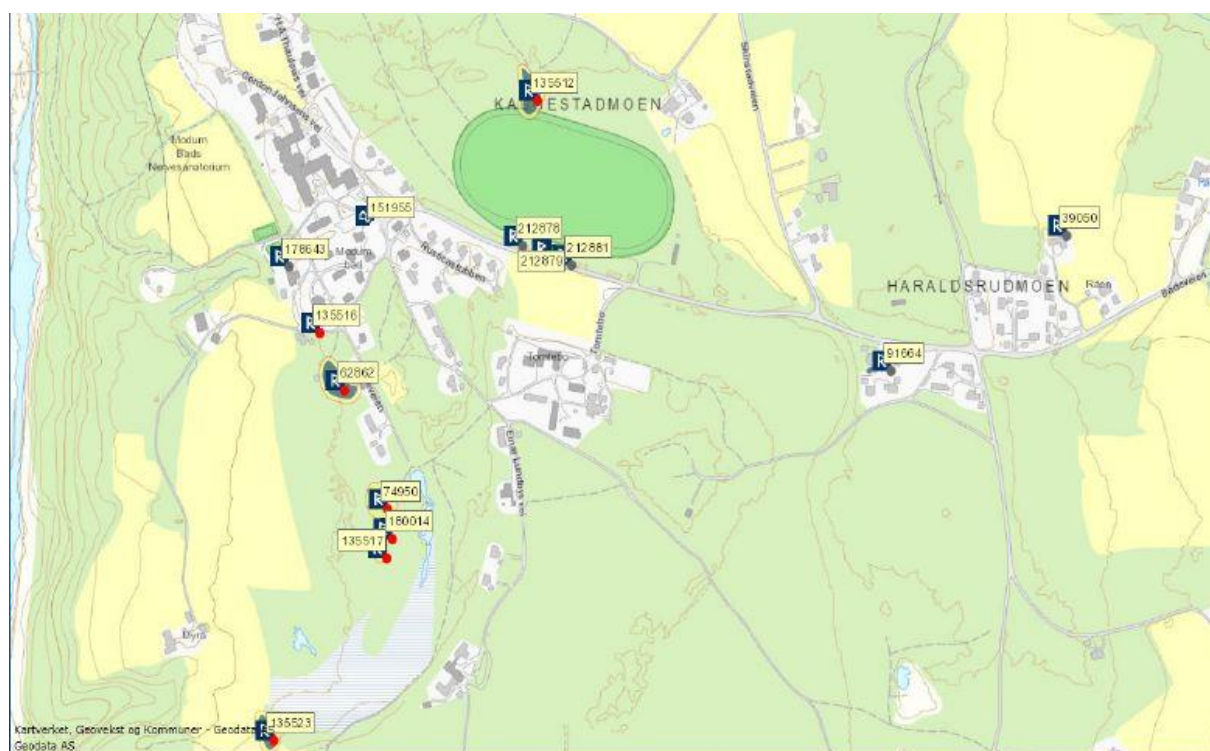


# Veieneseminar 2015 -

Blestring med myrmalm fra Modum og det etterlignet eksperiment

Deltagere - Jens Jørgen Olesen, Thy Museum og Tom H. Borse Haraldsen, mag. art (Jernvinna i Oppland). Våre to medarbeidere var Stein Dale, leder av Håndverkslaget på Hordamuseet, og Catrine Bru Guldberg, Hjerleid, Dovre, (Stavanger). Prosjektet var støtte av Buskerud Fylkeskommune, kulturvernaldelingen..

Prosjektet er et samarbeidsprosjekt mellom Buskerud fylkeskommune og prosjektdeltakerne ved Tom H Borse Haraldsen. Med utgangspunkt i erfaringene fra Kittilbu-seminarene i 2009-2013 har prosjektdeltakerne ønsket å formidle til Buskerudsamfunnet hvordan jern ble til i yngre jernalder-middelalder. Dessuten har det vært et ønske om å benytte en lokal råstoffressurs til selve utvinningen, og undersøke hvor brukbart det utvunnete jernet er, både ved utsmiing til redskaper og ved eventuelle analyser av jernets egenskaper.



Illustrasjon 1a og 1b; Oversiktskart og bilde fra Askeladden over Modum bad med avmerkede fornminner. 1b er et kartutsnitt hvor malmuttaket er markert med rødt. Buskerud fylkeskommune 29-9-2015, Inger Karlberg.

**Malm-henting 23 september 2015**

Det ble hentet malm på Modum 23. September 2015, til eksperimentet, illustrasjon 1. Uttaket av malm ble foretatt i vestkant av myra der metallurg Arne Espelund tidligere har hentet ut malm-prøve (Espelund 2013).

På Modum Bads eiendom rett øst for myra ligger en rekke med store jernvinneanlegg. Innledningsvis ble disse befart. Det ser ut som om disse produksjons-plassene dekker alle jernalderens perioder, med mulig unntak for den vedfyrte "bondeovnen" med flat bunn og som er uten slaggavtapning. Denne siste ovnstypen er foreløpig ikke kjent på det sentrale Østlandet, men fantes i deler av øvrige Skandinavia frem mot middelalderens slutfase og inn i etterreformatorisk tid.

Slaggklumpen på illustrasjon 2, er av et uvanlig slag. Den er tung og har små vedavtrykk. Den kan meget vel stamme fra en periode II ovn. Levningene i form av slagg gir generelt et inntrykk av å inneholde betydelig mer jern enn hva som ble tilfelle i periode III, yngre jernalder-middelalder. Ovnene i eldre jernalder og inn i vikingtid (gruppe I og II) benyttet brensel til reduksjonen i form av trekull, fremstilt av furu. Produksjonsstedene i Norge fra eldre jernalder av vitner om stor aktivitet, mens i type II ovns tid synes jernutvinningen å være mindre omfattende.



Illustrasjon 2; Vi antar at slagget kommer fra en periode II ovn. Dvs en ovn med antatt horisontal avtapning. Periode II ovnene var i bruk, trolig allerede i eldre og langt inn i yngre jernalder. Antatt høydepunkt for bruken er ca. 750 e.Kr. Produksjonsplassen har en ovn og en slagghaug. Ovnene er svakt ovale med indre mål inntil 0,5 m, og de er utstyrt med slaggenrene.

Besøket på Modum skjedde sammen med arkeologkollegaer Jan H. Larsen, Ellen Anne Pedersen og Inger Karlberg. Det var egentlig malm som var temaet for besøket. Buskerud fylkeskommune har laget en verneplan for kulturminnene i området rundt Modum Bad.

Det var vesentlig å forsikre seg om at malmuttaket til forsøket ikke berørte automatisk fredete kulturminner eller kunne være til skade for verneprosjektet.

Stedet for, metallurg Arne Espelunds tidligere uttak av myrmalm ble påvist av lokalhistoriker Olav Sørensen. Prøvestedet til Espelund fremsto ved vårt besøk, illustrasjon 3, som et søkk i toppen av østveggen til en dyp dreneringsgrøft. Malmlaget overleirer hva man kan anta er atlantisk torv. Malmlaget ligger rett under gresstorven på stedet og det er drøyt 35 cm tykt. Laget er ikke i metersklassen som man kan tro av A. Espelunds tekst og fotografi fra 2013 i boken, *The evidence and the secrets of ancient bloomery ironmaking in Norway*.



Illustrasjon 3; Før uttak vist prøvestedet som en grop i toppen av jordprofilen ved grøftkant. Avsetningen av malmen var tydelig sjiktet – øverst lysere rødbrun malm like under torva og nederst et mørkere rustrødt lag med horisontalt liggende rødbrune/sorte porøse anrikningsklumper.

Slik jeg ser det består den øvre halvdel av lys finkorning rød malm, og den nedre halvdel av kraftig rød malm med innslag av sort malm som mot bunden finnes i form av en grov lagdelt malm visuelt i slekt med den danske Esbjergmalmen, men med en løs konsistens, aurhelle preg.

Et fornyet besøk på stedet med opprensning av hele profilen er ønskelig. Malmen vi hentet ut kan være sekundært avsatt og komme fra dreneringsgrøftens bunn. Dvs. den kan være avsatt direkte på morenen, a. Kildene i området, raudvellene, som er utgangspunktet for Modum Bad kan også være årsak til den sedimenteringen av jernmalm vi observerte og som tilfelle b, ligger over atlantisk torv. Hverken tilfelle a eller b er antatt å ville ha betydning for myrmalmkvaliteten se Arne Espelunds dokumentasjon, illustrasjon 4.

	Na2O	MgO	Al2O3	SiO <sub>2</sub> <sup>(1)</sup>	P2O5 <sup>(2)</sup>	SO3	Cl	K2O	TiO2	MnO	Fe2O3
Raudvella - Toten	0,223	0,474	1.32	6,1	0,0832	0,350	0,0213	0,211	0,0678	9,68	77,7
Snertingdal R 34 <sup>3</sup>		0,32	4,27	9,88	0,235			0,46	0,13	4,91	78,01
Kittilbu, Svartmyra		0.23	0.46	2.72	0.338			0.33	0.01	0.24	96.64
Modum Bad		0.01	0.32	8.00	0.119			0.03	0.01	0.10	90.58
			0.42	6.48	0.099			0.01	0.01	0.11	92.31
			1.40	6.96	0.338			0.14	0.06	0.47	88.49

Illustrasjon 4; Tabellen viser stor homogenitet mht malmkvaliteten på malmen fra Modum bad. Til sammenligning ser en kvaliteten til myrmalm fra noen lokaliteter i Oppland som har vært benyttet til eksperimentell blestring. Malmen fra Svartmyra skiller seg ut med særlig høyt jerninnhold og marginal andel av SiO<sub>2</sub>. Malmen fra Snertingdal er autentisk kulturarv og er fra en 1600-2000 år gammel jernvinneplass. Raudvellen på Toten har eksistert i ca 30 år, i den deponeres det ekstremt finkorning myrmalm.

<sup>1</sup> Silika er grunnleggende for slaggdannelse, Espelund 2013:175 hevder at 6% er optimalt, 8% begrenser avkastningen og forekomst over 20% er til hinder for luppdannelse.

<sup>2</sup> P2O3 (som strengt tatt er kalt diphosphorus trioksyd) ville bli betraktet som "empirisk formel", mens P4O6 ville bli betraktet som den "molekylære formelen".

<sup>3</sup> Malm som ha blitt rå, dvs. har ligget over en vinter må røstes på nytt, jfr. Narmo 1997:33. Forsøk tyder på at dette ikke medfører riktighet, ref. flere forsøk utført av Haraldsen og Olesen.





Illustrasjon 5; Illustrasjon 5; Røsting av jernmalm fra Modum, med bjørkeved på en stålpanne. Fordelen med fast underlag (stålpannen) er at alle bestanddeler fra røstingen kan samles opp og følge malmen i blesterovnen.

### **Røsting - utført 29. september-1.oktober 2015**

Før blestring må myrmalmen røstes, dvs brennes. Fukt og brennbare urenheter forsvinner og malmen endres, den blir blant annet magnetisk.

69,5 kilo med bjørkeved og 41 kilo Modummalm - møttes på røstebålet, illustrasjon 5. Malmen utgjorde i volum 50 liter. Det meste av ettermiddagen røk med til etterfylling av ved og malm. Først onsdag 30. september var den så kald at den lot seg samle sammen og veies. Samlet vekt av malmen var nå redusert til 14,7 kg. Ytterligere 20 kg malm av samme kvalitet ble røstet 1. okt. Mengde brenne og vedens kvalitet var tilsvarende den første røstingen. Resultatet ble 7,2 kg røstet malm.

Tidligere har vi nyttet inntil 20 kg malm i forsøkene våre – slik at mengden var noe mindre enn ønskelig. Vi antok at mengden skulle være tilstrekkelig til et forsøk og demonstrasjon som forutsatt 18. Oktober på Veien.

Det høye jerninnholdet og lite SiO<sub>2</sub> kan være årsak, jfr. erfaringene fra Tranemo i Sverige, til at malmen fremstår med relativt lav egenvekt. Den optimale andelen av SiO<sub>2</sub> skal være drøyt 6 %. Andel SiO<sub>2</sub> i vår malm skal være 6,48 %. Benyttede resurser i forhold til eksperimentet var samlet 61 kg urøstet myrmalm og 100 kg tørr bjørkeved. Resultatet ble 21,9 kg røstet malm til forsøket 18. Oktober. Malmens volum sammen med bålmørje 50 liter, illustrasjon 6.



Illustrasjon 6; Volumet råmalm ble redusert med 1/3-del inklusive aske mv. fra røstebålene. Malmens farge varierer og den foreligger i alle kvaliteter fra støv til 5mm vide porøse klumper. Aske og trekull ble ikke sortert fra.

## Jernmakeri - 17.-18 oktober 2015

17. oktober

“Jernmakeri-gjengen” overnattet på Odin Camping, Røyse og vi kunne glede oss over synet av en stor flokk Kanadagjess på Storelva innen det var tid for avferd mot Veien og seminarstart.

Vi startet dagen i hyggelige omgivelser med en omfattende foredragsrekke på Hringariki museum i Veien kulturminnepark. Jens Jørgen Olesen og undertegnede holdt foredrag som begge var knyttet til jernvinneseminarene på Kittilbu eksperiment-senter i Gausdal. Olesen redegjorde i seminaret for det strålende eksperimentet han og hans danske kollegaer fra Århus Universitet og Københavns Universitet gjennomførte i samband med “Ovnsbygger”-symposiet i 2011. Tom H. Borse Haraldsen redegjorde for undersøkelsen av DR 44 ved Dokkfløymagasinet i Oppland og rekonstruksjonen av den samme ovnen til et etterlignende eksperiment ved Olesen og Haraldsen på Kittilbu i 2013.

Først etter seminaret, ca kl. 18, kom vi i gang med forberedelsene til søndagens eksperiment. Ovns plass ble stukket i terrenget og deretter anrettet av oss i terrenget, nordvest for langhuset på Veien, illustrasjon 7.



Illustrasjon 7; Ovns plassen ble lagt på en svakt markert brink i terrenget i randen av museumsområdet mot åkeren og over åkerviddene til Veien, knapt 20 meter nordvest for langhuset. På bildet sees fra venstre Catrine Bru Guldberg som deler opp ved til flis, Tom H. Borse Haraldsen, Ellen-Anne Pedersen, Emma Nilsen og Jens Jørgen Olesen. Foto Stein Dahle

Ovnssjakten er 68 cm høy, 30 cm vid i foten og 25 cm vid i kronen. På ovnsstedet ble det gravd en 30 cm vid og 25 cm dyp grop. I gropen ble det fylt aske og trekullsmuler slik at gropen fikk en profil som tegner seg som en avflatet bolle med største dybde 11 cm. Formålet med asken og trekullsmulene er å isolere mot varmetap. Grunnen på stedet består av fin steinfri selvdrenerende sand. Markoverflaten faller svakt mot vest. Av hensyn til publikum og forventet flau nordavind ble ovnen plassert slik at belgen skulle stå på ovns østre side.

### Eksperimentet

18. oktober - ble frontplate montert, ovnen tent og etterhvert sjekket, mens vi varmet den opp med et lite innvendig bål fyrt med treflis, bjørk. En enkeltvirkende belg ble som vanlig benyttet, illustrasjon 9, men denne gangen utstyrt med dyse som er 22 millimeter vid. Ved mange forsøk har vi benyttet en belg med 18 mm vid dyseåpning.



Illustrasjon 8, viser Olesens flyttbare ovn da denne var satt på plass og ble reparert. Fra venstre Stein Dahle og Jens Jørgen Olesen

Innblåsningsmunnstykket ble rigget så luftstrålen ville nå toppen av den underliggende gropen - hvor det skal dannes en slaggsjø. Gropen under ovnen var fylt med aske. Den er utformet skålformet og bunnen var 13 cm dyp under vindhullet.

Kl. 11 ble ovnen tilført trekull etter å ha vært fyr med småved og kl. 14, ble ovnen tilført siste porsjon med malm og trekull, illustrasjon 9.



Illustrasjon 9; Blesterovnen i full drift og over ovnskronen ser man en svakt markert ildlue dannet av reduksjonsgassene i ovnen. Belgen er enkeltvirkende og har et beregnet volum på ca 60 liter hvorav påtrykket av luft ved vært "tak" teoretisk er 40 liter. Fra venstre sees Catrine Bru Guldborg, Ellen-Anne Pedersen og Stein Dahle.

Samlet forbruk var 13,4 kg røstet malm, 26,9 kg sortert trekull på hele forsøket, hvilket utløste et resultat på 3,5 kg jern og 5 kg slagg, illustrasjon 14. Malm og trekull ble under selve produksjonen tilført ovnen i forholdet 1:1,05. Etter 7 påfyllinger ble det tappe slagg ved 3 anledninger, illustrasjon 10.





Illustrasjon 10; Ovnsjakten var satt over en skålformet grop. Frontplaten settes slik at dens nedre kant flukter med ovnsfoten. Fremfor ovnen er det

laget en åpen gressfri flate som mot frontplaten er avsluttet med en liten voll. Når slaggnivået i ovnen har steget opp mot vindhullet, blir slaggnivået i ovnen redusert med avtapning under ovnsplaten. Når trykket i ovnen er "passe" stopper gjerne slaggen å strømme av seg selv og nedkjølt slaggtetter åpningen. Denne prosessen gjentas i løpet av produksjonen inntil det ikke er plass til mer jernlupp i "slaggsjøen" inne i ovnen.

Fayalittslag som ble dannet av Modumsmalmen var noe seiger enn hva som er vanlig med malmer som har et noe lavere jerninnhold. Årsaken er trolig at den relative jernmengden i malmen er svært høy, antatt å ligge mellom 90-92 %. Luppdannelse inne i ovnen lot seg uvanlig tidlig påvise med en sonde og da uten at slaggruppen på noen måte var fylt med slag.

Flere publikummere fikk trekke belgen. Nedbrenning av ovnen tok 1 time hvorefter vi veltet ovnen. Luppen ble komprimert, illustrasjon 11 - 14.



Illustrasjon 11; Ovnen er veltet, luppen tegner seg som gulhvitmasse i slagget. Foto Sten Dahle.



Illustrasjon 12; Luppen er plukket ut av slaggruppen. Foto Stein Dahle.



Illustrasjon 13; Luppen komprimeres med lette slag av en tung treklubbe.



Illustrasjon 14; Slagene presser glødende slag ut av luppen.

Luppen ble lagt på en kabbe av tre og først banket med en treklubbe, hvorefter det ble benyttet slegger for så endelig ble den delt med øks benyttet som en skjeflet kile slått med slegge - til fellujern, illustrasjon 15 -18.



Illustrasjon 15; Luppen komprimeres med tunge slag av slegge. Fra vestre Stein Dahle og Tom Haraldsen. Foto Ellen Anne-Pedersen.



Illustrasjon 16; Fellujernet halvkløves med øks benyttet som kile. Foto Ellen-Anne Pedersen.



Illustrasjon 17; Ferdig, men fortsatt glødende fellujern. Foto Ellen-Anne Pedersen.



Illustrasjon 18; Avkjølt fellujern og som det fremgår tydelig av snittet har jernet stadig gasslommer og det kunne ha tålt ytterligere komprimering. Snittet er således egnet til synliggjøre jernet kvalitet. Foto Ellen-Anne Pedersen.



## Produksjonsskjema, Veien 2015

Kl.	Diverse			
09.30	Opptenning av ovnen, beskjeden varme			
	Malm	Trekull	Diverse	
10.15		8,8	Trekull i små porsjoner og ytterligere småreparasjoner med Leire. Bøss, og stykker mindre enn 1 cm ble frasortert ved alle påfyllinger og 50 g bøss ble lagt under hver malmpåfylling.	
11.05		4,45		
11.35	1,4	1,05	Malmmengden var betinget av feil tarering av vekta.	
11.43	1	1,05	Malmen legg på et lag små trekullbiter ved alle påfyllinger. Trekullet påføres slik at det ligger over og under malmen for å hindre at det fyker med malm med ovnsgassene.	
11.53	1	1,05		
12.03	1	1,05		
12.15	1	1,05		
12.27	1	1,05		
12.40	1	1,05		
12.50	1	1,05	12.55 slaggavtapning, slaggen er litt seig, men ser ut som fayalittslaggl skal.	
13.02	1	1,05		
13.17	1	1,05		
13.27	1	1,05	13.30 slaggavtapning.	
13.43	1	1,05		
13.55	1	1,05	Slaggen koker hørbart i ovnen, siste påfylling.	
14.45		26,9	Ovnen "nedbrent". Den begrensede slaggdannelsen i ovnen gjorde at vi besluttet å tippe ovnen, når den skulle tømmes og ikke hugge ut frontplaten.	
Jern	Malm	Trekull	Slagg	Alle veiinger er utført med samme vekt.
3,5	13,4	26,9	5,0	Tap 9,1 kg trekullbøss og malmforbruk 4,9 kg
18.00	Ovnsplassen var ferdig ryddet og ovnen kjølt og nedpakket. Slutt – hjemreise!			

Skreien 31. Oktober 2015

Mag.art. Tom H. Borse Haraldsen