

Oppdragsrapport

NIKU Nr. 12/2013

Bioforsk Vol 8 Nr. 17 2013

Avaldsnes, Karmøy kommune, Rogaland.

Arkeologisk kartlegging av bevaringstilstand og bevaringsforhold for arkeologiske kulturminner i forbindelse med Kongsgårdsprosjektet Avaldsnes. Delrapportering II

Vibeke Vandrup Martens - Norsk institutt for kulturminneforskning - NIKU

Ove Bergersen - Bioforsk Jord og miljø



<p>Tittel/Title: Avaldsnes, Karmøy, Rogaland. Arkeologisk kartlegging av bevaringstilstand og bevaringsforhold for arkeologiske kulturminner i forbindelse med Kongsgårdsprosjektet Avaldsnes Delrapportering II.</p>
<p>Forfatter(e)/Author(s): Martens, Vibeke Vandrup - NIKU Bergersen, Ove - Bioforsk Jord og Miljø</p>

Dato/Date: 31.01.2013	Tilgjengelighet/Availability:	Prosjekt nr./Project No.: NIKU 15620329-3 Bioforsk 8031-01	Arkiv nr./Archive No.:
Rapport nr./Report No.: NIKU Nr.12 2013 Bioforsk 8 Nr. 17 2013	ISBN-nr.: 978-82-17-01055-5	Antall sider/Number of pages: 29	Antall vedlegg/Number of appendices: 3

Oppdragsgiver/Employer: Kongsgårdsprosjektet Avaldsnes	Kontaktperson/Contact person: Mari Arentz Østmo
------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------

Stikkord/Keywords: Bevaringsforhold, kulturlag, redoksforhold Preservation, cultural heritage, redox conditions	Fagområde/Field of work: Arkeologi - Jordkjemi Archaeology - Soil chemistry
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------

Sammendrag

Dette er andre delrapportering, etter andre året med feltarbeid. Det ble tatt til sammen syv jordprøver fra kokegroper, ovn og kulturlag. Bevaringstilstanden ble vurdert mellom middels bra og elendig ved de undersøkte kontekstene. Bevaringsforholdene for organisk materiale ble vurdert til elendig i alle kontekster, mens bevaringsforholdene for uorganisk materiale var dårlige unntatt i kulturlagene i middelalderruinen, der de var middels bra. En datalogger fra et av installasjonspunktene fra 2011 ble skiftet ut og plassert over bakkenivå for å sikre instrumentene mot vann. Langtidsmålinger av temperatur og fuktighet i jordlagene skal pågå i til sammen fem år ved de tre installasjonspunkter. Hittil viser de første overvåkingsdata fra langtidsmålingene liten variasjon og svingninger i temperatur og fuktighet. Stabile forhold er bra for in situ bevaring av kulturminner, men det er noe inntrenging av nedbør, som kan ha negativ effekt. Kulturlagene rundt ruinen må anses som svært utsatte for eskalert nedbrytning etter årets utgravninger.

Land/fylke:	Norge /Rogaland
Kommune:	Karmøy
Sted/Lokalitet:	Avaldsnes

Godkjent / Approved

Prosjektleder / Project leader




Knut Paasche og Trond Mæhlum

Vibeke Vandrup Martens og Ove Bergersen

Innhold

1.	Innledning	4
1.1	Bakgrunn	4
1.2	Arkeologiske og kulturhistoriske forhold	4
1.3	Problemstilling	5
2.	Materiale og Metode	6
2.1	Arkeologi- og naturvitenskapelige definisjoner	6
2.1.1	Arkeologifaglige definisjoner	6
2.1.2	Jordfaglige definisjoner	6
2.2	Arkeologisk dokumentasjonsmetode	7
2.2.1	Vurdering av bevaringstilstand	7
2.2.2	Tildekking	8
2.3	Innhenting av prøver	8
2.3.1	Vurdering av bevaringsforhold	8
2.3.2	Langtidsmåling	8
2.3.3	Endelig vurdering av bevaringsforhold	8
2.4	Kjemiske analyseparameter	9
2.4.1	Generelt om vurdering av bevaringsforhold i kulturlag	10
3.	Resultater	12
3.1	Arkeologisk tilstandsvurdering av kontekster på Avaldsnes	12
3.1.1	Pakterhagen	12
3.1.2	Paktertunet	14
3.1.3	Brinken	16
3.2	Vurdering av bevaringsforholdene ut fra kjemiske og fysiske analyseparameter ved de arkeologiske kontekster på Avaldsnes	18
3.2.1	Pakterhagen kokegroper	18
3.2.2	Kulturlag fra Brinken	18
3.2.3	Paktertunet ovn	19
3.3	Vurdering av tilstand og bevaringsforhold på grunnlag av arkeologiske og naturvitenskapelige analyseresultater i kontekstene.	20
3.4	Miljøovervåking Avaldsnes	22
3.4.1	P-plassen	23
3.4.2	Gravhaugen	24
3.4.3	Dyrket mark (område 2)	26
4.	Konklusjon	27
5.	Referanser	28
6.	Vedlegg	29

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Kongsgårdprosjektet Avaldsnes (KA) er et forskningsprosjekt ved Kulturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, som løper frem til 2017. I prosjektet inngår det to sesonger med arkeologisk feltarbeid på Avaldsnes, 2011 og 2012. I Riksantikvarens vedtak 07/02936-25 av 19/20 2010 ble det fremmet krav om at miljøovervåking av de arkeologiske levnene måtte gjennomføres parallelt med og i etterkant av undersøkelsene. NIKU og Bioforsk har i forbindelse med sin strategiske instituttsatsing (SIS), *In Situ Site Preservation of Archaeological Remains in the Unsaturated Zone* (In Situ SIS) inngått samarbeid med KA om miljøovervåkningsdelen i henhold til RAs krav. For videre detaljer om vedtaket og planer for gjennomføring, se Martens *et al.* 2012: 4-5.



Figur 1. Avaldsnes, middelalderruin undersøkes (niku_ark_311101).

1.2 Arkeologiske og kulturhistoriske forhold

Kongsgårdprosjektets arkeologiske rapporter inneholder detaljerte beskrivelser av Avaldsnes som kulturminne. Det er derfor ikke hensiktsmessig å bruke mye plass på en sådan beskrivelse her. Det henvises derimot til prosjektets hjemmeside <http://www.khm.uio.no/forskning/prosjekter/avaldsnes/> og til rapporter og publikasjoner fra prosjektet hvor dette vil bli beskrevet mer utfyllende.

1.3 Problemstilling

NIKU samarbeider med Kongsgårdprosjektet Avaldsnes (KA) om miljøovervåkingsdelen av KA. Formålet med *in situ* SIS prosjektet her på Avaldsnes er, foruten å overvåke kulturlagene ved denne arkeologiske undersøkelsen, å videre utvikle metodene for kulturlagsovervåking i umettet sone ved å teste metodikken utenfor de tradisjonelle middelalderbyene.

Miljøovervåking av kulturlag har pågått i varierende grad i en rekke europeiske land i de seneste par årtier – men stort sett all forskning og overvåking har handlet om kulturlag i mettet sone, dvs vannmettede lag under grunnvannstanden. Svært få forsøk er gjort på såvel prøvetaking som overvåking i umettet sone (over grunnvannstand), da dette krever andre metoder og andre prøveparametre for å oppnå tilsvarende svar som kan fås i mettet sone på spørsmål om nåværende bevaringstilstand og forutsetninger for fremtidige bevaringsforhold. Ett eksempel er Åker gård, Hamar, Hedmark (Martens 2010). Denne lokaliteten overvåkes fortsatt av Bioforsk og NIKU og fungerer som komparativmateriale for alle lokaliteter i In Situ SIS.

På Avaldsnes er det vedtatt og planlagt 5 år med overvåking av temperatur og jordfuktighet for å se om de påviste arkeologiske kontekster påvirkes av de fysiske inngrepene rundt dem eller klimaendringer. Økt temperatur og svingninger i tørt og vått klima kan virke inn på nedbrytingen av de arkeologiske kontekster. Jordens varmekapasitet defineres som den varmemengden som skal til for å øke temperaturen i ett kilo jord med en grad. Vann har svært høy varmekapasitet (4,19 KJ/kg). Varmekonduktiviteten (evnen til å lede varme) vil derfor være avhengig av vanninnholdet i jorda. En vannmettet jord med høy vannkapasitet (dvs. stor evne til å holde på vann, for eksempel leirjord) vil ha mye større evne til å lede varme enn en tørr jord. Temperatursvingningene i tette jordarter (silt- og leirholdige) vil derfor være mindre enn for eksempel i sandjord og organisk jord.

Feltarbeid ble gjennomført uke 33 2011 og i uke 29 i 2012. I tillegg har teknikere fra Bioforsk og kulturansvarlig i Karmøy kommune Ørjan Iversen vært i felt i flere omganger for å installere og følge opp måleutstyr for langtidsovervåking av bevaringsforhold. Utstyret har fungert med logging av måledata fra november 2011. En datalogger hadde fabriksfeil og måtte erstattes i mai/juni 2012 i forbindelse med at en annen datalogger ble kalibrert. En tredje datalogger druknet i desember 2011 pga. ekstreme nedbørsmengder og ble erstattet av en ny i november 2012. Cathrine Glette, historieformidler på Nordvegen på Karmøy har tilbudt å følge opp dataloggerne i samarbeid med NIKU og Bioforsk. Langtidsmåleutstyret fungerer nå tilfredsstillende, data følges opp på nettbasert overvåking og presenteres nedenfor.

2. Materiale og Metode

2.1 Arkeologi- og naturvitenskapelige definisjoner

I rapporten blir det brukt uttrykk som behøver en forklaring fordi de brukes forskjellig i ulike fagområder eller de er lite kjent.

2.1.1 Arkeologifaglige definisjoner

Kulturlag: Lag med materiale knyttet til menneskelig aktivitet. Kulturlag kan variere meget i form, utseende, sammensetting og innhold beroende på lokalitet, tidsalder, type aktivitet og jordmonn.

Steril grunn: Naturlig undergrunn, upåvirket av menneskelig aktivitet

Bevaringstilstand: Kulturlagenes nåværende tilstand avhengig av pågående og historisk nedbrytning.

Bevaringsforhold: Fysiske, kjemiske og mikrobiologiske forhold som er avgjørende for nedbrytningshastighet i kulturlag.

2.1.2 Jordfaglige definisjoner

Redoksreaksjoner: Redoksreaksjoner består av to delreaksjoner, oksidasjon og reduksjon. Disse reaksjoner foregår vanligvis relativt langsomt men i naturlige systemer fungerer mikroorganismer som katalysatorer slik at reaksjonene foregår mye raskere.

Aerobe forhold: Forhold der luft (oksygen) er til stede. Ved aerobe forhold blir organisk materiale og reduserte uorganiske forbindelser oksidert av mikroorganismer som omsetter oksygen (sammenlignbar med menneskelig respirasjon). Ved aerobe forhold kan man forvente en høyere mikrobiell aktivitet enn ved anaerobe forhold.

Anaerobe forhold: forhold der luft (oksygen) er fraværende. Ved anaerobe forhold blir organisk materiale oksidert av mikroorganismer som omsetter nitrat, oksidert jern og mangan, sulfat eller oksidert organisk materiale i stedet for oksygen. I naturlige miljøer er anaerobe forhold ensbetydende med reduserende (reduktive) forhold, men i hvilken grad forholdene er reduserende, varierer

Reduserende (reduktive) forhold: Avhengig av forbindelsen som blir redusert, snakker man om nitratreduserende, jern- og manganreduserende, sulfatreduserende og metanogene forhold. Jo mer redusert redoksforholdene er, jo lavere er den mikrobielle aktiviteten.

2.2 Arkeologisk dokumentasjonsmetode

2.2.1 Vurdering av bevaringstilstand

Lagbeskrivelsen utføres av NIKU etter Norsk Standard NS9451:2009 på kontekstregistrerings skjema med en grundig beskrivelse av alle elementer i laget. Dette danner grunnlag for en evaluering av bevaringstilstand i henhold til Norsk Standard (NS 9451:2009), som utkom i september 2009 (tabell 1 og 2).

Tabell 1 og 2 Bevaringstilstand er vist over og bevaringsforhold er vist under, i henhold til Norsk Standard NS 9451:2009

Tabell 1 – Bevaringsskala som angir tilstanden i kulturlaget

Posisjon i relasjon til grunnvann	Bevaringsgrad					
	0 (Ingen)	1 (Elendig)	2 (Dårlig)	3 (Middels)	4 (God)	5 (Utmerket)
Over grunnvann (umettet sone) = A	A0	A1	A2	A3	A4	A5
Overgangssone (fluktuerende vann) = B	B0	B1	B2	B3	B4	B5
I grunnvannet (mettet sone) = C	C0	C1	C2	C3	C4	C5
Fyllmasser o.l. senere enn cirka år 1900	D0	D1	D2	D3	D4	D5

Tabell 2 – Skala for bevaringsforhold ved jordfaglige undersøkelser

Posisjon i relasjon til grunnvann	Bevaringsforhold				
	1 (Elendig)	2 (Dårlig)	3 (Middels)	4 (God)	5 (Utmerket)
Over grunnvann (umettet sone) = A	A1	A2	A3	A4	A5
Overgangssone (fluktuerende vann) = B	B1	B2	B3	B4	B5
I grunnvannet (mettet sone) = C	C1	C2	C3	C4	C5

Skalaen opererer med seks klasser på bevaringstilstand fra 0 til 5 der bevaringstilstanden er bedre jo høyere tall som angis. 0-verdi brukes utelukkende når bedømmelse ikke lar seg gjøre. I skalaen finnes i tillegg en bokstavskode som angir plasseringen av strata i forhold til grunnvann. For kulturlag med utelukkende minerogent innhold (leire, silt, sand, grus) eller kulturlag der det organiske innhold vanskelig lar seg måle visuelt, for eksempel humusholdig sand, er verdien satt til 0. Alle kontekster er fotografert. NIKUs foto er registrert i henhold til standard og danner del av den dokumentasjon som sendes til Riksantikvaren for arkivering (se vedlegg 2).

In Situ SIS tar ut jordprøver for analyse i kulturlag, sentrale lag i gravhaug samt fra både større og mindre kontekster. Den endelige vurdering av antall nødvendige jordprøver foretas i felt, men i utgangspunktet er det regnet med uttak av minimum 15 prøver. Det vil bli utført en overordnet tilstandsvurdering av det arkeologiske gjenstandsmaterialet fra de berørte kontekster. Vurderingen inngår i

helhetsvurderingen av den arkeologiske bevaringstilstanden. Den belyser fragmenteringen av gjenstandene og grad av korrosjon eller annen nedbrytning.

2.2.2 Tildekking

I samarbeidet inngår at In Situ SIS skal utforme veiledning for tildekking og gjenfylling av de områder som KA har avdekket men ikke gravet ut fullstendig. Denne delen av prosjektet er helt avhengig av hvilke typer kontekster som kommer frem, samt analyseresultatene fra In Situ SIS. Veiledning gis under feltarbeidet 2011 og følges opp i 2012. KA har tilrettelagt for gjennomføringen av denne planen og Karmøy kommune bekoster i henhold til kontrakt med KA.

2.3 Innhenting av prøver

Prøver ble pakket inn i to plastposer med og uten lynlås. Den delen av prøven som ble tatt lengst inn i boresøylen ble fylt i en pose som ble lukket umiddelbart og luft suget ut. Denne posen ble videre oppbevart i en ny ytterpose med lynlås og tilsatt Anaerogel som inneholder kjemikalie som fjerner oksygen i posen. Etter prøvetaking ble alle prøvene oppbevart og transportert kjølig. De anaerobe prøver ble ekstrahert og bearbeidet i anaerobt kammer direkte før videre analyser.

2.3.1 Vurdering av bevaringsforhold

Fysisk-kjemisk vurdering av fremtidige bevaringsforhold for jordlag/strukturer/kontekster utføres etter prøvetaking og analyse av jordprøver av Bioforsk/In Situ SIS etter Norsk Standard (analyse S2). S2 analysen gir informasjon om stabiliteten til kulturlagene basert på om det er oksygen til stede eller ikke. I tillegg er det planlagt undersøkt redoksforhold samt mikrobiologiske forhold på de samme steder som det tas ut prøver til kjemisk analyse.

2.3.2 Langtidsmåling

Langtidsmåling av vanninnhold, temperatur, konduktivitet og redoksforhold vil skje med hjelp av sonder installert i profil og koblet til datalogger. Denne målingen vil starte 2011 og løpe i 5 år. Dataloggerne må sikres på stedet umiddelbart etter installasjon. Sikringen gjøres med betongkummer som enten senkes ned under overflaten eller plasseres på overflaten. Dette arbeidet utføres av KA i dialog med In Situ SIS. KA avgjør i dialog med grunneier hvordan det skal sikres at måleutstyret er tilgjengelig for avlesning i 5-årsperioden.

2.3.3 Endelig vurdering av bevaringsforhold

Etter slutført langtidsmåling vil In Situ SIS presentere resultatene i rapportform innen 31.12.2016. Resultatene fra jordprøvene tatt i 2011 og eventuelt i 2012 vil belyse tilstanden kulturlag/strukturer har ved åpningen av feltet, mens langtidsmålingene over de fem år vil belyse bevaringsforholdene. Rapporten skal inneholde en sammenstilling av de ulike analyseresultatene med formål om å konkretisere den tilstanden kulturminnene har i 2011 og effekten av så vel avdekking som de tildekkingstiltak KA gjennomfører i henhold til In Situ SIS anbefalinger. I tillegg til de konkrete resultatene av prøveuttak og langtidsmålinger, skal rapporten inneholde en overordnet vurdering av bevaringstilstand, og en anbefaling av mulige tiltak for den videre skjøtselen av Avaldsnes med tanke på å sikre de forhistoriske levningene som informasjonskilder og som automatisk fredete kulturminner.

2.4 Kjemiske analyseparameter

I rapporten beskrives bevaringsforholdene i kulturlagene ut i fra generell analyse: Grunnleggende parameter (S1) og miljøparameter (S2) i henhold til *The Monitoring Manual* (RA & NIKU 2008) og Norsk Standard (NS 9451:2009). Alle prøver ble analysert etter S2 analyseparameter.

S1 Grunnleggende parameter

Ledningsevne og pH verdi: 25 ml oksygenfritt vann ble tilsatt til 10 g jordprøve. Prøven ble ristet i 1 time uten tilgang av oksygen. Etter at partikkelfasen hadde sedimentert, ble elektrisk ledningsevne målt i vannfasen. Ledningsevnen ble multiplisert med en faktor 3,6 i henhold til (Shirokova *et al.* 2000) for å estimere ledningsevnen i jordmettet ekstrakt. Deretter ble pH-verdien målt i samme prøve.

Tørrestoffinnhold: En våt jordprøve med kjent vekt ble tørket ved 105 °C i 24 timer. Vekttapet etter tørkingen tilsvarer vannmengden i prøven. Tørrestoffbestemmelsen ble foretatt med tre replikater per prøve.

Glødetap: Tørket jordprøve ble forbrent ved 550 °C i seks timer. Vekttapet, også kalt glødetap er et mål for andel organisk materiale.

S2 Miljøparameter

Analysen i henhold til analysepakke S2 inkluderer S1 analyser i tillegg til følgende uorganiske parametre:

To- og treverdig jern (Fe II, Fe III)

Jern (II) og jern (III) bestemmes i henhold til en metode utviklet av Stookey (Stookey 1970), som bruker ferrozine til bestemmelse av jern (II). Jordprøven ekstraheres med 0,5 molar saltsyre i anaerobt miljø. Jern(II) som lager en fargekompleks med ferrozine bestemmes fotometrisk. Jern (III) som befinner seg i ekstraktet blir deretter redusert til jern (II) ved hjelp av hydroxylamin og total mengde jern bestemt på samme måte som nevnt ovenfor. Jern (III) bestemmes som differanse av total jern og jern (II) i ekstraktet.

Sulfid

Sulfid ble bestemt i henhold til EPA-standardmetode 9030 og 9034. Jord ble inkubert med 6 molar saltsyre i 60 min i nitrogen atmosfære. Sulfid ble frigjort som hydrogensulfid som transporteres med nitrogen gjennom to sulfidfeller fylt med sinkacetat.

Sulfid ble deretter bestemt titrimetrisk ved å oksidere sulfid til svovel ved hjelp av jod og tilbaketitrere med natriumtiosulfat.

Ekstraksjon av sulfid med 6 molar saltsyre (uten koking) vil kvantifisere den andelen av sulfid som relativt raskt oksideres til sulfat i nærvær av oksygen (Rickard og Morse, 2005). I tillegg til amorfe sulfider vil dette være mackinawit og greigit. Kun en liten del av pyritt (4-10%) løses med denne prosedyren. Pyritt er kjent for å være relativt stabil også i nærvær av oksygen og vil bare langsomt reagere til sulfat. Hvis en vil karakterisere de aktuelle redoksforholdene i grunnen, er det ønskelig å løse så lite pyritt som mulig ut av prøven.

Sulfat

Jordprøven ble ekstrahert med vann og ekstrahert sulfat analysert ved hjelp av ionekromatografi. Analysen ble gjennomført ved AnalyCen (se vedlegg 3).

Nitrat og ammonium

Prøven ekstraheres med 2 mol/l KCl og analyseres ved hjelp av en TRAACS-800 autoanalysator som bruker en fargereaksjon til bestemmelse av nitrat- og ammoniumkonsentrasjon. Analysen ble gjennomført ved AnalyCen (se vedlegg 3).

2.4.1 Generelt om vurdering av bevaringsforhold i kulturlag

Gode bevaringsforhold for kulturlag karakteriseres av stabile kjemisk fysiske forhold, og at mikrobiologisk og kjemisk aktivitet er relativt lav. Stabile kjemisk fysiske forhold fører til at naturlige gradienter (f.eks. hydrauliske gradienter eller konsentrasjonsgradienter), som ofte holder naturlige kjemiske prosesser i gang, avtar. Dette medfører langsommere nedbrytning av kulturlag.

I naturen foregår nedbrytning av organisk materiale eller korrosjon av metaller parallelt med reduksjon av andre forbindelser. Mikroorganismer får energi fra slike reaksjoner og bruker denne energien til bl.a. oppbygging av biomasse. Mest energi får mikroorganismer hvis de kan bruke oksygen til å oksidere organisk materiale. Noe mindre energi genereres hvis det brukes nitrat (NO_3^-) og enda mindre ved å bruke treverdige jern, Fe(III), fireverdige mangan (Mn(IV)), sulfat (SO_4^{2-}) eller oksidert organisk materiale, se også figur 2. I naturen kan vi derfor observere at aerobe forhold med oksygen til stede, går over til nitratreduserende forhold når all oksygen er brukt opp. Deretter følger mangan-, jern- og sulfatreduserende forhold, før en får metanogene forhold.

Under metanogene forhold observerer man den langsamste nedbrytningen av organisk materiale, og minst oksidering av metallgjenstander. Raskest foregår nedbrytning av organiske gjenstander under aerobe forhold. Nedbrytningshastigheten vil som oftest avta i rekkefølge nitrat-, mangan-, jern-, sulfatreduserende til metanogene forhold. Oksiderende og nitratreduserende forhold kan som regel karakteriseres som dårlige bevaringsforhold, mens sulfatreduserende og metanogene forhold kjennemerket bra til utmerkede bevaringsforhold. Imidlertid må stedsspesifikke forhold tas i betraktning. I tabell 3 er det illustrert en enkel oversikt som viser generelt hvordan kulturlagene vurderes på bevaringsforhold. I flere tilfeller vil man få grenseoverganger. I det orange markerte område vises nivåer av målte kjemiske parametre for typisk oksiderende forhold, mens reduserende forhold er vist med blått.

Redoksforhold i grunnen kan karakteriseres ved å måle redokssensitive komponenter i jord og porevann (oksygen, nitrat, ammonium, mangan (II), mangan (IV), jern (III), jern (II), sulfat, sulfid, metan): Høye oksygenkonsentrasjoner indikerer for eksempel at forholdene er oksidative og at mikroorganismene bruker oksygen til å bryte ned organisk materiale. Ved slike forhold kan vi forvente at nitrogen foreligger i stor grad som nitrat og ikke som ammonium, jern foreligger som oksidert jern (III) og konsentrasjon av sulfid vil som regel være svært lavt. Hvis forholdene derimot er jernreduserende, vil all oksygen og nitrat allerede vært brukt opp av mikroorganismer og nitrogen vil foreligge som ammonium. Det vil kunne måles høyere konsentrasjoner av jern (II) i porevann og jord, men det er ikke ventet høye sulfidkonsentrasjoner.

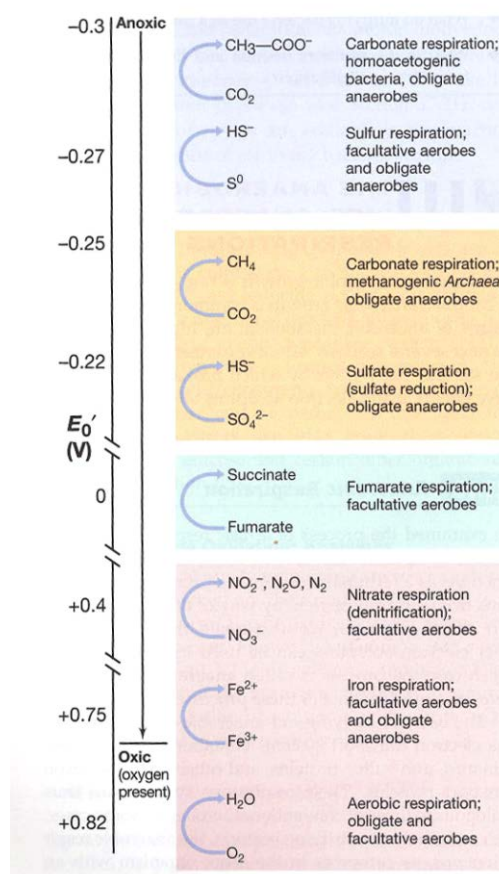
Andre miljøforhold som vil påvirke bevaring av kulturlag er massenes permeabilitet og vannmetning. Dette vil styre gjennomstrømning av (oksygenrikt) vann gjennom massene og diffusjon av oksygen i porene. Dessuten vil tilstedeværelse av giftige forbindelser kunne hemme nedbrytningen av organisk materiale.

Syre og løslige salter medfører korrosjon av metalloverflater. Økende surhet og saltkonsentrasjon vil framskynde korrosjon av metallgjenstander og forvitring av bein.

Tabell 3 Konsentrasjonsnivåer for parameter fra S2 analysepakke som danner grunnlag for vurdering av bevaringsforhold.

Nitrat	Ammonium	Sulfid	Jern (II)	Jern (III)	Redoksforhold	Bevaring
NO3	NH4	H2S	Fe2	Fe3		
Lav	Lav	Lav	Lav	Høy	Oksiderende	Elendig
Høy	Lav	Lav	Lav	Høy	Nitrat til oksiderende	Dårlig
Høy	Lav	Lav	Høy	Lav	Nitrat til jernred.	Middels
Lav	Lav	Lav	Høy	Lav	Jernreducerende	Middels
Høy	Høy	Høy	Høy	Lav	Nitrat til sulfatred.	Bra
Lav	Høy	Høy	Lav	Lav	Sulfatreducerende	Bra
Lav	Høy	Høy	Høy	Lav	Sulfatred. til metanogene	Utmerket

Reduserende forhold
Oksiderende forhold

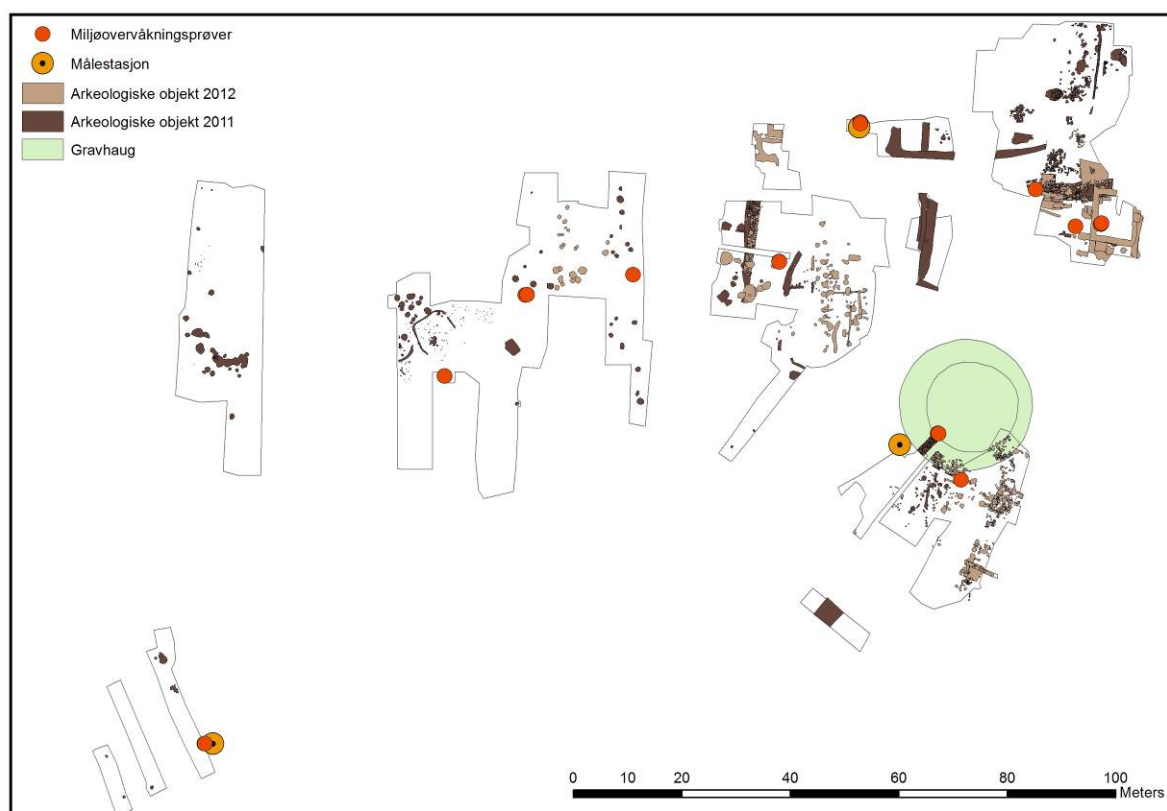


Figur 2 Redoksforhold ved standard aktivitet fra ulike mikroorganismer (Brock 1996)

3. Resultater

3.1 Arkeologisk tilstandsvurdering av kontekster på Avaldsnes.

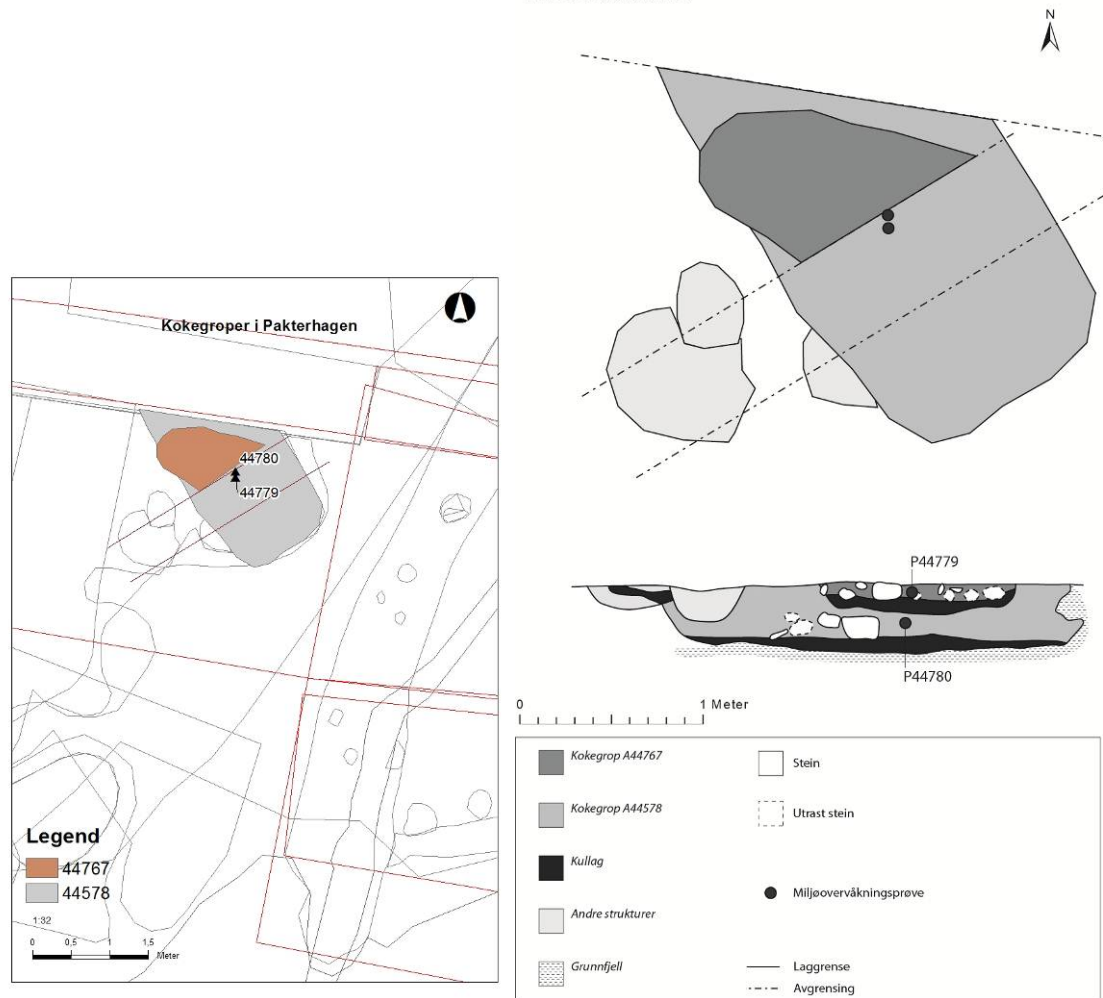
Det er på Avaldsnes sommeren 2012 gjort undersøkelser av arkeologisk bevaringstilstand på noen utvalgte kontekster i Pakterhagen, på Paktertunet og på Brinken i dialog mellom KA og In Situ SIS, som supplement til prøvene tatt i 2011. Feltarbeidet ble utført uke 29 av Vibeke Vandrup Martens, NIKU og arkeologene fra KA. Kontekstene ble valgt ut for å til sammen belyse mest mulig omfattende områder på Avaldsnes. Nummerering av felter og kontekster følger KAs intrasis system.



Figur 3. Oversiktskart over miljøovervåkingsprøver og plassering av dataloggere. Kart: Kongsgårdprosjektet Avaldsnes.

3.1.1 Pakterhagen

I Pakterhagen ble det tatt prøver fra to kokegropene (den ene nedgravd i den andre), intrasis nr P44779 (A44578) og P4780 (A44767) (se figur 4a & b og figur 5). Det ble tatt en prøve fra fyll i hver av kokegropene. Dybder er målt fra overflaten av den erkjente konteksten, men som det ses av figur 5, ligger kokegropene 25-30cm under dagens overflate og må anses være beskyttet av dette jordlaget. Kokegropene ble snittet med spade av arkeolog fra KA, og jordprøver ble tatt ut med graveskje av NIKUs arkeolog etter fotodokumentasjon. Bevaringstilstanden for begge prøver ble vurdert til A2, dårlig (se vedlegg 1, kontekstliste A-C). Fotoliste er vedlagt som vedlegg 2.



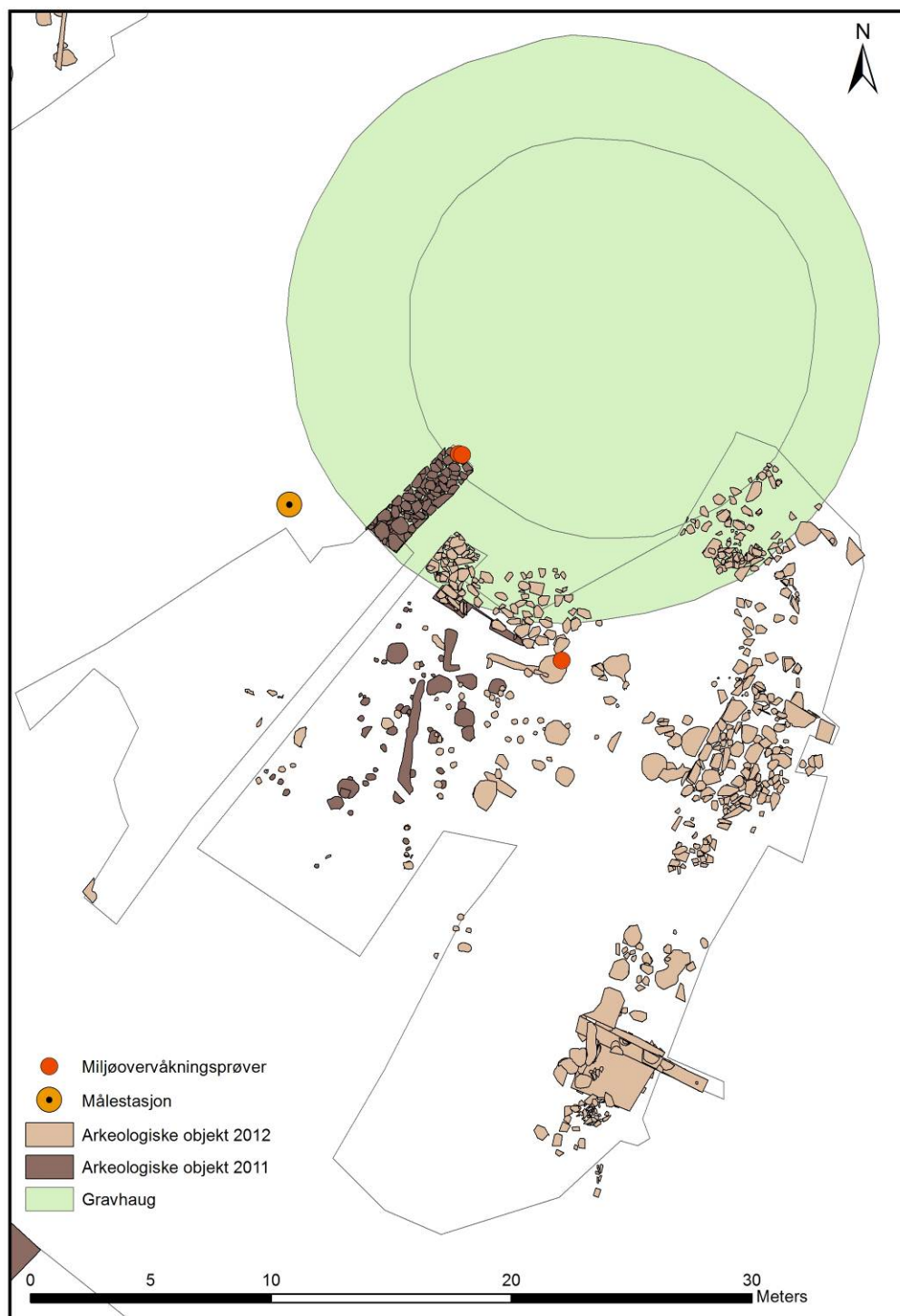
Figur 4a & b. Kart over Pakterhagen med plassering av kokegroper. Kart: Kongsgårdprosjektet Avaldsnes.



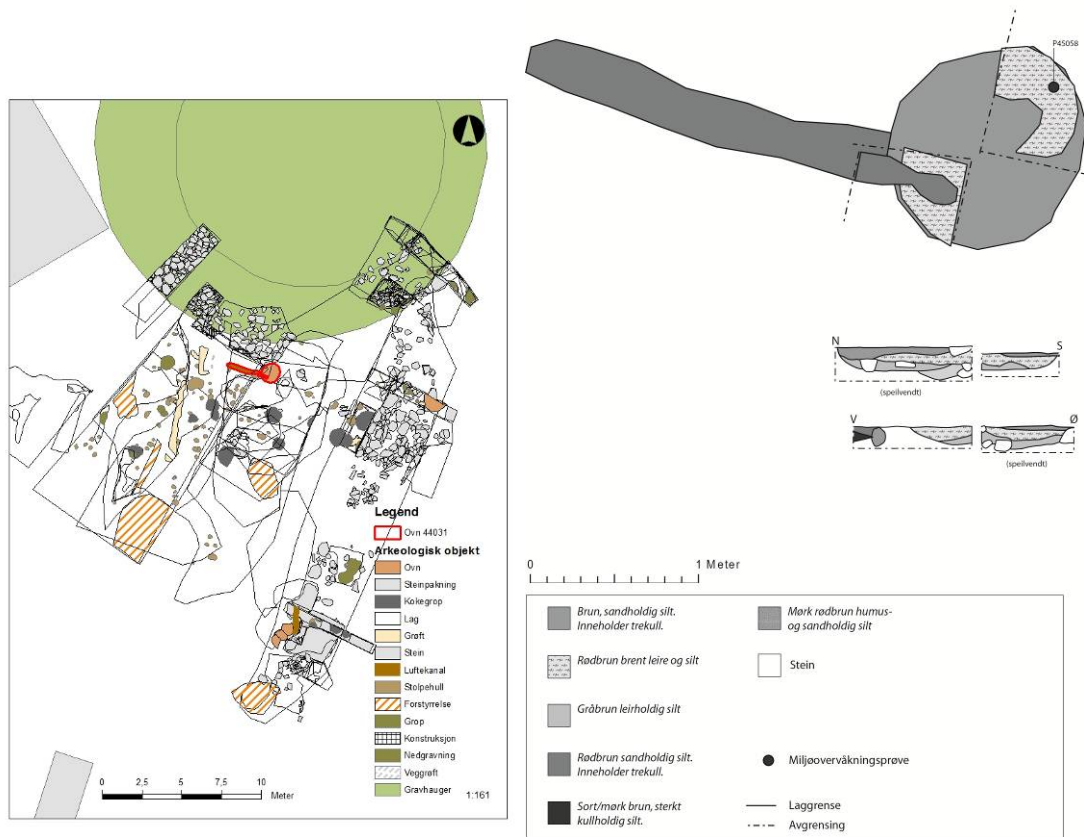
Figur 5. Profil kokegroper i Pakterhagen (niku_ark_311099)

3.1.2 Paktertunet

På Paktertunet S for Kjellerhaugen kom det ved årets undersøkelser fram en rekke spennende kontekster. Det ble besluttet å ta ut prøve for vurdering av bevaringstilstand og bevaringsforhold (P45958) fra en mulig korntørreovn (A44031). På den måten sikret man analyse av flest mulige parameter fra denne konteksten. Området var avdekket med gravemaskin og deretter fremsenset av arkeologene fra KA. Konteksten ble snittet med graveskje. Bevaringstilstanden ble i felt vurdert til A1, elendig for organisk materiale (se vedlegg 1, kontekstliste A-C, og fotoliste vedlegg 2).



Figur 6. Oversiktskart over Paktertunet og Kjellerhaugen. Kart: Kongsgårdprosjektet Avaldsnes.



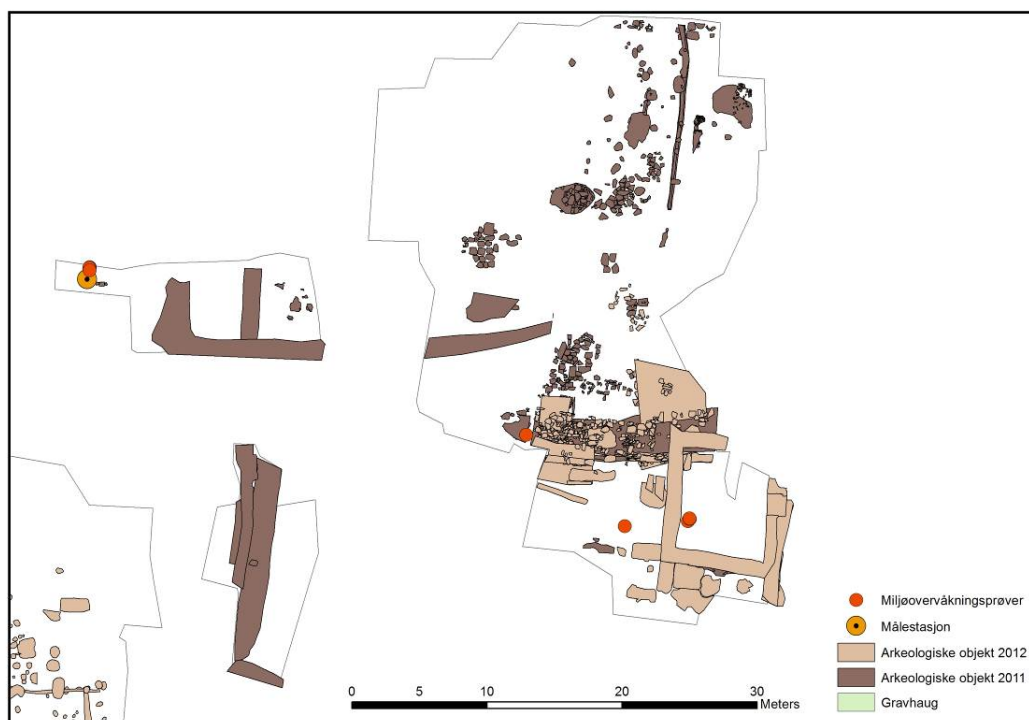
Figur 7a & b. Kart over korntørrovn, Paktertunet. Kart: Kongsgårdprosjektet Avaldsnes.



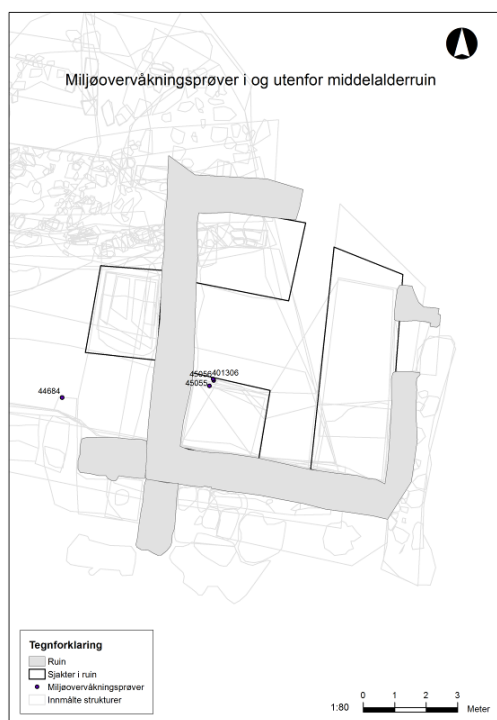
Figur 8. Korntørreovnen på Paktertunet (niku_ark_311092).

3.1.3 Brinken

På Brinken ble noe av årets mest spennende materiale avdekket (se figur 1 og 10); ruinen av et stenhus fra middelalder. I og uten for ruinen, var det bevarte kulturlag i inntil 1 meters høyde. Det ble tatt en prøve for vurdering av bevaringstilstand og jordkjemisk analyse uten for ruinen (P44684) og tre prøver i profil inne i bygningen (P45055, P45056 og P401306). Prøvenes bevaringstilstand ble vurdert til A2-A3, dvs. dårlig til middels bra bevaring (se vedlegg 1, kontekstliste A-C og fotoliste vedlegg 2). Det er vesentlig å være bevisst om at utgravningene har utsatt de resterende balken med kulturlag for eskalert nedbrytning. Kulturlagene her er svært sårbare.

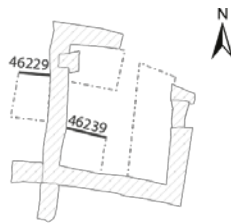


Figur 9. Oversiktskart Brinken og P-plassen, Avaldsnes. Kart: Kongsgårdprosjektet Avaldsnes

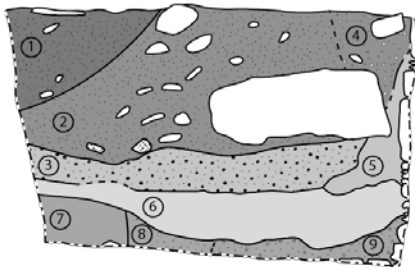


Figur 10. Ruin av stenhus, Brinken, Avaldsnes. Kart: Kongsgårdprosjektet Avaldsnes

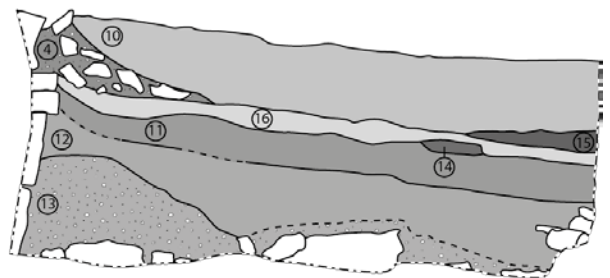
Avaldsnes 2012
 Brinken
 Profil 46229, 46239
 06.08.2012
 Tegnet av Erlend Nordlie
 Digitalisert av Ingvild Tinglum



Profil 46229



Profil 46239



Vestre murvegg A45645 i
 middelalderbygning A12.

<p>Lag 1: A41241 Hagelag Gråbrun grus-, leir- og humusblandet silt. Noe rød tegl.</p>	<p>Lag 6: A53350 Kolluvium Kompakt, lys til middels rødbrun, svakt sand og grusholdig silt. Noe trekull.</p>	<p>Lag 11: A401302 Utfyllingslag/hagelag Fast, brun humus- og sandholdig silt. Inneholder trekull, bein og østersskjell. Med noe stein.</p>	<p>Lag 16: A401303 Fundament for hagelag. Inneholder lys grå leire.</p>
<p>Lag 2: A20710 Rivningslag Løs, middels/lys gråbrun sand- og grusholdig silt. Inneholder trekull, tegl, bein og mørtel.</p>	<p>Lag 7: A53663 Gammel markoverflate Kompakt, gråbrun sand- og leirholdig silt. Litt trekull.</p>	<p>Lag 12: A53374 Utfyllingslag/hagelag Som lag 11, men lysere, ingen østersskjell, større og færre bein, mindre trekull og noe mørtel.</p>	
<p>Lag 3: A44680 Kulturlag Kompakt, lys brungrå, svakt sandholdig silt. Noe trekull.</p>	<p>Lag 8: A53358 Fundamenteringsgrøft Som lag 7, men spettet med gulgrå silt/sand (undergrunnsmasser).</p>	<p>Lag 13: A53366 Rivningslag Løs, gråbrun grusholdig silt. Inneholder mye mørtel, gradvis mindre fra muren. Noe trekull.</p>	<p>Stein</p>
<p>Lag 4: A20720 Rivningslag Som lag 2, men med mye finknust mørtel.</p>	<p>Lag 9: A53354 Fundamenteringsgrøft Som lag 7, men spettet med rødlige masser lik lag 6, og oppløst skifer.</p>	<p>Lag 14: Linse i A401302 Myk og kompakt liten flekk mørk brun humus og silt.</p>	<p>Tegl</p>
<p>Lag 5: A53346 Rivningslag Som lag 3, men med en del mørtel og mindre trekull.</p>	<p>Lag 10: A41241 Hagelag Fast, gråbrun humus- og sandholdig silt. Litt trekull og rød tegl.</p>	<p>Lag 15: Mørkere linse i A41241 Som lag 10, men mørkere og mer humusholdig.</p>	<p>Laggrense</p>
			<p>Avgrensning</p>
			<p>Usikker laggrense</p>

Figur 11. Profil, Brinken. Kart: Kongsgårdprosjektet Avaldsnes.



Figur 12. Profil, Brinken. Foto: Kongsgårdprosjektet Avaldsnes.

3.2 Vurdering av bevaringsforholdene ut fra kjemiske og fysiske analyseparametere ved de arkeologiske kontekster på Avaldsnes

Prøver fra de arkeologiske kontekster fra Pakterhagen, Paktertunet og Brinken er analysert for fysisk og kjemisk karakterisering. Tabell 4 gir en oversikt over vurdering av bevaringsforholdene i prøvene. Denne vurdering er utformet på grunnlag av resultatene vist i tabell 5 og 6 som viser fysiske forhold og kjemiske måleresultater. Sulfid ble ikke analysert i prøvene grunnet for lite prøvemateriale.

3.2.1 Pakterhagen kokegroper

Prøvene analysert fra kokegroper i Pakterhagen på Avaldsnes hadde et middels innhold av vann og lavt innhold av organisk materiale i begge lag. pH i kulturlagene ble vurdert å være svak surt i begge prøver. Ledningsevnen viste lave verdier. Høye ledningsevneverdier er forårsaket av større konsentrasjoner av salter. Høy saltkonsentrasjon vil igjen kunne korrodere metallgjenstander. pH i lagene kan ha en negativ effekt på bevaring av metallgjenstander og bein. Redoksforholdene i alle prøvene ble vurdert som oksiderende som tilsier elendige bevaringsforhold for organisk materiale. Dette indikerer at oksygen er til stede, siden det ble funnet høyere konsentrasjoner av den oksiderende formen jern (III) Andel jern (III) er 98-99%. De øvrige parametre ble funnet i lave konsentrasjoner. Bevaring av uorganisk materiale er dårlig i disse to prøver. Se for øvrig illustrasjon av bevaringsforhold for organisk og uorganisk materiale i tabell 7.

Tabell 4 Kortfattet vurdering av bevaringsforholdene i prøver hentet fra kulturlag på Avaldsnes 2013

Prøve Kulturlag	Lag kontekst	Dyp m	Organisk innhold og vanninnhold	Surhet og salinitet	Redoksforhold *
P 44779	Paktertunet, kokegrop	0,05	Lavt org. - middels vanninnh.	Svakt surt og lav	Oksiderende
P 44780	Paktertunet, kokegrop	0,20	Lavt org. - middels vanninnh.	Svakt surt og lav	Oksiderende
P 44684	Brinken kulturlag	0,50	Lavt org. - middels vanninnh.	Svakt surt og lav	Oksiderende
P 45055	Brinken kulturlag	1,00	Lavt org. - middels vanninnh.	Nøytral og lav	Oksiderende
P 45056	Brinken kulturlag	0,56	Lavt org. - middels vanninnh.	Nøytral og lav	Oksiderende
P 401306	Brinken kulturlag	0,34	Lavt org. - middels vanninnh.	Svak basisk og lav	Oksiderende
P 45058	Paktertunet ovn	0,02	Lavt org. - middels vanninnh.	Middel surt og lav	Oksiderende

3.2.2 Kulturlag fra Brinken







Prøvene analysert fra Brinken på Avaldsnes hadde et middels innhold av vann og lavt innhold av organisk materiale. pH i 3 av 4 kulturlagprøvene ble vurdert nøytral mot svakt basisk. Ledningsevnen viste lave verdier. pH i lagene vil ikke ha en direkte negativ effekt på bevaring av metallgjenstander og bein hvis ikke pH synker ytterligere.

Redoksforholdene i alle prøvene ble vurdert som oksiderende som tilsier elendige bevaringsforhold for organisk materiale. Dette indikerer at oksygen er til stede, siden det ble funnet høyere konsentrasjoner av den oksiderende formen jern (III) Andel jern (III) er 87-94 %. De øvrige parametre ble funnet i lave konsentrasjoner. Bevaring av

uorganisk materiale er middels i disse prøver. Se for øvrig illustrasjon av bevaringsforhold for organisk og uorganisk materiale i tabell 8.

Tabell 5 Viser fysiske forhold i prøver hentet fra arkeologiske kontekster på Avaldsnes 2013.

Prøve Kulturlag	Jordlag kontekst	Dyp m	Glødetap %	TS %	Vann innh %	pH	Ledn.evne uScm -1
P 44779	Paktertunet, kokegrop	0,05	11	69	31	6,3	91
P 44780	Paktertunet, kokegrop	0,20	11	72	28	6,5	63
P 44684	Brinken kulturlag	0,50	6	72	28	6,6	63
P 45055	Brinken kulturlag	1,00	6	74	26	7,2	74
P 45056	Brinken kulturlag	0,56	10	68	32	7,4	95
P 401306	Brinken kulturlag	0,34	7	71	29	7,6	86
P 45058	Paktertunet ovn	0,02	6	75	25	5,5	56

	Lavt organisk materiale 10%		Lavt vanninnhold 10-20%
	Middels organisk materiale 10-20%		Middels vanninnhold 30-40%
	Høyt organisk materiale 30-40%		Høyt vanninnhold 50-60%

3.2.3 Paktertunet ovn

Prøvene analysert fra Paktertunet merket ovn på Avaldsnes hadde et lavt innhold av organisk materiale og middels innhold av fuktighet. pH i prøven fra ovn ble vurdert som middel surt. Ledningsevnen viste lav verdi. pH i lagene vil på sikt ha en negativ effekt på bevaring av metallgjenstander og bein. Redoksforholdene i alle prøvene ble vurdert som oksiderende og elendige bevaringsforhold. Redoksforholdene i alle prøvene ble vurdert som oksiderende som tilsier elendige bevaringsforhold for organisk materiale Dette indikerer at oksygen er til stede, siden det ble funnet høyere konsentrasjoner av den oksiderende formen jern (III). Andel jern (III) er 97%. De øvrige parametre ble funnet i lave konsentrasjoner. Bevaring av uorganisk materiale er dårlig i denne prøve. Se for øvrig illustrasjon av bevaringsforhold for organisk og uorganisk materiale i tabell 7.

Tabell 6 Viser kjemiske forhold i prøver hentet fra kulturlag på Avaldsnes

Kulturlag	Jordlag kontekst	Dyp m	Nitrat - N (mg/kg TS)	Ammonium (mg/kg TS)	Sulfat (mg/kg TS)	Sulfid (mg/kg TS)	Jern (II) (mg/kg TS)	Jern (III) (mg/kg TS)	Andel av Jern (II)
P 44779	Paktertunet, kokegrop	0,05	1,0	4,0	< 1,6	n.d.	2	227	1 %
P 44780	Paktertunet, kokegrop	0,20	0,8	4,3	< 1,6	n.d.	3	225	2 %
P 44684	Brinken kulturlag	0,50	0,8	3,9	< 1,6	n.d.	4	149	3 %
P 45055	Brinken kulturlag	1,00	1,7	4,3	< 1,5	n.d.	12	78	13 %
P 45056	Brinken kulturlag	0,56	< 0,1	5,5	< 1,7	n.d.	9	148	6 %
P 401306	Brinken kulturlag	0,34	< 0,1	4,9	< 1,5	n.d.	19	159	10 %
P 45058	Paktertunet ovn	0,02	< 0,1	3,9	26	n.d.	15	421	3 %

n.d. ikke analysert pga for lite prøvemateriale

3.3 Vurdering av tilstand og bevaringsforhold på grunnlag av arkeologiske og naturvitenskapelige analyseresultater i kontekstene.

Forundersøkelsens prøver fra Avaldsnes i 2012 er blitt registrert å ligge under elendige til dårlige bevaringsforhold (A1- A2) for organisk materiale. Det ble påvist lavt organisk innhold i alle prøver. For uorganisk arkeologisk materiale ble det også påvist middels bevaringsforhold i kulturlagene fra Brinken. Bevaring av uorganisk materiale ble funnet dårlig i kokegropene i Pakterhagen og ovnen på Paktertunet (tabell 7). Nedenstående tabell 7 sammenstiller vurderingen av bevaringstilstand og bevaringsforhold i de kontekster, der det er tatt ut prøver. For tilstand for alle kontekster, se kapittel 3.1 og vedlegg 1. Vurderingen av bevaringstilstand fra utvalgte arkeologiske kontekster i 2012 bekrefter dette bildet, selv om det bare var en enkelt elendig prøve, de øvrige var dårlige eller middels bra bevart.

Tabell 7 Sammenstilling av bevaringstilstand og forhold i prøver hentet fra kulturlag på Avaldsnes 2012.

Prøve kulturlag	Dyp (m)	Jordlag kontekst	Bevaring			
			Arkeologisk *	Organisk materiale	Uorganisk materiale	Redoks forhold *
P 44779	0,05	Paktertunet, kokegrop	A2	Elendig	Dårlig	A1
P 44780	0,20	Paktertunet, kokegrop	A2	Elendig	Dårlig	A1
P 44684	0,50	Brinken kulturlag	A2	Elendig	Dårlig	A1
P 45055	1.00	Brinken kulturlag	A2	Elendig	Middels	A1
P 45056	0,56	Brinken kulturlag	A3	Elendig	Middels	A1
P 401306	0,34	Brinken kulturlag	A3	Elendig	Middels	A1
P 45058	0,02	Paktertunet ovn	A1	Elendig	Dårlig	A1

		Elendig til dårlig
		Middels
		Bra til utmerket

	Oksiderende forhold
	Reduserende forhold

*

SOPS :

Status etter Norsk Standard NS 9451:2009

Den arkeologiske vurdering av bevaringstilstanden ved undersøkelsen i 2011 varierte fra A1 til A3, dvs. elendig til middels, men langt de fleste kontekster var elendig eller dårlig bevart (tabell 8), da organisk materiale var sterkt nedbrutt. Det gjelder for kontekster av alle typer og uansett datering. Tabell 8 viser også bevaringsforholdene for organisk og uorganisk materiale samt hvilke redoksforhold som ble påvist i prøvene fra 2011. Dette som kompletterende informasjon.

Tabell 8 Viser oversikt over overvåkingsstedene 2011 og samlet vurdering av bevaringstilstand og -forhold

Prøve Kulturlag	Dyp (m)	Jordlag	Bevaring			
			Arkeologisk *	Kjemisk / Fysisk		Redoksforhold *
				Organisk materiale	Uorganisk materiale	
Gravhaug						
13902-1	0,20	matjord	A2	Elendig	Dårlig	A1
13902-2	0,35	stein og pakningsmasse	A3	Elendig	Middels	A1
13902-3	0,50	undergrunn	A1	Elendig	Bra	A1
Dyrket mark						
1777-2	0,47	dyrkningslag	A2 til 3	Elendig	Middels	A1
1777-3	0,77	dyrkningslag	A3	Elendig	Middels	A1
1777-4A	1,05	kulturlag	A3	Elendig	Middels	A1
1777-4b	1,05	kulturlag	A3	Elendig	Bra	A1
1777-4c	1,05	kulturlag	A3	Elendig	Middels	A1
P-plass						
3658-4-1	0,50	stabil grus	A2	Dårlig	Dårlig	A2
3658-4-2	0,76		A2	Dårlig	Dårlig	A2
3658-4-3	0,98	veiunderlag	A2	Dårlig	Dårlig	A2
3658-5	1,26	mødding avfallslag	A3	Dårlig	Dårlig	A2
3658-7	1,70	undergrunn	A3	Elendig	Middels	A1
Øvrige kontekster						
5049-1		fill i kokegrop	A1	Elendig	Middels	A1
5049-5		undergrunn	A3	Elendig	Middels	A1
4854		krittpipelag	A2	Elendig	Middels	A1
8855-2		dyrkningslag	A1	Elendig	Middels	A1
8855-3		k-lag/gl markoverflate	A2	Elendig	Middels	A1
1834		undergrunn	A1	Elendig	Middels	A1

		Elendig til dårlig
		Middels
		Bra til utmerket

	Oksiderende forhold
	Reduserende forhold
*	SOPS : Status etter Norsk Standard NS 9451:2009

3.4 Miljøovervåking Avaldsnes

Ledningene fra sondene ble koblet til dataloggerne 9.nov 2011 (tabell 9). Etter problemer med kontakt med loggerne ble det undersøkt på nytt hva som kunne være problemer. Det ble utført i des. 2011. Undersøkelsen viste et trist syn. Kum på dyrket mark var overfylt av vann pga. mye nedbør. Loggeren her var helt ødelagt med ingen data. Ved de andre stedene hvor sensorer og loggere var installert ble det registrert temperaturer på 4-5 °C og en jordfuktighet på 40-50 %. Fremover vil det være nødvendig med sterkere strømkilde for å sikre data og at signaler fra loggerne kan overføres trådløst til NIKU og Bioforsk. Dette er nu utført og data fra både P- plass og gravhaug er nu tilgjengelig og bearbeidet fra mai 2012 og ut året. Ny datalogger er installert nov 2012 på det siste overvåkingstedet på dyrket mark, men gir kun data informasjon fra 1 av 3 sensorer. Dvs. at det er høyst sannsynlig at ledningene er korrodert i stykker ved havariet høsten 2011, selv om det i juni 2012 så ut som om de hadde overlevd. Oversikt over de sensorer som gir overvåkingsdata i 2012 er vist i tabell 9.

Tabell 9

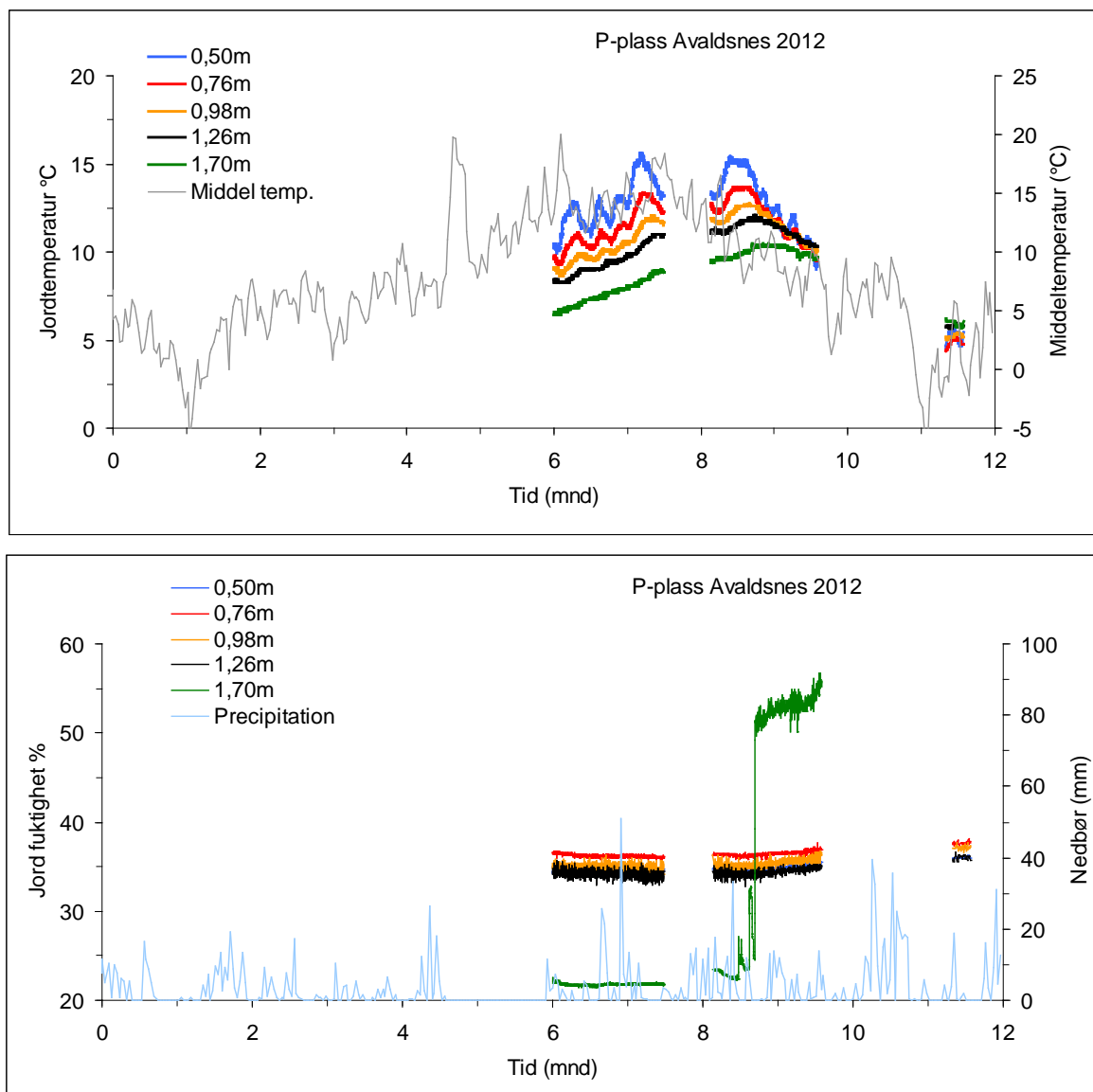
Viser oversikt over overvåkingstedene og dybde og ledningslengde til logger.

Lokalitet	Dyp m	Sonder nr	Ledningslengde til logger (m)	I drift 2012
Gravhaug				
13902-1	0,20	31646	20	x
13902-2	0,40	31648	20	x
13902-3	0,60	31649	20	x
Dyrket mark				
1777-2	0,47	31638	10	x
1777-3	0,77	31643	15	
1777-4	1,05	31640	15	
P-plass				
3658-4-1	0,50	31453	10	x
3658-4-2	0,76	31644	15	x
3658-4-3	0,98	31642	15	x
3658-5	1,26	31647	20	x
3658-7	1,70	31641	20	x

3.4.1 P-plassen

De første seriene med data fra P-plassen er vist i figur 13 og tabell 10 som viser gjennomsnitt, maximum og minimum verdier i overvåkingsperioden. Her sees tydelig at fuktigheten fra 0,50m og ned til 1,26m er stabilt på omkring 35-36%. Sensor plassert ved 1,70m er blitt påvirket av nedbør og viser nu høyere jordfuktighet i slutten av 2012. Ettersom denne ligger dypest, tyder det på porøsitet hele veien ned gjennom lagene, hvilket er skadelig for videre in situ bevaring. Videre overvåking vil evt. vise om dette vedvarer fremover.

Temperaturer på parkeringsplassen i det øverste laget på 0,5m viste gjennomsnittverdi på 13°C som sank ned til 8,7°C ved 1,70m. Dette viser at det er 3-4 grader lavere temperatur for kulturlagene som ligger nesten 1,2m dypere. Disse er heller ikke påvirket mye av middeltemperaturen på Karmøy. De ligger lavere i varmere perioder og høyere i kaldere perioder.



Figur13
Jordtemperatur ved P-plass fra juni 2012 til 20 nov. 2012 sammenstilt med middel utetemperatur (data fra www.yr.no) på Karmøy (over). Relativ jordfuktighet i kulturlagene er vist under, sammenstilt med nedbørsdata fra Karmøy i 2012 (data fra www.yr.no). Minimum, maksimum og gjennomsnittverdier er vist i tabell 10.

Tabell 10

Minimum, maksimum og gjennomsnittverdier på jordtemperatur og jordfuktighet ved P-plassen på Avaldsnes juni 2012 til ut 2012.

P. plass	0,50m	0,76m	0,98m	1,26m	1,70m
Temperatur	°C	°C	°C	°C	°C
Max	15,6	13,6	12,7	12,0	10,4
Min	4,5	4,3	5,0	5,6	5,6
Gj snitt	12,7	11,5	10,8	10,2	8,7

P. plass	0,50m	0,76m	0,98m	1,26m	1,70m
Fuktighet	%	%	%	%	%
Max	36,2	38,0	37,6	36,5	64,5
Min	34,0	35,7	33,7	32,8	21,4
Gj snitt	34,7	36,3	35,1	34,2	32,0

3.4.2 Gravhaugen

De første seriene med data fra gravhaugen (Kjellerhaugen) er vist i figur 14 og tabell 11 som viser gjennomsnitt, maximum og minimum verdier i overvåkingsperioden. I disse kulturlag er det overvåking i tre ulike dyp fra 0,2 - 0,4 og 0,6m. Dybden her er 40cm med viser allikevel små forskjeller i fuktighet og temperatur sammenlignet med forholdene på parkeringsplassen. Gjennomsnitt temperaturen ved gravhaugen ble beregnet til 11,7°C ved 0,2m, 10,35 °C ved 0,4 og 0,6m dyp. Gjennomsnitt temperaturene i måleperioden var ca 0,5 grader høyere ved 0,2m sammenlignet med 0,4-0,6m dyp (tabell 11).

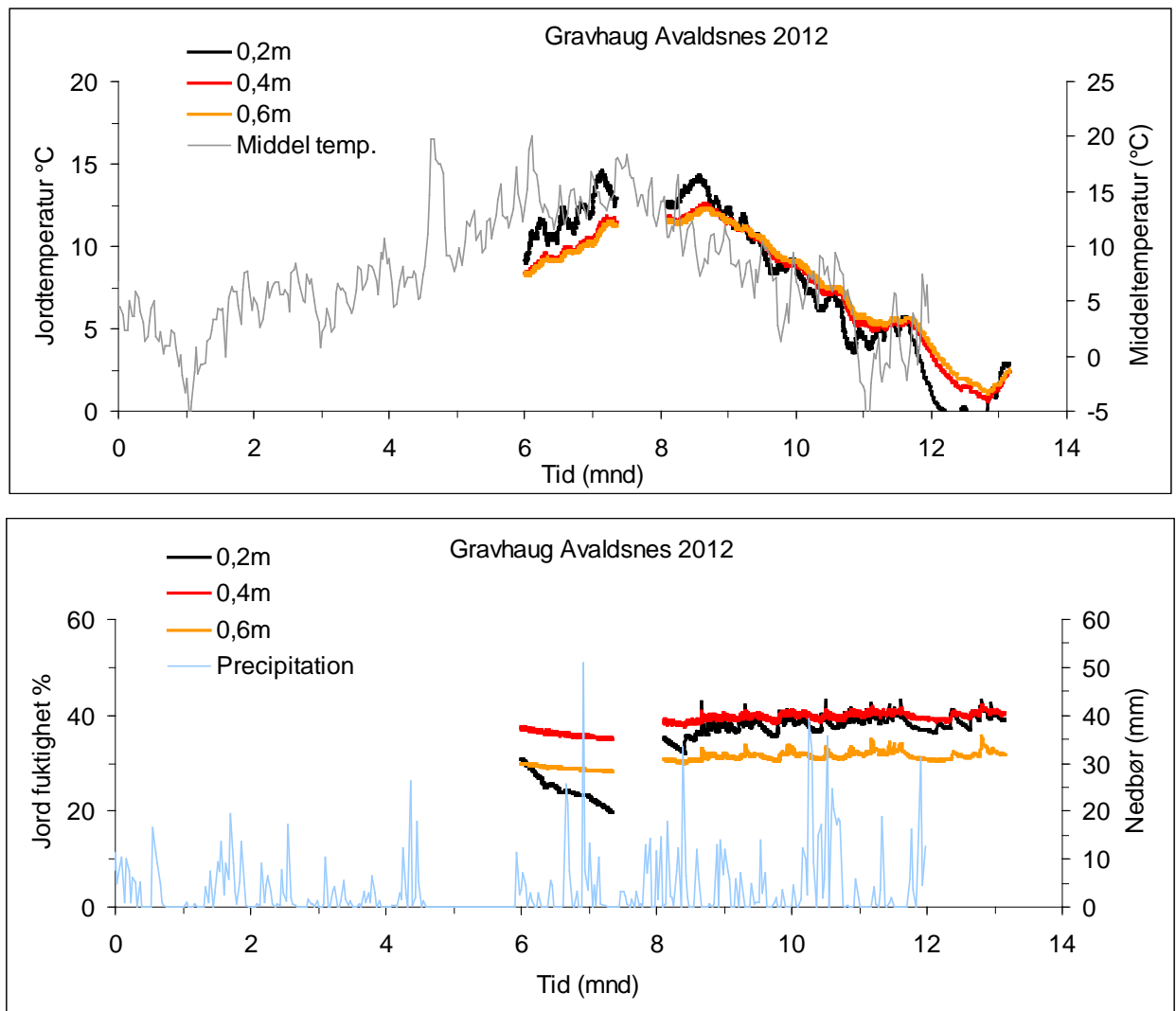
Jordfuktigheten viste noe høyere verdier i det øvre sjiktet på 0,2 m i slutten av året pga mye nedbør. På sommerstid sank fuktigheten raskere i sistnevnte sjikt enn ved 0,4 og 0,6m dyp selv om det er registrert en del nedbør i juni/juli (figur 14). Gjennomsnitt i jordfuktighet ved gravhaugen ble beregnet til 33,8% ved 0,2m, 38,6% ved 0,4 og 30,7% 0,6m dyp. Dette gir en forskjell i 5-8%.

Tabell 11

Minimum, maksimum og gjennomsnittverdier på jordtemperatur og jordfuktighet ved gravhaugen på Avaldsnes

Gravhaug	0,2m	0,4m	0,6m
Temperatur	°C	°C	°C
Max	11,6	14,7	12,6
Min	3,6	4,9	5,3
Gj snitt	10,0	9,5	9,6

Gravhaug	0,2m	0,4m	0,6m
Fuktighet	%	%	%
Max	43,0	41,7	34,9
Min	19,7	34,9	28,2
Gj snitt	33,8	38,6	30,7



Figur 14

Jordtemperatur ved gravhaug fra mai 2012 til ut. 2012 sammenstilt med middel utetemperatur (data fra www.yr.no) på Karmøy (over). Relativ jordfuktighet i kulturlagene i gravhaugen er vist under sammenstilt med nedbørsdata fra Karmøy i 2012 (data fra www.yr.no). Minimum, maksimum og gjennomsnittverdier er vist i tabell 11.

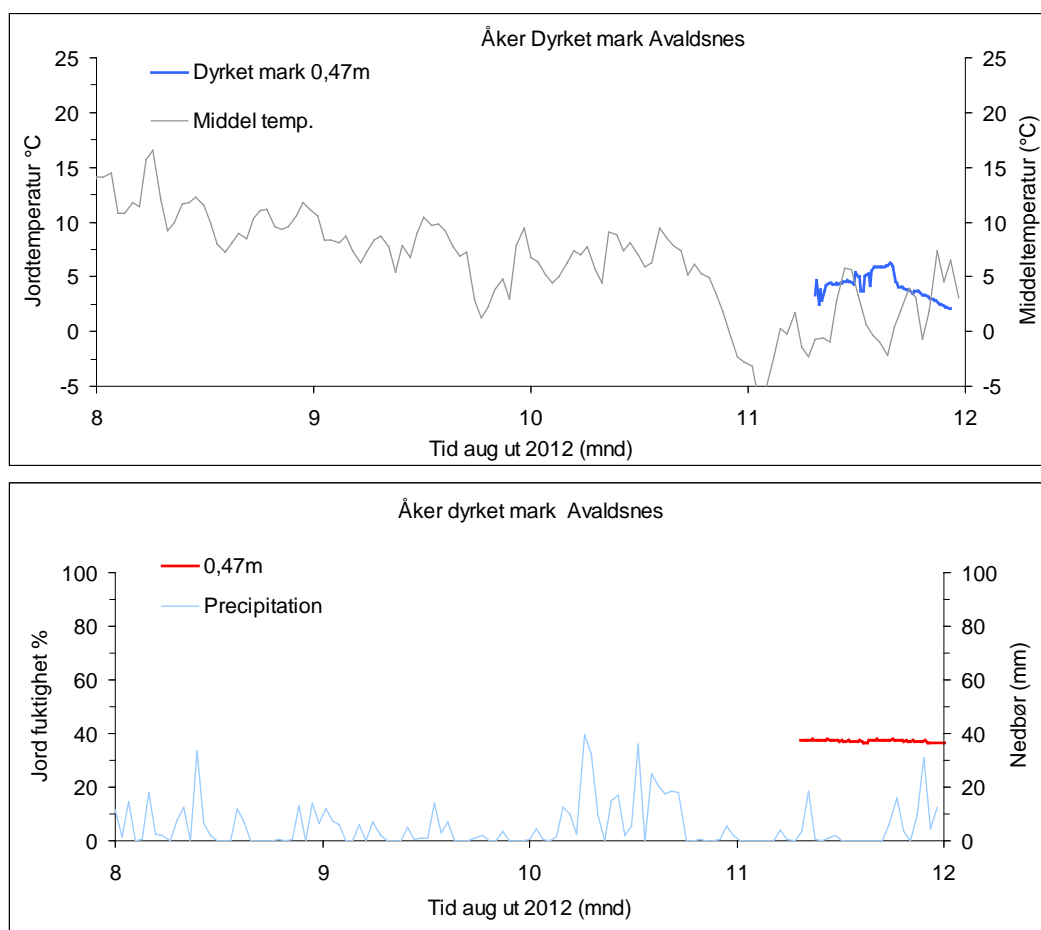
Interessant er at kulturlaget på 0,4 m har høyest fuktighet selv om det ikke inneholder noe mer organisk materiale som skulle tilsi økt vannbindingskapasitet (Martens et al. 2012). Til sammenligning ligger gjennomsnittlig målt jordfuktighet fra 2007-2011 ved Åker gård, Hamar med typisk innlandsklima, på 28 % (0,20m), 35 % (0,5m) og 32 % i dypere kulturlag på 1,20m. Samme mønster mellom øvre og dypere kulturlag er da observert både nær kysten og i innlandet.

Middeltemperatur målt fra samme periode ligger på 6-6,4°C som er 4-6 grader lavere enn i kulturlagene på Avaldsnes. Kystklima har høyere middeltemperatur som også påvirkes nede i kulturlagene. Fremtidig data fra Avaldsnes vil tilføre ny kunnskap om også gjennomsnittstemperaturen er høyere etter flere års overvåking.

3.4.3 Dyrket mark (område 2)

Etter at utstyret ved dyrket mark gikk i stykker i 2011 er det nå satt inn nytt utstyr. Dessverre fikk vi kun kontakt med en av de tre sensorene som ble satt inn. Det er den plassert i øverste lag på 0,47m dyp.

De første data fra Dyrket mark er vist i figur 15 og tabell 12 som viser gjennomsnitt, maksimum og minimum verdier i overvåkingsperioden. Verdiene så langt viser stabile gjennomsnittverdier i fuktighet og temperatur. Gjennomsnitt temperaturen her ble beregnet til 4,1 °C ved 0,47m. Gjennomsnittsverdien på jordfuktighet i den korte måleperioden var 37,3 % (tabell 12).



Figur 15

Jordtemperatur på dyrket mark (område 2) i slutten av 2012 sammenstilt med middel utetemperatur (data fra www.yr.no) på Karmøy (over). Relativ jordfuktighet i kulturlagene ved dyrket mark ved 0,47m dyp er vist under sammenstilt med nedbørsdata fra Karmøy i 2012 (data fra www.yr.no). Minimum, maksimum og gjennomsnittverdier er vist i tabell 12.

Tabell 12

Minimum, maksimum og gjennomsnittverdier på jordtemperatur og jordfuktighet ved dyrket mark (område 2) på Avaldsnes

Åker dyrket jord	0,47m	Åker dyrket jord	0,47m
Temperatur	°C	Fuktighet	%
Max	6,3	Max	37,9
Min	2,1	Min	36,7
Gj snitt	4,1	Gj snitt	37,3

4. Konklusjon

De undersøkte arkeologiske kontekstene på Avaldsnes ble vurdert til å ha middels, dårlig eller elendig bevaringstilstand (A1-A3 i hht Norsk Standard). De undersøkte kulturlag viste elendige eller dårlige bevaringsforhold for organisk materiale i alle prøver tatt ut fra ulike arkeologiske kontekster på Avaldsnes. Bevaringsforholdene for uorganisk materiale var middels i kulturlagene på Brinken men dårlige i kokegropene i Pakterhagen og i oven på Paktertunet. De målte fysiske og kjemiske parametre viser tydelig oksiderende forhold som ikke er eller har vært gunstige for bevaring av kulturminner. Det er også vesentlig å gjøre oppmerksom på, at de omfattende utgravninger ved middelalderruinen på Brinken etterlater de resterende balken med kulturlag svært sårbare for eskalert nedbrytning. Dette er et vesentlig aspekt å vurdere i overveielene om ruinens fremtidige skjebne.

Miljøovervåking fra de undersøkte steder vil fremover kunne gi ytterligere informasjon om hvor mye variasjon og svingninger i temperatur og fuktighet som registreres i de ulike områdene. Generelt på Avaldsnes viser de første overvåkingsdata liten variasjon og svingninger i temperatur og fuktighet som registreres i de ulike områdene. Gjennomsnittstemperaturen varierer fra 12,7°C til 9°C.

Miljøovervåking ved P-plassen første sesong viser liten variasjon i jordfuktighet fra 0,5-1,20m. Kun på 1,70m er det observert tydelig svingninger. Ettersom denne ligger dypest, tyder det på porøsitet hele veien ned gjennom lagene, hvilket er skadelig for videre in situ bevaring. Det kan se ut som om mye nedbør dreneres lett i kulturlagene på P-plassen. Ved gravhaugen (Kjellerhaugen) ble det observert flere svingninger i slutten av 2012 i jordfuktighet på 0,2 og 0,6m dyp. Her har økt nedbør høyst sannsynlig vært årsaken.

Data fra en kort måleserie november og desember 2012 ved dyrket mark viser lav temperatur på 4°C og jordfuktighet på 37%.

Det er vesentlig å påpeke at dette er en foreløpig rapport etter de to første års feltarbeid og prøvetaking. Prøvetakingen fra 2012 bekreftet bildet fra 2011. Fortsatt overvåking vil forhåpentlig kunne nyansere og komplettere bildet, men det ser ut som at det er svært dårlige forhold for videre in situ bevaring av arkeologiske kulturminner på Avaldsnes, særlig gjelder dette organisk materiale.

5. Referanser

Brock, T.D. 2006: *Biology of microorganisms*. 11ed. Prentice Hall International editions, London, UK, 992 pp. 2006

Elvestad, E. og A. Opedal (red.), 2001: Maritim-arkeologiske forundersøkelser av middelalderhavna på Avaldnes, Karmøy. *AmS-Rapport* 18, Stavanger.

Helle, K., 1999: Olavskirken 1250-1350 - Sognekirke og kongelig kapell. I S.I. Langhelle og B. Lindager (reds): *Kongskyrkje ved Nordvegen. Olavskyrkja på Avaldsnes 750 år*, s.55-103. Lokalhistorisk Stiftelse, Aksdal

Hernæs, P., 1997: *Karmøys historie- som det stiger frem. Fra istid til 1050*. Karmøy kommune, Kopervik.

<http://www.khm.uio.no/forskning/prosjekter/avaldsnes/>

Martens, V. V. 2010: Environmental monitoring of archaeological deposits. In: Trow, S. et al.(eds.): *Heritage Management of Farmed and Forested Landscapes in Europe. EAC Occasional Papers* 4, 75-82.

Martens, V. V., O. Bergersen & C. E. Amundsen 2012: Arkeologisk kartlegging av bevaringstilstand og bevaringsforhold for arkeologiske kulturminner i forbindelse med Kongsgårdsprosjektet Avaldsnes, NIKU rapport 12 Bioforsk rapport 7 (25) 2012.

Norsk Standard *NS 9451:2009*. Kulturminner. Krav til miljøovervåking og -undersøkelse av kulturlag. = NS 9451:2009. Norwegian Standard: Cultural Property. Requirements on Environmental Monitoring and Investigation of Archaeological Deposits. NS 9451.

Opedal, A., 1998: De glemte skipsgravene. Makt og myter på Avaldsnes. *AmS-småtrykk* 47, Stavanger

RA & NIKU 2008: *The Monitoring Manual. Procedures & guidelines for the monitoring, recording and preservation/management of urban archaeological deposits*. Riksantikvaren og Norsk Institutt for kulturminneforskning ISBN 82-7574-043-6, 2008

Rickard, D. & Morse, JW. 2005: Acid volatile sulfide (AVS). *Marine Chemistry* 97:141-197.

Shirokova, Y., Forkutsa, I. & Sharafutdinova, N. 2000: Use of electrical conductivity instead of soluble salts for soil salinity monitoring in Central Asia. *Irrigation and Drainage Systems* 14:199-205.

Stookey, LL. 1970: Ferrozine - A New Spectrophotometric Reagent for Iron. *Analytical Chemistry* 42:779-781.

6. Vedlegg

Oversikt over vedlegg

Nr Emne

- 1 Kontekstliste på kulturlagene som er analysert og vurdert.
 - 2 Fotoliste og kontaktark
 - 3 Analyseresultater fra AnalyCen.
-

Avaldsnes 2012, kontekstliste A: overordnet kontekst, undersøkelsesmetode og datering

Pnr	Knr	Felt	Tolkning	Beskr	Dyb m fra overfl	Dato	Sign	Metode	Datering	Datgr	Farge	Kompakt- het	Karakter	Bev- tilstand
P44779	A44578	Pakker- hagen	fyll i koke- grop	større kokegrop, A 44578. lag 4 på tegning. lag 3 på tegning. Fyll i mindre koke-grop gravd ned i A44578	0,05	200712	vvm	Spade	Jernalder	Stratigrafi	mellom gråbrun	Lett adskilt	Bosetning	A2
P44780	A44767	Pakker- hagen	fyll i koke- grop	mullig ovnskappe, ligger på kullag	0,20	200712	vvm	Spade	Jernalder	Stratigrafi	lys gråbrun	Løs blokk	Bosetning/ dyrkning	A2
P45058	A44031	Pakker- tunet	Korttørre- ovn?		0,02	200712	vvm	Graveskje	Jernalder	Stratigrafi	lys rødbrun	Løs blokk	Bosetning	A1
P45055	A53366	Brinken	rivnings- masse i MAhus	P1. rivningslag	1,00	200712	vvm	Maskin	Etter- reformatorisk	funn og stratigrafi	mellom rødgråbrun	Lett adskilt	Ødeleggel- se	A2
P45056	A53374	Brinken	utfyllings- lag i MAhus	P2. Utfylling/ hagelag.	0,56	200712	vvm	Maskin	Etter- reformatorisk	Funn	mellom gråbrun	Lett adskilt	Utjevning	A3
P401306 (tidl 45057)	A20720	Brinken	rivnings- masser i MAhus	P3. evt er p2 og 3 fra samme lag?, mens p1 er fra rett over gulvet	0,34	200712	vvm	Maskin	Etter- reformatorisk	Stratigrafi	mellom gråbrun	Løs blokk	Utjevning	A3
P44684 (brinken lag 3)	A44680	Brinken	Kulturlag uten for MAhus	halvkompakt lys rødbrunt humusbl kulturlag	0,50	190712	vvm	Maskin	Middelalder	Stratigrafi	lys rødbrun	Blokk	Utjevning/ bosetning	A2

Vedlegg 1

Kontekstliste

Avaldsnes 2012, kontekstliste B: lagsammensetning og bevaringsgrad, mineralisk og botanisk (4 mye, 1 lite)

Pnr	Knr	%bot	%min	%zoo	%gje	Leire	Silt	Sand 1-2	Sand 0,2-1	Sand 0,06-0,2	Grus	Stein >5	Stein 2-5	Humus	Humus Bevaring	Trekull	Trekull Bevaring	Kvister	Bev tilstand
P44779	A44578	30	68	2	0	2	4	3	0	0	2	0	1	4	2	4	2	0	A2
P44780	A44767	25	74	1	0	0	4	4	0	0	0	4	0	4	2	4	1	0	A2
P45058	A44031	10	90	0	0	3	4	3	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	A1
P45055	A53366	30	70	0	0	1	4	1	0	0	0	4	0	4	2	0	0	0	A2
P45056	A53374	40	55	5	0	4	3	1	0	0	0	3	0	4	3	0	0	0	A3
P401306	A20720	30	55	10	5	4	1	2	0	0	0	2	0	4	3	0	0	2	A3
P44684 (brinken lag 3)	A44680	30	68	1	1	0	2	3	4	0	0	2	0	4	2	4	3	0	A2

Vedlegg 1

Kontekstliste

Avaldsnes 2012, kontekstliste C: zoologiske komponenter, gjenstander og bevaringsgrad (4 mye, 1 lite)

Pnr	Knr	%bot	%min	%zoo	%gje	Dyrebein	Dyrebein Bevaring	Skjell	Skjell Bevaring	Tegl	Tegl Bevaring	Mørtel	Keramikk	Keramikk Bevaring	Bev tilstand
P44779	A44578	30	68	2	0	0		0		0		0	0		A2
P44780	A44767	25	74	1	0	0		0		0		0	0		A2
P45058	A44031	10	90	0	0	0		0		0		0	0		A1
P45055	A53366	30	70	0	0	0		0		0		2	0		A2
P45056	A53374	40	55	5	0	4	3	0		0		0	0		A3
P401306	A20720	30	55	10	5	4	3	2	2	4	2	3	2	3	A3
P44684 (brinken lag 3)	A44680	30	68	1	1	0		0		2	3	0	0		A2

Vedlegg 2
Fotoliste

NIKU_ARK_NR*	Prosjektnr*	Undnr	Rapportnr	Motiv 1*	Motiv 2	Fotograf*	Sett mot	Strukturnr	Dato	Felt
niku_ark_311086	15620329	3	nr12 2013	kokegropfelt	arb.bilde.	VVM	NNV		18.07.2012	Pakterhagen
niku_ark_311087	15620329	3	nr12 2013	flottering	arb.bilde.	VVM	NV		18.07.2012	P-plassen
niku_ark_311088	15620329	3	nr12 2013	flottering	arb.bilde.	VVM	VNV		18.07.2012	P-plassen
niku_ark_311089	15620329	3	nr12 2013	middelalderhus	arb.bilde.	VVM	ØSØ		18.07.2012	Brinken
niku_ark_311090	15620329	3	nr12 2013	middelalderhus	arb.bilde.	VVM	S		18.07.2012	Brinken
niku_ark_311091	15620329	3	nr12 2013	tangtørring/ kornørreovn	arb.bilde.	VVM	VNV	44031	19.07.2012	Paktertunet
niku_ark_311092	15620329	3	nr12 2013	tangtørring/ kornørreovn	arb.bilde.	VVM	VNV	44031	19.07.2012	Paktertunet
niku_ark_311093	15620329	3	nr12 2013	Kjellerhaugen, snitt m sekundærgrav	arb.bilde.	VVM	N		19.07.2012	Paktertunet
niku_ark_311094	15620329	3	nr12 2013	Kjellerhaugen, snitt m sekundærgrav	arb.bilde.	VVM	N		19.07.2012	Paktertunet
niku_ark_311095	15620329	3	nr12 2013	k-lag V for MIAhus		VVM	N		19.07.2012	Brinken
niku_ark_311096	15620329	3	nr12 2013	k-lag V for MIAhus		VVM	N		19.07.2012	Brinken
niku_ark_311097	15620329	3	nr12 2013	k-lag V for MIAhus, oversikt		VVM	N		19.07.2012	Brinken
niku_ark_311098	15620329	3	nr12 2013	k-lag V for MIAhus, detalj		VVM	N		19.07.2012	Brinken
niku_ark_311099	15620329	3	nr12 2013	kokegropssnitt, oversikt		VVM	NV	44767, 44578	20.07.2012	Pakterhagen
niku_ark_311100	15620329	3	nr12 2013	kokegropssnitt		VVM	NV	44767, 44578	20.07.2012	Pakterhagen
niku_ark_311101	15620329	3	nr12 2013	middelaldermur	arb.bilde.	VVM	Ø		20.07.2012	Brinken
niku_ark_311102	15620329	3	nr12 2013	middelaldermur	arb.bilde.	VVM	Ø		20.07.2012	Brinken
niku_ark_311103	15620329	3	nr12 2013	middelaldermur		VVM	Ø		20.07.2012	Brinken

Vedlegg 2

Fotoliste



niku_ark_311086.JPG



niku_ark_311087.JPG



niku_ark_311088.JPG



niku_ark_311089.JPG



niku_ark_311090.JPG



niku_ark_311091.JPG



niku_ark_311092.JPG



niku_ark_311093.JPG



niku_ark_311094.JPG



niku_ark_311095.JPG



niku_ark_311096.JPG



niku_ark_311097.JPG



niku_ark_311098.JPG



niku_ark_311099.JPG



niku_ark_311100.JPG



niku_ark_311101.JPG



niku_ark_311102.JPG



niku_ark_311103.JPG

Bioforsk
Frederik A. Dahls vei 20
1432 ÅS
Attn: Ove Bergersen**AR-12-MM-013070-01****EUNOMO-00058773**Prøvemottak: 10.08.2012
Temperatur:
Analyseperiode: 10.08.2012-17.08.2012
Referanse: Avaldsnes 2012**ANALYSERAPPORT**

Prøvenr.: 439-2012-08100110	Prøvetakingsdato: 10.08.2012
Prøvetype: Annet urent vann	Prøvetaker: Ove Bergersen
Prøvemerkning: 44779 VANN	Analysestartdato: 10.08.2012
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ: Grenseverdi
Sulfat (SO4)	<0.25 mg/l 20% EPA Method 375.4 0.25

Prøvenr.: 439-2012-08100111	Prøvetakingsdato: 10.08.2012
Prøvetype: Annet urent vann	Prøvetaker: Ove Bergersen
Prøvemerkning: 44780 VANN	Analysestartdato: 10.08.2012
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ: Grenseverdi
Sulfat (SO4)	<0.25 mg/l 20% EPA Method 375.4 0.25

Prøvenr.: 439-2012-08100112	Prøvetakingsdato: 10.08.2012
Prøvetype: Annet urent vann	Prøvetaker: Ove Bergersen
Prøvemerkning: 44864 VANN	Analysestartdato: 10.08.2012
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ: Grenseverdi
Sulfat (SO4)	<0.25 mg/l 20% EPA Method 375.4 0.25

Prøvenr.: 439-2012-08100113	Prøvetakingsdato: 10.08.2012
Prøvetype: Annet urent vann	Prøvetaker: Ove Bergersen
Prøvemerkning: 45055 VANN	Analysestartdato: 10.08.2012
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ: Grenseverdi
Sulfat (SO4)	<0.25 mg/l 20% EPA Method 375.4 0.25

Prøvenr.: 439-2012-08100114	Prøvetakingsdato: 10.08.2012
Prøvetype: Annet urent vann	Prøvetaker: Ove Bergersen
Prøvemerkning: 45056 VANN	Analysestartdato: 10.08.2012
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ: Grenseverdi
Sulfat (SO4)	<0.25 mg/l 20% EPA Method 375.4 0.25

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	439-2012-08100115	Prøvetakingsdato:	10.08.2012			
Prøvetype:	Annet urent vann	Prøvetaker:	Ove Bergersen			
Prøvemerkning:	45057 VANN	Analysestartdato:	10.08.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
Sulfat (SO4)	<0.25	mg/l	20%	EPA Method 375.4	0.25	

Prøvenr.:	439-2012-08100116	Prøvetakingsdato:	10.08.2012			
Prøvetype:	Annet urent vann	Prøvetaker:	Ove Bergersen			
Prøvemerkning:	45048 VANN	Analysestartdato:	10.08.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
Sulfat (SO4)	4.3	mg/l	10%	EPA Method 375.4	0.25	

Moss 17.08.2012


 Grethe Arnestad

ASM/Cand.Mag. Kjemi

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Bioforsk
Frederik A. Dahls vei 20
1432 ÅS
Attn: Ove Bergersen**AR-12-MM-013578-01****EUNOMO-00058774**Prøvemottak: 10.08.2012
Temperatur:
Analyseperiode: 10.08.2012-24.08.2012
Referanse: Avaldsnes 2012**ANALYSERAPPORT**

Prøvenr.: 439-2012-08100117	Prøvetakingsdato: 10.08.2012
Prøvetype: Annet urent vann	Prøvetaker: Ove Bergersen
Prøvemerkning: 44779 KCl	Analysestartdato: 10.08.2012
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ: Grenseverdi
a) Ammonium-N	
Ammonium (NH ₄ -N)	0.62 mg/l 15% EN ISO 11732:2007 0.01
a) Nitrat-N	
Nitrat (NO ₃ -N)	0.15 mg/l 20% SS 028133 0.1

Prøvenr.: 439-2012-08100118	Prøvetakingsdato: 10.08.2012
Prøvetype: Annet urent vann	Prøvetaker: Ove Bergersen
Prøvemerkning: 44780 KCl	Analysestartdato: 10.08.2012
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ: Grenseverdi
a) Ammonium-N	
Ammonium (NH ₄ -N)	0.69 mg/l 15% EN ISO 11732:2007 0.01
a) Nitrat-N	
Nitrat (NO ₃ -N)	0.13 mg/l 20% SS 028133 0.1

Prøvenr.: 439-2012-08100119	Prøvetakingsdato: 10.08.2012
Prøvetype: Annet urent vann	Prøvetaker: Ove Bergersen
Prøvemerkning: 44864 KCl	Analysestartdato: 10.08.2012
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ: Grenseverdi
a) Ammonium-N	
Ammonium (NH ₄ -N)	0.62 mg/l 15% EN ISO 11732:2007 0.01
a) Nitrat-N	
Nitrat (NO ₃ -N)	0.12 mg/l 20% SS 028133 0.1

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	439-2012-08100120	Prøvetakingsdato:	10.08.2012			
Prøvetype:	Annet urent vann	Prøvetaker:	Ove Bergersen			
Prøvemerkning:	45055 KCI	Analysestartdato:	10.08.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
a) Ammonium-N						
Ammonium (NH ₄ -N)	0.69	mg/l	15%	EN ISO 11732:2007	0.01	
a) Nitrat-N						
Nitrat (NO ₃ -N)	0.27	mg/l	20%	SS 028133	0.1	

Prøvenr.:	439-2012-08100121	Prøvetakingsdato:	10.08.2012			
Prøvetype:	Annet urent vann	Prøvetaker:	Ove Bergersen			
Prøvemerkning:	45056 KCI	Analysestartdato:	10.08.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
a) Ammonium-N						
Ammonium (NH ₄ -N)	0.82	mg/l	15%	EN ISO 11732:2007	0.01	
a) Nitrat-N						
Nitrat (NO ₃ -N)	<0.1	mg/l	20%	SS 028133	0.1	

Prøvenr.:	439-2012-08100122	Prøvetakingsdato:	10.08.2012			
Prøvetype:	Annet urent vann	Prøvetaker:	Ove Bergersen			
Prøvemerkning:	45057 KCI	Analysestartdato:	10.08.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
a) Ammonium-N						
Ammonium (NH ₄ -N)	0.76	mg/l	15%	EN ISO 11732:2007	0.01	
a) Nitrat-N						
Nitrat (NO ₃ -N)	<0.1	mg/l	20%	SS 028133	0.1	

Prøvenr.:	439-2012-08100123	Prøvetakingsdato:	10.08.2012			
Prøvetype:	Annet urent vann	Prøvetaker:	Ove Bergersen			
Prøvemerkning:	45058 KCI	Analysestartdato:	10.08.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
a) Ammonium-N						
Ammonium (NH ₄ -N)	0.65	mg/l	15%	EN ISO 11732:2007	0.01	
a) Nitrat-N						
Nitrat (NO ₃ -N)	<0.1	mg/l	20%	SS 028133	0.1	

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) ISO/IEC 17025 SWEDAC 1125, Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjöhagsg. 3, SE-53119, Lidköping

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Moss 24.08.2012

Stig Tjomsland

ASM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).