analysedata

	MgO	Al2O3	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO
AL1014 fnr 5 Slagge A	0,00	20,92	0,00	3,78	3,09	1,03	0,14
AL1014 fnr 5 Slagge A	0,00	18,93	1,22	5,81	6,75	0,92	0,84
AL1014 fnr 5 Slagge A	0,00	17,29	0,00	3,42	2,11	0,14	0,00
AL1014 fnr 5 Slagge B	0,00	0,00	0,56	2,35	15,39	1,49	0,15
AL1014 fnr 5 Slagge B	0,00	37,12	0,00	1,98	12,47	1,12	0,49
AL1014 fnr 5 Slagge C	0,00	0,00	1,82	3,22	12,21	1,06	0,22
AL1014 fnr 5 Slagge C	24,92	6,44	3,98	2,51	6,97	0,79	0,08

Tabel 14 Korrigerede analysedata

AL578

Fra AL578 er der analyseret et slaggestykke fra Fnr. 4.



Figur 43 Alle analyser fra AL578 illustreret i forhold til indhold af jern-, mangan- og siliciumoxid (til venstre) og i forhold til indhold af calcium- og kaliumoxid (til højre)

	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO	FeO	BaO
AL578 fnr 4 Slagge	0,00	0,00	17,30	71,93	0,03	3,35	2,45	0,50	0,09	4,35	0,00
AL578 fnr 4 Slagge	0,00	0,00	8,00	73,02	0,00	2,65	1,36	0,33	0,16	14,46	0,01
AL578 fnr 4 Slagge	0,00	0,00	9,99	77,95	0,00	2,20	1,19	0,29	0,13	8,23	0,01

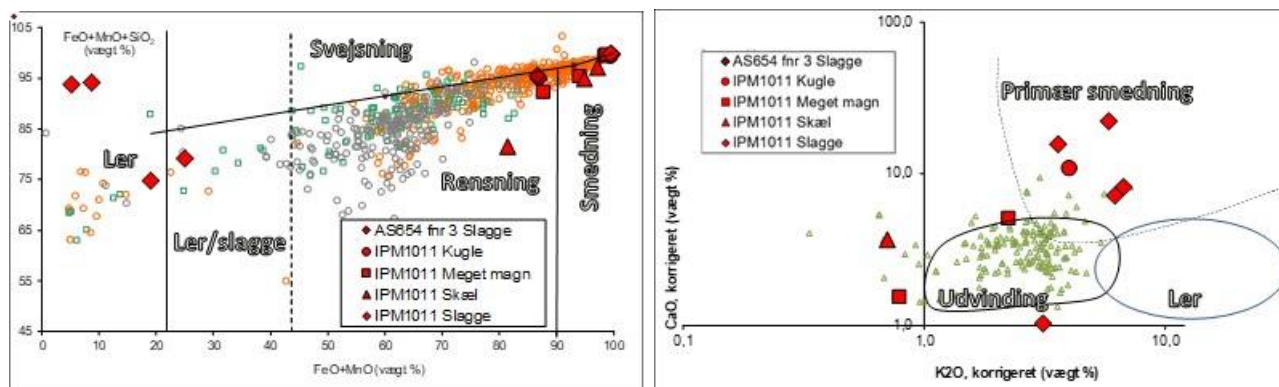
Tabel 15 AL578 Analysedata

	MgO	Al2O3	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO
AL578 fnr 4 Slagge	0,00	18,09	0,03	3,50	2,56	0,53	0,09
AL578 fnr 4 Slagge	0,00	9,36	0,00	3,10	1,59	0,39	0,19
AL578 fnr 4 Slagge	0,00	10,89	0,00	2,40	1,30	0,32	0,14

Tabel 16 AL578 Korrigerede analysedata

AS654

Fra AS654 er der analyseret et slaggefragment fra af Fnr. 3 samt 3 slaggefragmenter, 1 slaggekugle, 3 hammerskæl og 4 stykker meget magnetisk materiale fra IPM1011.



Figur 44 Alle analyser fra AS654 illustreret i forhold til indhold af jern-, mangan- og siliciumoxid (til venstre) og i forhold til indhold af calcium- og kaliumoxid (til højre)

	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO	FeO	BaO
AS654 fnr 3 Slagge	0,00	0,00	3,00	8,03	0,00	0,88	1,08	0,12	0,07	86,82	0,00
AS654 fnr 3 Slagge	0,07	0,00	2,50	8,95	0,00	0,83	0,96	0,07	0,04	86,59	0,00
IPM1011 Slagge A	0,00	0,00	20,18	55,73	0,39	2,53	0,84	1,27	0,52	18,54	0,00
IPM1011 Slagge A	0,00	0,00	18,41	54,11	0,00	1,89	0,10	0,49	0,65	24,37	0,00
IPM1011 Slagge B	1,52	0,00	4,15	88,62	0,00	0,16	0,15	0,23	0,13	5,04	0,00
IPM1011 Slagge B	0,00	0,00	3,79	85,46	0,00	1,37	0,41	0,29	0,47	8,21	0,00
IPM1011 Slagge C	0,00	0,00	0,00	0,03	0,16	0,02	0,07	0,02	0,00	99,69	0,01
IPM1011 Slagge C	0,00	0,00	0,00	0,39	0,00	0,02	0,08	0,02	0,00	99,49	0,00
IPM1011 Kugle	0,00	0,00	0,45	0,00	0,00	0,02	0,06	0,03	0,00	99,44	0,00
IPM1011 Skæl	0,00	0,00	2,81	0,00	2,02	0,04	0,19	0,05	0,05	94,84	0,00
IPM1011 Skæl	0,00	0,00	17,43	0,00	1,05	0,06	0,01	0,01	0,11	81,32	0,00
IPM1011 Skæl	2,24	0,00	0,00	0,00	0,51	0,00	0,09	0,01	0,00	97,15	0,00
IPM1011 Meget magn	0,00	0,46	0,11	0,79	0,00	0,03	0,08	0,02	0,01	98,49	0,00
IPM1011 Meget magn	1,93	2,25	0,00	1,32	0,26	0,05	0,09	0,05	0,00	94,05	0,00
IPM1011 Meget magn	0,00	0,03	0,00	0,78	0,00	0,17	0,17	0,06	0,02	98,76	0,00
IPM1011 Meget magn	0,00	0,00	5,27	4,42	0,16	1,94	0,11	0,32	0,19	87,58	0,01

Tabel 17 AS654 Analysedata

	MgO	Al2O3	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO
AS654 fnr 3 Slagge	0,00	22,78	0,00	6,71	8,16	0,90	0,56
AS654 fnr 3 Slagge	0,00	18,63	0,00	6,19	7,16	0,49	0,28
IPM1011 Slagge A	0,00	24,77	0,48	3,11	1,03	1,56	0,63
IPM1011 Slagge A	0,00	24,34	0,00	2,49	0,13	0,64	0,85
IPM1011 Slagge B	0,00	4,37	0,00	0,17	0,16	0,24	0,14
IPM1011 Slagge B	0,00	4,12	0,00	1,49	0,45	0,32	0,52
IPM1011 Slagge C	0,00	0,00	50,68	5,84	22,22	5,58	0,00
IPM1011 Slagge C	0,00	0,00	0,00	3,60	15,67	3,47	0,00
IPM1011 Kugle	0,00	79,24	0,00	3,99	10,82	5,95	0,00
IPM1011 Skæl	0,00	54,49	39,09	0,70	3,68	1,05	0,98
IPM1011 Skæl	0,00	93,29	5,64	0,34	0,06	0,07	0,60
IPM1011 Skæl	0,00	0,00	18,07	0,00	3,01	0,27	0,00

	MgO	Al₂O₃	P₂O₅	K₂O	CaO	TiO₂	MnO
IPM1011 Meget magn	30,54	7,50	0,00	2,25	5,05	1,50	0,86
IPM1011 Meget magn	37,75	0,00	4,43	0,79	1,53	0,91	0,00
IPM1011 Meget magn	2,66	0,00	0,00	13,96	13,48	5,08	1,76
IPM1011 Meget magn	0,00	42,42	1,28	15,60	0,92	2,55	1,57

Tabel 18 AS654 Korrigerede analysedata

Prøve		Indhold i fraktioner < 2 mm		Indhold i fraktioner 2-4 mm					Indhold i fraktioner > 4 mm				Vægt af fraktioner						
anlæg	nummer	Trækul (meget>en del>noget>lidt>intet)	Meget magnetisk fraktion	trækul	slaggefragmenter >2,5	Slaggekugler >2,5	skæl >2,0	Meget magnetisk fraktion	trækul	forglasset ler	brændt ler	slagge	digler/keramik	Umagn >4 mm	Umagn 2-4 mm	Umagn < 2 mm	Magn >4 mm	Magn 2-4 mm	Magn < 2mm
A1050	IPM1103	Meget	x					x						126,3	92,8	168,2	11,40	18,20	24,10
A1050	IPM1107		x											61,5	64,5	93,1	1,90	2,00	2,80
A1050	IPM1106	Meget						x						78,8	34,9	24,8		6,50	4,70
A500	IPM1072	Noget			0,25	0,023	0,248					0,789		439,6	319,6	443,6	2,50	5,00	9,20
A500	IMP1071	Noget	1,446		0,130	0,000	0,264					0,821		147,9	106,8	200,4	1,70	2,50	6,10
A500	IPM921		3,551		0,845	0,120	0,498					18,58		190,0	129,6	186,6	19,90	5,90	8,30
AI1062	IPM1104	Noget	0,778		0,291		0,065				0,366			275,2	233,9	347,2	1,30	5,50	7,40
A1062	IPM1108	Lidt	0,087											153,7	85,3	67,5	0,00	1,50	1,70
A723	IPM919		0,297		0,186									261	78,5	45,7	0,00	1,26	1,04
A723	IPM920		0,037			0,034	0,026							136,2	116,7	77,7	0,00	0,12	0,09
A953	IPM1040	lidt	1,366		0,282	0,007	0,039		0,596	0,445	1,206	2,847		151,4	112,2	186,4	4,70	3,70	5,50
A723	IPM1105	intet	0,179		0,050		0,009						3,11	402,4	233,5	162,2	0,00	0,52	0,65
A762	IPM922	en del	0,201		0,127		0,120		0,262					187,1	158,9	279,6	0,00	4,30	4,70
A762	IPM???	lidt	0,033											87,3	27,8	24,7	0,00	0,92	0,92
AS627	IPM1073	intet	1,326		0,333	0,073	0,227							289,5	213,8	268	0,00	4,30	6,50
A617	IPM1013	en del	5,652		1,912	0,104	1,280			2,779				181,9	122,3	217,8	0,00	9,90	21,40
A814	IPM918	lidt	0,306		0,050		0,006		0,011					345,1	240,1	398,9	0,11	1,74	2,80
AG900	IPM1041	lidt	0,215		0,041		0,032		0,032					149,2	156,9	284,2	0,00	2,02	2,43
AS571	IPM1012	intet	0,437			0,017								366,7	199	540,1	0,00	4,20	4,70
AS1075	IPM1110	en del	0,418	en del	0,165		0,024		0,466					280,2	215	296,5	0,00	6,70	9,60
AS654	IPM1011	noget	1,290		0,170	0,035	0,024							222,8	328,2	169,5	0,00	3,90	6,30

Tabel 19 Indhold i jordprøver i gram