



# Fosfatanalyse som innfallsvinkel til forskning på tidlig jordbruk i Nord-Norge:

Et case study fra eldre til yngre jernalder på Skålbunes, Bodø  
kommune, Nordland



*Johan E. Arntzen*

*Mastergradsoppgave i arkeologi*

*Det samfunnsvitenskapelige fakultet*

*Universitetet i Tromsø*

*Våren 2008*





# **Fosfatanalyse som innfallsvinkel til forskning på tidlig jordbruk i Nord-Norge:**

Et case study fra eldre til yngre jernalder på Skålbunes, Bodø  
kommune, Nordland

*Johan E. Arntzen*

*Mastergradsoppgave i arkeologi*

*Det samfunnsvitenskapelige fakultet*

*Universitetet i Tromsø*

*Våren 2008*

*Forsidebilde: En gammel plog fra Tekkelvika (Foto: Gøran Stensrud)*

## Sammendrag

Formålet med denne avhandlingen har vært todelt. For det første har det vært min hensikt å drøfte hvordan fosfatanalysen som metode har vært anvendt i norsk arkeologi. Dette har blitt problematisert gjennom å se på fosfatanalysens generelle forutsetninger som metode. Ved å presentere et utvalg norske applikasjoner av fosfatanalysen, spesielt innenfor forvaltningsarkeologien, har jeg fremhevet og kritisert en tendens til at metoden verken blir diskutert i stor nok grad, eller utnyttet på best mulig vis. Den andre problemstillingen jeg har forsøkt å belyse, har dreid seg rundt fosfatanalysens potensielle nytte innenfor forskning på tidlig jordbruk i Nord-Norge. Det argumenteres for at et større fokus på ulike typer jordbruk, fremfor et fokus på tidfesting av jordbruksoppkomsten, vil kunne være interessant. Tilnærmingen til dette har vært en eksperimentell fosfatanalyse ved Skålbunes i Nordland, der man ut ifra konvensjonelle arkeologiske kilder ikke har kunnet tilnærme seg jordbruksspørsmål i nevneverdig grad. Jordforholdene ved lokaliteten begrenset en enhetlig tolkning av fosfatanalysen, men et jordlag tolket som dyrkningsspor viste interessante variasjoner. Det presenteres en hypotese om at jordbruket på lokaliteten i eldre jernalder, har hatt en svedjebruklignende karakter.



# Forord

Den foreliggende teksten har blitt til over en meget intens arbeidsperiode som har vart to år. I tillegg til å skulle være student, har jeg hoppet på et hvert "fagrelevant" jobbtilbud som har åpenbart seg. Det at jeg kom i mål innenfor planlagt tidsrom føles derfor ekstra godt. Uten hjelp, støtte, og veiledning fra en lang rekke mennesker hadde imidlertid neppe dette blitt realisert.

Min veileder prof. Bryan Hood har vært positivt innstilt til prosjektet mitt, og har kommet med meget presis og nyttig kritikk. Mastergradsseminarene har vært ledet av prof. Charlotte Damm. Kommentarene fra henne og mine medstudenter har vært nyttige. Takk for innsatsen!

Under feltarbeidet var mine to gode venner (og studiekamerater), Gøran Stensrud og Tom André Edvardsen, med som assistenter. Noe jeg er svært takknemlig for. Gøran ofret i tillegg en lørdagskveld for å pipettere kjemikalier og har bedrevet korrekturlesning, meget bra!

Kenneth Thanche ofret en hel dag for å sveise jordsonder (i utmerket kvalitet), takk!

Tromsø Museum og alle som var deltakende på Skålbunesutgravningen fortjener en stor takk. Prosjektleder Sven Erik Grydeland har utelukkende vært positiv, og har korrekturlest i avslutningsfasen. Under feltarbeidet sommeren 2007, samt i innspurten på Skålbunesrapporten, har jeg jobbet tett sammen med Johan-Terje Hole og Morten Olsen. Mange av diskusjonene vi har hatt, og resultatene vi har kommet frem til, har vært viktige for denne oppgaven. Unn Tveraabak fikk også ferdig pollenanalysen på et hendig tidspunkt. Takk til dere alle!

En enormt stor takk til min mor og far, som begge har støttet meg på alle måter. Min far har også vært avgjørende for å få realisert laboratorieanalysen.

*Johan E. Arntzen  
Tromsø, mai 2008*





# Innholdsfortegnelse

Sammendrag .....	I
Forord .....	III
Innholdsfortegnelse .....	V
Liste over figurer .....	IX
Liste over tabeller .....	XI
<b>Introduksjon .....</b>	<b>1</b>
Oppgavens struktur .....	3
Bemerkninger .....	3
<b>Fosfatanalyse .....</b>	<b>5</b>
<b>Fosfor i jorden .....</b>	<b>5</b>
Endringer i jordens fosfatnivå - menneskelig påvirkning .....	7
<b>Fosfatanalyse som arkeologisk metode .....</b>	<b>8</b>
Generelt om anvendelsesområder .....	8
Prøvetakning .....	9
Analysemetodikk på laboratorium og i felt .....	11
Kvantitative metoder (laboratoriemetoder) .....	11
Kvalitativ og semi-kvantitativ metode (Spot-test og feltmetode) .....	15
Fosfatanalysens verdi i jordbruksundersøkelser .....	16
<b>Fosfatanalysen i norsk arkeologi – hva har metoden tilført faget? .....</b>	<b>18</b>
Povl Simonsen og Varangerundersøkelsene .....	19
Donald Provan og jordbruksundersøkelsene ved Bjellandsøynæ .....	20
Sverre Bakkevig og Spot-testmetoden .....	22
Forvaltningsarkeologi og fosfatanalyse i Norge .....	23
Vereideprosjektet – Bergen Museum .....	23
Svinesundprosjektet – Kulturhistorisk Museum i Oslo .....	25
Undersøkelser ved Haugsneset og Ognøy – Arkeologisk Museum i Stavanger .....	27
Austbø på Hundvåg – Arkeologisk museum i Stavanger .....	28
Flakstad i Lofoten – Tromsø Museum .....	29
Melkøyprosjektet – Tromsø Museum .....	30
Øvrige undersøkelser .....	30
<b>Konklusjon .....</b>	<b>31</b>
<b>Arkeologisk utgangspunkt .....</b>	<b>35</b>
<b>Utgravningene ved Skålbunes: Spor etter jordbruk i tidlig jernalder? .....</b>	<b>35</b>
Bosetningsspor - Lokalitetene ”Eidet” og ”Flata” .....	37
Eidet .....	37
Flaten .....	41
<b>Jordbruk og arkeologi i Norge .....</b>	<b>42</b>
Generelle tendenser .....	43
Jordbruksforskning innenfor Nordnorsk arkeologi .....	43
<b>Jordbrukstypologi .....</b>	<b>47</b>
Svedjebruk .....	47
Busktrede .....	49
Permanent jordbruk .....	51
Fossile dyrkningsspor og ulike typer jordbruk .....	51
<b>Konklusjon .....</b>	<b>52</b>

<b>Metode og datagrunnlag</b> .....	<b>55</b>
<b>Landskap og vegetasjon</b> .....	<b>55</b>
<b>Berggrunn og jordforhold ved Skålbunes</b> .....	<b>56</b>
<b>Pollenanalyse</b> .....	<b>58</b>
<b>Feltarbeid</b> .....	<b>61</b>
Strategi .....	61
Feltarbeid 2006.....	63
Feltarbeid 2007.....	67
<b>Laboratoriebehandling</b> .....	<b>68</b>
Tørking .....	69
Homogenisering og solding .....	69
Farge- og jordartsbestemming.....	69
Bestemming av sitronsyreløselig uorganisk fosfat (Pinorg) .....	70
Bestemming av organisk innhold (%SOM) og organisk bundet fosfat (Porg):.....	71
pH .....	71
<b>Oppmåling av prøver og romlig analyse av data</b> .....	<b>71</b>
<b>Statistisk tallbehandling</b> .....	<b>72</b>
<b>RESULTATER</b> .....	<b>75</b>
<b>Vurdering av prøvesettet som helhet</b> .....	<b>75</b>
pH .....	75
Uorganisk fosfat (Pinorg).....	76
Totalt fosfatinnhold (P <sub>tot</sub> ) .....	77
Organisk fosfat (Porg).....	77
Organisk innhold (%SOM) .....	77
Forholdet mellom organisk fosfat og organisk innhold (P <sub>org</sub> /%SOM).....	78
Ikke-parametrisk Parsons-korrelasjon .....	78
<b>Forholdet mellom de ulike prøveseriene</b> .....	<b>79</b>
Ikke-parametrisk Kruskal-Wallis ANOVA korrelasjonsanalyse .....	80
Boksplokk av standardavvik, standardfeil og gjennomsnitt .....	82
<b>Vertikale variasjoner</b> .....	<b>83</b>
<b>Romlige analyser</b> .....	<b>86</b>
Serie J.....	86
Uorganisk fosfat (Pinorg) .....	86
Organisk fosfat (Porg) .....	87
Organisk innhold (%SOM).....	87
Forholdet mellom organisk innhold og organisk fosfat (Porg/%SOM).....	87
Farge.....	89
Serie A .....	89
Uorganisk fosfat (Pinorg) .....	89
Organisk fosfat (Porg) .....	90
Organisk innhold (%SOM).....	90
Forholdet mellom organisk innhold og organisk fosfat (Porg/%SOM).....	92
Serie R.....	92
Serie V .....	92
Uorganisk fosfat (Pinorg) .....	92
Totalt fosfatinnhold (P <sub>tot</sub> ).....	94
Organisk innhold (%SOM).....	94
Forholdet mellom organisk innhold og organisk fosfat (Porg/%SOM).....	94

<b>Diskusjon .....</b>	<b>95</b>
<b>Jordbruk ved Skålbunes .....</b>	<b>95</b>
Feilkilder og forbehold ved fosfatanalysen .....	96
Tolkning av resultatene .....	98
Jordbrukstype? .....	101
Svedjebruklignende dyrkning? .....	103
Husgulvet i Tuft 1 på Flaten.....	105
<b>Fosfatanalysen som metode .....</b>	<b>105</b>
Tverrfaglighet - Er fosfatanalysen en naturvitenskapelig metode? .....	106
<b>Avslutning .....</b>	<b>109</b>
<b>Appendiks 1 - Figurer .....</b>	<b>111</b>
<b>Appendiks 2 – Tabeller .....</b>	<b>125</b>
<b>Litteratur .....</b>	<b>132</b>



# Liste over figurer

Figur 1. Oversikt over Skålbunes i forhold til Norge og Bodø kommune.....	36
Figur 2. En del av røyskonstruksjonen ovenfor åkerområdet på Eidet.....	38
Figur 3. Røys C1 og C4 i plan og profil.....	39
Figur 4. Oversiktskart over strukturene på Flaten .....	42
Figur 5. Berggrunn ved Skålbunes .....	56
Figur 6. Løsmasser ved Skålbunes.....	57
Figur 7. Pollendiagram .....	60
Figur 8. Helningskart over undersøkelsesområdet. ....	62
Figur 9. Markslag og prøvepunkter .....	64
Figur 10. Topografi og prøvepunkter.....	64
Figur 11. Bilder fra feltarbeidet i 2006.....	65
Figur 12. Oversikt over sjakter .....	66
Figur 13. Profiltegninger fra sjakt 1 og 2.....	67
Figur 14. Trekantdiagram.....	69
Figur 15. Bilde av laboratoriesituasjonen.....	70
Figur 16. BoksploTT for %SOM mellom de ulike prøvegruppene.....	81
Figur 17. BoksploTT over Pinorg mellom de ulike prøvegruppene .....	82
Figur 18. BoksploTT over Porg%SOM mellom de ulike prøvegruppene.....	83
Figur 19. Vertikal spredning for Pinorg, Porg og %SOM for punkt J11.....	85
Figur 20. Interpolasjon av Pinorg-verdier for serie J.....	86
Figur 21. Interpolasjon av %SOM for serie J.....	88
Figur 22. Interpolasjon av Porg/%SOM for serie J.....	88
Figur 23. Interpolasjon av farger for serie J.....	89
Figur 24. Pinorg-verdier for serie A.....	91
Figur 25. Porg/%SOM-forholdstall for serie A.....	91
Figur 26. Pinorg for serie V .....	93
Figur 27. Ptot for serie V .....	93
Figur 28. Topografisk kart over Eidet og Flaten.....	112
Figur 29. Oversikt over strukturer og dateringer på Eidet.....	112
Figur 30. Kalibrerte 14C-dateringer – Steinalder .....	113
Figur 31. Kalibrerte 14C-dateringer – Førromersk jernalder.....	113
Figur 32. Kalibrerte 14C-dateringer – Romertid/folkevandringstid.....	113
Figur 33. Kalibrerte 14C-dateringer – Vikingtid/tidlig middelalder.....	113
Figur 34. Et tolkningsforslag for røyskonstruksjonen ovenfor Eidet. ....	114
Figur 35. Røys 1 og røys 2 på Flaten i plan og profil.....	115
Figur 36. Histogrammer .....	116
Figur 37. Vertikale variasjoner.....	117
Figur 38. BoksploTT over Ptot mellom de ulike prøvegruppene .....	118
Figur 39. BoksploTT over Porg mellom de ulike prøveseriene.....	118
Figur 40. BoksploTT over Porg/Pinorg mellom de ulike prøvegruppene .....	119
Figur 41. Interpolasjon av Porg for serie J.....	120
Figur 42. Porg for serie A .....	120
Figur 43. %SOM for serie A .....	121
Figur 44. Porg/%SOM for serie A .....	121
Figur 45. Sammenhengen mellom Pinorg, Porg og Ptot for alle prøvene i serie V. ....	122
Figur 46. Porg/%SOM for serie V .....	122



## Liste over tabeller

Tabell 1. Oversikt over de ulike prøveseriene.....	68
Tabell 2. Resultater fra pH-analyse. ....	76
Tabell 3. Ikke-parametrisk Spearman Rank Order korrelasjon.....	78
Tabell 4. Resultater fra ikke-parametrisk Kruskal-Wallis ANOVA-test (two tailed)....	80
Tabell 5. Deskriptiv statistikk for hele prøvesettet .....	125
Tabell 6. Jordlag, farge, %SOM, Pinorg, Porg, Ptot/Pinorg og Porg/%SOM for alle prøver .....	126
Tabell 7. Geografisk plassering, orientering, og helning for alle prøver.....	129





# Introduksjon

Denne avhandlingen er et forsøk på å belyse to arkeologiske problemstillinger jeg har fattet spesiell interesse for. Den første av disse dreier seg om Nord-Norges tidlige jordbruk. Arkeologien i landsdelen har i de senere år vært lite fokusert på å utforske tidlig jordbrukstilpasning. I den grad spørsmål om jordbruk blir diskutert, er det i lys av en overliggende problemstilling, hvor teorier rundt etnisitet og samhandling mellom folkegrupper er det sentrale fokus. Olav Sverre Johansens (d. 2005) innsats på 1980-tallet står fortsatt som det mest sentrale arkeologiske arbeidet hvor jordbruk i Nord-Norge er et direkte studieobjekt. Sammen med andre nyere tilnærminger (Valen 2007), ønsker jeg å bidra til at tidlig jordbruk igjen kan bli ett tema i nordnorsk arkeologi.

Pollenanalyse har hittil vært den viktigste innfallsvinkelen til å diskutere både jordbrukets omfang og dets innledende rolle, både innenfor og utenfor det arkeologiske fagfeltet, mens spørsmål rundt jordbrukets praktiske karakter ikke har latt seg belyse. Her kommer den andre problemstillingen jeg har engasjert meg for inn, nemlig bruken av naturvitenskapelige metoder i arkeologien. Gjennom et meget utbytterikt og interessant studieopphold ved universitetet i Umeå høsten 2005, fikk jeg mulighet til å stifte kjennskap med de viktigste metodene innenfor den arkeologiske underdisiplinen miljøarkeologi. Forskningsmiljøet rundt Miljöarkeologisk laboratorium i Umeå (MAL) representerer en langt mer naturvitenskapelig tilnærming til arkeologifaget, enn det fagmiljøet jeg selv har vært en del av ved universitetet i Tromsø gjør. Den viktigste ”oppvåkningen” for meg i møtet med miljøarkeologisk metode, både i teori og praksis, var i forhold til kompleksiteten og tolkningspotensialet bak metoder som f.eks. fosfatanalyse, og hvordan slike metoder utnyttet og diskuteres i ”vanlig” arkeologi.

Data produsert med bakgrunn i naturvitenskapelig metode, ses ofte i form av diagrammer og tabeller i arkeologisk litteratur. Et pollendiagram eller et fosfatspredningskart kan inneholde mye informasjon. Men i likhet med for eksempel en arkeologisk plantegning, må denne type framstilling tolkes om den skal ha allmenn verdi. Som regel gjøres tolkningen av den som har produsert dataene. Det å lese en tabell med fosfatanalyseresultater, et pollendiagram eller resultatene fra en

multivariabel statistisk analyse gir heller ikke mening uten at leseren innehar de nødvendige forkunnskapene. Dersom resultatene ikke presenteres ut over forfatterens skriftlige tolkninger, blir det også en lite takknemlig jobb å være dissenter. Det er kanskje mulig å vurdere det slik at tolkningene som *ledsager* resultatene fra en naturvitenskapelig analyse innenfor arkeologien, i mange tilfeller har langt større reell utsagnskraft enn tallene som faktisk *utgjør* disse resultatene. Med dette mener jeg at faktorene som virker inn i vitenskapsproduksjonen, ikke nødvendigvis er synlige på overflaten, og at dette er noe man spesielt må være oppmerksom på i forbindelse med arkeologiens bruk av naturvitenskapelige metoder.

Dette blir på mange måter en vitenskapssosiologisk diskusjon, og vil favne bredere teoretisk enn jeg vil bevege meg innenfor denne avhandlingens avgrensning. I forbindelse med fosfatanalysens rolle innenfor norsk arkeologi vil jeg likevel fremheve at *black-box-begrepet* kan være relevant (Latour 1987:2-3).

Måten fosfatanalyse har vært benyttet i norsk arkeologi er preget av svært varierende grad av ”suksess”. Mitt inntrykk er at metoden verken utnyttes til sitt fulle potensial eller diskuteres i stor nok grad. Tolkningene som har vært presentert i forbindelse med norske fosfatanalyser står heller ikke alltid i samsvar med hva de ”råe” resultatene viser, og det ser ut som om det er en mangel på forståelse for viktige metodiske begrensninger og muligheter. Jeg mener at metoden, slik den opptrer i mye av norsk arkeologi, gis for lite tolkningsverdi, samtidig som den fremstår med for stor grad av ”naturvitenskapelig objektivitet”.

Store deler av denne avhandlingen vies til å presentere og diskutere fosfatanalysens muligheter og begrensninger, og dette ses i sammenheng med hvordan metoden har vært benyttet innenfor flere norske arkeologiske prosjekter. Med utgangspunkt i min kritikk av metoden, har jeg utført et case study ved en lokalitet med sannsynlig jordbruksaktivitet i eldre jernalder. Undersøkelsen har vært gjort på Skålbunes i Bodø kommune, Nordland. Målet var at fosfatanalysen skulle eksemplifisere en ”utforskende” metodisk tilnærming. Jeg prøver her å belyse problemstillinger fosfatanalyse tidligere ikke har vært satt i sammenheng med i Nord-Norge, samtidig

som det gjøres forsøk på å ikke underslå metodiske problemer og kompliserte resultater.

## Oppgavens struktur

I det første kapitlet, **Fosfatanalyse**, presenteres de metodiske og teoretiske forutsetningene for fosfatanalyse som metode. Her legges det spesielt vekt på hvor viktig og utslagsgivende valg av laboratorieanalyse er for hvilke resultater en kan forvente. Videre presenteres og kritiseres et utvalg norske arbeider hvor fosfatanalyse har vært benyttet, der det rettes et spesielt kritisk søkelys mot *spot-testmetodens* svakheter. Den neste kapitlet, **Arkeologisk utgangspunkt**, består av en presentasjon av resultatene fra de arkeologiske utgravningene på Skålbunes, en gjennomgang av forskningen som har vært gjort på jordbruk innenfor nordnorsk arkeologi, og en diskusjon av hvilke jordbrukstyper som kan avdekkes basert på et arkeologisk materiale. For denne diskusjonen tas det utgangspunkt i undersøkelser gjort på Vestlandet. Det tredje kapitlet, **Metode og datagrunnlag**, inneholder en detaljert redegjørelse for feltarbeid, laboratorieanalyse, og metoder anvendt for å tolke resultatene fra fosfatanalysen. I tillegg til dette presenteres jordforhold, vegetasjon, og en pollenanalyse som ble utført i regi av Skålbunesprosjektet. Det fjerde kapitlet, **Resultater**, redegjør for resultatene fra alle ledd av fosfatanalysen, mens avhandlingen avsluttes med kapitlet **Diskusjon**, hvor de tidligere resultatene tolkes og settes i sammenheng med diskusjonen rundt ulike jordbrukstyper, samt muligheter og svakheter med fosfatanalysen som metode. Avslutningsvis diskuteres det hvilke ulike forklaringer som kan være grunnen til fosfatanalysens problematiske integrasjon i norsk arkeologi.

## Bemerkninger

Når det gjelder min presentasjon av Skålbunesprosjektet (Tromsø Museum), må det påpekes at eventuelle tolkninger som er gjort står fullt og helt for min regning, og ikke kan tilknyttes prosjektet som helhet. Prosjektet vil publiseres i Tromsø museums rapportserie (Grydeland 2008). Illustrasjonene som er benyttet for å illustrere utgravningen, er hentet fra denne kommende publikasjonen, og er utarbeidet av undertegnede i en periode da jeg var ansatt under prosjektet. Om ikke annet er angitt i figurteksten, er det undertegnede som har laget øvrige illustrasjoner i oppgaven.



# Fosfatanalyse

Da jeg i hovedsak har valgt å utforske fosfatanalysen som arkeologisk metode og dennes relevans for forskning på fortidig jordbruk i Norge, vil jeg gi forholdsvis mye rom for presentasjon av hva metoden innebærer. Jeg ønsker gjennom dette å gjøre det mulig for leseren å få et innblikk i hva som ligger bak tallene som i avsluttende instans vil være kilden til mine tolkninger og metodiske vurderinger. I tillegg til å presentere bakgrunnen for metoden i detalj, hvor fosfater og fosfatforbindelser beskrives, vil jeg gi en generell introduksjon til fosfatanalysen som arkeologisk metode. Dette vil også inkludere en kort beskrivelse av ulike laboratoriemetoder for fosfatanalyse, og hva disse innebærer for metodens utsagnskraft. Jeg vil deretter gjennom et, etter mitt skjønn, representativt utvalg eksempler gi en vurdering av hvordan fosfatanalysen har vært benyttet innenfor norsk arkeologi, hvor målet vil være en diskusjon av hvorfor jeg mener dette fortjener et kritisk blikk. Da mange av de naturvitenskapelige analysene som utføres i norsk arkeologi skjer i form av forvaltningsarkeologi, vil flere eksempler stamme fra dette feltet.

## Fosfor i jorden

Fosfor (P) er grunnstoff nummer 15 i den periodiske tabellen, og inngår som deler av strukturelle og funksjonelle komponenter i alle organismer. Et kjennetegn ved fosfor er blant annet viktigheten det har som næringsemne for både terrestriske og akvatiske vekster i form av tilgjengelige fosfater i jord og vann. For lite fosfortilgjengelighet i oppdyrket mark kan resultere i dårlig og redusert mengde avling. For mye fosfor kan også være skadelig, store algeoppblomstringer i elver og innsjøer kan for eksempel være et resultat av dette. *Fosfat* er en betegnelse på *salter* (for eksempel natriumfosfat -  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ) eller *estere* av fosforsyrer (for eksempel ortofosforsyre -  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) (Kofstad 1979). Det er i form av fosfater at fosfor eksisterer i jorden. En detaljert gjennomgang av alle forholdene som innvirker i fosfatsyklusen, og hvordan fosfatnivå kan forandres og påvirkes på kjemisk og geologisk nivå, vil gå ut over denne framstillingen. Jeg vil i det følgende fremheve de sentrale aspektene ved dette; for en mer detaljert gjennomgang henvises det til Holliday og Gartner med tilhørende referanser (2007).

Fosfater i jordsmonnet beveger seg gjennom ulike bindinger og utvekslingsprosesser og eksisterer i flere forskjellige former. Kompleksiteten i disse forholdene er stor, og det eksisterer mange sammenhenger vitenskapen fortsatt ikke kan forklare til fulle. Fosforsyklusen i jorden er viktig å være kjent med for å kunne diskutere og forstå resultatene fra en fosfatanalyse. Fosfater består primært som fire former i jorden, uorganisk fosfat tilgjengelig for opptak av planter, fiksert (adsorbent) uorganisk fosfat utilgjengelig for opptak av planter, organisk bundet fosfat, samt mineralisk fosfat (se for eksempel Holliday et al. 2007: 304, figur 1, Bethel og Máté 1989, eller Linderholm 2007:420, figur 1 for en grafisk fremstilling av denne syklusen og dens komplekse sammensetning).

Det er fosfatets meget sterke bindingsforhold til ulike jordbestanddeler som gjør fosfatanalysen interessant for arkeologien. Organisk fosfat er bundet delvis til levende markorganismer og delvis til humuselementer. Mikrobakteriell nedbrytning av fosfater i disse humuselementene frigjør fosfationer som kan opptas av vekster som vekstnæringsemner (ortofosfat). Fosfationene kan også knyttes til markmineralpartikler i meget sterke bindinger. Dette kalles adsorpsjon og går ut på at fosfationene fester seg til mineralers overflate (Troedsson og Nykvist 1973:79- 81). Jordpartikkelstørrelsen er direkte relatert til jordens evne for fosfatopptak. Jord med fin tekstur vil derfor kunne ta til seg større fosfatkonsentrasjoner enn grovere jord. Leirpartikler har eksempelvis langt større overflate og sterkere elektrisk ladning enn sand, dette er en av grunnene til at det er svært viktig å ha kjennskap til lokale geologiske forhold, inkludert jordens sorteringsgrad og jordtype, før en utfører en fosfatundersøkelse (Holliday og Gartner 2007:306). Fosfationenes løselighet påvirkes av jordens pH-verdi, og det kan oppstå bindinger med kalsium, jern og aluminiumioner. Ved høy jord-pH oppstår vanskelig løselige kalsiumfosfater, mens det ved lav jord-pH oppstår vanskelig løselige jern- og aluminiumfosfater. Fosfat adsorbent til jordpartikler og opptatt i ulike mineraler, kan sakte løses opp og frigis. Fosfat i løsning kan da bevege seg i jorden gjennom en prosess kalt utvasking, men på grunn av måten fosfater reagerer med jordpartikler og markmineraler gjennom adsorpsjons- og opptakingsprosesser, anses sjeldent utvasking som en viktig årsak til fosfatreduksjon og bevegelse i de fleste jordtyper (Skøien 2003:56).

Menneskelig aktivitet kan påvirke flere elementer i jorden kjemisk, dette inkluderer karbon, nitrogen, kalium, fosfor, magnesium, svovel og flere andre metaller. Flere av disse kan benyttes til å påvise menneskelig aktivitet (f. eks. Wilson et al. 2008). Fosfor i form av fosfater er derimot mindre utsatt for utvasking, oksydasjon, og andre reduksjonsprosesser og egner seg derfor bra til å belyse menneskelig påvirkning av jorden (Holliday et al. 2007:302-303 med ref.). Det er likevel meget viktig ikke å undervurdere hvordan fosfater kan bevege seg vertikalt og horisontalt innenfor en arkeologisk interessant jordprofil. Jorddannelsesprosesser kan for eksempel bevege fosfater nedover i jorden, kanskje til dybder på over en meter i løpet av 1000 år (Goldberg og Macphail 2006:347, Baker 1976).

### ***Endringer i jordens fosfatnivå - menneskelig påvirkning***

Fosfatnivået i jorden avhenger altså av en lang rekke komplekse forhold, hvor både planter, erosjon og menneskelig påvirkning er viktige. Forandrede fosfatverdier kan blant annet forårsakes av nedbrytningsprosesser i fosfatrike bergarter, og av organisk anrikning av geologiske sediment. Fosfatanrikning forårsakes av at fosfatholdig organisk materiale nedbrytes på jordoverflaten, og som beskrevet tidligere opptas fosfatet og går over i bindinger med ulike jordelementer. Generelle kilder til menneskelig påvirkning av jordens fosfatnivå er blant annet avføring fra mennesker og husdyr, organisk avfall, bein, kjøtt, fisk og planter (Bethel og Máté 1989). Beinmateriale inneholder for eksempel 60% kalsiumfosfat (Kofstad 1979:166). Også aske fra ildsteder eller begravelsesritualer har vært dokumentert som kilde til endrete fosfatnivå (Blidmo 1984:20).

En av forutsetningene for å finne variasjoner i fosfatverdier knyttet til fortidig aktivitet, er selvsagt at denne aktiviteten på undersøkingsstedet, har resultert i organisk materiale (inneholdende fosfat) som har fått anledning til å bli nedbrutt, og dermed påvirket markens opprinnelige fosfatverdier. Naturlige geologiske og biologiske prosesser som forflytter de markpartikler fosfatene er bundet til, vil spille en betydelig rolle for de resultatene en fosfatanalyse vil frembringe. Menneskelig aktivitet trenger heller ikke nødvendigvis å anrike jordens fosfatnivå, men kan også forårsake redusert fosfatinnhold, noe jeg vil komme tilbake til i beskrivelsen av

hvordan fosfatanalysen kan være relevant i forhold til undersøkelsen av fortidig dyrket mark.

### **Fosfatanalyse som arkeologisk metode**

Fosfatanalyse er på ingen måte en metode som har sitt opphav innenfor arkeologien. Som nevnt er fosfor en av de viktigste vekstnæringsstoffene i naturen, og markens fosfatinnhold påvirker derfor dens evne til oppdyrking. Analyser av markens fosfatinnhold ble derfor først utviklet innenfor markforskningen med jordbruket i tankene. Ved å kartere markens fosfatinnhold kunne man få en pekepinn på hvor godt egnet et gitt område var for dyrking, og i hvor stor grad man måtte tilsette kunstige fosfater for å få akseptable forhold (gjødsling). Svensken Olof Arrhenius' (1935) fosfatundersøkelser på tidlig 30-tall i Skåne var gjort i regi av det Svenska Sockerbolaget for å få rede på markens dyrkningsevne (Blidmo 1995). Under disse undersøkelsene oppdaget han at høye fosfatverdier oppstod i relasjon til faste kulturminner. Ett tiår etter Arrhenius, presenterte også den tyske vitenskapsmannen W. Lorch en lignende metode for bruk innenfor arkeologisk forskning (Sjöberg 1976:447). Metoden ble etter dette relativt utbredt, særlig innenfor nordeuropeisk arkeologi, hvor den spesielt har vært systematisk anvendt i forbindelse med svenske forskningsprosjekter, forundersøkelser og forvaltningsarkeologiske prosjekter. Metoden har da ofte opptrådt sammen med sjakting og prøvestikking for stedfesting, avgrensning og kostnadsvurdering i forhold til forundersøkelser og utgravninger av automatisk fredete kulturminner (Sjöberg 1976). Det har allikevel fra et tidlig tidspunkt vært knyttet en rekke problemer til hvordan metoden har vært integrert i arkeologien. Ved mange undersøkelser kan det se ut som om at fosfatanalysen tas inn for å belyse konklusjoner som allerede er tatt ut fra annet arkeologisk materiale, eller den blir brukt vilkårlig uten klart definerte problemstillinger (Bethel og Máté 1989). Dette gjelder også i høyeste grad i det norske arkeologimiljøet, noe jeg vil komme tilbake til senere.

### ***Generelt om anvendelsesområder***

Arkeologiske fosfatanalyser kan brukes til å kaste nytt lys på flere aspekter av fortidig aktivitet. Dette inkluderer for eksempel avgrensning av aktivitetsområder, funksjonsbestemming av strukturer og flere andre tilspissinger av metoden. I



kombinasjon med andre metoder, som for eksempel multielementær analyse og sporstoffanalyse, har fosfatanalysen også vært brukt til å belyse ulike aktiviteter innenfor en aktivitetsflate på svært lite skalanivå. Gjennom å benytte statistiske analyser av kjemiske data fra fosfatanalyse og spormetallanalyse har eksempelvis Parnell et al. (2002) klart å skille forskjellige aktivitetsområder på en lokalitet i Guatemala. For eksempel kunne matlaging skilles fra håndverksvirksomhet. Resultatene fra denne undersøkelsen indikerte også ulike mønstre i rengjøring og børsting av gulv, hvor fosfatdata i kombinasjon med ulike spormetaller kunne antyde områder for rituell aktivitet (Parnell et al. 2002:391).

Det viktigste man må ha klart for seg ved bruk av fosfatanalyse, er tilnærmingen man har til prøvetakingsmetodikk, strategi, og laboratorieanalyse. Det er helt nødvendig å vite hvilken fosfatfraksjon man utfører analyser på, hvorfor man gjør det, og hva man vil finne ut gjennom undersøkelsen. I tillegg må man ha gode kunnskaper om hvilke prosesser, geologiske, biologiske eller menneskeskapte, som kan ha påvirket måten fosfatet er fiksert, transportert eller transformert i jordmiljøet. Som regel er det også svært viktig å ha andre datakategorier enn utelukkende fosfat. Magnetisk susceptibilitet (vurderingen av i hvor stor grad en gitt mengde jord forsterker et magnetisk felt) og organisk innhold (%SOM – ”soil organic matter”) er eksempler på informasjon som kan være svært nyttig i kombinasjon med fosfatanalyse (Linderholm 2007).

### ***Prøvetakning***

Prøvetakingen er en avgjørende faktor i utfallet av den endelige fosfatanalysen, og beslutninger man tar på dette tidlige stadiet vil i stor grad bestemme hvordan man kan anvende informasjonen man innhenter. Hvor prøvepunktene plasseres både i vertikal- og horisontalplan, er av største betydning. Som beskrevet tidligere varierer fosfatinnholdet i marken fra jordlag til jordlag, og det første man må ha klart for seg er i så måte hvilket jordlag man venter å finne fosfat kronologisk relatert til den fortidige aktivitetsperioden man behandler. Man bør alltid ha tilstrekkelig informasjon om et områdes stratigrafiske forhold før man foretar fosfatprøvetaking. Det å forstå formasjonsprosessene som har forårsaket dannelsen av jordprofilen man undersøker, er også svært viktig (Linderholm 2007: 421-422). Bruker man en jordsonde til å ta større mengder jordprøver på en overflate, bør man ikke bestemme prøvedybden etter

et fiksert (mekanisk) dyp, men dybdeplassere prøvene i forhold til det jordlaget man forventer å finne interessante fosfatvariasjoner i, for eksempel toppen av jordhorisont B (anrikningshorisonten) i en podsolprofil, da det er i et slikt jordsmønn man finner mest ”kjemisk informasjon” (Engelmark og Linderholm 1996:317, Provan 1971:40). I pløyd åkermark bør man dybdeplassere prøvetakingen direkte i pløyelagets underkant der man enten treffer på steril jord eller rester av kulturlag (Blidmo 1995:12). Det viktige er altså at man er systematisk, konsekvent, og innretter prøvetakingen etter en definert strategi for hva man faktisk ønsker å belyse. Det er også viktig å ta ut prøvesøyler som belyser den vertikale fosfatvariasjonen fra jordlag til jordlag, da dette kan ha mye å si for den endelige tolkningen. Skulle det vise seg at man har tatt ut prøver fra et jordlag uten signifikante fosfatvariasjoner vil dette kunne avgjøres gjennom vertikale kontrollserier.

Om man tar strukturspesifikke fosfatprøver har man som regel kontroll over stratigrafien, men da man i slike tilfeller er ute etter fosfatverdier og variasjoner over et svært lite område, vil plasseringen av prøvepunktene kunne påvirke resultatet i meget stor grad. Det er også meget viktig å være bevisst at *en* fosfatprøve isolert sett sjeldent har noen som helst verdi. Den relative variasjonen innad i en prøvemengde er i de aller fleste tilfeller kilden til nyttig informasjon. Det er med andre ord lite mening i å ta *en* fosfatprøve fra et ildsted i håp om at dette skal kunne ha forskningsmessig verdi.

Ved fosfatkarteringer av større overflater spiller prøvepunktene horisontale plassering en stor rolle i forhold til hva man kan vente å få ut av undersøkelsene. Blidmo (1984:23-24) skiller mellom deskriptiv og rekognoserende prøvetaking, hvor førstnevnte har prøvepunkter med mindre enn 10 meters mellomrom, og sistnevnte har prøvepunkter med mer enn 10 meters mellomrom. I praksis er det mindre nyttig å operere med slike rigide skiller for prøvetakingsstrategi. Oppløsningen på prøvetakingen bør bestemmes ut fra hva man ønsker å finne ut. Vil man detaljplassere en mødding, bør man for eksempel bruke en stor oppløsning og ha mange prøvepunkter. Ønsker man å avgrense et fortidig jordbruksområde, kan man klare seg med mindre oppløsning, eller fremstille fosfatnivåene som et gjennomsnitt av flere prøvepunkter (f. eks. Linderholm og Engelmark 1996). Ønsker man å fremheve signaturen av et menneskeskjelett i en gravstruktur, vil man være nødt til å legge seg

på et meget høyt oppløsningsnivå. Det er imidlertid nødvendig å ha et system på prøvetakingen slik at man til en hver tid vet nøyaktig hvor prøven stammer fra, både vertikalt og horisontalt. For en rekognoserende undersøkelse over et større område, er det vanligste å legge ut et kartesisk gridsystem i firkantoppdeling. Dette gjør også statistiske analyser, eller fremvisning av resultater i form av interpolasjoner, mer holdbar. En isometrisk grid, som består av ekvilaterale trekkanter i stedet for firkanter dekker 10,5% større areal enn en kartesisk grid (statistisk sett), og er i så måte å foretrekke (Sjöberg 1976:449). Med dagens oppmålingsutstyr, som totalstasjoner og GPS-rovere, vil det sjeldent være problematisk å punktplussere prøvene, uansett hvilket system man har lagt dem ut i. Det viktigste her, som ved alle andre aspekter av fosfatanalysen, er at man har en enhetlig og klart definert fremgangsmåte. Hver prøve må behandles likt og uttas etter samme system. Det er også essensielt å notere seg data vedrørende kontekst og eventuelle problematiske forhold for hver enkelt prøve.

### ***Analysemetodikk på laboratorium og i felt***

Forskjellige tilnæringer til ekstraksjonen og kvantifikasjonen av fosfatverdier er avgjørende for hvilken type informasjon man får ut av en jordundersøkelse. Enkelte problemstillinger krever mer kompliserte laboratoriefremgangsmåter, mens andre kan gi mening gjennom den enkleste form for feltprosedyre. Velger man ikke rett metode i forhold til hvilke spørsmål man ønsker å besvare, kan man risikere å ende opp med mindre nyttige resultat. Jeg vil kort presentere et par av de vanligste metodene innenfor arkeologien. Hensikten med dette vil være å illustrere forskjellene som eksisterer, og hvor viktig rett metodevalg vil være for en jordkjemisk analyses potensial. Jeg vil også gi en eksakt redegjørelse for hvordan jeg har behandlet mine prøver i laboratoriet under metodekapittelet.

#### *Kvantitative metoder (laboratoriemetoder)*

Hvilken metode som benyttes til å bestemme fosfatinnholdet i jordprøver, og hvordan dette kvantifiseres, kan fullstendig diktere utfallet og utsagnskraften til en fosfatanalyse. Innenfor både jordvitenskap og arkeologi eksisterer det en enorm mengde ulike metoder. Det er for eksempel publisert over 50 metoder innenfor generell jordkjemi, mens over 30 av disse er benyttet innenfor arkeologisk forskning (Holliday og Gartner 2007:309). Kravene for at en metode skal kunne kalles

kvantitativ er blant annet at alle prøver behandles likt og under kontrollerte forhold, samt at resultatene skal kunne reproduseres.

Gangen i en kvantitativ analyse for fosfat er først tørking og homogenisering av jorden. Deretter må fosfatet ekstraheres, noe som innebærer at en ved hjelp av ulike reagenser og/eller mekanisk energi, utsetter jorden for en behandling slik at fosfatmolekylenes bindinger/forening med jordpartiklene brytes, og hvor det oppløste fosfatet deretter måles. Den vanligste metoden for å kvantifisere fosfatinholdet er å tilsette kjemikalier slik at det oppstår en reaksjon som kan måles kvantitativt. En vanlig metode er å utløse en reaksjon hvor fosfat går inn i binding med molybden og danner et molybdenblått kompleks. Mengden fosfat vil da være proporsjonal med graden av fargeutslag i prøven, noe som kan måles i et spektrofotometer. For å bestemme mengden fosfat benytter man da standarder hvor mengden er kjent, og produserer en regresjonskurve for utregning av fosfatnivå.

Selve kvantifiseringen med standarder og spektrofotometer er stort sett den samme for de fleste metoder brukt innenfor arkeologien. Ekstraksjonsmetodikken derimot varierer enormt. De ulike ekstraksjonsmetodene som benyttes innenfor arkeologien lar seg etter Holliday og Gartner (2007:309) gruppere i seks kategorier; ekstraksjon for tilgjengelig fosfat (heretter Pinorg), portabel feltteknikk (spot-test og semi-kvantitativ analyse), ekstraksjon for total fosfatmengde (heretter Ptot), ekstraksjon av uorganisk fosfat for fraksjonalisering av ulike bestanddeler, ekstraksjon av organisk fosfat (heretter Porg), og ekstraksjon med ICP (Inductively Coupled Plasma). Ekstraksjon skjer ved hjelp av sterke eller svake syrer, unntaket er ICP hvor fosfatanalyse gjøres som en del av en multielementær analyse. Dette fungerer ved at et spektrometer måler lysspektrum utstrålt fra ulike elementer i en overoppvarmet plasmabrenner (Linderholm og Lundberg 1994).

Ulike ekstraksjonsmetoder gir altså ulike kategorier av fosfat som kan ha varierende verdi for arkeologisk forskning. Dessverre er det meget vanlig innenfor arkeologisk litteratur at en ikke redegjør for hvilken fosfatfraksjon man faktisk har ekstrahert, som oftest på bakgrunn av manglende metodisk innsikt eller at metodene er utført av eksterne laboratorier (Woods 1977:249, Bethel og Máté 1989, Holliday og Gartner 2007). Det eksisterer en omfattende faglig diskusjon i forhold til hvilken fosfatkategori som er mest relevant i forhold til ulike arkeologiske problemstillinger.

Dette temaet er såpass omfattende at det ikke lar seg belyse innenfor denne rammen, og jeg vil derfor kun her presentere de vanligste analysene for P<sub>tot</sub>, P<sub>inorg</sub> og P<sub>org</sub> uten å gå i dybden i forhold til deres omstridte arkeologiske utsagnskraft.

Innenfor arkeologien er det svært mange arbeider som opererer med fosfatinnhold oppgitt som P<sub>tot</sub> (både P<sub>inorg</sub> og P<sub>org</sub>). Dette er en metode som innebærer sterke syrer eller kokende svakere syrer og innebærer tilnærmet fullstendig løsning av fosfat fra jordpartikler og mineralkompleks. Med tilnærmet menes det at det er svært vanskelig å produsere et helt korrekt uttrykk for det totale fosfatinnholdet, da det i forbindelse med de fleste metoder vil være enkelte fosfatfraksjoner som ikke lar seg løse ut, om en ikke benytter svært sterke og miljøfiendtlige syrer (HF). Metoden har blitt kritisert for å være for kostnadskrevende og komplisert, og blant andre har Bakkevig (1980) argumentert for hvorfor den kvalitative spot-testmetoden egner seg som alternativ. Kvantifisering av P<sub>tot</sub> ved hjelp av sterke syrer har allikevel av flere forskere blitt vurdert som den beste metoden innenfor arkeologisk forskning, og en stor del av fosfatanalysene som presenteres innenfor arkeologien i dag benytter denne fosfatkategorien (Holliday og Gartner 2007:314, Cavanagh et al. 1988:70, Conway 1983).

Til å belyse mer komplekse problemstillinger har det vært utviklet metoder for å fraksjonere ulike lettere løselige fosfattyper. Dette kan gå ut på å fraksjonere ulike former av P<sub>inorg</sub> basert på varierende løsningsgrad. Woods (1977:249-250) argumenterer for nytteverdien av denne framgangsmåten og fremholder at den lar seg utføre med grunnleggende utstyr og av personer med minimal kjemisk bakgrunn, forutsatt enkel veiledning. Ved å vurdere ulik løsningsgrad av ulike P<sub>inorg</sub>-fraksjoner produserte han grove uttrykk for eksempelvis tilgjengelig jern- og aluminiumfosfat. Det argumenteres da for at denne metodikken klarer å skille mellom menneskepåførte og naturlig forårsakede fosfatvariasjoner. Holliday og Gartner (2007:314-315) fremhever flere problemer med denne fraksjoneringsmetoden, blant annet gjør den store mengden ekstraksjonsmetoder som anvendes det problematisk å sammenligne resultater fra ulike forskningsprosjekt.

Det er ikke nødvendig å benytte sterke syrer for å få meningsfulle resultater, noe som potensielt kan redusere arbeidsmengde og kostnader. I undervisningssituasjoner og i miljø hvor mennesker med varierende grad av laboratorieerfaring samarbeider, vil det

være en stor fordel å unngå de sterke syrene. Det har faktisk vært gjort mer eller mindre vellykkede fosfatanalyser hvor vann har vært eneste tilsetning under ekstraksjon (Holliday og Gartner 2007:313). Det er vanligst å benytte svake syrer eller saltløsninger.

Sitronsyremetoden er som nevnt en av de tidligste metodene brukt innenfor arkeologien, da av Olof Arrhenius (1935). Metoden gir i første instans fosfat kategorien Pinorg, tilgjengelig uorganisk fosfat. Denne metoden er spesielt utbredt innenfor svensk arkeologi, og benyttes eksempelvis fortsatt ved Miljöarkeologisk laboratorium i Umeå. Metoden er opprinnelig utviklet for å påvise plantetilgjengelig uorganisk fosfat innenfor landbruket, men ble etter hvert vurdert til å være en for sterk ekstraksjonsreagens til dette formålet (Linderholm 2007:422). Metoden er ikke mindre omdiskutert enn øvrige metoder, og har blant annet blitt kritisert for å løse ut for lite fosfater. Det kan også oppstå problemer om metoden anvendes på basiske jordtyper. Den relativt svake 2% sitronsyreløsningen kan bli nøytralisert av kalsiumkarbonatinnhold i slik jord, noe som har vært trukket frem som feilkilde i forbindelse med prosjekter hvor metoden har vært benyttet (f. eks. Canti et al. 2006:295). Metoden har til tross for dette udiskutabelt vist seg nyttig innenfor spesielt skandinavisk arkeologi, og mange av problemene som tilknyttet, kan ofte overkommes ved å inneha en nødvendig forståelse av jordsituasjonen man undersøker. Metoden er dessuten spesielt egnet for sure og jernholdige jordsmonn, en av de vanligste jordtypene i Skandinavia (Linderholm 2007:422).

Sitronsyre har en tendens til å danne bindinger til jernkompleks uten å løse ut organisk fosfat; dette kan utnyttes slik at en får et godt inntrykk av Pinorg (Engelmark og Linderholm 1996:317). Store deler av den organiske fraksjonen kan påfølgende frigis ved å utsette jorden for oksydativ forbrenning ved høye temperaturer (550°C), hvorpå en gjentatt ekstraksjon med sitronsyre vil gi en god indikasjon for P<sub>tot</sub>. Gjennom å subtrahere Pinorg fra P<sub>tot</sub> får man i tillegg et uttrykk for P<sub>org</sub>. Verdiene for P<sub>tot</sub> og P<sub>org</sub> man får gjennom denne fremgangsmåten, må betraktes som omtrentlige uttrykk for fosfatinnhold, men dette vil kunne være presist nok i en arkeologisk sammenheng. Bruk av oksydativ forbrenning har også effekt på andre jordkomponenter enn fosfat, noe som kan ha innvirkning på fosfatekstraksjon, det er derfor viktig at metoden ikke appliseres ukritisk (Engelmark og Linderholm

1996:319). Denne fremgangsmåten lar seg også gjennomføre ved hjelp av sterkere syrer som eksempelvis nitrogensyre.

Goldberg og Macphail (2006:346) anser analyse for  $P_{tot}$  og påfølgende fraksjonering mellom  $P_{inorg}$  og  $P_{org}$  som den mest nyttige fremgangsmåten innenfor geoarkeologisk forskning.

#### *Kvalitativ og semi-kvantitativ metode (Spot-test og feltmetode)*

Spot-testmetoden (også kjent som "ringtest" eller Gundlachmetoden) skiller seg fra de tidligere nevnte metodene ved at fosfatinnholdet bestemmes utelukkende ved subjektiv visuell inspeksjon. Metoden ble introdusert av Gundlach i 1961 og har siden blitt diskutert og videreutviklet av Eidt (1973). En knivsegg jordprøve legges på et filterpapir og tilsettes to kjemiske løsninger med en gitt tidsforskjell. Hydrokloridsyre og ammoniummolybdat tilsettes først for å løse ut fosfatet, deretter tilsettes askorbinsyre for å skape en fargereaksjon (Eidt 1973:107-109). Det er også mulig å tilsette en tredje løsning for å stoppe fargereaksjonsprosessen; om ikke dette gjøres må resultatet avleses raskt da graden av fargeutvikling øker eksponentielt med tiden. Fosfatnivået bestemmes etter grad av utfarging rundt jordprøven. Metodens fordel er først og fremst at man får resultatene øyeblikkelig, og at ingen møysommelig laboratorieanalyse er nødvendig. En annen faktor er naturlig nok at kostnadene er langt lavere enn ved laboratorieanalyser.

Det kvalitative aspektet av denne metoden er svært avgjørende for dens nytteverdi. Nøyaktigheten begrenser seg til en ordinal skala på f.eks. 5 nivåer, noe Eidt (1973:109) også i aller høyeste grad understreker. Metoden egner seg til raske feltanalyser, ikke detaljerte og intrikate fosfatkarteringer. Innenfor norsk arkeologi har derimot Sverre Bakkevig (1980) ved Stavanger Museum argumentert for at metoden kan ha langt større utsagnskraft. Blant annet gjennom å redusere vurderingsskalaen til tre nivåer: Naturlig fosfat, naturlig fosfat i fosfatrike jordarter og "antropogen" fosfat. Ved økt fokus på utvasking og vertikal prøvetaking, samt å justere skalaen etter maks fosfatnivå, argumenterer han for at spot-test kan erstatte laboratoriebasert fosfatanalyse og muligens være et bedre verktøy (Bakkevig 1980:89,99). Bakkevigs artikkel har fått betydelige konsekvenser for fosfatanalysen i norsk arkeologi, noe jeg vil gå inn på senere.

Innenfor både arkeologisk og jordvitenskapelig litteratur synes det å være stor enighet rundt spot-testens begrensninger. Sjöberg (1976:451) noterer for eksempel hvordan metoden åpenbart vil kunne være svært villedende om den benyttes til annet enn grove anslag i felt, mens Hammond (1982, sitert i Holliday og Gartner 2007:313) peker på det åpenbare problemet med at metoden bare ekstraherer lett tilgjengelig fosfat, noe som gjør resultatene svært tvetydige. I det seneste og mest komplette oversiktsverket over det geoarkeologiske fagfeltet, avfeier også Goldberg og Macphail spot-test analysen som unyttig på bakgrunn av dens kvalitative og dårlig reproducerbare aspekter (2006:346). Det må påpekes at dette kan være en noe unyansert vinkling, metoden har gitt nyttige resultater i flere sammenhenger, noe Bakkevig selv (1980) eksemplifiserer utdypende. At metoden kan erstatte laboratoriebaset fosfatanalyse virker det derimot å være lite hold i.

I de senere år har andre metoder for raske feltanalyser kommet på banen; hvor en i stedet for en ren kvalitativ vurdering, vil kunne få en semi-kvantitativ vurdering. Da en i felt ikke vil kunne sikre en lik behandling av hver prøve med tørking og homogenisering, vil ikke resultatene kunne benevnes som kvantitative til tross for bruk av kvantitative instrumenter som spektrofotometer. Rypkema et al. (2007) presenterer en metode hvor de har satt sammen et feltsett bestående av et moderne portabelt spektrofotometer og diverse utstyr for å utføre en forenklet kvantitativ fosfatekstraksjon og reaksjon. Metoden korrelerer svært bra med laboratorievurderinger, og medfører ikke veldig store kostnader (Rypkema et al. 2007:1865).

### ***Fosfatanalysens verdi i jordbruksundersøkelser***

Det er gjort svært få arbeider som belyser jordbruksmark ved hjelp av fosfatanalyse, men de få arbeidene som er utført ser ut til å indikere en korrelasjon mellom høye Porg-verdier og dyrkningsaktivitet (Holliday og Gartner 2007:315). En av de tidligste undersøkelsene hvor jordbruk diskuteres i forhold til fosfatanalyse er gjort av Donald Provan (1973) ved Stavanger Museum. Han undersøkte et jordbruksområde på Bjellandsøynæ ved hjelp av blant annet fosfatanalyse, men han analyserte bare for Ptot-fraksjonen. Dette arbeidet vil presenteres senere i teksten da jeg spesielt vil drøfte metoden innenfor norsk arkeologi. Også Prøsch-Danielsen og Simonsen (1988) har inkludert fosfatanalysen som en variabel i en undersøkelse av jordbruksmark ved



Forsandmoen. Dette arbeidet baserer seg på spot-test, pollen og glødetapsanalyser hvor variablene ble behandlet ved hjelp av multivariabel statistikk (PCA), noe som gav tvetydige resultater.

Courty og Nørnberg (1987) har utført en fosfatanalyse i forbindelse dyrket mark ved vestkysten på Jylland, dette i kombinasjon med pollen- og jordmikromorfologi. Fosfatanalysen ble gjort på fraksjonene Pinorg og Porg hvor fosfat ble ekstrahert med svovelsyre (0,2 N). Porg ble regnet ut gjennom subtraksjon ( $P_{tot}$  minus Pinorg) og analyse før/etter brenning (Courty og Nørnberg 1987:59). Området hvor undersøkelsene ble utført bestod av meget tykke jordprofiler dannet gjennom flere tusen års akkumulasjon av flyvesand over morenegrunn. Tre overleirede podsolerte jordsmonn ble identifisert, de nedre nivåene inneholdt rester etter jernalderbosetning. Dette bestod blant annet i husrester omkranset av fossil dyrket mark. Også meget tydelige ardspor kunnet assosieres med jernalderaktiviteten (Courty og Nørnberg 1987:58). Den kjemiske og jordmorfologiske undersøkelsen tok utgangspunkt i å undersøke kjente og sikkert daterte jordprofiler med tydelige indikasjoner på forhistorisk jordbruksaktivitet, disse ble sammenlignet med tilsvarende undersøkelser på jordprofiler av lik type men uten jordbruksindikasjoner (Courty og Nørnberg 1987:58). De jordmikromorfologiske undersøkelsene viste at dyrkningslagene hadde en egenartet tekstur forskjellig fra den man observerte i forbindelse med upåvirket mark. Dyrkningslagene tolkes til å ha vært påført menneskelig og organisk avfall, samt aske fra ildsteder, keramikk, bein og flint som har vært avfall fra husholdningen. År med pløying, dyrkning og jordbearbeidning har resultert i en homogen dyrkningshorisont. Fosfatanalysene viste en klar korrelasjon mellom forhøyde verdier av organisk bundet fosfat (i forhold til jordens organiske innhold) og jordbruksaktivitet sett i kontrast til upåvirket mark (Courty og Nørnberg 1987: 68).

Engelmark og Linderholm (1996) presenterer et liknende resultat basert på en studie av to lokaliteter, den ene på Østgotland og den andre ved Gällsätter i Ångermanland. Prøvematerialet ble innsamlet ved hjelp av en strategi hvor de valgte ut områder hvor forhistorisk jordbruk sannsynligvis hadde funnet sted. Jordprøver ble så samlet inn i mengder på 5 prøver per 25 m<sup>2</sup> og homogenisert for å oppnå størst mulig arealmessig representasjonsgrad. De benyttet den tidligere presenterte sitronsyremetoden hvor et

mål for Porg ble produsert ved hjelp av subtraksjon,  $P_{tot}$  minus  $P_{inorg}$  etter oksydativ forbrenning ved 550° (Engelmark og Linderholm 1996:317).

Resultatene deres fremviser en korrelasjon mellom forhistorisk jordbruksmark og organisk fosfatinhold for begge lokaliteter. Dette forklares blant annet ved å henvise til eksperimentelle arkeologiske forsøk. Jordforbedringsteknikker (gjødsling med møkk), som til alle tider har vært nødvendige i Skandinavia, vil føre til en økning av organisk innhold i jorden. Å pløye møkk inn i de øvre jordlag fører også til økt næringsstoffinnhold, større mengde jordorganismer (makk), og økt mikrobiologisk aktivitet. Undersøkelser av eksperimentelle åkre har videre vist at gjødslingen og den økte biologiske aktiviteten i jorden fører til at tilført gjødsel progressivt blir nedbrutt raskere og raskere jo lengre åkeren er i drift, jordene vil etter 5-6 år havne på et likevektsforhold med rundt 10% organisk innhold. Mikroorganismene som etablerer seg i jorden konkurrerer med planter om tilgjengelige fosfater, og har generelt langt høyere fosfatkrav. Dette fører til at de absorberer mesteparten av det tilgjengelige og mineralske fosfatet og transformerer dette til Porg i utilgjengelig fiksert form. Når så jorden går ut av drift, stopper tilførselen av gjødsel, noe som fører til at den organiske nedbrytningen stopper. Gjødslet forhistorisk jordbruksmark kan derfor sannsynligvis defineres gjennom å påvise høyere organisk innhold (%SOM) og større innhold av Porg enn upåvirket mark (Engelmark og Linderholm 1996:316-317). Dette kan også uttrykkes gjennom å fremvise forholdet mellom Porg og  $P_{inorg}$ , som kan være i en ratio på opp til 1/5 i dyrket mark, mens det er under 1 i vanlig upåvirket podsoljord. Denne hypotesen presenteres i form av en figur som illustrerer forandringen i organisk innhold fra dyrkningstopp og frem i tid, samt en figur hvor det gis en skjematisk illustrasjon av forholdet mellom  $P_{tot}$  og  $P_{inorg}$  (Engelmark og Linderholm 1996: figur 2 og 5).

### **Fosfatanalysen i norsk arkeologi – hva har metoden tilført faget?**

Fosfatanalysen har vært velkjent i norsk arkeologi helt siden Arrhenius allerede på trettitallet fremhevet relevansen den kunne ha for studiet av fortidig menneskelig aktivitet. Av ulike grunner har metoden bare blitt periodevis integrert i norske undersøkelser og den har aldri oppnådd samme popularitet som i Sverige. Jeg vil i det følgende presentere et utvalg norske tilnærminger til metoden. Dette vil ikke være noen fullstendig forskningshistorisk gjennomgang, men et forsøk på å gi en

representativ beskrivelse av hvordan fosfatanalysen har vært benyttet i Norge og tendenser en kan se ut ifra dette. Da metoden ikke har vært utfyllende diskutert i norsk sammenheng siden Bakkevigs artikkel fra 1980 vil jeg her gå inn på et relativt høyt detaljnivå. Dette anser jeg for å være nødvendig med henblikk på den forutgående diskusjonen av metoden på generelt plan, og kompleksiteten dette innebærer.

### ***Povl Simonsen og Varangerundersøkelsene***

En av de aller første som benyttet metoden på et norsk materiale var Povl Simonsen (1968a). Han anvendte metoden på steinaldermateriale fra 11 lokaliteter i Varanger (bla. Sæleneshøgda, Gropbakkeengen, og Nyelv Nedre), og presenterte delvis nye problemstillinger i forhold til det som inntil da hadde vært vanlig å tilknytte jordkjemiske analyser. Janson og Hvarfners (1960) bruk av metoden ved undersøkelser av det nordsvenske innlandet, ble tatt til inntekt for hvordan fremgangsmåten kunne ha relevans for steinalderarkeologi i Nord-Norge. Metoden var på dette tidspunktet primært kjent fra svenske og danske arkeologiske undersøkelser hvor påvisning av boplasser og bygder tilknyttet jordbruksbefolkning hadde vært hovedtema (Simonsen 1968a:23). Prøvene fra Varanger, som skulle belyse kystbosetning fra steinalderen, ble tatt i rette linjer med to meters punktavstand gjennom mulige hustufter, og i retning av markens helning mot havet. Prøvelinjene var anlagt slik at både området over tuftene og området nedenfor, helt inntil eller forbi det man definerte som datidens strandlinje, ble undersøkt. Resultatene fra dette viste forhøyde fosfatverdier i vollene på de fleste av husene, mens gulvarealet virket upåvirket. De boplassene hvor det basert på arkeologisk materiale, var definert innganger og gjenstandskonsentrasjoner vendt mot havet, viste også jevnt over kraftige fosfatverdier. Ved enkelte av disse lokalitetene var det mulig å definere en skarp nedgang i fosfatverdier i nedkant av husene. Dette ble tatt til inntekt for at husene da hadde vært anlagt helt inntil datidens strandlinje. Der fosfatkonsentrasjonen minket mer gradvis, ble det sluttet at husene hadde ligget lengre unna strandlinjen (Simonsen 1968a:34).

Simonsen presenterer stratigrafiske forhold og vertikal prøveplassering uten å diskutere dette utførlig, men vertikalplasseringen ble gjort etter naturlige jordlag, og det gis uttrykk for at den har vært konsekvent over hele prøveserien. Bakkevig

(1980:85) kritiserer resultatene basert på at det ikke tas høyde for utvasking og at han basert på sine egne antakelser i forhold til hvordan Simonsen beskriver jordmorfologien, mener prøvene har vært tatt ut fra bleikjordshorisonen i en podsolprofil (som inneholder lite kjemisk informasjon). Jeg mener at dette nødvendigvis ikke er legitim kritikk, da Simonsen (1968a) ikke på noe tidspunkt gir opplysninger om hvilken jordtype lokaliteten er belagt på. Den kjemiske analysen drøftes ikke i det hele tatt, da prøvene ikke ble analysert av Simonsen selv, men ble innlevert Landbrukskjemisk Kontrollstasjon i Tromsø (Simonsen 1968a:23). Dette er åpenbart årsaken til at enkelte aspekter av analysen fremstår som dårlig dokumentert. Simonsens tidlige bruk av metoden må derfor sies å i stor grad ha vært vellykket på et grunnleggende nivå, og uten tvil er den et pionérarbeid innenfor norsk arkeologi. Resultatene gav mening og representerte ny informasjon ut over hva de øvrige arkeologiske undersøkelser hadde frembragt. Dog kan en merke seg at en tendens som har vært gjeldende innenfor norsk prosjektarkeologi i alle år, synliggjøres allerede i Simonsens arbeid. De naturvitenskapelige analysene presenteres som tillegg (Simonsen 1968b) (appendiks) til hovedundersøkelsene, der det i svært liten grad gis inntrykk av at naturvitenskapen har vært integrert i arkeologien.

### ***Donald Provan og jordbruksundersøkelsene ved Bjellandsøynæ***

Donald Provan (1971, 1973a, 1973b) var den neste som tok for seg fosfatanalysen i lys av norsk arkeologi både i praksis og på et teoretisk plan. Han presenterte tidlig en artikkel i *Norwegian Archaeological Review* hvor fosfatanalysens generelle potensial i arkeologisk forskning ble presentert og drøftet (Provan 1971). Her fremheves blant annet metodens forskjellige bruksområder, viktigheten av å forstå naturlige jorddannelsesprosesser og kjemiske forhold, samt hvordan dette alltid må problematiseres i forhold til lokale forhold. I en fosfatundersøkelse fra 1973(a) behandler han jordbruk fra jernalderen. Målsetningen bak dette arbeidet var å kartlegge jordsmonnet i tilknytning til en jordbrukslokalitet på Bjellandsøynæ for å undersøke hvordan jordkjemiske data kunne gi informasjon om blant annet jordbrukstype og driftsintensitet. Det ble gjort omfattende jordundersøkelser i forkant av fosfatkarteringen, hvor 19 profilsjakter ble utgravd og prøver tatt ut for hver naturlige jordhorisont. Prøver ble så tatt ut over hele undersøkelsesområdet i 40 meters avstand. Den kjemiske analysen av disse prøvene begrenset seg ikke til fosfatanalyse,

men ytterligere fem analyser ble utført, en av disse var bestemming av nitrogeninnhold (Provan 1973a:32-33). Provan behandlet jordprøvene med kokende saltsyre og vurderte fosfatmengden kolorimetrisk. Dette gav et inntrykk av P<sub>tot</sub>.

Av de forskjellige jordtypene som ble registrert ved lokaliteten, forekom mørk podsolfjord som lommer innenfor et større område med jernhumuspodsol. Det ble ikke registrert markerte variasjoner i "foreldrematerialet" (morene) innenfor det karterte området. Provan fremholder at jordsmonnsdistribusjonen ikke kan forklares naturlig, og at områdene med brun podsolfjord grovt sett representerer det kultiverte området da jordbruket var i drift. De kjemiske analysene viste at innholdet av syreløselig fosfat var det dobbelte i alle registrerte horisonter i forhold til det "naturlige" jordsmonnet, bortsett fra jordhorisont C hvor forskjellen var mer diskret. Det ble på grunn av disse resultatene gjort en prøveserie for fosfat og nitrogenanalyse i jordhorisont B, hvor resultatene for fosfater viste en grov korrelasjon med områdene hvor brun podsolfjord var registrert. Det ble også registrert forhøyde verdier i relasjon til hustufter (Provan 1973a:35-37).

Provans undersøkelse viser forhøyde fosfatverdier over et stort område, noe han fremholder kan være et fortidig forsøk på å bevisst forbedre jordforholdene, ergo gjødsling. Disse resultatene kan ikke føre til noen konkret vurdering av type jordbruk, men Provan argumenterer for at gjødslingens utbredning og tydelige intensitet tyder på at det dreier seg om avlingsjordbruk (Provan 1973a:37-41). Disse resultatene ble bekreftet gjennom en tilsvarende undersøkelse på jorder tilknyttet en ødegård fra folkevandringstiden på Lyngaland, hvor Provan (1973b) konkluderer med at jordene må ha vært gjødslet basert på forhøyde fosfatverdier.

Provans undersøkelser gav interessante resultater og er fortsatt relevant i forhold til diskusjonen av jordbruksaktivitet og kjemisk jordanalyse. Provan analyserte for P<sub>tot</sub>, så resultatene kan ikke direkte sammenlignes med verken Engelmark og Linderholm (1996) eller Courty og Nørnberg (1987), men da Bjellandsøynæundersøkelsen viste jordbruksarealet som forhøyde fosfatverdier i forhold til upåvirket mark, vil det kunne være et resultat av at akkumulert P<sub>org</sub> fra fortidig aktivitet har påvirket resultatene. Totalt sett vil dette gi seg utslag i forhøyde verdier.

### **Sverre Bakkevig og Spot-testmetoden**

Sverre Bakkevig (1980, 1981, 1983) har som tidligere nevnt vært viktig for fosfatanalysen innenfor norsk arkeologi. Han forsto nytteverdien av fosfatanalyser, men så også at avhengigheten av kjemikalier og kompliserte laboratorieprosedyrer var med på å redusere metodens tilgjengelighet for generell arkeologi. Samtidig mente han at de høyopløselige kvantitative analysemetodene var mer egnet for bruk innenfor eksempelvis jordbruk enn arkeologi. Den grunnleggende ideen er da at fosfatanalysemetoden må utformes spesielt med arkeologien i tankene, og at en må unngå å ukritisk benytte kjemiske metoder fra andre vitenskaper. Gjennom å redegjøre for ulike metodiske feilkilder, og å kritisere to tidlige norske fosfatanalyser samt en finsk utgravning (Simonsen 1968a, Mikkelsen 1975, Nunez 1975), fremheves Spot-testmetoden som et jevngodt alternativ til ”dyre og kompliserte” laboratoriemetoder. Det presenteres flere (egne) undersøkelser hvor spot-testresultater vurderes i vertikalplan. Forskjellige vertikaldistribusjonskurver tas til inntekt for ulike aktiviteter eller kronologi. Dyrket mark kan eksempelvis skilles fra bosetning ved å studere den vertikale fosfatdistribusjonen (med en oppløsning på 5), samtidig som *ulike typer* bosetning foreslås å kunne påvises ved samme fremgangsmåte (Bakkevig 1980:91, figur 9 og 10). Noe som er viktig å poengtere ved Bakkevigs utredning, er hvordan ulike dybdeforhold diskuteres. Han opererer med *mekaniske dyp*, oppdelt i seksjoner på 10cm, hvor ulike jordarter eller jordhorisonter bare i vekslende grad behandles. Fosfatdistribusjonen blir da jevnt over forstått som *utvasking*, uavhengig av hvilke jordarter en jordprofil består av. Den gjennomgående argumentasjonen dreier seg altså om hvor viktig denne utvaskingen er for vertikal fosfatdistribusjon – ”*To just analyse easily soluble phosphates from a certain depth is similar to regarding the top of an iceberg*” (Bakkevig 1980:98). Det store fokuset på hvordan vertikal fosfatvariasjon er like interessant for arkeologien som horisontal variasjon, er en idé som, så vidt jeg klarer å bedømme, ikke gjenfinnes i øvrig litteratur, verken av eldre eller nyere dato. Bakkevigs ideer har vært førende for de fleste norske arkeologiske applikasjoner av fosfatanalysen fra 80-tallet og frem til i dag, spesielt innenfor forvaltningsarkeologien. Hvordan dette har artet seg vil drøftes i det følgende.

## ***Forvaltningsarkeologi og fosfatanalyse i Norge***

Spot-testens presentasjon som en kostnadseffektiv og nyttig fremgangsmåte har også gjort den hyppig benyttet innenfor forvaltningsarkeologien hvor økonomi er et sentralt spørsmål. Jeg vil i det følgende gjennomgå noen forvaltningsarkeologiske prosjekter hvor spot-testmetoden har vært benyttet, og vil avslutningsvis presentere Melkøyprosjektet hvor en annen tilnærming og metode ble valgt.

### *Vereideprosjektet – Bergen Museum*

Prosjektet ble utført mellom 1990 og 1996 som konsekvens av utbyggingen av riksvei 14 i Gloppen kommune, og inkluderte en rekke tverrvitenskapelige undersøkelser, en av disse fosfatanalyse. Prosjektet ble organisert i to deler, boplassporundersøkelser (Diinhoff 1997a) og undersøkelse av graver (Dommasnes 1997). Fosfatanalysene ble utført av en ingeniør ved Bergen Museum etter Bakkevigs (1980) spot-testmetode og vurdert visuelt etter en femdelt ordinal skala. Prøvene ble ikke behandlet etter normene som eksisterer for forbehandling av jordprøver (f.eks. Hesse 1971), men tørket ved 110 grader i to timer og siktet gjennom uspesifisert maskevidde (Riisøen 1997). Glødetapsanalysene ble utført etter brenning ved 4500°C (sic!) i to timer, også dette høyst irregulært.

I forbindelse med boplassundersøkelsene ble det tatt ut 29 jordprøver til fosfatanalyse og glødetapsvurdering. Prøvene ble uttatt i forbindelse med to definerte dyrkningsflater ("Dyrkningsflate 1 og 2") datert mellom førromersk jernalder til yngre romertid. De ble plassert vertikalt i forhold til utgravde profilsjakter og ikke benyttet til å vurdere horisontal variasjon. Resultatene fra undersøkelsene ga svært lave verdier generelt sett, og vurderes som lite entydige (Diinhoff 1997a:46). En tendens som trekkes frem for begge undersøkte dyrkningsflater, er en mulig tendens til at høye fosfatverdier oppstår i relasjon til et gulbrunt sandjordlag, dette i motsetning til et definert trekullspettet dyrkningslag med meget lave verdier (Diinhoff 1997a:46-49). Denne vage tendensen anses som viktig i å utvide tolkningen av dette sandjordlaget som i flere tilfeller ble dokumentert stratigrafisk over dyrkningslag. Den minerogene sandjorden settes i lys av intensjonell jordforbedring, i stor grad på bakgrunn av fosfatanalysen. Det gulbrune sandjordlaget er endelig tolket som minerogen fosfatrik jord tilført som gjødsel på toppen av dyrkningslagene (Diinhoff 1997a:119, 128-129).

I forbindelse med Vereideprosjektets gravundersøkelser ble fosfatkartering også tatt inn på et tidlig tidspunkt. Disse undersøkelsene ble analysert av samme person og med samme metodikk som boplassprøvene. Fosfatprøvetakingen ble konsentrert rundt gravrøyser og enkelte gropanlegg. Gravene hadde fravær av gravgaver og lot seg vanskelig bekrefte, og fosfatkartering skulle derfor brukes til å avhjelpe situasjonen. Da nedbrutt bein påvirker jordens fosfatnivå i stor grad, ville eventuelle høye fosfatverdier kunne styrke tolkningen av strukturene som graver (Dommasnes 1997:99). Fosfatundersøkelsen ble utført ved hjelp av prøvestikk over et område på 340 m<sup>2</sup> (inkludert gropanlegg). Det ble totalt uttatt 1002 stikk både direkte i og utenfor gravrøyser hvor prøvene utenfor skulle fungere som referanse. Den vertikale plasseringen ble i hovedsak gjort i en dybde på 30 cm eller dypere. Jordlagene definert som toppen av gravrøyser, ble satt som "0-nivå", og det ble tatt ut underprøver for hver 10'cm ned til maksimum dybde (Dommasnes 1997:101-102). I tillegg til gravene ble fire groper analysert hvor både fyllmasse og bunn ble prøvetatt, dette for å vurdere hvorvidt de hadde inneholdt organisk materiale (Dommasnes 1997:99,127). Resultatene fra gravundersøkelsene svarte ikke til forventingene. For fire røyser lot det seg ikke påvise markante forskjeller i eller utenfor gravene, mens 70 % av prøvene fra en annen røys inneholdt "mye fosfat" (Dommasnes 1997:102). Fosfatverdiene var størst ved 10-20 cm innenfor røysene, mens referanseprøvene utenfor viste de høyeste verdiene mot større dyp. Dette tolkes til at "fosfatet under røysene har vært mer beskyttet mot utvasking" eller at jord fra omgrensende område har vært deponert i haugene (Dommasnes 1997:102-103). Begrunnelsen for dette er en henvisning til Bakkevig, (1980) hvor det sies at fosfater på Vestlandet som regel ligger 20 cm under der hvor de opprinnelig er deponert (Dommasnes 1997:101-102).

I forbindelse med begge delprosjektene ble altså fosfatanalysen mer eller mindre unyttig. Å forsøke og belyse dyrkningslag ved hjelp av denne metoden, er nok i seg selv mindre interessant, i tillegg blir det problematisk da den nødvendige metodiske innsikten i forhold til fosfatanalysen ikke foreligger. De 29 prøvene Diinhoff (1997a) vurderer for å fremheve hypotesen om at dyrkningslagene har vært gjødslet med "fosfatrik minerogen sandjord" har i realiteten ingen utsagnskraft. Jeg har tidligere hevdet at et av problemene med spot-testanalysen er at den bare ekstraherer lett løselig tilgjengelig fosfat, og følgelig ikke egner seg til bruk i områder med svært høye eller lave konsentrasjoner. Tabellen over fosfatanalyseresultatene for boplassundersøkelsen



(Riisøen i Diinhoff 1997:179) viser at 20 av 29 prøver hadde spot-testverdien 0. Videre var maksverdien 2, representert gjennom en enkelt prøve, hvor de resterende 9 prøvene fikk vurderingen 1, som meget mulig kan representere et bakgrunnsnivå. Om man i tillegg tar med i betraktningen det faktum at jordens evne til fosfatopptak er relatert til kornstørrelse, og at lett løselig tilgjengelig fosfat (Pinorg) primært finnes i podsoljord som del av jern- og aluminiumskomplekser, vil ikke fosfatanalysen kunne underbygge hypotesen om sandjord påført som gjødsel. De vage variasjonene en kan se i det begrensede prøveantallet kan sannsynligvis relateres utelukkende til varierende jordtype, ikke til menneskelig påvirkning. Spørsmålene som tenkes belyst i forbindelse med gravundersøkelsene er også åpenbart for kompliserte til å la seg behandle ved hjelp av spot-test.

#### *Svinesundprosjektet – Kulturhistorisk Museum i Oslo*

Svinesundprosjektet foregikk mellom 2000 og 2004. Bakgrunnen for prosjektet var etableringen av en ny E6-trasé i Østfold, og det var primært boplasser tilknyttet det mesolittiske Fosna-komplekset som ble berørt. Fosfatanalysene i forbindelse med prosjektet ble iverksatt for å hjelpe påvisningen av ”aktiviteter ut over flintknakking”. Analysene skulle i tillegg brukes til å indikere hvilke områder som burde prioriteres under utgravning, og de skulle også inngå i totalfortolkningen av området til å påvise avfallsdynger og slakteplasser (Rønne 2004a:99). Fremgangsmåten gikk ut på prøveuttak i 2 x 2 meters rutenett over de fleste aktuelle boplassområdene. Det ble tatt jordprøver etter mekaniske lag nedover i jordprofilene, hvor det ble tatt ut prøver til analyse for hver tiende centimeter helt ned til 70-90 cm dyp. Totalt ble det uttatt 865 prøvesøyler (Rønne 2004b:109). Prøvene ble analysert som beskrevet av Sverre Bakkevig (1980) etter spot-testmetoden. Fosfatprøvene ble analysert og bestemt av en person for å få en enhetlig vurdering. Graderingen ble gjort etter en seksdelt skala som baserte seg på relative vurderinger av variasjonen i den totale prøvemassen. Denne skalaen bedømmer fosfatutslaget etter f.eks. ”antall blå fosfatkorn”, ”sammenhengende blå fosfatfelt” og ”stråler ut fra sentrum”. Det ble også konstruert et statistisk filter for å fjerne ”bakgrunnstøyen” (naturlig fosfatinnhold) basert på seks referansepunkter hvor det ikke eksisterte spor etter fortidig aktivitet i form av strukturer eller funn. Dette filteret fungerte progressivt nedover i prøvepunktene, slik at på f.eks. 80 cm dybde ble alle fosfatutslag rangert under fire og fem, definert som

bakgrunnsstøy, også dette helt i tråd med Bakkevig (Rønne 2004a:100-104).

For å finne sammenhengen mellom fosfatverdiene og de øvrige data som funnspreiding osv., ble en statistisk metode benevnt som attraksjonsmatriser benyttet på to av boplassene. Resultatene av denne analysen gav sprikende resultater, og konklusjonen ble derfor at ”materialet er sprikende” (Glørstad 2004:157). I sin diskusjon av fosfatundersøkelsene som ble utført, trekker Rønne frem at fosfatbestemmingen var vanskelig på grunn av at fosfatet var vasket langt ned i jorden og derfor nærmet seg lag hvor en også kan finne naturlige fosfater. Videre fremholdes det at det sure jordsmonnet har ”erodert” fosfatet (Rønne 2004c:158).

Problemet med denne undersøkelsen knytter seg i første omgang til de spørsmålene som ble lagt til grunn. Fosfatanalysene skulle brukes til å påvise aktiviteter og aktivitetsområder, og til å bestemme hvilke områder som skulle prioriteres under utgravning. Da det ikke har vært gjort så omfattende fosfatkarteringer i forbindelse med boplasser fra Nøstvet-fasen tidligere, burde den første hypotesen ha vært hvorvidt metoden i det hele tatt lar seg bruke på denne typen lokaliteter. Mengden prøver er svært stor både i horisontal- og vertikalplan. Prøvene ble tatt på fikserte dyp og relateres til centimeter under overflaten, ikke til de forskjellige jordhorisontene. De forskjellige boplassenes varierende stratigrafi og forskjellige jordkomposisjon trekkes frem som et problem for tolkningen. Spredningskartene som ble forsøkt tolket er også fremstilt etter cm dyp. En prøve tatt på 30 cm i blekjord en plass på undersøkelsesområdet, kan da bli sammenlignet med en prøve på 30 cm i B-horisonten en annen plass på området. Dette gjør en komparativ analyse av forskjellige spredningskart, basert på data fra forskjellige fikserte dyp målt i cm, helt meningsløs.

Da Bakkevigs metodiske utredning fra 1980 ligger til grunn for Svinesundprosjektets fremgangsmåte, er det sannsynligvis hans argumentasjon for viktigheten av å ta høyde for fosfatuvasking som ligger til grunn for denne prøvetakingsstrategien. Det enorme arbeidet som uten tvil må ha vært nedlagt i å ta 865 nesten meterlange prøvesøyler, burde ha rettferdiggjort en metode som kunne tilført mer detaljerte opplysninger. Etter at spot-testdataene har gått igjennom støyfilteret, sitter man igjen med en tregradert skala på de nederste dypene, noe som gjør bruken av multivariabel statistikk heller tvilsom. En av Bakkevigs sentrale metodiske referanser fremholder

også at en ikke kan utføre statistiske analyser på spot-testdata, dette fordi tallmaterialet ikke har noe reell lineær sammenheng (Eidt 1973:219). En trenger altså ikke å hevde at "materialet er sprikende" for å forstå hvorfor resultatene fra denne analysen ikke fikk noen verdi. Et positivt aspekt ved Svinesundprosjektets metodebruk, som også må nevnes, er at metoden og resultatene presenteres utfyllende til tross for at resultatene uteble.

#### *Undersøkelser ved Haugsneset og Ognøy – Arkeologisk Museum i Stavanger*

Stavanger Museum utførte mellom 1986 og 1987 arkeologiske registreringer og utgravninger i forbindelse med en Statkraftutbygging. Prosjektet dreide seg primært om åpne lokaliteter fra eldre steinalder, men også en heller med aktivitet fra yngre steinalder til bronsealder, samt røyser fra bronsealder og jernalder (Gjerland 1990:43). Det ble som et ledd i dette prosjektet, gjort fosfatundersøkelser av to steinalderlokaliteter.

For den ene lokaliteten (Haugsnæs 1), ble det tatt ut fosfatprøver fra en profilvegg for hver andre meter. For den andre lokaliteten (Moldvika 1), ble det tatt ut prøvesøyler med en meters avstand i et rutenett som samsvarte med funnførende områder. I tillegg ble det tatt tre prøvesøyler i relasjon med en flate nedenfor lokaliteten. Gjennomsnittlig dybde for prøvesøylene var på 50 cm og det ble tatt ut underprøver for hver 10 cm. Som eneste metodiske referanse står Bakkevig (1980) og prøvene har vært analysert av en konservator ved AmS etter Bakkevigs anvisninger (Gjerland 1990:13).

For en av prøveområdene (Moldvika 1) var det noen få svake utslag for fosfat, ellers ble det ikke påvist registrerbare nivåer. Dette forklares med henvisning til Bakkevig (1980) ved at fosfatet har blitt utvasket, eller redeponert. For å belyse redeponeringsspørsmålet, ble det tatt flere prøver utenfor lokaliteten som supplement, men også her var fosfatet i ikke målbare konsentrasjoner (Gjerland 1990:13). Den andre lokaliteten (Haugsnæs 1) viste ingen påviselige fosfatkonsentrasjoner, men dette settes i sammenheng med en tolkning som utkikksted (Gjerland 1990:14).

Spot-testens lave presisjonsnivå er sannsynligvis en betydelig medvirkende årsak til hvorfor resultatene fra denne analysen ikke gav interessante resultater. Forfatteren kommenterer ikke begrensningene i forhold til metoden, men forholder seg til

Bakkevigs (1980) fremgangsmåte som relativt uproblematisk. Utvasking og redeponering presenteres som sannsynlige årsaker til hvorfor resultatene uteble, mens det ikke vurderes om det faktisk kan eksistere interessante fosfatvariasjoner utenfor spot-testens rekkevidde. Det er vanskelig å vurdere den øvrige fremgangsmåten i forhold til jordtyper og analyse da dette ikke er publisert sammen med rapporten, leseren henvises til topografisk arkiv på AmS hvor resultatene skal foreligge.

#### *Austbø på Hundvåg – Arkeologisk museum i Stavanger*

I forbindelse med nyreguleringer av boligområder ved Hundvåg Øst i Stavanger kommune utførte AmS utgravninger mellom 1988 og 1990. Prosjektet behandlet primært steinalderboplasser, men inkluderte også boplassspor fra jernalder. Under forundersøkelser i 1987 ble fosfatanalysen benyttet til å påvise 4-5 områder med dypereliggende fosfatkonsentrasjoner, som etter erfaring fra andre undersøkelser ble forventet å kunne tilknyttes bosetningsspor fra bronsealder og jernalder (Juhl 2001:9-10).

Fosfatkarteringen ble utført etter Bakkevigs spot-test (1980) av en konservator ved AmS. Prøvene ble vurdert etter en skala på 10 ulike nivåer i motsetning til de 5 nivåene det er vanligst å operere med. Det ble lagt ut prøvepunkter over stort sett hele det aktuelle prosjektområdet, mens det i tillegg ble innrettet detaljundersøkelser av tre steinalderlokaliteter. Prøvene ble lagt i et nettverk med 50 meters avstand rundt områder med jernalderbosetning. Der hvor det ble vurdert som sannsynlig å påtreffe jernalderstrukturer, ble avstanden mellom prøvepunktene redusert til 25 meter. Områder med moderne bebyggelse eller ”skrint” jordsmonn ble ikke prøvetatt. Prøvene ble videre tatt i søyler og dybdeanalysert for hver 10 cm, mens høydesjikt ble slått sammen og homogenisert til tre nivåer; lav, middels og høy. Totalt 263 prøvesøyler ble tatt, noe som resulterte i et totalt antall av 1602 analyserte jordprøver (Juhl 2001:18-20).

Den omfattende flateundersøkelsen resulterte altså i at 4 lokaliteter med jernalderaktivitet ble utskilt. Disse ble bestemt ved at man la ut 12 prøvesjakter på fem meters bredde i relasjon til områder fosfatforundersøkelsen hadde kunnet fremheve som interessante. Det bemerkes at mengden ”moderne” fosfat var lav (de øvre jordsjikt), og at de interessante fosfatkonsentrasjonene forekom i dypere jordlag

mellom 50-60 cm under markoverflaten (Juhl 2001:20). Undersøkelsen av steinalderflatene nevnes i forhold til en lokalitet (Austbø Lok. 4). Her ble det tatt ut to serier fosfatprøver i 1989, hver på 11 prøver. Det var ingen interessante fosfatverdier å spore fra dette (Juhl 2001:62).

Dette prosjektet eksemplifiserer en delvis vellykket bruk av spot-testmetoden. Ved å benytte metoden på et tidlig stadium under forundersøkelsene var det mulig å definere områder interessante for videre undersøkelser. Et sterkt fokus på utvasking og vertikal fosfatdistribusjon medfører dog et enormt antall prøver hvor nesten hele jordprofilen er samlet per 10 cm. Nødvendigheten av dette kan vanskelig begrunnes ut ifra informasjonen som skulle produseres. I forbindelse med steinalderboplassen ble det ikke påvist interessante verdier, noe som diskuteres lite. Bakkevigs (1980) spot-testmetode behandles også her på en meget ukritisk måte og står alene som metodisk referanse.

#### *Flakstad i Lofoten – Tromsø Museum*

I forbindelse med utgravningen av gravfelt og bosetningsområder fra eldre og yngre jernalder på Flakstad prestegård i Lofoten, ble det gjort fosfatanalyser etter spot-testmetoden (Sandmo 1985). Undersøkelsene ble konsentrert rundt et oppdyrket område, og til et vanskelig tolkbart areal hvor regelmessige og uregelmessige stolpehull, et ildsted, og flere langstrakte flak med sortbrune fyllskifter i varierende størrelse ble påvist. Dette ble tolket til å avspeile flere ulike hus samt eldre jordbruksdrift. Fosfatundersøkelsen var fokusert på vertikale variasjoner, og resultatene presenteres i forhold til to undersøkelser fra Stavnheim og Sandsa i Vestnorge (publ. av Bakkevig 1980). Det ble også tatt ut en referanseserie i relasjon til moderne aktivitet. Gjennom å studere resultatene fra den subjektivt vurderte 5-graderte spot-testanalysen, konkluderes det med at den vertikale spredningskurven stemmer godt overens med resultatene fra Stavnheim. Nyere tids jordbruk har resultert i fosfatanrikning ved nivåene på 10-40 cm, mens eldre aktivitet er synlig på nivåer under 50 cm (Sandmo 1985:84-86). Tolkningen impliserer altså at, uavhengig av jordmorfologi eller metodiske begrensninger, vil det la seg gjøre å samholde vertikal fosfatspredning ved en gård mellom Egersund og Stavanger på vestkysten av Norge, med en gård på Vestvågøya i Lofoten 10 breddegrader lenger nord.

### *Melkøyaprojektet – Tromsø Museum*

Metoden har også vært brukt i forbindelse med Melkøyaprojektet (Linderholm 2003, 2006). Her ble, i likhet med Simonsens undersøkelse fra 1968, de kjemiske analysene foretatt av et eksternt laboratorium. Dette var det miljøarkeologiske laboratoriet ved universitetet i Umeå. Da jordsmonnssituasjonen på Melkøya er meget spesiell, og lokalitetene ligger på strandvoller dekt med svært grove jordarter og tykk torv, ble en alternativ teknikk for prøvetaking anvendt (Linderholm 2006:3). Dette bestod i at jorden ble innsamlet i stort volum (opptil en liter) i kvadrantstore ruter for å kunne få et representativt materiale. I tillegg til fosfatanalyse ble det innsamlete materialet analysert for magnetisk susceptibilitet. Det ble også tatt strukturspesifikke prøver for å utføre videre kjemiske analyser til påvisning av nedbrutte kroppsrester i relasjon til eventuelle graver. Resultatene fra disse undersøkelsene viste seg noe vanskelige å tolke, men fikk verdi i samsvar med en forståelse av de naturlige prosesser som har formet landskapet og jordsmonnssutviklingen på Melkøya (Linderholm 2006:4-10). Det understrekes også at den jordkjemiske undersøkelsen ble gjennomført som en ”ad hoc-løsning” for et påbegynt prosjekt, og at resultatene kunne ha vært bedre om man hadde integrert miljøarkeologisk metode fra begynnelsen av (Linderholm 2006:12).

### ***Øvrige undersøkelser***

Denne gjennomgangen er på ingen måte komplett, og det er gjort en rekke andre mer eller mindre vellykkede fosfatundersøkelser i Norge, både i forbindelse med forskningsprosjekter og forvaltningsprosjekter. Jeg vil i det følgende gå raskt igjennom et utvalg analyser hvor spot-testmetoden ikke har vært anvendt.

Det ble gjort en relativt detaljert fosfatanalyse i forbindelse med mesolittiske aktivitetsområder ved Frebergsvik under Egil Mikkelsens undersøkelser på slutten av 1960-tallet. Her ble et relativt lite antall prøver (104 stk.) analysert etter Provans (1971) kvantitative metode, hvor resultatene hadde utsagnskraft blant annet i forhold til vurdering av boplassutstrekning (Mikkelsen 1975:83-89). Jernalderutgravningene på Ullandhaug, som også fant sted på slutten av 1960-tallet, benyttet Provans metode til blant annet å belyse intensitet og varighet på bruksperiodene til enkelte hus (Provan 1971:44, Myhre 1969, Myhre 1980:14). Når det gjelder funksjonsinndeling av jernalderhus, har fosfatanalysen også i nyere tid vært benyttet i forbindelse med forskningsutgravningene på Borg i Lofoten på 80- og 90-tallet. Her ble blant annet et

83 meter langt hus datert til vikingtid påvist (Munch et al. 2003). Fosfatanalysen ble gjort etter Arrhenius' (1935) sitronsyremetode og kunne, til tross for lite entydige resultater, kaste lys på mulig rominndeling (Arrhenius og Freij 2003:77).

I forbindelse med E18- og E6-prosjektene, to senere, større forvaltningsarkeologiske prosjekt ledet av Kulturhistorisk Museum i Oslo, har også fosfatanalyser vært gjort. For begge disse prosjektene ble analysene gjort av et eksternt laboratorium i Tyskland og analysert for totalt fosfatinhold (P<sub>tot</sub>) (Gjerpe og Samdal 2005, Bårdseth og Sandvik 2007:67). I forbindelse med E18-prosjektet ble det tatt hele 1850 prøver i relasjon til graver og aktivitetsområder, hvor det ble påvist delvis interessante variasjoner i forhold til større flatekarteringer, men vanskelig tolkbare resultater i forhold til detaljundersøkelser av graver. Det gis en relativt grundig gjennomgang av muligheter og begrensninger ved metoden, samt hvordan overraskende resultater ikke bør avvises. Det foreslås for tolkningen av det ene området (Område 3 nord på feltet) enten en velvillig eller kildekritisk måte å forholde seg til resultatene, hvor sistnevnte innebærer at fosfatanalysene styrker en tolkning av en usikker struktur som et hus (Gjerpe og Samdal 2005:159-160).

Fosfatundersøkelsene av et førromersk hus (Hus 1) ved E6-prosjektet viste forhøyde verdier i nordenden av tuften, men resultatene utelukkes fra den generelle tolkningen. Dette fordi det ble observert en korrelasjon mellom finsorterte jordarter, jernutfelninger, og forhøyde fosfatverdier. Det konkluderes med at resultatene fra analysen på et metodisk plan demonstrerer at det kan være usikkerheter rundt opphavet til fosfatet (Bårdseth og Sandvik 2007:67).

## **Konklusjon**

Fosfatanalysen som metode er ikke en ferdig pakked løsning som ukritisk kan integreres i arkeologisk forskning. Jeg har spesielt trukket frem hvordan ikke bare prøvetakingsstrategi, men også laboratorieanalyser har stor innvirkning på analyseresultatets nytteverdi. Det er avgjørende å diskutere og vurdere lokale jordforhold for å forstå fosfatvariasjoner både i vertikal- og horisontalplan. Hvilke metoder en har anvendt må redegjøres for. Om dette ikke gjøres, svekkes forskningens verdi da meningsfull kritikk i stor grad umuliggjøres. Det er ikke mulig å

spesialtilpasse en arkeologisk fosfatanalyse, hvor metodens kjemiske og jordvitenskapelige forutsetninger bortforklares gjennom arkeologiske erfaringer.

I forbindelse med norsk arkeologi mener jeg det kan pekes på flere klare tendenser i måten fosfatanalysen har vært applisert. De første tidlige tilnærmingene til metoden, eksempelvis ved Donald Provan (1971, 1973a) eller Egil Mikkelsen (1975), er bevisst metodens røtter innenfor jordforskning og landbruk. Den sentrale rollen både jordsmonnsdannende prosesser og laboratoriemetoder spiller, redegjøres for og diskuteres i forhold til prøvetakingsstrategi og resultater. Gjennom de tidlige eksemplene fra norsk arkeologi fremkom også interessante resultater, og ved å tilnærme seg metoden på et nærmest utforskende nivå (eks. Provan 1973a, Simonsen 1968a) ble også selve metoden ført fremover i form av nye bruksområder.

Sverre Bakkevigs (1980) argumentasjon for spot-testmetodens potensial som erstatning for ”kompliserte laboratorieanalyser”, representerer etter mitt skjønn et tilbakesteg, og har sannsynligvis påvirket både metodens suksess i ulike prosjekter, samt dens generelle ”rykte”<sup>1</sup> innenfor norsk arkeologi. Selv om Bakkevig diskuterte ulike jordsmonndannende prosesser, og i stor grad gikk gjennom ulike feilkilder ved metoden, har først og fremst hans ideer rundt kostnad/effektivitet, viktigheten av å vektlegge vertikal fosfatutvasking, og sist men ikke minst hans ideer om at de subjektive lavopløselige resultatene fra spot-testanalyser kan ha en kvantitativ verdi, blitt definerende for senere arkeologiske prosjekter hvor metoden har vært brukt. Bakkevigs forenkling av metoden har indirekte vært årsak til hvorfor flere av de eksemplene fra norsk forvaltningsarkeologi jeg har nevnt, nettopp har endt opp som svært tvetydige og mer eller mindre uinteressante for de arkeologiske problemstillinger det har vært meningen å skulle belyse. Det er selvsagt den enkelte bruker som må stå til ansvar for hvordan metoder integreres og gis mening innenfor arkeologiske prosjekt, og ikke metodens opphavsforskere.

---

<sup>1</sup> Det har vært gitt uttrykk for at fosfatanalysen ”har utspilt sin rolle” innenfor flatedokumentasjon av jernalderstrukturer (Løken et al. 1996:16), mens metoden også har vært nedprioritert i forhold til eksempelvis makrofossil- eller pollenanalyse i forbindelse med forvaltningsarkeologi (Soltvedt et. al 2007:20).



Jeg vil antyde at årsaken til hvorfor spesielt Bakkevigs versjon av spot-testanalysen, og hans forklaringer på hvordan fosfater beveger seg i jorden, i stor grad har fungert som en slags black-box innenfor norsk arkeologi. Metaforen viser til en svart boks hvor de komplekse oppkomstforholdene til vitenskapen skjules (bla. Latour 1987). Data går inn på den ene siden og vitenskap kommer ut på den andre, og så lenge det som kommer ut på vitenskapssiden fungerer, stilles det ikke spørsmål til hva som skjer inni boksen. En slik svart boks kan skjule viktig informasjon i tolkningen og vurderingen av kvaliteten på vitenskap.

Selv om resultatene fra spot-testanalyser i stor grad har vært mindre vellykkede, har de sjelden blitt tatt til inntekt for problemer med metoden i seg selv. I stedet for å stille spørsmål ved metodisk begrensning, har nullutslag på spot-testskalaen blitt forklart gjennom utvasking eller "fosfaterosjon", og i stedet for å stille spørsmål ved den subjektive datamassens egnethet for statistiske analyser, har man forklart dataene som sprikende. Dette har rot i et syn på metoden som noe ferdigdiskutert og utprøvd, som en naturvitenskapelig pakked løsning hevet over arkeologisk kritikk. I tillegg til å medføre villedende og lite produktive arkeologiske forskningsresultater, fører en slik tilnærming også til at metodeutviklingen blir stående på stedet hvil. Den utforskende og tidvis nyskapende tilnærmingen som eksisterer når en metode er ny og lovende, forsvinner gradvis når metoden går over til å bli en black-box. Denne problemstillingen kan tas langt videre, og årsakene til hvordan fosfatanalysen har vært benyttet, spesielt innenfor norsk forvaltningsarkeologi, kan ses i sammenheng med flere ulike forskningssosiologiske sammenhenger. Disse forholdene vil jeg til en viss grad gå inn på i denne avhandlingens avsluttende diskusjon.

De siste tendensene for hvordan fosfatanalysen integreres innenfor norsk arkeologi peker også i retning av at spot-testmetoden ikke lenger har samme status som den tidligere har hatt, og flere seinere større forvaltningsprosjekt har valgt rene kvantitative metoder (f.eks. Gjerpe og Samdal 2005, Bårdseth og Sandvik 2007, Linderholm 2003). Jordmikromorfologiske studier ser i tillegg ut til å ilegges større vekt hva jordanalyser angår, og var eksempelvis den viktigste tilnærmingen til studier av jordsmonnet under forskningsprosjektet på Kaupang (Milek og French 2007). Den riktige tilnærmingen til fosfatanalysen som metode bør derfor etter min vurdering

være av utforskende karakter, samtidig som metoden bør kombineres med andre jordundersøkelser, som eksempelvis jordmikromorfologi. Ettersom fosfatanalysen fortsatt er en diskutert metode, hvis potensial fortsatt ikke er helt og klart forstått, er det nødvendig å henvende seg til faglitteratur utenfor Norges grenser, dersom det skal la seg gjøre å formulere en nyttig analyse.

## Arkeologisk utgangspunkt

Empirien som ligger til grunn for min diskusjon av fosfatanalysen, er innhentet i forbindelse med et arkeologisk utgravningsprosjekt, og det arkeologiske materialet er avgjørende for å kunne tolke resultatene av de kjemiske undersøkelsene som er utført. Diskusjonen av jordbruk innenfor norsk arkeologi har tradisjonelt sett ikke inkludert bruk av jordkjemiske undersøkelser i stor grad, men vært fokusert rundt boplasspor og paleobotanikk. I Nord-Norge er det spesielt sistnevnte som har vært den mest sentrale informasjonskilden i diskusjonen av jordbrukskronologiske- og typologiske spørsmål. Jeg vil i det følgende gi en presentasjon av det arkeologiske utgangspunktet som ligger til grunn for min jordkjemiske metodediskusjon. Dette vil være en todelt presentasjon, hvor jeg først beskriver de viktigste resultatene fra utgravningene på Skålbunes, deretter vil det gis et overblikk over hvordan arkeologien, med spesielt fokus på Nord-Norge, hittil har forstått fortidig jordbruk.

### Utgravningene ved Skålbunes: Spor etter jordbruk i tidlig jernalder?

Skålbunesprosjektet ble utført mellom sommeren 2006 og høsten 2007 som konsekvens av utbyggingen av riksvei 17 i Salten (Figur 1). For å frigi den delen av traseen som var besluttet anlagt over Skålbunes, ble et område kalt "Skålbunesåsen" beliggende mellom 40 og 50 m.o.h. gjenstand for prøveundersøkelser av Nordland fylkeskommune i 2005. Dette resulterte i påvisning av to større aktivitetsområder datert til eldre steinalder, dels basert på steingjenstandstypologi og dels basert på strandlinjekronologi. I tillegg til dette ble det påvist en gravhaug i umiddelbar nærhet av det berørte området, men fylkeskommunen tolket allikevel området som skulle frigis til å begrense seg til steinalderaktivitet. Budsjettet og tidsrammen for de arkeologiske undersøkelsene ble derfor fra Tromsø Museums side lagt opp etter å dokumentere denne typen aktivitetsspor. Etter utgravningsstart sommeren 2006, ble



Figur 1. Oversikt over Skålbunes i forhold til Norge og Bodø kommune. Det innfelte kartet viser lokaliteten i forhold til moderne bebyggelse, ulike markslag, og den nye vegtraseen.

det raskt klart at Skålbunes hadde vært benyttet også i senere tidsperioder, noe funn av brente bein, jerngjenstander og keramikk vitnet om. I løpet av den første sesongen ble det også rettet oppmerksomhet mot et svakt hellende område øst for utgravningsfeltet. Her forekom en jordprofil av helt annen karakter enn hva som ellers var observert på Skålbunes, og det ble dokumentert en rydningsrøys i nærheten. Området ble da foreslått tolket som en åker som kunne ses i relasjon med de påviste bosetningsporene fra jernalder. Da Tromsø Museums undersøkelser ikke hadde ressurser til å inkludere dette feltet i undersøkelsene sine, valgte jeg å ta ut jordprøver her som en del av mitt ”case study”. Jeg vil i det følgende gi en kort presentasjon av Skålbunesprosjektet som helhet, hvor fokus vil ligge på de funn og forhold som ellers faller utenfor denne avhandlingens hovedproblemstilling. Jeg vil også gå inn på den kronologiske diskusjonen i forhold til de ulike aktivitetsfasene på Skålbunes. Alle dateringer er gjort ved radiokarbonlaboratoriet ved universitetet i Waikato, New Zealand og angis som kalibrerte kalenderår f.Kr./e.Kr. Dateringene oppgis med to standardavviks nøyaktighet. En oversikt over de kalibrerte dateringene finnes i Appendiks 1, Figur 30 - Figur 33 s. 113.

### ***Bosetningsspor - Lokalitetene ”Eidet” og ”Flata”***

De arkeologiske undersøkelsene ved Skålbunes ble fordelt mellom to forskjellige felter etter fylkeskommunens prøvestikking. Det største feltet fikk navnet ”Eidet” og ligger ca. 50 meter over havet, mens det minste feltet ble kalt ”Flaten” og ligger ca. 45 meter over havet (Appendiks 1, Figur 28 s. 113). Begge arealene ble fremrenset ved maskinell fflateavdekning i 2006 og utvidet i 2007, hvor ”Eidet” utgjorde over 900 m<sup>2</sup> og ”Flaten” utgjorde i overkant av 400 m<sup>2</sup> utgravd område. Strukturer, gjenstandsfunn og dateringer fra begge lokalitetene indikerte tydelig at det dreide seg om atskilte aktivitetsperioder, noe som førte til at Eidet og Flaten ble behandlet separat. Jeg vil i det følgende legge størst vekt på å presentere Eidet da det er dette området det mulige åkerområdet grenser til, samt at det også her er påvist bosetning samtidig med en eventuell dyrkningsfase.

#### *Eidet*

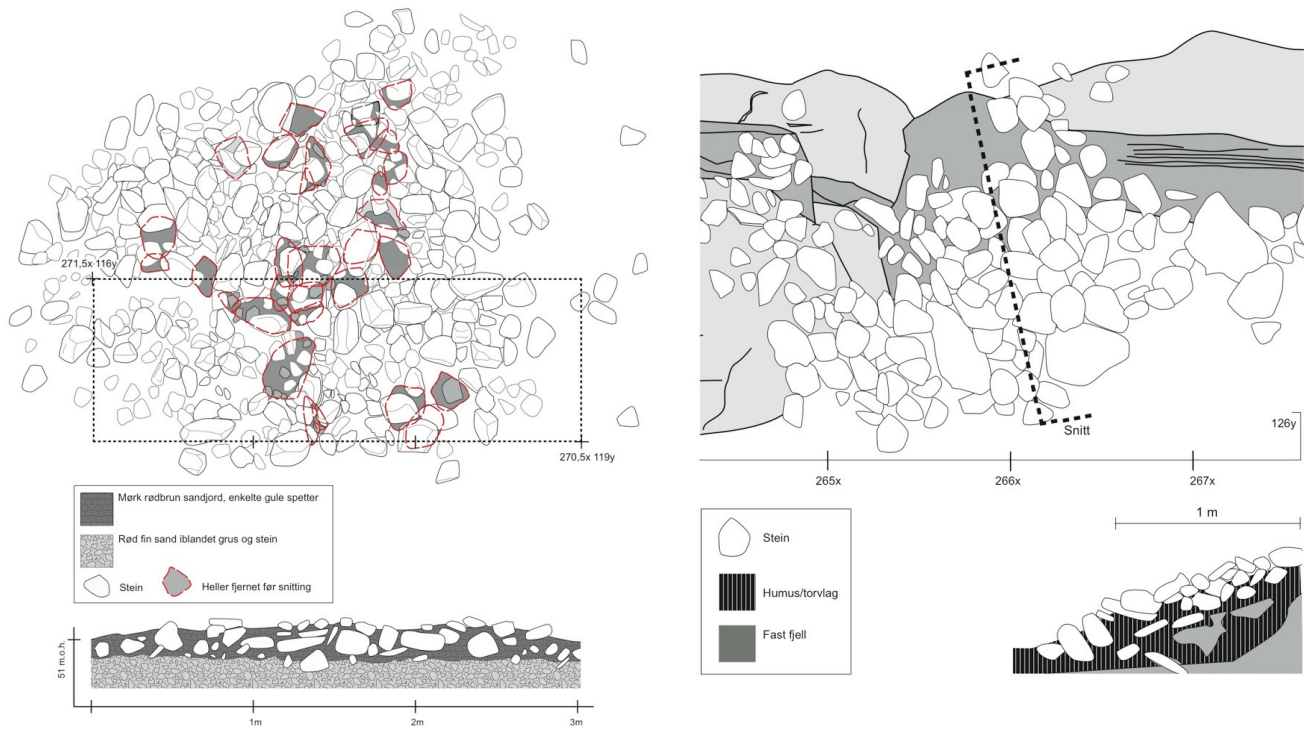
Oversiktskart over de ulike strukturene og 14C-dateringene på Eidet finnes i Appendiks 1, Figur 29 s. 112. Det ble påvist flere bosetningsfaser, hvor kronologien

strekker seg helt fra eldre steinalder til yngre jernalder. Steinalderen ble først og fremst dokumentert gjennom funn av steingjenstander, men det ble også gjort to 14C-dateringer som falt mellom 7056 f.Kr. og 5528 f.Kr. Den ene av disse ble relatert til en kokegrop (Wk22498: 5839-5528 f.Kr.). Gjenstandsmaterialet som kunne knyttes til steinalderen, var heterogent sammensatt og viste en råstoffsammensetning lik den man tidligere har dokumentert i relasjon med Nordlands eldre steinalderbosetning (f. eks. Hauglid 1993). Lokaliteten kan kanskje forstås som enten en kortvarig brukt hovedboplass eller en regelmessig brukt leirplass, men omrotingen senere tids anvendelse har medført, gjør tolkningene vanskelige, og denne problemstillingen vil ikke behandles videre her.

Den neste bruksfasen på Eidet tilknyttes eldre jernalder, og det kan med stor sannsynlighet assosieres minimum en husstruktur til dette tidsrommet. Denne strukturen kom til syne som et mønster av skarpe fyllskifter i undergrunnen, disse ble tolket som vegggrøfter. Om grøftene gir et representativt bilde av husets veggvoller, har huset vært mellom 10 og 12 meter langt og mellom 4 og 5 meter bredt. Det ble gjort to 14C-dateringer fra denne konteksten, hvor den ene havnet mellom 173 f. Kr og 357 e.Kr. (Wk22495). Den andre dateringen falt innenfor eldre steinalder (Wk22499: 7056-6828 f.Kr.), men taler allikevel ikke imot strukturens kronologiske



*Figur 2. En del av røyskonstruksjonen ovenfor åkerområdet på Eidet. Profilsnittet i bildet er et resultat av anleggsmaskintrafikk i forbindelse med fjerningen av granskogen (Mot NØ, foto: Theo Gil Bell).*



**Figur 3. Røys C1 og C4 i plan og profil (Plantegninger av Theo Gil Bell, profiltegninger av undertegnede)**

plassering til eldre jernalder. Dette kommer blant annet av at det i bunnen av veggroften ble funnet flere skår av asbestmagret risvikkereramikk, en funnkategori som generelt plasseres innenfor tidlig metalltid/eldre jernalder (Andreassen 2003). Kullprøven er artsbestemt til furu, noe som avviker fra de øvrige vedartsanalysene som ble gjort, og kan derfor representere et eksempel på omrotingen gjenbruket av lokaliteten har medført. Basert på stratigrafiske tolkninger, er også to stolpehull tilknyttet husstrukturen, det foreligger dog ingen absolutt datering for disse. Distribusjonen av brent leire i jordlagene i overkant av veggroften, ser også ut til å kunne relateres til husets nordvestlige endevegg. Huset kan ha hatt leirklinde vegger i leretningen.

Det ble tatt ut ytterligere fire 14C-dateringer som plasseres innenfor førromersk jernalder, hvor en er tilknyttet en røys vest for bosetningsområdet (C1), to stammer fra et kullag påvist gjennom prøvestikk (Kvg. 11, kv. 4, se s. 113) og en fjerde fra en prøvesjakt i åkerområdet 60 meter øst for bosetningssporene (Wk20626: 400-200 f.Kr.). Dateringen fra åkerlaget er gjort i forbindelse med den jordkjemiske analysen, og ble gjort på forkullet bjørk tatt ut fra bunnen av det definerte jordbrukslaget.

I tillegg til den daterte røysen på Eidet, ble det dokumentert flere andre strukturer som faller innenfor samme kategori. Hvorvidt dette er rydningsrøys, lar seg ikke avgjøre med sikkerhet da flere av dem opptrer i en meget tvetydig kontekst. Røys C1 (Wk20621: 390-90 f.Kr.) ble innledningsvis tolket som en mulig jernaldergrav, og hadde en sirkulær ujevn form (Figur 3). Strukturen var ikke høyere enn 30cm på det meste, og var konstruert av relativt små stein, mellom 10 og 15cm i diameter. Lenger vest lå røys C4 som bestod av stein i sterkt varierende størrelse og var ”murt opp” langs bergveggen som avgrenser Eidet i nord (Figur 3). I tillegg til dette kommer en spesiell røyskonstruksjon nordøst for bosetningsområdet. Denne ble påvist i sporene etter anleggsmaskiner, og kom til syne som en delvis oppbygd oval steinpakning på rundt 4-5 meter i diameter (Figur 2 og Appendiks 1, Figur 34 s. 114) Denne strukturen lå rett overfor åkermarken og bestod av stein i langt større gjennomsnittsstørrelse enn de øvrige røysene på Eidet, hadde feitere og mere humusholdig fyllmasse, og kan muligens vitne om flere faser av åkerrydding (se s. 114). Makshøyden var mellom 50 og 60 cm, men dette var noe vanskelig å vurdere eksakt på grunn av maskintrafikken som hadde skjært konstruksjonen i to. Erfaringene fra de jordkjemiske undersøkelsene av jordbruksmarken med jordsonde, samt sjaktningen som ble gjort, indikerer at dette området har langt mindre stein av nevestor størrelse og oppover, enn hva man observerte innenfor bosetningsområdet.

Variasjonen mellom de ulike røysstrukturene er stor, mens det ikke er åpenbart hvilket formål de har tjent. Det er vanskelig å avgjøre hvorvidt en røys har representert rydding av en knakkeplass fra steinalderen, rydding av husgolv i jernalderfasen, eller rydding av åkermark. Da det dessverre ikke har vært økonomisk gjennomførbart å utføre pollenanalyser på de ulike røysene, må konklusjonen bli at kun en av røysene, nemlig den beliggende over åkermarken, med stor grad av sannsynlighet kan relateres til jordbruk. Det må likevel kommenteres at røysens beliggenhet *ovenfor* jordbruksmarken fremstår som noe spesiell, samt at dokumentasjonen av denne nok må karakteriseres som mangelfull. Videre er det verdt å merke seg at samtlige dateringer utført utenfor hovedbosetningsflaten på Eidet, har gitt resultater innenfor eldre jernalder og at de daterte strukturene kan relateres til rydding av stein til ulikt formål. Det må derfor etter min mening anses som sannsynlig at jordbruksaktiviteten på Eidet, har vært samtidig med en eller flere av strukturene som har blitt tilknyttet bosetning i eldre jernalder.



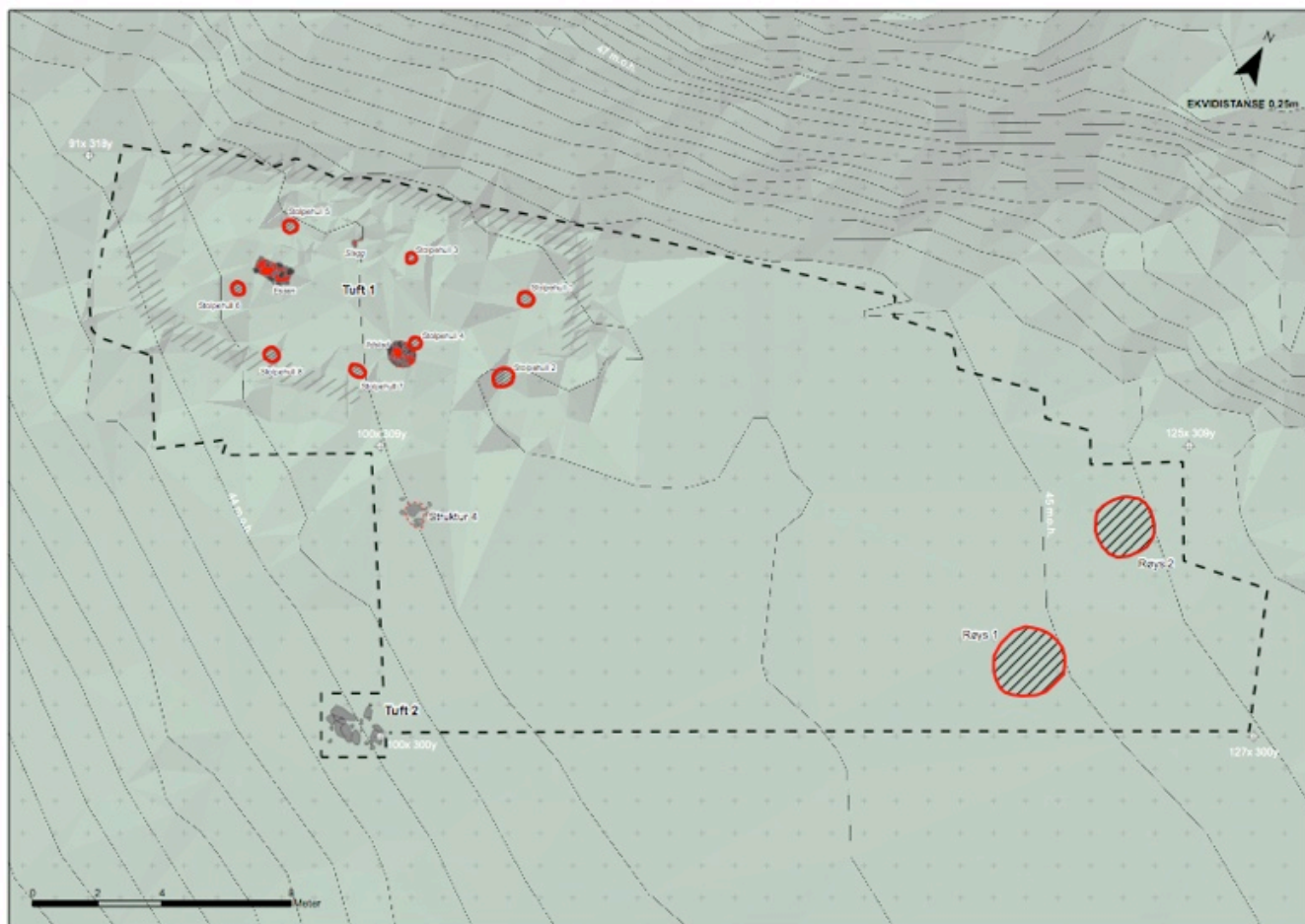
Den siste bosetningsfasen skriver seg til folkevandringstid/merovingertid. Her ble det påvist et langhus som kan ha vært opptil 18 meter langt og 5 meter bredt. Huset viste seg ikke gjennom faste konstruksjoner eller veggvoller, men kom til syne som en ryddet flate etter flateavdekningen. Analyser av funnspredning viser at distribusjonen av blant annet brente bein har en viss korrelasjon med den ryddete flaten, og har sammen med spredningen av jernnagler blitt benyttet til å vurdere husets mulige utstrekning. Hustolkningen styrkes også av to <sup>14</sup>C-daterte ildsteder innenfor gulvflaten, samt to stolpehull, det ene datert til folkevandringstid. Det er også påvist en kokegrop med sammenfallende datering beliggende nord for huset (Appendiks 1, Figur 29 s. 112).

### *Flaten*

På flaten ble det i likhet med Eidet påvist steinalderaktivitet i relativt stor utstrekning, og denne funntypen var også her i overtall. Det ble i tillegg dokumentert en hustuft fra vikingtid i løpet av den andre sesongen (Tuft 1), og dette var med god margin den tydeligste boligkonstruksjonen Skålbunesutgravningen avdekte (Figur 4). Huset hadde ytre mål på 6,5 x 14m og en gulvflate på rundt 75m<sup>2</sup>. Det ble avdekt et ildsted, en esse, en slagkonsentrasjon og 8 stolpehull i relasjon til denne tuften. Bare 6 <sup>14</sup>C-dateringer ble tatt ut i forbindelse med området, fire av dem viser aktivitet i perioden vikingtid til tidlig middelalder, mens en fjerde viser aktivitet i førromersk jernalder (Appendiks 1, Figur 33 s. 113). Som et ledd i fosfatanalysen har det blitt gjort systematisk prøvetaking av gulvlaget i dette huset, noe som vil bli behandlet i kapittel 4 og 5.

Det ble funnet to røyskonstruksjoner på flaten og disse har begge blitt tolket som rydningsrøyser (Appendiks 1, Figur 35 s. 115). Røys 1 hadde en sirkulær form med et tverrmål på 2m og en makshøyde på 20cm. Stein størrelsen varierte mye men var jevnt over nevestor og kan se ut til å stamme fra rullesteinslaget som dekte flaten. Røys 2 hadde også en sirkulær form med makshøyde på 10cm. Denne var noe mindre enn røys 1 med bare 1,6m tverrmål, men må ellers sies å være av lignende karakter. Ingen antydning til punktbrink, eller øvrige interessante lagskifter, ble dokumentert ved snitting av røysene, med unntak av et grått sandlag som omkranset røys 1. Totalt sett, er min vurdering av disse røysene at de er svært vanskelig tolkbare sett i sammenheng med rydning og jordbruk, noe mangelen på dateringer eller daterbart

Figur 4. Oversiktskart over strukturene på Flaten



materiale heller ikke gjør lettere. Steinen er av så liten størrelse at det er vanskelig å tenke at det ville gi noen mening å rydde den vekk i hensikt av dyrkning; både ard, hakke og kanskje plog ville uten problemer kunne håndtert denne steinsorten. Kanskje vil røysene kunne representere rydding av husgulvet til vikingtidstuften, men dette er en problemstilling jeg ikke vil dra videre her.

## Jordbruk og arkeologi i Norge

For å kunne danne seg et bilde av hvordan fosfatanalyse kan være nyttig i forbindelse med jordbruksarkeologi, er det nødvendig å belyse hvordan arkeologien hittil har behandlet jordbruksspørsmål. Jordbruk er ikke et enhetlig kulturuttrykk, men kan bestå av svært ulike og heterogent sammensatte tilnærminger. I likhet med andre aspekter av menneskelig aktivitet har jordbrukspraksis vært gjenstand for stor forandring innenfor ulike kulturelle og kronologiske rammer. Jeg vil i det følgende kort presentere hvordan jordbruksspørsmål har vært behandlet innenfor nordnorsk arkeologi, deretter vil jeg presentere hvordan ulike typer jordbruk kan observeres i det arkeologiske materialet. Denne fremstillingen vil være av svært generell karakter, hvor

målet er å argumentere for at et økt fokus på ulike typer jordbruk, fremfor et fokus på tilstedeværelse/fravær av jordbruk, kan kunne være interessant. Jeg vil også i stor grad forholde meg til eldre jernalder når det kommer til nordnorsk arkeologi, da det i størst grad er dette tidsrommet som har relevans for mitt empiriske materiale. Temaet for denne avhandlingen er primært fosfatanalysen som arkeologisk metode, det er derfor ikke rom for en forskningshistorisk gjennomgang av norsk arkeologi og tilnærmingen til jordbruk. For en innføring i hvordan norsk arkeologi generelt har behandlet jordbruksspørsmål henvises det eksempelvis til Valvik (1998:11-18), og for en syntetisk gjennomgang av jordbruk i Norges forhistorie henvises det til Myhre og Øye (2002).

### ***Generelle tendenser***

De gjeldende tilnærmingene til jordbruk innenfor norsk arkeologi har ofte vært et ledd i en mer omfattende studie av gården som enhet, hvor spesielt bygninger, tunorganisasjon og konstruksjonsteknikk har vært behandlet (f.eks. Myhre 1980). Forskningen har i stor grad vært fokusert på Sørvestlandet, hvor hustufter, gravrøyser og stedsnavn har vært viktige studieobjekter, også spørsmål som økonomi og sosiopolitisk organisasjon har vært sentrale (Valvik 1998:11-12). Diskusjonen av jordbruk gjøres i de fleste tilfeller indirekte i forhold til disse kategoriene, noe som også gjelder Nord-Norge. Senere har tverrvitenskapelige studier i stor grad vært viktige, hvor spesielt palynologi og makrofossilanalyse har fått stor betydning for vår forståelse av fortidige jordbruksforhold. Integrasjonen av maskinell flateavdekning som metode innenfor norsk arkeologi fra 80-tallet og utover, har vært enormt viktig for forskningen der også åkermark har vært inkludert i undersøkelsene. Denne tilnærmingen har vært spesielt fruktbar på Øst- og Vestlandet (Diinhoff 1997b, Løken et al. 1996).

### ***Jordbruksforskning innenfor Nordnorsk arkeologi***

Forskningen på jordbruk i Nord-Norge har primært vært sentrert rundt studiet av gårdsanlegg og tidfestingen av når dyrkning og husdyrhold har blitt tatt opp som ervervsform. Spørsmål rundt typer av jordbruk og dyrkningsform har vært sparsomt behandlet. De viktigste arkeologiske informasjonskategoriene som har vært diskutert innenfor jordbruksarkeologien i Nord-Norge, er såkalte importgjenstander man har

kunnet relatere til sørligere jordbrukskulturer (i hovedsak løsfunn), graver og enkelte utgravde gårdsanlegg (Johansen 1979). Tidligere forskning, av eksempelvis Gjessing (1929), sannsynliggjorde et sent opptak av jordbruk i Nord-Norge som kulturform, først i folkevandringstid eller romertid. Denne antakelsen ble blant annet basert på et tilsynelatende fravær av graver datert til eldre jernalder. Etter hvert som det arkeologiske materialgrunnlaget har vokst, har senere forskning entydig kunnet skyve jordbruksoppkomsten lengre tilbake i tid; hvor langt tilbake er derimot meget omstridt.

Bjørn Myhre beskriver i *Norges Landbrukshistorie* (Myhre og Øye 2002: 86-88) perioden frem mot Kr. f. som svært problematisk hva Nord-Norge og konkrete bevis for jordbruk angår. Kontinuerlig bosetning og jordbruk kan ikke dokumenteres før Kr. f., mens perioden før karakteriseres av indikasjoner i retning av jordutnyttelse med kort varighet. Olav-Sverre Johansen og Karl-Dag Vorrens tverrfaglige samarbeid på 70- og 80-tallet benyttet pollenanalyse til å utforske jordbrukets oppkomst. Dette arbeidet står fortsatt på mange måter som det mest utfyllende når det kommer til tidlig jordbrukshistorie i Nord-Norge. Resultatene (Johansen 1979, 1982a, 1982b, 1990, Johansen og Vorren 1986) viser til såkalte beiteindikatorer, og mulige cerealer i pollenprofiler så tidlig som yngre steinalder flere steder i landsdelen. Undersøkelsene som er gjort i forhold til tidlig jordbruk baserer seg altså primært på pollenanalyse (Vorren 1973, 1976, 1979, 1983, 1986, Vorren og Nilsen 1982). Denne metoden kan være problematisk sett i sammenheng med enkelte av påstandene den har vært tatt til inntekt for, spesielt i nordnorsk sammenheng. Vorren har i de senere år erkjent flere svakheter ved tolkningene assosiert med de tidligste pollenindikasjonene (Valen 2007: 32).

Et argument som kan styrke de svake tidlige dyrkningsindikasjonene som vises i pollendiagram, om man ønsker å sannsynliggjøre tidlig jordbruk, er kanskje at skalaen eller dyrkningsformen for det første jordbruket ikke trenger å ha vært av et omfang som kan detekteres ved den typen pollenanalyser som har vært gjort. Svedjedyrking eller busktrede, to dyrkningsformer jeg vil komme inn på senere, trenger eksempelvis ikke resultere i mer enn et svakt kulturinntrykk. En slik dyrking kan ha hatt bare 2-3 års varighet, noe som vil resultere i en så tynn sedimentasjonssekvens at det kanskje ikke vil la seg gjøre å påvise aktiviteten i det hele tatt. Forståelsen av hvordan ulike

fortidige jordbruksformer kan spores ved hjelp av pollenanalyse er fortsatt meget begrenset og bør definitivt brukes i kombinasjon med andre metoder. I studiet av marginalt jordbruk, for eksempel små åkerlapper i dagens skogsområder, har det vært gjort flere undersøkelser i Sverige som viser at systematisk prøvetaking av skogens humusdekke kan gi nyttig informasjon hvor også svedjemark lar seg identifisere (Segerström 1995:45). Det vil være nyttig å gjøre slike undersøkelser i kombinasjon med øvrig arkeologisk metode om man skal kunne behandle ulike jordbrukstyper med et bedre detaljnivå.

Det pollenanalytiske materialet opererer på langt sikrere grunn fra tidlig metalltid/eldre jernalder og fremover. I forbindelse med ”-stadirprosjektet”, en undersøkelse som studerte 20 gårder med navnenndelsen –”stadir”, fra Troms i nord til Nordtrøndelag i sør, ble en lang rekke pollensøyler uttatt i relasjon til gårdsbebyggelse (Vorren et al. 1990). Flere av resultatene fra disse pollenundersøkelsene kan jamføres med tidligere bilder pollenanalyser har dannet: En ser en ”landnåmshorisont” med sterk kulturpåvirkning mellom 2000-2500 BP (førromersk jernalder) og en påfølgende ødeperiode rundt Kr. f. (Johansen 1990:3, 15-16). Problemet med dette er at det fremdeles ikke foreligger nevneverdig arkeologisk materiale som kan bekrefte denne jordbruksekspanjonen, verken sikre hustufter eller graver. Mitt materiale kan ha betydelig interesse i denne sammenhengen.

Jordbruket i Nord-Norge utforskes fortsatt ut ifra et paleobotanisk utgangspunkt, men arkeologien er ikke i like stor grad deltagende som den var på 80-tallet. I en nyere analyse av to jernaldergårder på Kvaløya i Troms ses det indikasjoner for korndyrking mellom 3100 og 2550 Kal. BP for en av lokalitetene (Brensholmen), mens den andre gården (Austein) viser bosetning fra 2250 Kal. BP men ingen indikasjoner på dyrkning før 600 år etter at gården ser ut til å ha blitt etablert (Vorren 2005). Dette studiet indikerte også at bygg ble dyrket ved begge lokalitetene fra 1700-1600 Kal. BP. I forbindelse med gården Greipstad, også på Kvaløya i Troms, har det vært gjort forsøk på å belyse gårdens drifts- og bosetningshistorie basert på en kombinasjon av pollenanalyse, fjernbildeanalyse, georadar- og magnetometerundersøkelser (Vorren 2002). Resultatene ble tatt til inntekt for at gården kunne representere et regionalt senter mellom 350-900 e.Kr., men det understrekes at mangelen på arkeologisk utgravningsmateriale begrenser muligheten til å dra konklusjoner (Vorren 2002:163).

En nyere jordbruksrelatert analyse fra Lofoten, hvor fossil dyrket mark har vært et direkte studieobjekt, er det eneste moderne eksemplet av sitt slag fra Nord-Norge (Simpson et al. 1998). Her har fortrinnsvis jordmikromorfologi, pollenanalyse og punktundersøkelser med jordsonde vært kombinert med fjernbildeanalyse i studiet av gårdene Ørsnes på Austvågøy og Hov på Gimsøy. Det ble påvist levninger etter dyrket mark fra 700 e.Kr. for begge lokalitetene. De mikromorfologiske analysene viste at matjordslagene var gjødslet med torv, aske, fiske- og dyreavfall. Det fremholdes at økt tykkelse i matjordslagene i nedkanten av hellende områder kan assosieres med beviste forsøk på å øke erosjonen i helningsretningen for å forbedre dyrkningsforholdene. Forfatterne mener denne typen undersøkelser har et klart potensial for å øke forståelsen av de tidligere jordbruksperiodene (Simpson et al. 1998:1197).

Johansen (1990:24) påpeker at den sannsynlige innfallsporten til å danne seg et bilde av de fysiske sporene som kan tilknyttes jernaldergårder, vil være å undersøke velbevarte ødegårder. En del av årsaken til at så lite materiale fra eldre jernalder er kjent i Nord-Norge, er uten tvil at disse har vært belagt der hvor historisk kjente gårder ligger i dag. Et annet aspekt er at eldre jernaldershus ikke trenger å være synlige fra markoverflaten, men ofte må påvises ved hjelp av flateavdekking for å kunne dokumenteres. Dette ser man et klart eksempel på i forbindelse med Skålbunesprosjektet, hvor både husindikasjonene (stolpehull og nedgravde ildsted) fra førromersk jernalder og folkevandringstid først ble synlige mot bunnen av kulturlagene, ikke engang rydningsrøysene var synlige før etter flateavdekning. Den eneste parallellen til dette i Nord-Norge, er utgravningene ved Flakstad prestegård i Lofoten på 1980-tallet (denne undersøkelsen er også nevnt i kapittel 2 da det ble utført undersøkelser med fosfatanalyse). Her ble det påvist en svært kaotisk og omrotet stratigrafi, lik den man opplevde på Skålbunes, hvor både stolpehull, ildsted, veggrøfter og svake ardspor dukket opp etter flateavdekning. Et ildsted her ble datert til  $2110 \pm 80$  B.P., og peker i retning av at også denne lokaliteten kan representere aktivitet i førromersk jernalder. Det ble i tillegg funnet indikasjoner for ulike faser av arding/pløying ved hjelp av ulike redskaper, noe som så langt er ytterst sjeldent i Nord-Norge (Sandmo 1985:84, 86-87). Andre fossile jordbruksspor som åkerreiner, rydningsrøys og steingjerder er ikke like vanlige i det nordnorske materialet som i det sørnorske. Slike spor har blitt påvist i forbindelse med enkelte ødegårder, blant

annet ardspon ved gårdene Tilrem i Brønnøy kommune og Moland på Vestvågøy (Johansen 1990:24, 1982, Binns 1993).

Nyere nordnorsk arkeologi har diskutert jordbruksoppkomsten i Nord-Norge i forhold til etnisitet og samhandlingsteori. I henhold til Bjørnar Olsen (1988:430) kan jordbrukskulturens etablering ha vært et resultat av konformitetssøkende strategi hos jakt- og fangstbefolkningen. Dette innebærer at deler av jordbrukskulturen blir adoptert symbolsk for å kommunisere konformitet eller solidaritet med sørlige handelspartnere, jordbruk som "kulturell staffasje". Den arkeologiske empirien som nærer denne typen ideer, vil kunne kategoriseres som relativt tvetydig. Risvikkeramikk i nordnorsk kontekst tenkes eksempelvis å være en etnisk markør for norrøn bosetning og likhetsforhold med sørlige bronsealdersamfunn, i motsetning til Kjelmøykeramikk som forstås som markør for Finnmarks kystbefolkning og kontakt østover (Jørgensen og Olsen 1988: 77-79). Materialets tale er på ingen måte entydig i forhold til en slik hypotese, og faren for å miste variasjoner og nyanser i oppfatningen av forhistorien kan være betydelig (Andreassen 2002:121).

## **Jordbrukstypologi**

Den nordnorske arkeologien har altså primært vært innrettet i forhold til studier av gårdsanlegg hvor økonomiske og organisatoriske aspekter utgjør de viktigste hypotesene. I tillegg har pollenanalysen vært benyttet til å antyde når jordbruk og husdyrhold oppstår, men arkeologien har så langt ikke kunnet berøre det praktiske jordbruket i større detalj. Lenger sør i landet har det vært gjort flere forsøk på å belyse jordbruket ut ifra detaljstudier av fossile jordbruksindikatorer og fossil åkermark. Det har i forbindelse med dette også vært diskutert hvilke ulike former for jordbruk som har kunnet eksistere, og jeg vil i det følgende forsøke å presentere hvilke jordbrukstyper som kan diskuteres ut ifra en arkeologisk kontekst.

### ***Svedjebruk***

Svedjebruk er et kjent begrep innenfor norsk arkeologi og har tradisjonelt sett vært foreslått som den tidligste formen for jordbrukstilpasning. Dette bygger i stor grad på en evolusjonstisk tankegang hvor svedjing anses som den mest primitive dyrkningsmetoden på utviklingsstigen. Detaljkunnskapen rundt svedjing innenfor nordisk arkeologi hentes ofte fra historiske eksempler, spesielt fra Finland, hvor

svedjedyrkning hadde en viss betydning helt opp til de første tiårene av 1900-tallet (Orrman 1995:96.) I norsk kontekst har de såkalte "svedjefinnene" fra Finnskogen (mellom Solør og Värmland) vært interessant. Dette nomadefolket dyrket både poteter, neper, bygg, rug og havre på nedbrent granskogsmark (Tvensberg 1985:57, 60-61, 1995).

I korte trekk går svedjedyrkning ut på å rydde avgrensede skogsområder ved å hugge ned/avbarke skog og/eller buskvekst til tørking; deretter brennes vegetasjonen og det sås korn i asken. Området vil kunne dyrkes i 2-3 år før det forlates og gror igjen. Denne driftsformen egner seg spesielt i forbindelse med sterkt utvaskede og næringsfattige jordsmonn hvor det meste av næringsstoffene er bundet opp i bunnvegetasjon, planter og humus. Brenningen av den naturlige vegetasjonen frigjør disse næringsstoffene (blant annet fosfor og kalium) effektivt og gjør jorden svært næringsrik og velegnet til dyrkning i en begrenset periode. Lett løselige næringsstoffer som nitrogen, vil derimot raskt opptas av naturlige vekster og utvaskes. Plantingen må derfor skje så fort som mulig etter nedbrenning for at avlingen skal bli vellykket (Engelmark 1995).

Svedjedyrkning er langt ifra et utdiskutert emne, og det eksisterer en tidvis forvirrende og lite enhetlig litteratur på emnet (se f. eks. Larsson 1995). Det kan ofte være problematisk hva som faktisk benevnes svedjedrift innenfor en arkeologisk og historisk kontekst. Skillet mellom svedjedyrkning og rydningsbrenning kan være problematisk, og det er nødvendig å være oppmerksom på hvor likeartet disse fenomenene kan opptre i et arkeologisk materiale. Det vil eksempelvis være svært vanskelig å tolke et kullag i en stratigrafisk kontekst til enten svedjedyrkning eller rydningsbrenning, begge aktivitetene vil kunne avsette liknende kullsjikt. Å skille naturlig skogbrann fra svedjing kan i tillegg være utfordrende. Ved å vurdere grad av menneskelig aktivitet og menneskepåført erosjon i et område, tresort som har vært brent, vegetasjonshistorikk (pollen og makrofossilanalyse), og områdets generelle egnethet som jordbruksmark, vil det allikevel i mange tilfeller la seg gjøre å sannsynliggjøre eventuell svedjedrift fremfor skogbrann (Lindman 1995:59-60). I naturlig fuktig og fruktbar løvskog forekommer omtrent heller ikke skogbranner, dette har ikke bare med at trærne har større fuktinnhold å gjøre, også løvskogens undervegetasjon inneholder langt mer vann, og er mindre antennelig enn den tørre



skogbunnen i granskog (Granström 1995:19-21). Roger Engelmark (1995:30) fremholder at mens svedjing kan være en effektiv dyrkningsform på næringsfattig jordsmonn (f.eks. barskogbevokst podsoljord), bør tegn på svedjing i forbindelse med næringsrike brunjordsmonn, ikke betraktes som annet enn rydningsbrenning. Dette er fordi det meste av næring befinner seg i de øvre jordhorisontene i denne typen jord.

Fra historisk tid er det spesielt rug som tilknyttes svedjedyrkning og kulturarten ”svedjerug” kan kanskje særskilt tilknyttes jordbrukstypen (Tvensberg 1995). Engelmark (1995) og Segerström (1995) benytter også rugens lave representasjonsgrad innenfor pollen- og makrobotaniske undersøkelser, til å bestride svedjebruk som dyrkningsform i tiden før yngre jernalder i Sverige. De fremholder at det er bygg som har vært viktig og at dyrkingen har vært gjort på permanente gjødslete åkre. Lindman (1995) har på den andre siden dokumentert og tolket flere kullag til å kunne representere svedjedrift i løvskog i denne perioden. Det eksisterer også flere norske eksempler på dette, noe jeg vil vende tilbake til senere.

### ***Busktrade***

Ingunn Holm (1995:133-135) har sannsynliggjort denne dyrkningsformen i sin behandling av røysfeltene i Vardal. En av grunnene til at bustrede kan tolkes som sannsynlig for de store rydningsrøyområdene ved denne lokaliteten, er at dyrkningsformen i større grad innebærer gjenbruk av åkerområder enn svedjedrift, og at en da i større grad kan vente å finne ryddet mark og fossile jordbruksspor som nettopp rydningsrøyser. Holm benytter flere analogier fra historisk tid for å utdype hva en slik jordbruksform har medført, disse er hentet fra Mellomeuropa (Tyskland og Frankrike) hvor busktrade har vært i bruk i fjellområder helt opp til det forrige århundre. Det følgende framlegget er i stor grad basert på Holms beskrivelser (1995:133-135).

Busktrade er en dyrkningsform hvor nedbrenning av krattskog og dyrkning gjøres periodevis. Først brennes et aktuelt dyrkningsområde til grunnen og dyrkes i en periode på 2-3 år. Deretter legges åkeren i hvile i 15-20 år mens tett krattskog vokser fram. Man returnerer så til området og brenner ned denne krattskogen, hvorpå det kan sås korn og dyrkes i asken i to til tre år. Stubbene av løvskog spiller en viktig rolle,

da det svært raskt vokser ut skudd fra disse. Ved å avpasse varmen slik at man fikk en ”mild” brann var det mulig å unngå å drepe stubbene, slik at veksten raskt kunne regenereres (Segeström 1995). Fra historiske paralleller i Tyskland vet man at jorda har vært hakket opp samtidig med at krattskogen har blitt felt, tørkeperioden har vart i noen uker. Dyrkningsformen vil kreve store områder, og med en omløpstid på 15-20 år vil hver bonde trenge flere åkerlapper. Dyrkningsarealene kan ha ulike funksjoner i hviletiden (trede), hvor en periode med slåttedrift etterfulgt av en periode som beiteområde, kan eksistere mellom hviletiden og dyrkningsperioden.

En interessant distinksjon mellom svedjebruk og busktrede er at sistnevnte historisk sett har vært gjort og egner seg bedre i tilknytning til løvskog enn barskog. Holm (1995:134) fremholder hvordan et næringsrikt humussjikt likt det man finner i relasjon med brunjordsmonn og løvskog kan være mindre sårbart for brenning enn et tynt råhumussjikt i en barskog. På grunn av at brenning av løvkratt gir mindre aske enn brenning av moden skog, vil også jorden måtte bearbeides i større grad enn i forbindelse med svedjedrift, og dette kan gjøre det sannsynlig at man har prioritert å rydde mark for busktrededrift.

Allikevel vil busktrede som dyrkningsform sette få spor etter seg i form av fossile dyrkningsspor. I et pollendiagram vil det kunne se ut som om det aktuelle området har vært skogkledd, og det øvrige kulturinntrykket kan være vagt. Göransson (1995:86-87) mener å kunne se flere ulike typer av branndyrkning gjennom et studie av flere pollenundersøkelser i Östergötlandområdet, dette tolkes i stor grad gjennom å se på mengden av trekullstøv og variasjoner i treartsrepresentasjon, samt gjennom å kombinere pollenanalyser på lokalt (dødishull) og regionalt (større myrer) plan. Hypotesen inkluderer blant annet svedjedrift i løvskog i Tidlignolittisk tid, men det foreslås også at busktrede (”skottskogbruk med vandrande åkrar”) har vært dominerende fra yngre bronsealder til romersk jernalder (Göransson 1995:87). Ut ifra denne ideen har svedjedrift i løvskog og busktrede, vært forløpere til den ”ordentlige” svedjedriften i barskog hvor rug har vært dyrket, dette dukker først opp i pollendiagram rundt førromersk jernalder.

### ***Permanent jordbruk***

Det jordbruket som foregår i dag består primært av permanent drift, og fungerer gjennom at åkermarken bearbeides og gjødsles slik at fruktbarheten holdes oppe og samme åkerområde kan benyttes gjennom flere generasjoner. Gjødsling er som tidligere presentert, et av aspektene ved fortidig jordbruksdrift fosfatanalysen kan belyse, og derfor muligens dokumentere. (Linderholm og Engelmark 1996).

### ***Fossile dyrkningsspor og ulike typer jordbruk***

Terminologien som benyttes til å beskrive fossile dyrkningsspor er i stor grad hentet fra svensk kulturgeografi, og kan defineres som "levninger etter jordbruk som i dag har mistet sin funksjon" (Gren 1991 sitert i Holm 1995:17). Dette dreier seg i hovedsak om strukturer som er synlige på markoverflaten, og kan eksempelvis være åkerreiner, steinstrenger og rydningsrøyser. Gjennom å fokusere på denne typen spor fremfor utelukkende tunområder og huskonstruksjoner har det også innenfor arkeologien vært mulig å danne seg et vist inntrykk av ulike jordbrukstyper.

Åkerreiner oppstår som opphopninger av jord i nedkanten av åkre som er belagt i hellende terreng, og skapes ved at jordmasse beveger seg fra øverst til nederst i åkeren. I tillegg vil det kunne oppstå et såkalt åkerhakk i toppen av åkrene som resultat av denne masseforflytningen. Dette fenomenet har blant annet vært studert i forhold til fjellgården Lee på Vestlandet (Valvik 1998). Undersøkelsene på Lee var ett ledd i det tverrvitenskapelige prosjektet "Den tradisjonelle vestlandsgården som kulturbiologisk system", hvor ytterligere tre gårder ble undersøkt (Julshamn et al. 2002). Det nyskapende ved dette prosjektet var at driftsmessige forhold i jordbruket ble undersøkt i forhold til et langtidsperspektiv, mens den tradisjonelle tilnærmingen med fokus på hustuffer og tun ikke ble benyttet. Innenfor dette prosjektet ble den samme metoden anvendt for samtlige gårder (Havrå, Grinde, Lee og Ormelid), dette innebar feltmetodisk sett punktundersøkelser med sjakting av jordbrukselementer supplert av pollen- og makrofossilanalyse. Det ble påvist kullholdige (løvskog) rydningslag ved alle gårdene, med unntak av Havrå hvor trekullinnslagene var mer spredt (Julshamn et al. 2002:39). På Lee kunne flere faser med dyrkning ses ved å grave profilsjakter på strategiske steder tilknyttet fossile dyrkningsspor. Sjakting av en åkerrein i forbindelse med "storåkeren" viste eksempelvis 20 ulike stratigrafiske lag fordelt på tre meters dybde, flere lag relateres til ulike jordbruksfaser, hvor det nederste tolkes som et

brannrydningslag og  $^{14}\text{C}$ -dateres til senneolittikum. Dette laget kan representere beiterydning, mens det også ses et interessant mønster i flere overliggende kullsvarte jordlag, disse kan tolkes i retning av svedjebruk og busktrede. Gjennom å vurdere de ulike jordlagenes komposisjon og grad av bearbeiding, er det ved denne typen detaljstudier mulig å danne seg et bilde av ulike driftsformer og forløpet for den generelle jordbruksutviklingen. Jordlagene det dreier seg om er helt svarte med en tykkelse på 5-10cm mens det ligger flere lag av tilsvarende tykkelse tolket som brakkleggingsfaser mellom disse (Valvik 1998:55, figur V, 56-57). Valvik tolker de tidligste fasene på Lee til å ha bestått av et ekstensivt jordbruk med svedjing og busktrede; trekullagene representere ulike faser av denne driftsformen (Valvik 1998:131).

Eldre dyrkningslag er påvist og behandlet i forbindelse med flere arkeologiske prosjekt på Vestlandet, også i forbindelse med områder hvor moderne jordbruk finner sted. Jordlagene oppfattes generelt som mørke og meget trekullholdige, og forutsetningen for at de skal kunne finnes, er faktorer som tilstrekkelig profildybde, helningsvinkel og tilstedeværelsen av åkerreiner (Diinhoff 1999:17-18). I forbindelse med det tidligere nevnte Vereideprosjektet, ble det påvist flere dyrkningsflater beliggende på lett drenert sandholdig grunn; disse ble avdekt som store sammenhengende trekullhorisonter (Diinhoff 1997a:119). Også her gis det tolkninger i retning av at busktrede avløser ekstensiv svedjedrift og kommer inn som dyrkningsform i løpet av bronseladere (Diinhoff 1997a:131). Rydningsrøyser kan også være kilde til informasjon rundt ulike typer jordbruk, og har som tidligere nevnt, blitt satt i sammenheng med busktrede i forbindelse med Ingunn Holms undersøkelser i Vardal (Holm 1995).

## **Konklusjon**

Nordnorsk arkeologi har vært innrettet på studier av boplasser, huskonstruksjoner og tidfesting av jordbrukets etablering som ervervsform, men har i forsvinnende liten grad behandlet jordbrukets praktiske karakter. Jeg har presentert ulike dyrkningsformer som kan være aktuelle også innenfor Nord-Norges grenser, og har pekt på norske arkeologiske eksempler hvor ulike typer jordbruk menes påvist. Et generelt trekk ved dette, er at det fremstår som strengt nødvendig å bevege seg utenfor grensene for en konvensjonell jernaldergårdsutgravning dersom en ønsker å

belyse dykningsmetoder på en ny måte. Ideen om at moderne jordbruksmark, belagt på samme sted som fortidig jordbruksmark, forhindrer fossile jordbruksspor fra å eksistere, er klart feil. Potensialet for å få til nye innfallsvinkler til det nordnorske jernaldermaterialet fremstår derfor som udiskutabelt stor, både når det kommer til å utvide fokuset i utgravningssituasjoner, og ved å undersøke historisk kjente gårder i forhold til et langtidsperspektiv for dyrkning.



## Metode og datagrunnlag

Materialet som inngår i dette prosjektet, er innsamlet under et eget feltarbeid høsten 2006. I tillegg til dette kommer en mindre mengde materiale innsamlet i to perioder under Tromsø Museums utgravninger sommeren og høsten 2007. Andre kilder brukt i de endelige tolkningene, vil også presenteres i dette kapitlet. Jeg vil vise hvordan det lokale jordmonnet var sammensatt og hvilke resultater pollenanalysen, som ble utført i regi av prosjektet, ga. Deretter vil det redegjøres for utførelse og planlegging av feltarbeidet samt hvordan laboratorieanalysene av jordprøvene har vært gjort. Avslutningsvis vil det gis en kort presentasjon for hvordan GIS<sup>2</sup> har vært anvendt, og hvordan den statistiske tallbehandlingen er gjennomført.

### Landskap og vegetasjon

Skålbunes ligger som tidligere nevnt, helt sør på Tverlandshalvøya i Bodø kommune (se kart s. 36). Topografien i området er preget av småkupert terreng med skogsbevokste åsrygger. Spredte jordbruksletter befinner seg langs kystlinjen hvor bebyggelsen er konsentrert. Området ligger i skjæringspunktet mellom indre og ytre Saltenfjorden. Den indre delen er lunere og mindre utsatt for vær og vind enn den mer eksponerte yttersiden. Skålbunes ligger rett sør for den lille Godøystraumen hvor den indre og ytre landskapsregionen møtes. Sør for Skålbunes i retning av Saltstraumen dominerer de enorme Børvasstindan synsfeltet. Disse alpine fjellene med en høyde på over 1100 meter, med sine spisse tinder og egger, danner en spesiell kontrast til det øvrige rolige landskapet (Gjelle et al. 1995:54).

Tverlandet ligger innenfor en sørboreal vegetasjonssone som dekker deler av Bodøregionen (Moen 1998:96, 98). Den sørboreale vegetasjonstypen karakteriseres av dominerende barskog med store bestander av oreskog, høymyr og tilstedeværelse av edelløvskog og tørrengvegetasjon (Moen 1998:94). Den høye sommertemperaturen i deler av Bodøområdet er årsaken til at en sørboreal vegetasjonssone er fremtredende, vekstene som kjennetegner denne vegetasjonstypen består av arter med spesielle temperaturkrav. Nord for Mo i Rana er Bodøområdet det eneste stedet denne

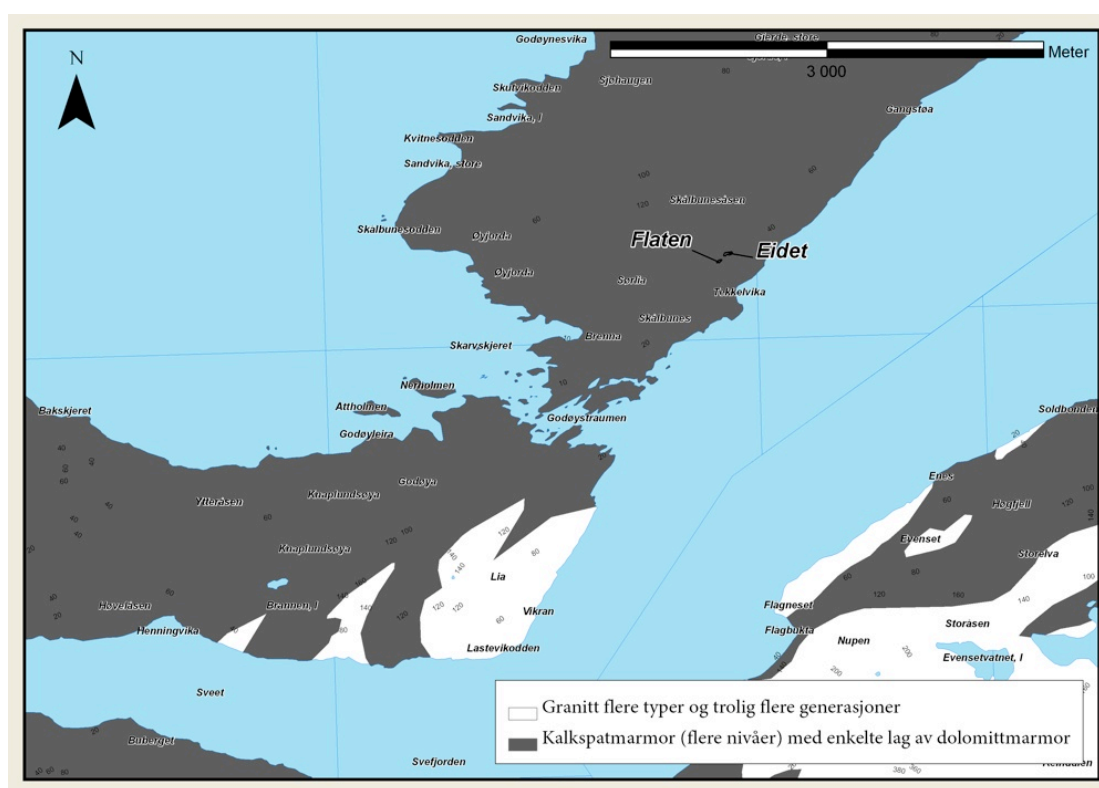
---

<sup>2</sup> Geografisk informasjonssystem

vegetasjonssonen er fremtredende, det er primært mellomboreale, nordboreale og alpine soner man ellers finner i landsdelen (Moen 1998:94-95).

Skålbunesåsen ble benyttet som granplantefelt fra rundt 1935-37 og utvidet periodevis over flere år (pers. komm. lokale informanter<sup>3</sup>). Dagens vegetasjon og bunnvegetasjon er derfor preget av dette, mens den opprinnelige vegetasjonen fortsatt ses rundt plantefeltet. Denne vegetasjonen består av blandet løvskogsvekst med en rik bunnvegetasjon.

### Berggrunn og jordforhold ved Skålbunes



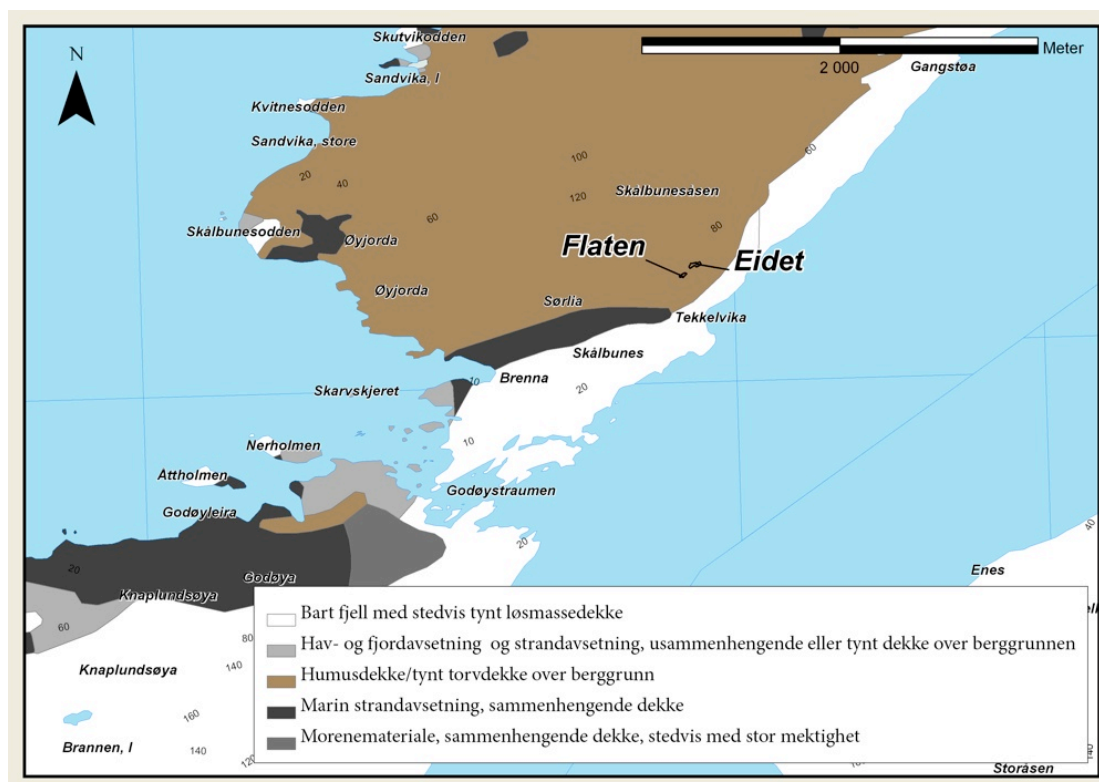
Figur 5. Berggrunn ved Skålbunes (Kilde: NGUs database over berggrunnen i Norge, [www.ngu.no](http://www.ngu.no))

Berggrunnen i området består i all hovedsak av kalkspat- og dolomittholdig (magnesiumkalk) marmor (Figur 5) Den sterkt kalkholdige berggrunnen medfører at lokaliteten har et stort mangfold av varmekjære og kalkelskende vekster (Tveraabak 2008). Undersøkelsesområdet ligger litt ovenfor strandsonen i eldre steinalder (mellom 40 og 50 m.o.h.), og jordartsforholdene varierer fra marin strandavsetning

<sup>3</sup> Samtale med Per Johan Skaalbunes den 30.06.2007



nedentil strandkanten til et tynt humusdekke/torvdekke over berggrunnen hvor lokaliteten ligger (Figur 6). Området som har vært undersøkt, består i all hovedsak av jordsmonn med lite sortert morene som opphavsmateriale, dette er ikke markert inn på Figur 6 fordi det ikke fanges opp innenfor oppløsningen på kildedataen (punktundersøkelser). Jordsmonnet er generelt meget tynt. Dagens strandlinje hvor bebyggelsen ligger, består av bart fjell med stedvis tynt løsmassedekke.



**Figur 6. Løsmasser ved Skålbunes (Kilde: NGUs database over løsmassegeologi, [www.ngu.no](http://www.ngu.no))**

Jordsmonnet på lokaliteten består primært av brunjord. Brunjordsmonn har bare moderate utvaskingsforhold i forhold til podsol, og forvitringen er som regel mindre med utydelig horisontdannelse. Jordprofilen består av et overliggende tynt moldlag som går jevnt over til et brunfarget sjikt med en tilsvarende jevn overgang til opphavsmaterialet (undergrunnen) (Låg 1975:229). Brunjorda forekommer oftest på mer finkornede jordarter enn podsol, og oppstår som oftest i områder der det er eller har vært varmekjære løvskoger. Vegetasjonen er som regel artsrik, frodig, og består i hovedsak av løvtrær med en undervegetasjon av gressarter og andre urteaktige planter. Jordsmonntypen oppstår spesielt i områder med hellende terreng, med gunstig bergartsmateriale (kalkrikt), og i liten høyde over havet. Innholdet av plantenæringsstoffer er høyere enn i podsol, og brytes raskere ned på grunn av større

mengder jordorganismer. Generelt har brunjord svakt sur pH, men både basemetning og pH øker med dypet (Etter Skøien 2003:48-49). Brunjordsmonnet som sprer seg over størstedelen av undersøkelsesområdet, og morenejorden som ligger under, står i skarp kontrast til det jordsmonnet som har blitt tolket som dyrkningslag.

## **Pollenanalyse**

Det ble totalt hentet ut en stor mengde materiale for pollen- og makrofossilanalyse under utgravningene ved Skålbunes. Dette inkluderte blant annet alle stolpehull, røyskonstruksjonene på Flaten, samt rydningsrøysen ovenfor jordbruksområdet på Eidet. En vanlig problemstilling innenfor forvaltningsarkeologien er økonomi. Dette har også vært meget styrende for Skålbunesprosjektet. Ingen av de strukturspesifikke prøvene tatt i forbindelse med utgravningen, har kunnet bli analysert på grunn av økonomiske begrensninger.

Sommeren 2007 ble det, i regi av paleobotanikeren Unn Tveraabak, tatt ut tre pollensøyler i relasjon til Eidet og Flaten, med formål å utarbeide en pollensekvens for områdets vegetasjonshistorikk. Bare en av disse pollensøylene har blitt analysert. Denne prøvesekvensen ble tatt ut i et lite myrsøkk nedenfor jordbruksområdet, øst for Eidet, og avspeiler en meget lokal grad av vegetasjonsutvikling og aktivitet. Både prøvetaking, analyse og tolkning er utført av Tveraabak (2008).

Det fremste forbeholdet med denne pollenanalysen, er mangel på <sup>14</sup>C-dateringer. Heller ikke glødetapsanalyser har blitt utført, og det er derfor vanskelig å vurdere en viktig faktor som sedimentasjonshastighet. Den analyserte prøvesøylen hadde en dybde på 71 cm hvor det totalt ble preparert 16 prøver etter standard acetolyse (mineralsk materiale ble ikke oppløst ved bruk av sterk syre). De øverste 53 cm av prøven bestod av brunsvart godt omdannet humus, mens de nederste 18 cm var sammensatt av sand og stein med lite organisk materiale. I tillegg til sporer og pollen ble det også talt antall trekullpartikler større enn 15 µm.

Resultatene (Figur 7) vitner om tre perioder (soner på diagrammet) med menneskelig aktivitet innenfor en avstand som har kunnet avspeile seg i myrsøkket. Den eldste

(dypeste) sonen inneholder flest spektra og kan ha vart lengst. Periodens start markeres ved en klar nedgang i bjørkepollen. Ingen typiske jordbruksindikatorer fremtrer, men det er tegn på åpent landskap og aktivitet i området. Det er først og fremst større forekomster av gresspollen og betydelige mengder trekull som kan bekrefte menneskelig tilstedeværelse. Den neste perioden (sone 2) markeres ved nedgang i både trekull og gresspollen, mens økte verdier for bjørk, furu og gjengroingsplanten mjødurt, indikerer redusert aktivitet og en reetablering av skogsvegetasjonen. Den siste perioden (sone 3) markeres ved tydelige økninger i trekull og gresspollen mens skogspollen reduseres brått. Innenfor denne sonen ble det også påvist mindre verdier for bygg. Mot slutten av perioden avtar sporene etter menneskelig aktivitet, mens mengden gresspollen og andre arter tilknyttet beiteområder kan antyde at området har vært beitemark.

Resultatene vurderes av Tveraabak (2008) til å kunne antyde en relativ kronologi sett i sammenheng med kunnskap om tidlig gårdsetablering ellers langs kysten av Midt- og Nord-Norge. Ved å vurdere økningen av granpollen i periode 3 i lys av granekspansjonen (vikingtid/tidlig middelalder), vil den mest aktive fasen med flest jordbruksindikatorer kanskje kunne tilknyttes denne tidsperioden. De svake men tydelige innslagene av jordbruksindikatorer kan kanskje avspeile bosetningen på Flaten. Videre kan gjengroingen og aktivitetsreduksjonen i periode 2 kanskje tilknyttes lignende faser i andre pollendiagram for Salten. Et diagram fra Husvatnet på Straumsøya viser en slik gjengroingsperiode som er datert mellom 200 f. Kr. og 200 e. Kr. (Tveraabak 2004).



## **Feltarbeid**

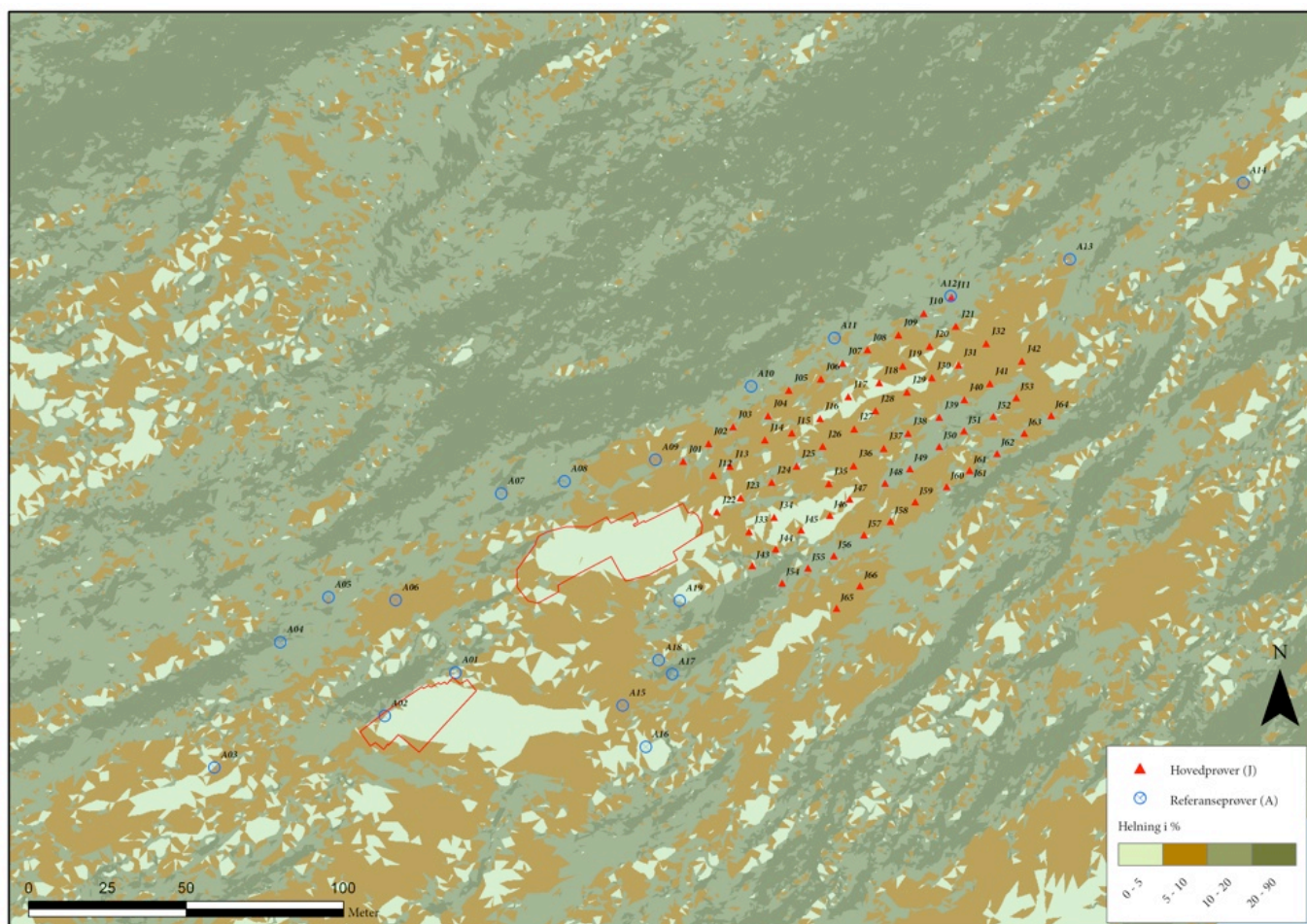
Vurderingen av at jordbruksaktivitet muligens kunne tilknyttes en av bosetningsfasene ved Skålbunes, ble først forårsaket av at flere røyskonstruksjoner (tolket som rydningsrøyser) ble funnet i og utenfor bosetningsfeltet. I tillegg til dette ble det også gjort en rask strategisk undersøkelse med jordsonde rundt utgravningen, hvor jeg fikk inntrykk av at det svakt skrånende feltet øst for det største bosetningsområdet syntes å ha en helt egen jordkomposisjon. Disse forholdene lå til grunn for utarbeidelsen av en detaljert prøvetakingsstrategi i forkant av den første delen av dette prosjektets feltarbeid.

## ***Strategi***

Bakgrunnen for å utarbeide en klar strategi, var å utføre et effektivt og målrettet feltarbeid, samtidig som det skulle være mulig å tilpasse arbeidet etter hvert som man fikk oversikt over ukjente forhold i felt. Det var også viktig å ta høyde for en rekke problemer og svakheter som ofte tilknyttet innsamlingen av prøver til jordkjemisk analyse. Hovedmålsetningen for arbeidet var å dokumentere det antatte jordbruksfeltet ved hjelp av punktsatte jordprøver, og å innsamle en representativ mengde referanseprøver uten tilknytning til jordbruksområdet. Dette blant annet for å berøre det enkelte arkeologer har beskrevet som naturlig fosfatinnhold eller bakgrunnsfosfat (f.eks. Blidmo 1984, Bakkevig 1980). Det var planlagt å dele prøvetakingen opp i flere prøveserier som skulle ha ulik informasjonsverdi. Problemstillingene som ble lagt til grunn forut for prøvetakingen var som følger:

- 1. Det mulige jordbruksarealet øst for utgravd område (sommer 2006) skal kunne avkrefte/bekreftes og vurderes i forhold til utstrekning. Det vil også være ønskelig å ha mulighet til å vurdere spørsmål rundt type jordbruksaktivitet, gjødsling og intensitet/varighet.*
- 2. Strukturene innenfor utgravd område skal belyses, deriblant må mulige tufter undersøkes i forhold til utstrekning. Det er også ønskelig å tilskaffe prøver i relasjon til arealer hvor strukturer er fraværende, mens steinalderfunn er tilstedeværende.*

Da det var viktig å anslå omtrentlig mengde prøver forut for feltarbeidet, ble det utarbeidet et hellingskart for interesseområdet (Figur 8, se s. 71). Det ble ved hjelp av dette kartet mulig å anslå en omtrentlig utstrekning for en mulig åker, forutsatt at



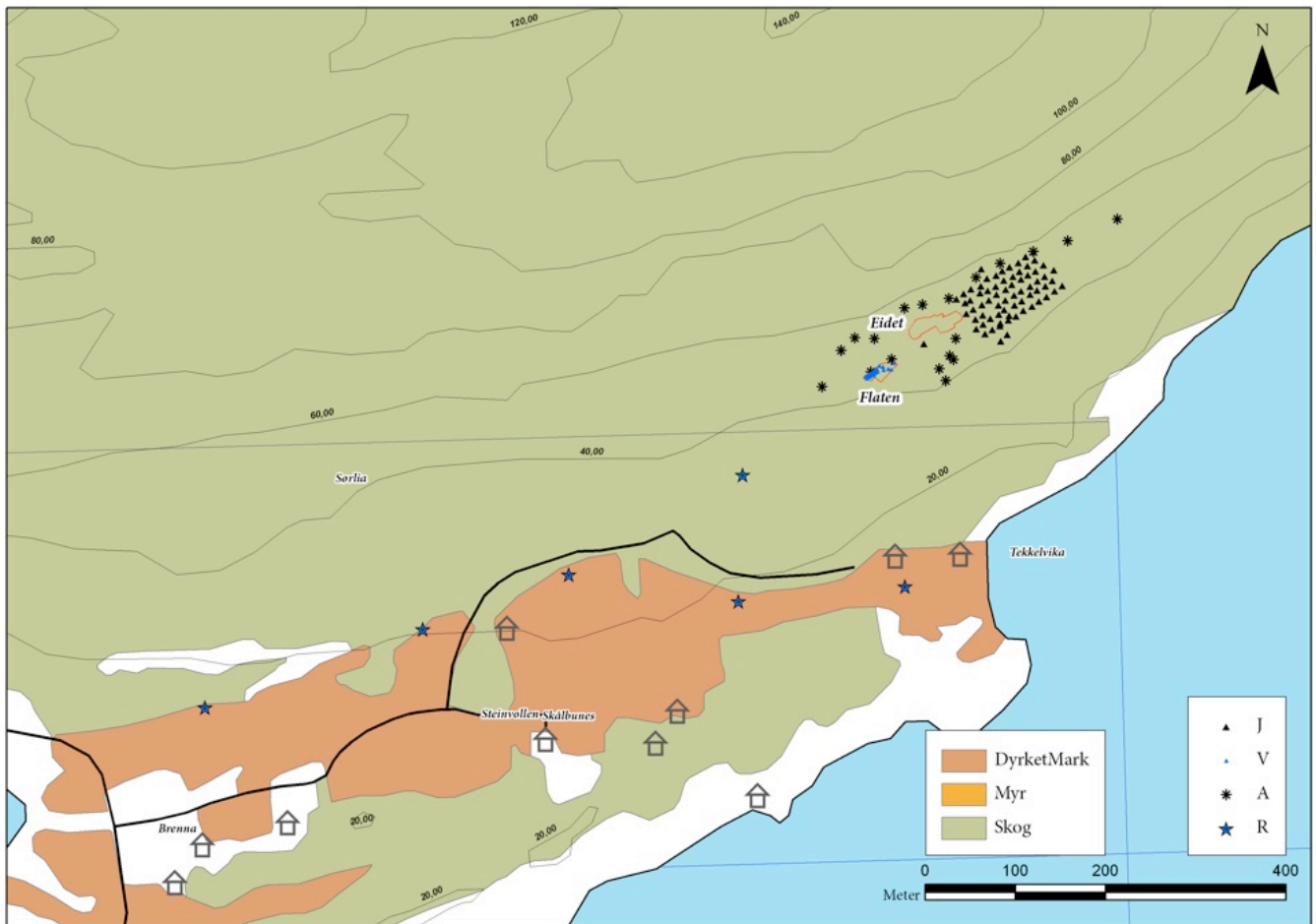
Figur 8. Hellingskart over undersøkelsesområdet. Prøveseriene J og A er avmerket.

den var belagt på et jevnt skrånende terreng. Inntrykket som var dannet under feltarbeidet sommeren 2006, ble da bakgrunn for å tolke åkeren innenfor et område med helning mellom 5 og 10%. Topografien gjorde avgrensningen relativt klar i alle retninger, med en bergvegg i nord, en kraftig skråning i øst, og en skrent i sør. Det var ønskelig å få en så stor representativitet innenfor det eventuelle jordbruksområdet som mulig, samtidig som det skulle være mulig å avgrense åkeren i alle retninger. For å oppnå dette ble en rekognoserende prøvetakingsstrategi bestemt (Blidmo 1984:23-24). Punkt plasseringen ble gjort etter en *isometrisk* eller irregulær grid, da denne matematisk sett dekker 10,5% større areal enn en *kartesisk* eller regulær grid (Sjöberg 1974:449-450). Avstanden mellom de enkelte prøvepunkter ble bestemt til 10 meter. Prøvenes vertikale plassering ble bestemt til å måtte plasseres i henhold til definerte

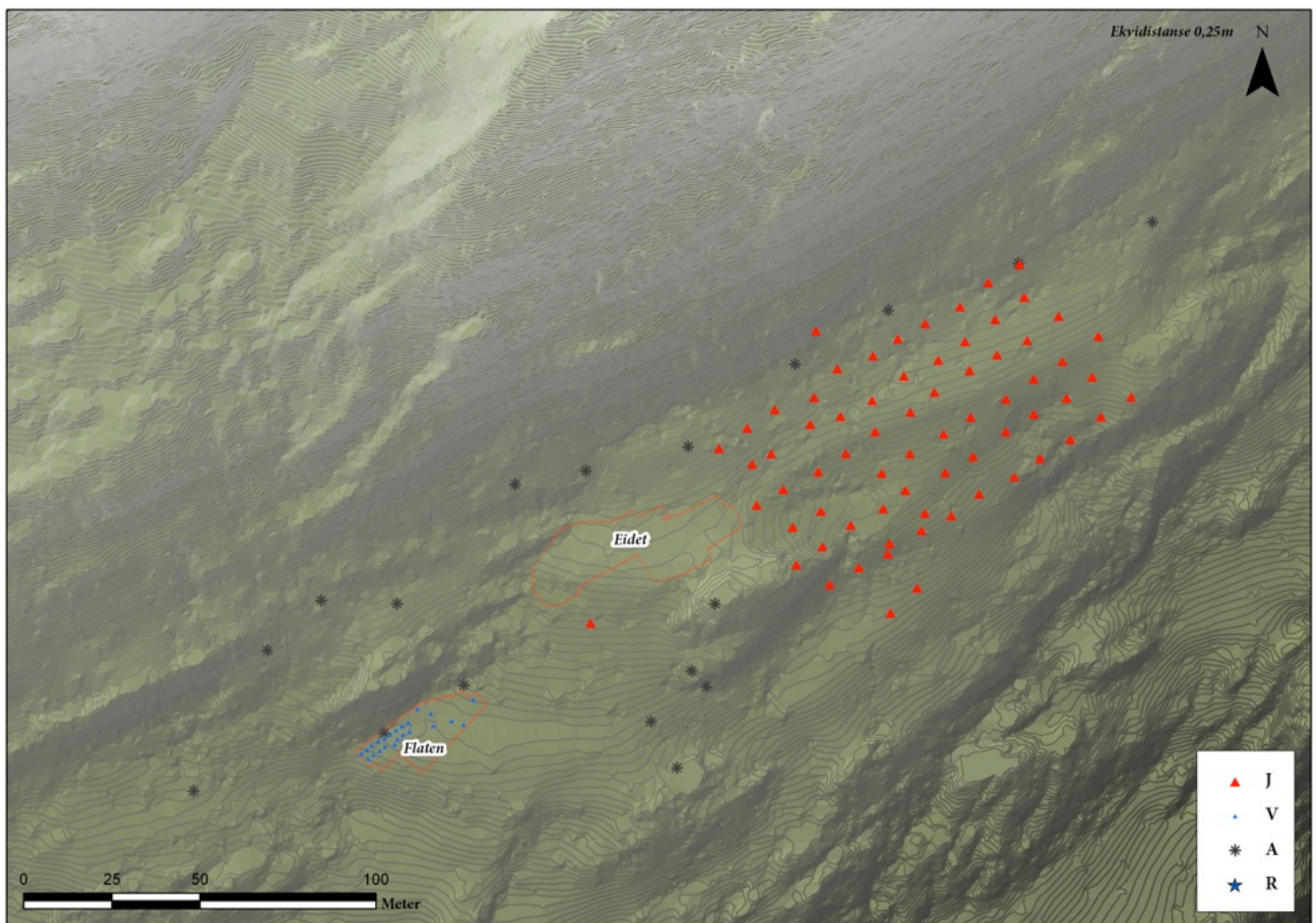
stratigrafiske lag, og en mekanisk plassering skulle av åpenbare grunner unngås. Det ble anslått at rundt 100 prøver ville dekke dette området. Prøvene ble planlagt tatt med jordsonde, og det ble derfor spesiallaget flere sonder i varierende størrelser i forkant av feltarbeidet. Det var kjent at det aktuelle områdets jordkomposisjon inneholdt en stor mengde mindre stein, og at dette kunne føre til problemer ved bruk av jordsonde. For å overkomme dette ble det bestemt at hvert prøvepunkt skulle innmåles med totalstasjon, og at en slik kunne tillate seg å avvike noe fra den forutbestemte prøvegriden. Dette innebar at det skulle være mulig å prøve seg frem i relativ nærhet til den utsatte griden inntil en fikk opp en akseptabel jordprøve. For å dokumentere stratigrafien i definerte jordlag, ble det planlagt å grave et par sjakter for profiltegning samt uttak av makro- og kullprøver. Strategien for uttaking av referanseprøver ble bestemt i felt.

### ***Feltarbeid 2006***

Den første delen av feltarbeidet ble utført fra den 19 til den 25. oktober 2006 med hjelp fra to assistenter (Gøran Stensrud og Tom André Edvardsen). I henhold til strategien gikk vi først i gang med å samle inn hovedprøveserien (serie J) innenfor det mulige jordbruksfeltet. De spesielle jordforholdene som ble lagt merke til under 2006-utgravningen, så ut til å avgrense seg innenfor det antatte jordbruksfeltet. Selve bosetningsområdet, samt deler av arealet utenfor, så i stor grad ut til å bestå av brunjordsprofiler. Åkermarken bestod derimot av et tynt lag torvjord, med et fett og tynt humusrikt mørkt kullholdig lag i underkant. Under dette laget lå det morenejord, noe som innebar at jordprofilen i interesseområdet, var langt tynnere enn den omkringliggende jorden. Denne mørke jordhorisonten fremstod som et mulig dyrkningslag, og det så også ut til at laget ble tykkere jo lengre ned man kom i skråningen. Det ble antatt at dette kunne dreie seg om jorderosjon i tilknytning til dyrking, og dannelsen av en mulig "åkerrein". Følgelig ble jordprøvene forsøkt vertikalplassert innenfor dette tynne dyrkningslaget der det var eksisterende. Denne jordstrukturen vil jeg komme tilbake til senere. Overgangen fra det mulige dyrkningslaget til morenejorden var svært skarp, og det lot seg ikke definere noen "anrikningshorisont". Morenemassen hadde svært lav grad av sortering, og inneholdt varierende mengder sand, grus, stein og noe blokk. Denne massen ble derfor vurdert



Figur 9. Markslag og prøvepunkter



Figur 10. Topografi og prøvepunkter



*Jordbruksfeltet mot Sørøst*

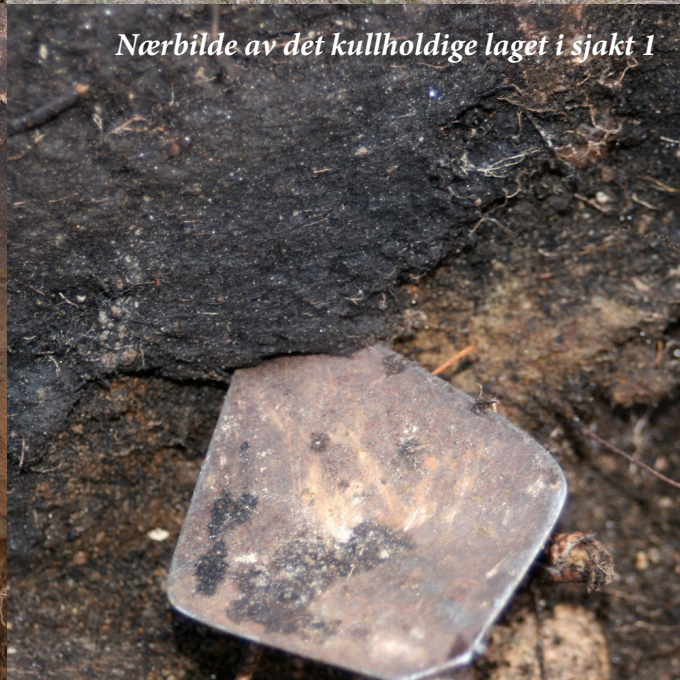


*Jordbruksfeltet mot Vest*



*Jordprofilen i sjakt 2*

*Nærbilde av det kullholdige laget i sjakt 1*



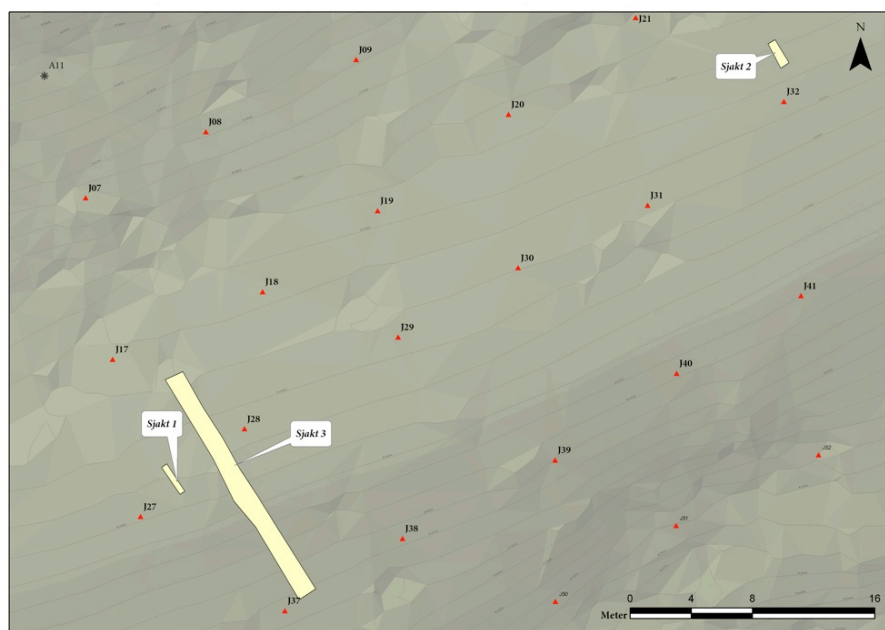
*Moderne rydningsrøys fra 1920-tallet i Tekkelvika, nedenfor Eidet. Prøve R2 ble tatt ca. 40 meter sør for huset som er synlig i bildet.*

*Figur 11. Bilder fra feltarbeidet i 2006 (Foto: Gøran Stensrud)*

som lite egnet til jordkjemisk analyse, hvor også det faktum at den vanskelig lot seg prøveta spilte inn. Fosfatspredningen i vertikal retning var tenkt dokumentert samlet i flere dyp gjennom prøvesjakter, men det ble også tatt en jordprøve hvor prøvemateriale ble tatt samlet for flere mekaniske dyp (J11).

For å kunne beskrive variasjonen fra jordbruksområdet til eventuelle bosetningsområder eller "uberørte" områder, ble det tatt ut to referanseserier med prøver. Den første og største av disse seriene (A) ble strategisk plassert rundt åkerområdet og de to flateavdekte feltene ved lokaliteten (Figur 10 og Figur 9). Her ble det tatt flere prøver i svært bratt terreng der det ble vurdert som lite sannsynlig at det hadde vært menneskelig aktivitet, samt et antall innenfor de dokumenterte bosetningsområdene. Den minste referanseserien (R) ble anlagt nedenfor feltet, i tilknytning til dagens gårdsbosetning ved Skålbunes (Figur 9). Disse prøvene ble forsøkt punktplassert i relasjon til åkermark hvor det på et tidligere tidspunkt hadde vært korndyrking, samt

der hvor det var eller hadde vært beitemark. Disse områdene ble identifisert med hjelp fra Osvald Skålbunes, som har vært gårdbruker på Skålbunes store deler av livet. Innenfor denne serien ble det gjort forsøk på å fange opp jordtyper

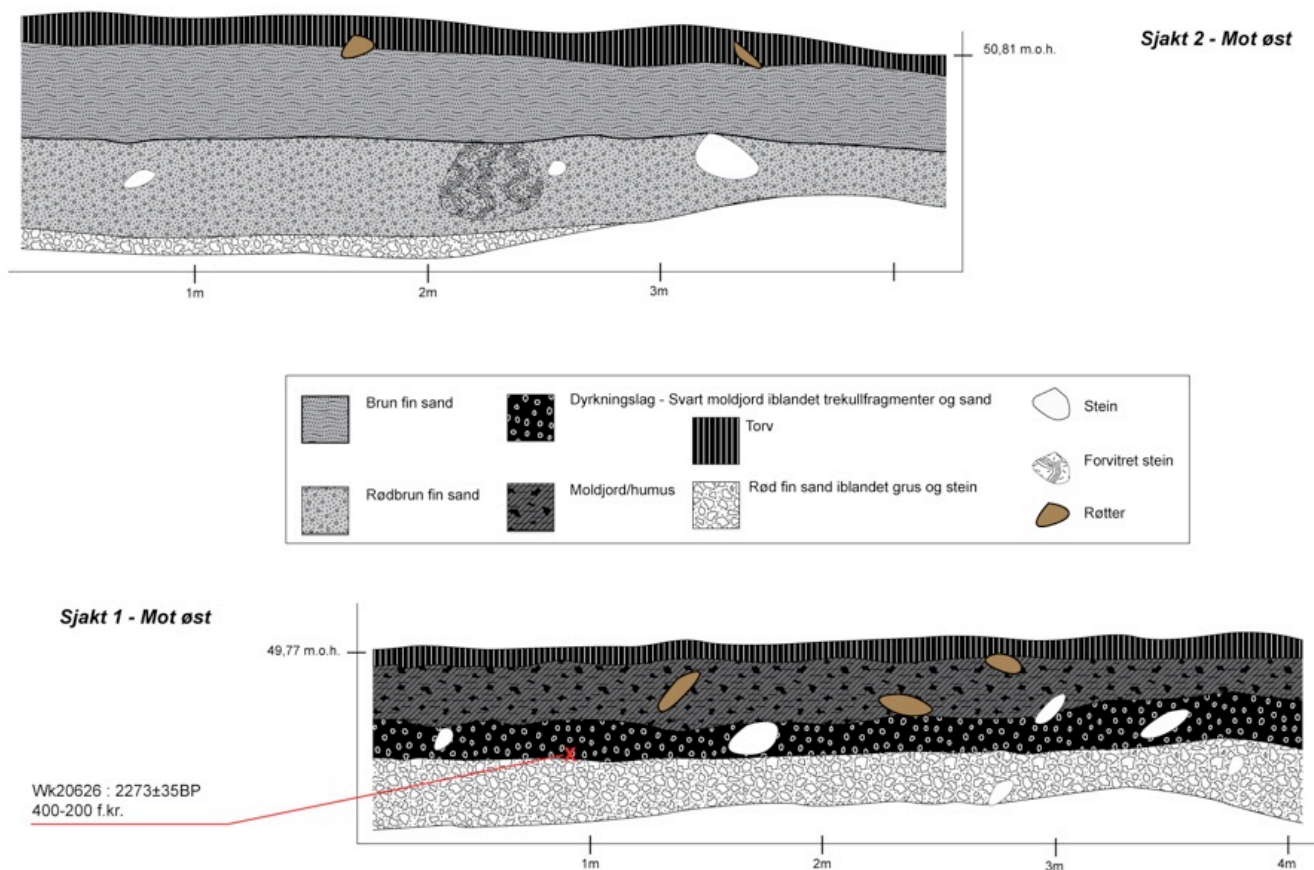


som minnet om det mulige **Figur 12. Oversikt over sjakter**

dyrkningslaget ved den

eldre lokaliteten. Under prøvetakingsarbeidet for alle seriene ble det ført feltjournal, der det for hver prøve ble notert informasjon rundt kontekst og jordsammensetning.

For å dokumentere de markerte overgangene i jordkomposisjon utover informasjonen fra jordprøvene, ble det gravd ut to sjakter (Figur 12). Den ene av disse (sjakt 1) ble lagt innenfor åkerområdet, mens den andre (sjakt 2) ble lagt utenfor. Åkersjakten



**Figur 13. Profiltegninger fra sjakt 1 og 2. Vertikal- og horisontalplasseringen for 14C-prøven fra sjakt 1 er markert inn.**

viste et fett lag med høyt innhold av kull (Figur 3). Her ble en makroprøve, samt en stor kullbit, tatt ut for datering. Sjakten utenfor åkeren viste en klar brunjordsprofil og var langt tykkere enn åkerprofilen (Figur 4). Det ble i begge disse sjaktene tatt ut vertikale fosfatprøvesøyler, samt makroprøver. Det ble også i sjakt 1 tatt ut en kullprøve til datering (Figur 13).

Under 2006-feltarbeidet ble det ikke anledning til å belyse forholdene innenfor bosetningsområdet. Dette skyldes primært at arbeidet foregikk i oktober, og at det flateavdekte feltet allerede hadde frosset til som følge av at torva var fjernet.

For å få en pekepinn på jordens fosfatnivå allerede i felt, ble det gjort spot-testanalyser på flere av prøvene fra J- og A-serien. Analysene ble gjort etter metoden beskrevet av Bakkevig (1980). Ingen av prøvene viste synlig utslag.

### **Feltarbeid 2007**

For videre å dokumentere jorderosjon og mulig åkerreindannelse, ble det under feltsesongen 2007 gravd ut en 15 meter lang sjakt midt i det man tolket som åkerområde i hellingsretningen (Figur 12 s. 66, Appendiks 1 Figur 47 s. 123). I løpet

av det 6-ukers lange feltarbeidet, kom det fram en tydelig hustuft på det lavest beliggende aktivitetsområdet ved Skålbunes. Denne tuften var delvis påvist under 2006-sesongen, og ble da datert til vikingtid. Den siste prøveserien (V) ble tatt i relasjon med denne tuften under en rask ekstratur sent i august etter at utgravningen var avsluttet. Denne prøveserien skulle delvis benyttes til å kontrastere imot åkerprøvene (jordbruk/bosetting), men det var også ønskelig å kunne belyse funksjonsinndeling i hustuften. Hele gulvarealet var da avdekt, og prøvene ble tatt med graveskje i to ”objektive” linjer langs husets lengdeakse. Det ble også tatt ut noen strategisk plasserte prøver i relasjon til tuftens definerte strukturer.

Prøveserie	Beskrivelse	Funksjon	n
J	Hovedprøveserie. Tatt i relasjon til gammel åkermark.	Vurdering av utstrekning og type av fortidig jordbruk.	68
A	Referanse. Tatt i nærhet av, men utenfor, åkermark og bosetningsområde	"Bakgrunnsfosfat" og naturlige forhold	19
R	Referanse. Tatt i forbindelse med nåtidig jordbruksaktivitet.	Moderne jordbruk/forhistorisk	6
V	Bosetting. Tatt innenfor en vikingetidstufts gulvlag.	Sammenligning jordbruk/bosetting, samt funksjonsinndeling av tuft.	23
P	Referanse. Tatt vertikal i mekaniske dyp i og utenfor jordbruksfeltet	Vurdere vertikale variasjoner	8
<b>TOTALT</b>			<b>124</b>

*Tabell 1. Oversikt over de ulike prøveseriene*

## Laboratoriebehandling

Prøvene fra det første feltarbeidet ble tatt inn for laboratoriebehandling rett etter avslutningen høsten 2006. De resterende prøvene har blitt behandlet i løpet av høsten 2007. Alt laboratoriearbeid, inkludert forbehandling, etterbehandling og analyse har blitt utført av undertegnede ved NFH<sup>4</sup>, hvor jeg i tillegg til laboratorieplass også har fått disponere forbrenningsovn og spektrofotometer. Da metoden for fosfatanalyse jeg har anvendt, er grundig diskutert tidligere, vil jeg her kun skjematisk gjengi hvordan arbeidet har blitt utført, samt hvilke mulige feilkilder dette kan medføre.

<sup>4</sup> Norges Fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø

## Tørrking

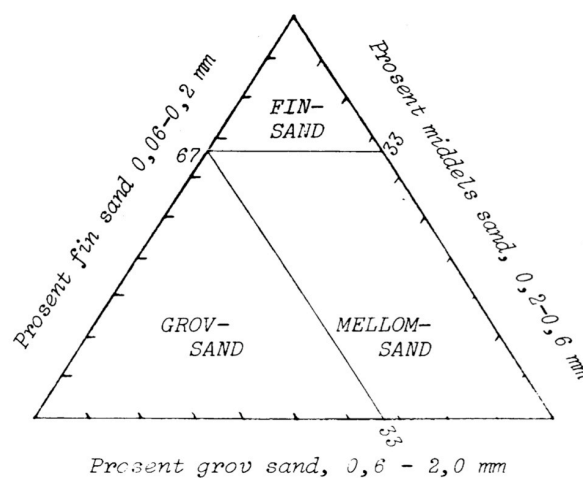
Prøvene ble tørket ved 30-40°C i varmeskap. Varigheten på tørkingen har variert mellom henholdsvis prøveseriene J, A, R, P og V, hvor sistnevnte ble innsamlet et år etter de tre første seriene. Prøvene har også blitt oppbevart i varmeskap ved 30 grader etter homogenisering og solding i påvente av analyse. Da alle prøvene har vært oppbevart såpass lenge under like forhold, vil sannsynligvis ikke dette representere noen stor feilkilde<sup>5</sup>.

## Homogenisering og solding

Jordprøvene ble homogenisert med morter og soldet med 1 mm maskevidde. I denne prosessen ble også rotfragmenter, trekull, stein og lignende plukket ut. Dette har blitt notert for prøvene det gjaldt.

## Farge- og jordartsbestemming

Prøvene ble fargebestemt etter Munsells standardiserte system for jordfargebestemmelser<sup>6</sup> (Munsell 1973) og gitt en subjektiv jordartsbestemming etter Njøs og



Figur 14. Trekantdiagram som viser inndelingen av sandklassene grovsand, mellomsand og finsand (Etter Greve et al. 1999:41 og Njøs og Sveistrup 1984)

Sveistrup (1984, Figur 14). Under jordartsbestemmingen ble det ikke gjort noe skille mellom mineraljord (< 17% organisk materiale) og organisk jord. Finkornet organisk materiale i enkelte av prøvene med høyt organisk innhold vil derfor etter tørking og homogenisering, kunne ha hatt effekt på vurderingen av jordart.

<sup>5</sup> Tørkingsprosessen av jord kan ha både fysiske og kjemiske implikasjoner, og kan i varierende grad påvirke analyseresultater (Hesse 1971:12-14). Da enkelte ledd i denne analysen har lidd under at det av økonomiske, tidsmessige og laboratoriemessige årsaker ikke har vært mulig å fullt ut standardisere alle fremgangsmåter, vil det bli tatt høyde for dette i den avsluttende diskusjonen.

<sup>6</sup> Dette er en subjektiv visuell vurdering hvor jordprøver vurderes i forhold til et fargekodekart. Presisjonen ble forsøkt forbedret ved at samtlige prøver ble vurdert under ett og ved like lysforhold/synsvinkel.

### ***Bestemming av sitronsyreløselig uorganisk fosfat (Pinorg)***

Analysen er gjort etter Miljøarkeologisk laboratorium i Umeås modifiserte Arrheniusmetode (Engelmark og Linderholm 1996, Linderholm 2007, Arrhenius 1935). 1g jordprøve ble veid opp og tilsatt 5 ml 2% sitronsyreløsning ( $C_6H_8O_7 \cdot H_2O$ ), deretter plassert på ristebord i 15 timer og sedimentert i 3 timer. En mengde på 0,2ml av løsningen ble så blitt pipettert til en ny beholder. Etter fire timer ble 0,8ml molybdensvovelsyreløsning ( $((NH_4)M_{07}O_{24} \cdot 4H_2O) + (H_2SO_4)$ ) tilsatt, deretter 18,6ml destillert vann. Til sist ble 0,4ml natriumsulfitt-hydrokinonløsning ( $(Na_2SO_3) + (C_6H_4(OH)_2)$ ) tilsatt. Prøvene ble deretter ristet og behandlet 6 timer i varmeskap ved 50°C. Etter nedkjøling i 12 timer ble prøvene analysert for absorpsjon med spektrofotometer<sup>7</sup> ved 630nm bølglengde ved å benytte 1cm engangskuvetter. Kalibreringsløsninger for fosfat ble blandet fra kaliumdihydrogenfosfat ( $KH_2PO_4$ ), og jordprøvenes absorpsjonsverdier ble omregnet til *fosfatgrader* ved regresjonsanalyse. *En fosfatgrad (P°) tilsvarer 1 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g tørket jord ekstrahert med 2% sitronsyre.*



***Figur 15. Bilde av laboratoriesituasjonen. Til høyre ses spektrofotometeret som var i bruk, mens det til venstre ses flere ferdigreagerte prøver.***

<sup>7</sup> Spektrofotometeret var av typen Hitachi U-2900 UV-VIS. For avlesning ble prøvene pipettert til Sarstedt firkantige 10 x 10mm og 45mm høye kuvetter i akryl (bestillingsnr. 67.739). Kuvettene egner seg for bølglengde ned til 300 nm, ved 334 nm er transmisjonen f.eks. på 80-90%.

### ***Bestemming av organisk innhold (%SOM<sup>8</sup>) og organisk bundet fosfat (Porg):***

Prøvene ble først veid, deretter brent ved 550°C i tre timer. Vektdifferansen før/etter brenning ble brukt for å regne ut totalt organisk innhold (%SOM). Deretter ble 1 g av de brente prøvene analysert for sitronsyreløselig fosfat, noe som gir et inntrykk av totalt fosfatinnhold (P<sub>tot</sub>). Differansen mellom P<sub>tot</sub> og P<sub>inorg</sub> ble deretter brukt for å angi mengden organisk bundet fosfat (etter Engelmark og Linderholm 1996). For å gi et omtrentlig uttrykk for fosfatinnholdet i det organiske materialet har forholdet mellom organisk innhold (%SOM) og Porg blitt benyttet (etter Courty og Nørnberg 1987:59)

### ***pH***

Ph-avlesninger ble gjort ved å veie opp 10g jord i medisinfager for deretter å tilsette 20ml av en stamløsning med utblandet kaliumklorid (0,1M) og avionisert vann. Prøvene ble ristet på ristebord i 30 minutter, fikk sedimentere i ytterligere 30 min, og ble deretter avlest med et kalibrert pH-meter<sup>9</sup>.

### **Oppmåling av prøver og romlig analyse av data**

Prøveseriene J, A og V ble oppmålt ved hjelp av totalstasjon og fikk da en eksakt tredimensjonal romlig plassering (X, Y og Z)<sup>10</sup>. De fem prøvene innenfor prøveserie R ble oppmålt ved hjelp av sivil GPS<sup>11</sup>. Romlig informasjon ble behandlet og analysert ved hjelp av GIS-systemet ArcGis 9.2 (ESRI 2006). Grunnlagsdataene for utarbeidelsen av tredimensjonale modeller som helning og orientering har vært et laserscannet topografisk kart produsert av vegvesenet i forbindelse med utbyggingen av riksvei 17. Kargrunnlaget har en høydeoppløsning på 25 cm, og egnet seg derfor meget godt til min type analyser. Beregningen av helning har vært gjort gjennom å produsere en TIN-modell (triangulært irregulært nettverk) ved hjelp av ArcGis-analysemodulen 3D-Analyst. Samme verktøy har vært anvendt for å beregne helning

---

<sup>8</sup> % Soil Organic Matter

<sup>9</sup> pH-meteret (glasselektrode) var av typen EcoScan pH5.

<sup>10</sup> Prøveseriene J og A ble oppmålt med en Leica TPS 403, stasjonen var etablert etter faste koordinater satt ut av vegvesenet. Prøveserie V ble målt opp med en Sokkia SET 500 med en SDR 33 dataenhet, stasjonen var etablert etter det lokale koordinatsystemet for Flaten. Nøyaktigheten for begge disse stasjonene, uavhengig av koordinatsystem, vil minimum være på ±25 cm og representerer derfor ingen betydelig feilkilde for mine analyser.

<sup>11</sup> GPS-enheten som ble anvendt var en 12-kanals Garmin Etrex og oppgitt nøyaktighet på skjerm for alle prøver var ±15 meter.

og orientering som overleggbare rastertemalag. Alle rastermodeller har hatt en oppløsning på 25 cm. Punktinformasjon for de enkelte prøver har vært overført til tabellform gjennom overleggsanalyse, hvor de oppmålte prøvepunktene ble tildelt verdier fra de romlige helnings- og orienteringsmodellene basert på sin todimensjonale plassering (Chen 2005).

Romlige spredningsdiagram for ulike dataparametre innenfor J-prøveserien ble laget ved hjelp av ArcGis-analysemodulen Geostatistical Analyst. Interpolasjonstypen som har vært anvendt er den ukompliserte Inverse Distance Weighted-metoden. En IDW-interpolasjon er en ikke-lineær deterministisk metode. Det antas at punkter som ligger nært hverandre med større sannsynlighet har like verdier enn punkter som ligger langt fra hverandre. Punkter som ligger nært opp mot det ukjente området det skal beregnes verdier for *vektes* mest. IDW-metoden er relativt ukomplisert i forhold til eksempelvis Kriging og kan i mindre grad manipuleres av brukeren. To funksjoner (innstillinger) kan påvirkes av brukeren, dette er  $p$  (power) og antall nabopunkter som skal tas under beregning (neighbours). En mengde komparative studier har vurdert ulike interpolasjonsmetoder brukt til å behandle jordkjemisk data, flere av disse konkluderer med at IDW er den mest nøyaktige fremgangsmåten, mens det ikke kan utledes noen fasit for å bestemme hvilke verdier for  $p$  eller antall naboer som gir de beste resultatene (Kravchenko og Bullock 1999:393,400). Jeg har anvendt en søkesektor hvor  $p$ -verdien har vært 2 mens alle interpolasjoner er gjort basert på minimum 10 og maks 15 naboer. Det ble eksperimentert med andre verdier, blant annet såkalt statistisk ”optimale”  $p$ - verdier (metoden minimerer ”root mean square prediction error”), men jeg fant at dette generelt sett bare ødela helhetsinntrykket og i stor grad framhevet uinteressante avvik ( $p$ -verdien gikk opp). Spredningsdiagrammene er klassifisert i 6 klasser som i utgangspunktet har hatt en ren geometrisk inndeling eller vært oppdelt etter naturlige brudd, jeg har i etterkant foretatt små arbitrære justeringer for å fremheve den mest interessante variasjonen.

## **Statistisk tallbehandling**

I forbindelse med de statistiske analysene er dataprogrammet Statistica 7.01 benyttet (Statsoft inc. 2004). Fundamentale helhetsvurderinger av datamengden er gjort ved hjelp av deskriptiv statistikk og histogrammer. Den grunnleggende null-hypotesen er at det ikke eksisterer forskjeller mellom gruppene med hensyn til de forskjellige



avhengige variablene i testene. For å vurdere hvilke metoder som egnet seg for materialet, ble det først utført en rigiditetsanalyse for hele datamengden samt for de ulike prøveseriene. Resultatene viste at cirka 80% av parameterverdiene for alle prøvegruppene ikke oppfylte de statistiske kriteriene for en normalfordeling.<sup>12</sup> Videre gjorde den store variasjonen i utvalgsantall (fra 6 i R-serien til 68 i J-serien) sammenligninger seriene imellom vanskeligere. En test på om utvalgsstørrelse ( $n$ ) med normaliserte data påvirket standardavviket (SD), viste at dette ikke lot seg forutsi signifikant ved økende utvalgsantall ( $n$ ). På grunn av disse faktorene ble ikke-parametriske statistiske metoder valgt for å undersøke null-hypotesen. Verdien av å anvende multivariable metoder som eksempelvis PCA, ble av samme årsak vurdert til å være lav.

Det at en metode er ikke-parametrisk ("distribusjonsfri") innebærer enkelt forklart at det ikke gjøres antakelser basert på en gitt statistisk sannsynlighetsdistribusjon (f. eks. normaldistribusjon) (Stephens 2004:189). Fordelene da er at metoden lar seg anvende på data hvor man vet lite om hvordan utfallet av en analyse vil bli. Det at det gjøres færre antakelser i metoden, medfører også at muligheten for feilslutninger blir mindre.

Metodene jeg har anvendt er en ikke-parametrisk Kruskal-Wallis ANOVA ("analysis of variance")-test for å belyse forholdet mellom prøveseriene (Kruskal og Wallis 1952), samt en ikke-parametrisk Spearman Rank Order korrelasjonsanalyse for å vurdere forholdet mellom de ulike datakategoriene i prøvemengden som helhet.

---

<sup>12</sup> Mindre enn 68% av observasjonene ligger  $\pm 1$  standardavvik fra gjennomsnittet, mens 95% av dataene ligger innenfor  $\pm 2$  standardavvik.



# RESULTATER

Begrunnelsen for anvendelsen av de ulike metodene jeg har benyttet, det være seg statistiske analyser eller den grunnleggende matematikken bak de grafiske fremstillingene, er allerede presentert under metodedelen, og vil derfor ikke drøftes videre her. Jeg vil i det følgende gi en presentasjon av resultatene fra de ulike analysene jeg har utført. Målet med fremstillingen vil være å unngå å bli overfortolkende. De ulike analysene er behandlet hver for seg. Alle resultatene finnes i Appendiks 2, Tabell 6 (s. 126) og Tabell 7 (s. 129). Tabell 6 viser resultatene fra de jordkjemiske analysene, mens Tabell 7 viser geografisk plassering, helning og orientering for de ulike prøvene.

## Vurdering av prøvesettet som helhet

Prøvesettet er gitt en aritmetisk helhetsvurdering gjennom deskriptiv statistikk og histogrammer for de ulike kjemiske parametrene (Appendiks 2, Tabell 5 s. 125), Appendiks 1, Figur 36 s. 116), samt en Spearman Rank Order ikke-parametrisk korrelasjonsanalyse for signifikante korrelasjoner mellom de ulike variablene. I korrelasjonsanalysen er også helning inkludert.

## *pH*

Resultatene viser at alle prøvene var sure (< pH 7,0), med et unntak for et prøveutvalg analysert etter brenning ved 550° (Tabell 2). For serie J viser utvalget av analyserte prøver at pH-verdiene ligger rundt 6 uavhengig av jordart eller mengde organisk innhold. En prøve fra bunnen av profilen i sjakt 2 (PS2-30) viser at også C-horisonten var sur (pH 5,24).

For prøvene som ga lavere utslag i analyse for P<sub>tot</sub> enn for P<sub>inorg</sub> ble det som nevnt utført en pH vurdering på jorden etter brenning ved 550. Resultatet viser en pH på 12,44, altså klart basisk. Fellesnevneren for disse prøvene er at de har høyt organisk innhold. Den store mengden aske som forbrenningen av disse prøvene har skapt har etter min vurdering sannsynligvis nøytralisert sitronsyren under ekstraksjonen, noe som har ført til disse resultatene. Prøvene J16, J17, J19, J46, J47, J51, J57 og J65

utelates derfor fra videre vurderinger av Porg, Ptot og Porg/%SOM på grunn av en tilsynelatende metodisk svakhet.

For prøveserie A er prøvene generelt noe surere enn for serie J. En prøve (A17) hadde pH 2,67, denne prøven ble tatt i B-horisonten i mørk brun sand med %SOM på 9, og var beliggende i en skråning nedenfor Eidets vestlige avgrensning. Den nest sureste prøven i serie A (A19) ble tatt direkte i torvlaget over berget nedenfor Eidet, og representerer derfor helt forskjellig jordart og langt høyere %SOM (27). Mens R-serien varierer fra pH 4,15 (R3) til 5,79 (R1) viser V serien jevnt over sure verdier. De tre prøvene viser at de laveste pH-verdiene var i jorden utenfor hustuften (ned mot pH 2,21), mens prøven fra husgulvet var noe mindre sur (V0 – pH 4,24).

<i>Prøver</i>	<i>pH</i>
A4	5,82
A5	4,99
A7	5,36
A11	6,44
A14	4,85
A17	2,67
A19	3,69
J09	6,04
J13	6,43
J14, J15, J21, J22, J23, J25, J26	5,75
J16, J17, J19, J46, J47, J51, J57, J65	5,86
J16, J17, J19, J46, J47, J51, J57, J65 (550°)	12,44
J37	5,58
PS2-30	5,24
R1	5,79
R2, R4, R5, R6	5,01
R3	4,15
V0	4,24
V21	2,21
V22	3,09

*Tabell 2. Resultater fra pH-analyse. Der hvor flere prøvenummer er listet i samme kolonne er alle prøvene homogenisert og analysert samlet basert på like kjemiske kvaliteter, lik jordart, og likt innhold av organisk materiale.*

### **Uorganisk fosfat (Pinorg)**

Verdiene for Pinorg er totalt sett meget lave i hele prøvesettet. Gjennomsnittsverdien var på 48° med et standardavvik på ±18°, mens minimum og maksimum var henholdsvis 13° og 156°. Variasjonsbredden var på 144° og må vurderes som relativt stor sett i sammenheng med de lave verdiene. Når det gjelder formen (fordelingsegenskapene) på distribusjonen er det en mindre positiv skjevhet på 2,07 (null representerer en normalfordeling). Som histogrammet viser (Appendiks 1, Figur 36) er det et relativt klart maksimum på distribusjonen mellom 35° og 50° (kurtosisverdien var på 10,43).

### ***Totalt fosfatinnhold (P<sub>tot</sub>)***

Resultatene for totalt fosfat er bekreftet med en del komplikasjoner vedrørende sitronsyremetoden, enkelte prøver er som tidligere nevnt derfor utelatt (se s. 76). De resterende prøvene viser allikevel stor variasjon, noe som kan ha med den nevnte feilkilden å gjøre. Dette kan etter mitt skjønn i stor å grad kunne tilskrives det lave prøveantallet og den subjektive prøveplasseringen i seriene A og R. Jeg vil derfor i det videre behandle disse prøvene etter samme kriterier som de øvrige datakategorier. Jeg er klar over at dette kan kamuflere en eventuell metodisk feil.

Forholdet mellom Pinorg og P<sub>tot</sub> er gjennomsnittlig ¼. Gjennomsnittsverdien var på 186° med et standardavvik på ±98°, mens minimum og maksimum var henholdsvis 29° og 796°. Variasjonen innad i datakategorien på hele 767° gir ikke et helt korrekt inntrykk, da prøven på 796° representerer et klart avvik. Dette påvirker også standardavviket. Jeg har allikevel valgt å inkludere denne prøven da jeg ikke har kunnet påvise metodiske feil (prøven ble også analysert to ganger). I likhet med resultatene for Pinorg viser P<sub>tot</sub> en liten positiv skjevhet (2,23), mens det også er et klart maksimum i distribusjonen mellom 117 og 215 (kurtosisverdien var på 12,28).

### ***Organisk fosfat (P<sub>org</sub>)***

Da P<sub>org</sub> er en funksjon av P<sub>tot</sub> må det til denne datakategorien tilknyttes de samme forbehold angående metodiske feilkilder.

Gjennomsnittsverdien var på 137° med et standardavvik på ±98°, mens minimum og maksimum var henholdsvis 3° og 766°. Distribusjonskurven for P<sub>org</sub> har en delvis forskjellig form fra P<sub>tot</sub>. Den positive skjevheten var på 2,48, som innebærer at P<sub>org</sub>-dataen grupperer seg noe mer mot de lavere verdiene. Maksimum i den statistiske distribusjonen er større enn for P<sub>tot</sub> med en kurtosisverdi på 13,9.

### ***Organisk innhold (%SOM)***

Det er en tydelig tendens gjennom hele prøveserien med et svært høyt innhold av organisk materiale. Gjennomsnittsverdien var på 20% med et standardavvik på ±14%, mens minimum og maksimum var henholdsvis 6% og 80%. Her må det påpekes at distansen fra den ene avvikende prøven med 80% organisk innhold (A16) til nærmeste verdi var på hele 18%. Dette var også den eneste prøven utenfor J-serien

med %SOM over 30%. Formen på distribusjonen har en positiv skjevhet på 1,53 hvor det er en tendens til maksimumsverdier mellom 5% og 15%. Kurtosisverdien hadde en verdi på 2,66.

### **Forholdet mellom organisk fosfat og organisk innhold ( $P_{org}/\%SOM$ )**

For å gi et bedre inntrykk av Porg i det begrensede prøveantallet ble det regnet ut et uttrykk for Porg som en funksjon av %SOM (Courty og Nørnberg 1987). Det ble som nevnt i metodekapittelet også regnet ut et forholdstall for Ptot/Pinorg (Engelmark og Linderholm 1996), men da variasjonen i %SOM var såpass stor (se ovenfor) har jeg ikke benyttet denne kategorien i den videre analysen. Forholdet Ptot/Pinorg ville ha gitt mening hadde %SOM-verdiene hatt en jevnere distribusjon, men blir uinteressant til å behandle i min datamengde. Porg/%SOM gir et nyttig anslag for fosfatinnholdet i det organiske materialet.

Gjennomsnittsverdien var på 9 med et standardavvik på  $\pm 5$ , mens minimum og maksimum var på henholdsvis 0,4 og 22. Skjevheten og kurtosisverdien er på henholdsvis 0,42 og -0,51, og dette er den mest normalfordelte datakategorien. Dette gir en god indikasjon på at analysen for Porg har vært pålitelig, og at pH-problemene etter brenning med enkelte av prøvene fra J-serien i liten grad har vært utslagsgivende for resten av prøvemassen.

### **Ikke-parametrisk Parsons-korrelasjon**

	Helning (%)	%SOM	Pinorg	Ptot	Porg	Porg/Pinorg	Porg/%SOM
Helning (%)	1.000000	-0.046649	-0.091326	-0.115932	-0.096909	-0.041584	-0.154316
%SOM	-0.046649	1.000000	-0.428761*	0.039440	0.078282	0.114999	-0.425756*
Pinorg	-0.091326	-0.428761*	1.000000	0.258310*	0.111552	-0.121871	0.336547*
Ptot	-0.115932	0.039440	0.258310*	1.000000	0.978493*	0.882234*	0.785819*
Porg	-0.096909	0.078282	0.111552	0.978493*	1.000000	0.944745*	0.776403*
Porg/Pinorg	-0.041584	0.114999	-0.121871	0.882234*	0.944745*	1.000000	0.675356*
Porg/%SOM	-0.154316	-0.425756*	0.336547*	0.785819*	0.776403*	0.675356*	1.000000

Tabell 3. Ikke-parametrisk Spearman Rank Order korrelasjon. Signifikante R-verdier ( $p < 0,05$ ) er merket med asterisk (\*).

Resultatene fra korrelasjonsanalysen er vist i Tabell 3. Korrelasjonen mellom helning og de øvrige verdiene er ikke statistisk signifikante, men indikerer en mulig svak negativ korrelasjon i forhold til de andre datakategoriene. Dette var en tendens som gjorde seg synlig også i forhold til de romlige analysene som vil presenteres senere. Ved større helning opptrer noe lavere verdier for Pinorg, Ptot, Porg og %SOM enn de

man kunne observere i forhold til flattere terreng. %SOM har statistisk signifikante positive korrelasjoner med Pinorg og Porg/%SOM. Forholdet Porg/%SOM korrelerer også positivt med Pinorg, Ptot og Porg, mens det er en negativ korrelasjon med %SOM. Denne tendensen er også synlig i forhold til romlig spredning, prøvene med mest organisk innhold var ikke de med størst verdier for Porg/%SOM. Pinorg er signifikant korrelert med Ptot.

### **Forholdet mellom de ulike prøveseriene**

Prøvene ble tatt med tanke på å belyse ulike former for jordpåvirkning, men det er allikevel viktig å understreke at dette ikke var konsekvent rettet inn på *en* antatt type påvirkning. Prøveserie A skulle inkludere områder som det var lite sannsynlig hadde vært gjenstand for menneskelig påvirkning. Dette for å kunne etablere et (eventuelt) bakgrunnsnivå for naturlig fosfatinnhold. Enkelte prøver hvor påvirkning av ulik art var mer sannsynlig ble også inkludert. Prøveserie J skulle gi en avgrensning (om mulig) av det antatte feltet med dyrket mark og inkluderte derfor prøver både i og utenfor området som på forhånd var antatt å ha vært gjenstand for dyrkning. Prøveserie R inkluderte fire prøver fra områder hvor det med sikkerhet hadde vært moderne dyrkning, men inkluderte også en prøve fra et område hvor det primært hadde gått dyr på beite. Prøveserie V var i hovedsak plassert innenfor gulvlaget til tuft 1 på Flaten, men hadde i tillegg et antall prøver plassert i områder hvor de arkeologiske utgravningene bare hadde påvist steinalderaktivitet. Totalt sett innebærer dette at de statistiske testene som er utført på prøvesettene som helhet ikke vil kunne avspeile signifikante forskjeller mellom enhetlige og sikkert definerte typer jordpåvirkning. Det hadde latt seg gjøre å utføre en sekundær gruppering av prøvene etter de ulike analysene var fullført, men de opprinnelige grupperingene ble allikevel beholdt. En omgruppering basert på den kjemiske informasjonen og variasjoner innenfor gruppen som helhet ville etter mitt skjønn ha medført en stor grad av subjektivitet og totalt sett vært problematisk for det begrensede prøveantallet. Basert på hvordan majoriteten av prøvene innad de ulike gruppene ble uttatt skulle det allikevel være mulig å danne seg et inntrykk av eventuelle signifikante forskjeller.

### ***Ikke-parametrisk Kruskal-Wallis ANOVA korrelasjonsanalyse***

For å undersøke forskjellene mellom prøvene tatt i relasjon til jordbruksfeltet (serie J), referanseserien (serie A), den moderne jordbruksserien (R), og prøvene tatt i gulvlaget fra tuft 1 på Flaten (serie V) ble det utført en ikke-parametrisk ANOVA-test. Prøvene uttatt for å belyse vertikal variasjon er også tatt med her som prøveserie P.

Resultatene viser en forventet tendens i forhold til prøvegruppe V og R som også er synlig uten statistiske hjelpemidler (Tabell 4). For V-serien opptrer signifikante variasjoner i %SOM i forhold til både serie J og P. For Pinorg er det signifikante korrelasjoner i forhold til J, mens det for Porg/%SOM er signifikante korrelasjoner både i forhold til J og A. For R-gruppen er det signifikante korrelasjoner i Pinorg i forhold til serie J og P. %SOM-korrelasjonen mellom J- og A-serien er også signifikant.

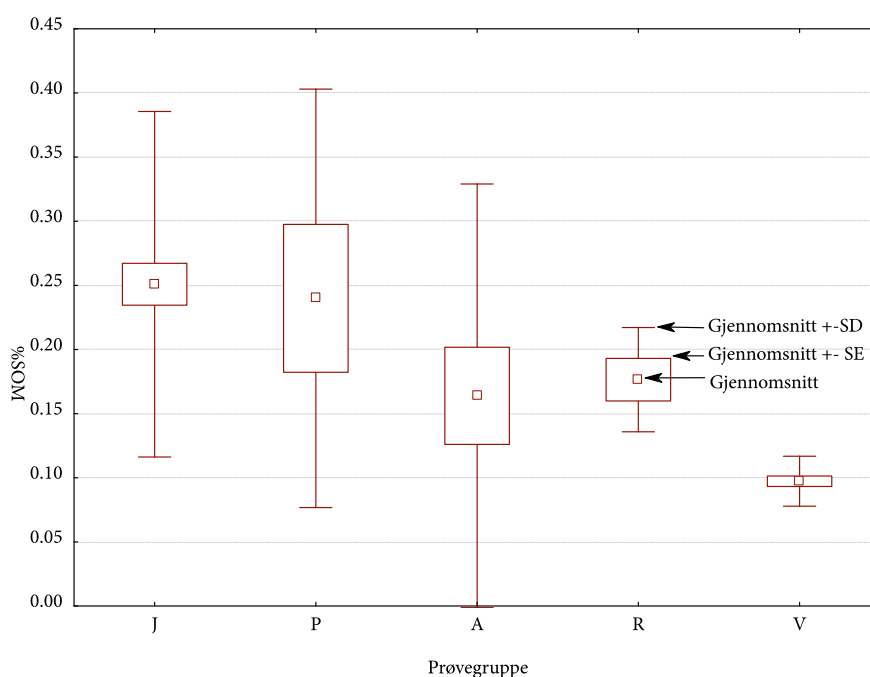
Den signifikante korrelasjonen i %SOM for V serien kan forklares gjennom jordtypen alle disse prøvene bestod av. Dette var brun fin sand uttatt fra det jeg har tolket som B-horisonten i et brunjordsmonn. For de andre seriene var %SOM-verdiene generelt høyere og inneholdt større variasjon, mens også stratigrafien spesielt innenfor J-serien var meget forskjellige. Korrelasjonen mellom J

<i>Parameter %SOM, p verdier</i>					
	J	P	A	R	V
J		1.000000	0.005489*	1.000000	0.000000*
P	1.000000		0.915309	1.000000	0.033577*
A	0.005489*	0.915309		1.000000	1.000000
R	1.000000	1.000000	1.000000		0.119941
V	0.000000*	0.033577*	1.000000	0.119941	
<i>Parameter Pinorg, p verdier</i>					
J		1.000000	1.000000	0.001701*	0.006435*
P	1.000000		1.000000	0.065662	0.882567
A	1.000000	1.000000		0.066520	1.000000
R	0.001701*	0.065662*	0.066520		0.970892
V	0.006435*	0.882567	1.000000	0.970892	
<i>Parameter Ptot, p verdier</i>					
J				1.000000	
P	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000
A	1.000000	1.000000		0.393705	0.392253
R	1.000000	1.000000	0.393705		1.000000
V	1.000000	1.000000	0.392253	1.000000	
<i>Parameter Porg, p verdier</i>					
J		1.000000	0.983256	1.000000	1.000000
P	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000
A	0.983256	1.000000		1.000000	0.525266
R	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000
V	1.000000	1.000000	0.525266	1.000000	
<i>Parameter Porg/Pinorg, p verdier</i>					
J		1.000000	0.705852	1.000000	1.000000
P	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000
A	0.705852	1.000000		1.000000	1.000000
R	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000
V	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	
<i>Parameter Porg/%SOM, p verdier</i>					
J		1.000000	1.000000	1.000000	0.000041
P	1.000000		1.000000	1.000000	0.120103
A	1.000000	1.000000		1.000000	0.000196*
R	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000
V	0.000041*	0.120103	0.000196*	1.000000	

**Tabell 4. Resultater fra ikke-parametrisk Kruskal-Wallis ANOVA-test (two tailed). Signifikante forskjeller (<0,05) er markert med asterisk.**



og V for Pinorg er også signifikant, noe som er interessant da V-serien gjenspeiler aktivitet innenfor et husgolv mens J-serien representerer en annen, sannsynligvis dyrkningsrelatert, form for jordpåvirkning. Det at Pinorg-forskjellene mellom J og A ikke er signifikante kan peke i retning av at det ikke bare er ulik jordart som forårsaker korrelasjonen mellom J og V. Forholdet Porg/%SOM viser seg også anvendelig for beskrive relasjonen mellom de ulike prøvegruppene. Her er det altså helt klart signifikante forskjeller fra V-serien i forhold til J og A-serien, noe som kan være med på å understøtte at disse område har vært gjenstand for ulik påvirkning eller vise varierende grad av menneskelig påvirkning. Det at den signifikante korrelasjonen mellom J og R oppstår innenfor Pinorg-kategorien er med på å framheve at den moderne dyrkningen faktisk har resultert i fosfatpåvirkning. Statistikken kan være nyttig i dette tilfellet, da tallene i seg selv ikke var spesielt høye verken for J eller R og derfor var vanskelig å ta stilling til.

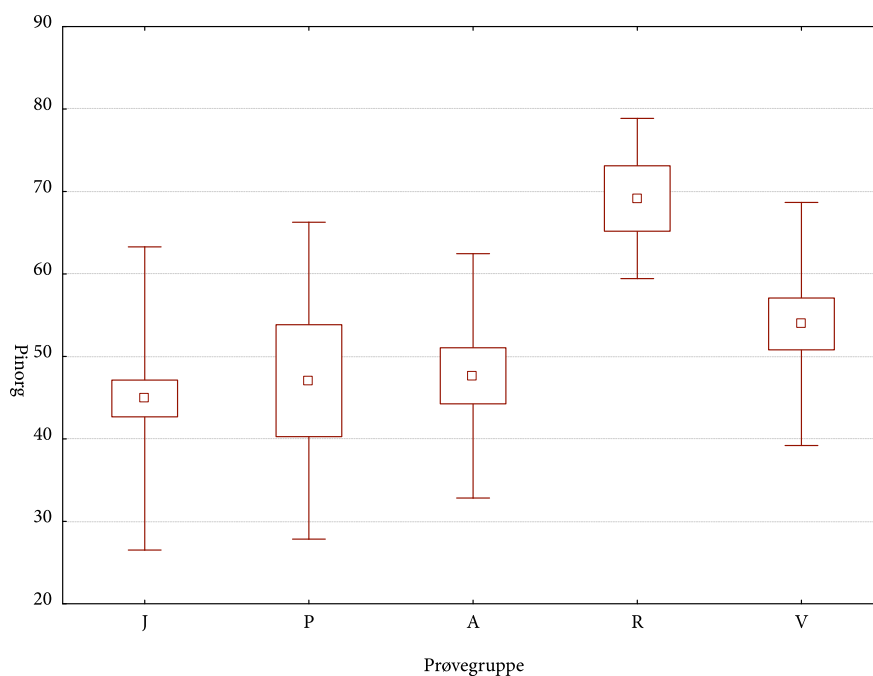


**Figur 16. Boksplott for %SOM mellom de ulike prøvegruppene.**

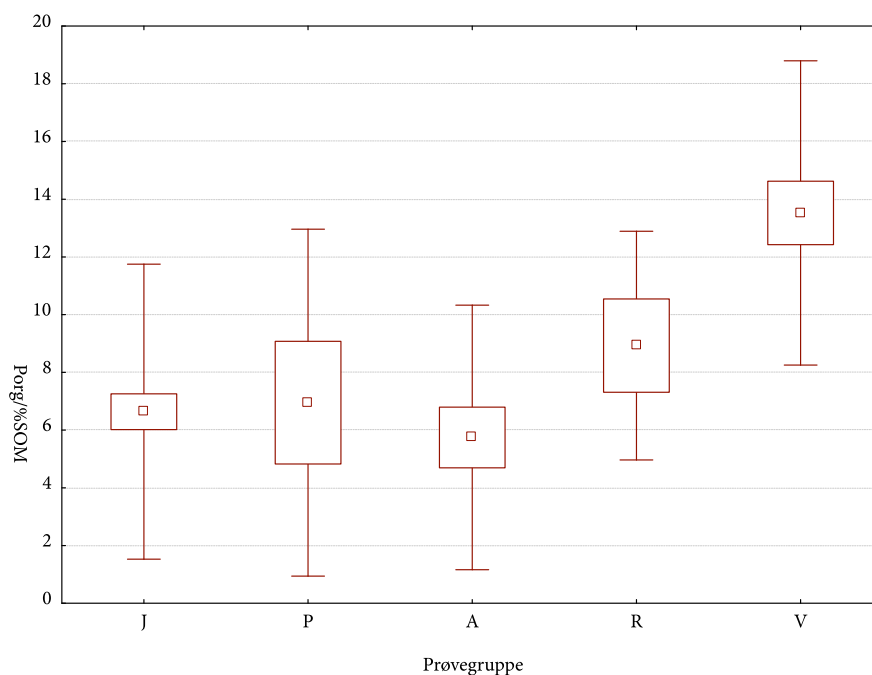
### ***Boksplokk av standardavvik, standardfeil og gjennomsnitt***

Mens korrelasjonsanalysen fremhevet de statistisk signifikante relasjonene mellom prøvegruppene ble det produsert boksplokk (også kalt børsdiagram) for å få et bedre inntrykk av mindre variasjoner og graden av representativitet mellom gruppene. Diagrammene består av tre elementer (se Figur 16), gjennomsnittsverdien, standardfeilen og standardavviket ( $\pm$ ).

For %SOM skiller gruppe V seg mest ut med et lavere gjennomsnitt og et mindre standardavvik enn de øvrige seriene (Figur 16). Dette kommer som nevnt på grunn av at denne gruppen ble uttatt i et langt mere homogent jordsmonn enn de andre seriene. J har et høyere gjennomsnitt enn A, mens standardavviket er noe mindre. Dette kommer av at serie A inneholder prøver fra svært mineralholdig jordart, men også enkelte prøver med stort organisk innhold. R-serien viser til tross for lite prøveantall en mindre standardfeil og et relativt lite standardavvik, noe som kan understøtte at prøvene har vært gjenstand for samme type påvirkning.



***Figur 17. Boksplokk over Pinorg mellom de ulike prøvegruppene***



**Figur 18. Boksplott over Porg/%SOM mellom de ulike prøvegruppene.**

Figur 17 (Pinorg) viser at seriene J og A er relativt like, mens R har høyere gjennomsnitt (Figur 16). Også serie V har høyere verdier enn J og A, men dette er ikke så mye som en kanskje kunne ha forventet i forhold til at prøvene stammer fra gulvlaget i et hus.

Forholdet Porg/%SOM tegner seg som meget interessant (Figur 18). Her har serie V et lang høyere gjennomsnitt enn de øvrige seriene, mens også R har markert høyere verdier. Prøvegruppe A har lavest verdier, mens serie J ligger relativt nært. Om man sammenligner dette med Ptot eller Porg (Appendiks 1 Figur 38 og Figur 39, s. 118) viser disse kategoriene et annerledes bilde. Her er det serie R som har klart størst i gjennomsnittsverdi mens graden av variasjon sammenlignet med serie J og A er mindre.

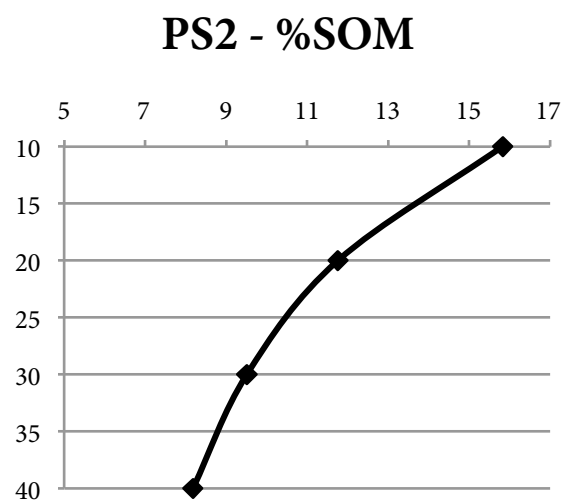
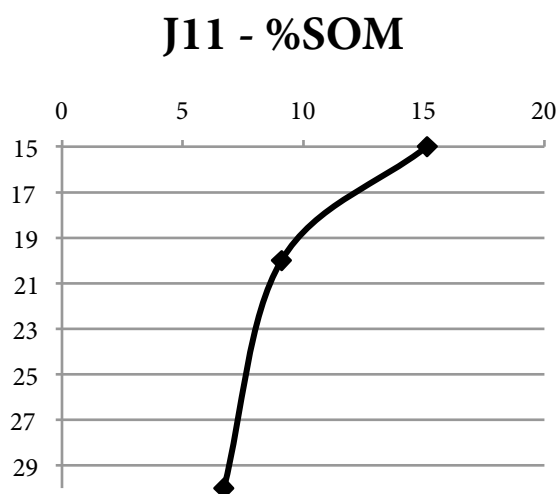
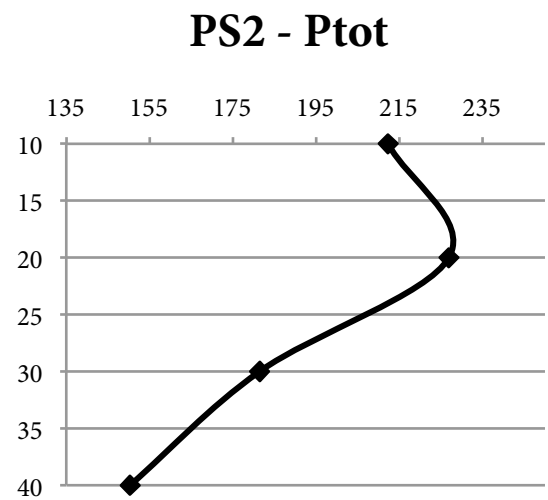
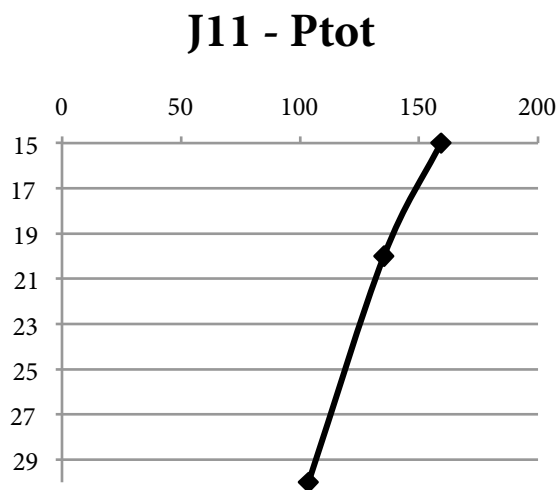
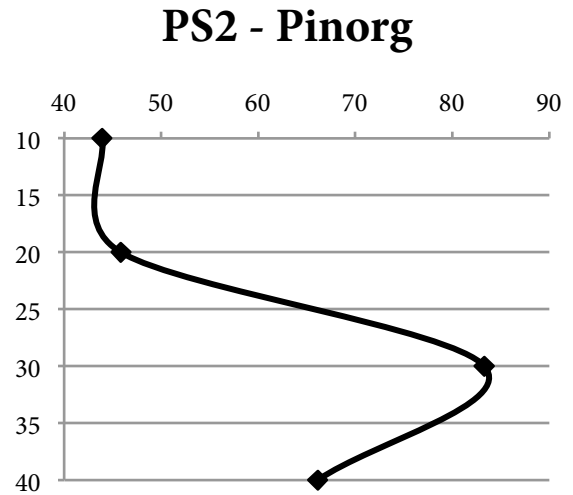
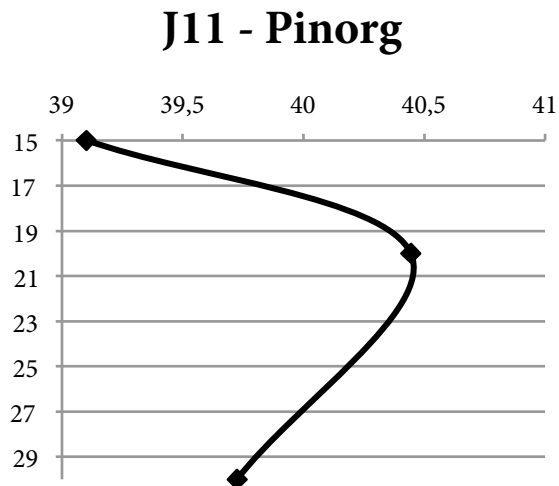
### **Vertikale variasjoner**

For å belyse den vertikale variasjonen ble det tatt ut prøver etter mekaniske dyp i prøvestikk 1 og 2 og ved prøvepunkt J11. Resultatene viser betydelige variasjoner spesielt mellom de to prøvestikkene: Disse ble plassert for å belyse de to ulike jordprofilene i tilknytning til jordbruksområdet (Figur 12, s. 66). For PS1 er Verdiene for Pinorg generelt svært lave, men det kan ses en svak økning fra 15 cm dyp til 20

cm. Fosfatnivået er mindre på 25 cm hvor de fleste prøvene i J-serien var dybdeplassert, mens det øker noe på det nederste nivået ved 30 cm. For prøvestikk 1 (PS1) ble  $P_{tot}$  berørt av pH-problematikken, men det er allikevel utarbeidet et diagram som eksemplifiserer hva denne feilen innebar (Figur 37 s. 117, se også s. 76). Verdiene for %SOM er høyere ved 25 cm nivået enn ved 20 cm, men synker ellers gradvis mot de dypere jordlagene.

Punkt J11 lå i lignende type jordsmonn som PS1, men har en annerledes dybdevariasjon. Her øker  $P_{inorg}$  verdien ved 20 cm og blir lavere ved 30 cm, mens  $P_{tot}$  verdiene minsker fra 150° grader ved 15 cm dyp til 100° ved 30 cm. Verdiene for %SOM oppfører seg også annerledes. For punkt J11 ses en brå nedgang fra 15 til 9% fra 15 til 20 cm dyp med en moderat nedgang mot 30 cm.

Resultatene for prøvestikk 2 (PS2) viser en anrikning for  $P_{inorg}$  ved 30 cm mot bunnen av B-horisonten og en nedgang i C-horisonten på 40 cm. Verdiene for  $P_{tot}$  er størst ved 20 cm mens de går brått nedover mot 40 cm. Resultatene for %SOM viser en relativt jevn nedgang fra 16% på 10 cm dyp til 8% på 40 cm dyp.



Figur 19. Vertikal spredning for Pinorg, Porg og %SOM for punkt J11 og prøvestikk 2. X-aksen indikerer fosfatgrader og %SOM, mens y-aksen viser dybde under markoverflaten i cm.

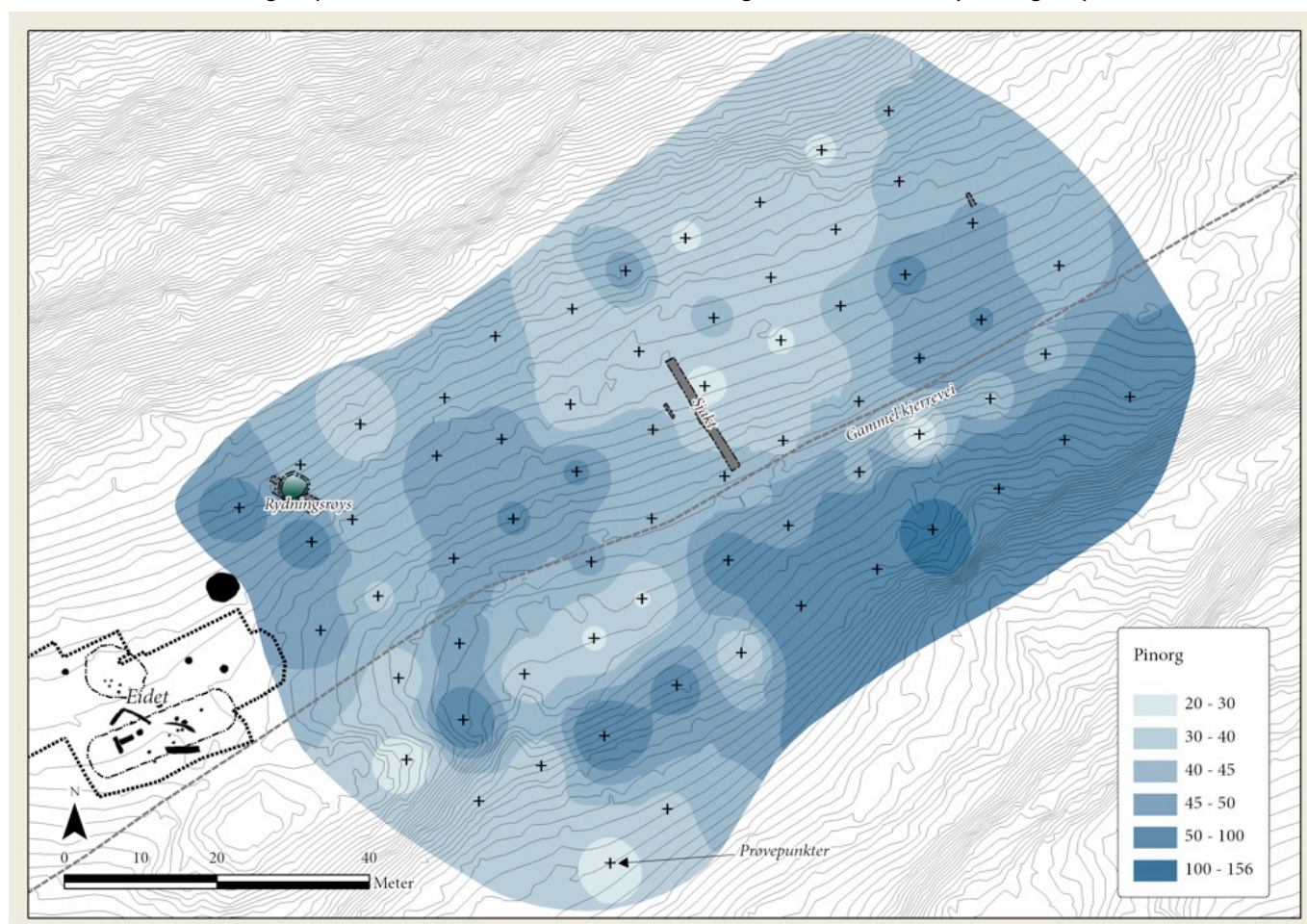
## Romlige analyser

Den viktigste tilnærmingen til å forstå og tolke fosfatspredning og det organiske innholdet er den romlige spredningen. Dette er her behandlet gjennom interpolasjonskurver for prøveserie J hvor prøvetakingen er gjort i et gridsystem, mens det for strategisk punktsatte prøvene beskrives med størrelsesgraderte symboler (IDW-logaritme, se s. 72).

### Serie J

#### Uorganisk fosfat (Pinorg)

Fordelen med den enkle IDW-interpolasjonen er at det er mulig å beholde en stor grad av detaljer, mens dette ofte resulterer i avvikende ”øyer” i helhetsbildet. Dette er ikke noe problem for tolkningen, da helhetsinntrykket allikevel vil være tydelig. Pinorg-verdiene for serie J inneholder en stor grad av variasjon, og denne variasjonen har et romlig mønster (Figur 20). Den tydeligste tendensen er en fosfatkonsentrasjon i helningsretningen (fra nordvest til sørøst), på diagrammet er dette spesielt synlig i det sørøstlige hjørnet. Det forekommer en økning i nærheten av rydningsrøysen mot



Figur 20. Interpolasjon av Pinorg-verdier for serie J.

utgravningsfeltet, mens det også er en mindre tendens til økning mot øst. Vest for sjakt 3 danner verdiene fra 8 prøver et sammenhengende felt med økt fosfatnivå.

#### *Organisk fosfat (Porg)*

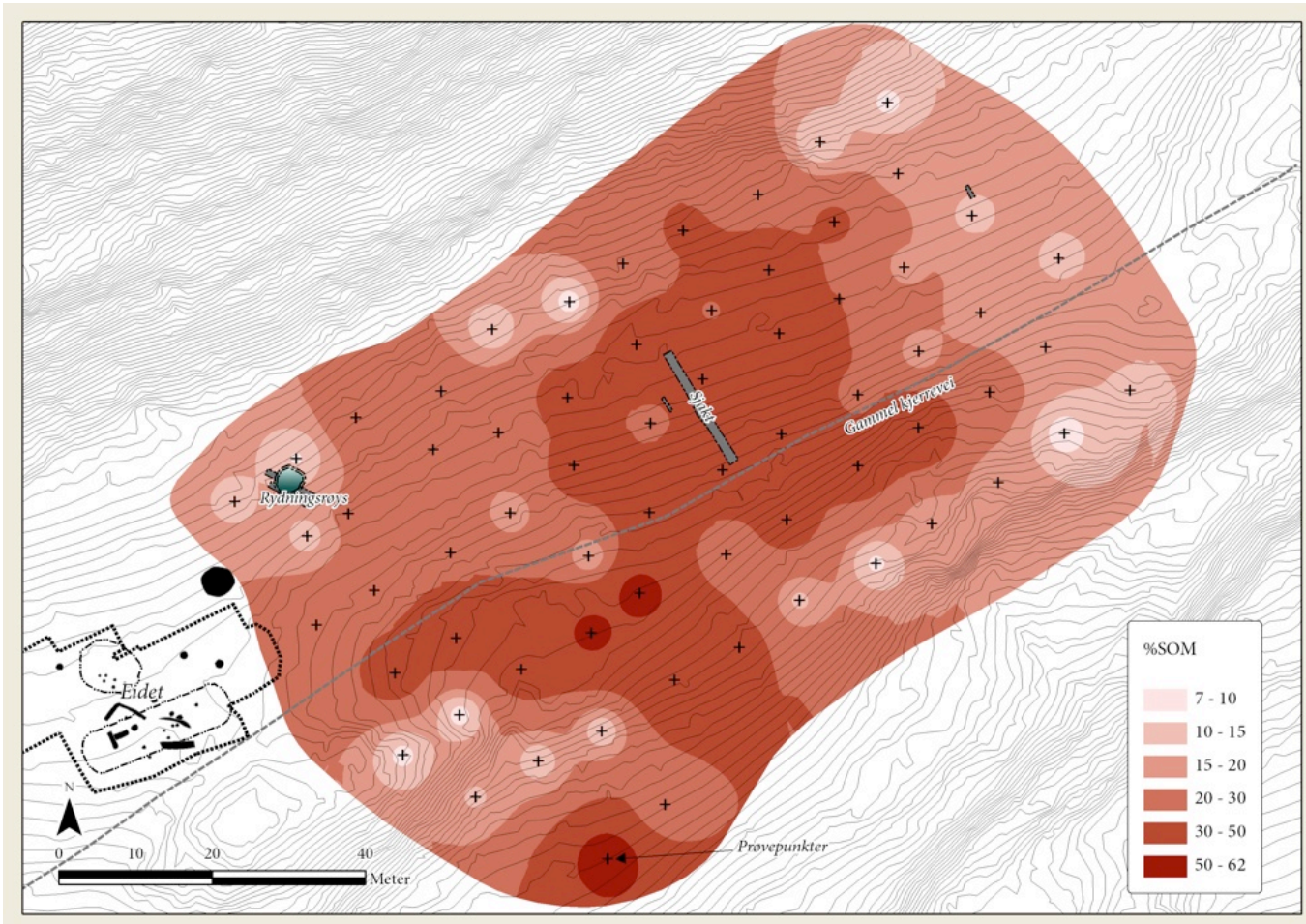
Verdiene for Porg avviker i stor grad fra Pinorg-nivåene (Appendiks 1, Figur 41, s. 120). Den mest fremtredende tendensen er økte verdier i østlig avgrensning av feltet, mens det også kan ses betydelige nivåer mot det nordøstlige hjørnet. Verdt å merke seg her er at mens nivåene for Pinorg var tydelig høye rundt rydningsrøysen, var Porg-nivåene klart lavere enn de omkringliggende prøvene. En annen generell tendens er at nivåene ser ut til å være mindre mot senter av feltet, med unntak av to prøver i nærheten av sjakt 3.

#### *Organisk innhold (%SOM)*

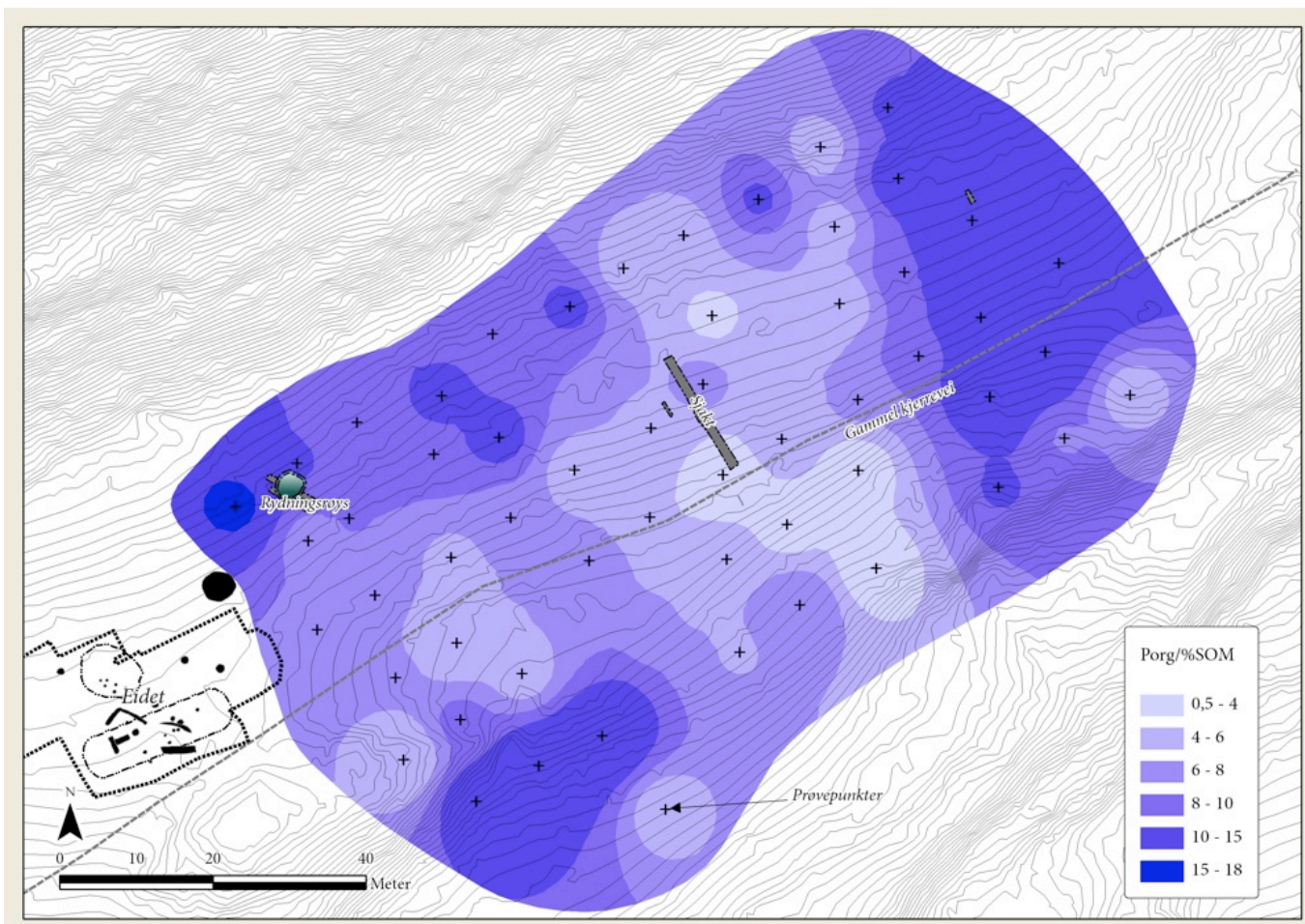
Det er mulig å se sammenhenger mellom både %SOM, Pinorg og Porg, men noen entydig korrelasjon er, som den statistiske analysen framhevet, ikke tilstede (Figur 21). Det avgrenses et helt tydelig område med langt høyere %SOM mot midten av feltet. To prøver tatt i relasjon til myrområdet viser verdier over 50%. Den vestlige avgrensningen av det tydelige feltet ser også ut til å ha en sammenheng med topografien i tilknytning til et flatere område i skråningen vest for utgravningsfeltet. Det høye %SOM-nivået kan også ha en viss korrelasjon med den lave helningen akkurat her (Figur 8 s. 62), som avviker betydelig med resten av feltet. I forhold til helning er det ikke mulig å se noen andre sammenhenger, resten av feltet har jevn skråvinkel, hvor variasjonene i %SOM varierer helt uten tydelig sammenheng.

#### *Forholdet mellom organisk innhold og organisk fosfat (Porg/%SOM)*

For denne datakategorien fremstår tydelige høye konsentrasjoner i den østlige avgrensningen av feltet, samt i det nordvestlige og sørvestlige hjørnet (Figur 22). Det tydelig avgrensede feltet med høye %SOM-verdier ser ut til å ha delvis sammenheng med mindre verdier for Porg/%SOM i senter av feltet. Disse sammengene er dog ikke konsekvente, og det vises flere avvik. De sjaktede områdene i sentrum av feltet hvor dyrkningslaget ble påvist er innenfor et område med svært lave verdier.



Figur 21. Interpolasjon av %SOM for serie J

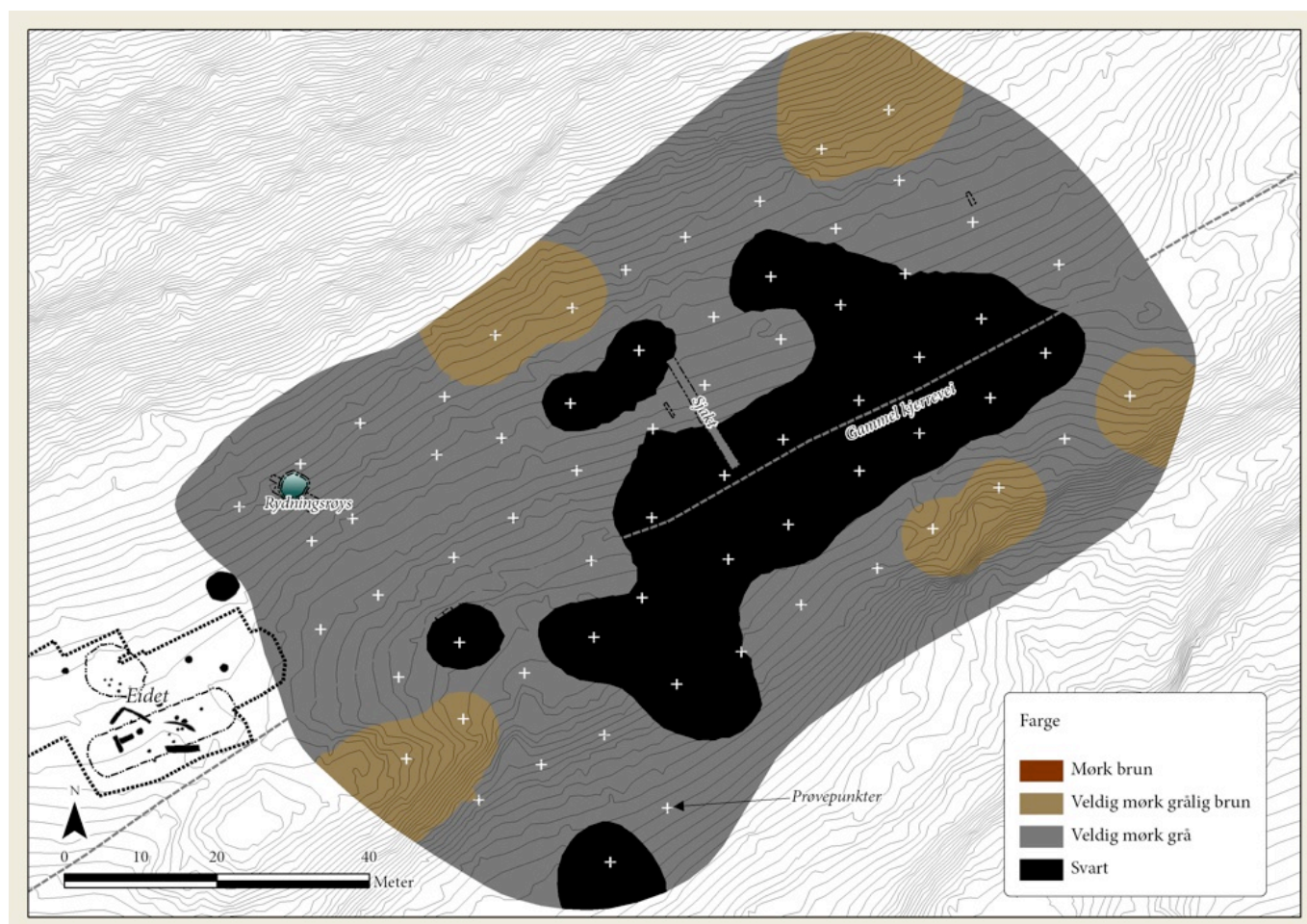


Figur 22. Interpolasjon av Porg/%SOM for serie J



## Farge

Fargen på jordprøvene har en helt tydelig sammenheng med flere av datakategoriene (Figur 23). Det tegner seg et tydelig avgrenset område i senter av åkeren med svartfarget jord. Det kommer også til syne flere øyer med Veldig mørk grålig brun jord mot kantene av feltet.



Figur 23. Interpolasjon av farger for serie J.

## Serie A

### Uorganisk fosfat (Pinorg)

Prøvene som er tatt i skråningen over jordbruksfeltet viser en tendens til lavere fosfatinnhold mot øst (Figur 24, s. 91). Generelt er det også lavere verdier i området mot øst og vekk fra utgravningsfeltene enn for prøvene tatt i nærheten av bosetningsområdene på Flaten og Eidet. Prøvene A04 og A05 er tatt i en bratt skråning ovenfor flaten og vest for Eidet, og representerer etter mitt skjønn en indikasjon på de høyeste nivåene av upåvirkete verdier man kan utskille. Disse

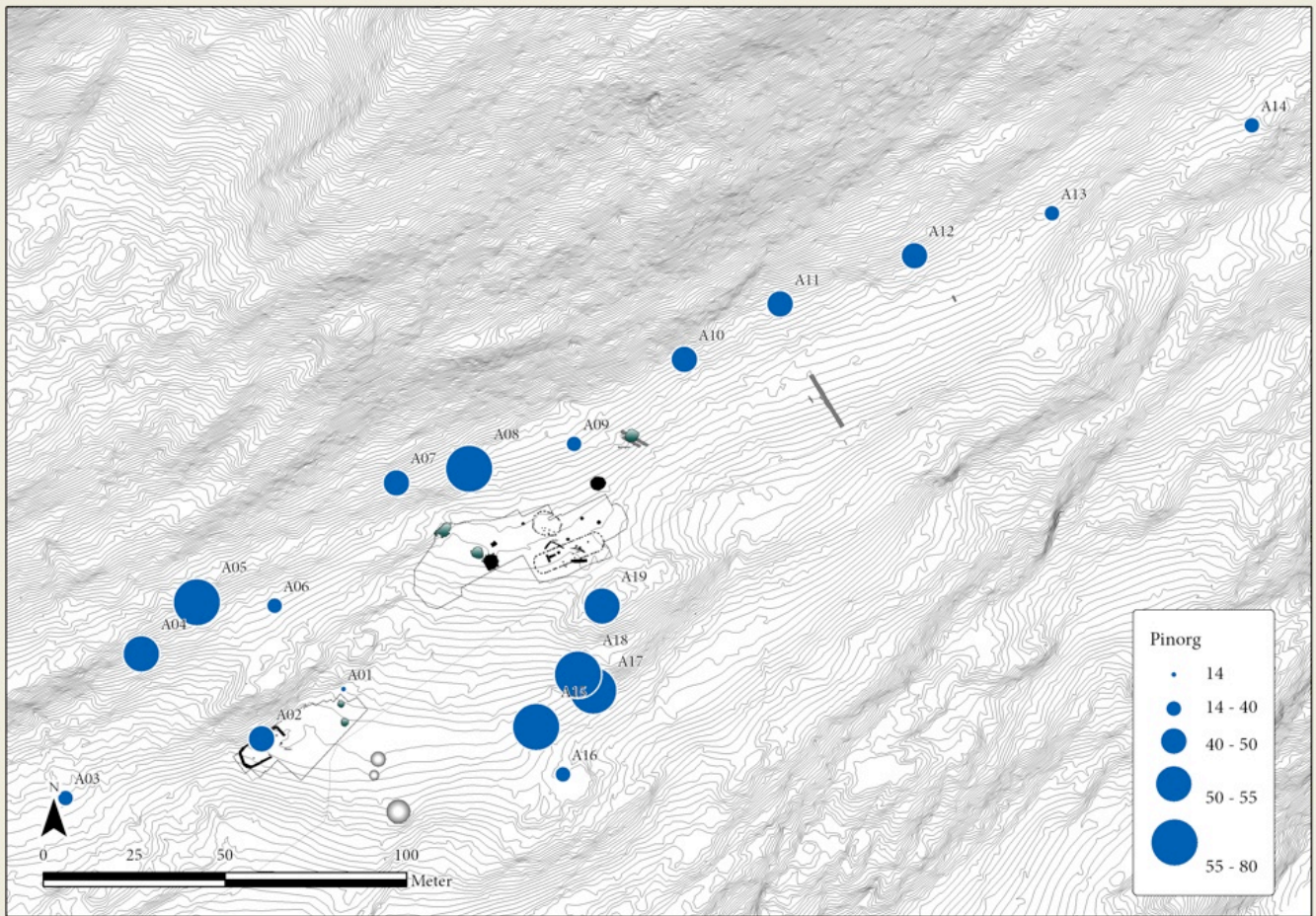
prøvene hadde sammenlignbare farger, %SOM, jordart (A04 var noe mer finkornet), og lå i samme type terreng. Prøvene viser allikevel en variasjon i Pinorg fra 54,6 (A04) til 64,6 (A05). Prøvene viser helt klart at fosfatnivåene i området ikke var spesielt høye. Prøve A01 plassert rett øst for Flaten viser svært lave verdier (14,01), og avviker betraktelig fra de øvrige prøvene.

#### *Organisk fosfat (Porg)*

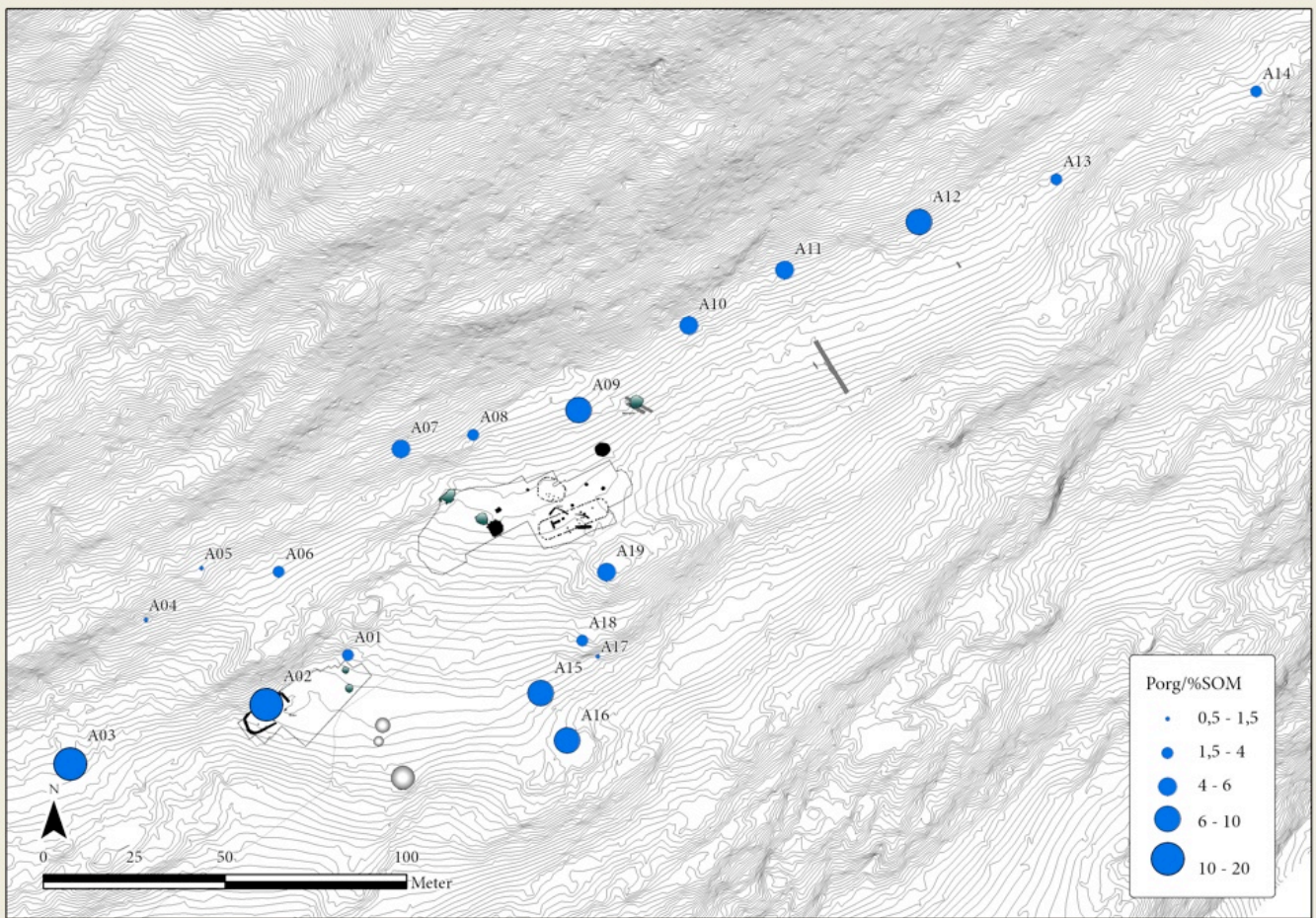
For det organiske fosfatnivået er variasjonen innad i prøvegruppen langt større enn for Pinorg. I overkant av jordbruksfeltet viser to prøver verdier opp mot 100, mens to prøver videre mot øst viser en gradvis nedgang (Appendiks 1, Figur 42 s. 120). Prøvene A04 og A05 i skråningen over Flaten viser svært lave nivå (henholdsvis 4 og 9), mens prøve A03 tatt ca. 70 meter østenfor viser svært høye verdier (294). Prøve A16 viser de høyeste verdiene (766) og representerer et klart avvik. Denne prøven bestod stort sett av organisk materiale (80%), noe som etter all sannsynlighet er største medvirkende årsak til de høye verdiene. Prøven ble tatt i relasjon med lokalt avvikende jordsmonn, muligens i tilknytning til en tilsynelatende menneskeskapt røyskonstruksjon (ikke bekreftet). Prøve A19 fikk også relativt høye verdier (162), dette er interessant da prøven ble punktplassert i et torvlag som lå umiddelbart over berget sør for utgravningsfeltet på Eidet.

#### *Organisk innhold (%SOM)*

Variasjonene i %SOM har visse sammenhenger med Porg-nivåene (Appendiks 1, Figur 42 s. 120). Resultatene er allikevel ingen klar avspeiling av Pinorg eller Porg. Et eksempel på dette er hvordan den gradvise nedgangen i Pinorg nivåer mot øst ovenfor jordbruksfeltet ser ut til å ha en svak positiv sammenheng med %SOM-nivåene, mens kanskje en negativ sammenheng ville vært mer sannsynlig skulle en ha utelukket menneskelig påvirkning som en faktor. Alle prøvene som det kan antas representerer minimal eller ingen menneskelig påvirkning viser langt lavere organisk innhold enn hva en kunne observere innenfor jordbruksfeltet.



Figur 24. Pinorg-verdier for serie A.



Figur 25. Porg/%SOM-forholdstall for serie A.

### *Forholdet mellom organisk innhold og organisk fosfat (Porg/%SOM)*

Denne datakategorien gir et noe annerledes inntrykk enn de andre variablene (Figur 25). Her er det først og fremst to prøver i vest som utmerker seg med høye verdier (A02 og A03, forholdstallene var 16 og 18). Skillet mellom disse prøvene og de andre rundt Flaten og Eidet er ikke synlige ved å se på verken Porg eller Pinorg. Tilsvarende høye forholdstall mellom Porg og %SOM ble ellers dokumentert i og rundt jordbruksfeltet (Figur 22 s. 88).

### ***Serie R***

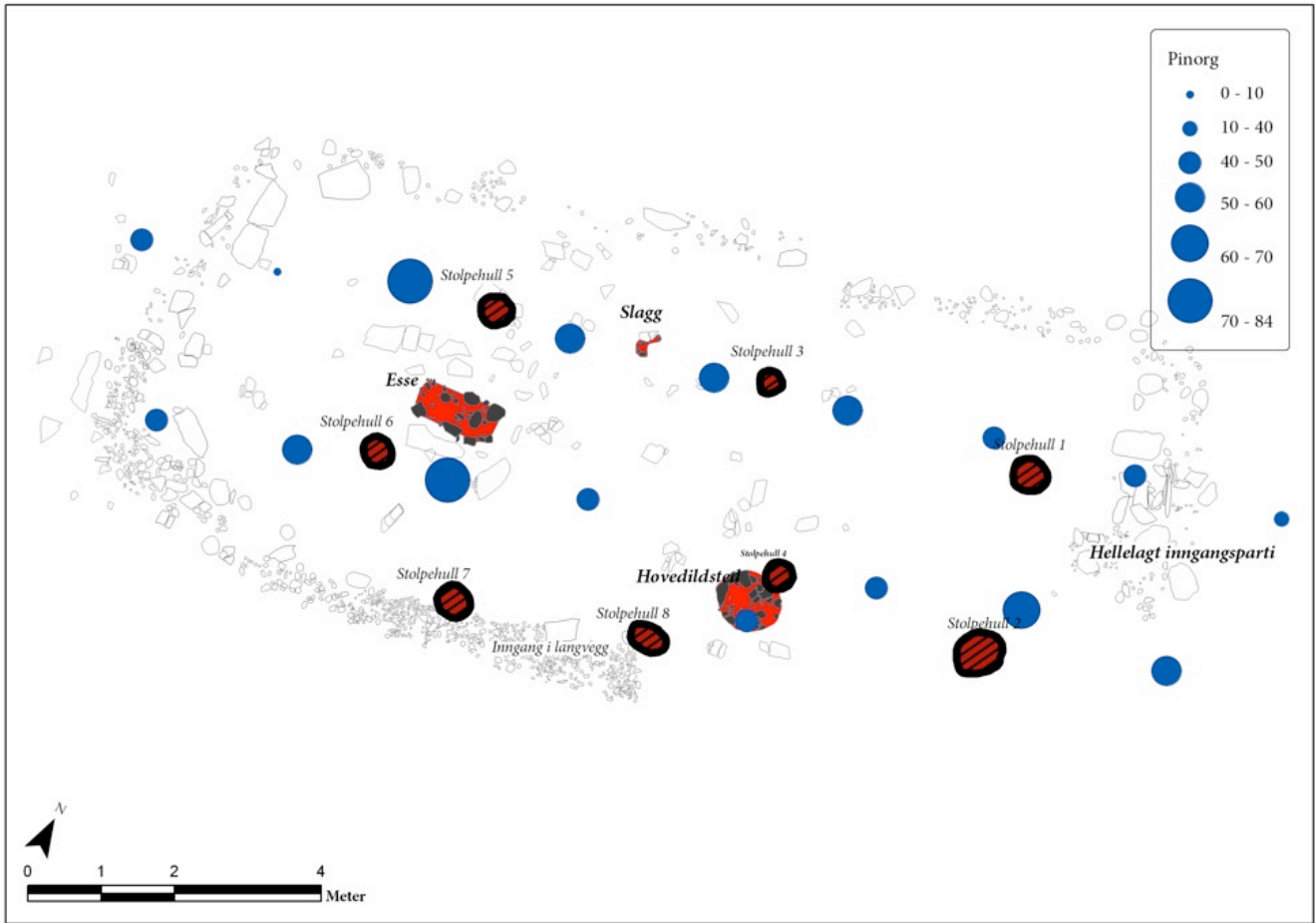
For denne serien er det ikke utarbeidet illustrasjoner for den romlige spredningen da prøveantallet bare er på 5 (se Figur 9 s. 64 for en illustrasjon av prøvepunktens plassering). Pinorg viser ingen påfallende variasjon prøvene imellom, og ligger på et rimelig lav nivå (mellom 60 og 80). For %SOM ses det heller ingen markant variasjon, og hele serien ligger mellom 10% og 20%. Prøve R1 avviker noe fra de andre hva angår Porg som var på hele 337. Plasseringen ligger et stykke unna dagens jordbruksaktivitet på en flate sørvest for utgravningsfeltene. Forholdet Porg/%SOM er da for denne prøven likt de mest påvirkede prøvene innenfor serie J (16). Prøve R2-R5 som ble tatt i nåværende jordbruksmark er relativt like over alle datakategorier. Porg varierer mellom 100 og 130, mens forholdet Porg/%SOM ligger mellom 5 og 9.

### ***Serie V***

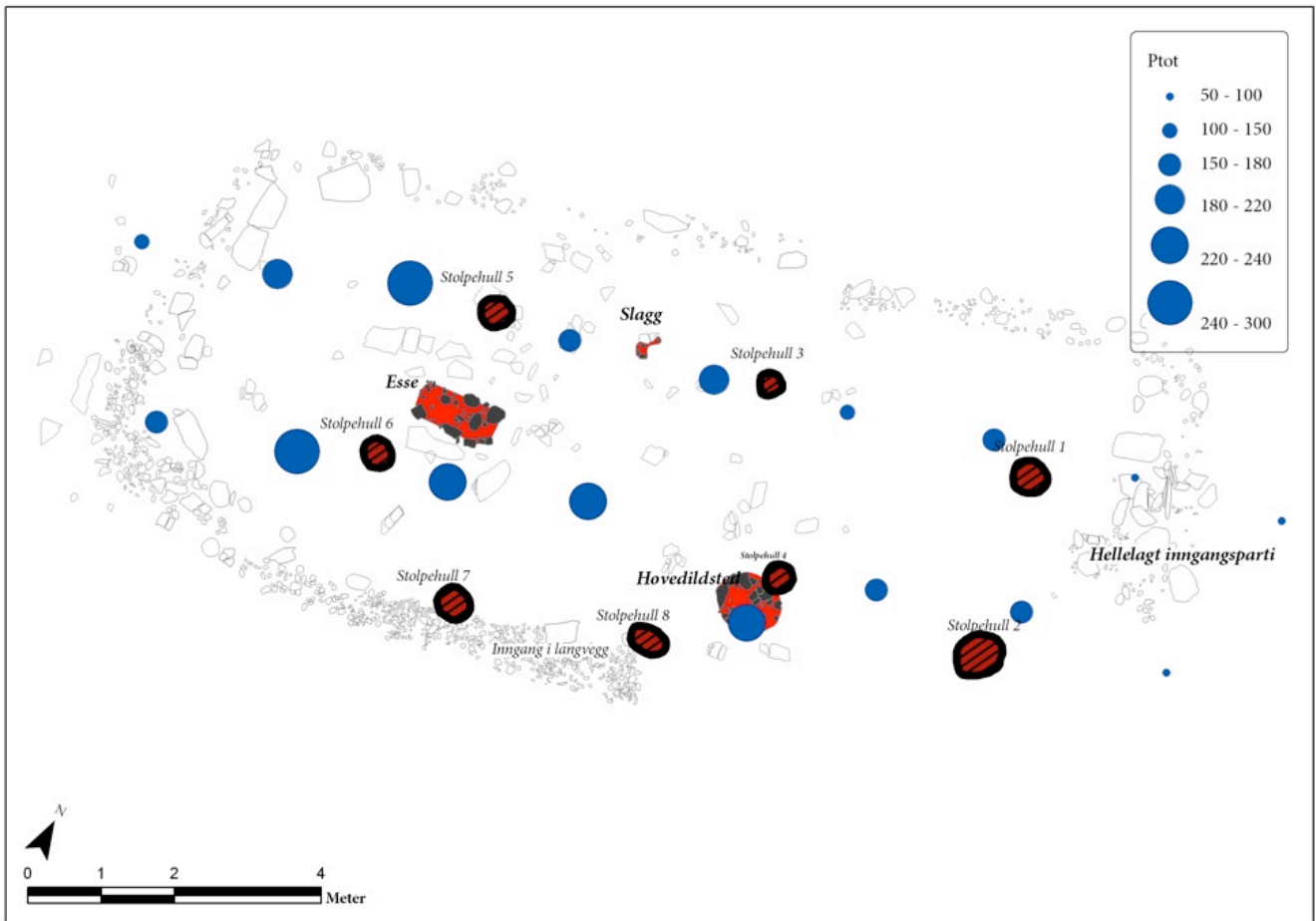
For denne serien opptrer de mest interessante variasjonene innenfor gulvflaten på Tuft 1 ved Flaten. Det ble også tatt enkelte prøver i nær tilknytning til tuften men utenfor husavgrensningen, alle prøvene fremvises samlet i Figur 45 (Appendiks 1, s. 122).

### *Uorganisk fosfat (Pinorg)*

Pinorg-verdiene er relativt lave også for denne serien, og den avviker ikke betydelig fra de øvrige prøvegruppene (Figur 26). Allikevel går det an å se interessante variasjoner innenfor gulvflaten. Vest for stolpehull 5 og øst for stolpehull 6 gir to prøver et utslag som avviker fra det øvrige inntrykket. Det ses også en tendens til at verdiene innenfor hustuften er noe høyere enn verdien utenfor (se også Figur 45, s. 122).



Figur 26. Pinorg for serie V



Figur 27. Ptot for serie V

### *Totalt fosfatinnhold (P<sub>tot</sub>)*

Da P<sub>tot</sub> ofte vurderes som en bedre kategori for å belyse bosetningpåvirkning av jorden har jeg for V-serien erstattet P<sub>org</sub> med P<sub>tot</sub> i den grafiske fremstillingen (Figur 27). Resultatet viser relativt tydelig variasjon fra husets vestlige halvdel til husets østlige halvdel. Verdiene rundt essen, spesielt mot sør, viser relativt høye verdier. Også prøven tatt i kanten av hovedildstedet viser samme grad av påvirkning. Den øvrige tendensen er at fosfatverdiene varierer gjennom de to prøvelinjene med relativt lave nivåer i vestlig avgrensning av tuften, deretter en gradvis økning mot midten, og deretter en skarp nedgang i østlig avgrensning.

### *Organisk innhold (%SOM)*

Resultatene fra %SOM-analysen for serie V viser jevne lave verdier uten interessante variasjoner innenfor hustuften. Resultatene for P<sub>inorg</sub> og P<sub>tot</sub> viser ingen romlig sammenheng med %SOM.

### *Forholdet mellom organisk innhold og organisk fosfat (P<sub>org</sub>/%SOM)*

Med den lave jevne fordelingen av %SOM for serie V gir forholdstallene P<sub>org</sub>/%SOM nøyaktig det samme inntrykket som P<sub>tot</sub>-verdiene (Appendiks 1, Figur 46 s. 122). De høyeste verdiene innenfor tuften gir like høye tall som de høyeste innenfor J-serien.

## Diskusjon

I likhet med flere av de forutgående kapitlene vil jeg her benytte en todelt oppbygning. Først behandles resultatene fra mitt case study ved Skåbunes, fortolkningsproblemene som kan tilknyttes min tilnærming til fosfatanalysen, samt hvorvidt det lar seg gjøre å diskutere ulike typer jordbruk ut ifra et slikt materiale. Avslutningsvis diskuteres problemene ved fosfatanalysen anvendt innenfor norsk arkeologi. Mine egne erfaringer med analysene fra Skålbunes inkluderes, og jeg vil drøfte ulike årsaker til at metoden så langt har vært anvendt med vekslende hell i Norge. Jeg vil i tillegg forsøke å peke på visse trekk ved tverrfaglighet som sådan, og hvordan de forskningssosiologiske aspektene ved dette kanskje kan belyse en del årsaksforhold innenfor tilnærmingen man i arkeologien har til naturvitenskapelig metode.

### Jordbruk ved Skålbunes

Det er i utgangspunktet vanskelig å forstå jordbruksaktiviteten som har funnet sted på Skålbunes i eldre jernalder ut i fra utgravningsresultatene. Husstrukturene og gjenstandene som ble funnet, er av en såpass sammensatt og fragmentert karakter, at selv spørsmål rundt konstruksjonsdetaljer i forhold til bygningene, eller intensitet og varighet av bosetningen, bare delvis lar seg besvare. Når det gjelder jordbruk, blir denne situasjonen enda mindre entydig. Tolkningene vil kanskje, om en skal anvende en kildekritisk linje, begrenses til å antyde at jordbruk har funnet sted ved lokaliteten flere perioder i jernalderen. Indikasjonene pollenanalysen ga, understøtter dette, men utvider ikke informasjonen med hensyn til den eldste aktivitetsfasen i jernalder. Hvilken type jordbruk som har funnet sted, eller hva slags driftsform dette har representert, lar seg ikke behandle. Heller ikke røyskonstruksjonene kan brukes for å drøfte ulike jordbrukstyper ved lokaliteten. Røysene har ikke vært gjenstand for pollenanalyser eller makrofossilanalyser, og deres morfologiske trekk er av en slik varierende og spesiell karakter at selv deres status som rydningsrøyser ikke kan anses som sikker.

I utgangspunktet var altså det tilgjengelige kildematerialet for å behandle jordbruksspørsmål svært vagt. Har fosfatanalysen kunnet tilføre noe nytt i denne sammenhengen?

### ***Feilkilder og forbehold ved fosfatanalysen***

Slik fosfatanalysen har vært anvendt i forbindelse med mine undersøkelser ved Skålbunes, må dette anses som relativt eksperimentelt. Forskjellene mellom jordprofiler innenfor og utenfor utgravningsfeltet på Eidet gjorde at jordbruksfeltet ble gjenstand for interesse, og de forskjellige jordtypene har stor innvirkning på resultatene fra analysen. Engelmark og Linderholm (1996) har i sin fosfatundersøkelse av jordbruksmark gjort et poeng ut av å unngå lokale variasjoner i jordsmonn. Deres undersøkelse baserte seg i stor grad på variasjoner i forholdet mellom Pinorg/Porg mellom *like* jordprofiler (podsol) som de i forkant av undersøkelsene hadde sannsynliggjort i forhold til ulike typer av menneskelig påvirkning. Min undersøkelse er altså av en helt annerledes karakter, og fordrer derfor en annen tilnærming til tolkningen av resultatene. Jordbruksområdets jordprofil på Skålbunes bestod øverst av et tynt torvlag. Under dette lå et lag bestående av feit kullholdig og svært humusrik moldjord. Her ble fosfatprøvene tatt. Skillet mellom dette jordlaget og den ”sterile” morenemassen under, var svært skarpt; og den totale profildybden var i gjennomsnitt rundt 30 cm. Fosfatinnholdet i denne jordprofiltypen ble sammenlignet romlig og statistisk med prøver fra B-horisonten i et brunjordsmonn med til dels lavere organisk innhold og større profildybde. Korrelasjonsanalysen mellom prøvegruppene viste blant annet at det var signifikante forskjeller mellom det organiske innholdet i J-serien i forhold til A- og V-serien. Dette kommer av de ulike jordprofilene i prøveområdet. Det er derfor viktig å understreke at variasjonene i jordkomposisjon jevnt over potensielt kan komplisere og begrense tolkningene fosfatanalysen kan tas til inntekt for.

Jeg oppdaget også problemer med sitronsyremetoden under ekstraksjon etter brenning ved 550 °C av enkelte jordprøver fra dyrkningslaget hvor innholdet av organisk innhold var stort. Dette kan som nevnt være en effekt av den alkaliske askens nøytraliserende virkning på den svake sitronsyren (s. 76), men årsaken kan også være andre jordbestanddeler jeg ikke har kunnet bedømme innholdet av. Denne metodiske feilen kan ha påvirket andre prøver enn de jeg har fjernet fra analysen. En



annen faktor som må nevnes, til tross for at resultatene fra analysen ikke peker i retning av at det har hatt utslagsgivende effekt, er at sitronsyremetoden spesielt er benyttet i sure jernholdige podsoljordsmonn. Berggrunnen på Skålbunes består av kalkholdige mineraler, og da jeg ikke har kartlagt kalkinnholdet i jordprøvene som ble analysert, har det ikke vært mulig å belyse en eventuell negativ korrelasjon mellom kalsiumkarbonat og fosfatinnhold (Canti et al. 2006). Jeg har heller ikke kunnet bedømme hvordan varmebehandlingen av de ulike jordprøvene, kan ha påvirket innholdet i ulike bindinger mellom fosfat og mineraler. Brenningen kan ha hatt effekt både for hvilken fosfattype og mengden fosfat som har blitt frigjort ved ekstraksjon. En måte å motvirke problemene med sitronsyremetoden i tilknytning til kalkrike jordtyper, er å tilsette en liten mengde hydroklorid (saltsyre), for å senke pH-verdien (f.eks. Macphail et al. 2006:301). Dette har ikke blitt gjort i min analyse. De jevnt over lave pH-verdiene som ble målt (s. 76), kan indikere at kalkinnholdet ikke nødvendigvis har vært så høyt, og at denne effekten ikke har påvirket analysen i nevneverdig grad.

Nivåene for uorganisk fosfat er, som jeg har beskrevet generelt svært lave, gjennomsnittet var på 48° og maksimumsverdien var på 156°. Ved undersøkelsene av hus 1 på Borg (her ble også sitronsyremetoden anvendt), var de lavest markerte verdiene på 466°, mens de høyeste verdiene var på 1600° eller mer (Arrhenius og Freij 2003:77). Årsakene til at nivåene på Skålbunes var generelt lave, også innenfor husgulvet på Tuft 1 ved Flaten, må ses i sammenheng med jordsmonnet som har vært analysert. Det generelt høye organiske innholdet og den relativt bedømte kornstørrelsen (fra sand til fin sand) på jordarten, gjør at en heller ikke nødvendigvis skulle kunne forvente høye nivåer av sitronsyreløselig uorganisk fosfat. Mineralinnholdet i jorden er ikke kartlagt i detalj, og eksempelvis jerninnholdet vil kunne ha betydelig signifikans for hvilke nivåer sitronsyremetoden kan løse ut, da det spesielt er fosfat som inngår i jernkompleks som metoden ekstraherer i størst grad (Linderholm 2007:422). De lave nivåene betyr ikke at dataene er uten tolkningsverdi

eller at det ikke avspeiles menneskelig påvirkning, men forutsetter nettopp en type resonnement hvor også jordsmonnet inkluderes som en faktor<sup>13</sup>.

Når det gjelder eventuelle bakgrunnsnivå for fosfat, er dette etter min mening et tema med bare delvis interesse for den typen analyse jeg har utført. Det vil i de fleste tilfeller være vanskelig å kunne utskille jorder der en med sikkerhet kan anta at menneskelig aktivitet ikke har vært en faktor. Forsøk på å fjerne ”bakgrunnsverdier”, vil etter min mening, bare komplisere og vanskeliggjøre tolkningsprosessen. Jeg har derfor valgt å kun se på de relative variasjonene i fosfatmengden.

Det eksisterer også andre feilkilder, men jeg finner det ikke formålstjenlig å gå dypere inn i dette. Hensikten med å nevne de ”problematiske” aspektene ved min fremgangsmåte, også i avslutningen av denne avhandlingen, er å understreke at fosfatanalysen ikke kan behandles uten at man opprettholder et kritisk blikk på den metodiske fremgangsmåten, både i laboratorium og i felt. For at det eventuelt skulle være mulig å gå videre med denne typen analyser på et lignende materiale i fremtiden, vil forbehold og problemer være like viktig informasjon som en problemfri resultatpresentasjon, og dermed kunne bidra til utviklingen av en alternativ metodisk tilnærming.

### ***Tolkning av resultatene***

For jordbruksfeltet fremtrådte det et tydelig romlig mønster i variasjonen av uorganisk fosfat. Dette bestod i en gradvis økning nedover i helningsretningen hvor spesielt et sammenhengende felt med verdier fra 50° til 156° i det sørøstlige hjørnet, var markert. Også i nærheten av rydningsrøysen var det et høyt nivå. Jeg anser dette som et resultat av både menneskelig påvirkning og naturlige prosesser. De høyere fosfatnivåene mot bunnen av skråningen korrelerer ikke enhetlig med variasjoner i jordsmonnet, i så fall skulle også verdiene i østlig avgrensning av feltet hatt samme økning. Jeg foreslår at variasjonene som ses, delvis er resultat av masseforflytning fra toppen og midten av feltet, hvor mer finsortert jord gradvis kan ha forflyttet seg i

---

<sup>13</sup> Linderholm (2006:4) oppgir deteksjonsgrensen for Arrheniusmetoden (sitronsyremetoden) til å ligge på 3 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g (3°), mens nivå under 10 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g (10°) bør tolkes med forsiktighet. Min prøvemengde holder seg stort sett godt innenfor denne grensen.

helningsretningen mot det undersøkte feltets nedre avgrensning. Dette kan være en viktig årsak til at prøvene fra nedkant av feltet, ga høyere verdier. De høye verdiene i vestlig avgrensning av feltet ligger nært opp mot utgravningsfeltet, og ligger i tillegg forholdsvis nært opp mot hus B4 (s. 112). Jeg mener dette markerer avgrensningen mot bosetningsområdet og ser verdiene i relasjon til fosfatanrikning som en følge av bosetningsaktivitet. Årsaken til at det er såpass lave verdier mot sentrum av og mot toppen i jordbruksfeltet, kan være forårsaket av menneskelig aktivitet.

Det organiske innholdet for jordbruksfeltet markerer også et avvikende område mot midten, samme bilde dannes ved vurdering av fargevariasjonen i prøvene (s. 89), og korrelerer delvis med verdiene for uorganisk fosfat hvor spesielt prøvene ved rydningsrøysen og også prøvene i nedkant av feltet, viser lavere organisk innhold enn prøvene mot midten. Prøvene mot øst viser som nevnt ikke samme korrelasjon og det er derfor mulig å anta at dette kan representere ulike typer jordpåvirkning.

Innholdet av organisk bundet fosfat er ikke korrelert entydig med innholdet av organisk materiale (R-verdien for Parsons-korrelasjonen var 0,8), og også her dannes det et felt mot midten av jordbruksområdet hvor verdiene er lave. Sammenhengene her kan kanskje også være et resultat av menneskelig aktivitet. Forholdet mellom organisk fosfat og organisk innhold, viser at prøvene mot østlig avgrensning av jordbruksfeltet (verdier opp til 15) har et langt høyere forholdstall enn for prøvene mot midten (verdier ned til 0,5). Det er også høyere verdier ved rydningsrøysen (opp mot 18) i retning av utgravningsfeltet og i det sørvestlige hjørnet av feltets nedre avgrensning (opp mot 15). Akkumulasjonen av uorganisk fosfat som ses i nedkant av feltet, vises ikke når forholdet mellom organisk materiale og organisk fosfat tas med i beregningen. Her er konsentrasjonen av lavere verdier sammenhengende helt ned mot jordbruksarealets sørlige avgrensning<sup>14</sup>. Dette kan sannsynligvis delvis ha en sammenheng med jordkomposisjonen innenfor dette feltet, men det har også en spredning uavhengig av dette. Det at variasjonen ikke bare kan tilknyttes endringer i jordstruktur, kan spesielt ses i forhold til fire prøver mot nedkanten av feltet (s. 88).

---

<sup>14</sup> Organisk fosfat (Porg) er regnet ut gjennom å subtrahere uorganisk fosfatinnhold fra totalt fosfatinnhold (Ptot minus Pinorg). Dette innebærer naturlig nok at høye verdier for uorganisk fosfat medfører en tilsvarende reduksjon i verdiene for organisk fosfat. Mitt inntrykk av prøvemengden er at det ikke kan spores noen betydelig negativ sammenheng mellom disse kategoriene, og jeg har derfor ikke behandlet dette som en kilde til feilslutninger.

Her oppstår et mindre sammenhengende felt med forholdstall under 4, hvor de aktuelle prøvene (J37, J49, J50 og J60) viser stor variasjon både i farge, organisk innhold (s. 120) og uorganisk fosfat, mens forholdstallene mellom organisk innhold og organisk fosfat allikevel danner et tydelig romlig mønster.

Sjakt 3 ble lagt rett igjennom det sammenhengende feltet i midten av jordbruksområdet. Laget det ble tatt prøver i, bestod av feit svart trekull- og humusholdig moldjord, og det er i sjaktprofilen mulig å se en økning i profiltykkelsen langs helningsretningen fra øvre til nedre del. Det er også verdt å merke seg at humus- og torvlaget som lå over dette laget, ikke viste samme variasjon i tykkelse (Figur 47 s.123). Hadde denne sjakten vært utvidet i lengde, ville det etter min vurdering sannsynligvis ha fremkommet en tydeligere økning i dette lagets tykkelse i det organisk innholdsrike lagets sørlige avgrensning. Dette kan kanskje vurderes som en slags åkerreindannelse, hvor masseforflytning fra de øvre deler av feltet gradvis har forårsaket en akkumulasjon mot bunnen av skråningen. Området hvor pollensøylene ble tatt, var flatere enn helningen i jordbruksfeltet, og viser en akkumulasjon av organisk og mineralisk materiale over en lang periode (se helningskart s. 62). Pollensøylen som ble analysert, hadde en dybde på 71 cm og viste en overgang fra humus i varierende omdanningsgrad i de øvre sjikt, til sand og grus med lite organisk innhold i sjiktene fra 53 cm og dypere (Tveraabak 2008). En fosfatprøve ble tatt i relasjon til dette myrsøkket (J44), i underkant av humusakkumulasjonen, på 55 cm dybde. Plasseringen for denne prøven ble gjort etter en skarp overgang mellom myrmold og et mørkebrunt fint sandlag. Analysen viser samme forhold mellom organisk fosfat og organisk innhold som prøvene i østlig avgrensning av jordbruksfeltet (forholdstall fra 9 og oppover, lavt innhold av organisk materiale, gjennomsnittlig innhold av uorganisk fosfat og høye verdier for totalt fosfat). Jordsmonnet under myrsøkket var, etter min vurdering, identisk med den mørkebrune fine sandjorden som ble observert både rundt jordbruksfeltet og innenfor utgravningsfeltene på Flaten og Eidet. Dessverre ble det ikke prioritert å grave en profil gjennom dette området.

Jeg mener det er en viss sammenheng mellom analyseresultatene for midten av jordbruksfeltet og myrsøkket nedenfor. En faktor jeg ikke har kunnet kartlegge i detalj, har vært hvordan grunnvannsforholdene i det aktuelle området, eller

overflateavrenning, kan ha medvirket til dannelsen av jordprofilen i jordbruksområdet. Verken ved utgravningen av sjakt 1 eller sjakt 2 høsten 2006, eller gravingen av sjakt 3 sommeren 2007, ble det påvist noen tegn på vannopphopning innenfor sjaktenes dybde. Moreneavsetningen under det feite jordbrukslaget fremstod også som usortert, med stein i varierende størrelse og av ulik type. Under feltarbeidet høsten 2006, ble det observert en viss flateavrenning ned mot myrsøkket. Jordbrukslaget fremstod som helt vannmettet for et mindre antall prøver øst for Eidet. Det var ingen tegn til verken høy grunnvannstand eller avrenning sommeren 2007. Avrenning og erosjon som følge av varierende dreneringsforhold til ulike årstider (tele i jorden), må allikevel vurderes som en årsak til hvorfor det avvikende jordsmonnet har oppstått.

Verken helningsvinkel eller andre lokaltopografiske faktorer kan forklare hvorfor jordsmonnet fremstår så forskjellig i jordbruksfeltet. Naturlige årsaker kan ikke alene forklare at brunjordsmonnet som ellers dekker lokaliteten, ikke har oppstått eller blitt bevart her. Jeg tror derfor det vil være mulig å se dannelsen av dette jordsmonnet i relasjon til en av bosetningsfasene ved lokaliteten; dette kan ha vært den eldste fasen i jernalder. Det feite jordsmonnet og mengden kull som jevnt over var iblandet, utelukker at dette er naturlig upåvirket mark. Det at det er et delvis fossilisert brunjordsmonn under myrsøkket sør for jordbruksområdet, kan indikere at akkumulasjonen av mineralsk og organisk materiale opprinnelig kan ha startet som følge av aktivitet i skråningen ovenfor.

### ***Jordbrukstype?***

Resultatene fra laboratorieanalysene viser altså jordbruksområdet som et delvis sammenhengende felt, der variasjonene ses i form av lave verdier både for uorganisk og organisk fosfat, mens den avvikende jordtypen også skarpt markeres ved jevnt over høyt innhold av organisk materiale. Den tynne avvikende jordprofilen og de lave verdiene for organisk fosfat, kan indikere at et intensivt avlingsjordbruk der gjødsling har funnet sted, må utelukkes.

Det ble gjort flere <sup>14</sup>C-dateringer til førromersk jernalder under Skålbunesprosjektet (s. 113). I tillegg til prøven fra sjakt 1 i jordbruksområdet, inkluderte dette blant annet en prøve fra et prøvestikk mot den vestlige avgrensningen av det flateavdekte

området på Eidet, samt en prøve øst for tuft 1 på Flaten. Jordsmonnet hvor de to siste prøvene ble tatt, var et karakteristisk og relativt tynt brunjordsmonn med lite markerte lagskiller, og kullprøvene ble tatt fra små kullkonsentrasjoner i jorden. Dette kan muligens settes i sammenheng med rydning og bosetningsetablering på Eidet i eldre jernalder, hvor eventuell bjørkeskog der hvor det har vært anlagt hus i det mest intensive aktivitetsområdet, kan ha blitt brent ned. Det kan naturligvis også representere mer tilfeldig forflytning av kull som følge av den generelle bosetningsaktiviteten. Jordbruksområdets større kullkonsentrasjon kan kanskje også representere rydning, men da konsentrasjonen av kull her er jevnere spredt og delvis består av kullstøv, kan dette muligens representere en annen, men samtidig rydning.

En mulig forklaring på hvorfor jordbruksområdets jordsmonn fremstår slik det gjør i dag, kan være at rydning eller forsøk på dyrkning i eldre jernalder, har ført til permanente forandringer. Forutsetningene for jordgenese kan ha blitt endret, og dette kan ha forårsaket en annerledes utvikling for jordprofilen i dette området enn områdene rundt. Jordgenese er generelt en meget komplisert prosess hvor det er svært mange aspekter forskningen ikke kan forklare (USDA 1999:9-14). Jeg vil ikke forsøke å redegjøre for alle ulike faktorer som kan ha medvirket til at jordsmonnet har blitt bevart slik det ser ut i dag, men vil allikevel forsøke å skissere ut to mulige scenarier.

Om rydning av området har vært foretatt for å etablere et beiteområde, vil jorden ha blitt påvirket. En eventuell nedbrenning av vegetasjonen på stedet vil ha ført til dannelse av en betydelig mengde kull. Om man antar at jordbruksfeltet opprinnelig har vært dekt av et steinrikt brunjordsmonn, likt det som i dag eksisterer i alle avgrensingsretninger av feltet, vil dette ha hatt en rik bunnvegetasjon som vil ha blitt avsvidd. Hvis beiterydning har vært det primære motivet for brenning, vil området sannsynligvis ha vært utsatt for dyr i bevegelse under lengre perioder. Dette kan naturlig nok ha påvirket og utsatt markoverflaten for erosjon.

Det er også mulig å se for seg at området har vært brent i forbindelse med dyrkning. Det generelt lave nivået av uorganisk fosfat, det høye innholdet av organisk materiale, samt forholdet mellom organisk fosfat og organisk innhold, indikerer samlet et avgrenset område mot midten av feltet. Om man skulle trekke paralleller til svedjedyrking som jordbruksform, ville dette ha skjedd ved at området først ble brannryddet, deretter sådd og dyrket intensivt til jorden ble utarmet (Larsson 1995).

En slik dyrkning ville først gjennom brenning forårsake et økt innhold av næringsstoffer i de øvre jordlagene, ved at næringsstoffer i den naturlige vegetasjonen ble frigitt. Dyrkningsaktiviteten vil kunne ha ført til omroting av jorden, for eksempel ved høsting og planting, og vil i perioder ha medført at jordsmonnet i skråningen har vært åpent og utsatt for vær- og vinderosjon.

### ***Svedjebruklignende dyrkning?***

Det kan være et poeng å unngå å dra direkte paralleller til historisk kjente dyrkningsformer som svedjedrift eller busktrede, spesielt når man gjør forsøk på å tolke jordbruksaktivitet i et tidsom og innenfor et geografisk område man vet svært lite om. Avvisningen av svedjedyrking i løvskog (Engelmark 1995) bærer preg av økologisk determinisme, og kan etter min mening ikke aksepteres ukritisk. En lang rekke andre faktorer enn jorden og dyrkningsformenens potensial for effektiv drift, vil ha spilt inn i valget av dyrkningsmetode, og alle disse faktorene må vurderes. Innenfor debatten jeg har vært inne på i et foregående kapittel (Larsson 1995), er det også et stort fravær av innlegg i forhold til jordbrukets rolle innenfor sosiale og trossmessige sammenhenger. Det kan ikke utelukkes at jordbrukstilpasningen har vært av en annerledes karakter enn man klarer å finne eksempler på ved hjelp av analogier.

Jordlaget jeg har beskrevet som et dyrkningslag i denne avhandlingen, minner ut ifra beskrivelser også om jordlag påvist mot de nedre lag av tykkere jordbruksprofiler fra Vestlandet (for eksempel Valvik 1998). Denne type lag har vært sett i sammenheng med rydningsbrenning, svedjedrift eller busktrede som jordbruksform. En slik sammenligning er noe tvilsom, spesielt da det ikke foreligger kjemisk informasjon, men er etter min vurdering allikevel verdt å nevne. Min tolkning av bosetningssporene fra eldre jernalder på Skålbunes, er også at de mest sannsynlig vitner om aktivitet i en relativt kort periode. Dette understøttes delvis av både relativt nærliggende <sup>14</sup>C-dateringer (Figur 31, s. 113) og det begrensede artefaktmaterialet. Jeg vil derfor tolke jordbruksfeltet øst for Eidet på Skålbunes som et resultat av dyrkningsaktivitet *med likhetstrekk i retning av svedjebruk*. Dette har sannsynligvis startet i førromersk jernalder og pågått i en relativt avgrenset tidsperiode. På grunn av variasjoner i jordsmonn og uorganisk fosfatnivå, samt det som kanskje kan være en svak åkerreindannelse, vil jeg videre åpne for at en viss grad av jordbearbeidning kan ha funnet sted. Rydningsrøysen i overkant av feltet kan muligens støtte denne

tolkningen. Den steinrike morenegrunnen sannsynliggjør bruk av et redskap som spade, fremfor eksempelvis ard, dersom jordbearbeidning skulle ha funnet sted. Spor etter pløying eller arding ble ikke påvist noen steder på Skålbunes.

Aktiviteten i det sørvendte jordbruksfeltet har i tiden med jordbruk kunnet medføre erosjon gjennom overflateavrenning og masseforflytning langs helningsretningen. Dette kan ha vært spesielt utslagsgivende i perioder feltet har vært åpent, mens avrenningen kan ha vært tilknyttet visse årstider fremfor andre. De jevnt over lave verdiene for organisk fosfat i dyrkningslaget står i kontrast til de omkringliggende prøvene. Videre har de laveste forholdstallene for organisk fosfat og organisk innhold mot sentrum av jordbruksfeltet bare paralleller i to prøver tatt i den bratte skråningen over Flaten (s. 91), hvor menneskelig aktivitet så vel som vegetasjon må ha vært svært begrenset. Det lave forholdet mellom organisk fosfat og organisk materiale innenfor jordbruksfeltet, kan derfor kanskje forklares gjennom dyrkning som har ført til en utarming av næringsstoffene i jorden. Årsaken til at jordgenesen ikke har fortsatt, og at en brunjordsprofil ikke har bygd seg opp etter at dyrkningen har vært avsluttet, kan muligens forklares gjennom en vedvarende erosjon og avrenning. Den utarmede marken har etter dyrkningsstopp, ikke vært like økologisk bærekraftig som brunjordsmonnet ellers i området, og tilførselen av organisk materiale kan derfor ha blitt begrenset. Det endrede jordsmonnet med begrenset vegetasjon kan ha vært mer utsatt for avrenning enn en brunjordsprofil, noe som med tiden kan ha ført til et slags likevektsforhold hvor det eldre dyrkningslaget har blitt bevart under humuslaget. Finkornet mineralsk materiale og humus i varierende omdanningsgrad kan ha blitt deponert i myrsøkket nedenfor feltet, og deler av humusproduksjonen som kan ha funnet sted innenfor jordbruksfeltet, er muligens avsatt her.

Når det kommer til eventuell jordbruksaktivitet som har funnet sted etter den tidligste fasen i eldre jernalder, vil jeg tro denne har vært av en annen karakter og lokalisert på de flattere områdene nærmere dagens havnivå. Det er verdt å merke seg at forholdstallene mellom organisk fosfat og organisk innhold for en prøve ved Flaten og en prøve et stykke østenfor var svært høye (A02-17,5 og A03-15,5, se s. 127). Dette gjaldt også prøvene tatt ut fra gulvlaget i Tuft 1. Dette kan kanskje reflektere en form for gjødsling og jordbearbeidning på et senere tidspunkt i jernalder eller tidlig middelalder. Allikevel bør ikke denne tolkningen gis særlig vekt. De høye nivåene



innenfor serie J utenfor jordbruksområdet var også markante, og basert på topografien og de avgrensede arealene her, anser jeg ikke moderne jordbruk som sannsynlig. Disse nivåene kan like gjerne representere naturlige verdier for det næringsrike brunjordsmonnet.

### ***Husgulvet i Tuft 1 på Flaten***

Prøveserien fra husgulvet på Flaten ble først og fremst tatt ut for å belyse variasjoner mellom de ulike prøveseriene. Det lave prøveantallet svekker derfor forutsetningene for å gjøre funksjonsbestemmende tolkninger.

Det er spesielt verdiene for totalt fosfatinnhold som har interesse om man skal vurdere hustuftens (Figur 27, s. 93). Jeg mener fosfatnivåene kan tas til inntekt for at tolkningen av hustuftens avgrensning er korrekt. Verdiene ser jevnt over ut til å være noe høyere innenfor tuftens avgrensning enn utenfor. Videre kan det virke som om aktivitet som har ført til anrikning av fosfat, har vært konsentrert i husets vestlige halvdel. Mulige forklaringer på dette kan være husdyrhold eller tilberedning av mat. Det høye nivået innenfor hovedildstedet avspeiler også etter min mening tilberedning av mat, her ble det funnet en større mengde brent bein som kan ha medvirket til økte fosfatverdier. Muligens kan de høyeste nivåene utenfor tuften antyde tilstedeværelsen av en mødding.

### **Fosfatanalysen som metode**

Fosfatanalysen utført på Skålbunes har av meg blitt anvendt for å etablere noen hypoteser om mulig tidlig jordbruk i eldre jernalder. Det området hvor jeg vil kunne kritiseres i størst grad, er sannsynligvis det faktum at makrofossilanalyser og pollendata i liten grad har vært tilgjengelig. Pollensøylen som er tatt ut nedenfor feltet er ikke datert, og selv om det ble tatt ut en stor mengde makrofossilprøver har jeg ikke hatt tid eller økonomi for å få dette analysert. Fosfatanalyse som metode mister mye av sin forklaringsverdi om den anvendes isolert fra andre relevante metoder. Dette er det kanskje spesielt viktig å poengtere i forbindelse med min undersøkelse da jeg har gjort forsøk på å ”utforske” ukjente områder, både metodisk og tematisk. Mangelen på supplerende datakilder gjør det vanskeligere å konkludere entydig. Det er i tillegg til de hypoteser jeg har presentert vedrørende jordbruk, verdt å

se min undersøkelse i lys av fosfatanalysen generelt, og hvordan metoden har vært anvendt i Norge.

Det ble observert en signifikant korrelasjon mellom jordens innhold av organisk materiale og nivåene for uorganisk fosfat, mens resultatene også viser at forholdet mellom totalt fosfatinnhold, organisk fosfat og organisk innhold kan gi et meget forskjellig bilde enn en analyse for uorganisk fosfat alene. Å behandle fosfater ut ifra et forenklet syn hvor man ene og alene vurderer tilstedeværelse eller fravær av fosfat, vil etter min mening ha en svært begrenset nytteverdi. Som jeg tidligere har nevnt (s. 67) gjorde jeg spot-testanalyser på enkelte av prøvene under feltarbeidet i 2006. Dette ga ingen utslag i det hele tatt. Hadde denne metoden vært valgt for dette prosjektet ville jeg følgelig ikke ha sittet igjen med noen resultater. Det er ikke mulig å definere ”antropogene oldtidsfosfater” (Rønne 2004a:101), og det vil sjelden eller aldri være formålstjenlig å underkaste resultatene fra en fosfatanalyse for et statistisk filter hvor ”naturlige fosfater” utelukkes. Fosfatdata må tolkes gjennom et resonnement hvor topografi og jordsmonn vurderes i like stor grad som fosfatnivåer. I jordsmonn med lavere forutsetninger for fosfatanrikelse, vil det være nødvendig å benytte kvantitativ analyse fremfor spot-test for å kunne påvise interessante variasjoner.

### ***Tverrfaglighet - Er fosfatanalysen en naturvitenskapelig metode?***

Innenfor norsk arkeologi omtales vanligvis et prosjekt som ”tverrfaglig” dersom det i tillegg til en utgravning, for eksempel foretas paleobotaniske, osteologiske eller jordfysikalske undersøkelser. Dette kan ofte skje ved at ekspertisen fra det naturvitenskapelige forskningsfeltet ”lånes”. En palynolog kan ta ut en pollensøyle, foreta en analyse etter etablerte og kjente metoder fra sitt eget fagfelt, og deretter levere en rapport som kan inkluderes i det arkeologiske prosjektets appendiks. Jeg har allerede nevnt flere prosjekter tidligere i teksten hvor denne fremgangsmåten har vært anvendt (f.eks. Simonsen 1968a, Diinhoff 1997a eller Munch et al. 2003). Tverrfaglighet som forskningssosiologisk tema er meget komplekst (se f. eks. Weingart og Stehr 2000). Allikevel mener jeg en del spørsmål knyttet til tverrfaglighet, naturvitenskap, og måten arkeologien nyttiggjør seg metoder med røtter innen naturvitenskapen, må nevnes for å forstå hvorfor fosfatanalysen har blitt anvendt slik den har blitt innenfor norsk arkeologi.

Tverrfaglighet innebærer en eller annen type samarbeid på kryss av forskningsdisipliner. Forenklet sett kan en disiplin defineres som en type felleskap av mennesker med fagtitler innenfor samme vitenskapelige spesialiseringsfelt (Turner 2000:46-48). Disse menneskene må være organisert under enheter med rett til tildeling av vitenskapelige titler. En fagdisiplin defineres da i essens av at den oppfattes som en disiplin av de som er tilknyttet den, og organisasjonen rundt. En forsker kan være en del av en disiplin utelukkende fordi andre forskere har samme spesialisering, og er i stand til å forstå og diskutere forskerens arbeid. Diskursen rundt tverrfaglighet er ofte splittet rundt forskere som ser på disiplinartitet (spesialisering) som den ”seriøse” formen for forskning og tverrfaglighet som ”lettvektsforskning”, mens andre ser på en ikke-disiplinær eller tverrfaglig orientert fremgangsmåte som en mer fruktbar ramme for å fange opp kompleksiteten i vitenskapen (Weingart 2000).

Et forskningsprosjekt er ikke automatisk tverrfaglig bare fordi en henter inn, låner eller leier en ekstern konsulent fra et annet forskningsområde. Bruken av begrepet tverrfaglighet innenfor forskningsprosjekter kan ofte kritiseres, og dette gjelder etter min mening i stor grad for mye norsk arkeologi. En av grunnene til at forskningsprosjekter mer enn gjerne påberoper seg tverrfaglighetsstemplet kan være at begrepet generelt sett tilknyttet innovasjon og nytenkning (Klein 2000:5). Arkeologen Arne B. Johansen (1985:8-11) foreslår tre mulige ambisjonsnivåer tverrfaglig samarbeid kan vurderes under. Det minst ambisiøse nivået er i gråsonen mellom forskning og teknologi. Johansen karakteriserer arkeologiens samarbeid med blant annet palynologien til å være av dette laveste nivået. Det tredje og mest ambisiøse nivået dreier seg om å produsere helt ny kunnskap i grensesonen mellom disiplinene. For å oppnå et slikt nivå må man distansere seg fra egne fagtradisjoner og rette seg inn mot et felles mål mellom samarbeidsdisipliner.

Mens bruken av palynologi eller makrofossilanalyse innenfor spesielt forvaltningsarkeologiske prosjekter kanskje kan kritiseres for et lavt ambisjonsnivå, hvor for eksempel den palynologiske metoden ofte anvendes som et verktøy innenfor arkeologien uten at metoden er gjenstand for diskusjon eller utvikling, har palynologien vært gjenstand for langt mer diskusjon enn eksempelvis fosfatanalysen i norsk arkeologi. Dette kan blant annet ha rot i forskningspolitiske og økonomiske prosesser. Pollenanalysen har fra et tidlig stadium gitt interessante resultater som har

fått betydning for viktige arkeologiske spørsmål, et eksempel på dette er som jeg tidligere har nevnt betydningen denne fremgangsmåten har hatt for tolkningen av jordbruksoppkomsten i Nord-Norge (Johansen 1990). Et annet og kanskje viktigere poeng sett i sammenheng med fosfatanalysen, er at å utføre en pollenanalyse med relevans for et arkeologisk prosjekt, ikke nødvendigvis betyr at arbeidet ikke har verdi eller kan publiseres innenfor sitt eget disiplinærområde<sup>15</sup>. Det har altså vært mulig å utføre pollenanalyser i arkeologiens tjeneste uten å bli redusert til en håndverker, og uten å miste mulighetene til avansement og utvikling innen sitt eget fagområde. Fosfatanalysen har derimot vært gjenstand for en slags familiarisering og forenkling som har gjort at metoden ikke har vært vurdert i forhold til tverrfaglig samarbeid på samme måte som palynologien. Mens en palynologisk undersøkelse har fordret ekstern ekspertise har noe så ”basalt og enkelt” som fosfatanalysen blitt behandlet på en metodisk enkel og teoretisk ukomplisert måte. De etter hvert etablerte arkeologiske underdisiplinene som miljøarkeologi eller geoarkeologi inkluderer begge fosfatanalysen som en av mange metoder (f.eks. Goldberg og Macphail 2006, Dincauze 2000). Utenfor Norge har derfor metoden både vært gjenstand for diskusjon og utvikling. Årsaken til at metoden ikke har vært benyttet på samme vis her hjemme, kommer nok blant annet av mangelen på samarbeid mellom relevante fagområder. Mens flere av Norges museer og universiteter har paleobotaniske avdelinger eller seksjoner, eksisterer det sjelden en tilsvarende jordkjemisk museums- eller universitetsinstans. Et symbiotisk metodelån fra en annen vitenskap, slik palynologien er et eksempel på, har derfor ikke vært gjeldende for fosfatanalysen.

Povl Simonsens pionerundersøkelse (1968a) benyttet kjemisk ekspertise fra Landbrukskjemisk Kontrollstasjon i Tromsø til å få analysert sine resultater, men tolkningene og diskusjonen ble framsatt av Simonsen selv. Det at teknikeren ved Landbrukskjemisk Kontrollstasjon ikke tolket og diskuterte resultatene, kommer selvfølgelig av at problemstillingene som skulle berøres hadde lite og ingenting med landbruksvitenskap å gjøre. En av grunnene til at fosfatanalysen har vært gjenstand

---

<sup>15</sup> Eksemplene på dette er svært mange, noen kan også nevnes her: Samarbeidet mellom Johansen og Vorren (89899) resulterte blant annet i publikasjoner både innenfor både arkeologien og paleobotanikken, det har vært gjort egne vegetasjonshistoriske undersøkelser på vestlandet som ledd i å belyse arkeologiske spørsmål (f.eks. Simonsen og Prøsch-Danielsen 2005), mens pollenundersøkelsene ved Melkøyaprojektet også resulterte i publisering utenfor det arkeologiske fagfelt (Jensen 2004).

for så lite metodisk diskusjon og utvikling i Norge, mener jeg kommer av dette forholdet. De eventuelt relevante fagmiljøene i Norge hvor det eksisterer ekspertise på jordkjemi og fosfatanalyse, har ikke tradisjonelt sett samarbeidet med arkeologien. Den faglige distansen har vært for stor, og et samarbeid vil kanskje i praksis ha medført å ha blitt redusert til en håndverker fremfor en forsker.

En gjeldende forståelse av fosfatanalysen som relativt billig, resultatsinnbringende og ukomplisert, har ført til at spot-testmetoden hyppig har vært integrert i norske arkeologiske prosjekter. Jeg har tidligere beskrevet anvendelsen av metoden i lys av black-box-begrepet, noe jeg mener er ganske passende. Med et begrenset metodisk og teoretisk utgangspunkt har en rekke fosfatanalyser resultert i uinteressante og forskningsmessig lite verdifulle resultater. På grunn av den manglende diskusjonen rundt metoden innenfor norsk arkeologi, har data blitt kjørt igjennom spot-testboksen uten at det har vært stilt spørsmålsteget ved metodiske og teoretiske forutsetninger. Feilen har ikke ligget hos den ”objektive og etablerte” metoden, problemene har vært dataen som har vært analysert.

## **Avslutning**

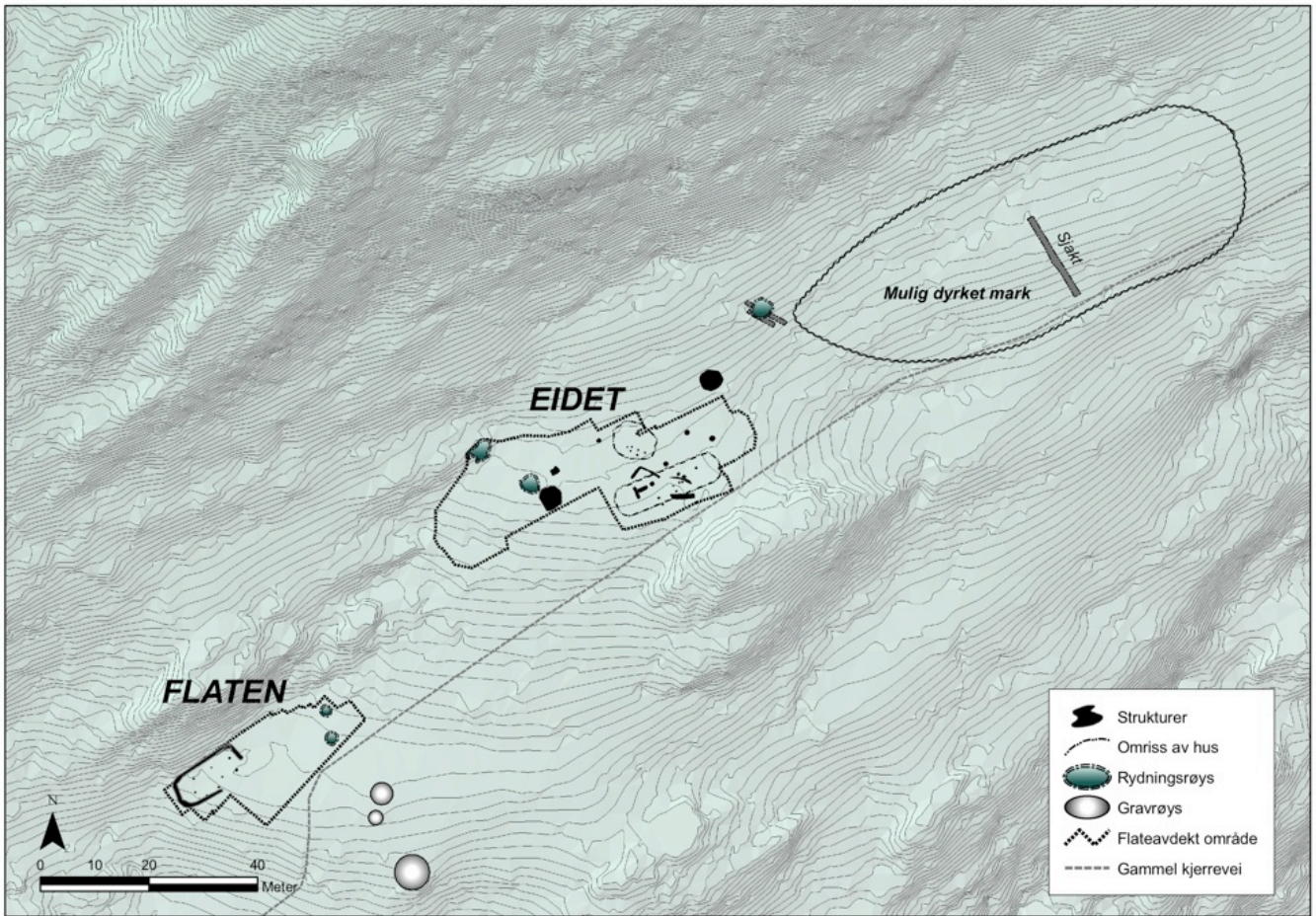
Jeg mener fosfatanalysen definitivt ikke har utspilt sin rolle innenfor norsk arkeologi, men at det må en helt annerledes tilnærming til om en skal kunne få interessante resultater. Det er relativt åpenbart ved å se på CV-en til spot-testanalysen at bruksområdet for denne metodetilpasningen er ekstremt begrenset, og bør forbeholdes enkle feltvurderinger. Fosfatanalysen bør generelt sett angripes på en utforskende måte, og man må ikke være redd for å stille nye og alternative spørsmål.

For å kunne belyse fortidig jordbruk har metoden etter min mening et klart potensial. Den beste innfallsvinkelen for å danne ny kunnskap om jordbruksforhold vil allikevel være en kombinasjon av flere metoder hvor også pollen- og makrofossilanalyse må vektlegges. Eksperimentell arkeologi vil kunne være viktig for å belyse f.eks. forskjellige typer jordbrukstilpasning. Dette kan for eksempel gå ut på å rekonstruere eksperimentelle jernaldergårder for å danne sammenligningsgrunnlag for arkeologisk materiale. Det mest kjente eksempelet på hvordan dette har vært gjort med svært interessant utfall, er Butser Ancient Farm rett utenfor Hampshire i England (Reynolds 1979). Denne eksperimentgården ble startet allerede i 1975, og har resultert i en lang

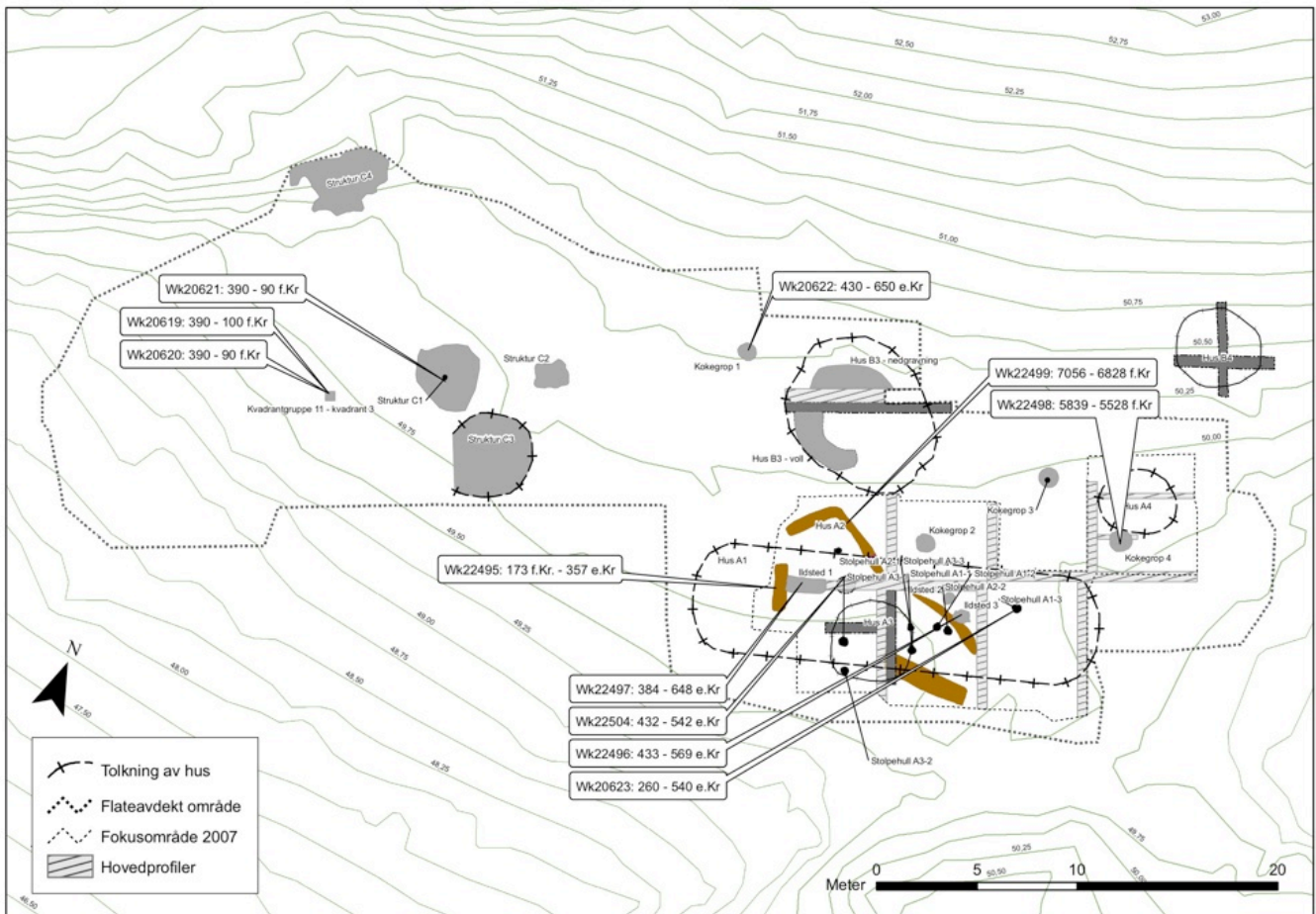
rekke studier. Et nyere eksempel på hvilke resultater dette kan gi, er Macphail et al. (2004) hvor jordmikromorfologisk analyse i kombinasjon med fosfatanalyse er benyttet til å sammenligne husgolv og fjøsgolv ved Butser med forhistoriske jernaldergårder. Lignende eksperimentelle studier har også vært gjort i Sverige (Goldberg og Macphail 2006:262-266) med interessante resultater, og jeg vil tro en slik fremgangsmåte kan være relevant for et nordnorsk materiale.

Jamført med den nordnorske arkeologien hvor jordbruket tilknyttet en egen kultur og ses i sammenheng med ulike etniske samhandlingsprosesser, vil innsikt rundt dyrkningsform etter min mening kunne være en viktig variabel. Tvengsberg (1985:67) har behandlet svedjedyrking i forhold til etnisitetsskapende prosesser hos de historisk kjente "svedjefinnene", hvor han blant annet ser på dyrkingen som avgjørende for samhandlingen mot de omkringliggende grenseområdene, de svenske og norske bygdene. Dyrkningsformen har i dette tilfellet vært med på å danne en etnisk bevissthet, en betraktning som kan være interessant å ta med seg også når forhistorisk materiale vurderes. Om en "kulturgruppe" jevnt over har benyttet en helt særegen tilnærming til jordbruk skulle vel dette kunne ha vel så stor utsagnskraft i forhold til etnisitet som et keramikkskår?

# Appendiks 1 - Figurer

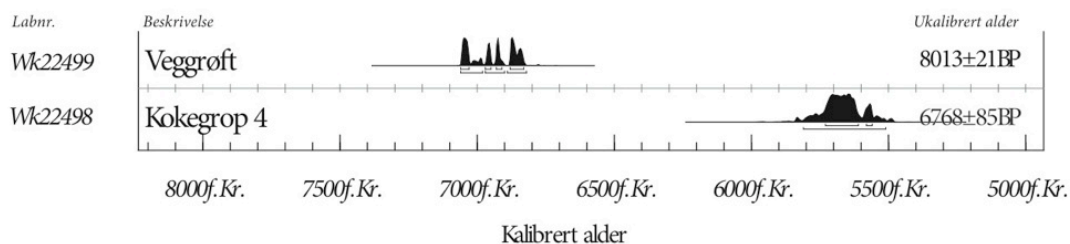


Figur 28. Topografisk kart over Eidet og Flaten, strukturer og røys er innmerket. Tolkningen av jordbruksområdets utstrekning er meget grov.

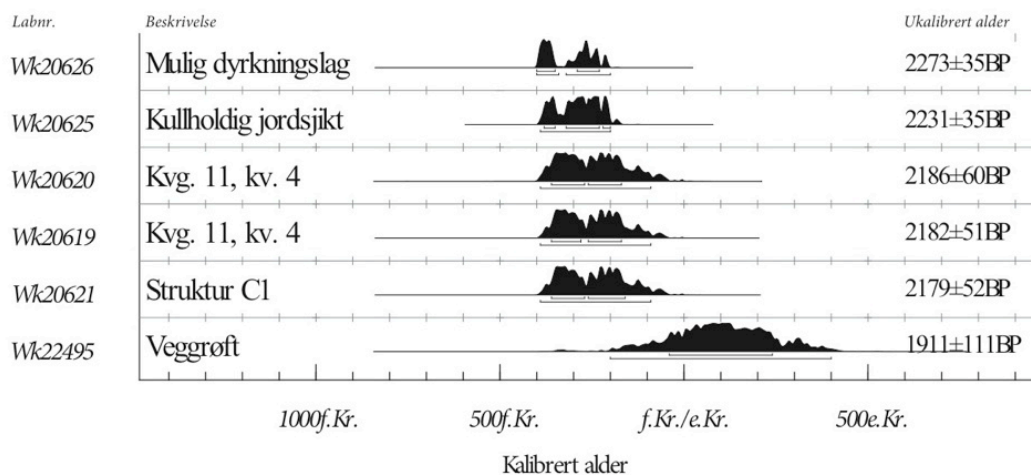


Figur 29. Oversikt over strukturer og dateringer på Eidet. 112

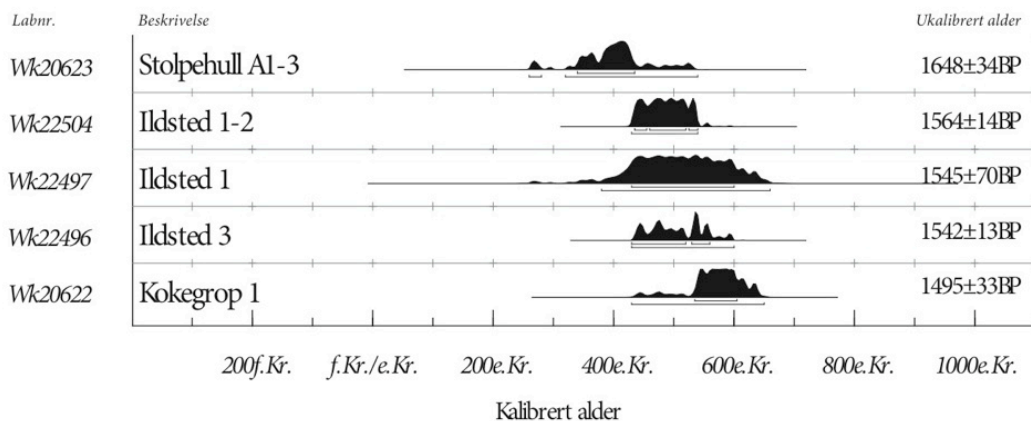




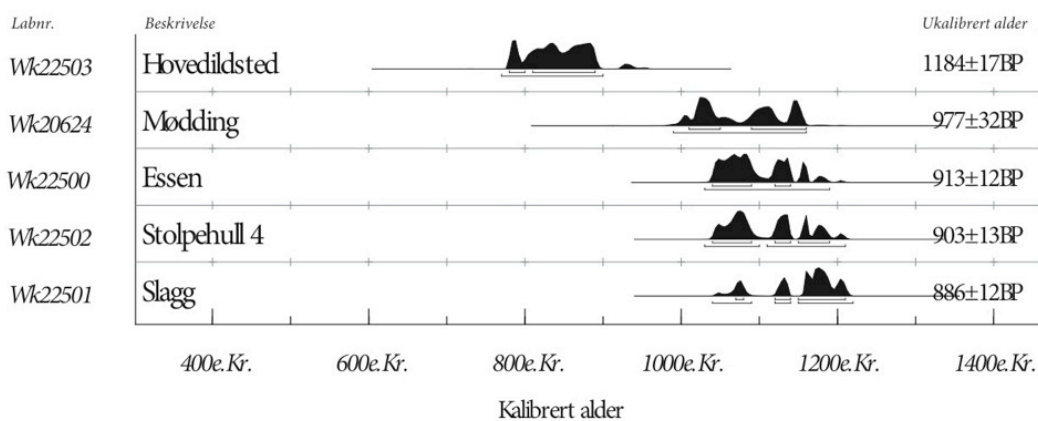
**Figur 30. Kalibrerte 14C-dateringer – Steinalder**



**Figur 31. Kalibrerte 14C-dateringer – Førromersk jernalder**



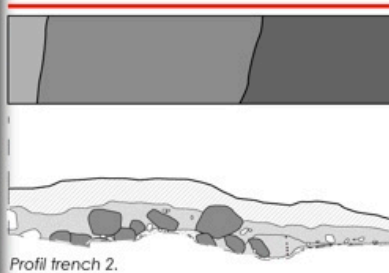
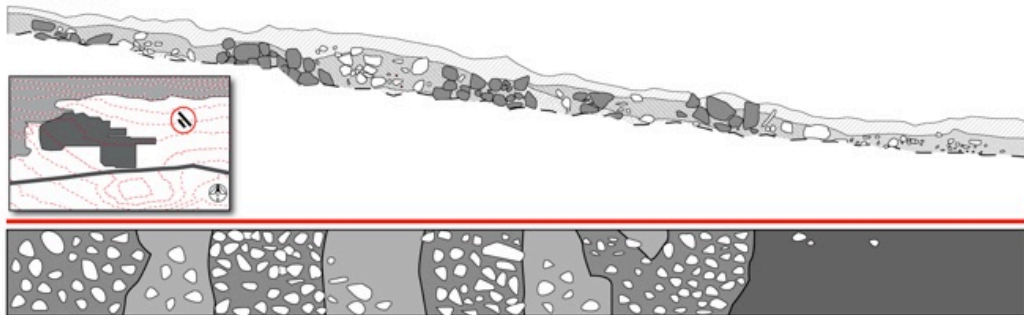
**Figur 32. Kalibrerte 14C-dateringer – Romertid/folkevandringstid**



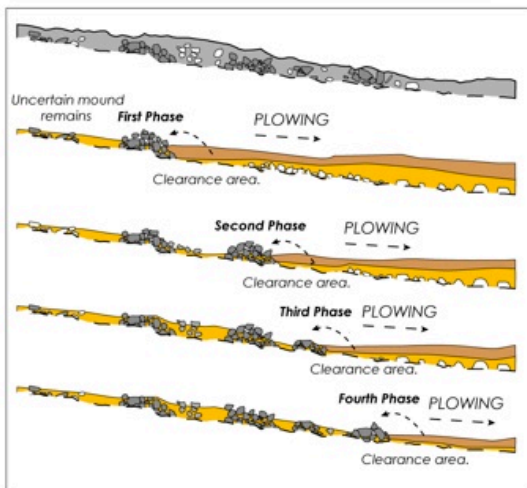
**Figur 33. Kalibrerte 14C-dateringer – Vikingtid/tidlig middelalder**



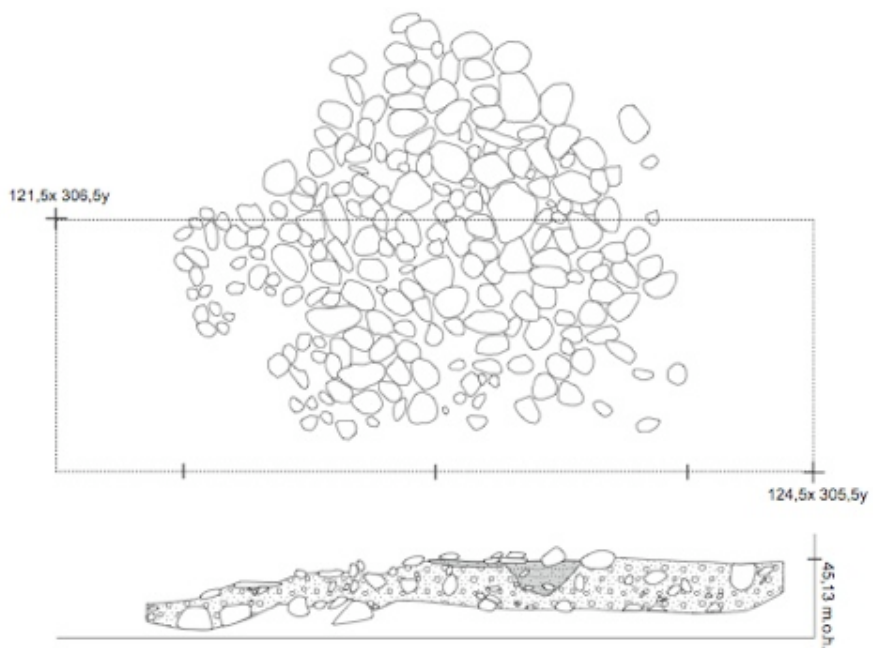
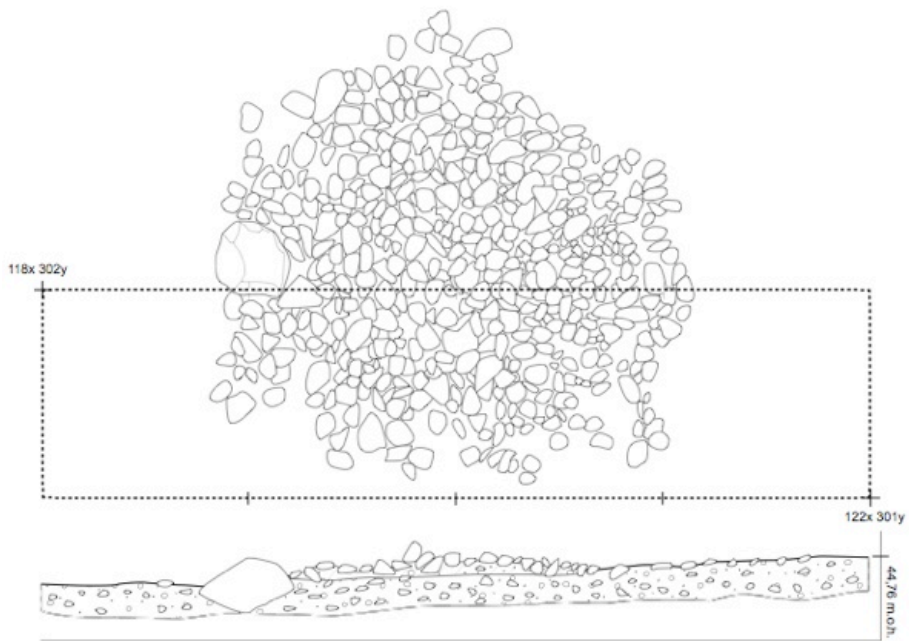
Profil trench 1.



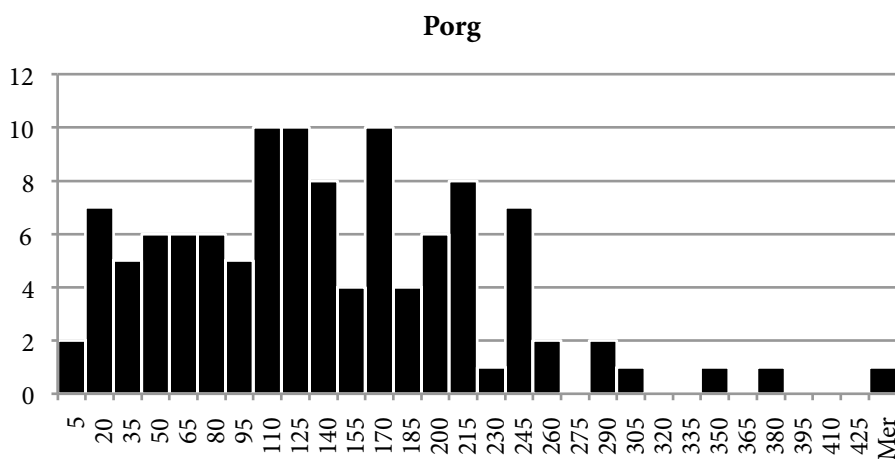
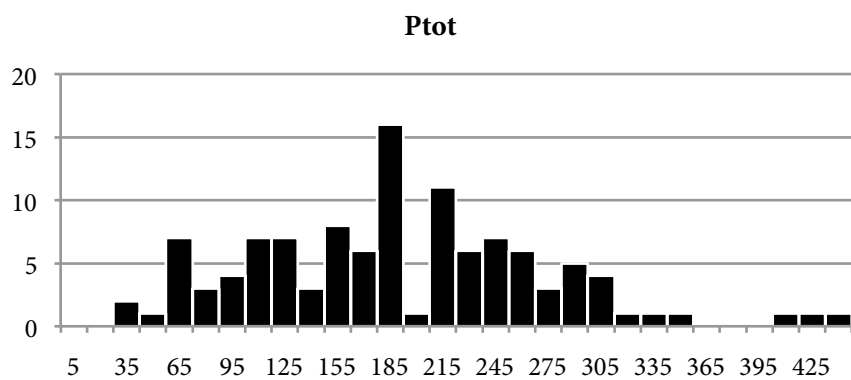
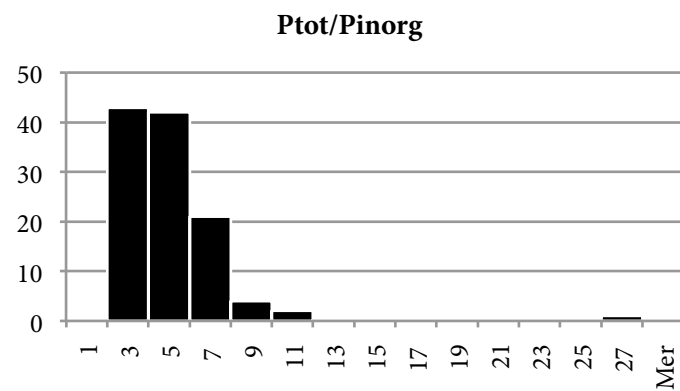
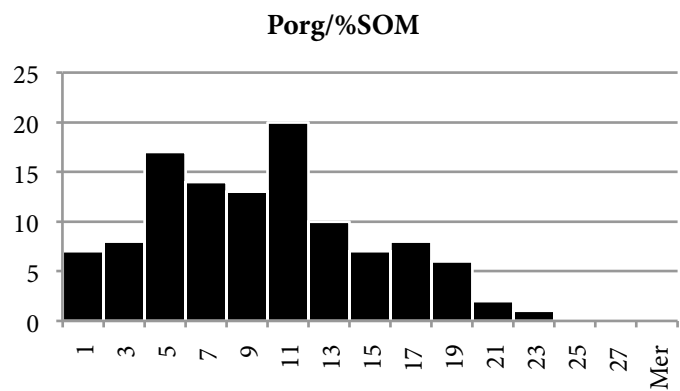
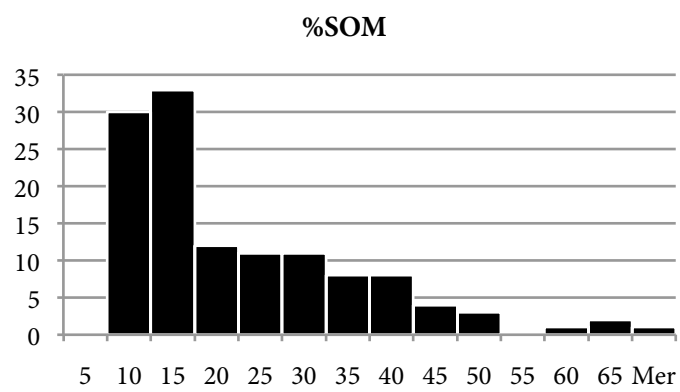
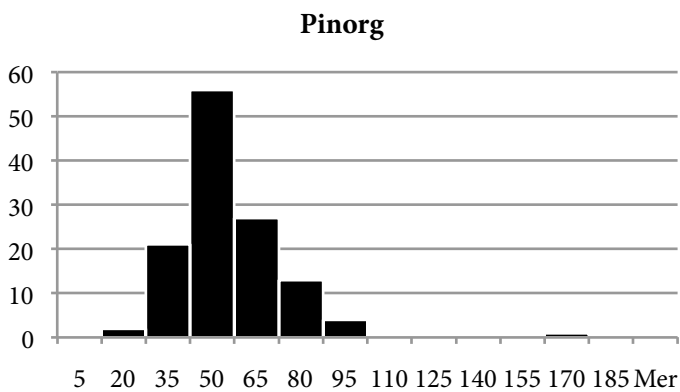
Profil trench 2.



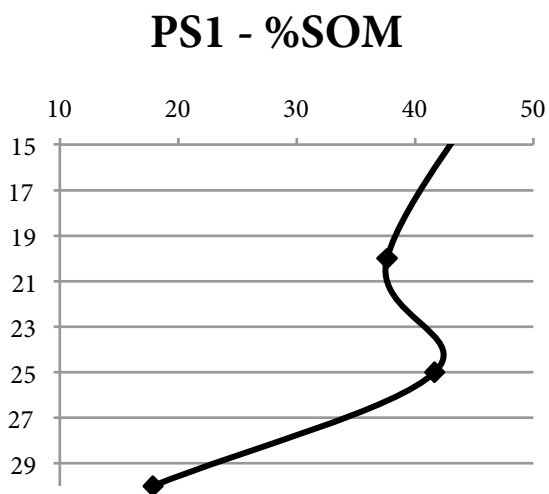
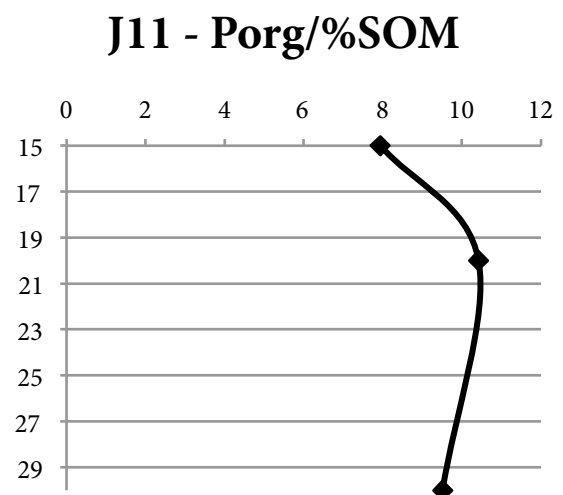
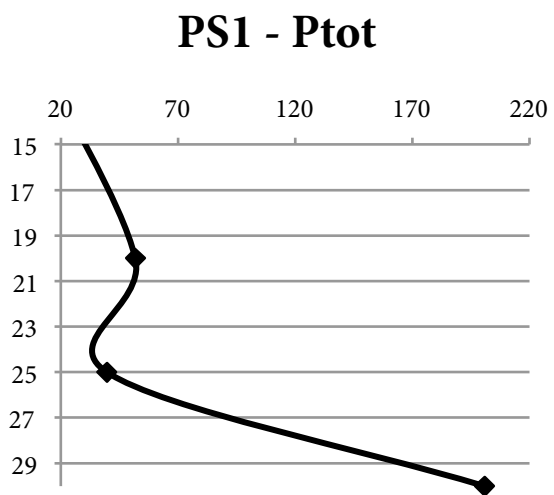
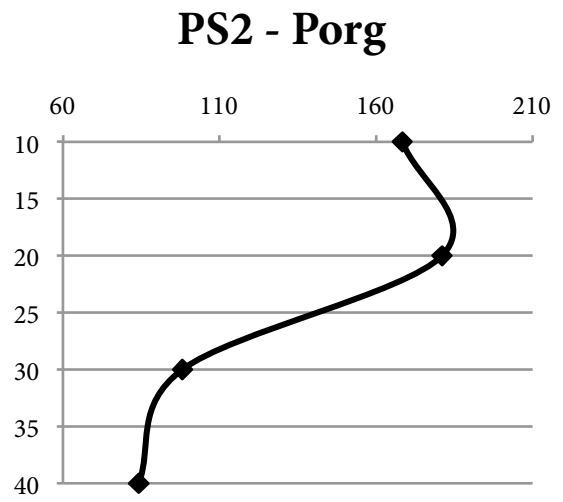
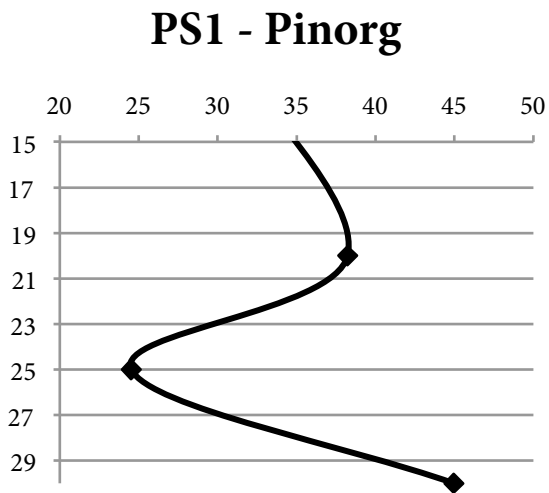
Figur 34. Et tolkningsforslag for røyskonstruksjonen ovenfor Eidet. Under sesongen 2007 ble tolkningen i forhold til ulike rydningsfaser delvis avvist på grunn av at strukturen ved videre undersøkelser framstod mindre og som en sammenhengende røys (Tolkning og illustrasjon av Theo Gil Bell).



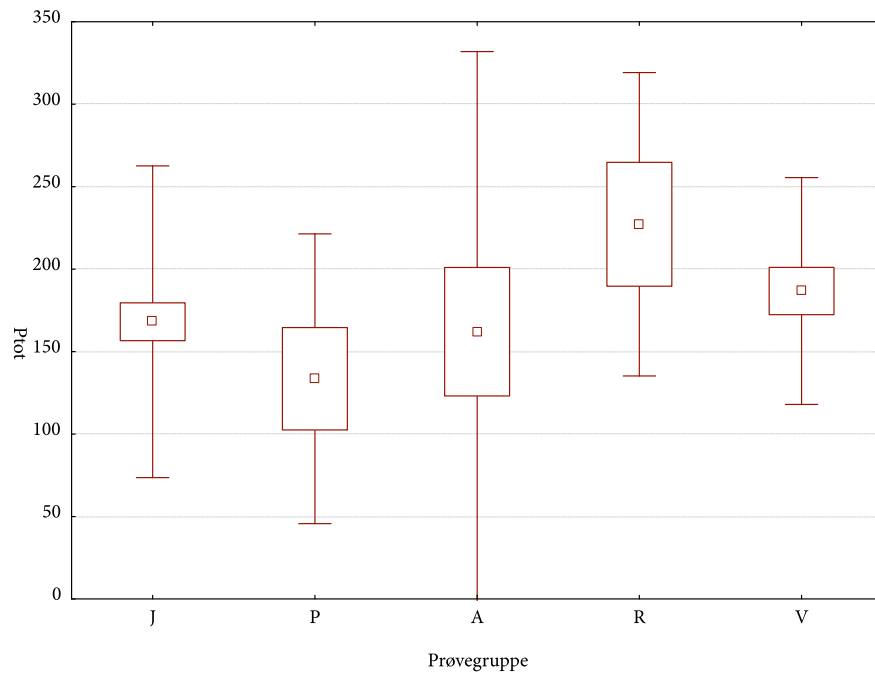
*Figur 35. Røys 1 (øverst) og røys 2 på Flaten i plan og profil*



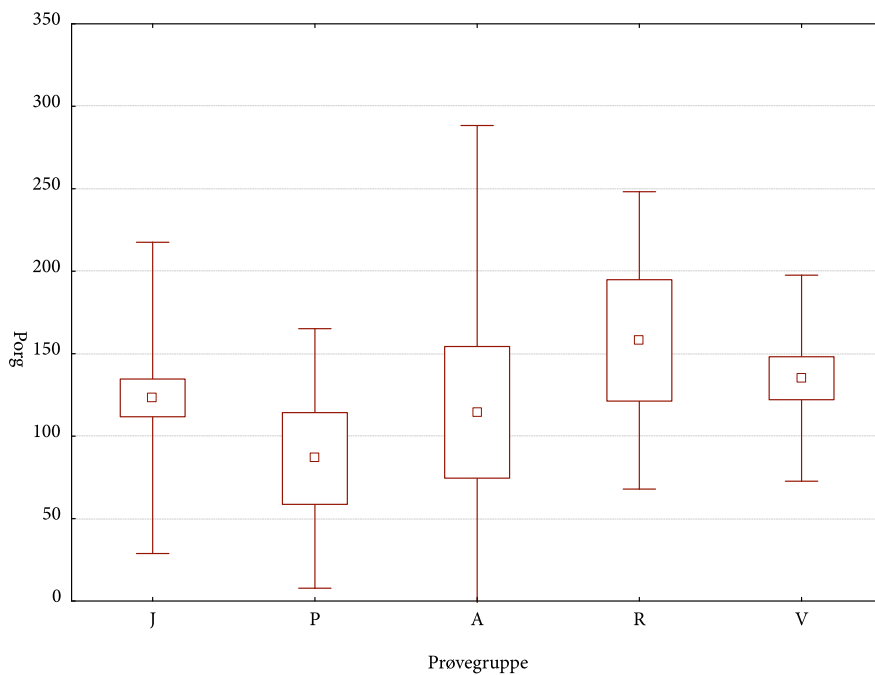
Figur 36. Histogrammer



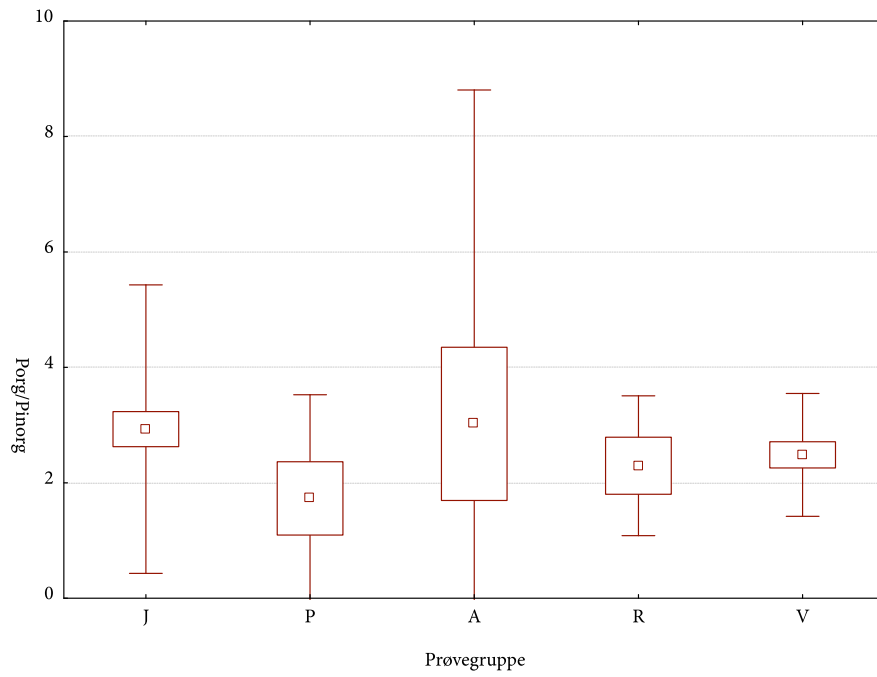
Figur 37. Vertikale variasjoner



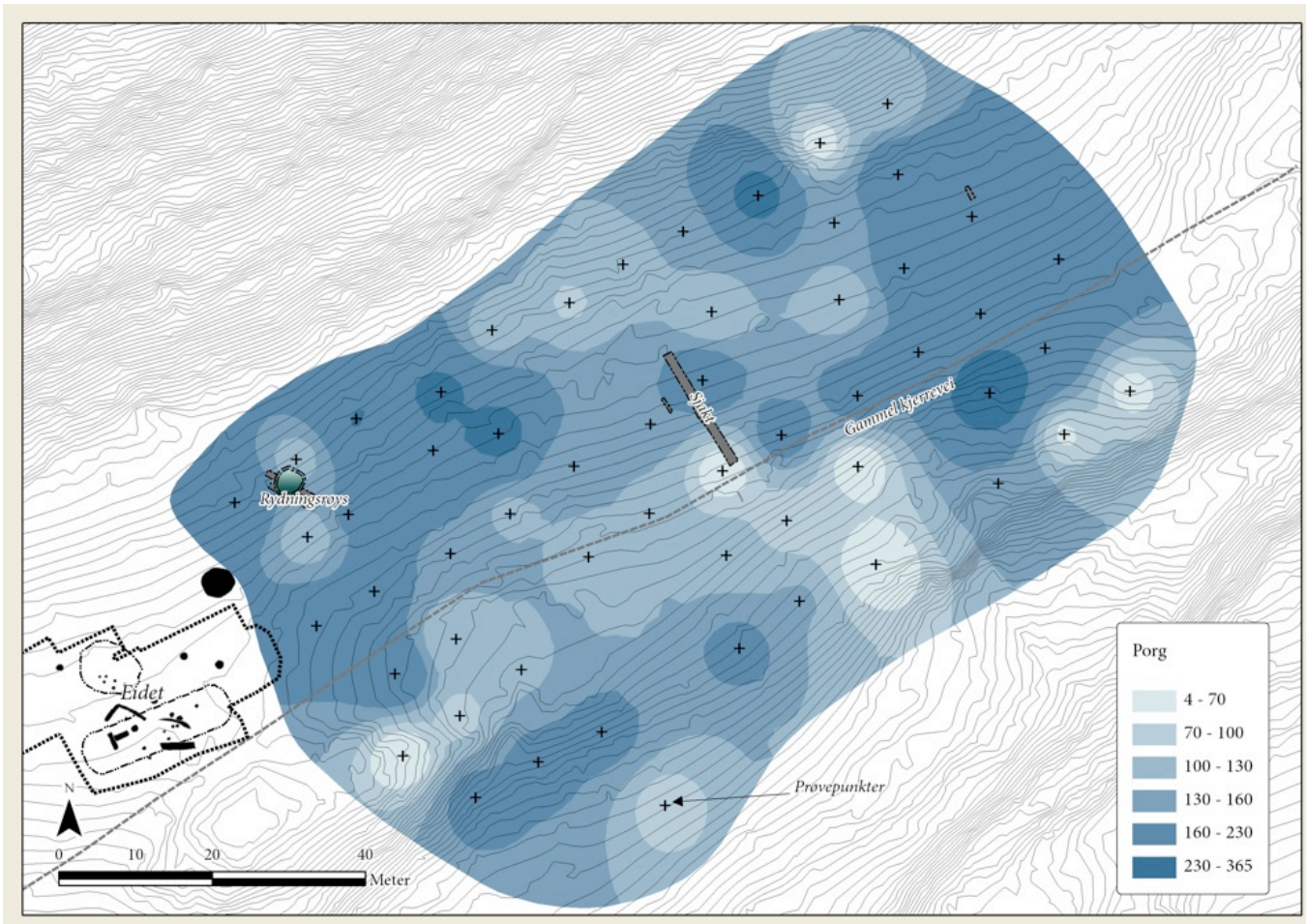
**Figur 38. Boksplott over Ptot mellom de ulike prøvegruppene**



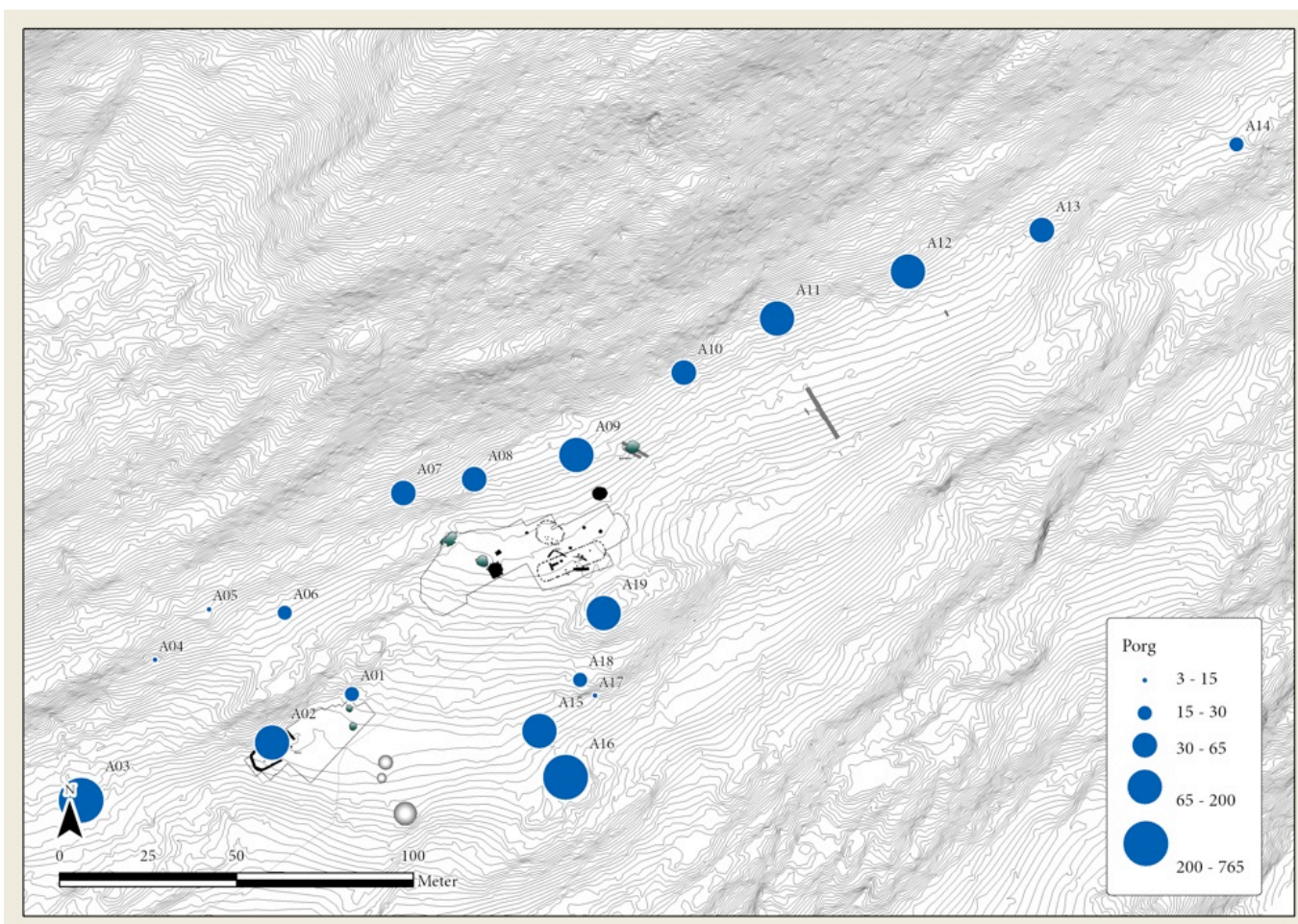
**Figur 39. Boksplott over Porg mellom de ulike prøveseriene**



**Figur 40. Boksplott over Porg/Pinorg mellom de ulike prøvegruppene**

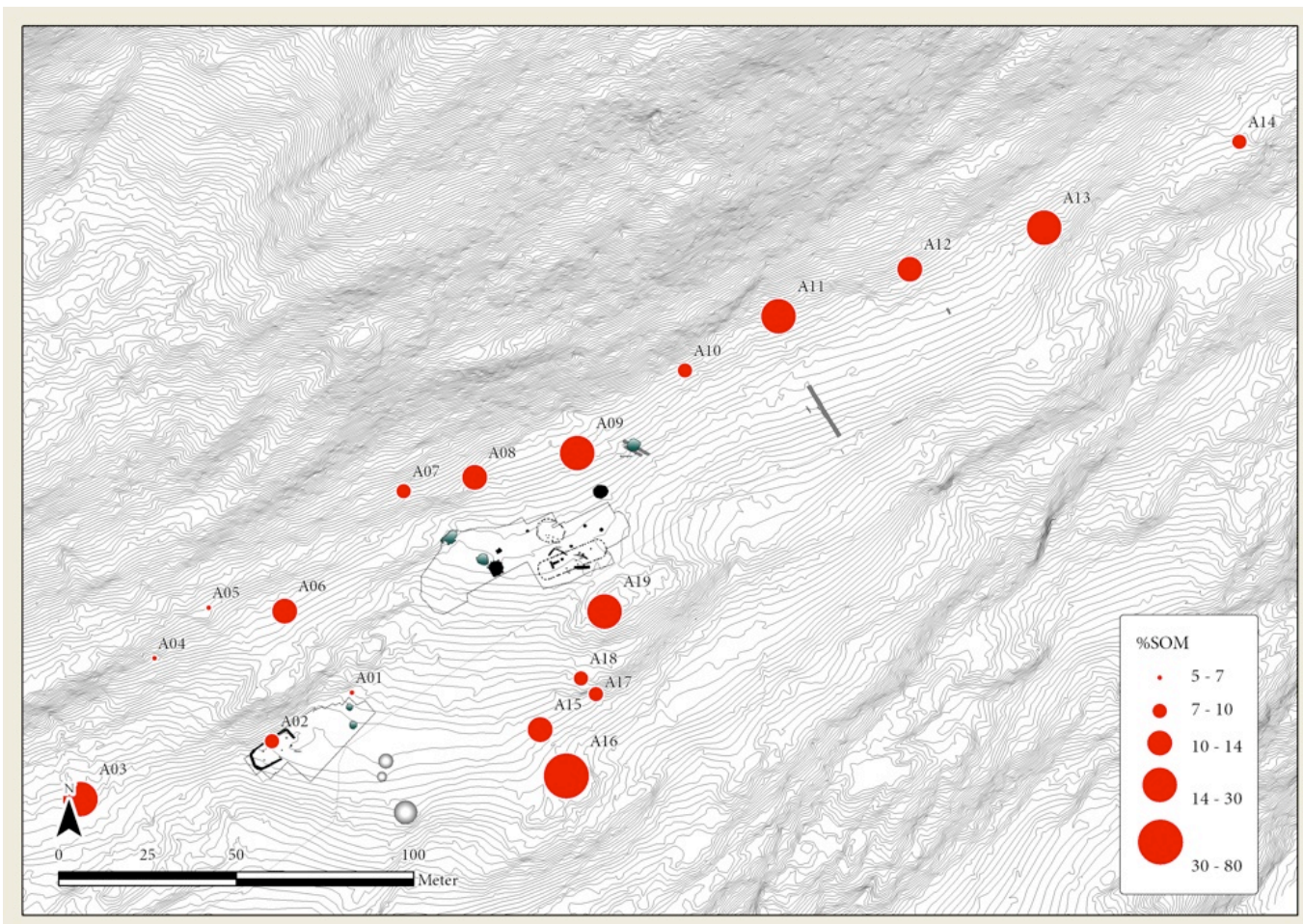


Figur 41. Interpolasjon av Porg for serie J

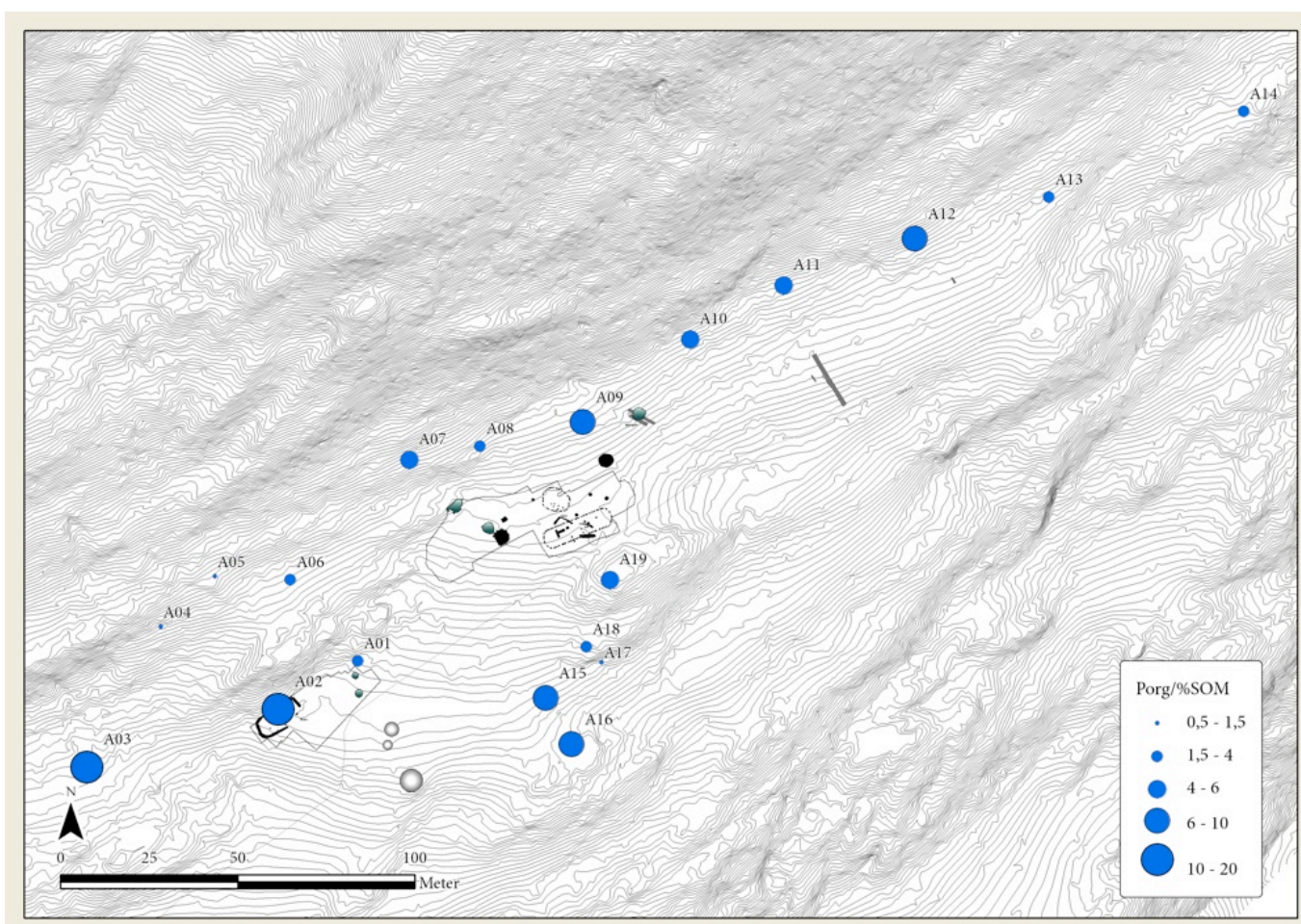


Figur 42. Porg for serie A

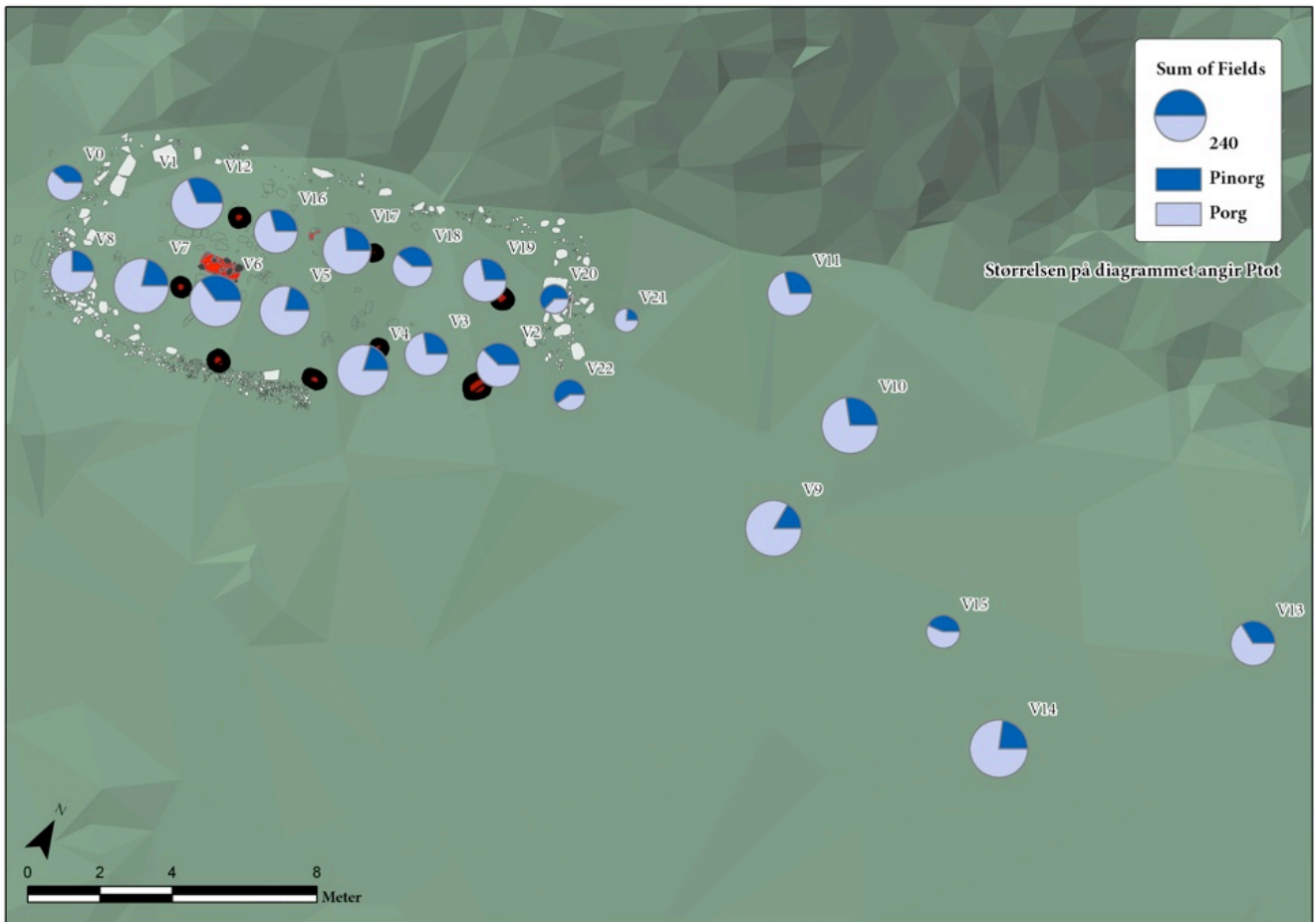




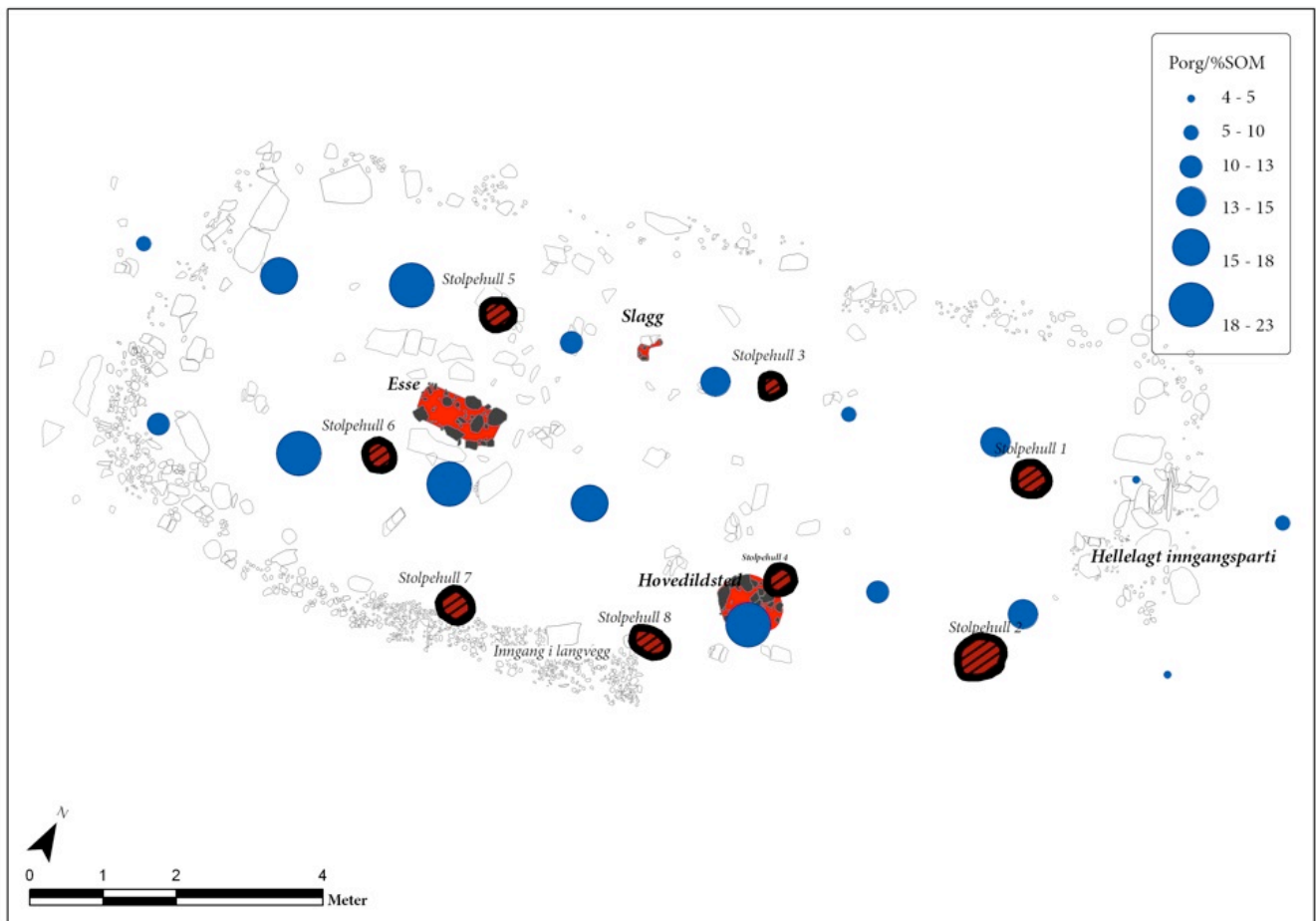
Figur 43. %SOM for serie A



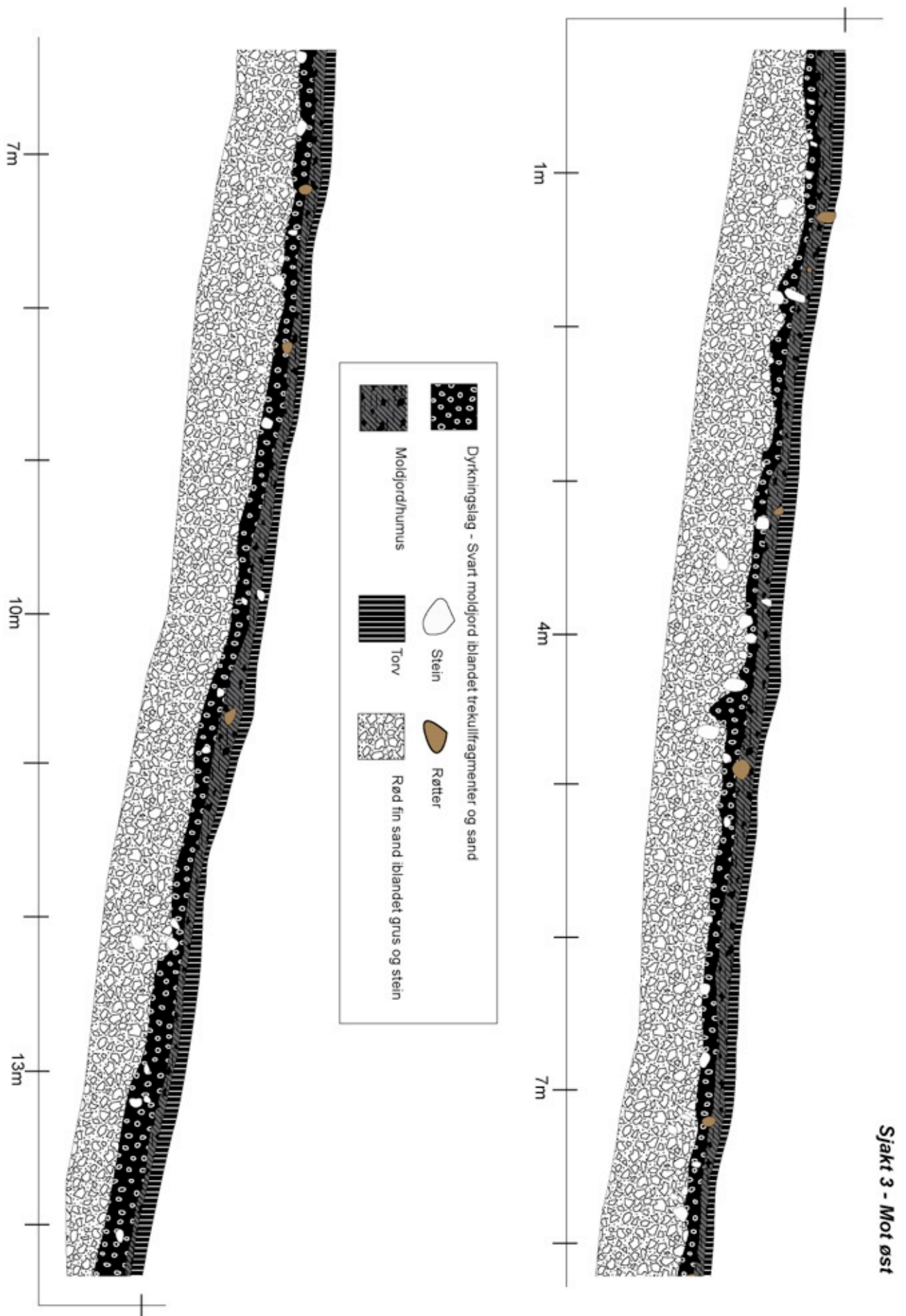
Figur 44. Porg/%SOM for serie A



Figur 45. Sammenhengen mellom Pinorg, Porg og Ptot for alle prøvene i serie V



Figur 46. Porg/%SOM for serie V



Figur 47. Profiltegning av sjakt 3



## Appendiks 2 – Tabeller

<i>Pinorg</i>		<i>Ptot</i>	
Gjennomsnitt	48,29	Gjennomsnitt	185,71
Standardfeil	1,59	Standardfeil	9,22
Median	45,78	Median	179,47
Standardavvik	17,66	Standardavvik	98,04
Utvalgsvarians	311,72	Utvalgsvarians	9612,19
Kurstosis	10,43	Kurstosis	12,28
Skjevhet	2,07	Skjevhet	2,23
Område	143,56	Område	766,54
Minimum	12,56	Minimum	28,96
Maksimum	156,12	Maksimum	795,50
Sum	5987,52	Sum	20984,71
Antall	124	Antall	113

<i>Porg</i>		<i>Ptot/Pinorg</i>	
Gjennomsnitt	136,90	Gjennomsnitt	4,09
Standardfeil	9,24	Standardfeil	0,27
Median	124,28	Median	3,51
Standardavvik	98,21	Standardavvik	2,91
Utvalgsvarians	9645,24	Utvalgsvarians	8,50
Kurstosis	13,90	Kurstosis	32,70
Skjevhet	2,48	Skjevhet	4,53
Område	762,42	Område	25,80
Minimum	3,45	Minimum	1,05
Maksimum	765,87	Maksimum	26,85
Sum	15469,72	Sum	461,79
Antall	113	Antall	113

<i>Porg/LOI</i>		<i>%SOM</i>	
Gjennomsnitt	8,69	Gjennomsnitt	20,48
Standardfeil	0,49	Standardfeil	1,25
Median	8,42	Median	14,90
Standardavvik	5,25	Standardavvik	13,87
Utvalgsvarians	27,60	Utvalgsvarians	192,39
Kurstosis	-0,51	Kurstosis	2,66
Skjevhet	0,42	Skjevhet	1,53
Område	21,84	Område	74,77
Minimum	0,36	Minimum	5,55
Maksimum	22,20	Maksimum	80,32
Sum	982,49	Sum	2539,21
Antall	113	Antall	124

**Tabell 5. Deskriptiv statistikk for hele prøvesettet**

Tabell 6. Jordlag, farge, %SOM, Pinorg, Porg, Ptot/Pinorg og Porg/%SOM for alle prøver

Labnr.	Feltnr.	Jordlag	Jordart	Farge (Munsell)	Farge	%SOM	P <sub>inorg</sub>	P <sub>tot</sub>	P <sub>org</sub>	P <sub>tot</sub> /P <sub>inorg</sub>	P <sub>org</sub> /%SOM
L-001	J01	AB	Mellomsand	10YR 3/2	Veldig mørk grålig brun	13,72 %	53,2	297,1	243,9	5,6	17,8
L-002	J02	AB	Mellomsand	10YR 3/2	Veldig mørk grålig brun	9,62 %	43,5	143,3	99,8	3,3	10,4
L-003	J03	AB	Mellomsand	10YR 3/1	Veldig mørk grå	27,02 %	30,2	265,5	235,3	8,8	8,7
L-004	J04	AB	Mellomsand	10YR 3/2	Veldig mørk grålig brun	23,08 %	44,1	298,7	254,6	6,8	11,0
L-005	J05	B	Mellomsand	10YR 3/3	Mørk brun	11,03 %	40,5	143,5	103,0	3,5	9,3
L-006	J06	B	Mellomsand	5Y 4/3	Oliven	7,95 %	36,3	126,3	90,0	3,5	11,3
L-007	J07	AB	Mellomsand	10YR 3/2	Veldig mørk grålig brun	21,80 %	49,1	148,3	99,1	3,0	4,5
L-008	J08	AB	Mellomsand	10YR 3/2	Veldig mørk grålig brun	31,42 %	29,1	178,1	149,0	6,1	4,7
L-009	J09	AB	Mellomsand	10YR 3/1	Veldig mørk grå	25,75 %	36,3	319,5	283,2	8,8	11,0
L-010	J10	B	Fin sand	10YR 4/3	Brun	10,13 %	29,1	68,2	39,2	2,3	3,9
L-011	J11 15cm	A	Fin sand	10YR 3/2	Veldig mørk grålig brun	15,14 %	39,1	159,2	120,1	4,1	7,9
L-012	J11 20-25cm	B	Fin sand	10YR 3/3	Mørk brun	9,10 %	40,4	135,3	94,8	3,3	10,4
L-013	J11 25-30cm	C	Mellomsand	10YR 4/4	Mørk gulaktig brun	6,71 %	39,7	103,6	63,9	2,6	9,5
L-014	J12	AB	Mellomsand	10YR 3/2	Veldig mørk grålig brun	12,87 %	55,3	136,1	80,7	2,5	6,3
L-015	J13	AB	Mellomsand	10YR 3/2	Veldig mørk grålig brun	21,27 %	39,9	211,9	171,9	5,3	8,1
L-016	J14	AB	Fin sand	10YR 3/2	Veldig mørk grålig brun	25,93 %	49,6	288,6	239,0	5,8	9,2
L-017	J15	AB	Mellomsand	10YR 3/2	Veldig mørk grålig brun	22,64 %	48,8	325,6	276,9	6,7	12,2
L-018	J16	AB	Fin sand	10YR 2/1	Svart	38,96 %	32,6	14,2	-18,4	0,4	-0,5
L-019	J17	AB	Fin sand	10YR 2/1	Svart	43,85 %	33,6	11,9	-21,8	0,4	-0,5
L-020	J18	AB	Fin sand	10YR 3/1	Veldig mørk grå	29,55 %	44,3	124,1	79,8	2,8	2,7
L-021	J19	AB	Mellomsand	10YR 2/1	Svart	39,51 %	31,1	21,0	-10,2	0,7	-0,3
L-022	J20	AB	Fin sand	10YR 3/1	Veldig mørk grå	32,39 %	30,9	170,3	139,4	5,5	4,3
L-023	J21	AB	Fin sand	10YR 3/2	Veldig mørk grålig brun	19,16 %	43,5	284,6	241,1	6,5	12,6
L-024	J22	AB	Fin sand	10YR 3/2	Veldig mørk grålig brun	26,84 %	48,5	257,5	209,0	5,3	7,8
L-025	J23	AB	Fin sand	10YR 3/2	Veldig mørk grålig brun	29,04 %	38,5	243,2	204,7	6,3	7,0
L-026	J24	AB	Mellomsand	10YR 2/2	Veldig mørk brun	29,53 %	45,5	191,9	146,4	4,2	5,0
L-027	J25	AB	Mellomsand	10YR 3/2	Veldig mørk grålig brun	15,16 %	51,9	161,3	109,5	3,1	7,2
L-028	J26	AB	Fin sand	10YR 3/2	Veldig mørk grålig brun	34,16 %	51,8	181,6	129,8	3,5	3,8
L-029	J27	AB	Mellomsand	10YR 3/1	Veldig mørk grå	28,30 %	42,3	202,8	160,5	4,8	5,7
L-030	J28	AB	Fin sand	10YR 3/2	Veldig mørk grålig brun	31,72 %	26,1	255,8	229,7	9,8	7,2
L-031	J29	AB	Fin sand	10YR 3/2	Veldig mørk grålig brun	42,51 %	29,0	4,8	-24,2	0,2	-0,6
L-032	J30	AB	Mellomsand	10YR 2/1	Svart	30,02 %	43,3	117,4	74,1	2,7	2,5
L-033	J31	AB	Fin sand	10YR 3/1	Veldig mørk grå	18,53 %	54,1	238,5	184,4	4,4	10,0
L-034	J32	B	Fin sand	10YR 3/2	Veldig mørk grålig brun	13,60 %	45,7	256,3	210,6	5,6	15,5
L-035	J33	AB	Fin sand	10YR 3/1	Veldig mørk grå	38,85 %	34,7	290,8	256,1	8,4	6,6
L-036	J34	AB	Fin sand	10YR 2/2	Svart	42,41 %	49,9	103,8	53,9	2,1	1,3
L-037	J35	AB	Mellomsand	10YR 3/2	Veldig mørk grålig brun	14,15 %	46,5	157,0	110,6	3,4	7,8
L-038	J36	AB	Fin sand	10YR 2/1	Svart	32,83 %	41,8	163,6	121,8	3,9	3,7

Labnr.	Feltnr.	Jordlag	Jordart	Farge (Munsell)	Farge	%SOM	P <sub>inorg</sub>	P <sub>tot</sub>	P <sub>org</sub>	P <sub>tot</sub> /P <sub>inorg</sub>	P <sub>org</sub> /%SOM
L-039	J37	AB	Fin sand	10YR 2/2	Svart	39,12 %	41,2	57,0	15,8	1,4	0,4
L-040	J38	AB	Fin sand	10YR 3/1	Veldig mørk grå	32,29 %	39,0	248,6	209,6	6,4	6,5
L-041	J39	AB	Mellomsand	10YR 2/1	Svart	28,10 %	40,6	237,1	196,4	5,8	7,0
L-042	J40	AB	Mellomsand	10YR 3/1	Veldig mørk grå	16,64 %	50,4	203,5	153,1	4,0	9,2
L-043	J41	AB	Fin sand	10YR 3/1	Svart	16,51 %	50,9	261,4	210,5	5,1	12,8
L-044	J42	B	Fin sand	10YR 3/2	Veldig mørk grålig brun	14,02 %	41,6	247,5	205,9	6,0	14,7
L-045	J43	B	Fin sand	10YR 3/3	Mørk brun	8,73 %	21,3	29,0	7,7	1,4	0,9
L-046	J44	B	Fin sand	10YR 3/3	Mørk brun	8,14 %	66,9	143,4	76,5	2,1	9,4
L-047	J45	AB	Fin sand	10YR 3/1	Veldig mørk grå	37,57 %	34,0	158,0	124,0	4,6	3,3
L-048	J46	AB	Fin sand	10YR 2/2	Svart	56,81 %	28,4	1,9	-26,5	0,1	-0,5
L-049	J47	AB	Mellomsand	10YR 3/1	Veldig mørk grå	60,52 %	29,7	9,4	-20,4	0,3	-0,3
L-050	J48	AB	Mellomsand	10YR 3/1	Veldig mørk grå	22,09 %	55,9	181,2	125,3	3,2	5,7
L-051	J49	AB	Fin sand	10YR 2/2	Svart	35,74 %	44,6	119,5	74,9	2,7	2,1
L-052	J50	AB	Fin sand	10YR 2/2	Svart	38,45 %	42,7	63,1	20,4	1,5	0,5
L-053	J51	AB	Fin sand	10YR 2/2	Svart	49,26 %	22,1	6,5	-15,6	0,3	-0,3
L-054	J52	AB	Fin sand	10YR 2/1	Svart	25,99 %	39,4	404,6	365,1	10,3	14,0
L-055	J53	AB	Fin sand	10YR 2/1	Svart	15,00 %	41,9	277,4	235,5	6,6	15,7
L-056	J54	B	Fin sand	10YR 3/2	Veldig mørk grålig brun	14,36 %	36,2	232,4	196,1	6,4	13,7
L-057	J55	B	Fin sand	10YR 3/2	Veldig mørk grålig brun	11,66 %	35,3	226,6	191,3	6,4	16,4
L-058	J56	B	Mellomsand	10YR 4/2	Mørk grålig brun	11,51 %	65,6	256,3	190,7	3,9	16,6
L-059	J57	AB	Fin sand	10YR 2/2	Svart	45,20 %	54,7	47,9	-6,8	0,9	-0,1
L-060	J58	AB	Mellomsand	10YR 3/1	Veldig mørk grå	32,71 %	32,9	223,3	190,4	6,8	5,8
L-061	J59	AB	Fin sand	10YR 3/2	Veldig mørk grålig brun	14,01 %	68,0	207,3	139,2	3,0	9,9
L-062	J60	B	Fin sand	10YR 4/4	Mørk gulaktig brun	9,11 %	91,2	95,8	4,6	1,1	0,5
L-063	J61	B	Fin sand	10YR 4/3	Mørk brun	14,79 %	156,1	127,0	-29,2	0,8	-2,0
L-064	J62	B	Fin sand	10YR 3/3	Mørk brun	14,89 %	66,7	222,9	156,2	3,3	10,5
L-065	J63	B	Fin sand	10YR 4/2	Mørk grålig brun	7,40 %	60,9	117,4	56,5	1,9	7,6
L-066	J64	B	Fin sand	10YR 3/3	Mørk brun	14,38 %	60,8	108,7	47,9	1,8	3,3
L-067	J65	O	Fin sand	10YR 2/2	Svart	62,43 %	25,5	2,3	-23,2	0,1	-0,4
L-068	J66	O	Mellomsand	10YR 3/2	Veldig mørk grålig brun	22,50 %	39,1	112,8	73,7	2,9	3,3
L-069	PS-1-10cm	O	Fin sand	10YR 2/1	Svart	49,49 %	29,6	5,0	-24,6	0,2	-0,5
L-070	PS-1-20cm	A	Fin sand	10YR 2/1	Svart	37,64 %	38,2	51,8	13,6	1,4	0,4
L-071	PS-1-25cm	AB	Fin sand	10YR 2/1	Svart	41,66 %	24,5	39,7	15,2	1,6	0,4
L-072	PS-1-30cm	C	Mellomsand	10YR 3/2	Veldig mørk grålig brun	17,86 %	45,0	200,8	155,8	4,5	8,7
L-073	PS-2-10cm	A	Fin sand	10YR 3/2	Veldig mørk grålig brun	15,83 %	43,9	212,3	168,4	4,8	10,6
L-074	PS-2-20cm	B	Fin sand	10YR 3/3	Mørk brun	11,76 %	45,8	226,9	181,1	4,9	15,4
L-075	PS-2-30cm	B	Fin sand	10YR 4/6	Mørk gulaktig brun	9,51 %	83,3	181,4	98,2	2,2	10,3
L-076	PS-2-40cm	C	Fin sand	10YR 4/6	Mørk gulaktig brun	8,18 %	66,1	150,3	84,2	2,3	10,3
L-077	A01	B	Mellomsand	10YR 3/4	Mørk gulaktig brun	5,55 %	14,1	32,2	18,1	2,3	3,3
L-078	A02	B	Fin sand	10YR 3/3	Mørk brun	9,33 %	49,6	213,2	163,6	4,3	17,5
L-079	A03	B	Fin sand	10YR 3/2	Veldig mørk grålig brun	18,96 %	40,8	335,3	294,5	8,2	15,5
L-080	A04	B	Siltig sand	10YR 4/6	Mørk gulaktig brun	7,09 %	54,6	58,0	3,5	1,1	0,5
L-081	A05	B	Fin sand	10YR 4/4	Mørk gulaktig brun	6,96 %	64,6	73,5	8,9	1,1	1,3

Labnr.	Feltnr.	Jordlag	Jordart	Farge (Munsell)	Farge	%SOM	P <sub>inorg</sub>	P <sub>tot</sub>	P <sub>org</sub>	P <sub>tot</sub> /P <sub>inorg</sub>	P <sub>org</sub> /%SOM
L-082	A06	B	Fin sand	10YR 4/2	Mørk grålig brun	11,31 %	37,7	63,0	25,3	1,7	2,2
L-083	A07	B	Fin sand	10YR 4/4	Mørk gulaktig brun	9,10 %	47,0	97,7	50,8	2,1	5,6
L-084	A08	B	Fin sand	10YR 4/4	Mørk gulaktig brun	11,61 %	76,2	119,5	43,3	1,6	3,7
L-085	A09	B	Fin sand	10YR 3/3	Mørk brun	18,10 %	39,5	170,2	130,7	4,3	7,2
L-086	A10	B	Fin sand	10YR 4/4	Mørk gulaktig brun	9,64 %	47,7	91,9	44,2	1,9	4,6
L-087	A11	AB-B	Fin sand	10YR 3/3	Mørk brun	20,30 %	42,7	151,0	108,3	3,5	5,3
L-088	A12	B	Fin sand	10YR 3/3	Mørk brun	14,67 %	46,6	154,8	108,1	3,3	7,4
L-089	A13	AB	Fin sand	10YR 2/1	Svart	20,91 %	34,7	98,9	64,1	2,8	3,1
L-090	A14	B	Fin sand	10YR 4/4	Mørk gulaktig brun	9,30 %	36,7	57,9	21,2	1,6	2,3
L-091	A15	B	Fin sand	10YR 3/3	Mørk brun	12,78 %	63,3	179,7	116,4	2,8	9,1
L-092	A16	A	Siltig sand	10YR 2/1	Svart	80,32 %	29,6	795,5	765,9	26,9	9,5
L-093	A17	B	Mellomsand	10YR 3/3	Mørk brun	9,47 %	66,5	81,8	15,3	1,2	1,6
L-094	A18	B	Fin sand	10YR 4/4	Mørk gulaktig brun	8,80 %	62,0	92,5	30,4	1,5	3,5
L-095	A19	A	Fin sand	10YR 2/1	Svart	27,21 %	51,4	212,9	161,5	4,1	5,9
L-096	R1	AB	Fin sand	10YR 2/1	Svart	20,88 %	73,5	410,9	337,3	5,6	16,2
L-097	R2	AB	Fin sand	2,5Y 3/2	Veldig mørk grålig brun	11,67 %	56,3	165,4	109,2	2,9	9,4
L-098	R3	AB	Fin sand	10YR 4/1	Mørk grå	20,43 %	76,8	207,5	130,7	2,7	6,4
L-099	R4	AB	Mellomsand	10YR 3/2	Veldig mørk grålig brun	14,92 %	81,2	179,7	98,6	2,2	6,6
L-100	R5	AB	Fin sand	10YR 3/2	Veldig mørk grålig brun	16,06 %	60,3	217,6	157,3	3,6	9,8
L-101	R6	AB	Mellomsand	10YR 3/2	Veldig mørk grålig brun	21,96 %	66,9	182,2	115,3	2,7	5,3
L-102	V0	B	Fin sand	10YR 3/3	Mørk brun	7,61 %	44,8	117,9	73,1	2,6	9,6
L-103	V1	B	Fin sand	10YR 3/2	Veldig mørk grålig brun	12,07 %	50,7	208,6	157,9	4,1	13,1
L-104	V2	B	Fin sand	10YR 3/3	Mørk brun	7,36 %	64,0	171,8	107,8	2,7	14,7
L-105	V3	B	Fin sand	10YR 3/3	Mørk brun	9,70 %	47,4	171,7	124,3	3,6	12,8
L-106	V4	B	Fin sand	10YR 3/3	Mørk brun	10,42 %	48,5	237,9	189,4	4,9	18,2
L-107	V5	B	Fin sand	10YR 3/2	Veldig mørk grålig brun	10,18 %	47,5	223,1	175,6	4,7	17,2
L-108	V6	B	Fin sand	10YR 3/3	Mørk brun	8,56 %	83,5	239,6	156,1	2,9	18,2
L-109	V7	B	Fin sand	10YR 3/3	Mørk brun	11,60 %	58,3	270,7	212,5	4,6	18,3
L-110	V8	B	Fin sand	10YR 3/3	Mørk brun	10,09 %	43,4	170,7	127,3	3,9	12,6
L-111	V9	B	Fin sand	10YR 3/3	Mørk brun	10,58 %	47,1	282,0	234,9	6,0	22,2
L-112	V10	B	Fin sand	10YR 3/3	Mørk brun	9,93 %	77,7	283,0	205,2	3,6	20,7
L-113	V11	B	Fin sand	10YR 3/3	Mørk brun	12,77 %	52,2	180,9	128,7	3,5	10,1
L-114	V12	B	Fin sand	10YR 3/3	Mørk brun	7,98 %	75,4	242,2	166,8	3,2	20,9
L-115	V13	B	Fin sand	10YR 3/3	Mørk brun	10,40 %	60,6	179,5	118,9	3,0	11,4
L-116	V14	B	Fin sand	10YR 3/2	Veldig mørk grålig brun	14,34 %	69,1	300,9	231,7	4,4	16,2
L-117	V15	B	Fin sand	10YR 3/3	Mørk brun	6,23 %	43,9	100,4	56,5	2,3	9,1
L-118	V16	B	Fin sand	10YR 3/3	Mørk brun	10,03 %	51,1	173,4	122,3	3,4	12,2
L-119	V17	B	Fin sand	10YR 3/3	Mørk brun	10,88 %	54,8	206,0	151,2	3,8	13,9
L-120	V18	B	Fin sand	10YR 3/3	Mørk brun	10,60 %	56,6	145,8	89,2	2,6	8,4
L-121	V19	B	Fin sand	10YR 3/3	Mørk brun	9,04 %	47,9	171,5	123,6	3,6	13,7
L-122	V20	B	Fin sand	10YR 3/3	Mørk brun	7,43 %	47,5	75,9	28,4	1,6	3,8
L-123	V21	B	Fin sand	10YR 3/3	Mørk brun	7,26 %	12,6	52,4	39,8	4,2	5,5
L-124	V22	B	Fin sand	10YR 3/3	Mørk brun	8,75 %	52,8	88,9	36,2	1,7	4,1



**Tabell 7. Geografisk plassering, orientering, og helning for alle prøver. Koordinater er oppgitt i NGO 1948 Gauss K. Akse 4**

Labnr.	Feltnr.	Y	X	Z	Orientering (°)	Orientering	Helning (%)	Helning
L-001	J01	1031641,59	65906,88	51,61	161,55	Sør	18,05	Hellende
L-002	J02	1031647,25	65914,92	51,54	146,99	Sørøst	17,48	Hellende
L-003	J03	1031652,58	65922,73	51,54	155,02	Sørøst	20,79	Hellende
L-004	J04	1031656,05	65933,85	51,10	137,87	Sørøst	14,91	Moderat hellende
L-005	J05	1031664,17	65940,49	51,71	151,95	Sørøst	16,42	Hellende
L-006	J06	1031667,75	65950,59	51,49	142,86	Sørøst	13,99	Moderat hellende
L-007	J07	1031672,72	65957,61	51,93	83,83	Øst	12,27	Moderat hellende
L-008	J08	1031677,05	65965,46	51,96	158,96	Sør	17,03	Hellende
L-009	J09	1031681,77	65975,28	51,96	152,93	Sørøst	16,54	Hellende
L-010	J10	1031688,63	65983,38	52,94	165,40	Sør	29,13	Hellende
L-011	J11 15cm	1031693,78	65992,20	53,32	142,62	Sørøst	22,69	Hellende
L-012	J11 20-25cm	1031693,78	65992,20	53,32	142,62	Sørøst	22,69	Hellende
L-013	J11 25-30cm	1031693,78	65992,20	53,32	142,62	Sørøst	22,69	Hellende
L-014	J12	1031637,09	65916,36	50,06	140,63	Sørøst	16,71	Hellende
L-015	J13	1031640,01	65921,71	50,01	158,53	Sør	9,48	Moderat hellende
L-016	J14	1031648,41	65932,82	50,14	147,96	Sørøst	12,28	Moderat hellende
L-017	J15	1031650,63	65941,36	50,02	152,53	Sørøst	13,26	Moderat hellende
L-018	J16	1031655,20	65950,38	50,11	208,62	Sørvest	6,18	Svakt hellende
L-019	J17	1031662,16	65959,38	50,33	181,63	Sør	7,20	Svakt hellende
L-020	J18	1031666,58	65969,18	50,54	153,99	Sørøst	8,39	Moderat hellende
L-021	J19	1031671,88	65976,69	50,76	160,46	Sør	11,53	Moderat hellende
L-022	J20	1031678,18	65985,25	51,17	157,54	Sør	10,19	Moderat hellende
L-023	J21	1031684,51	65993,58	51,34	130,06	Sørøst	9,69	Moderat hellende
L-024	J22	1031625,48	65917,58	48,91	117,78	Sørøst	7,83	Svakt hellende
L-025	J23	1031629,99	65925,13	48,72	146,37	Sørøst	8,53	Moderat hellende
L-026	J24	1031634,95	65935,06	48,48	148,04	Sørøst	18,05	Hellende
L-027	J25	1031640,11	65942,87	48,69	-1,00	Flatt	0,00	Flatt
L-028	J26	1031646,34	65951,22	49,08	161,80	Sør	14,92	Moderat hellende
L-029	J27	1031651,87	65961,21	49,54	171,63	Sør	14,40	Moderat hellende
L-030	J28	1031657,61	65968,00	49,75	161,30	Sør	9,58	Moderat hellende
L-031	J29	1031663,62	65978,03	49,98	139,63	Sørøst	10,75	Moderat hellende
L-032	J30	1031668,14	65985,88	50,18	163,50	Sør	9,42	Moderat hellende
L-033	J31	1031672,24	65994,35	50,22	154,31	Sørøst	10,32	Moderat hellende
L-034	J32	1031679,03	66003,25	50,59	154,47	Sørøst	12,45	Moderat hellende
L-035	J33	1031619,20	65927,81	47,75	113,90	Sørøst	8,63	Moderat hellende
L-036	J34	1031623,77	65935,79	47,21	119,25	Sørøst	7,51	Svakt hellende
L-037	J35	1031634,51	65953,13	47,42	162,64	Sør	12,53	Moderat hellende
L-038	J36	1031640,19	65961,06	47,84	163,84	Sør	12,04	Moderat hellende
L-039	J37	1031645,71	65970,64	48,04	155,77	Sørøst	14,35	Moderat hellende
L-040	J38	1031650,44	65978,33	48,30	164,68	Sør	18,40	Hellende
L-041	J39	1031655,57	65988,30	48,44	148,06	Sørøst	20,40	Hellende

Labnr.	Feltnr.	Y	X	Z	Orientering (°)	Orientering	Helning (%)	Helning
L-042	J40	1031661,24	65996,24	48,78	157,67	Sør	18,35	Hellende
L-043	J41	1031666,32	66004,37	48,96	150,71	Sørøst	15,71	Moderat hellende
L-044	J42	1031673,43	66014,54	49,23	156,25	Sørøst	15,13	Moderat hellende
L-045	J43	1031608,44	65928,85	48,75	89,46	Øst	25,96	Hellende
L-046	J44	1031613,70	65936,27	46,87	69,15	Øst	9,64	Moderat hellende
L-047	J45	1031619,71	65944,31	46,63	164,22	Sør	8,83	Moderat hellende
L-048	J46	1031624,43	65953,48	46,60	157,56	Sør	8,85	Moderat hellende
L-049	J47	1031629,62	65959,79	46,80	147,46	Sørøst	7,97	Svakt hellende
L-050	J48	1031634,70	65971,10	46,62	140,86	Sørøst	18,89	Hellende
L-051	J49	1031639,25	65978,99	46,29	150,70	Sørøst	23,90	Hellende
L-052	J50	1031646,32	65988,33	46,41	131,55	Sørøst	25,06	Hellende
L-053	J51	1031651,28	65996,20	46,28	159,23	Sør	24,21	Hellende
L-054	J52	1031655,90	66005,53	46,74	176,39	Sør	21,10	Hellende
L-055	J53	1031661,82	66012,82	47,48	168,65	Sør	16,49	Hellende
L-056	J54	1031602,98	65938,34	44,74	141,81	Sørøst	29,93	Hellende
L-057	J55	1031607,67	65946,54	44,79	164,99	Sør	23,36	Hellende
L-058	J56	1031611,61	65954,82	44,96	153,34	Sørøst	29,76	Hellende
L-059	J57	1031618,24	65964,35	45,27	158,08	Sør	17,48	Hellende
L-060	J58	1031622,51	65972,83	45,14	143,60	Sørøst	15,72	Moderat hellende
L-061	J59	1031628,69	65980,68	44,92	135,41	Sørøst	13,60	Moderat hellende
L-062	J60	1031633,53	65990,67	44,56	159,62	Sør	18,40	Hellende
L-063	J61	1031638,70	65997,97	44,97	150,18	Sørøst	13,68	Moderat hellende
L-064	J62	1031644,11	66006,68	44,34	183,53	Sør	28,41	Hellende
L-065	J63	1031650,54	66015,30	45,45	175,05	Sør	15,82	Moderat hellende
L-066	J64	1031656,16	66023,87	46,86	195,64	Sør	16,69	Hellende
L-067	J65	1031594,87	65955,61	42,66	152,92	Sørøst	9,74	Moderat hellende
L-068	J66	1031601,99	65963,12	42,93	150,78	Sørøst	13,99	Moderat hellende
L-069	PS-1-10cm	1031654,90	65963,24	49,77	179,24	Sør	6,53	Svakt hellende
L-070	PS-1-20cm	1031654,90	65963,24	49,77	179,24	Sør	6,53	Svakt hellende
L-071	PS-1-25cm	1031654,90	65963,24	49,77	179,24	Sør	6,53	Svakt hellende
L-072	PS-1-30cm	1031654,90	65963,24	49,77	179,24	Sør	6,53	Svakt hellende
L-073	PS-2-10cm	1031682,71	66002,93	50,93	157,68	Sør	11,37	Moderat hellende
L-074	PS-2-20cm	1031682,71	66002,93	50,93	157,68	Sør	11,37	Moderat hellende
L-075	PS-2-30cm	1031682,71	66002,93	50,93	157,68	Sør	11,37	Moderat hellende
L-076	PS-2-40cm	1031682,71	66002,93	50,93	157,68	Sør	11,37	Moderat hellende
L-077	A01	1031574,37	65834,48	45,34	-1,00	Flatt	0,00	Flatt
L-078	A02	1031560,61	65811,93	44,47	180,51	Sør	9,47	Moderat hellende
L-079	A03	1031544,25	65757,81	45,12	136,15	Sørøst	11,18	Moderat hellende
L-080	A04	1031584,07	65778,72	51,16	172,89	Sør	29,67	Hellende
L-081	A05	1031598,33	65794,04	53,23	137,42	Sørøst	21,02	Hellende
L-082	A06	1031597,39	65815,44	51,12	147,27	Sørøst	12,93	Moderat hellende
L-083	A07	1031631,27	65849,05	54,47	137,86	Sørøst	24,34	Hellende
L-084	A08	1031635,14	65869,10	52,99	151,38	Sørøst	24,69	Hellende

Labnr.	Feltnr.	Y	X	Z	Orientering (°)	Orientering	Helning (%)	Helning
L-085	A09	1031642,00	65898,06	52,38	149,15	Sørøst	16,14	Hellende
L-086	A10	1031665,36	65928,46	52,87	153,30	Sørøst	24,80	Hellende
L-087	A11	1031680,68	65954,92	53,31	149,12	Sørøst	14,35	Moderat hellende
L-088	A12	1031694,01	65991,94	53,32	142,62	Sørøst	28,47	Hellende
L-089	A13	1031705,70	66029,87	51,31	164,38	Sør	16,29	Hellende
L-090	A14	1031729,98	66084,98	49,65	145,72	Sørøst	15,94	Moderat hellende
L-091	A15	1031563,90	65887,61	44,32	146,97	Sørøst	10,84	Moderat hellende
L-092	A16	1031550,75	65894,96	43,28	-1,00	Flatt	0,00	Flatt
L-093	A17	1031573,94	65903,36	44,60	156,64	Sørøst	33,52	Hellende
L-094	A18	1031578,33	65899,09	46,44	214,44	Sørvest	21,06	Hellende
L-095	A19	1031597,26	65905,75	50,46	-1,00	Flatt	0,00	Flatt
L-096	R1	1031446,84	65669,73	171,00	190,19	Sør	8,04	Moderat hellende
L-097	R2	1031322,88	65849,43	4,00	-1,00	Flatt	0,00	Flatt
L-098	R3	1031306,58	65664,74	14,00	-1,00	Flatt	0,00	Flatt
L-099	R4	1031336,23	65476,73	21,00	161,66	Sør	9,63	Moderat hellende
L-100	R5	1031275,56	65315,33	20,00	177,90	Sør	10,82	Moderat hellende
L-101	R6	1031188,58	65073,61	13,00	225,76	Sørvest	2,78	Meget svakt hellende
L-102	V0	1031554,89	65805,36	43,76	196,99	Sør	13,00	Moderat hellende
L-103	V1	1031555,94	65806,94	43,87	194,52	Sør	12,89	Moderat hellende
L-104	V2	1031557,17	65808,27	43,97	178,44	Sør	8,54	Moderat hellende
L-105	V3	1031558,23	65810,32	44,18	194,33	Sør	7,17	Svakt hellende
L-106	V4	1031559,30	65812,06	44,18	226,80	Sørvest	7,26	Svakt hellende
L-107	V5	1031560,32	65813,62	44,27	222,60	Sørvest	6,21	Svakt hellende
L-108	V6	1031561,53	65815,27	44,24	-1,00	Flatt	0,00	Flatt
L-109	V7	1031562,58	65816,96	44,31	-1,00	Flatt	0,00	Flatt
L-110	V8	1031563,64	65818,75	44,39	154,81	Sørøst	7,46	Svakt hellende
L-111	V9	1031561,07	65819,18	44,38	-1,00	Flatt	0,00	Flatt
L-112	V10	1031560,20	65817,23	44,26	-1,00	Flatt	0,00	Flatt
L-113	V11	1031558,96	65815,66	44,30	222,60	Sørvest	6,21	Svakt hellende
L-114	V12	1031557,36	65814,78	44,28	218,39	Sørvest	7,29	Svakt hellende
L-115	V13	1031556,91	65812,09	44,11	218,39	Sørvest	6,66	Svakt hellende
L-116	V14	1031555,69	65810,59	44,04	207,47	Sørvest	6,30	Svakt hellende
L-117	V15	1031554,48	65808,89	43,87	205,50	Sørvest	10,00	Moderat hellende
L-118	V16	1031553,35	65807,29	43,77	205,50	Sørvest	10,00	Moderat hellende
L-119	V17	1031562,68	65825,74	44,40	-1,00	Flatt	0,00	Flatt
L-120	V18	1031566,17	65825,10	44,50	171,86	Sør	4,74	Svakt hellende
L-121	V19	1031567,45	65821,30	44,39	164,54	Sør	5,91	Svakt hellende
L-122	V20	1031570,20	65837,13	44,96	189,94	Sør	8,09	Moderat hellende
L-123	V21	1031563,06	65834,45	44,63	204,18	Sørvest	3,32	Svakt hellende
L-124	V22	1031564,15	65831,03	44,52	218,78	Sørvest	3,41	Svakt hellende

# Litteratur

- Andreassen, D. M. 2003. *Risvikkeramikk. En analyse av teknologisk stil på Nordkalotten i sein steinbrukende tid*. Hovedfagsoppgave i arkeologi. Universitetet i Tromsø
- Arrhenius, B. og Freij, H. 2003. Physical survey and soil analysis. Chapter 6B. *Borg in Lofoten – A chieftain's farm in North Norway*, redigert av Munch, G. S.; Johansen, O. S. og Roesdahl, E. Arkeologisk skriftserie 1. Trondheim
- Arrhenius, O. 1935. *Markundersökningar och arkeologi*. Fornvännen 30, 65-76.
- Baker, R. T. 1976. Changes in the chemical nature of soil phosphate during pedogenesis. *Journal of Soil Science* 27: 504-512
- Bakkevig, S. 1980. Phosphate Analysis in Archaeology – Problems and Recent Progress. *Norwegian Archaeological Review* 13 (2): 73-100
- Bakkevig, S. 1981. Kjemisk arkeologi – om fosfatanalyse. *Frå haug ok heidni* 8(4): 308-315
- Bakkevig, S. 1983. Reply to Comments (svar på kritikk av Bakkevig 1980). *Norwegian Archaeological Review*. 16(1): 55-59
- Bethell, P. H. og Máté, I. 1989. The use of soil phosphate analysis in archaeology: a critique. *Scientific Analysis in Archaeology and its Interpretation* Redigert av Henderson, J., Oxford University Committee, monograph 19: 1-29
- Binns, K. S. 1993. Fra horn til korn? – Om forholdet mellom husdyrhold og korndyrking i vårt eldste jordbruk. *SPOR* 2: 8-10
- Blidmo, Roger 1984. *Provundersökning av stenåldersboplatser och några tolkningsproblem*. Arkeologiske rapporter och meddelanden 15. Institutionen för arkeologi. Stockholms Universitet
- Blidmo, Roger 1995. *Liten fosfathandbok för arkeologer*. Arkeologikonsult AB. Stockholm.
- Bårdseth, G. A. og Sandvik, P. U. 2007. Kapittel 8 – Borge vestre. Gardsbusetjing frå yngre bronsealder og førromersk jernalder (lokalitet 3 og 19). *Hus og gard langs E6 i Råde kommune – E6-prosjektet Østfold – Band 1*. Varia 65, s. 57-122
- Canti, M., Carter, S., Davidson, D. og Limbrey, S. 2006. Letter – Problems of unscientific method and approach in "Archaeological soil and pollen analysis of experimental floor deposits; with special reference to Butser Ancient Farm, Hampshire, UK" by R. I. Macphail, G. M. Cruise, M. Allen, J. Linderholm and P. Reynolds. *Journal of Archaeological Science* 33: 295-298

- Cavanagh, W. G., Hirst, S og Litton C. D. 1988. Soil Phosphate, Site Boundaries, and Change point Analysis. *Journal of Field Archaeology* 15(1): 67-83
- Chen, S. 2005. *Get raster value according to a point coverage (10/07/05)*. Visual Basic-script for ArcGis. Fritt tilgjengelig via ESRI Arcscripts: <http://arcscripts.esri.com>
- Conway, J. S. 1983. An Investigation og Soil Phosphorus Distribution within Occupation Deposits from a Romano-British Hut Group. *Journal of Archaeological Science* 10: 117-128
- Courty, M. A. og Nørnberg, P. 1987. Comparison between buried uncultivated and cultivated iron age soils on the west coast of Jutland, Denmark. *Proceedings of the Third Nordic Conference on the Application of Scientific Methods in Archaeology*. Redigert av Edgren, T. Iskos 5, s. 57-69
- Diinhoff, S. 1997a. *Vereide-prosjektet boplass – Arkeologiske undersøkelser på Vereide 1990 – 1996*. Arkeologiske rapporter 22. Bergen Museum, Universitetet i Bergen
- Diinhoff, S. 1997b. Nyere bopladsudgravninger på Vestlandet – Bidrag til agerbrugets historie gjennom 3000 år. *ARKEO* 2: 3-12
- Diinhoff, S. 1999. Træk af det Vestlandske jordbrugs historie fra sen stenalder til tidlig middelalder. *ARKEO* 1: 14-28
- Dincauze, D. F. 2000. *Environmental Archaeology: Principles and practice*. Cambridge University Press. Cambridge
- Eidt, R. C. 1973. A Rapid Chemical Field Test for Archaeological Site Surveying. *American Antiquity* 38( 2): 206-210
- Engelmark, R. 1995. Experiment kring förhistoriskt svedjebruk. i *Svedjebruk og Röjningsbränning i Norden – Terminologi, datering, metoder*, Redigert av Larsson, B. Skrifter om skogs- och lantbrukshistoria 7. s. 22-36. Nordiska Museet. Stockholm
- Engelmark, R. og Linderholm, J. 1996. Prehistoric land management and cultivation. A soil chemical study. *Proceedings from the 6th Nordic Conference on the application of Scientific Methods in Archaeology, Esbjerg 19-23 September 1993*, Redigert av Mejdahl, V. og Siemen, P., *AREM* 1. s. 315-322. Esbjerg Museum
- Gjelle, S; Bertstrøm, B; Gustavson, M; Olsen, L.; Sveian, H. 1995. *Landet ved Polarsirkelen – Geologi og landskapsformer*. NGU. Trondheim
- Gjerland, B. 1990. *Arkeologiske undersøkingar på Haugsneset og Ognøy i Tysvær og Bokn kommunar, Rogaland*. AmS-Rapport 5. Arkeologisk museum i Stavanger

- Gjerpe, L. E. og Samdal, M. 2005. Fosfatkartering, georadar og magnetismemåling. *Gravfeltet på Gulli*, redigert av Gjerpe, L. E., Varia 60. s. 152-160. Kulturhistorisk museum i Oslo
- Gjessing, G. 1929. Opphavet til Håloygjarlenes rike. *Håloygminne*. Årg 10 h2. s. 35-38. Hålogaland historielag
- Glørstad, H. (red.) 2004. *Svinesundprosjektet bind 4. Oppsummering av svinesundprosjektet*, redigert av Glørstad, H., Varia 57. Kulturhistorisk museum i Oslo
- Glørstad, H. 2004. Innledning. *Svinesundprosjektet bind 4. Oppsummering av svinesundprosjektet*, redigert av Glørstad, H., Varia 57. s. 1-3. Kulturhistorisk museum i Oslo
- Goldberg, P og Macphail, R. I. 2006. *Practical and Theoretical Geoarchaeology*. Backwell publishing. Oxford
- Granström, A. 1995. Om skogseldens natur och eldkulturen i Sveriges skogar. i *Svedjebruk og Röjningsbränning i Norden – Terminologi, datering, metoder*, redigert av Larsson, B. Skrifter om skogs- og lantbrukshistoria 7. s. 14-27. Nordiska Museet. Stockholm
- Greve, M. H., Sperstad, R. og Nyborg, Å. 1999. *Retningslinjer for beskrivelse av jordprofil – Versjon 1.0*. NIJOS rapport 37/99. Norsk institutt for jord- og skogkartlegging. Ås
- Grydeland, S. E. (red) 2008. *Skålbunesprosjektet, rapport*. TROMURA. Tromsø Museum (Forventet publisert i løpet av 2008, tittel ikke avgjort)
- Hauglid, M. 1993. *Mellom Fosna og Komsa – En preboreal ”avslagsredskapskultur” i Salten, Nordland*. Magistergradsavhandling i arkeologi. Universitetet i Tromsø
- Hesse, P. R. 1971. *A Textbook of Soil Chemical Analysis*. John Murray. London
- Holliday, V. T. og Gartner, W. G. 2007. Methods of soil P analysis in archaeology. *Journal of Archaeological Science* 34: 301-333
- Holm, I. 1995. *Trekk av Vardals agrare historie*. Varia. No 31. Universitetets Oldsaksamling. Oslo
- Janson, S. og Hvarfner, H. 1960. *Från Norrlandsälvar och fjällsjöar*. Riksantikvarieämbetets kulturhistoriska undersökningar i samband med kraftverksbyggen och sjöreguleringar 1960. Stockholm
- Jensen, C. 2004. The vegetation history of a coastal stone-age and iron-age settlement at 70°N, Norway. *Vegetation History and Archaeobotany* 13: 269-284.
- Johansen, A. B. 1985. Tverrvitenskapelig forskning – finnes den?. *Samarbeid på tvers av faggrenser – Innlegg på Norsk arkeologmøtes symposium 1984*. Ams-Varia 13, s. 7-21. Arkeologisk museum i Stavanger

- Johansen, O. S. 1979. Early farming north of the Arctic Circle. *Norwegian Archaeological Review* 12 (1): 22-32
- Johansen, O. S. 1982a. Det eldste jordbruket i Nord-Norge. En oversikt. *Introduksjonen av jordbruk i Norden. Foredrag holdt ved fellesnordisk symposium i Oslo april 1980*. Redigert av Sjøvold, T. Universitetsforlaget. Oslo
- Johansen, O. S. 1982b. Viking Age Farms: Estimating the Number and Population Size. *Norwegian Archaeological Review* 15 (1-2): 45-69
- Johansen, O. S. 1990. *Synspunkter på jernalderens jordbrukssamfunn i Nord-Norge*. Stensilserie B 29. Universitetet i Tromsø
- Johansen, O. S. og Vorren, K. D. 1986. The Prehistoric Expansion of Farming into "Arctic" Norway: a Chronology based on 14C-Dating. *Radiocarbon* 28 (2A): 754-761
- Juhl, K. 2001. *Austbø på Hundvåg gjennom 10 000 år – Arkæologiske undersøgelser i Stavanger kommune 1987-1990, Rogaland, Syd-Vest Norge*. AmS Varia 38. Arkeologisk museum i Stavanger
- Julshamn, I; Bade, R. L.; Valvik, K. L. og Larsen, J. 2002. *Vestlandsgården - fire arkeologiske undersøkelser*. Arkeologiske avhandlinger og rapporter, redigert av Øye, I., Universitetet i Bergen
- Klein, J. T. 2000. A Conceptual Vocabulary of Interdisciplinary Science. *Practising Interdisciplinarity*, redigert av Weingart, P. og Stehr, N., University of Toronto Press
- Kofstad, Per 1979. *Uorganisk Kjemi*. Aschehoug. Oslo
- Kravchenko, A. og Bullock, G. 1999. A Comparative Study of Interpolation Methods for Mapping Soil Properties. *Agronomy Journal* 91: 393-400
- Kruskal, W. H. og Wallis, W. A. 1952. Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American Statistical Association* 47 (260): 583-621
- Larsson, B. 1995 (red.) *Svedjebruk og Röjningsbränning i Norden – Terminologi, datering, metoder*. Skrifter om skogs- och lantbrukshistoria 7. Nordiska Museet. Stockholm.
- Latour, B. 1987. *Science in Action*. Harvard.
- Linderholm, J. 2003. Miljøarkeologi i det nordligste Skandinavia. *Ottar* 248: 47-50
- Linderholm, J. 2006. *Markundersökningar inom Melkøjaprojektet – Boplatser vid Sundfjæra och Normannsvika, Melkøja, Hammerfest, Finnmark fylke, Norge*. Miljøarkeologiska laboratoriet. Rapport nr. 2006-003. Institutionen för arkeologi och samiska studier. Universitetet i Umeå

- Linderholm, J. 2007. Soil Chemical Surveying: A Path to a Deeper Understanding of Prehistoric Sites and Societies in Sweden. *Geoarchaeology* 22(4):417-438
- Linderholm, J. og Lundberg, E. 1994. Chemical Characterization of Various Archaeological Soil Samples using Main and Trace Elements determined by Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry. *Journal of Archaeological Science* 21( 3): 303-314
- Lindman, G. 1995. Forntida svedjeodling i Västsverige. Experiment kring förhistoriskt svedjebruk. i *Svedjebruk og Röjningsbränning i Norden – Terminologi, datering, metoder*, redigert av Larsson, B. Skrifter om skogs- och lantbrukshistoria 7. s. 51-63. Nordiska Museet. Stockholm
- Løken, T., Pilø, L. og Hemdorff, O. 1996. *Maskinell flateavdekking og utgravning av forhistoriske jordbruksboplasser – En metodisk innføring*. Varia 26. Arkeologisk museum i Stavanger
- Låg, Jul 1975. *Jordbunnsføre : forelesninger ved Norges landbrukshøgskole, kurs JB 1*. Norges Landbrukshøgskole. Ås
- Mikkelsen, E. 1975. *Frebergsvik – et mesolitisk boplassområde ved Oslofjorden*. Universitetets Oldsaksamlings skrifter – ny rekke 1. Oslo
- Mikkelsen, E. 1983. Comments on Phosphate Analysis in Archaeology– Problems and Recent Progress (kommentar på Bakkevig 1980). *Norwegian Archaeological Review* 16(1): 52-54
- Milek, K. B.; French, C. A. I. 2007. Soils and Sediments in the Settlement and Harbour at Kaupang. *Kaupang in Skiringssal*, redigert av Skre, D.. Kaupang Excavation Project Publication Series, Volume 1. Norske Oldfunn XXII. s. 321-358. Aarhus University Press
- Moen, B. 1998. *Nasjonalatlas for Norge: Vegetasjon*. Statens kartverk. Hønefoss
- Munch, G. S., Johansen, O. S. og Roesdahl, E. (red.) 2003. *Borg in Lofoten – A chieftain's farm in North Norway*. Arkeologisk skriftserie 1. Tapir. Trondheim
- Munsell 1973. *Soil Color Charts*. Munsell color. Baltimore
- Myhre, B. 1969. Gårdsanlegget på Ullandhaug etter to gravningssesonger. *Frå haug ok heidni* 1: 201-223
- Myhre, B., Øye, I. 2002. *Norges Landbrukshistorie. Bind I – 4000 f. Kr. – 1350 e. Kr. – Jorda blir levevei*. Det norske samlaget. Oslo
- Njøs, A; Sveistrup, T. E. 1984. Kornstørrelsesgrupper i mineraljord. Revidert forslag til klassifisering. *JORD og MYR* 8: 8-15
- Olsen, B. 1988. Interaction between Hunter-Gatherers and Farmers: Ethnographical and Archaeological Perspectives. *Archaeologia polski* 33: 425-433



- Orrman, E. 1995. Svedjebruk på 1500-talets finska kungsgårdar. i *Svedjebruk og Röjningsbränning i Norden – Terminologi, datering, metoder*, redigert av Larsson, B. Skrifter om skogs- og lantbrukshistoria 7. s. 95-108. Nordiska Museet. Stockholm
- Parnell, J. J. og Terry R. E. 2002. Soil Chemical Analysis Applied as an Interpretive Tool for Ancient Human Activities in Piedras Negras, Guatemala. *Journal of Archaeological Science* 29: 379-404
- Provan, D. M. J. 1971. Phosphate Analysis as a Tool in Archaeology. *Norwegian Archaeological Review* 4(1): 37-50
- Provan, D. M. J. 1973a. The Soils of an Iron Age Farm Site . Bjellandsøyne, SW Norway. *Norwegian Archaeological Review* 6: 30-41
- Provan, D. M. J. 1973b. Hva gjorde de med kumøkk i folkevandringstiden? En mulig forklaring fra Lyngaland. *Fra haug ok heidni* 4: 65-67
- Prøch-Danielsen, L og Simonsen, A. 1988. Principal Components Analysis of Pollen, Charcoal and Soil Phosphate Data as a Tool in Prehistoric Land-use Investigation at Forsandmoen, Southwest Norway. *Norwegian Archaeological Review* 21(2): 88-102
- Reynolds, P. J. 1979. *Iron Age Farm – The Butser Experiment*. Colonnade. London
- Rypkema, H. A., Lee, W. E., Galaty og M. L., Haws, J. 2007. Rapid, in-stride soil phosphate measurement in archaeological survey: a new method tested in Loudoun County, Virginia. *Journal of Archaeological Science* 34: 1859-1867
- Rønne, Ola 2004a. Fosfatanalyser. *Svinesundprosjektet bind 4. Oppsummering av svinesundprosjektet*, redigert av Glørstad, H., Varia 57, s. 99-104. Kulturhistorisk museum i Oslo
- Rønne, Ola 2004b. Generelle kommentarer til fosfatkarteringene på lokalitetene. *Svinesundprosjektet bind 4. Oppsummering av svinesundprosjektet*, redigert av Glørstad, H., Varia 57, s. 109-116. Kulturhistorisk museum i Oslo
- Rønne, Ola 2004c. Oppsummering av resultatene fra fosfatkarteringene. *Svinesundprosjektet bind 4. Oppsummering av svinesundprosjektet*, redigert av Glørstad, H., Varia 57, s. 157-158. Kulturhistorisk museum i Oslo
- Sandmo, A. K. 1985. Gravfelt og bosetningsområder fra eldre og yngre jernalder på flakstad i Lofoten. Foreløpige gravingsresultater og noen hypoteser. *Arkeologisk feltarbeid i Nord-Norge 1984*, redigert av Engelstad, E. og Holm-Olsen, I. M., TROMURA kulturhistorie 5, s. 75-94. Tromsø Museum
- Segeström, U. 1995. Pollenanalys, odling och svedjebruk. Gödsel- eller svedjebuk i norra Norrland. i *Svedjebruk og Röjningsbränning i Norden –*

- Terminologi, datering, metoder*, redigert av Larsson, B. Skrifter om skogs- og lantbrukshistoria 7. s. 37-50. Nordiska Museet. Stockholm
- Simonsen, A. og Prøsch-Danielsen, L. 2005. *Økosystemer i endring – Tidlig jordbrukspåvirkning innen kystlyngheibeltet i Sørvest-Norge*. AmS-Varia 44. Arkeologisk museum i Stavanger
- Simonsen, P. (red.) 1968b. *Varanger-funnene VI – Analyseresultater og mindre rapporter*. Tromsø museums skriftserie Vol. VII, hefte VI. Tromsø Museum
- Simonsen, P. 1968a. Fosfatanalyser fra Varangerbopladserne. *Varanger-funnene VI Analyseresultater og mindre rapporter*, redigert av Simonsen, P., Tromsø museums skriftserie Vol. VII, hefte VI. Tromsø Museum
- Simpson, I. A.; Bryant, R. G. og Tveraabak, U. 1998. Relict Soils and Early Arable Land Management in Lofoten, Norway. *Journal of Archaeological Science* 25: 1185-1198
- Sjöberg, A. 1976. Phosphate Analysis of Anthropic Soils. *Journal of Field Archaeology* 3(4): 447-454
- Skøien, S. 2003. *Jordlære*. GAN forlag. Oslo
- Soltvedt, E., Løken, T., Prøsch-Danielsen, L., Børsheim, R. L. og Oma, K. 2007. *Bøndene på Kvålehodlene – Boplass-, jordbruks- og landskapsutvikling gjennom 6000 år på Jæren, SV Norge*. AmS-Varia 47. Arkeologisk museum i Stavanger
- Stephens, L. J. 2004. *Advanced Statistics Demystified*. McGraw-Hill Professional Publishing
- Troedsson, T; Nykvist, N. 1973. *Marklära och markvård*. Almqvist & Wiksel. Stockholm
- Turner, S. 2000. What Are Disciplines? And How Is Interdisciplinarity Different?. *Practising Interdisciplinarity*, redigert av Weingart, P. og Stehr, N. University of Toronto Press. Toronto
- Tvengsberg, P. M. 1985. Skogfinnene på Finnskogen og svedjebruket – Næring som etnisk kjennetegn. *Arkeologi og Etnisitet*. Varia 15, s. 57-74. Arkeologisk museum i Stavanger
- Tvengsberg, P. M. 1995. Det värmlandsfinske svedjebruket. i *Svedjebruk og Röjningsbränning i Norden – Terminologi, datering, metoder*, redigert av Larsson, B. Skrifter om skogs- og lantbrukshistoria 7. s. 109-118. Nordiska Museet. Stockholm.
- Tveraabak, U. 2008. *Pollenanalyse og vegetasjonsendringer på Skålbunes, Saltstraumen, Nordland*. Intern rapport. Topografisk arkiv, Tromsø Museum

- United States Department of Agriculture (USDA). 1999. *Soil Taxonomy – A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys*. Agriculture Handbook 436. Washington
- Valen, C. R. 2007. *Jordbruksimpulser i neolitikum og bronsealder i Nord-Norge? – En revisjon av det arkeologiske gjenstandsmaterialet og de naturvitenskapelige undersøkelsene*. Hovedfagsoppgave i arkeologi. Universitetet i Tromsø
- Valvik, K. A. 1998. *Lee – En tradisjonell Vestlandsgård? – En arkeologisk punktundersøkelse av gården Lee, Vik, Sogn og Fjordane*. Hovedfagsoppgave i arkeologi. Universitetet i Bergen
- Vorren, K. D. 1973. Myra forteller historie. *Årbok for Senja 1973*, redigert av Eriksen, H. K., s. 27-32
- Vorren, K. D. 1976. Et pollenanalytisk bidrag til spørsmålet om det eldste jordbruket i Nord-Norge. *Viking XXXIX*: 175-195
- Vorren, K. D. 1979. Anthropogenic influence on the natural vegetation in coastal North Norway. Development of farming and pastures. *Norwegian Archaeological Review* 12 (1): 1-22
- Vorren, K. D. 1983. Den eldste korndyrkingen i det nordlige Norge. *Folk og ressurser i nord : foredrag fra Symposium om midt- og nordskandinavisk kultur ved Universitetet i Trondheim, Norges lærerhøgskole 21.-23.juni 1982*, redigert av Sandnes, J., Kjelland, A. og Østerlie, I., s. 11-47. Tapir. Trondheim
- Vorren, K. D. 1986. The impact of early agriculture on the vegetation of Northern Norway. A discussion of anthropogenic indicators in biostratigraphical data. *Anthropogenic indicators in pollen diagrams*, redigert av Behre, K. E., s. 1-18. Balkema. Rotterdam
- Vorren, K. D. 2002. Greipstad: Settlement history of the central farm of the northernmost Norse community during the Iron Ages. *Norsk Geografisk Tidsskrift* 56 (2): 161-173
- Vorren, K. D. 2005. Farm development at the Arctic cereal limit in northern Norway – continuity and discontinuities. *Vegetation History and Archaeobotany* 14: 161-170
- Vorren, K. D. og Nilssen, E. 1982. Det eldste jordbruket i Nord-Norge. En paleoøkologisk oversikt. *Introduksjonen av jordbruk i Norden. Foredrag holdt ved fellesnordisk symposium i Oslo april 1980*, redigert av Thorleif Sjøvold, s. 173-193. Universitetsforlaget
- Vorren, K. D.; Nilssen, E. og Mørkved, B. 1990. Age and agricultural history of the "stadir"-farms of North and Central Norway. *Norsk Geografisk Tidsskrift* 44: 79-102

- Weingart, P. & Stehr, N. 2000. *Practising Interdisciplinarity*. University of Toronto Press. Toronto
- Weingart, P. 2000. Interdisciplinarity: The Paradoxical Discourse. *Practising Interdisciplinarity*. redigert av Weingart, P. og Stehr, N., University of Toronto Press. Toronto
- Wilson, C. A., Davidson, D. A. og Cresser, M. S. 2008. Multi-element soil analysis: an assessment of its potential as an aid to archaeological interpretation. *Journal of Archaeological Science* 35: 412-424
- Woods, W. I. 1977. The Quantitative Analysis of Soil Phosphate. *American Antiquity* 42(2): 248-252