

10. JERNVINNA PÅ ÅNESTAD I LØTEN, EN PRODUKSJONSPLASS MED SMIE FRA MEROVINGERTID MED KONTINENTAL KARAKTER

Julian Post-Melbye¹, Kristin Eriksen¹, Arne Jouttijärvi² og Peter Hambro Mikkelsen³

10.1 INNLEDNING

Jernvinneforskningen har lang tradisjon i Norge, og sentralt i disse studiene står skogsområdene i Hedmark. Det er kjent produksjonsanlegg fra Koppang i nord til Eidskog i sør, men de mest omfattende undersøkelsene har foregått godt inne i de dype skogsområdene i Åmot, og de fleste av anleggene knyttes til jernproduksjon i middelalderen (Narmo 1997; Rundberget 2007, 2017). Ånestad-anlegget ble funnet gårdsnært og tidfestes til merovingertiden (ca. 570–800 e.Kr.). Både beliggenheten og dateringene er følgelig uvanlige, og kunnskapen om jernfremstillingen i tidsrommet er derigjennom også begrenset (se kapittel 13 i denne boken).

Merovingertiden er en periode da produksjonsteknologien gjennomgår store endringer, blant annet ved at man legger om til en produksjon i sjaktovner med slaggrøp (fase I-anlegg) til en sjaktovnstype med slagvattapping (fase II-anlegg, Larsen 2009). Det finnes lite kunnskap om hvordan og hvor denne betydelige omleggingen foregikk, blant annet fordi det kun er undersøkt et fåtall ovner fra denne perioden i landet som helhet (se kapittel 13 i denne boken). Ut fra dette kunnskapsmessige bakteppet ble det derfor prioritert å undersøke lokalitetene på Ånestad med hensyn til landskapsplassing, teknologisk nivå (endring) og produksjonsomfang. I tillegg er landskapsrommet i seg selv viktig, da den tunnære beliggenheten kunne gi muligheter for å forstå produksjonen som en del av gården eller gårdenes helhetlige organisering.

10.2 KULTURMILJØ OG KUNNSKAPSSTATUS

Gården Ånestad ligger som alt omtalt i randsonen av landbruksområdene på Hedmarken (figur 10.1). Østover er det store sammenhengende skogsområder

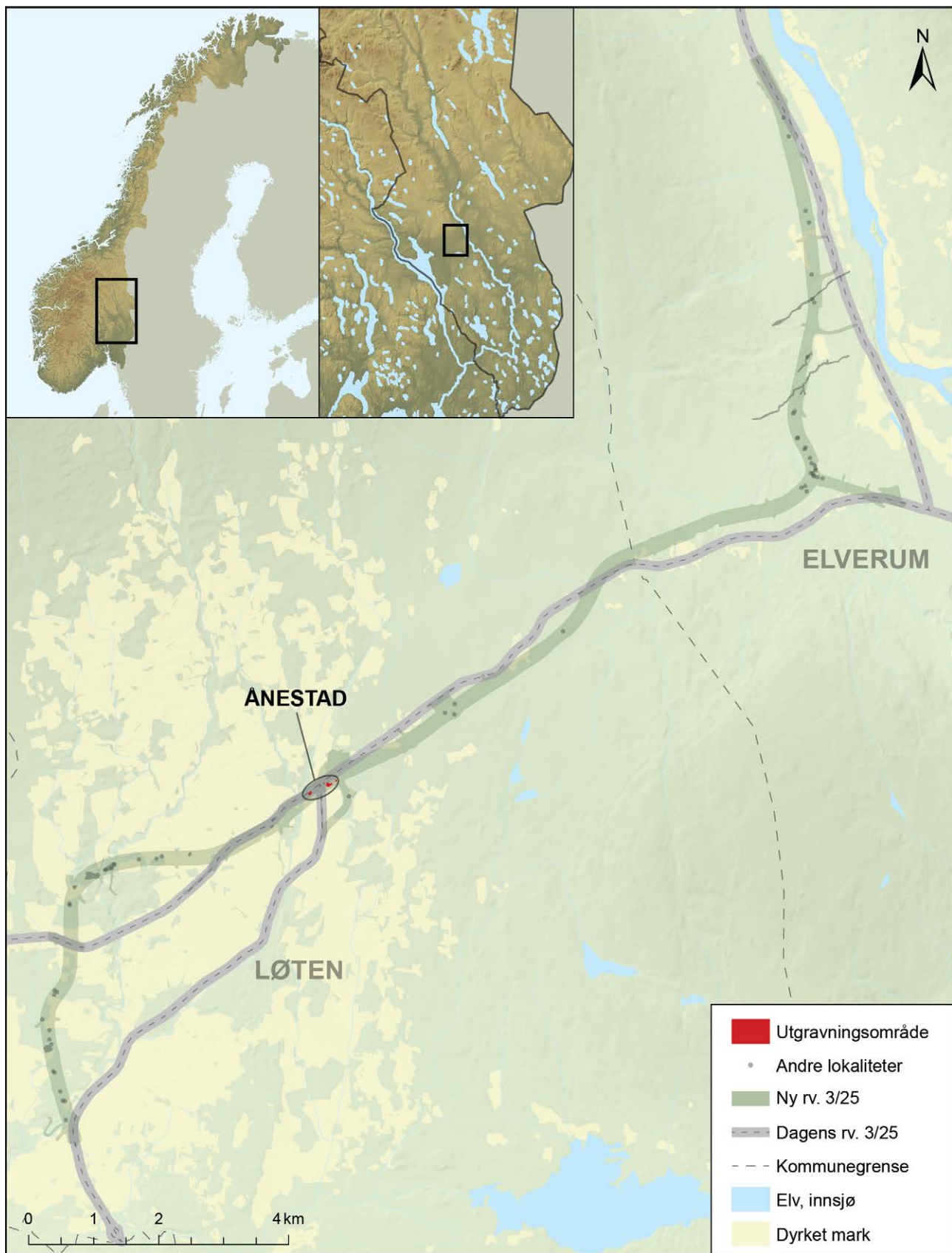
med små innslag av dyrka mark. Mot vest strekker det seg åpne jordbruksbygder helt til Mjøsas bredder. De to undersøkte arealene med jernvinne lå i åkermarka på hver sin side av eksisterende riksvei 3, på sørsiden av den øst-vestgående riksvei 25.

Den eldre jernvinna (fase I) i Hedmark er hovedsakelig å finne i de sentrale jordbruksstrøkene, som på Åker og Valum i Vang, og By og Englaug i Løten (Larsen 2009; Risbøl 1997:116), men også i Heradsbygda i Elverum (se kapittel 12 i denne boken) og i Åmot og Stor-Elvdal finnes det produksjonsplasser. Dette er anlegg som ofte ligger nær de eldste og største gårdene, mens jernvinna i middelalderen (fase 2) er lokalisert langt ute i utmarka. Få slike gårdsnære anlegg er imidlertid studert. Ut fra det vi vet er imidlertid disse gårdsnære anleggene hovedsakelig fra romertid-folkevandringstid (Rundberget 2010:38–39), mens i Danmark strekker bruken seg til slutten av det 7. århundre (Voss 1993:206). I løpet av merovingertiden skjer det en teknologiendring innenfor jernvinna i Norge. Den eldste jernvinna som stammer helt fra førromersk jernalder, kalt fase I, tok utgangspunkt i sjaktovner hvor tre ble redusert til trekull i ovnen og slagget samlet seg i blokker i underkant. De fleste ovnene var til én gangs bruk, utenom Trøndelagsovnen, ved at ovnens underliggende grop fylte seg opp med slagg. Fase II markeres med en overgang til reduksjon av trekull i egne kullgroper og avtapping av rennende slagg ut av ovnens side mens slagget fortsatt var flytende. Den samme ovnen ble benyttet om og om igjen. Teknologiendringen gjorde at arbeidsorganiseringen endret seg. I fase I krevde jernvinna mange folk til stede på en gang. I fase II kunne færre folk drive et anlegg, og arbeidet ble spredd utover i tid ved at kullproduksjon foregikk i en egen prosess. Den overgangen skjer en gang i løpet av merovingertiden

1 Kulturhistorisk museum, Universitet i Oslo.

2 Heimdal-archaeometry, Danmark.

3 Afdeling for Konservering og Naturvidenskab, Moesgaard Museum.



Figur 10.1. Oversiktskart med Ånestads plassering.

og inn i vikingtid, og teknologien er i bruk gjennom middelalderen i Norge.

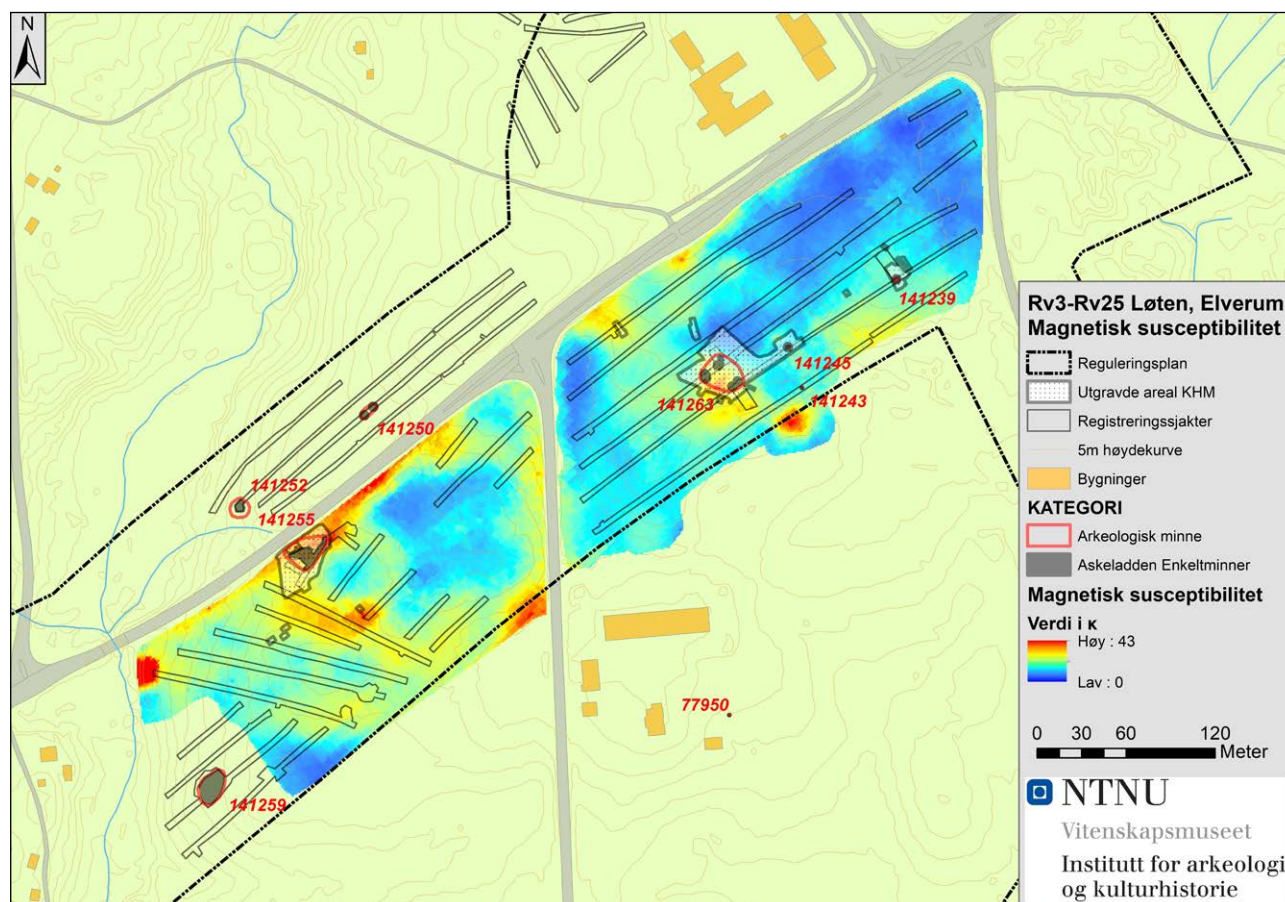
Samtidig finnes det begrenset kunnskap om jernvinneanlegg fra overgangsperioden mellom denne eldre og yngre perioden (kapittel 13 i denne boken). Utenom Ånestad og Storhov (kapittel 12 i denne boken) ligger de to eneste kjente meroveringertidsanleggene i regionen i Grue og Åsnes (Rundberget 2013:189–192). Disse er imidlertid av en annen type (sannsynligvis tappeteknologi), lik de som er lokalisert ellers i utmarka. Gjennom Ånestad-undersøkelsen har det derfor vært mulig å frembringe helt ny kunnskap om hvor og hvordan jernproduksjonen foregikk på 700-tallet.

I nærområdet er det ellers gjennomført en utgraving på Englaug vestre i 1994, der det ble undersøkt to slaggroper ved tilleggsutgravninger til den daværende riksvei 3-utbyggingen (Risbøl 1995). Slaggropene er beskrevet som gropsjaktovner med underliggende slaggroper (dvs. fase I-type, Risbøl 1997). De to ovnene ble datert til slutten av bronsealderen og førromersk jernalder. Det er i ettertid vanskelig å trenge inn i det kildekritiske ved utvalget av dateringsmaterialet på dette i tilfellet på grunn av sparsom dokumentasjon, men dateringene er uvanlig gamle. Ovnene er funnet sammen med øvrige

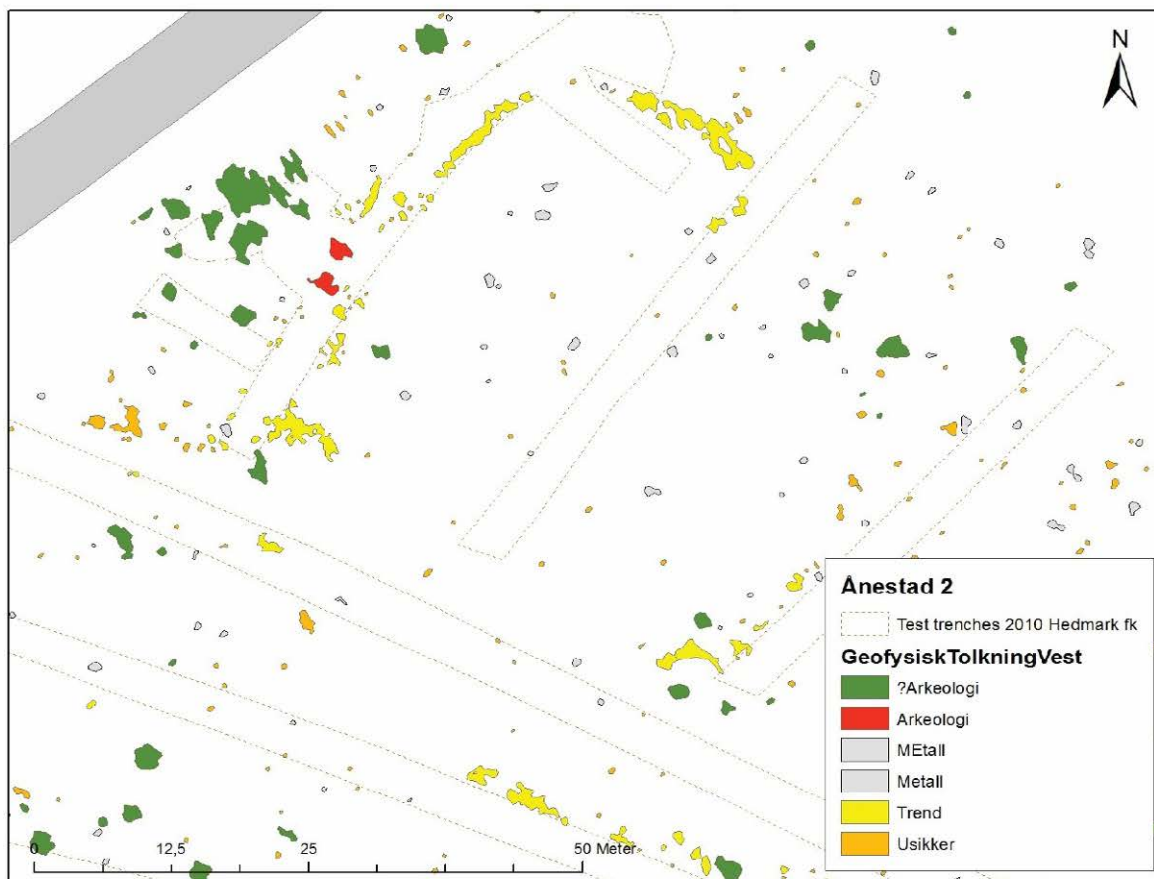
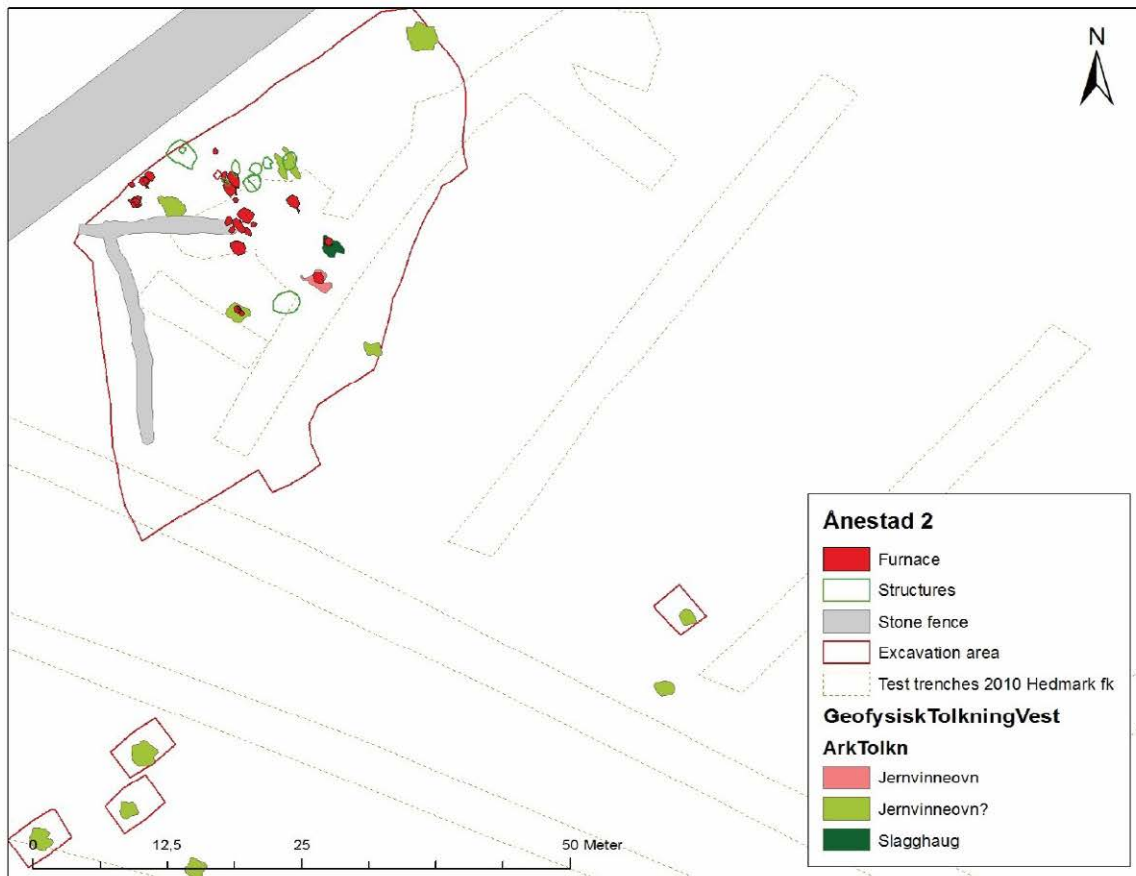
bosetningsspor som kokegroper og stolpehull (C38461). Dateringene til de andre strukturene på feltet falt innenfor tidsrommet for yngre romertid og begynnelsen av folkevandringstid. I ovnen med strukturnavn JA ble det funnet brent halm. Dette er ikke nevnt for ovnen som ble navngitt MS. Halm ble fylt opp i gropen før ovnssjakten ble montert over slaggruppen (Jouttijärvi & Voss 2013:85). Jernvinneovner av lignende type som fremkom på Englaug vestre, ble også gravd ut på Englaug østre i 2015 i forbindelse med en sykkelvei. Der ble det undersøkt et overpløyd jernvinneanlegg med to ovner datert til overgangen mellom folkevandringstid og merovingertid. Slagganalysene viste at de var ovner av typen fase 1, noe som stemte godt overens med ovnskonstruksjonen (Martinsen 2016). Disse funnene på Englaug vestre og Englaug østre gir et lite innblikk i at produksjon lik den på Ånestad foregikk i eldre jernalder, men at omfanget virker mye mer begrenset.

10.2.1 Geofysikk

I forkant av utgravingen ble det utført geofysiske undersøkelser over dyrka mark på Ånestad 1 og 2 (se kapittel 11 i denne boken). I alt ble det gjort



Figur 10.2. Arkeologisk tolkning av de geofysiske dataene i kombinasjon med susceptibilitetsdataene. Kart: Arne Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet.



Figur 10.3. Sammenligning av geofysisk tolkning og arkeologisk utgravning. Anomalier med en geofysisk tolkning som «trend» har blitt satt i sammenheng med synlige svakere kontraster og samlet til en tolkning av grøfter eller mulige grøfter. Det ble ikke observert grøfter som tydelig former kantgrøftene til huskonstruksjoner. Kart: Kristin Eriksen, KHM.

målinger av magnetisk susceptibilitet over et areal på ca. 86 000 m², og gradiometerdata over et areal på ca. 39 000 m². Den geofysiske responsen i området hadde et godt sammenfall med strukturer som alt fremkom ved registreringer (Hansen 2012), samtidig som det fremkom ny informasjon som kunne bidra til en bedre og mer målrettet arkeologisk undersøkelse. I tillegg kunne lokaliteten avgrenses mer presist, og nye potensielle arkeologiske strukturer og aktivitetsområder ble indikert som følge av tolkningen av de geofysiske dataene. I alt ble 242 anomalier i gradiometerdataene tolket som mulige spor av førreformatorisk aktivitet, hvorav 34 hadde en geofysisk signatur som var sammenlignbar med kjente jernvinneovner registrert i området. Det henvises ellers til denne publikasjonens kapittel 11, hvor geofysikkundersøkelsene og det faglige utbyttet av dem diskuteres i detalj.

10.3 JERNVINNA PÅ ÅNESTAD

Det ble til sammen påvist og undersøkt 30 ovner benyttet til jernfremstilling, samtlige av fase I-type med underliggende slagprop. På alle ovnene var det kun slagpropen som var bevart, da fyringssjaktene som opprinnelig var bygd opp av leire over bakkenivå, var fullstendig bortpløyd. Ovnene hadde en diameter på mellom 60 og 80 cm, med et snitt på 69 cm. Dybden varierte mellom 15 og 60 cm. De dypere, best bevarte ovnene er også de som har størst diameter. Dette har antakelig med bevaringsforholdene å gjøre, ettersom konstruksjonene har vært bredest i toppen. Hard pløying har følgelig bidratt til å redusere både den bevarte diameteren og den bevarte dybden til ovnene. I bunnen av de fleste ovnene var det også et lag med kull under slaggestene, skilt av et leirelag. Siden det ikke fantes malm eller slag i kullaget, foreslår Jouttijärvi

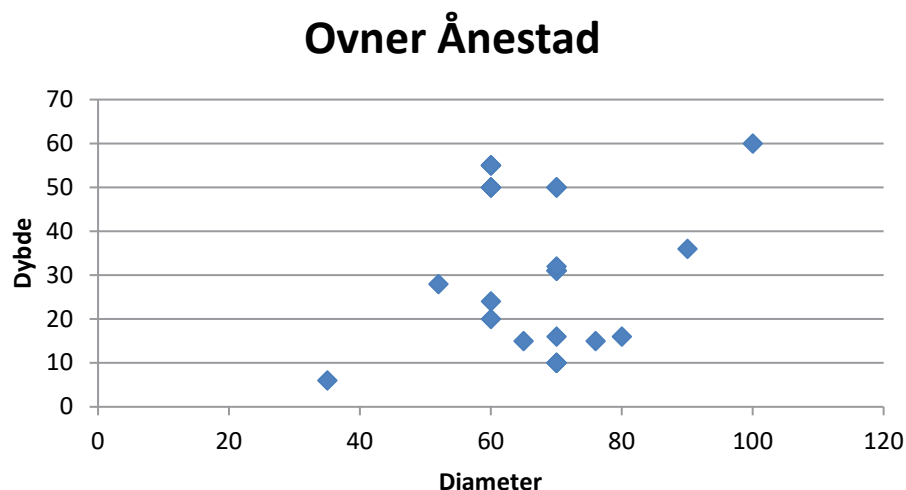
(2017:16) at kullet kan settes i forbindelse med fyring for å tørke ovnen ved konstruksjon av leirsjakten. Hvis leiren er helt våt, vil de nederste delene bli plastiske når man bygger opp sjakten i høyden.

Ettersom ovnene har et enhetlig preg, vil den videre presentasjonen bli gjort i grupper etter den kjemiske signaturen. Disse har blitt gruppert etter innhold av sporelementer som Na₂, MgO, Al₂O₃, P₂O₅, K₂O, CaO, TiO₂, MnO (Jouttijärvi 2017). På Ånestad 1 var det tre grupper som besto av to ovner (A–C) og tre enkeltovner som dannet hver sin egen gruppe. På Ånestad 2 var det 20 ovner fordelt på fem grupper (D–H). De metallurgiske analysene tyder på at disse grupperte ovnene var blestret i samme sesong. Ovnenes gruppering kan sees i tabell 10.1, og alle er kartfestet i figur 10.10.

10.3.1 Ovnsgruppene

I den utstrekning det var mulig, ble det analysert slag fra alle ovnene. Dermed kunne slaggens sammensetning sammenlignes i de forskjellige ovnene. Det kan gi opplysninger om likheter og forskjeller mellom slaggunnene, og dermed primært malmen som ble anvendt i brenningen.

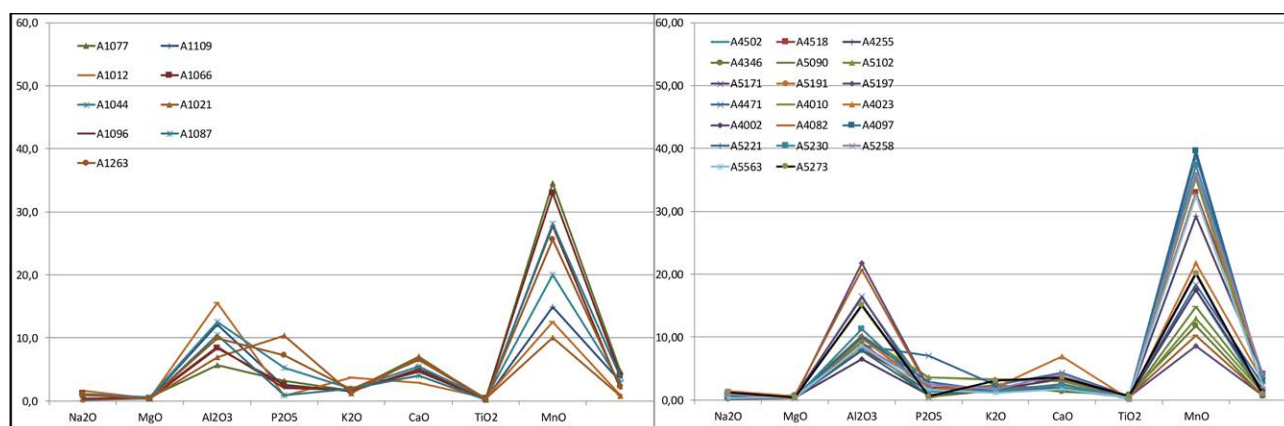
Som beskrevet i bokens kapittel 20 om metallurgiske undersøkelser er det en fordel at man fraregner innholdet av jernoksid fra analysene når man sammenligner slag. Det ble også gjort i dette tilfellet, og diagrammene i figur 10.5 viser sammensetningen av slag fra Ånestad 1 og 2. Som man kan se, er slagget generelt kjennetegnet ved et varierende, men relativt høyt innhold av manganoksid (MnO). Det har da også vist seg å være et kjennetegn for slag fra et geografisk område rundt Ånestad. I dette området må man derfor anta at jernmalmen er spesielt manganrik.



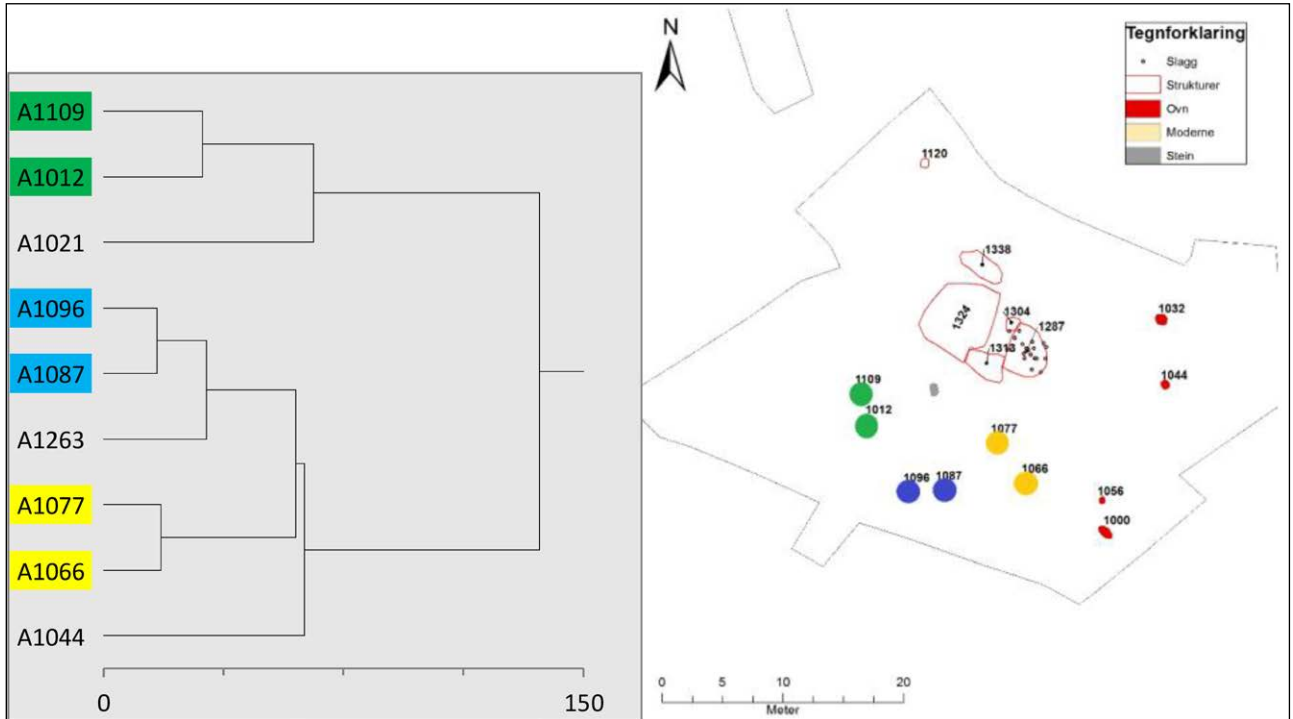
Figur 10.4. Scatterplot over største bevarte diameter og dybde.

| Felt | IntrasisId | Bredde | Lengde | Dybde | Bunn i profil | Sider i profil | Leire i bunn | Gruppe |
|-----------|------------|--------|--------|-------|---------------|----------------|--------------|-----------|
| Ånestad 1 | 1012 | 88 | 90 | | | | Ja | A |
| Ånestad 1 | 1109 | 76 | 71 | 15 | flat | buete | Ja | A |
| Ånestad 1 | 1087 | 70 | 72 | 16 | flat | buete | Ja | B |
| Ånestad 1 | 1096 | 35 | 70 | 6 | ujevn | rette | Ja | B |
| Ånestad 1 | 1066 | 65 | 75 | 15 | avrundet | ujevne | Ja | C |
| Ånestad 1 | 1077 | 60 | 58 | 24 | avrundet | skræe | Ja | C |
| Ånestad 1 | 1021 | 126 | 120 | 25 | avrundet | buete | Ja | ugruppert |
| Ånestad 1 | 1044 | | | 25 | flat | buete | Ja | ugruppert |
| Ånestad 1 | 1263 | 90 | 90 | 36 | avrundet | buete | Ja | ugruppert |
| Ånestad 2 | 5090 | 60 | 60 | 50 | avrundet | rette | Ja | D |
| Ånestad 2 | 5102 | 100 | 100 | 60 | | | Nei | D |
| Ånestad 2 | 4471 | 190 | 190 | 20 | ujevn | ujevne | Nei | D |
| Ånestad 2 | 4502 | | | | ujevn | ujevne | Ja | E |
| Ånestad 2 | 5171 | 52 | 94 | 28 | skrâ | | Ja | E |
| Ånestad 2 | 5273 | 70 | 156 | 32 | skrâ | | Nei | E |
| Ånestad 2 | 4097 | | | | flat | skræe | Nei | F |
| Ånestad 2 | 5221 | 80 | 100 | 16 | flat | | Nei | F |
| Ånestad 2 | 5230 | 40 | 40 | 40 | flat | ujevne | Ja | F |
| Ånestad 2 | 4518 | 85 | 125 | 38 | ujevn | skræe | Ja | G |
| Ånestad 2 | 5191 | 60 | 60 | 20 | avrundet | rette | Nei | G |
| Ånestad 2 | 5258 | 70 | 70 | 10 | flat | rette | Nei | G |
| Ånestad 2 | 5197 | | | | | | Nei | H |
| Ånestad 2 | 4082 | 120 | 115 | 18 | avrundet | buete | Nei | H |
| Ånestad 2 | 4255 | | | | | | Nei | ugruppert |
| Ånestad 2 | 4346 | 60 | 60 | 55 | ujevn | rette | Ja | ugruppert |
| Ånestad 2 | 4010 | | 102 | 26 | ujevn | ujevne | Ja | ugruppert |
| Ånestad 2 | 4023 | 70 | 70 | 50 | flat | ujevne | Nei | ugruppert |
| Ånestad 2 | 4002 | 70 | 76 | 31 | ujevn | ujevne | Nei | ugruppert |

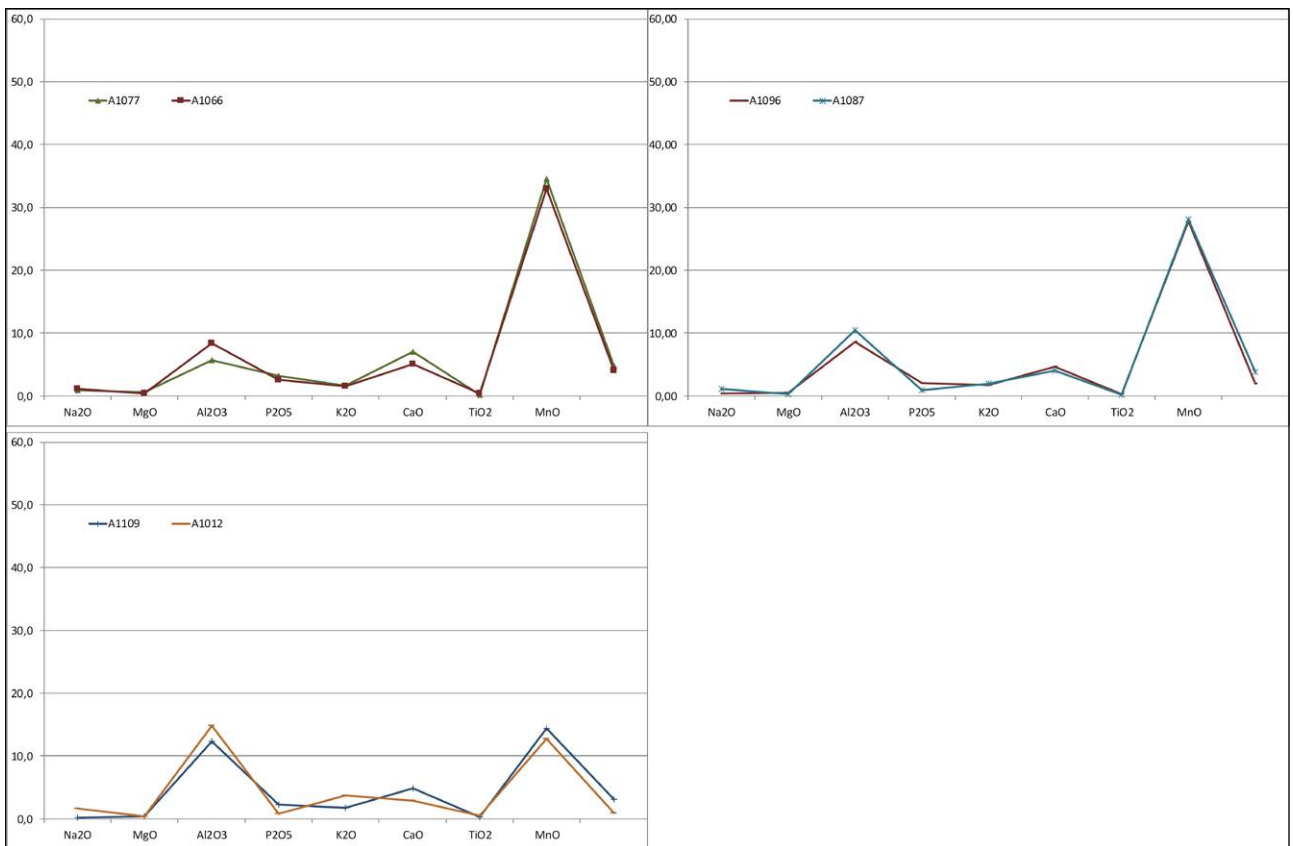
Tabell 10.1. Nøkkelmål for slaggrøpene.



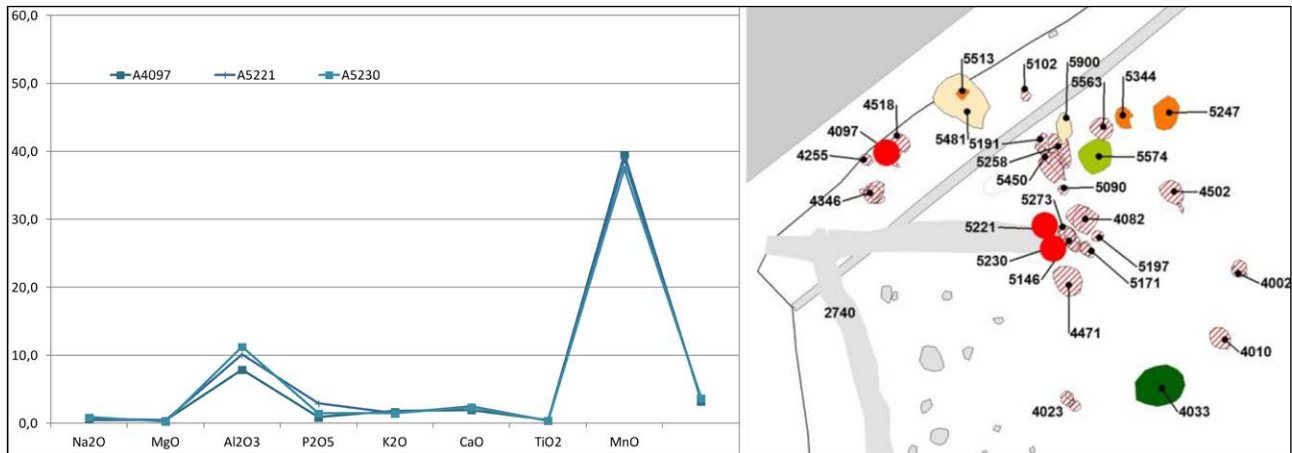
Figur 10.5. Sammensetning av slagg fra øvnene på Ånestad 1 (venstre) og Ånestad 2 (høyre) (Jouttijärvi 2017).



Figur 10.6. Cluster-analyse av utvinningslagg fra Ånestad 1 (venstre). De tre gruppene er markert med farger, og svarer til tre grupper av ovner (høyre) (Jouttijärvi 2017).



Figur 10.7. Den kjemiske sammensetningen av slagg i de tre ovnsparene fra Ånestad 1 (Jouttijärvi 2017).



Figur 10.8. En statistisk gruppe av ovner på Ånestad 2 (Jouttijärvi 2017).

De kjemiske sammensetningene av slagget ble fortolket ved hjelp av en multivariabel statistisk cluster-analyse. Resultatet av den er et diagram som er vist til venstre i figur 10.6. Forenklet kan man si at jo kortere forbindelse det er mellom analysen (angitt med nummeret på strukturen), jo mer ligner de på hverandre. I figuren er det markert tre grupper bestående av to ovner/slagg. Til høyre i figuren ser man de tre statistiske gruppene som utgjør tre par ovner. Deres plassering kan også tolkes slik at de har en forbindelse. Til høyre på kartet sees to andre par av ovner, men fra disse er ikke slagganalyser foretatt for begge ovnene, så det er ikke mulig å avgjøre om de hører til hverandre eller ikke.

I figur 10.7. viser sammensetningen av slag i de tre ovnsparene. Som man kan se, ligger den største forskjellen i innholdet av manganoksid (MnO), og det er da også vanlig at det er nettopp her man finner de tydeligste forskjellene og likhetene.

Manganoksid stammer fra malmen, og er som jernet et stoff som finnes oppløst i vannet og utfelles når det kommer i forbindelse med luft. Mengden av manganoksid som utfelles er imidlertid svært avhengig av hvor mye oksygen kommer til, og derfor kan det variere kraftig selv innenfor korte avstander. Som man også kan se av analysene, har det ved Ånestad vært forekomster av malm med svært varierende innhold av manganoksid, og det er derfor lite trolig at malm som er tatt ett sted, vil ha den identiske sammensetningen som malm tatt et annet sted.

Når slagget i to ovner viser at det må ha vært brukt malm med samme sammensetning, er det derfor sannsynlig at det er snakk om malm tatt opp i én porsjon, og deretter fordelt til de to ovnene. Ovnsparene fortolkes derfor som ovner som er brent på samme tid. Dette blir også bekreftet av at de fysisk ligger i nærheten av hverandre.

På Ånestad 2 kan det finnes tilsvarende grupper av utvinningsovner. Her ligger de imidlertid ikke like

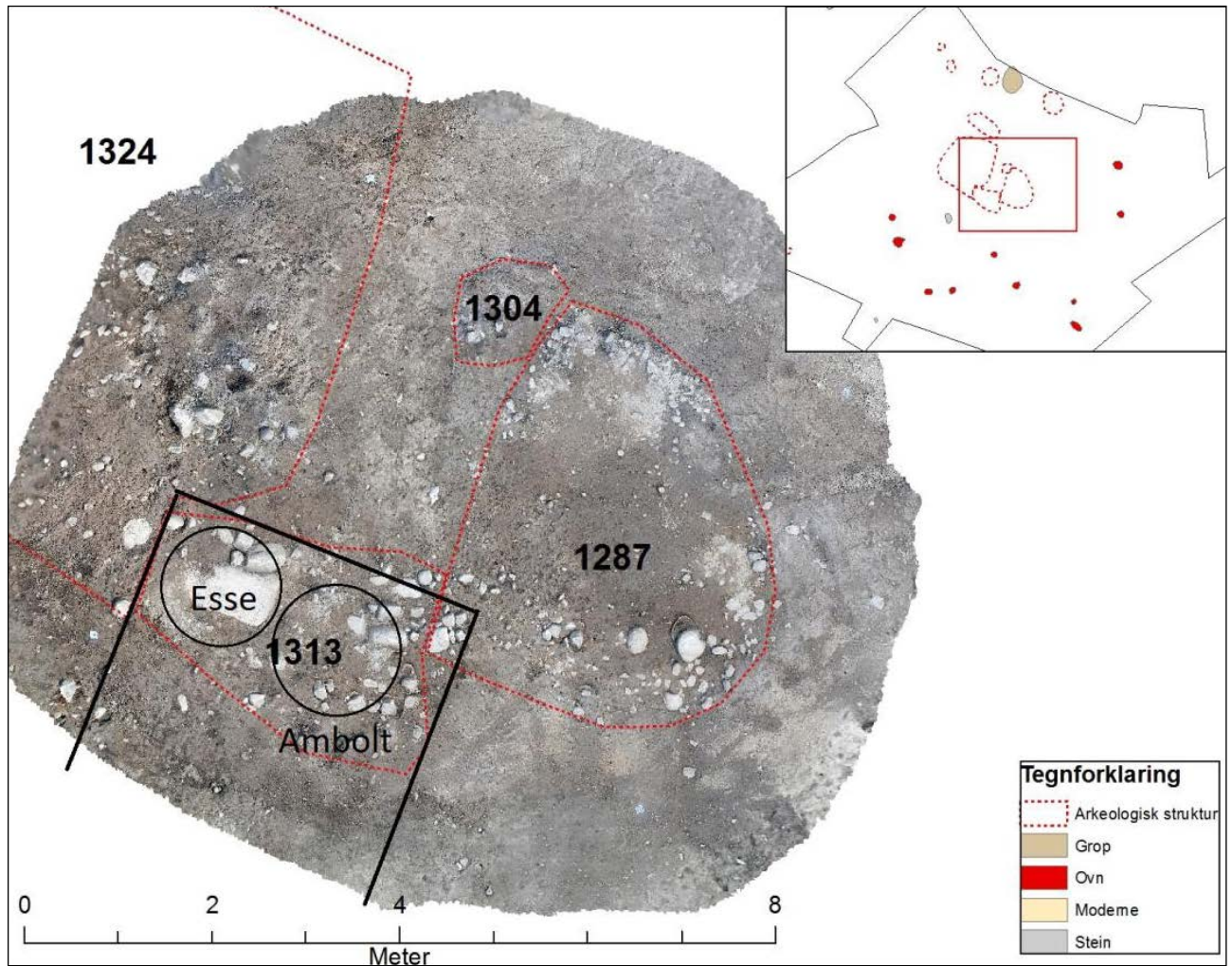
tydelig i par, slik tilfellet var på Ånestad 1. I stedet markerer gruppene typisk én eller to ovner/anlegg omkring sentrum av utvinningsområdet og en ovn beliggende i 5,5–7,5 meters avstand fra kanten av området. I figur 10.8. viser sammensetningen og plasseringen av en av gruppene fra Ånestad 2.

Det synes således å være en forskjell i den måten utvinningene fysisk har vært organisert på i de to områdene; men i begge tilfeller ser en produksjons-sesong ut til å ha bestått av 2–3 brenninger.

10.3.2 Smieområdet

Sentralt på Ånestad 1 ble det påvist et større aktivitetsområde mellom flere konsentrasjoner av jernvinneovner. Det lå 5–10 meter nord for ovnene i gruppe A–C. Ved utgravningen ble et større areal som hadde preg av intens aktivitet definert innenfor et rutenett på 10 x 6 meter. Her var det både trampede flater og steinpakninger. For å undersøke aktiviteten ble det foretatt en kartering, der det ble samlet inn 98 metallurgiske prøver innenfor et rutenett med 25 cm store ruter. Strukturer som inngikk i aktivitetsområdet, var: A1324, A1313, A1287 og A1305.

Det steinsatte området A1237 ble datert til nyere tid (1690–1920 e.Kr.), og sammensetningen av avvikende materiale i de undersøkte jordprøvene fra strukturen gjør at det steinsatte området ikke blir med videre i tolkningene av jernvinna. Hammerskallene fra A1324 og A1287 består av mer rent jernsilikat og stammer dermed sannsynligvis fra sveising (Jouttijärvi 2017:8). Struktur A1324 besto av masser med tilnærmet rent trekull. I overgangen til området definert som A1313 ble det funnet slagg og hammerskall. Dette henledet oppmerksomheten mot A1313 som den mest interessante av strukturene. Her ble det funnet betydelig mengder slagg, hammerskall, kull og forglasset leire i de metallurgiske analysene, og flaten tolkes som gulvlaget i en primærsmie



Figur 10.9. Smieområdet på Ånestad 1. Oversikt over aktivitetsområdet på Ånestad 1 med den tolkede avgrensningen på smieområdet.

Basert på tidligere studier er det kjent at større stykker av slagg gjerne gjenfinnes langs veggene av smier, ettersom de raskt blir dyttet ut til siden for ikke å bli tråkket på (Jouttijärvi 2010). Det samme kan sees med trekull, hvor det sentrale området vil bli trampet ned, mens større biter kan bli bevart langs kantene. Når disse to elementene opptrer sammen langs kantene av A1313, tyder det på at smiingen har foregått innenfor en bygning med vegger (Jouttijärvi 2017). Hammerskall, derimot, vil bli liggende der de havner ved bearbeiding av jernluppen, det vil si i en 1-meters radius rundt ambolten. Innenfor A1313 er det en tydelig konsentrasjon av hammerskall sentralt i den østre delen av strukturen.

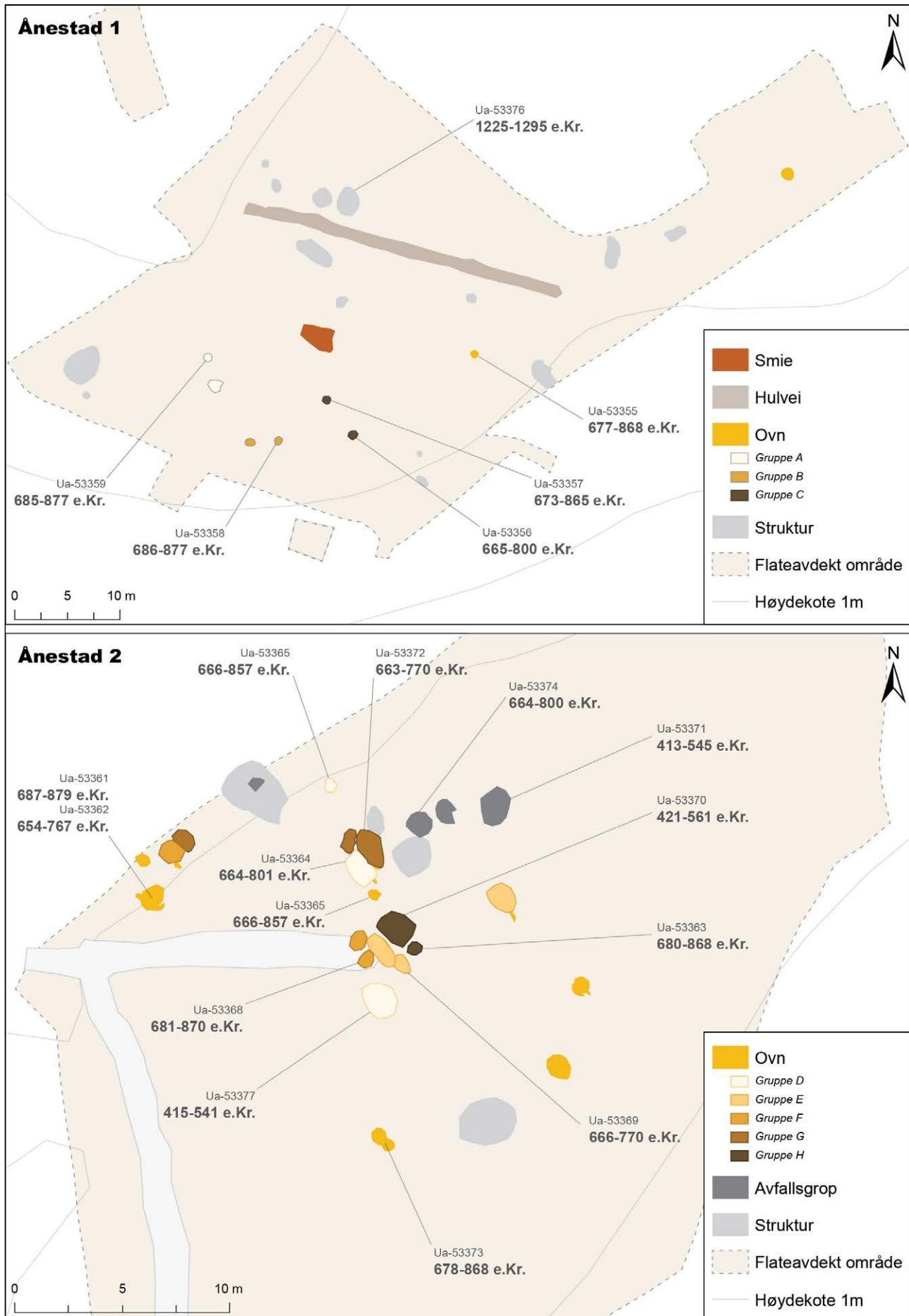
Forglasset leire ble funnet konsentrert i nordvestre del av A1313. I hovedsak er forglasset leire forbundet med essen i en smie. Fordelingen av hammerskall, slagg og kullfragmenter tyder på at essen til smieområdet har stått nordvest for ambolten (A1313).

Leiren som ble benyttet til oppbygging av essen, var mest sannsynlig av lokalt opphav. Dette baseres på den kjemiske sammensetningen av den upåvirkede leiren funnet i rute R2140 (Jouttijärvi 2017).

Smiesporene i seg selv er ikke direkte datert, men den kjemiske sammensetningen og den romlige plasseringen gjør at vi mener den sannsynligvis har tilhørt jernvinneaktiviteten på stedet.

Samlet sett tyder utgravningsresultatene og materialet som ble analysert fra aktivitetsområdet, på at struktur A1313 har vært en smie med faste vegger i vest, nord og øst. Smien kunne ikke avgrensnes mot sør. Bredden på det definerte smieområdet er 3 meter. Fra nord til sør er strukturen minst 2 meter lang. Smieområdet har da vært minst 6 m² og har hatt en form for vegger/kanter langs minst tre sider. Det ble ikke påvist noen form for stolpehull i ytterkant av veggene. Muligens har det ikke vært vegger på stedet, men heller andre avgrensende elementer som en lav mur eller voll.

- Faste vegger i nord, øst og vest. Åpen mot sør. Ca 3 x 2 meter stor
- Ikke kjent om den hadde tak. Uten oppbygd gulv
- Har spor etter esse gjennom forglasset leire
- Spor etter ambolt gjennom spredning av glødeskall
- Slagg og trekull samlet langs veggene
- Ikke direktedatert



Figur 10.10. Ovnene gruppert etter kjemisk innhold.

10.4 BRENSSEL OG C14-DATERINGER

I forbindelse med datering av ovnene ble det foretatt analyser og bestemmelse av 169 stykker trekull fra 17 forskjellige ovner ved Moesgaard museum. I figur 10.11 fremgår det hvilke treslag som ble registrert i de enkelte ovnene. Vedartene selje, vier og osp er slått sammen. Det er også en kolonne med den anslåtte mengden trekull som ble observert i prøven ved gjennomgangen, og figuren er sortert etter de hyppigst forekommende vedartene.

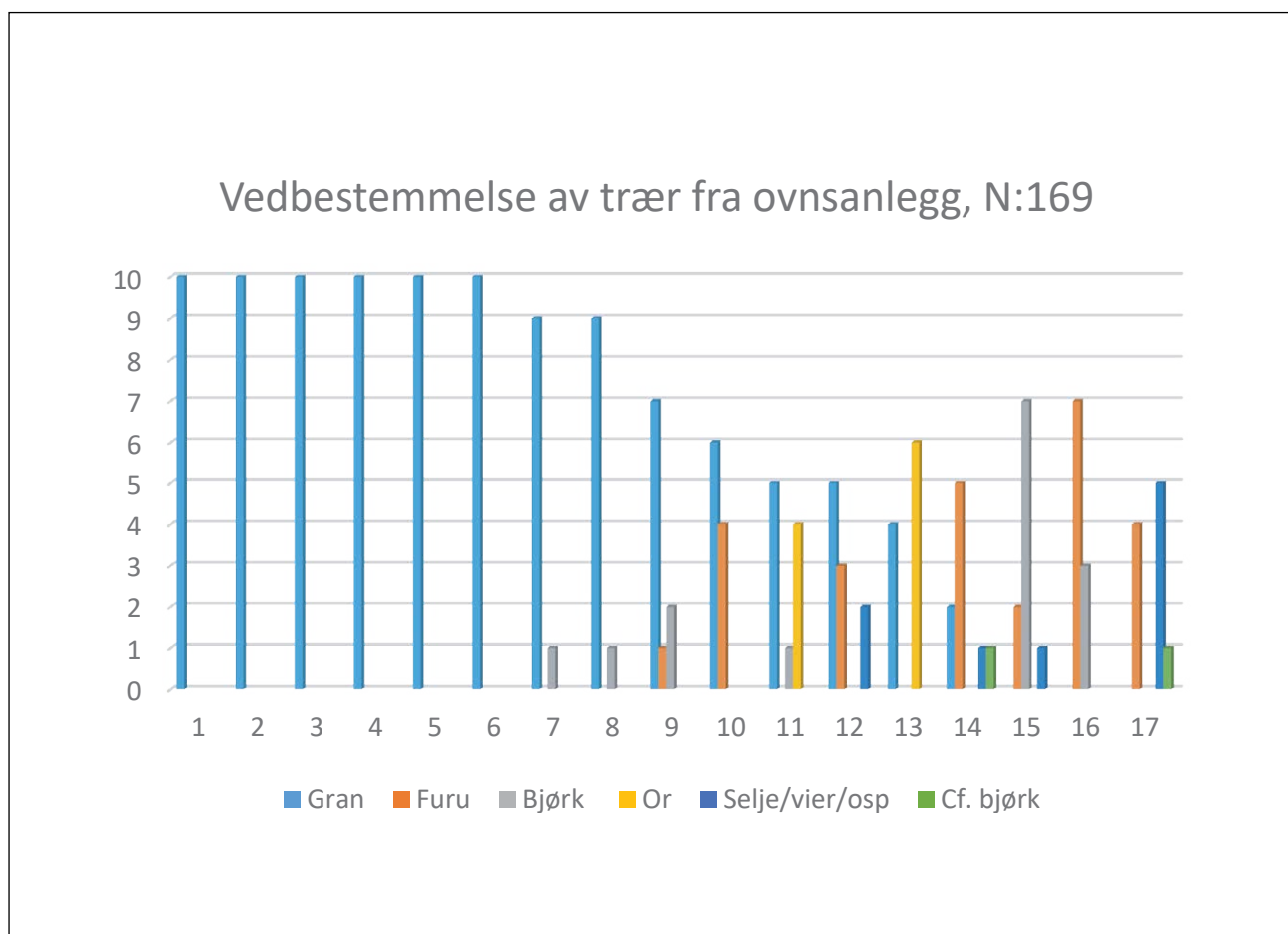
Samlet sett er det identifisert gran i 16 prøver, bjørk i 8 prøver, furu i 7 prøver, selje/vier/osp i 5 prøver og or i 2 prøver. Gran fremstår følgelig som den foretrukne tresorten å anvende til jernvinne på Ånestad etterfulgt av furu. Gran var til stede i alle ovnene. Løvartene or, bjørk, selje/vier/osp opptrer med omtrent samme lave andel. Sammenliknet med de andre vedartsbestemmelsene ved rv. 3/25 skiller materialet ved Ånestad seg ut ved å inneholde flere arter av løvtre. I prøve 5474, ovn A5171, hvor det utelukkende ble påvist gran, viser flere av årringene gode vekstbetingelser med opptil 12 årringer som spenner over 17 mm. I det store og hele er inntrykket av årringsbreddene at de er ganske små, og flere ganger har det vært mulig gjennom trykkved å identifisere

små biter som grenved. Det ble ikke påvist bark på noen av trekullsbitene.

I jernutvinningen er det et samspill mellom flere ressurser: arbeidskraft og kunnskap til gjennomføringen, leire til ovnene, myrmalm til jernet og trær til brensel. Det er undersøkt en enkelt kullgrop fra Ånestad som utelukkende inneholdt gran og som er datert til 1217–1258 e.Kr. (kapittel 15 i denne boken). Dette er i god overenstemmelse med innholdet i de mange ovnene selv om avstanden i tid er stor. Slik kan man se at ønsket om å benytte gran som brensel har vært vedvarende fra yngre jernalder til middelalder.

Sett opp mot de foreliggende dateringene kan det konstateres at fremgangsmåten for vedartsutvalget til datering har fungert veldig bra med sikte på å fremskaffe materiale med lav egenalder som speiler den reelle hendelsen som ble ønsket datert. En kritisk vurdering av trekull er viktig, spesielt når det foreligger mye bartre. Bartre kan bli veldig gammelt og kan ligge dødt i skogen lenge. Dette er spesielt et problem når man er i kalde områder hvor nedbrytningen er langsom (Loftsgarden mfl. 2013).

To tredjedeler av ovnene på Ånestad ble C14-datert, og det ble prioritert å tidfeste ovner i ulike deler av utgravningsområdene. Der hvor det lå flere ovner tett



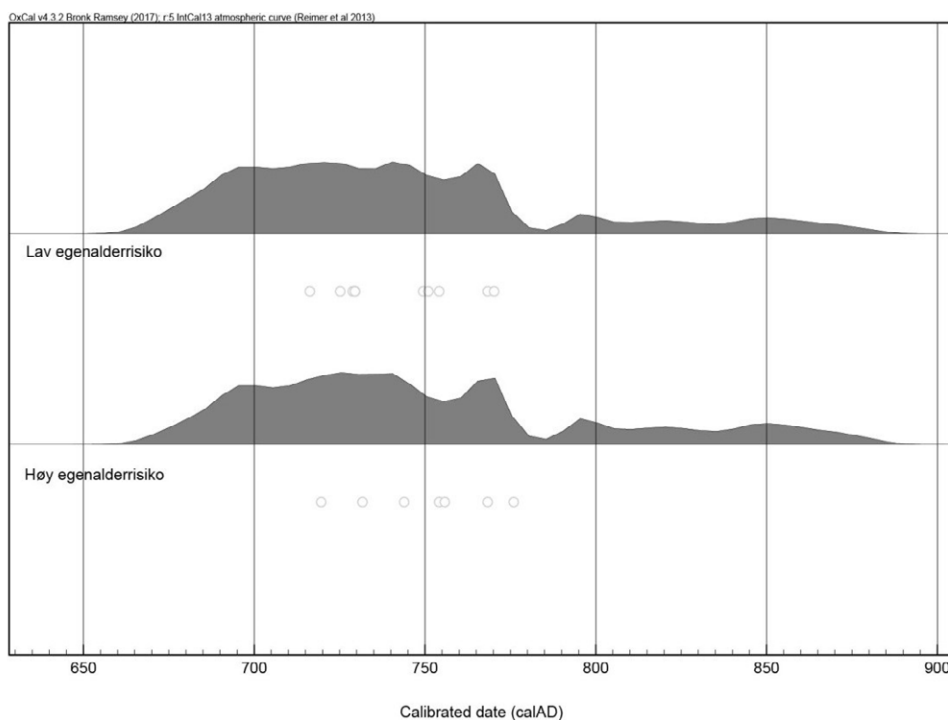
Figur 10.11. Vedartsbestemmelsene fra ovnene.

| Lokalitet | Prøve | ID | Kontekst | Gran | Furu | Or | Bjørk | Selje/vier/osp | Cf. bjørk | Anslått antall stykker |
|-----------|---------|-------|----------|------|------|----|-------|----------------|-----------|------------------------|
| Ånestad 1 | 5007 | A1066 | ovn | 10 | - | - | - | - | - | 40 |
| Ånestad 2 | 5639 | A4023 | ovn | 10 | - | - | - | - | - | 300 |
| Ånestad 2 | 5122 | A4346 | ovn | 10 | - | - | - | - | - | 10 |
| Ånestad 2 | 5244 | A5197 | ovn | 10 | - | - | - | - | - | 250 |
| Ånestad 2 | 5474 | A5171 | ovn | 10 | - | - | - | - | - | 250 |
| Ånestad 2 | 5473 | A5230 | ovn | 10 | - | - | - | - | - | 50 |
| Ånestad 1 | 5012 | A1087 | ovn | 9 | - | - | 1 | - | - | 150–200 |
| Ånestad 2 | 5615 | A5258 | ovn | 9 | - | - | 1 | - | - | 500 |
| Ånestad 2 | 5448 | A5090 | ovn | 7 | 1 | - | 2 | - | - | 100 |
| Ånestad 1 | 5009 | A1077 | ovn | 6 | 4 | - | - | - | - | 250 |
| Ånestad 1 | 1000057 | A1044 | ovn | 5 | - | 4 | 1 | - | - | 100 |
| Ånestad 1 | 5020 | A1109 | ovn | 5 | 3 | - | - | 2 | - | 75–100 |
| Ånestad 1 | 5004 | A1044 | ovn | 4 | - | 6 | - | - | - | 150 |
| Ånestad 2 | 1000063 | A5146 | ovn | 2 | 5 | - | - | 1 | 1 | 8 |
| Ånestad 2 | 5512 | A4082 | ovn | - | 2 | - | 7 | 1 | - | 50 |
| Ånestad 2 | 5464 | A5102 | ovn | - | 7 | - | 3 | - | - | 50 |
| Ånestad 2 | 5934 | A5563 | ovn | - | 4 | - | - | 5 | 1 | 50 |
| | | | I alt: | 107 | 26 | 10 | 15 | 9 | 2 | |

Tabell 10.2. Vedartsbestemmelsene fra ovnene.

| Lab.nummer | Struktur, prøve | C14 | Avvik | Vedart | Strukturtype | Kalibrert 2 Σ |
|------------|----------------------|------|-------|-----------------|-------------------|----------------------|
| Ua-53355 | A1044, PK5004 | 1250 | 27 | Bjørk, K | Ovn | 677–868 |
| Ua-53356 | A1066, PK5007 | 1269 | 27 | Gran, YS/EG | Ovn | 665–800 |
| Ua-53357 | A1077, PK5009 | 1254 | 27 | Furu, ES | Ovn | 673–865 |
| Ua-53358 | A1087, PK5012 | 1238 | 27 | Bjørk, S | Ovn | 686–877 |
| Ua-53359 | A1109, PK5020 | 1239 | 27 | Selje, YG | Ovn | 685–877 |
| Ua-53360 | A1287, PK5054 | 78 | 26 | Selje/Osp, K | Aktivitetssområde | 1691–1921 |
| Ua-53361 | A4346, PK5122a | 1235 | 27 | Gran, ES | Ovn | 687–879 |
| Ua-53362 | A4346, PK5122b | 1319 | 27 | Gran, K | Ovn | 654–767 |
| Ua-53363 | A5197, PK5244 | 1247 | 27 | Gran, ES | Ovn | 680–868 |
| Ua-53364 | A5090, PK5448a | 1270 | 28 | Bjørk, YS | Ovn | 664–801 |
| Ua-53365 | A5090, PK5448b | 1266 | 27 | Furu, ES | Ovn | 666–857 |
| Ua-53366 | A5102, PK5464a | 1276 | 27 | Bjørk, YG | Ovn | 669–773 |
| Ua-53367 | A5102, PK5464b | 1239 | 27 | Furu, ES | Ovn | 685–877 |
| Ua-53368 | A5230, PK5473 | 1246 | 27 | Gran, ES | Ovn | 681–870 |
| Ua-53369 | A5171, PK5474 | 1287 | 27 | Gran ES | Ovn | 666–770 |
| Ua-53370 | A4082, PK5512 | 1561 | 28 | Bjørk, YS | Ovn | 421–561 |
| Ua-53371 | A5247, PK5553 | 1579 | 28 | Bjørk, YS | Avfallsgrop | 413–545 |
| Ua-53372 | A5258, PK5615 | 1294 | 28 | Bjørk, YS | Ovn | 663–770 |
| Ua-53373 | A4023, PK5639 | 1249 | 27 | Gran, YS | Ovn | 678–868 |
| Ua-53374 | A5563, PK5934 | 1271 | 28 | Selje, YS | Ovn | 664–800 |
| Ua-53375 | A1044 PK1000057 | 1247 | 27 | Bjørk, K | Ovn | 680–868 |
| Ua-53376 | A1424, PK1000059 | 733 | 27 | Bjørk, YG | Grop | 1225–1295 |
| Ua-53377 | A5146, PK1000063 | 1584 | 26 | Mulig bjørk, YS | Ovn | 415–541 |
| Ua-53378 | Id 140856, PK1000080 | 810 | 25 | Furu, S | Kullgrop | 1182–1269 |

Tabell 10.3. Dateringer. S:stamme, G:gren, K:kvist, E:eldre, Y:ynge.



Figur 10.12. Summerte verdier av dateringer med lav og høy egenalderrisiko på dateringsmateriale på ovner fra Ånestad.

på hverandre, ble de som virket best bevart utvalgt. Dateringene fra ovnene er usedvanlig sammenfallende. Det er imidlertid to ovner og en avfallsgrop med slagg med eldre, avvikende datering sammenlignet med de andre ovnene på stedet. De to ovnene med eldre dateringer på Ånestad 2 er stratigrafisk høyereliggende enn to yngre fra samme område på lokaliteten. Dette stratigrafiske bruddet i dateringssekvensen og et jordsig gjør at vi har tolket prøvene som innblandet materiale (Martinsen 2018:40). De tre avvikende dateringene er dog veldig snevre i tidsrom. De er datert på samme vedart (bjørk) og ligger tett samlet geografisk. Sannsynligvis representerer de en aktivitet på stedet på 400-tallet, men trolig ikke knyttet til jernfremstilling. Mest sannsynlig er det spor av eldre dyrking med avsviing som har blitt fanget opp. Begge ovnene A4082 og A5146 er beskrevet som mye mer utydelige enn de andre ovnene fra samme område, noe som kan forklare innslaget av eldre trekull.

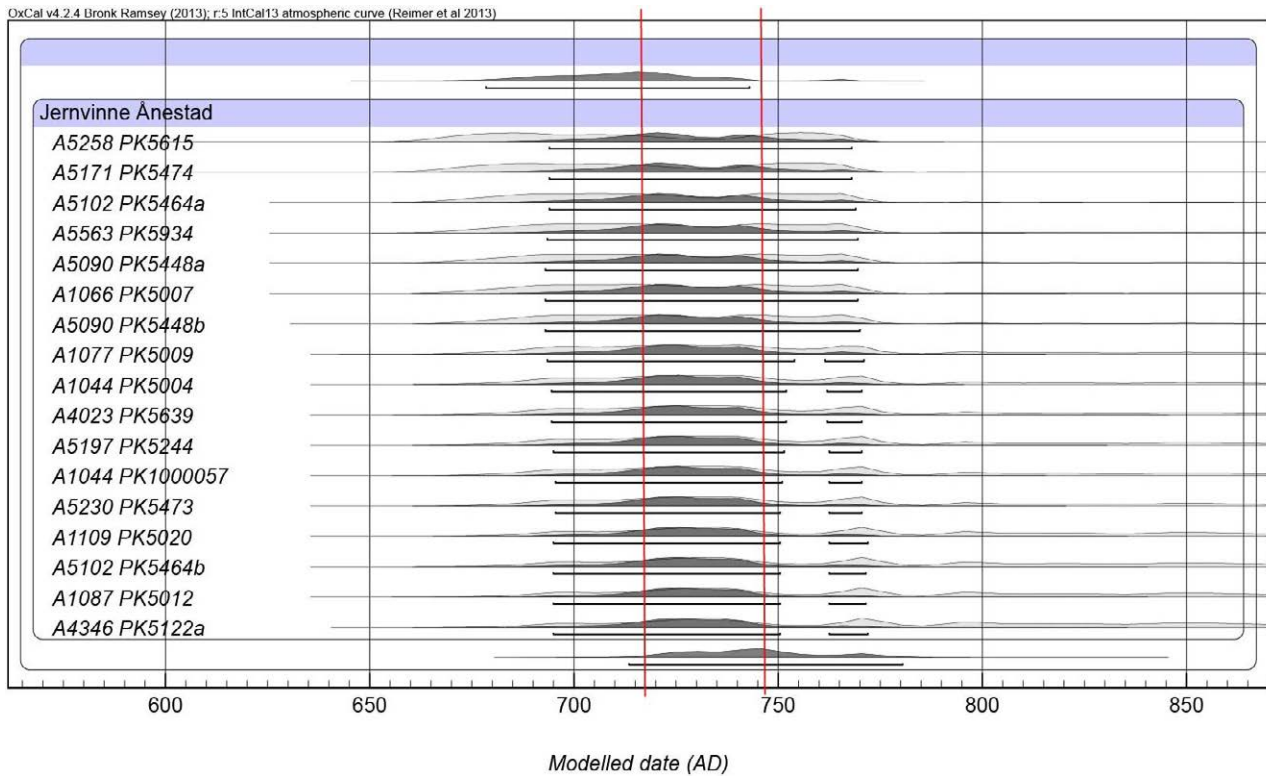
For å forsikre oss om at treverkets egenalder ikke har påvirket dateringene av lokaliteten i særlig grad, har vi foretatt en analyse basert på prøvenes sannsynlighet for høy og lav egenalder (jf. figur 10.12). Høy egenalderrisiko (HER) tar utgangspunkt i dateringer på stammer av furu og gran. Kvister av bartrær kan også utgjøre en risiko for høy egenalder, ettersom stammen kan vokse rundt og omslutte et eldre skudd

(Out mfl. 2016). Dateringen på grankvist er utelatt i denne sammenstillingen ettersom det forelå en A-prøve fra samme prøve datert på granstamme. Dateringene med lav egenalderrisiko (LER) er utført på grener og stammer av løvtrær og yngre stammer av gran. Flere løvtrær kan få høy egenalder i kjerneveden, som for eksempel ask, alm, selje og eik, men disse er ikke funnet på Ånestad. Figur 10.12 viser at de to dateringssettene er godt sammenfallende, da dateringene med HER i snitt kun er tolv år eldre enn det øvrige materialet.

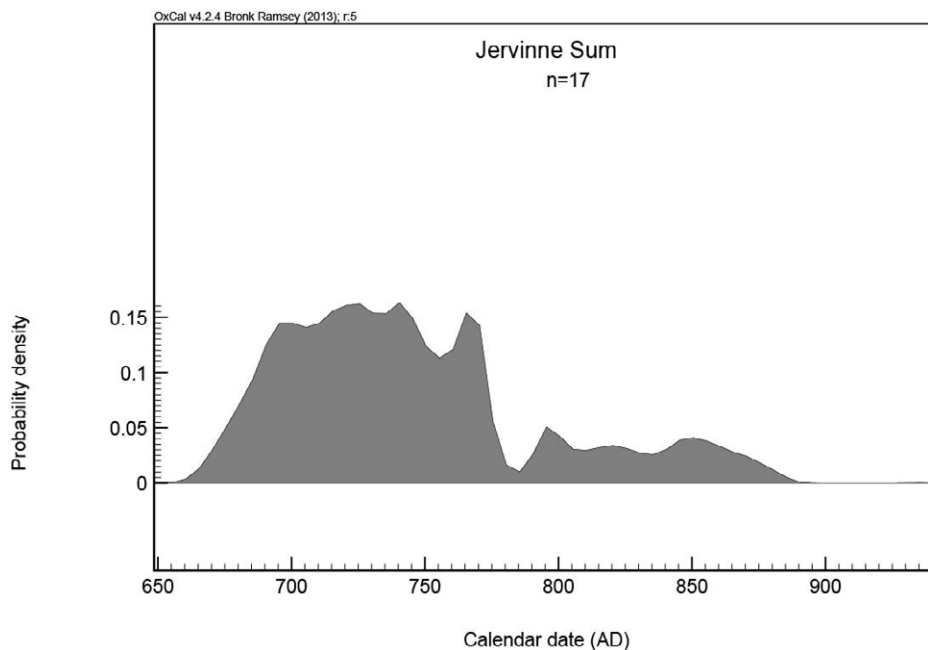
Videre er dateringsmaterialet analysert for å snevre inn perioden for jernproduksjon på Ånestad.

- Ved å undersøke jernutvinningen på Ånestad som én avgrenset fase kommer vi frem til en brukstid i årene 715–745 e.Kr. (fig 10.13).
- Ved å undersøke jernutvinningen på Ånestad gjennom *sum probability density* blir resultatet en brukstid mellom 695–765 e.Kr. (fig 14).
- Ved individuell tolkning av enkeltdateringer får man et tidsrom mellom 650 og 800 e.Kr.

Setter vi tolkninger av enkeltdateringer til side og ser på modelleringer av aktiviteten som en helhet, vil det gi en bedre forståelse av aktiviteten uten å tillegge utvalgte datapunkt for mye. Fremstillingene viser aktiviteten på Ånestad gjennom summert sannsynlighet (*sum probability*) og betinget sannsynlighet (*phase boundary*). I *sum probability* er all sannsynlighet slått



Figur 10.13. Fasediagram over daterte slaggrøper på Ånestad.



Figur 10.14. Sumdiagram over daterte slaggrøper på Ånestad.

sammen, mens i *phase boundary* påvirker hver datering de andre dateringenes modellerte sannsynlighet. Denne forskjellen på 20 år i hver ende, 40 år til sammen, endrer drastisk på inntrykket av intensiteten på jernutvinningen på Ånestad. Forskjellen på 30 eller 70 år lang brukstid er viktig for å forstå utvinningen som

intens eller sporadisk. De arkeologiske sporene på Ånestad er fra jernutvinning. Denne typen lokaliteter er tidligere modellert med hell ved hjelp av bayesisk statistikk (Rundberget 2013). *Sum probability density* har en tendens til å forskyve oppstart og avslutningspunkt for avgrensede faser (Bayliss mfl. 2007). Ut fra

de metallurgiske undersøkelsene som er blitt utført, virker det som om det har vært 2–3 ovner i drift på én sesong (Jouttijärvi 2017). På lokaliteten var det bevart 25 ovner. Ettersom lokalitetene ligger i dyrka mark, er tapstallet som følge av senere aktivitet ukjent. Det er også registrert anlegg på den andre siden av veien som ikke ble undersøkt. Legger vi de ikke undersøkte og mulig tapte anleggene inn i beregningen, kan det tolkes til at det har blitt brukt 2–3 blesteroovner per sesong i en 30-årsperiode, fra ca. 715–745 e.Kr.

Bayesisk analyse av dateringene fra lokaliteten peker mot at all aktivitet finner sted innen én fase, som opphører like etter 750 e.Kr. Da var det muligens tomt for ressurser som malm og trevirke i nærheten. Alternativt kan nedleggingen av produksjonen sees i lys av at jernvinna forflyttes ut i utmarka i forbindelse med overgangen til Fase II og kullfyrte ovner. En av forklaringene til dette var at når kullet kom i bruk, ble det lettere å produsere i utmarka fremfor å transportere kullet inn til gården.

10.5 DISKUSJON

Jernvinna som ble undersøkt på Ånestad, samsvarer teknologisk med funn fra Agder og Rogaland (Haavaldsen 1997). Videre er den godt kjent på kontinentet. Rent teknologisk beskrives slike jernvinneovner de som sjaktovn med underliggende slagprop til engangsbruk. Når gropen var fylt opp, ble produksjonen flyttet til en ny grop i nærheten. Dette skiller de fra andre ovnstyper fra samme periode. Både Trøndelagsovnene og Østlandsovnene (Larsen 2009) ble benyttet til flere blestringer.

I norsk sammenheng blir disse engangsovnene ofte omtalt som Eg-typen, etter et funn på Eg i Kristiansand i 1977 (Nakkerud & Schaller 1979). På Eg ble det funnet 7 ovner innenfor 10 m² med en diameter på 0,5 meter. To ovner ble datert til yngre romertid (se også Larsen 2009:70). Det ble foretatt nye undersøkelser på Eg i 2017. Da ble det like i nærheten av ovnslokaliteten påvist langhus, kokegroper og graver som trolig er samtidig med jernvinna, noe som knytter den til tunaktivitet. Også på Storhov hvor de samme ovnstypene opptrer er de undersøkte ovnene funnet blant kokegroper og langhus (Sand-Eriksen 2019: se kapittel 12 i denne boken). Det virker som om denne typen teknologi og organisering i stor grad skal knyttes til aktivitet på eller nær tunet (figur 10.15).

Fra Mjøs-regionen er det tidligere kjent to ovner konstruert for enkeltblestringer på Løten (Risbøl 1997), to fra Englaug østre (Martinsen 2016), én fra Biri (Berge 2011) og to fra Vardal i Gjøvik (Eggen & Johansson 2010). De to ovnene fra Vardal ble datert til

hhv. yngre romertid og merovingertid (620–660 e.Kr.), og den sistnevnte av disse ligger nærmest Ånestad-ovnene i tid. Merovingertidsovnen her målte 94 x 85 cm og var kun bevart i en dybde på 24 cm. Denne størrelsen plasserer den i det øvre sjiktet sammenliknet med slagpropene på Ånestad og godt over snittet som var 69 cm.

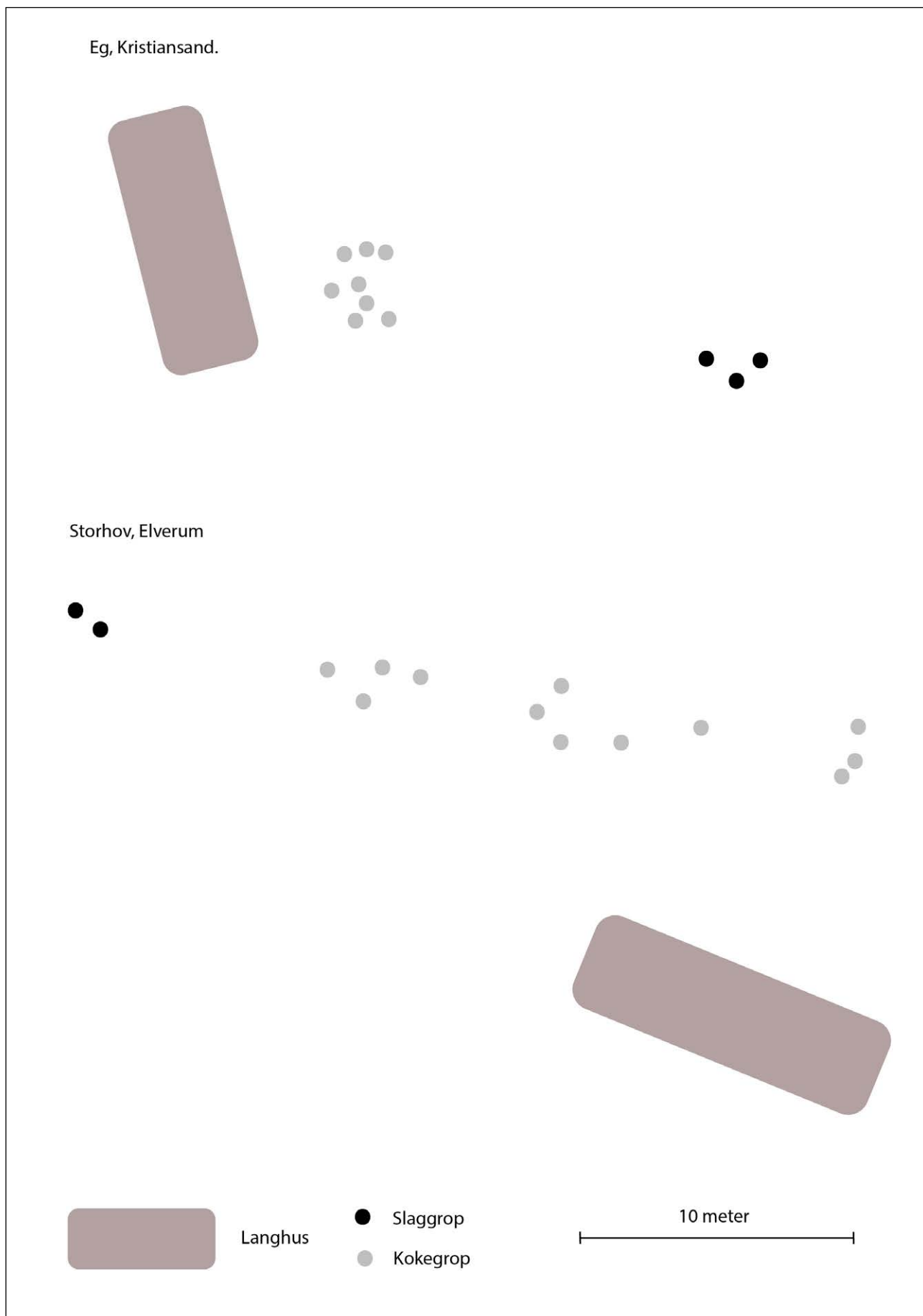
Det er vanligvis få ovner for engangsbruk på anleggene vi kjenner fra Norge, noe som står i kontrast til de riktig store anleggene på Jylland, hvor det stedvis har fremkommet flere hundre slaggroper (Jouttijärvi & Voss 2013). På Ånestad er det undersøkt 30 ovner fra et felt som antakelig har mange flere ovner ligget utenfor de utgravde feltene (ID 141250 og 141252, figur 10.2). Samlet sett gir dette et inntrykk av at aktiviteten på Ånestad nærmest har hatt en kontinental karakter.

10.6 INTERN ORGANISERING AV PRODUKSJONEN

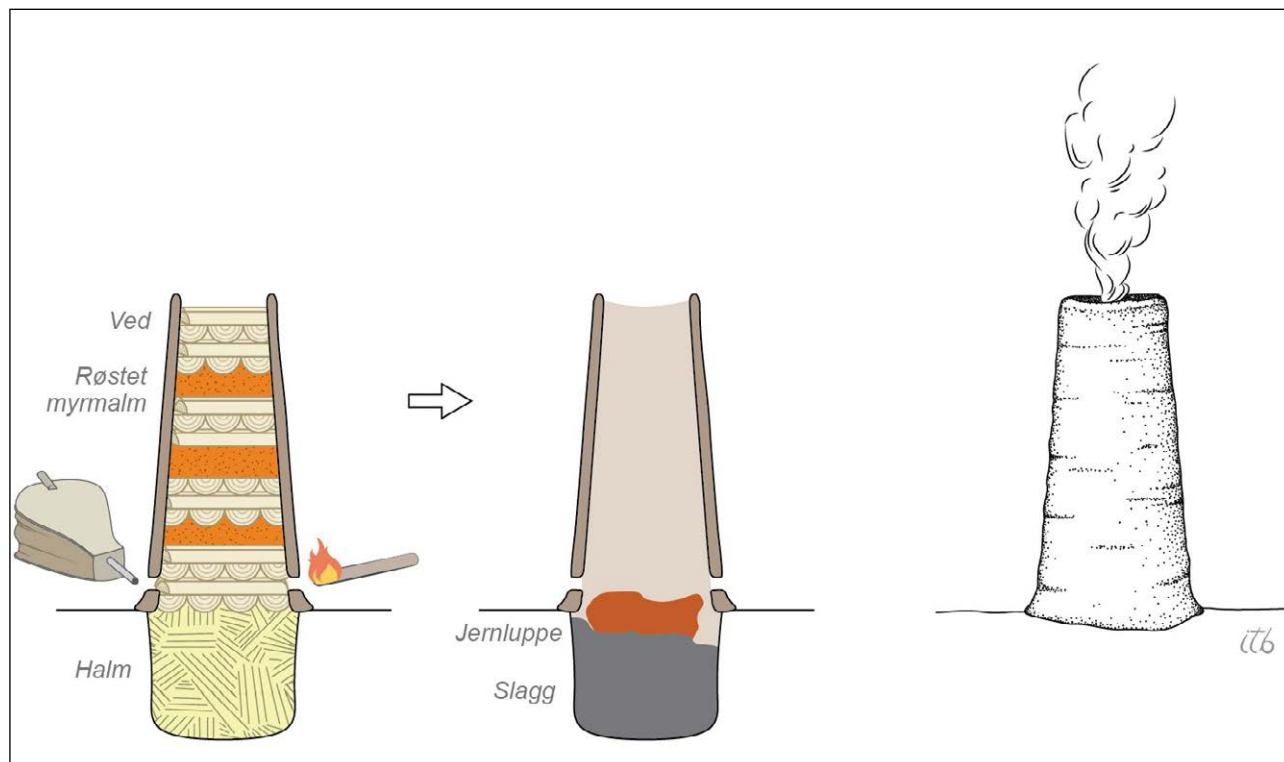
Ånestad-utgravningen gir et særdeles god belegg for at ovner av Eg-typen var i bruk på begynnelsen av 700-tallet i Løten. Teknologien har klare likhetstrekk med eldre faser, samtidig som det mangler spor av teknologiske trekk som peker mot en overgang til slag-gavtapping og kullgropsbruk. Dette er dessverre ikke store dateringsoppholdet på 800-tallet, som gjør det vanskelig å stadfeste når fase II-produksjonen startet i området (Larsen 2009:181). De eldste dateringene som foreligger for Fase II, er noen få ovnsanlegg fra Solør, i Grue og Årnes, hvor Rundberget (2013:192) mener det er godt belegg for teknologien fra midten av 700-tallet. Mest sannsynlig ligger derfor driften på Ånestad tett opp mot tiden da fase I-teknologien utfases.

Den interne organiseringen på lokaliteten virker veldig tydelig, med 2–3 ovner som var i bruk per blestersedesong. Ovnene sto nærme hverandre slik at de samme folkene kunne drifte dem samtidig. Dessverre ble det ikke påvist noen råstofflagre eller leireforråd for ovnsoppbyggingen, noe som trolig kan knyttes til at lokalitetene lå i dyrka mark. Avfallsgroper med rester etter jernvinna ble påvist uten at disse ser ut til å utgjøre noen grunnleggende strukturell del av produksjonen. Mye av slagget blir nemlig liggende igjen i gropene ved denne type jernproduksjon.

Utbyttet av det analyserte slagget er beregnet til å utgjøre 29–42 kg jern per 100 kg slag (Jouttijärvi 2017). Dessverre er ingen ovner på Ånestad bevart i sin helhet, så slagpropenes dimensjoner kan bare anslås. De fleste gropene på Ånestad har en diameter på 70 cm. På grunn av pløyingen er den opprinnelige dybden noe usikker, men mange var over 50 cm



Figur 10.15. Plassering av slagropene ved Eg og Storhov. Tegning Julian Post-Melbye, KHM.



Figur 10.16. Prinsippkisse over sjaktovnene ved Ånestad. Tegning Ingvild Tinglum Bøckman, KHM.

dype. Om vi legger disse målene til grunn og antar at slaggruppen er en søyle på 70 x 50 cm, står vi igjen med et volum på 208 liter. Slagget ved Ånestad har veid omkring 1,33 kilo per liter ved kontroll etter katalogisering. En full slaggrup har dermed rommet ca. 270 kg slag. Sett i forhold til de danske ovnene av Snorup-typen som er smalere i toppen enn i bunnen (kolbeformet), virker et slagginnhold på rundt 200 kilo å være sannsynlig (Larsen 2009:70). Den nær samtidige Østlandsovnene kan inneholde over 400 kg slag før den må tømmes, for eksempel ble 438 kg målt opp fra Fagstad i Lillehammer (Larsen 2016:52). Dersom alle disse forhold legges til grunn, blir et rimelig estimat for produksjonen på Ånestad opp mot 100 kilo jern før slaggruppen var fylt opp. Med utgangspunkt i at det ble brukt 2–3 ovner per sesong, ville det potensielt produseres 200–300 kilo jern på Ånestad hver sesong.

10.7 HVEM BLE DET PRODUSERT FOR?

Analysene av slagget tyder på at det var malm fra lokalområdet som ble benyttet. Den kjemiske signaturen samsvarer godt med det som ellers er kjent fra Hedmark. Ressursene til malm og vedfyring kunne hentes fra nærområdet, ute avtaler med eksterne aktører. Omfanget til produksjonen har langt overgått det

lokale behovet på Ånestad og de omkringliggende gårdene. Konsensus fra tidligere arbeider er at det har vært behov for omtrent 5 kg friskt jern i året til en gård (Larsen 2009:193). Selv om opp mot halvparten av jernet fra produksjonen kan gå tapt i rensingen, kan man ha sittet igjen med 100–150 kg rent jern, hvilket har vært nok til å forsyne mellom 20–25 gårder. Det virker som at produksjonen har vært til langt mer enn bare sjølberging.

Hvor har det i så fall blitt av alt dette jernet? Jernsignaturene fra Ånestad ble sammenlignet med jern fra tre gjenstander fra gravfeltet på Skillingstad for å vurdere om disse kunne ha et lokalt opphav (se kapittel 3 i denne boken). Det var ikke noe samsvar mellom slagget på Ånestad og slaggintrusjonene i jerngjenstandene som ble analysert. Dette kan antakelig sees i sammenheng med kronologiske forhold. De analyserte gjenstandene fra Skillingstad ble funnet på det sentrale området på gravfeltet hvor gravene i hovedsak stammer fra 400–600-tallet, mens Ånestad-jernet er produsert på 700-tallet (kapittel 3 i denne boken). Jerngjenstandene hadde imidlertid matchende resultater fra et analysert anlegg fra Englaug østre i Løten som stammer fra slutten av 500-tallet (Martinsen 2016).

På 700-tallet domineres Hedmarken av maktsenteret på Åker og de omkringliggende områdene (Pilø

2005). Områdene i Løten har ligget godt innenfor Åkers omland og interessesfære, og sannsynligvis har det vært gode kommunikasjonsforbindelser til Mjøsområdet (kapittel 2 i denne boken). Ånestad kan således ha vært en viktig leverandør av varer til en sentralmakt på Åker, der det ligger strategisk plassert langs øst-vest-aksen mellom Mjøsa i vest og de dype skogsområdene rundt Glomma i øst.

10.8 ABSTRACT: A MEROVINGIAN PERIOD IRON PRODUCTION SITE WITH A CONTINENTAL FLAVOR

At the site of Ånestad in Løten, Hedmark County, an iron production site from the Late Iron Age was investigated. A total of 24 furnaces were excavated and a primary smithy documented.

The furnaces were shaft furnaces for single use. Once the underlying slag pit was filled up the shaft was moved or rebuilt over a new pit. The best preserved pits varied between 60 to 80 centimeters in diameter. No shafts or fragments of them were preserved. The chemical composition of the slag from the furnaces indicates that two to three were fired with the same batch of ore. This was documented through similar but distinct traces of Manganese Oxide (MnO). The primary smithy was mapped through the distribution of hammer scale, slag and charcoal within a sampled grid. The structure had walls surrounding the anvil and forge on three sides while the fourth side was open. Whether or not the structure had a roof remains unknown.

The site was used intensively for around 35 years in the 8th century, with 2–3 furnaces a year. Each season could have had a production of 200–300 kg. This high production was well beyond the consumption of the farms of the immediate area. We believe parts of the surplus contributed to the power and influence of the important farm at Åker near Hamar, 20 kilometers to the west.

10.9 LITTERATUR

- Bayliss, Alex, Bronk Ramsey, Christopher, Van der Plicht, Johannes & Whittle, Alasdair
2007 Bradshaw and Bayes: Towards a Timetable for the Neolithic. *Cambridge Archaeological Journal*, 17(S1), 1–28. doi:10.1017/S0959774307000145
- Berge, Sara Langvik
2011 Rapport fra arkeologisk utgraving. Jernfremstillingsanlegg. Kristianslund av Sigstad (133/10), Gjøvik, Oppland

- Bloch-Nakkerud, Tom og Eva Schaller
1979 Jernvinneovnene på Eg, Kristiansand. *AmS Varia* 4:8–18.
- Engen, Inger Mareie & Johansson Jakob
2010 Rapport fra arkeologisk undersøkning. Bosättnings- og dyrkningspår. Gryte store 20/1, Klokkegården 24/1, Haug 25/1, Omland 20/53. Gjøvik, Oppland.
- Haavaldsen, Per
1997 Lavteknologisk jernframstilling i Rogaland i jernalder og middelalder. *AmS-Varia* 31:69–83.
- Hansen, Fredrik Bratlie
2012 Rapport fra arkeologisk registrering i forbindelse med Statens vegvesens reguleringsplan for Riksvei 3/25 Løten-Elverum kommune. Hamar.
- Jouttijärvi, Arne
2010 Smedens bygninger. En række rum fra jernalderen til 1700-tallet; i Smedens Rum 1, Værkstedet Arbejdsrapport fra seminar den 14. oktober 2010 på Københavns Universitet; *Arkæologiske Skrifter* 9; København 2010; s. 137–152.
- 2017 Jernhåndtering ved Ånestad, Løten kommune, Riksvei 3/25 prosjektnr. 220244 saksnr. 2011/12427. *Report* 17/01
- Jouttijärvi, Arne & Olfert Voss
2013 Drengsted/Scharmbeck Slaggegrubbe ovnen i Danmark og Skandinavia. I *Ovnstypologi og ovnskronologi i den nordiske jernvinna*, redigert av Bernt Rundberget, Jan Henning Larsen og Tom Haraldsen. Portal forlag, Kristiansand.
- Larsen, Jan Henning
2009 *Jernvinneundersøkelser*. Varia 78. Kulturhistorisk museum, Oslo.
- 2016 Jernutvinning og utmarksbruk i Gudbrandsdalen. I *Gård og utmark i Gudbrandsdalen. Arkeologiske undersøkelser i Fron 2011–2012* red Ingar Gundersen, Portal forlag, Kristiansand
- Loftsgarden, Kjetil, Rundberget, Bernt, Larsen, Jan Henning & Mikkelsen, Peter Hambro
2013 Bruk og misbruk av C14-datering ved utmarksarkeologisk forskning og forvaltning *Primitive Tider*, s. 59–70
- Karlsson, Catarina
2015 Förlorat järn – det medeltida jordbrukets behov och förbrukning av järn och stål. *Jernkontorets bergshistoriska skriftserie* 49, Stockholm.
- Martinsen, Julian
2016 Rapport. Arkeologisk utgraving. Jernvinne og bosetningsspor, Englaug østre, 222/1, Finstad lille, 201/1, Løten, Hedmark. Kulturhistorisk museum, Oslo.

- 2018 Rapport fra arkeologisk utgravning. Rv. 3/25. Delrapport 5. Jernvinne. Ånestad 155/1. Løten og kommune, Hedmark. Kulturhistorisk museum, Oslo.
- Narmo, Lars Erik
1997 *Jernvinne, smie og kullproduksjon i Østerdalen arkeologiske undersøkelser på Rødsmoen i Åmot 1994–1996*. Varia, 43. Universitetets Oldsaksamling, Oslo.
- Out, Welmod, Mikkelsen, Peter Hambro & Savig, Karen
2016 Rapport vedr. detaljeret vedanatommisk analyse KHM 2011/12427, prosjektkode: 220244, Rv3/25, flere lokaliteter i Løten kommune, Hedmark fylke (FHM 4296/1774)
- Pilø, Lars
2005 *Bosted – urgård – enkeltgård*. Oslo: Institutt for arkeologi, kunsthistorie og konservering, Universitetet i Oslo.
- Risbøl, Ole
1997 Arkeologi i ve-gen. Om de nye arkeologiske undersøkelser på Engelaug og By i Løten. *Lautin* 1997:7–23.
- Rundberget, Bernt
2007 *Jernvinna i Gråfjellområdet*. Gråfjellprosjektet Bind 1. Varia 63. Kulturhistorisk museum, Oslo.
2010 Jernproduksjon i romertid; en marginal eller sentral ressurs? I *På sporet av romersk jernalder. Artikkelsamling fra Romertidsseminaret på Isegran 23.–24. januar 2010*, redigert av Ingar M. Gundersen og Marianne Hem Eriksen, s. 36–49. Nicolay Skrifter 3, Oslo.
- 2013 Jernets dunkle dimensjon. Jernvinna i sørlige Hedmark, sentral økonomisk faktor og premiss for samfunnsutvikling c. AD700–1300. Upublisert doktorgradsavhandling, Universitetet i Oslo, Oslo.
- 2017 *Tales of the iron bloomery. Ironmaking in southeastern Norway. Foundation of statehood, c. AD 700–1300* Oversatt av John Hines. The northern world 76. Brill, Leiden.
- Sand-Eriksen, Anette
2019 Rapport arkeologisk utgravning. Bosetningsspor og jernvinne på Storhov, Elverum, Kulturhistorisk museum, Oslo.
- Voss, Olfert
1993 Jernudvinning. I Hvass S. & B. Storgaard (red.). *Da klinger i muld ... : 25 års arkæologi i Danmark*, s. 206–209. Jysk Arkæologisk Selskab. Århus.