

## Rapport

NIKU Nr. 12/2012

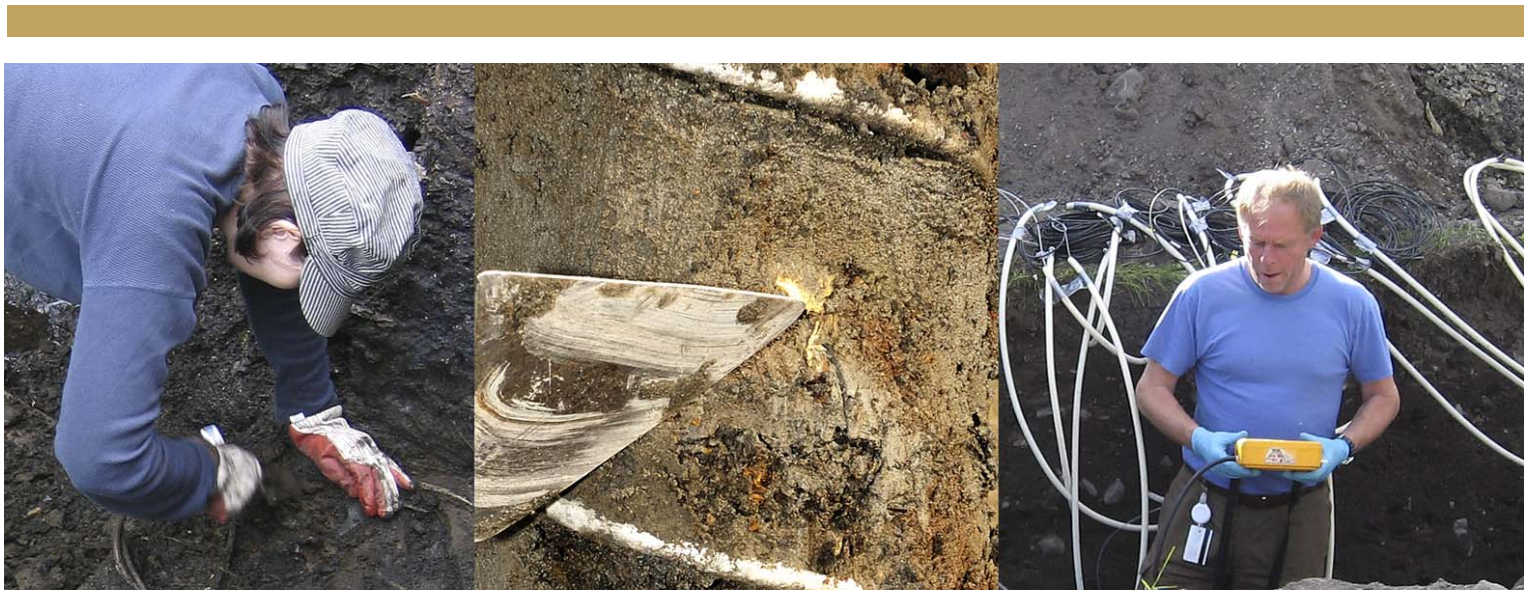
Bioforsk Vol 7 Nr. 25 2012

## Avaldsnes, Karmøy kommune, Rogaland.

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

Vibeke Vandrup Martens - Norsk institutt for kulturminneforskning - NIKU

Ove Bergersen og Carl Einar Amundsen - Bioforsk Jord og miljø





NIKU - Norsk institutt for  
kulturminneforskning  
Postboks 736, Sentrum  
N-0105 Oslo  
Tlf: (+47) 23 35 50 00  
Fax: (+47)23 35 50 01  
kundeservicet@niku.no

Bioforsk Jord og miljø  
Frederik A. Dahls vei 20  
N-1432 Ås  
Tlf: 03 246  
Faks: 63 00 94 10  
jord@bioforsk.no



**Tittel/Title:**  
Avaldsnes, Karmøy, Rogaland. Arkeologisk kartlegging av bevaringstilstand og bevaringsforhold for arkeologiske kulturminner i forbindelse med Kongsgårdsprosjektet Avaldsnes Delrapportering I.

**Forfatter(e)/Autor(s):**  
Vibeke Vandrup Martens - NIKU  
Ove Bergersen og Carl Einar Amundsen - Bioforsk Jord og Miljø

<b>Dato/Date:</b> 31.01.2012	<b>Tilgjengelighet/Availability:</b>	<b>Prosjekt nr./Project No.:</b> NIKU 15620329-3 Bioforsk 8031-	<b>Arkiv nr./Archive No.:</b>
<b>Rapport nr./Report No.:</b> NIKU Nr.12 2012 Bioforsk 7 Nr. 25 2012	<b>ISBN-nr.:</b>	<b>Antall sider/Number of pages</b> 31	<b>Antall vedlegg/Number of appendix:</b> 7

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

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

**Sammendrag**  
En undersøkelse av 3 ulike profiler samt en rekke utvalgte enkeltstrukturer fra Avaldsnes, Karmøy, Rogaland er undersøkt.  
Alle undersøkte arkeologiske kontekster viste middels, dårlig eller elendig bevaringstilstand og dårlige og elendige bevaringsforhold. Det skal dog påpekes at dette er en første delrapportering, og målinger skal pågå i 5 år.

<b>Land/fylke:</b>	Norge /Rogaland
<b>Kommune:</b>	Karmøy
<b>Sted/Lokaltet:</b>	Avaldsnes

Godkjent / Approved

Trond Mæhlum og Knut Paasche

Prosjektleder / Project leader

Vibeke Vandrup Martens og Ove Bergersen

# Innhold

---

1.	Innledning .....	4
1.1	Bakgrunn .....	4
1.2	Arkeologiske og kulturhistoriske forhold.....	5
1.3	Problemstilling .....	6
2.	Materiale og Metode .....	8
2.1	Arkeologi- og naturvitenskapelige definisjoner.....	8
2.1.1	Arkeologifaglige definisjoner.....	8
2.1.2	Jordfaglige definisjoner.....	8
2.2	Arkeologisk dokumentasjonsmetode .....	9
2.2.1	Vurdering av bevaringstilstand.....	9
2.2.2	Tildekking .....	10
2.3	Innhenting av prøver .....	10
2.3.1	Vurdering av bevaringsforhold .....	10
2.3.2	Langtidsmåling.....	10
2.3.3	Resultater og endelig vurdering av bevaringsforhold.....	10
2.4	Kjemiske analyseparameter .....	11
2.4.1	Generelt om vurdering av bevaringsforhold i kulturlag.....	12
2.5	Miljøovervåking av arkeologiske kontekster ved utgravingsfeltet på Avaldsnes. ....	15
2.6	Installering av temperatur og jordfuktighetsensorer .....	15
2.7	Installering av datalogger .....	16
3.	Resultater .....	17
3.1	Arkeologisk tilstandsvurdering av kontekster på Avaldsnes. ....	17
3.1.1	Dyrkningsområdet .....	17
3.1.2	P-plassen .....	19
3.1.3	Kjellerhaugen .....	21
3.1.4	Øvrige kontekster .....	22
3.1.4.1	Kokegrop .....	22
3.1.4.2	Undergrunn .....	23
3.1.4.3	Dyrkningslag .....	23
3.1.4.4	Bebyggelseslag .....	23
3.2	Vurdering av bevaringsforholdene ut fra kjemiske og fysiske analyseparameter ved de arkeologiske kontekster på Avaldsnes .....	24
3.3	Vurdering av tilstand og bevaringsforhold på grunnlag av arkeologiske og naturvitenskapelige analyseresultater i kontekstene.....	27
3.4	Miljøovervåking Avaldsnes .....	28
4.	Konklusjon .....	29
5.	Referanser .....	30
6.	Vedlegg .....	31

# 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.



Figur 1. Avaldsnes sett fra nord. fb]\_i SUf\_S' %\$, &\*£

*“Riksantikvaren vil derfor som et vilkår for vår dispensasjon kreve at det i sammenheng med bevaringsplanen gjennomføres et miljøovervåkningsprosjekt, som har til hensikt å over tid følge bevaringsforholdene for de kulturminner og strukturer som er berørt av prosjektet, men som fortsatt vil bli liggende igjen.” RAs vedtak 07/02936-25 s.8*

*“Kongsgårdsprosjektet Avaldsnes” er ansvarlig for at de kulturminner/strukturer som er blitt avdekket men ikke ytterligere undersøkt gjennom undersøkelsen, sikres et best mulig framtidig vern. Prosjektet skal gjennom undersøkelser, rapportering og fysiske sikringstiltak ivareta dette hensynet. Riksantikvaren skal godkjenne planen for en slik sikring som må ha en tidsramme utover prosjektets varighet på 5 år.*

*Miljøovervåkningen og sikringen må finansieres gjennom Kongsgårdsprosjektet Avaldsnes, og godkjennes av Riksantikvaren.* " RAs vedtak 07/02936-25 s.9

*"Kongsgårdsprosjektet Avaldsnes" skal som en del av bevaringsplanen vurdere bevaringstilstand og bevaringsforhold for kulturlag og strukturer som er omfattet av utgravningen (avdekkingen). Prosjektet er videre ansvarlig for å overvåke miljøforholdene i kulturlag og strukturer som er berørt av undersøkelsen i tråd med et miljøoppfølgingsprogram, samt utforme og gjennomføre sikringstiltak for berørte kulturminner. Prosjektet er også ansvarlig for å tilbakeføre arealer som blir avdekket gjennom undersøkelsen. Det skal utarbeides en prosjektplan og rapport for miljøoppfølgings- og sikringsarbeidet.* " RAs vedtak 07/02936-25 s. 12.

NIKU og Bioforsk har derfor 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 miljøovervåkingsdelen i henhold til RAs krav.

Partene skal sammen utvelge testområder på lokaliteten, både når det gjelder større og mindre strukturer, så vel for arkeologisk evaluering av bevaringstilstand som geokjemiske og geofysiske undersøkelser av fremtidige bevaringsforhold. Ved funn av arkeologiske gjenstander i berørte kontekster vil det bli utført en tilstandsvurdering av disse. Dette arbeidet utføres i dialog mellom In Situ SIS, KA og ansvarlig landsdelsmuseum (AM, UiS) og inngår i helhetsvurderingen av den arkeologiske bevaringstilstanden. I samarbeidet inngår at NIKU skal utforme plan for tildekking og gjenfylling av de områder som KA har avdekket men ikke gravet ut fullstendig. Gjennomføringen av denne planen er KAs praktiske og økonomiske ansvar.

## 1.2 Arkeologiske og kulturhistoriske forhold

Avaldsnes omtales som kongsgård i sagalitteraturen. Avaldsnes nevnes i forbindelse med flere rikskonger, hvilket understreker stedets posisjon som en av de sentrale kongsgårdene på Vestlandet gjennom sen vikingtid og middelalder. Dette fremgår også av byggingen av Olavskirken på 1200-tallet og det faktum at kirken fikk status som kongelig kapell og derfor fylte viktige funksjoner i den kongelige administrasjonen (Helle 1999:67-83). Blant annet ble kongens Englandshandel styrt av prestene på Avaldsnes. Etter hvert som byene overtok som administrative sentra i høymiddelalderen, ble de kongelige oppholdene på Avaldsnes færre. Gården kom etter hvert i kirkens eie og har vært prestegård siden (<http://www.khm.uio.no/prosjekter/avaldsnes/> ).

Gården Avaldsnes har en svært strategisk plassering langs det trange Karmsundet. Her var det mulig å bygge opp rikdom og makt gjennom kontroll over ferdsel og handel. Avaldsnesområdet's maktpolitiske betydning er tydelig langt tilbake i tid, noe som fremgår av rike depotfunn fra slutten av steinalderen, ca. 1700-1800 f. Kr., og gravfeltet med de store bronsealderhaugene på Reheia (Hernæs 1997:38-42 og 45-54). Også i jernalderen preges området av rike gravfunn, så som Flagghauggraven på selve Avaldsnes. Gravfunnet er Norges, kanskje også Skandinavias rikeste mannsgrav fra yngre romertid og inneholdt bl.a. et romersk gladius-sverd og importerte bronsekar (Hernæs 1997:98-110). Fra yngre jernalder viser to kjente skipsgraver i Grønhaug og Storhaug - begge ligger like nord for Avaldsnes - at området fortsatt var et maktsenter

(jfr. Opedal 1998). Olavskirken fra 1200-tallet er nevnt. De arkeologiske levningene vi finner i Avaldsnes-området har paralleller til ulike andre skandinaviske lokaliteter, der vi også finner lignende maktsentra fra ulike perioder. Avaldsnesområdet synes imidlertid å være unikt ved å ha inneha en slik senterfunksjon i rundt 3000 år (<http://www.khm.uio.no/prosjekter/avaldsnes/> ).

I løpet av de siste 20 årene er det gjort flere, mindre arkeologiske undersøkelser på Avaldsnes. Dette har resultert i funn av spor etter gårdsbosetning fra jernalder og middelalder på Avaldsnesets høyereliggende flater. Det har også blitt påvist spor av brygger, losseplasser, båtnaust og skipsvrak nede ved sjøen på Gloppe. De fleste av kulturminnene i havnen er fra middelalder og nyere tid, men det er også dateringer tilbake til eldre jernalder i den ene nausttuften (Elvestad og Opedal 2001:6, 77). Dette viser at det ikke bare har vært en langvarig bosetning, men også en varig bruk av den naturlige havnen på Avaldsnes (<http://www.khm.uio.no/prosjekter/avaldsnes/> ).

### 1.3 Problemstilling

NIKU ønsker, som leder av det nye forskningsprosjektet “*In Situ Site Preservation of Archaeological Remains in the Unsaturated Zone*” (*In Situ SIS*), å samarbeide med Kongsgårdprosjektet Avaldsnes (KA) om miljøovervåkingsdelen av KA. Formålet med *in situ SIS* prosjektet er å videre utarbeide metodene for kulturlagsovervåking i umettet sone, samt å teste metodikken også 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 mettete 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 mettete sone på spørsmål om nåværende bevaringstilstand og forutsetninger for fremtidige bevaringsforhold. Ett eksempel er Åker gård, Hamar, Hedmark (Martens 2010). Prosjektgruppen bak *In Situ SIS*'en har i tillegg et stort europeisk nettverk med fokus på kulturlagsovervåking og *in situ* bevaring. Vi har derfor forutsetninger for å kunne svare på de krav som Riksantikvaren stiller i vedtaket av 19. oktober 2010. Dette er med på å understreke at eneste reelt mulige samarbeidsform vil være et forskningssamarbeid, da relevante tjenester med spesialkompetanse på umettet sone er vanskelig å finne andre steder.

Avaldsnes passer godt inn som en av flere lokaliteter i *in situ SIS* prosjektet, ettersom det nettopp er en lokalitet med kulturlag i umettet sone uten for byene. Ved å utføre miljøovervåking i henhold til Riksantikvarens krav ovenfor Avaldsnesprosjektet, kan man samkjøre dette med problemstillingene i *In Situ SIS* prosjektet til NIKU og Bioforsk. *In Situ SIS* inngår i den strategiske forskningssatsingen for NIKU og Bioforsk de nærmeste årene, og finansieres gjennom basisbevilgningen fra Norges Forskningsråd. Avaldsnesprosjektet vil derfor kunne dra nytte av samarbeidet ved å få de seneste forskningsstrategier og resultater benyttet på lokaliteten, og *In Situ SIS* vil ha glede av en interessant lokalitet samt økt samarbeid med de involverte landsdelsmuseene. Begge prosjekter vil således kunne dra nytte av et slikt samarbeid.

Et overvåkingsprosjekt bør gå over så lang tid som mulig, og for å møte kravene i Riksantikvarens vedtak bør det gå over minimum fem år med oppstart sommer 2011. Man bør samtidig sikre at loggere og overvåkningsutstyr blir tinglyst og dermed tilgjengelig for videre forskning og forvaltning også etter at prosjektet i første

omgang avsluttes. I utgangspunkt er det vurdert behov for å undersøke to til tre steder med bevarte kulturlag. Mest aktuelle er jordbruksområdet (dyrkningslag/kulturlag), parkeringsplassen, og muligens i Pakterhagen, inn mot gjerdet i vest. Også lagene i gravhaugen (Kjelelrhaugen) vil bli undersøkt og dokumentert, i tillegg til både større og mindre kontekster nedgravd i undergrunn. Utvelgelsen av testområder må kunne tilpasses de faktiske forholdene som fremkommer i løpet av utgravningene. Dette hensynet vil bli ivaretatt gjennom en løpende dialog mellom kontaktpersonene for KA og for In Situ SIS med den målsetting å plassere logger der man får flest mulige svar på problemstillingene om bevaringstilstand og bevaringsforhold.

Feltarbeid ble planlagt til og gjennomført uke 33 2011. På bakgrunn av måleresultater det kommende år, må behov for ytterligere feltarbeid 2012 ut over oppfølging av måleutstyr vurderes. In Situ SIS gjennomførte sitt feltarbeid 2011 på ett ukeverk. Dette forutsatte tett samarbeid mellom partene og en stor grad av tilrettelegging fra KA. Tilretteleggelsen bestod i å avsette urørte områder egnet for prøveuttak, samt ferdigstilte arkeologiske lagbeskrivelser og annen dokumentasjon av berørte kontekster. KAs undersøkelse av gravhaugen ble utført denne uke, med personale fra In Situ SIS til stede. Dette var vesentlig for å kunne ta minst mulig forstyrrete jordprøver. Partene valgte sammen ut testområder på lokaliteten slik at målingene skulle kunne gi godt grunnlag for å vurdere bevaringstilstand og gjennomføre geokjemiske og geofysiske undersøkelser for å vurdere fremtidige bevaringsforhold og -tiltak for både store og små kontekster.

## 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 etter 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 6).

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 skal tilrettelegge for gjennomføringen av denne planen og Karmøy kommune bekoster i henhold til kontrakt med KA.

## **2.3 Innhenting av prøver**

Jordprøvene ble tatt i samarbeide mellom NIKU og Bioforsk (16-19 aug. 2011). 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 Resultater og 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 påfølgende 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 tildekkingsiltak 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.

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 påfølgende 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 tildekkningstiltak 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*. 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

Analyser i henhold til analysepakke S2 inkluderer S1 analyser i tillegg til følgende uorganiske parameter:

#### To- og treverdige jern (Fe II, Fe III)

Jern (II) og jern (III) bestemmes i henhold til en metode utviklet av (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 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 4).

### 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 7).

#### *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 ( $\text{NO}_3^-$ ) og enda mindre ved å bruke treverdige jern, Fe(III), fireverdige mangan (Mn(IV)), sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) 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. Oksidative og nitratreduserende forhold kan som regel karakteriseres som dårlige bevaringsforhold, mens sulfatreduserende og metanogene forhold kjennemerket bra til utmerket bevaringsforhold. Imidlertid må stedsspesifikke forhold taes 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, men reduserende forhold er vist med blått.

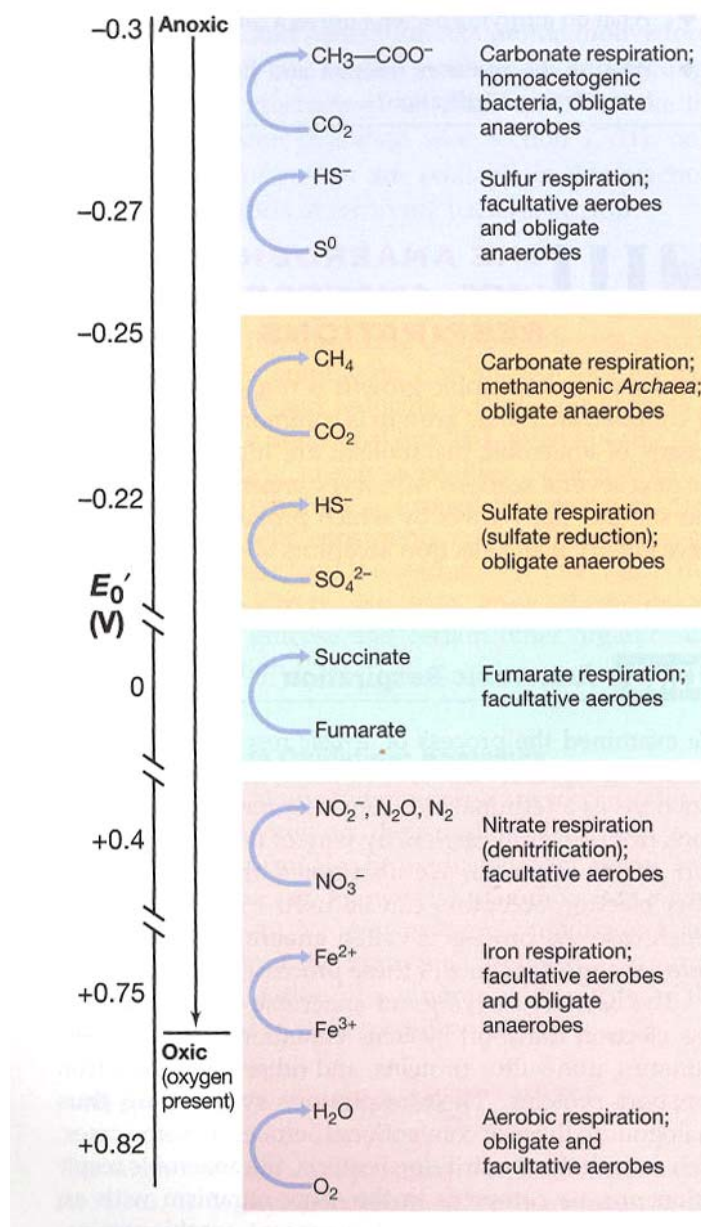
Redoksforhold i grunnen kan karakteriseres ved å måle redokssensitive komponenter i jord og porevann (oksygen, nitrat, ammonium, mangan (II), mangan (IV), jern (III), jern (II), sulfat, sulfid, metan): Høye oksygenkonsentrasjoner indikerer for eksempel at forholdene er oksidative og at mikroorganismene 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 gjennomstrømming 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
NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> S	Fe <sub>2</sub>	Fe <sub>3</sub>		
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	Jernreduserende	Middels
Høy	Høy	Høy	Høy	Lav	Nitrat til sulfatred.	Bra
Lav	Høy	Høy	Lav	Lav	Sulfatreduserende	Bra
Lav	Høy	Høy	Høy	Lav	Sulfatred. til metanogene	Utmerket

Reduserende forhold  
 Oksiderende forhold



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

## 2.5 Miljøovervåking av arkeologiske kontekster ved utgravingsfeltet på Avaldsnes.

Jordas 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 svært 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. På Avaldsnes er det vedtatt og planlagt 5 år med overvåking av temperatur og jordfuktighet for å se om de påviste arkeologiske kontekster er utsatt for svingninger klima. Økt temperatur og svingninger i tørt og vått klima kan virke inn på nedbrytingen av de arkeologiske kontekster.

## 2.6 Installering av temperatur og jordfuktighetsensorer

Sondene som ble installert var av typen TRIME-PICO 32 fra IMKO Modultechnik GmbH. Disse sondene kan installeres i heterogen og til dels steinete jord og egner seg godt for den type masser som ofte finnes i kulturlag. Sondene kan installeres horisontalt eller vertikalt i jord. Mer informasjon om sondene kan finnes på ([www.imko.de](http://www.imko.de)). Sondene ble installert i ulike høyder av utgravde sjakter aug 2011 ( se tabell 4 og fotoillustrasjon vedlegg 1 til 3). Plasseringen til sondene var de steder hvor de arkeologiske konteksters prøver er tatt ut for videre kjemisk fysisk analyse. Sistnevnte gir informasjon om hvor gode bevaringsforholdene er der det blir overvåket. En oversikt i tabell 4 viser nr og plassering av de ulike temperatur og fukt sondene.

Sondene ble installert i lagene ved først å bore opp et hull (jordbor) med diameter som sonden (32mm) og i ønsket dybde. Deretter ble sonden trykket på plass i bunn av hullet slik at metallstengene (lengde 11cm, diam. 0,35cm) hadde god kontakt med jorda. Ledningen fra sonden ble beskyttet med plastrør der hvor dette var nødvendig ( se foto vedlegg 1).

Tabell 4: Oversikt over installering av sensorer i de ulike utgravde sjaktene og dyp på Avaldsnes.

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

## 2.7 Installering av datalogger

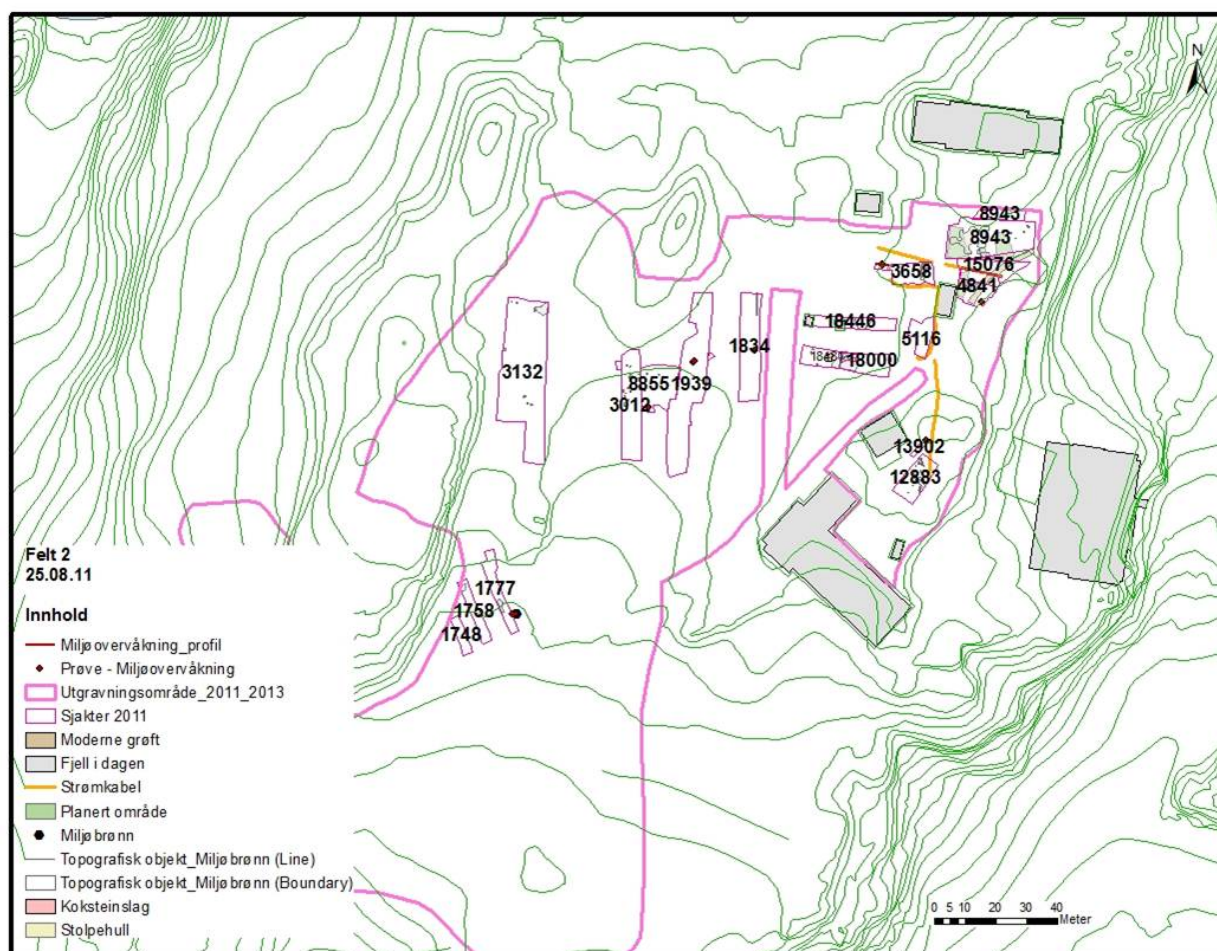
Ledningene fra sondene (10-20meter), ble skjøtt og ført i et 50mm plastrør gjennom sementkummer på 0,5 1m høyde. Dataloggeren var en UniLog Standard fra SEBA (<http://www.seba-hydrometrie.de/en/applications.html>). Data overføres fra datalogger via GSM (telefon) til internett. På denne måten kan utviklingen i temperatur- og fuktighetsforhold følges kontinuerlig. Illustrering av installasjon er vist i vedlegg 1-3.



## 3. Resultater

### 3.1 Arkeologisk tilstandsvurdering av kontekster på Avaldsnes.

Det er på Avaldsnes sommeren 2011 gjort undersøkelser av arkeologisk bevaringstilstand på en rekke utvalgte kontekster i dialog mellom KA og In Situ SIS. Feltarbeidet ble utført uke 33 av Vibeke Vandrup Martens, NIKU, Carl Einar Amundsen, Bioforsk, gravemaskinfører Geir Ove Åmodt og arkeologene fra KA. Kontekstene ble valgt ut for å belyse mest mulig omfattende områder på Avaldsnes, i forskjellige typer undergrunn og med varierende grad av moderne forstyrrelser. Nummerering av felter og kontekster følger KAs intrasis system.



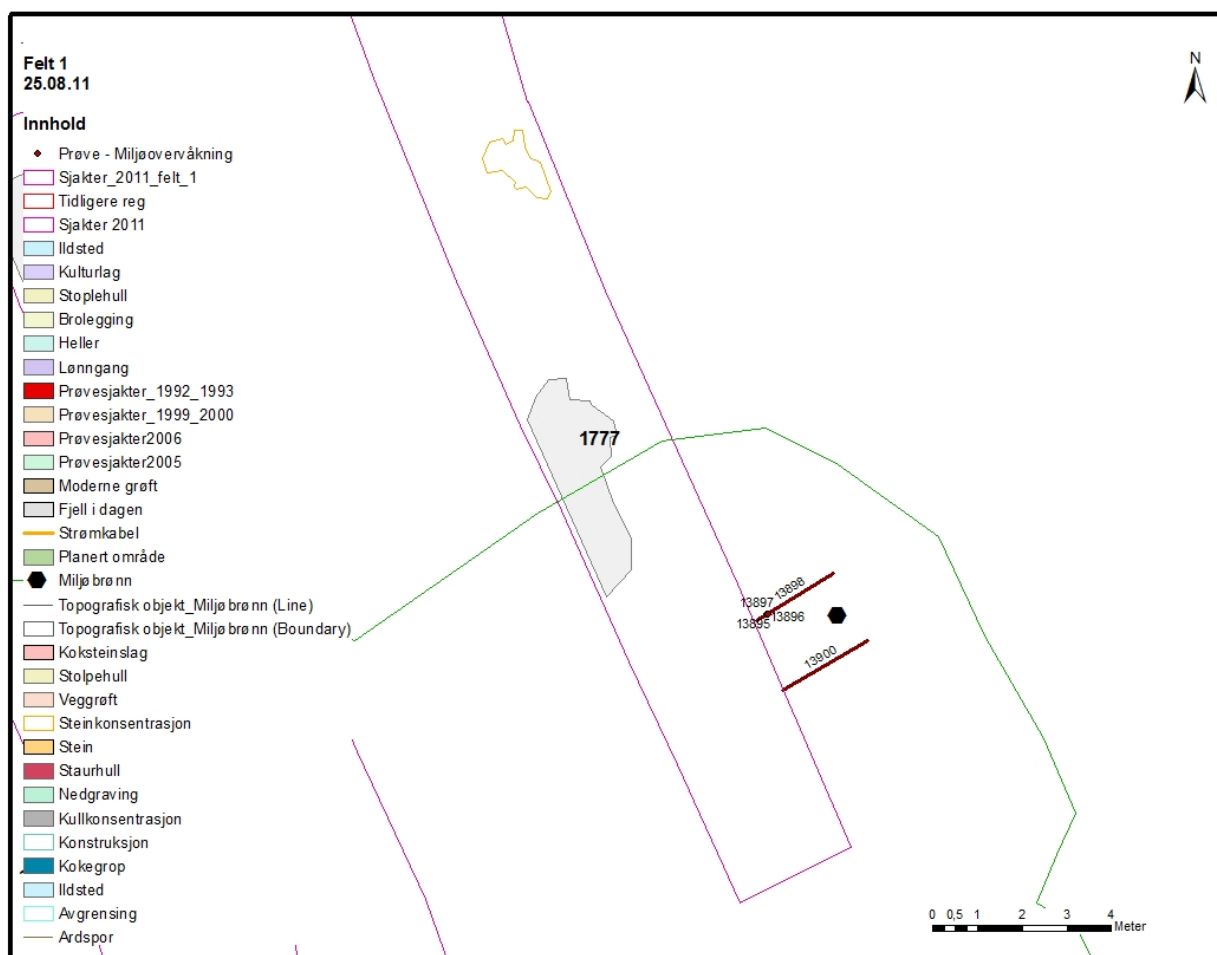
Figur 3 Oversiktskart ved Kongsgårdprosjektet Avaldsnes. «Miljøbrønn» markerer plassering av kum med datalogger. Av kartet fremgår kontekstnumrene som benyttes konsekvent videre.

#### 3.1.1 Dyrkningsområdet

I felt 1777, som er i den sydlige del av dyrkningsarealet som ble undersøkt 2011, ble det åpnet en sjakt vinkelrett på eksisterende feltet 16/8 2011. Her ble profilen dokumentert med foto og tegning, lagene ble beskrevet og vurdert, og det ble installert sonde i profilen. Ledningene fra sonden ble ført opp til en betongkum med NIKU rapport Nr 12 og Bioforsk rapport Vol 7 (25) 2012

diameter på 1m, som ble gravd ned så dens overkant lå i nivå med terrenget. Kummen har metall-lokk som enkelt kunne løftes for installasjon av datalogger og for løpende kontroll av loggeren. NB. på ovenstående kart er kummene markert som miljøbrønner. Det er dog ikke noen brønner installert, da alle undersøkte kontekster er i umettet sone, dvs. over grunnvannstand. Grøften ble gravd med gravemaskin, og profilene ble rensert opp med spade og graveskje. For detaljert beskrivelse av alle lag, se vedlegg 4. Den arkeologiske vurderingen av bevaringstilstand etter Tabell 1 angis ut ifra feltobservasjonene som beskrevet i vedlegg 4 og er en helhetsvurdering.

I felt 1777 ble det undersøkt 5 lag, hvorav det øverste (1777-1) var det 30 cm tykke moderne matjordlaget, som ble vurdert til A1-2 (elendig-dårlig). Derunder et 40-50cm tykt nyere dyrkningslag (1777-2), som ble vurdert til A2 (dårlig). Neste laget var enda et dyrkningslag (1773-3) på 30cm tykkelse, og dette ble vurdert til bevaringstilstand A2-3 (dårlig-middels). Nederste laget over undergrunnen var et kulturlag/ dyrkningslag (1777-4) på 20cm, som ble vurdert til A3 (middels bevaringstilstand), og endelig undergrunnen (1777-5), som vurderes til A0. Nullverdien kan man utelukke fra helhetsvurderingen i statistisk bearbeiding.



Figur 4. Kart over felt 1777 med plassering av kum. Kart: Kongsgårdprosjektet Avaldsnes.



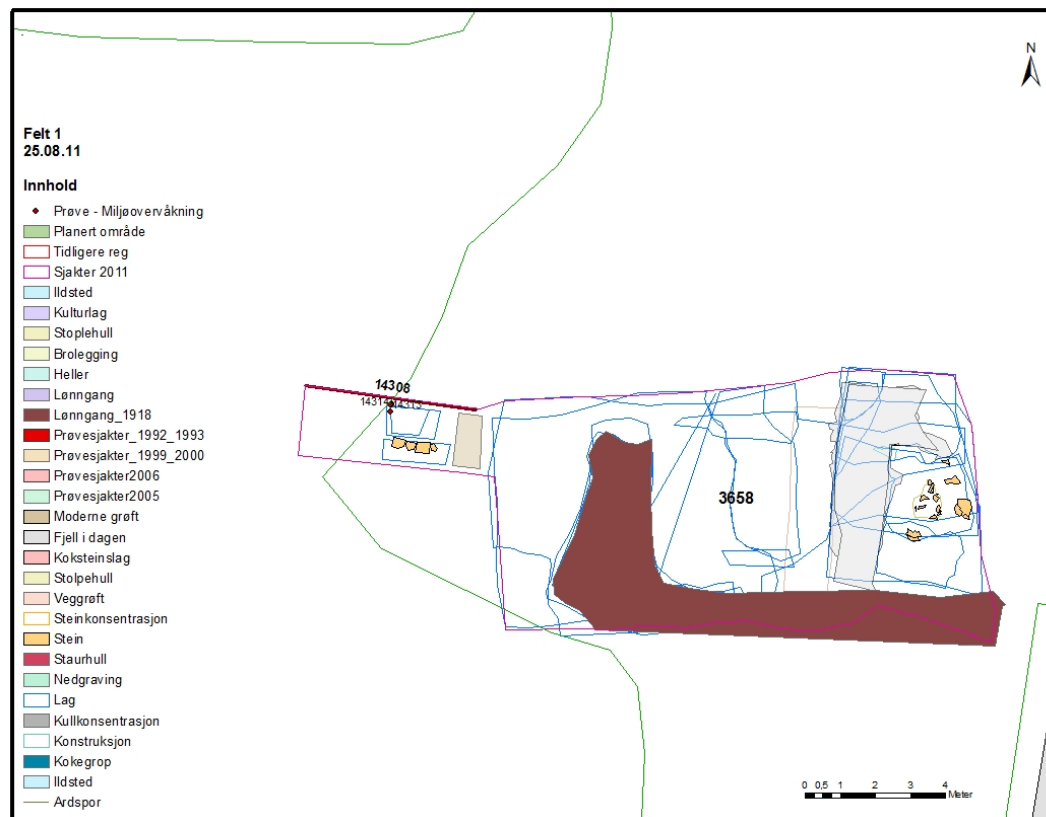
Figur 5. Profil i felt 1777 (nikuSarks310819)

### 3.1.2 P-plassen

På P-plassen S for kirken ble det 17/8 gravd en grøft i forlengelse mot V av felt 3658. Toppen ble åpnet med bred skuffe (120cm), men da man stødte på rester av låvebroen fra 1800-tallet tok man i bruk en smal skuffe (60cm) for å ødelegge minst mulig. Profilen ble dokumentert med foto og tegning, lagene ble beskrevet og vurdert, og det ble installert sonder i profilen. Ledningene fra sonden ble ført opp til en betongkum med diameter på 1m, som ble gravd ned så dens overkant lå i nivå med terrenget. Kummen har metall-lokk som enkelt kunne løftes for installasjon av datalogger og for løpende kontroll av loggeren.

Det ble undersøkt til sammen 7 lag i denne profilen. Lag 3658-1 er 10cm stabilgrus på P-plassen, vurdert til A0. Under stabilgrusen var et utjevningsslag av 20-30cm kompakt matjord, vurdert til A1. Derunder var 15-20cm moderne veiunderlag av stein, vurdert til A0, da det ikke fantes noe å ta prøver av. Som nevnt ovenfor gjør null-verdien det også mulig å utelukke disse lagene fra en statistisk vurdering av bevaringstilstanden på Avaldsnes som helhet. Under steinlaget var det et nesten 80cm tykt utjevnings- eller oppfyllingslag, som ble vurdert til A2. Herunder var det et 10cm tykt men svært innholdsrikt kulturlag med utrolig mye gjenstandsfunn (se vedlegg 6), tolket som et avfallslag eller en mødding. De fleste om ikke alle gjenstander antas å være fra 1800-tallet. Laget ble vurdert til A3. Herunder var det et 50-60cm tykt lag av

tett pakket stein, som bel tolket som rester av låvebroen fra 1800-tallet, hvilket skulle stemme med gamle kart, iflg Ørjan Iversen, Karmøy kommune. Ettersom ingen prøver kunne tas ble verdien satt til A0. Det gjorde det også for den underliggende undergrunnen.



Figur 6. Kart over P-plassen. Kart: Kongsgårdprcsjektet Avaldsnes.



Figur 7. Grøft 3658 ved P-plassen (nikuSarks310841).

### 3.1.3 Kjellerhaugen

Kjellerhaugen (intras ID 13902) ble undersøkt arkeologisk 18-19. august av arkeologer fra KA, med spade og graveskje, etter at gresstorven var tatt av med gravemaskin. Det viste seg å ikke være en gravhaug med kjernerøys, men en gravrøys anlagt på en naturlig knaus. En enkelt sten ble løftet opp nær sentrum i haugen, og det ble fremrenset en profil for prøvetaking og installasjon av overvåkingsutstyr. Her var øverst 5cm gresstorv og 20cm matjord (13902-1), vurdert til A2.

Bevaringstilstanden for det underliggende ca 40 cm tykke kulturlaget (13902-2) er vurdert til A3, middels. Derunder kom et kompakt undergrunnslag (13902-3) av sandblandet silt (16cm), vurdert til A1, som lå oppå fjellknausen (13902-4) vurdert til A0, da det ikke var mulig å utta prøvemateriale.



*Figur 8. Hvor mange arkeologer får man plass med i en grøft? (nikuSarkS310836)*



Figur 9. Innmåling av Kjellerhaugen (nikuaarka310857)

"

### 3.1.4 Øvrige kontekster

Det ble i tillegg til de tre hovedundersøkelsesobjekter, der det ble installert overvåkingsutstyr, undersøkt en serie mindre nedgravde kontekster og lag. Disse ble undersøkt med spade og graveskje, fotografert, og det ble tatt prøver for jordkjemisk undersøkelse.

#### 3.1.4.1 Kokegrop

En enkelt kontekst ble også dokumentert med tegning, kokegrop 5049 i felt 1939.



Figur 10. Kokegrop 5049. (nikuSarks310854)

Fyllen i kokegropen ble vurdert til A1, mens steinlaget er A0. Kullaget vurderes til A3. Det er dog kanskje en for positiv vurdering. Dyrkningslaget som kokegropen var gravd ned i bel vurdert til A1, undergrunnen A0.

#### 3.1.4.2 Undergrunn

I felt 1834, der det moderne dyrkningslaget var veldig skrint, ble det tatt en prøve fra undergrunnen for å gi en slags helhetsvurdering av bevaringsmuligheter for de få og grunne kokegroper og stolpehull, som ble funnet der. Bevaringstilstanden ble vurdert til A1, elendig.

#### 3.1.4.3 Dyrkningslag

Det ble tatt prøver av dyrkningslagene i felt 8855. Det ble antatt at det var samme lag som var til stede i felt 1777, men om forholdene var annerledes i det høyereliggende terreng var et interessant spørsmål. Det ene laget, svarende til 1777-3, ble vurdert til A1, mens kulturlaget i bunn (svarende til 1777-4) ble vurdert til A2.

#### 3.1.4.4 Bebyggelseslag

Endelig ble det tatt prøver av bebyggelseslaget, lag 4854, «kritttoppelaget». Dette laget ble vurdert til A2.

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

Prøver fra de arkeologiske kontekster fra gravhaug, dyrket mark, parkeringsplassen og øvrige kontekster er analysert for fysisk og kjemisk karakterisering. Tabell 5 gir en oversikt over vurdering av bevaringsforholdene i prøvene. Denne vurdering er utformet på grunnlag av resultatene vist i tabell 6 og 7 som viser fysiske forhold og kjemiske måleresultater.

#### Gravhaugen (13902)

Prøvene analysert fra gravhaugen på Avaldsnes hadde et middels innhold av vann og organisk materiale i øvre lag, mens lavt i de underliggende lag 0,35 og 0,5 m under overflaten. pH i kulturlagene ble vurdert fra surt til svakt surt fra øvre sjikt og nedover. Ledningsevnen viste lave verdier. pH i lagene kan ha en negativ effekt på bevaring av metallgjenstander og bein. Redoksforholdene i alle prøvene ble vurdert som oksiderende og elendige bevaringsforhold. Dette indikerer at oksygen er til stede, siden det ble funnet høyere konsentrasjoner av den oksiderende formen jern (III). De øvrige parametre ble funnet i lave konsentrasjoner.

Bevaringsforhold vurderes som elendige i alle lag fra 0,2 til 0,5 m under bakken.

Tabell 5 Kortfattet vurdering av bevaringsforholdene i prøver hentet fra kulturlag på Avaldsnes

Prøve Kulturlag	Dyp m	Organisk innhold og vanninnhold	Surhet og salinitet	Redoksforhold *	Bevaringsforhold
<b>Gravhaug</b>					
13902-1	0,20	Middels org. - og vanninnh.	Surt og lav	Oksiderende	Elendig
13902-2	0,35	Lavt org. - og vanninnh.	Svakt surt og lav	Oksiderende	Elendig
13902-3	0,50	Lavt org. - og vanninnh.	Svakt basisk og lav	Oksiderende	Elendig
<b>Dyrket mark</b>					
1777-2	0,47	Lavt org. - og vanninnh.	Svakt surt og lav	Oksiderende	Elendig
1777-3	0,77	Lavt org. - og vanninnh.	Svakt surt og lav	Oksiderende	Elendig
1777-4A	1,05	Høyt org. - lavt vanninnh.	Svakt surt og lav	Oksiderende	Elendig
1777-4b	1,05	Lavt org. - og vanninnh.	Svakt basisk og lav	Oksiderende	Elendig
1777-4c	1,05	Lavt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Oksiderende	Elendig
<b>P-plass</b>					
3658-4-1	0,50	Lavt org. - og vanninnh.	Surt og lav	Nitrat til oksiderende	Dårlig
3658-4-2	0,76	Lavt org. - og vanninnh.	Surt og lav	Nitrat til oksiderende	Dårlig
3658-4-3	0,98	Lavt org. - og vanninnh.	Surt og lav	Nitrat til oksiderende	Dårlig
3658-5	1,26	Lavt org. - og vanninnh.	Surt og lav	Nitrat til oksiderende	Dårlig
3658-7	1,70	Lavt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Oksiderende	Elendig
<b>Øvrige kontekster</b>					
5049-1		Lavt org. - og vanninnh.	Svakt surt og lav	Oksiderende	Elendig
5049-5		Lavt org. - og vanninnh.	Svakt surt og lav	Oksiderende	Elendig
4854		Lavt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Oksiderende	Elendig
8855-2		Lavt org. - og vanninnh.	Svakt surt og lav	Oksiderende	Elendig
8855-3		Lavt org. middels vanninnhold	Svakt surt og lav	Oksiderende	Elendig
1834		Lavt org. - og vanninnh.	Svakt surt og lav	Oksiderende	Elendig



### Dyrket mark (1777)

Prøvene analysert fra dyrket mark på Avaldsnes hadde et lavt innhold av vann og organisk materiale fra 0,47 til 1,05 m under overflaten. pH i de arkeologiske kontekster ble vurdert fra svak surt fra øvre lag og til svakt basisk og nøytralt i bunn på 1m. Ledningsevnen viste alle 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 og elendige bevaringsforhold. Dette indikerer at oksygen er til stede, siden det ble funnet høyere konsentrasjoner av den oksiderende formen jern (III). De øvrige parametre ble funnet i lave konsentrasjoner.

Bevaringsforhold vurderes som elendige i alle lag fra 0,5 til 1,05m under bakken.

Tabell 6 Viser fysiske forhold i prøver hentet fra arkeologiske kontekster på Avaldsnes.

Prøve Kulturlag	Dyp m	Glødetap %	TS %	Vann innh %	pH	Ledn.evne uScm -1
<b>Gravhaug</b>						
13902-1	0,20	19	70	30	4,4	1055
13902-2	0,35	5	76	24	6,0	34
13902-3	0,50	10	77	23	7,9	39
<b>Dyrket mark</b>						
1777-2	0,47	4	77	23	6,5	36
1777-3	0,77	12	76	24	6,4	72
1777-4A	1,05	25	73	27	6,3	127
1777-4b	1,05	6	72	28	7,7	67
1777-4c	1,05	5	72	28	6,7	68
<b>P-plass</b>						
3658-4-1	0,50	7	74	26	4,0	1134
3658-4-2	0,76	7	75	25	4,2	763
3658-4-3	0,98	7	74	26	4,1	846
3658-5	1,26	7	73	27	4,5	1130
3658-7	1,70	1	92	8	6,7	117
<b>Øvrige kontekster</b>						
5049-1		4	81	19	6,3	70
5049-5		3	82	18	6,3	24
4854		6	78	22	7,0	7
8855-2		4	77	23	6,5	27
8855-3		6	66	34	6,4	37
1834		3	89	11	6,6	26

Tabell 7 Viser kjemiske forhold i prøver hentet fra kulturlag på Avaldsnes

Kulturlag	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)
<b>Gravhaug</b>							
13902-1	0,20	<0,1	21	14	<0,1	18	370
13902-2	0,35	<0,1	4	29	4	7	373
13902-3	0,50	0,7	3	24	<0,1	6	320
<b>Dyrket mark</b>							
1777-2	0,47	<0,1	5	< 1	3	4	365
1777-3	0,77	<0,1	4	2	6	3	315
1777-4A	1,05	0,9	4	88	6	3	258
1777-4b	1,05	2,6	4	32	11	4	247
1777-4c	1,05	1,6	4	32	4	5	349
<b>P-plass</b>							
3658-4-1	0,50	19,6	31	653	34	11	273
3658-4-2	0,76	32,0	10	314	48	13	373
3658-4-3	0,98	41,7	7	415	0,3	11	327
3658-5	1,26	41,6	7	771	2	15	301
3658-7	1,70	<0,1	5	17	6	11	219
<b>Øvrige kontekster</b>							
5049-1		<0,1	3	< 1	4	3	351
5049-5		0,6	5	2	11	8	298
4854		<0,1	5	< 1	31	15	170
8855-2		<0,1	4	5	15	3	384
8855-3		<0,1	4	23	15	4	230
1834		0,9	3	< 1	8	8	191

#### Parkeringsplass ved kirken (3658)

Prøvene analysert fra også dette området på Avaldsnes hadde et lavt innhold av vann og organisk materiale fra 0,5 til 1,7 m under overflaten. pH i de arkeologiske kontekster ble vurdert fra surt fra øvre lag og ned til 1,7m hvor forholdene var nøytralt. Ledningsevnen viste alle lave verdier. pH i lagene vil kunne virke negativt på bevaring av metallgjenstander og bein. Redoksforholdene i alle prøvene fra 0,5 - 1,3m ble vurdert som nitrat til oksiderende som gir dårlige bevaringsforhold. Dette indikerer at oksygen er til stede, siden det ble funnet høyere konsentrasjoner av den oksiderende formen jern (III). I tillegg ble det påvist høye nitrat og sulfat konsentrasjoner. De øvrige parametre ble påvist lave. Nitrat og sulfat kan ha blitt oksidert fra ammonium og sulfid. Det dypeste laget på 1,7 m er elendig bevart med oksiderende forhold. Lave konsentrasjoner av alle parametre med unntak av Jern (III) ble påvist.

Bevaringsforhold vurderes som dårlige i alle lag fra 0,5 til 1,3m under bakken og elendig ved 1,7 m.

#### Øvrige kontekster (1834, 4854, 5049 og 8855)

Prøvene analysert fra de øvrige kontekstene på Avaldsnes hadde et lavt innhold av vann og organisk materiale. pH i alle kulturlagprøvene ble vurdert svak surt med unntak av prøve 4854 som var nøytral. Ledningsevnen viste bare 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. Dette indikerer at oksygen er til stede, siden det ble funnet høyere konsentrasjoner av den oksiderende formen jern (III). De øvrige parametre ble funnet i lave konsentrasjoner.

Bevaringsforhold vurderes som elendige i alle prøver.

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

Forundersøkelsens prøver fra Avaldsnes er blitt registrert å ligge under elendige til dårlige bevaringsforhold (1-2). Det ble påvist lavt organisk innhold i alle prøver med unntak av prøve 13902-1 og 1777-4a.

Den arkeologiske vurdering av bevaringstilstanden varierer fra A1 til A3, dvs. elendig til middels, men langt de fleste kontekster var elendig eller dårlig bevart (se vedlegg 4), da organisk materiale var sterkt nedbrutt. Det gjelder for kontekster av alle typer og uansett datering. Det har vært vesentlig å ta med også nyere tids kontekster, ettersom det er svært omrottet stratigrafi på lokaliteten, særlig på P-plassen, der kontekster fra eldre jernalder ligger side om side med 1800-talls funn.

Nedenstående tabell 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 4.

Fjernmåling fra de installerte dataloggerne og videre prøvetaking i området lengst i syd som planlegges undersøkt i 2012 samt eventuelt i Pakterhagen vil kunne nyansere og komplettere bildet, men etter det første årets resultater ser det ikke akkurat lovende ut for fremtidig in situ bevaring av arkeologiske kontekster på Avaldsnes.

Tabell 8 Sammenstilling av bevaringstilstand og forhold i prøver hentet fra kulturlag på Avaldsnes

Prøve Kulturlag	Dyp m	Bevarings-tilstand	Bevarings-forhold
<b>Gravhaug</b>			
13902-1	0,20	A2	1
13902-2	0,35	A3	1
13902-3	0,50	A1	1
<b>Dyrket mark</b>			
1777-2	0,47	A2 til 3	1
1777-3	0,77	A3	1
1777-4A	1,05	A3	1
1777-4b	1,05	A3	1
1777-4c	1,05	A3	1
<b>P-plass</b>			
3658-4-1	0,50	A2	2
3658-4-2	0,76	A2	2
3658-4-3	0,98	A2	2
3658-5	1,26	A3	2
3658-7	1,70	A3	1
<b>Øvrige kontekster</b>			
5049-1		A1	1
5049-5		A3	1
4854		A2	1
8855-2		A1	1
8855-3		A2	1
1834		A1	1

### 3.4 Miljøovervåking Avaldsnes

Ledningene fra sondene ble koblet til dataloggeren 9.nov 2011. Etter problemer med kontakt med loggerne ble det undersøkt på nytt hva som kan 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 er helt ødelagt med ingen data. Ved de andre stedene hvor sensorer og loggerne var installert ble det registrert temperaturer på 4-5°C og en jordfuktighet på 40-50%. Fremover vil det være nødvending med sterkere strømkilde for å sikre data og at signaler fra loggerne kan overføres trådløst til Bioforsk på ÅS. Dette er under arbeid. Data fra de to andre loggerne vil bli tappet og bearbeidet.

## 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 i alle prøver tatt ut fra ulike arkeologiske kontekster på Avaldsnes (A1-2). De målte fysiske og kjemiske parametre viser tydelig oksiderende forhold som ikke er eller har vært gunstige for bevaring av kulturminner.

Miljøovervåking fra de undersøkte steder vil fremover kunne gi informasjon om hvor mye variasjon og svingninger i temperatur og fuktighet som registreres i de ulike områdene.

Det er vesentlig å påpeke at dette er en foreløpig rapport etter første års feltarbeid og prøvetaking. Videre prøvetaking og fjernmåling vil forhåpentlig kunne nyansere og komplettere bildet, men akkurat nå ser det ut som at det er svært dårlige forhold for videre in situ bevaring av arkeologiske kulturminner på Avaldsnes.

## 5. Referanser

Brock, T.D. *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/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.

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

---

- |     |   |
|-----|---|
| 1-3 | Foto fra utgraving og plassering av miljøovervåkingsutstyr. |
| 4   | Kontekstliste på kulturlagene som er analysert og vurdert.  |
| 5   | Profiltegninger   |
| 6   | Fotoliste og kontaktark                                     |
| 7   | Analyseresultater fra AnalyCen.                             |
-

## Vedlegg 1 Miljøovervåking ved Dyrket mark



Kum med logger godt skjult i bakken ved Dyrket mark



Utstyr ved Dyrket mark etter oversvømmelse



## Vedlegg 1



Innstalling av sensorer ved Dyrket mark før oversvømmelse



Innstalling av sonder og kum ved Dyrket mark

## Vedlegg 2 Gravhaug



Innstalling av skap m logger ved Gravhaug



Innstalling av skap m logger ved Gravhaug

**Vedlegg 2**  
**Gravhaug**



Innstallering av sonder aug 2011 ved Gravhaug

### Vedlegg 3 Parkeringsplass



Innstallering av kum med logger ved parkeringsplass

## Vedlegg 4- 1 Kontekstliste

Listen er delt i tre, Knr står på alle tre lister.

### *Overordnet kontekst, tolkning, undersøkelse metode og datering*

Felt	Knr	Tolkning	Ookont	Beskr	Dato	Metode	Datering	Datgr	Farge
1777	1777-1	matjordslag/ gresstorv.	sjakt 1777	halv løs/ halvkompakt	160811	Maskin	Moderne	Stratigrafi	lys gråbrun
1777	1777-2	matjord/nyere dyrkningslag	sjakt 1777	blokk/ halvkompakt	160811	Maskin	Etterrefor matorisk	Stratigrafi	lmørk rødbrun
1777	1777-3	dyrkningslag	sjakt 1777	blokk/ halvkompakt	160811	Maskin	Middelald er/nt	Funn	lys rødbrun
1777	1777-4	kulturlag	sjakt 1777	hard bliokk/ kompakt	160811	Maskin	Jernalder/ mia	Stratigrafi	brungrå
1777	1777-5	undergrunn	sjakt 1777	hard bliokk/ kompakt	160811	Maskin	Ukjent		grågrønn
3658	3658-1	p-plass, stabilgrus	p-plassen	kompakt	170811	Maskin	Moderne	Stratigrafi	lys grå
3658	3658-3	veiunderlag	p-plassen	kompakt	170811	Maskin	Moderne	Stratigrafi	lys grågrønn
3658	3658-4	utjevning	p-plassen	kompakt	170811	Maskin	Moderne	Stratigrafi	lys brun
3658	3658-5	mødding/ avfallslag	p-plassen	Løst lag. Gjenstander i hovedsak sent 1800tall, fajanse, porselen, vindusglass, flaskeglass, drikkeglass, tekstilfragm, lærfragm, spiker, lommekniv, knivblad	170811	Maskin	Etterrefor matorisk	Funn	mørk gråbrun
3658	3658-6	steinpakning låvebru	p-plassen	kompakt	170811	Maskin	Etterrefor matorisk	Funn	variabel
3658	3658-7	undergrunn	p-plassen	kompakt	170811	Maskin	Ukjent	Stratigrafi	lys grågrønn
1939	5049-1	yll i kokegrop	5049	halvkompakt	180811	Spade	Jernalder	strukturtype	mellombrun
1939	5049-2	steinlag i kokegrop	5049	halvkompakt	180811	Spade	Jernalder		variabel
1939	5049-3	kullag	5049	løs blokk	180811	Spade	Jernalder	strukturtype	svart
1939	5049-4	dyrkning/under grunn	5049	halvkompakt	180811	Spade	Jernalder	Stratigrafi	lys gråbrun
1939	5049-5	undergrunn	5049	kompakt	180811	Spade	Ukjent	Stratigrafi	lys grågul
1834	1834-1	undergrunn		kompakt	180811	Graveskje	Ukjent		gråbrun
8855	8855-2	dyrkningslag	felt 2	halvkompakt	180811	Graveskje	Jernalder	Stratigrafi	lys rødbrun
8855	8855-3	k-lag/ gl markoverflate		halvkompakt	180811	Graveskje	Jernalder	Stratigrafi	gråbrun
1	15074	krittipelaget, bebyggelseslag	lag 4854		180811	Graveskje	Etterrefor matorisk	Funn	mørk gråbrun
3658	3658-2	utjevning	p-plassen	kompakt	170811	Maskin	Etterrefor matorisk		lys brun
13902	13902-1	gresstorv, matjord	Kjellerhau gen	halvkompakt	190811	Spade	Moderne		mellombrun
13902	13902-2	pakning ml stein i gravrøys	Kjellerhau gen	kompakt. obs funn er flint! Skrapere m bruksspor	190811	Spade	Jernalder	typologi	mørk mellombrun
13902	13902-3	undergrunn	Kjellerhau gen	kompakt	190811	Spade	Jernalder	typologi	lys brungul
13902	13902-4	undergrunn	Kjellerhau gen	halvkompakt råttent fjell, grågrønn skifer, stedvis smuldret til sand	190811	Spade	Ukjent		lys grågrønn

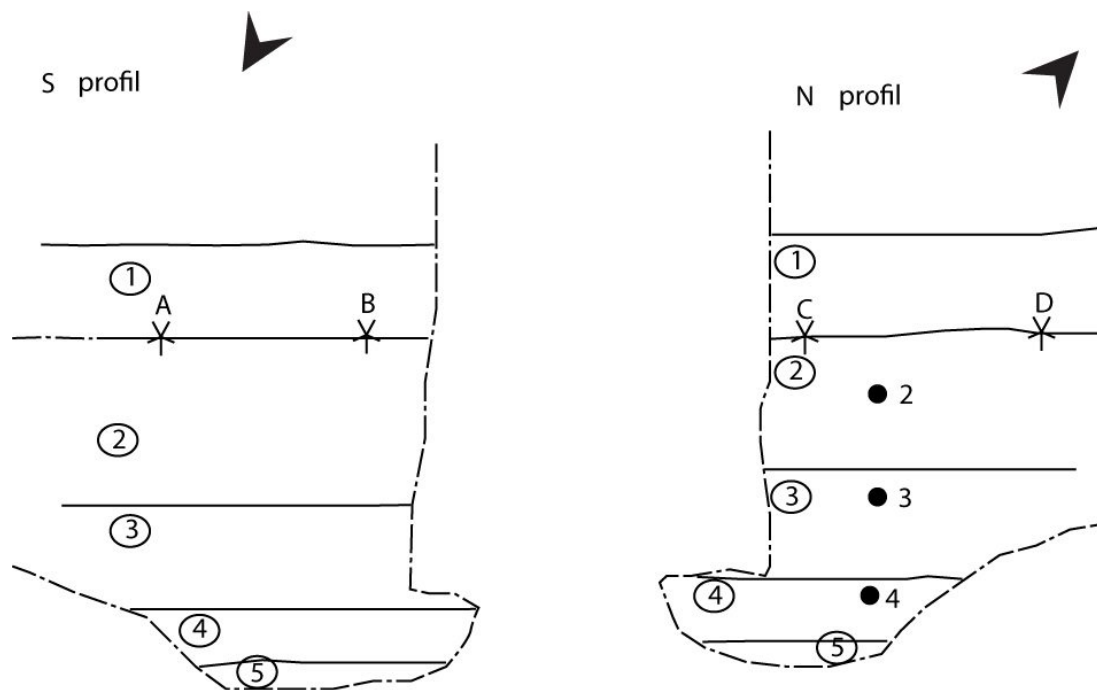
## Vedlegg 4-2

### Kontekst, lagsammensetning og bevaringsgrad (4=mye, 1=lite)

Knr	Bevarings- tilstand	Leire	Silt	Sand0	Grus	Stein0	Stein2	Humus	HumB	Turfa	TurfaB	kullB	kull	Treflis	TreflisB
1777-1	A1-2	0	0	0	2	0	0	4	4	3	3		0	0	
1777-2	A2	1	4	2	0	0	1	4	2	0			0	0	
1777-3	A2-3	1	4	2	0	0	1	4	3	0			0	0	
1777-4	A3	0	4	1	0	0	0	4	4	0			0	0	
1777-5	A0	4	3	1	2	0	0	0		0		2	4	0	
3658-1	A0	0	0	0	4	0	2	0		0			0	0	
3658-3	A0	0	0	0	0	4	0	0		0			0	0	
3658-4	A2	0	0	0	0	0	0	4	1	0			0	1	1
3658-5	A3	0	0	0	0	0	2	4	2	0			0	0	
3658-6	A1	0	0	0	0	4	2	0		0			0	0	
3658-7	A0	2	4	0	0	0	0	0		0			0	0	
5049-1	A1	0	0	0	0	0	0	4	1	0			0	0	
5049-2	A0	0	0	0	0	4	4	0		0			0	0	
5049-3	A3	0	0	0	0	0	0	0		0		3	4	0	
5049-4	A1	0	4	0	2	0	1	0		0			0	0	
5049-5	A0	0	3	0	2	1	2	0		0			0	0	
1834-1	A1	0	0	1	4	0	4	0		0			0	0	
8855-2	A1	0	2	2	2	0	0	4	1	0			0	0	
8855-3	A2	1	4	2	0	0	0	4	2	0			0	0	
15074	A2	0	2	4	1	0	1	4	3	0			0	0	
3658-2	A1	0	0	0	0	0	2	0		0			0	0	
13902-1	A2	1	4	0	0	0	1	4	3	2	5		0	0	
13902-2	A3	0	3	2	0	0	0	4	3	0			0	0	
13902-3	A1	0	2	1	1	0	0	0		0			0	0	
13902-4	A0	0	1	1	0	1	4	0		0			0	0	








## Vedlegg 5 Profiltegninger



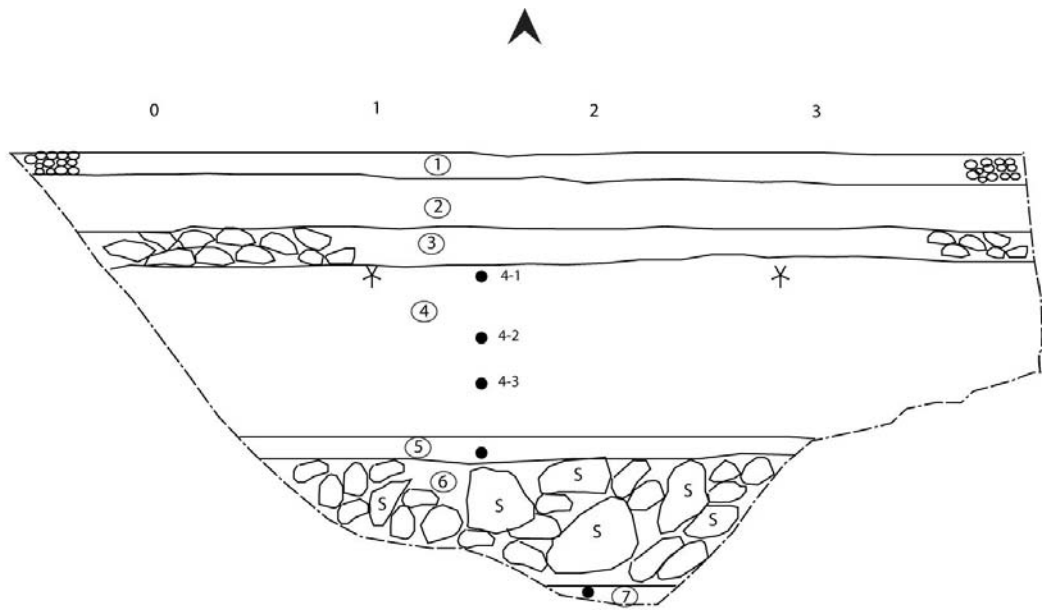
1m

**NIKU**  
Norsk institutt for  
kulturminneforskning

Rapport 12/2012  
Prosjekt 15620329-3  
In situ sis/Avaldsnes  
T1, felt 1777(dyrkingslag)  
Vibeke Vandrup Martens

-  = målepunkt
-  = sjaktkant
-  = laggrense
-  = lagnummer
-  = installert sonde



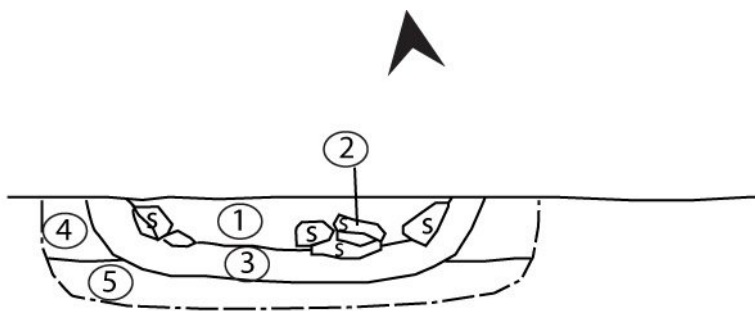


1m

**niku**  
Norsk institutt for kulturminneforskning

Rapport 12/2012  
Prosjekt 15620329-3  
in situ sis/Avaldsnes  
T2, felt 3658 (P-plassen)  
Profil mot nord  
Vibeke Vandrup Martens

--- = sjaktkant  
— = laggrense  
① = lagnummer  
● = installert sonder

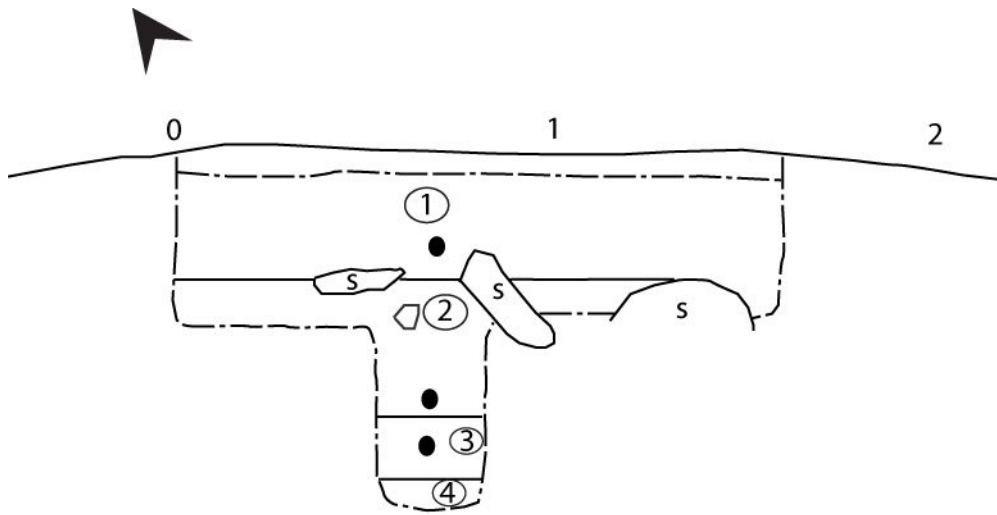


1m

**niku**  
Norsk institutt for kulturminneforskning

Rapport 12/2012  
Prosjekt 15620329-3  
In situ sis/Avaldsnes  
T3, kokegrop 5049  
Profil mot nord  
Vibeke Vandrup Martens

--- = sjaktkant  
— = laggrense  
① = lagnummer



1m

 Norsk institutt for kulturminneforskning	Rapport 12/2012	--- = sjaktkant
	Prosjekt 15620329-3	— = laggrense
	In situ sis/Avaldsnes	① = lagnummer
	T4, profil i kjellerhaugen	● = installert sonde
	Vibeke Vandrup Martens	

## Vedlegg 6 Fotoliste og kontakt ark

NIKU_ARK_NR*	Prosjektnr*	U-nr	Rapportnr	Motiv 1*	Fotograf*	Sett mot	Dato
niku_ark_310779	15620329	3	12_2012	felthuset på Avaldsnes	VVM	NV	15.08.2011
niku_ark_310780	15620329	3	12_2012	felt S for Kjellerhaugen	VVM	N	15.08.2011
niku_ark_310781	15620329	3	12_2012	Kjellerhaugen	VVM	NØ	15.08.2011
niku_ark_310782	15620329	3	12_2012	felt S for kirken og P-plassen	VVM	N	15.08.2011
niku_ark_310783	15620329	3	12_2012	soldestasjon	VVM	Ø	15.08.2011
niku_ark_310784	15620329	3	12_2012	felt 1 ved kirkens østende	VVM	ØNØ	15.08.2011
niku_ark_310785	15620329	3	12_2012	felt 1 ved kirkens østende	VVM	NØ	15.08.2011
niku_ark_310786	15620329	3	12_2012	felt 1 ved kirkens østende	VVM	Ø	15.08.2011
niku_ark_310787	15620329	3	12_2012	felt 1 ved kirkens østende	VVM	ØSØ	15.08.2011
niku_ark_310788	15620329	3	12_2012	felt 1 ved kirkens østende	VVM	SØ	15.08.2011
niku_ark_310789	15620329	3	12_2012	felt 1 ved kirkens østende, ildsted	VVM	N	15.08.2011
niku_ark_310790	15620329	3	12_2012	utsikt mot SØ	VVM	SØ	15.08.2011
niku_ark_310791	15620329	3	12_2012	felt P-plassen	VVM	V	15.08.2011
niku_ark_310792	15620329	3	12_2012	felt P-plassen	VVM	NV	15.08.2011
niku_ark_310793	15620329	3	12_2012	felt P-plassen	VVM	S	15.08.2011
niku_ark_310794	15620329	3	12_2012	Avaldsnes kirke	VVM	ØNØ	15.08.2011
niku_ark_310795	15620329	3	12_2012	Avaldsnes kirke	VVM	VSV	15.08.2011
niku_ark_310796	15620329	3	12_2012	utsikt fra kirken mot havnen	VVM	Ø	15.08.2011
niku_ark_310797	15620329	3	12_2012	utsikt fra Avaldsnes mot Haugesund	VVM	N	15.08.2011
niku_ark_310798	15620329	3	12_2012	utvidelse av felt 1 S for kirkens østende	VVM	ØSØ	15.08.2011
niku_ark_310799	15620329	3	12_2012	utvidelse av felt 1 S for kirkens østende	VVM	Ø	15.08.2011
niku_ark_310800	15620329	3	12_2012	felt 1834	VVM	SV	15.08.2011
niku_ark_310801	15620329	3	12_2012	felt 2	VVM	SV	15.08.2011
niku_ark_310802	15620329	3	12_2012	kokegroper i felt 2	VVM	V	15.08.2011
niku_ark_310803	15620329	3	12_2012	kokegrop i felt 2	VVM	NV	15.08.2011
niku_ark_310804	15620329	3	12_2012	felt 2, dyrkningslag	VVM	V	16.08.2011
niku_ark_310805	15620329	3	12_2012	stakktuft, felt 2	VVM	ØSØ	16.08.2011
niku_ark_310806	15620329	3	12_2012	felt 2, dyrkningslag	VVM	SV	16.08.2011
niku_ark_310807	15620329	3	12_2012	arbeidsbilde, felt 2	VVM	SØ	16.08.2011
niku_ark_310808	15620329	3	12_2012	felt 2	VVM	V	16.08.2011
niku_ark_310809	15620329	3	12_2012	felt 1777	VVM	SØ	16.08.2011
niku_ark_310810	15620329	3	12_2012	felt 1777, graving av sidegrøft	VVM	ØSØ	16.08.2011
niku_ark_310811	15620329	3	12_2012	felt 1777, profil	VVM	S	16.08.2011
niku_ark_310812	15620329	3	12_2012	felt 1777, profil	VVM	S	16.08.2011
niku_ark_310813	15620329	3	12_2012	felt 1777, profil	VVM	N	16.08.2011
niku_ark_310814	15620329	3	12_2012	felt 1777, profil	VVM	N	16.08.2011
niku_ark_310815	15620329	3	12_2012	felt 1777, profil, detalje	VVM	N	16.08.2011
niku_ark_310816	15620329	3	12_2012	felt 1777, profil	VVM	S	16.08.2011
niku_ark_310817	15620329	3	12_2012	felt 1777, profil	VVM	S	16.08.2011
niku_ark_310818	15620329	3	12_2012	felt 1777, profil	VVM	S	16.08.2011
niku_ark_310819	15620329	3	12_2012	felt 1777, profil	VVM	N	16.08.2011
niku_ark_310820	15620329	3	12_2012	felt 1777, profil	VVM	N	16.08.2011
niku_ark_310821	15620329	3	12_2012	felt 1777, profil. CEA installerer utstyr	VVM	NØ	16.08.2011
niku_ark_310822	15620329	3	12_2012	felt 1777, profil m sonder	VVM	NØ	16.08.2011
niku_ark_310823	15620329	3	12_2012	felt 1777, sonder installert	VVM	N	16.08.2011
niku_ark_310824	15620329	3	12_2012	felt 1777, sonder installert	VVM	N	16.08.2011
niku_ark_310825	15620329	3	12_2012	felt 1777, sonder installert	VVM	N	16.08.2011
niku_ark_310826	15620329	3	12_2012	Avaldsnes	VVM	S	16.08.2011
niku_ark_310827	15620329	3	12_2012	Avaldsnes	VVM	S	16.08.2011
niku_ark_310828	15620329	3	12_2012	utsikt fra felt 1777	VVM	S	17.08.2011
niku_ark_310829	15620329	3	12_2012	utsikt fra felt 1777	VVM	SØ	17.08.2011

niku_ark_310830	15620329	3	12_2012	felt 1777, plassering av kum	VVM	N	17.08.2011
niku_ark_310831	15620329	3	12_2012	felt 1777, plassering av kum	VVM	Ø	17.08.2011
niku_ark_310832	15620329	3	12_2012	felt 1777, plassering av kum	VVM	Ø	17.08.2011
niku_ark_310833	15620329	3	12_2012	felt 1777, plassering av kum	VVM	N	17.08.2011
niku_ark_310834	15620329	3	12_2012	oppstart grøft på P-plassen	VVM	S	17.08.2011
niku_ark_310835	15620329	3	12_2012	oppstart grøft på P-plassen	VVM	V	17.08.2011
niku_ark_310836	15620329	3	12_2012	Kjellerhaugen undersøkes	VVM	N	17.08.2011
niku_ark_310837	15620329	3	12_2012	Kjellerhaugen undersøkes	VVM	ØSØ	17.08.2011
niku_ark_310838	15620329	3	12_2012	profil felt 3658, P-plassen	VVM	N	17.08.2011
niku_ark_310839	15620329	3	12_2012	profil felt 3658, P-plassen	VVM	N	17.08.2011
niku_ark_310840	15620329	3	12_2012	profil felt 3658, P-plassen	VVM	N	17.08.2011
niku_ark_310841	15620329	3	12_2012	profil felt 3658, P-plassen	VVM	N	17.08.2011
niku_ark_310842	15620329	3	12_2012	felt 3658, P-plassen. CEA installerer...	VVM	NV	17.08.2011
niku_ark_310843	15620329	3	12_2012	felt 3658, P-plassen. CEA installerer..	VVM	NV	17.08.2011
niku_ark_310844	15620329	3	12_2012	felt 3658, P-plassen. CEA installerer..	VVM	NV	17.08.2011
niku_ark_310845	15620329	3	12_2012	felt 3658, P-plassen. CEA installerer..	VVM	NV	17.08.2011
niku_ark_310846	15620329	3	12_2012	felt 3658, P-plassen. CEA installerer..	VVM	NV	17.08.2011
niku_ark_310847	15620329	3	12_2012	felt 3658, P-plassen. Kum på plass	VVM	V	18.08.2011
niku_ark_310848	15620329	3	12_2012	felt 3658, P-plassen. Kum på plass	VVM	V	18.08.2011
niku_ark_310849	15620329	3	12_2012	felt 3658, P-plassen. Kum på plass	VVM	V	18.08.2011
niku_ark_310850	15620329	3	12_2012	felt 3658, P-plassen. Kum på plass	VVM	V	18.08.2011
niku_ark_310851	15620329	3	12_2012	felt 3658, P-plassen. Tildekking kum	VVM	VNV	18.08.2011
niku_ark_310852	15620329	3	12_2012	felt 3658, P-plassen. Tildekking kum	VVM	S	18.08.2011
niku_ark_310853	15620329	3	12_2012	felt 3658, P-plassen. Tildekking kum	VVM	SØ	18.08.2011
niku_ark_310854	15620329	3	12_2012	kokegrop 5049 i felt 2	VVM	N	18.08.2011
niku_ark_310855	15620329	3	12_2012	kokegrop 5049 i felt 2	VVM	N	18.08.2011
niku_ark_310856	15620329	3	12_2012	innmåling av sjakt i Kjellerhaugen	VVM	N	18.08.2011
niku_ark_310857	15620329	3	12_2012	innmåling av sjakt i Kjellerhaugen	VVM	N	18.08.2011
niku_ark_310858	15620329	3	12_2012	maskinflytting, felt 2	VVM	V	18.08.2011
niku_ark_310859	15620329	3	12_2012	undergrunn, felt 1834	VVM	S	18.08.2011
niku_ark_310860	15620329	3	12_2012	dyrkningslag felt 8855	VVM	V	18.08.2011
niku_ark_310861	15620329	3	12_2012	dyrkningslag felt 8855, detalje	VVM	V	18.08.2011
niku_ark_310862	15620329	3	12_2012	arbeidsbilde, felt 2	VVM	VNV	18.08.2011
niku_ark_310863	15620329	3	12_2012	felt 1, lag 4854, detalje	VVM	Ø	18.08.2011
niku_ark_310864	15620329	3	12_2012	felt 1, lag 4854, oversikt	VVM	ØNØ	18.08.2011
niku_ark_310865	15620329	3	12_2012	Kjellerhaugen, profil	VVM	N	19.08.2011
niku_ark_310866	15620329	3	12_2012	Kjellerhaugen, oversikt røys	VVM	N	19.08.2011
niku_ark_310867	15620329	3	12_2012	Kjellerhaugen, profil	VVM	N	19.08.2011
niku_ark_310868	15620329	3	12_2012	Kjellerhaugen, profil	VVM	N	19.08.2011
niku_ark_310869	15620329	3	12_2012	Kjellerhaugen, profil. CEA tar prøver	VVM	NV	19.08.2011
niku_ark_310870	15620329	3	12_2012	interesserte tilskuere ved Kjellerhaugen	VVM	NNV	19.08.2011
niku_ark_310871	15620329	3	12_2012	tildekking kum felt 1777	VVM	NV	19.08.2011
niku_ark_310872	15620329	3	12_2012	tildekking kum felt 1777	VVM	NNØ	19.08.2011
niku_ark_310873	15620329	3	12_2012	Kjellerhaugen, installering av utstyr	VVM	N	19.08.2011
niku_ark_310874	15620329	3	12_2012	Kjellerhaugen, installering av utstyr	VVM	Ø	19.08.2011
niku_ark_310875	15620329	3	12_2012	Kjellerhaugen, installering av utstyr	VVM	N	19.08.2011
niku_ark_310876	15620329	3	12_2012	Kjellerhaugen, plassering kum	VVM	S	19.08.2011
niku_ark_310877	15620329	3	12_2012	Kjellerhaugen, plassering kum	VVM	N	19.08.2011
niku_ark_310878	15620329	3	12_2012	Kjellerhaugen, installering av utstyr	VVM	N	19.08.2011
niku_ark_310879	15620329	3	12_2012	Kjellerhaugen, installering av utstyr	VVM	NV	19.08.2011
niku_ark_310880	15620329	3	12_2012	Kjellerhaugen, plassering kum	VVM	-	19.08.2011
niku_ark_310881	15620329	3	12_2012	Kjellerhaugen, tildekking kum	VVM	N	19.08.2011

## Vedlegg 6 Fotoliste og kontakt ark



niku\_ark\_310779.JPG



niku\_ark\_310780.JPG



niku\_ark\_310781.JPG



niku\_ark\_310782.JPG



niku\_ark\_310783.JPG



niku\_ark\_310784.JPG



niku\_ark\_310785.JPG



niku\_ark\_310786.JPG



niku\_ark\_310787.JPG



niku\_ark\_310788.JPG



niku\_ark\_310789.JPG



niku\_ark\_310790.JPG



niku\_ark\_310791.JPG



niku\_ark\_310792.JPG



niku\_ark\_310793.JPG



niku\_ark\_310794.JPG



niku\_ark\_310795.JPG



niku\_ark\_310796.JPG



niku\_ark\_310797.JPG



niku\_ark\_310798.JPG



niku\_ark\_310799.JPG



niku\_ark\_310800.JPG



niku\_ark\_310801.JPG



niku\_ark\_310802.JPG



niku\_ark\_310803.JPG



niku\_ark\_310804.JPG



niku\_ark\_310805.JPG



niku\_ark\_310806.JPG



niku\_ark\_310807.JPG



niku\_ark\_310808.JPG



niku\_ark\_310809.JPG



niku\_ark\_310810.JPG



niku\_ark\_310811.JPG



niku\_ark\_310812.JPG



niku\_ark\_310813.JPG



niku\_ark\_310814.JPG



niku\_ark\_310815.JPG



niku\_ark\_310816.JPG



niku\_ark\_310817.JPG



niku\_ark\_310818.JPG



niku\_ark\_310819.JPG



niku\_ark\_310820.JPG



niku\_ark\_310821.JPG



niku\_ark\_310822.JPG



niku\_ark\_310823.JPG



niku\_ark\_310824.JPG



niku\_ark\_310825.JPG



niku\_ark\_310826.JPG



niku\_ark\_310827.JPG



niku\_ark\_310828.JPG



niku\_ark\_310829.JPG



niku\_ark\_310830.JPG



niku\_ark\_310831.JPG



niku\_ark\_310832.JPG



niku\_ark\_310833.JPG



niku\_ark\_310834.JPG



niku\_ark\_310835.JPG



niku\_ark\_310836.JPG



niku\_ark\_310837.JPG



niku\_ark\_310838.JPG



niku\_ark\_310839.JPG



niku\_ark\_310840.JPG



niku\_ark\_310841.JPG



niku\_ark\_310842.JPG



niku\_ark\_310843.JPG



niku\_ark\_310844.JPG



niku\_ark\_310845.JPG



niku\_ark\_310847.JPG



niku\_ark\_310848.JPG



niku\_ark\_310849.JPG



niku\_ark\_310814.JPG



niku\_ark\_310815.JPG



niku\_ark\_310816.JPG



niku\_ark\_310817.JPG



niku\_ark\_310818.JPG



niku\_ark\_310819.JPG



niku\_ark\_310820.JPG



niku\_ark\_310821.JPG



niku\_ark\_310822.JPG



niku\_ark\_310823.JPG



niku\_ark\_310824.JPG



niku\_ark\_310825.JPG



niku\_ark\_310826.JPG



niku\_ark\_310827.JPG



niku\_ark\_310828.JPG



niku\_ark\_310829.JPG



niku\_ark\_310830.JPG



niku\_ark\_310831.JPG



niku\_ark\_310832.JPG



niku\_ark\_310833.JPG



niku\_ark\_310834.JPG



niku\_ark\_310835.JPG



niku\_ark\_310836.JPG



niku\_ark\_310837.JPG



niku\_ark\_310838.JPG



niku\_ark\_310839.JPG



niku\_ark\_310840.JPG



niku\_ark\_310841.JPG



niku\_ark\_310842.JPG



niku\_ark\_310843.JPG



niku\_ark\_310844.JPG



niku\_ark\_310845.JPG



niku\_ark\_310847.JPG



niku\_ark\_310848.JPG



niku\_ark\_310849.JPG



niku\_ark\_310850.JPG



niku\_ark\_310851.JPG



niku\_ark\_310852.JPG



niku\_ark\_310853.JPG



niku\_ark\_310854.JPG



niku\_ark\_310855.JPG



niku\_ark\_310856.JPG



niku\_ark\_310857.JPG



niku\_ark\_310858.JPG



niku\_ark\_310859.JPG



niku\_ark\_310860.JPG



niku\_ark\_310861.JPG



niku\_ark\_310862.JPG



niku\_ark\_310863.JPG



niku\_ark\_310864.JPG



niku\_ark\_310865.JPG



niku\_ark\_310866.JPG



niku\_ark\_310867.JPG



niku\_ark\_310868.JPG



niku\_ark\_310869.JPG



niku\_ark\_310870.JPG



niku\_ark\_310871.JPG



niku\_ark\_310872.JPG



niku\_ark\_310873.JPG



niku\_ark\_310874.JPG



niku\_ark\_310875.JPG



niku\_ark\_310876.JPG



niku\_ark\_310877.JPG



niku\_ark\_310878.JPG



niku\_ark\_310879.JPG



niku\_ark\_310880.JPG



niku\_ark\_310881.JPG



## Vedlegg 7 Analyseresultater fra Eurofins

Bioforsk Jord og Miljø  
 Frederik A. Dahls vei 20  
 1432 ÅS  
 Attn: Ove Bergersen

**AR-11-MM-014604-01**

**EUNOMO-00039739**

Prøvemottak: 06.09.2011

Temperatur:

Analyseperiode: 06.09.2011-22.09.2011

Referanse: Prosjekt 8031 Ove Bergersen

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: <b>439-2011-09060441</b>	Prøvetakingsdato: 06.09.2011
Prøvetype: Vann	Prøvetaker: Hege Bergheim
Prøvemerkning: 13902-1 KCL	Analysestartdato: 06.09.2011
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ:
<b>a) Ammonium-N</b>	
Ammonium (NH <sub>4</sub> -N)	3.3 mg/l 15% EN ISO 11732:2007 0.01
<b>a) Nitrat-N</b>	
Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	<0.1 mg/l 20% SS 028133 0.1

Prøvenr.: <b>439-2011-09060442</b>	Prøvetakingsdato: 06.09.2011
Prøvetype: Vann	Prøvetaker: Hege Bergheim
Prøvemerkning: 13902-2 KCL	Analysestartdato: 06.09.2011
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ:
<b>a) Ammonium-N</b>	
Ammonium (NH <sub>4</sub> -N)	0.69 mg/l 15% EN ISO 11732:2007 0.01
<b>a) Nitrat-N</b>	
Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	<0.1 mg/l 20% SS 028133 0.1

Prøvenr.: <b>439-2011-09060443</b>	Prøvetakingsdato: 06.09.2011
Prøvetype: Vann	Prøvetaker: Hege Bergheim
Prøvemerkning: 13902-3 KCL	Analysestartdato: 06.09.2011
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ:
<b>a) Ammonium-N</b>	
Ammonium (NH <sub>4</sub> -N)	0.58 mg/l 15% EN ISO 11732:2007 0.01
<b>a) Nitrat-N</b>	
Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	0.12 mg/l 20% SS 028133 0.1

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :Mindre enn, &gt; :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.:	<b>439-2011-09060444</b>	Prøvetakingsdato:	06.09.2011		
Prøvetype:	Vann	Prøvetaker:	Hege Bergheim		
Prøvemerkning:	1777-2 KCL	Analysestartdato:	06.09.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
<b>a) Ammonium-N</b>					
Ammonium (NH <sub>4</sub> -N)	0.83	mg/l	15%	EN ISO 11732:2007	0.01
<b>a) Nitrat-N</b>					
Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	<0.1	mg/l	20%	SS 028133	0.1

Prøvenr.:	<b>439-2011-09060445</b>	Prøvetakingsdato:	06.09.2011		
Prøvetype:	Vann	Prøvetaker:	Hege Bergheim		
Prøvemerkning:	1777-3 KCL	Analysestartdato:	06.09.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
<b>a) Ammonium-N</b>					
Ammonium (NH <sub>4</sub> -N)	0.66	mg/l	15%	EN ISO 11732:2007	0.01
<b>a) Nitrat-N</b>					
Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	<0.1	mg/l	20%	SS 028133	0.1

Prøvenr.:	<b>439-2011-09060446</b>	Prøvetakingsdato:	06.09.2011		
Prøvetype:	Vann	Prøvetaker:	Hege Bergheim		
Prøvemerkning:	1777-4 KCL	Analysestartdato:	06.09.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
<b>a) Ammonium-N</b>					
Ammonium (NH <sub>4</sub> -N)	0.61	mg/l	15%	EN ISO 11732:2007	0.01
<b>a) Nitrat-N</b>					
Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	0.15	mg/l	20%	SS 028133	0.1

Prøvenr.:	<b>439-2011-09060447</b>	Prøvetakingsdato:	06.09.2011		
Prøvetype:	Vann	Prøvetaker:	Hege Bergheim		
Prøvemerkning:	1777-4-B KCL	Analysestartdato:	06.09.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
<b>a) Ammonium-N</b>					
Ammonium (NH <sub>4</sub> -N)	0.59	mg/l	15%	EN ISO 11732:2007	0.01
<b>a) Nitrat-N</b>					
Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	0.41	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.:	<b>439-2011-09060448</b>	Prøvetakingsdato:	06.09.2011	
Prøvetype:	Vann	Prøvetaker:	Hege Bergheim	
Prøvemerking:	1777-4-C KCL	Analysestartdato:	06.09.2011	
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU Metode:	LOQ:
<b>a) Ammonium-N</b>				
Ammonium (NH <sub>4</sub> -N)	0.67	mg/l	15% EN ISO 11732:2007	0.01
<b>a) Nitrat-N</b>				
Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	0.25	mg/l	20% SS 028133	0.1

Prøvenr.:	<b>439-2011-09060449</b>	Prøvetakingsdato:	06.09.2011	
Prøvetype:	Vann	Prøvetaker:	Hege Bergheim	
Prøvemerking:	3658-4-1 KCL	Analysestartdato:	06.09.2011	
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU Metode:	LOQ:
<b>a) Ammonium-N</b>				
Ammonium (NH <sub>4</sub> -N)	5.0	mg/l	15% EN ISO 11732:2007	0.01
<b>a) Nitrat-N</b>				
Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	3.2	mg/l	10% SS 028133	0.1

Prøvenr.:	<b>439-2011-09060450</b>	Prøvetakingsdato:	06.09.2011	
Prøvetype:	Vann	Prøvetaker:	Hege Bergheim	
Prøvemerking:	3658-4-2 KCL	Analysestartdato:	06.09.2011	
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU Metode:	LOQ:
<b>a) Ammonium-N</b>				
Ammonium (NH <sub>4</sub> -N)	1.6	mg/l	15% EN ISO 11732:2007	0.01
<b>a) Nitrat-N</b>				
Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	5.3	mg/l	10% SS 028133	0.1

Prøvenr.:	<b>439-2011-09060451</b>	Prøvetakingsdato:	06.09.2011	
Prøvetype:	Vann	Prøvetaker:	Hege Bergheim	
Prøvemerking:	3658-4-3 KCL	Analysestartdato:	06.09.2011	
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU Metode:	LOQ:
<b>a) Ammonium-N</b>				
Ammonium (NH <sub>4</sub> -N)	1.1	mg/l	15% EN ISO 11732:2007	0.01
<b>a) Nitrat-N</b>				
Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	7.0	mg/l	10% SS 028133	0.1

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :Mindre enn, &gt; :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.:	<b>439-2011-09060452</b>	Prøvetakingsdato:	06.09.2011	
Prøvetype:	Vann	Prøvetaker:	Hege Bergheim	
Prøvemerking:	3658-5 KCL	Analysestartdato:	06.09.2011	
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU Metode:	LOQ:
<b>a) Ammonium-N</b>				
Ammonium (NH <sub>4</sub> -N)	1.1	mg/l	15% EN ISO 11732:2007	0.01
<b>a) Nitrat-N</b>				
Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	6.9	mg/l	10% SS 028133	0.1

Prøvenr.:	<b>439-2011-09060453</b>	Prøvetakingsdato:	06.09.2011	
Prøvetype:	Vann	Prøvetaker:	Hege Bergheim	
Prøvemerking:	3658-7 KCL	Analysestartdato:	06.09.2011	
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU Metode:	LOQ:
<b>a) Ammonium-N</b>				
Ammonium (NH <sub>4</sub> -N)	0.93	mg/l	15% EN ISO 11732:2007	0.01
<b>a) Nitrat-N</b>				
Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	<0.1	mg/l	20% SS 028133	0.1

Prøvenr.:	<b>439-2011-09060454</b>	Prøvetakingsdato:	06.09.2011	
Prøvetype:	Vann	Prøvetaker:	Hege Bergheim	
Prøvemerking:	5049-1 KCL	Analysestartdato:	06.09.2011	
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU Metode:	LOQ:
<b>a) Ammonium-N</b>				
Ammonium (NH <sub>4</sub> -N)	0.63	mg/l	15% EN ISO 11732:2007	0.01
<b>a) Nitrat-N</b>				
Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	<0.1	mg/l	20% SS 028133	0.1

Prøvenr.:	<b>439-2011-09060455</b>	Prøvetakingsdato:	06.09.2011	
Prøvetype:	Vann	Prøvetaker:	Hege Bergheim	
Prøvemerking:	5049-5 KCL	Analysestartdato:	06.09.2011	
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU Metode:	LOQ:
<b>a) Ammonium-N</b>				
Ammonium (NH <sub>4</sub> -N)	0.56	mg/l	15% EN ISO 11732:2007	0.01
<b>a) Nitrat-N</b>				
Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	0.15	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.:	<b>439-2011-09060456</b>	Prøvetakingsdato:	06.09.2011		
Prøvetype:	Vann	Prøvetaker:	Hege Bergheim		
Prøvemerking:	4854 LAG KCL	Analysestartdato:	06.09.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
<b>a) Ammonium-N</b>					
Ammonium (NH <sub>4</sub> -N)	0.87	mg/l	15%	EN ISO 11732:2007	0.01
<b>a) Nitrat-N</b>					
Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	<0.1	mg/l	20%	SS 028133	0.1

Prøvenr.:	<b>439-2011-09060457</b>	Prøvetakingsdato:	06.09.2011		
Prøvetype:	Vann	Prøvetaker:	Hege Bergheim		
Prøvemerking:	8855-2 KCL	Analysestartdato:	06.09.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
<b>a) Ammonium-N</b>					
Ammonium (NH <sub>4</sub> -N)	0.61	mg/l	15%	EN ISO 11732:2007	0.01
<b>a) Nitrat-N</b>					
Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	<0.1	mg/l	20%	SS 028133	0.1

Prøvenr.:	<b>439-2011-09060458</b>	Prøvetakingsdato:	06.09.2011		
Prøvetype:	Vann	Prøvetaker:	Hege Bergheim		
Prøvemerking:	8855-3 KCL	Analysestartdato:	06.09.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
<b>a) Ammonium-N</b>					
Ammonium (NH <sub>4</sub> -N)	0.57	mg/l	15%	EN ISO 11732:2007	0.01
<b>a) Nitrat-N</b>					
Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	<0.1	mg/l	20%	SS 028133	0.1

Prøvenr.:	<b>439-2011-09060459</b>	Prøvetakingsdato:	06.09.2011		
Prøvetype:	Vann	Prøvetaker:	Hege Bergheim		
Prøvemerking:	SJAKT 834 KCL	Analysestartdato:	06.09.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
<b>a) Ammonium-N</b>					
Ammonium (NH <sub>4</sub> -N)	0.60	mg/l	15%	EN ISO 11732:2007	0.01
<b>a) Nitrat-N</b>					
Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	0.19	mg/l	20%	SS 028133	0.1

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

a) ISO/IEC 17025 SWEDAC 1125 - Eurofins Environment Sweden AB Lidköping

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :Mindre enn, &gt; :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 22.09.2011

-----  
Stig Tjomsland

ASM/Bachelor Kjemi

-----  
Grethe Arnestad

ASM/Cand.Mag. Kjemi

---

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :Mindre enn, &gt; :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 Jord og Miljø  
 Frederik A. Dahls vei 20  
 1432 ÅS  
 Attn: Ove Bergersen

**AR-11-MM-013972-01**



**EUNOMO-00039747**

Prøvemottak: 06.09.2011  
 Temperatur:  
 Analyseperiode: 06.09.2011-13.09.2011  
 Referanse: Prosjekt 8031 Ove Bergersen

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: <b>439-2011-09060463</b>	Prøvetakingsdato: 06.09.2011
Prøvetype: Vann	Prøvetaker: Hege Bergheim
Prøvemerkning: 13902-1 Vann	Analysestartdato: 06.09.2011
<b>Analyse</b>	<b>Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ:</b>
Sulfat (SO4)	2.2 mg/l 10% EPA Method 375.4 0.25

Prøvenr.: <b>439-2011-09060464</b>	Prøvetakingsdato: 06.09.2011
Prøvetype: Vann	Prøvetaker: Hege Bergheim
Prøvemerkning: 13902-2 Vann	Analysestartdato: 06.09.2011
<b>Analyse</b>	<b>Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ:</b>
Sulfat (SO4)	4.8 mg/l 10% EPA Method 375.4 0.25

Prøvenr.: <b>439-2011-09060465</b>	Prøvetakingsdato: 06.09.2011
Prøvetype: Vann	Prøvetaker: Hege Bergheim
Prøvemerkning: 13902-3 Vann	Analysestartdato: 06.09.2011
<b>Analyse</b>	<b>Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ:</b>
Sulfat (SO4)	4.0 mg/l 10% EPA Method 375.4 0.25

Prøvenr.: <b>439-2011-09060466</b>	Prøvetakingsdato: 06.09.2011
Prøvetype: Vann	Prøvetaker: Hege Bergheim
Prøvemerkning: 1777-2 Vann	Analysestartdato: 06.09.2011
<b>Analyse</b>	<b>Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ:</b>
Sulfat (SO4)	<0.25 mg/l 20% EPA Method 375.4 0.25

Prøvenr.: <b>439-2011-09060467</b>	Prøvetakingsdato: 06.09.2011
Prøvetype: Vann	Prøvetaker: Hege Bergheim
Prøvemerkning: 1777-3 Vann	Analysestartdato: 06.09.2011
<b>Analyse</b>	<b>Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ:</b>
Sulfat (SO4)	0.32 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.:	<b>439-2011-09060468</b>	Prøvetakingsdato:	06.09.2011		
Prøvetype:	Vann	Prøvetaker:	Hege Bergheim		
Prøvemerking:	1777-4 Vann	Analysestartdato:	06.09.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Sulfat (SO4)	15	mg/l	10%	EPA Method 375.4	0.25

Prøvenr.:	<b>439-2011-09060469</b>	Prøvetakingsdato:	06.09.2011		
Prøvetype:	Vann	Prøvetaker:	Hege Bergheim		
Prøvemerking:	1777-4-B Vann	Analysestartdato:	06.09.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Sulfat (SO4)	5.1	mg/l	10%	EPA Method 375.4	0.25

Prøvenr.:	<b>439-2011-09060470</b>	Prøvetakingsdato:	06.09.2011		
Prøvetype:	Vann	Prøvetaker:	Hege Bergheim		
Prøvemerking:	1777-4-C Vann	Analysestartdato:	06.09.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Sulfat (SO4)	5.0	mg/l	10%	EPA Method 375.4	0.25

Prøvenr.:	<b>439-2011-09060471</b>	Prøvetakingsdato:	06.09.2011		
Prøvetype:	Vann	Prøvetaker:	Hege Bergheim		
Prøvemerking:	3658-4-1 Vann	Analysestartdato:	06.09.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Sulfat (SO4)	110	mg/l	10%	EPA Method 375.4	0.25

Prøvenr.:	<b>439-2011-09060472</b>	Prøvetakingsdato:	06.09.2011		
Prøvetype:	Vann	Prøvetaker:	Hege Bergheim		
Prøvemerking:	3658-4-2 Vann	Analysestartdato:	06.09.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Sulfat (SO4)	53	mg/l	10%	EPA Method 375.4	0.25

Prøvenr.:	<b>439-2011-09060473</b>	Prøvetakingsdato:	06.09.2011		
Prøvetype:	Vann	Prøvetaker:	Hege Bergheim		
Prøvemerking:	3658-4-3 Vann	Analysestartdato:	06.09.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Sulfat (SO4)	68	mg/l	10%	EPA Method 375.4	0.25

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :Mindre enn, &gt; :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.:	<b>439-2011-09060474</b>	Prøvetakingsdato:	06.09.2011		
Prøvetype:	Vann	Prøvetaker:	Hege Bergheim		
Prøvemerking:	3658-5 Vann	Analysestartdato:	06.09.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Sulfat (SO4)	130	mg/l	10%	EPA Method 375.4	0.25

Prøvenr.:	<b>439-2011-09060475</b>	Prøvetakingsdato:	06.09.2011		
Prøvetype:	Vann	Prøvetaker:	Hege Bergheim		
Prøvemerking:	3658-7 Vann	Analysestartdato:	06.09.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Sulfat (SO4)	3.5	mg/l	10%	EPA Method 375.4	0.25

Prøvenr.:	<b>439-2011-09060476</b>	Prøvetakingsdato:	06.09.2011		
Prøvetype:	Vann	Prøvetaker:	Hege Bergheim		
Prøvemerking:	5049-1 Vann	Analysestartdato:	06.09.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Sulfat (SO4)	<0.25	mg/l	20%	EPA Method 375.4	0.25

Prøvenr.:	<b>439-2011-09060477</b>	Prøvetakingsdato:	06.09.2011		
Prøvetype:	Vann	Prøvetaker:	Hege Bergheim		
Prøvemerking:	5049-5 Vann	Analysestartdato:	06.09.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Sulfat (SO4)	0.40	mg/l	20%	EPA Method 375.4	0.25

Prøvenr.:	<b>439-2011-09060478</b>	Prøvetakingsdato:	06.09.2011		
Prøvetype:	Vann	Prøvetaker:	Hege Bergheim		
Prøvemerking:	4854 Lag Vann	Analysestartdato:	06.09.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Sulfat (SO4)	<0.25	mg/l	20%	EPA Method 375.4	0.25

Prøvenr.:	<b>439-2011-09060479</b>	Prøvetakingsdato:	06.09.2011		
Prøvetype:	Vann	Prøvetaker:	Hege Bergheim		
Prøvemerking:	8855-2 Vann	Analysestartdato:	06.09.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Sulfat (SO4)	0.79	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.: <b>439-2011-09060480</b>	Prøvetakingsdato: 06.09.2011
Prøvetype: Vann	Prøvetaker: Hege Bergheim
Prøvemerkning: 8855-3 Vann	Analysestartdato: 06.09.2011
<b>Analyse</b>	<b>Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ:</b>
Sulfat (SO4)	3.4 mg/l 10% EPA Method 375.4 0.25

Prøvenr.: <b>439-2011-09060481</b>	Prøvetakingsdato: 06.09.2011
Prøvetype: Vann	Prøvetaker: Hege Bergheim
Prøvemerkning: SJAKT 834 Vann	Analysestartdato: 06.09.2011
<b>Analyse</b>	<b>Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ:</b>
Sulfat (SO4)	<0.25 mg/l 20% EPA Method 375.4 0.25

**Moss 13.09.2011**


-----  
 Jackaline Agbor Ngwashi

Laboratorie Assistent

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :Mindre enn, &gt; :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).