

Bioforsk Rapport

Vol. 7 Nr. 65 2012

Miljøovervåking av middelalderbåt i fjernvarmegrøft ved Nedre Langgate 19, Tønsberg kommune, Vestfold Fylke

Statusrapport 2011.

Ove Bergersen

Bioforsk - Jord og miljø



Hovedkontor
Frederik A. Dahls vei 20,
1432 Ås
Tlf: 03 246
Fax: 63 00 92 10
post@bioforsk.no

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

Tittel/Title:

Miljøovervåking av middelalderbåt i fjernvarmegrøft ved Nedre Langgate 19,
Tønsberg, Tønsberg kommune, Vestfold Fylke
Statusrapport 2011

Forfatter(e)/Autor(s):

Ove Bergersen

<i>Dato/Date:</i> 21.04. 2012	<i>Tilgjengelighet/Availability:</i> Lukket	<i>Prosjekt nr./Project No.:</i> Bioforsk 2110675	<i>Arkiv nr./Archive No.:</i>
<i>Rapport nr./Report No.:</i> 7 (65) 2012	<i>ISBN-nr.:</i>	<i>Antall sider/Number of pages:</i> 12	<i>Antall vedlegg/Number of appendix:</i> 2

<i>Oppdragsgiver/Employer:</i> Riksantikvaren, Distriktskontor Tønsberg	<i>Kontaktperson/Contact person:</i> Jens Rytter
--	---

<i>Stikkord/Keywords:</i> Redoksforhold, bevaring, kulturminner, Miljøovervåking, nedbrytning Redox conditions, preservation, remains, degradation	<i>Fagområde/Field of work:</i> Jordkvalitet Soil quality
--	---

Sammendrag

Kulturlagene ved og omkring middelalderbåten som ble gravet fram høsten 2009 i Nedre Langgate 19 lå under gode til utmerket bevaringsforhold. Riksantikvaren ønsket å se hvordan middelalderbåten kan bli bevart for fremtiden "In situ".

Middelalderbåten ligger stabilt i og ved grunnvannspeilet både vinter med laverer grunnvann og i sommerhalvåret med høyere grunnvann.

Grunnvannspeilet har ikke sunket under båten etter installasjon av overvåkingsutstyr. Profilveggen over båten viser fortsatt 60% vannfylte porer som tilsier at evt. regnvann og større fluktasjoner av grunnvann med oksygen tilføres ikke lett ned til båten

Temperaturer som ble observert noe høye i 2010 viser nå middeltemp. på 13-14 grader, likt grunnvannets. Fjernvarmerør over båten har ikke medført temperaturpåvirkning.

Nye data på redoksforhold under og nær båten viser stabile og reduserende forhold. Dette er gode betingelser for å bevare båten for fremtiden slik den ligger nå. Evt. skader ved frysing og tining på kulturlagene har ikke skjedd så langt i grøfta med middelalderbåten.

<i>Land/fylke:</i> Norge/Vestfold
<i>Kommune:</i> Tønsberg
<i>Sted/Lokalitet:</i> Tønsberg- Nedre Langate 19

Godkjent / Approved

Prosjektleder / Project leader

Trond Mæhlum
forskningssjef

Ove Bergersen
Seniorforsker

Innhold

1.	Innledning	2
1.1	Bakgrunn	2
1.2	Mål	3
1.3	Overvåking av middelalderbåten	3
2.	Materiale og Metode	4
2.1	Naturvitenskapelige definisjoner	4
2.2	Måleparametre	4
2.3	Overvåkingsutstyr	5
3.	Resultater	8
3.1	Status miljøovervåking av profilveggene omkring båten i umetta og metta sone 2011.....	8
3.2	Status miljøovervåking i mettet sone fra miljøbrønn 2011	8
4.	Referanser	11
5.	Vedlegg	12

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

I forbindelse med bygging av fjernvarmenett i Tønsberg sentrum ble det funnet større deler av en båt som etter all sannsynlighet er fra middelalderen. Båten ble funnet i fjernvarmetraseen på hjørnet av Conradsgate og Nedre Langgate.

Bevaringsforholdene rundt båten virker bra og Riksantikvaren besluttet at båten skal bevares in situ hvis det er teknisk mulig og faglig forsvarlig. I denne forbindelse har Riksantikvaren bedt Bioforsk i å karakterisere bevaringsforhold i kulturlagene rundt båten og for å utforme egnede sikringstiltak. Sikringstiltakene skal sikre at bevaringsforholdene rundt funnstedet opprettholdes på et tilfredsstillende nivå. Planen omfatter også miljøovervåking av bevaringsforholdene i inn til fem år etter sikringen.

Den 22.9.09 ble det gjennomført en befaring på funnstedet med representanter fra Riksantikvaren, NIKU og Bioforsk til stede. I denne forbindelse ble bl.a. diskutert aktuelle undersøkelsesstrategier og mulige strategier for sikring av funnstedet. På grunn av relativ høy grunnvannstand (ca. 1.4 m under overflaten) der grunnvann dekker deler av båten, samt relativ kompakte jordlag rundt båten ser det ut til at muligheten for in-situ bevaring av båten var relativ bra.

Bevaringsforholdene i denne delen av Tønsberg har ikke blitt beskrevet tidligere. For å vurdere muligheten av in-situ-bevaring av kulturminner, ble bevaringsforholdene derfor karakterisert i prosjektet ved hjelp av geokjemiske og fysiske metoder.

Utfordringen i forbindelse med in-situ bevaringen var få båten dekket til etter at den arkeologiske dokumenteringen var avsluttet. Sikringstiltaket måtte være utformet slik at oksygentransport til kulturlagene er tilnærmet null over en lang periode, at uttørking av dekkmassene hindres og at det ikke foregår varmetransport fra fjernvarmerørene til kulturlagene. I tillegg måtte tiltakene iverksettes på en måte som ikke vil skade båten fysisk. Båten lå 1,25 m under veioverflaten og selv om fjernvarmerørene kunne legges grunt direkte over funnstedet, var det begrenset plass mellom fjernvarmerørene og båten til å bygge opp et sikringslag.

1.2 Mål

Målet med prosjektet var å:

- karakterisere bevaringsforholdene i kulturlagene rundt båten som ble funnet i forbindelse med gravearbeid for fjernvarmeutbygging.
- utforme og overvåke egnede sikringstiltak som skal sikre at bevaringsforholdene rundt funnstedet ikke forverres.
- overvåke bevaringsforholdene etter gjennomført sikringstiltak.

1.3 Overvåking av middelalderbåten

Kontinuerlig overvåkning av miljøforholdene i kultur- og sikringslag skal foregå i 5 år ved hjelp av sensorer koblet til automatiske loggere fra SEBA Hydrometrie GmbH (Tyskland). Båten blir overvåket både med sensorer etablert i kulturlagene over, nær og under båten. Deler av båten lå i grunnvannssonen og det ble derfor bestemt også å overvåke grunnvannsforholdene i en miljøbrønn laget ved hjelp av håndholdt boreutstyr. Loggeren leses av 2 ganger i året.

2. Materiale og Metode

2.1 Naturvitenskapelige definisjoner

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

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

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. Slike reaksjoner bidrar til nedbryting og korrosjon av ulike materialer.

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

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 reducerende (reduktive) forhold, men i hvilken grad forholdene er reducerende, varierer

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.

2.2 Måleparametre

Stabilt eller flukturerende grunnvann:

De beste bevaringsforholdene for kulturminner i jord har vi under anaerobe forhold med reduserte redoksforhold. Ofte er slike miljøer vannmettet under grunnvannsnivået. Eksempel på slike stabile steder er torvmyrer.

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. Grunnvann som flukturerer ofte pga mye nedbør kan skade kulturlag.

pH og ledningsevne i grunnvannet som omgir kulturlagene:

Grunnvannets elektriske ledningsevne sier noe om mengden ioner i vannet. Endringer i elektrisk ledningsevne skyldes bl.a. inntrengning av regnvann/smeltevann (gir oftest en lavere ledningsevne). Grunnvann som er lite påvirket av nedbør og som er i likevekt med jord eller fjell, har oftest høyere elektrisk ledningsevne. Høyt saltinnhold virker ofte beskyttende for treverk.

Syre og løslige salter medfører korrosjon av metalloverflater. Økende surhet og saltkonsentrasjon vil framskynde korrosjon av metallgjenstander og forvitring av bein. Elendige og dårlige bevaringsforhold ut fra redoksmålinger trenger ikke alltid å gi riktig logisk svar ut fra arkeologiske gjenstander og spor som ikke brytes ned. Stein, gull, og metall gjenstander og bein er ofte godt beskyttet hvis de ligger tørt og pH er basisk og ikke sur. Slike områder er ofte knyttet til bosetninger.

Temperatur som omgir kulturlagene

Alle kjemiske og biologiske nedbrytingsprosesser går raskere ved høyere temperatur. Unormale temperatursvingninger påvirket av ytre krefter som varme fra kjellere, fortau, eller fjernvarme kan på sikt øke skade på kulturlagene i Middelalderbyene. Lav temperatur på grunnvann vil virke beskyttende.

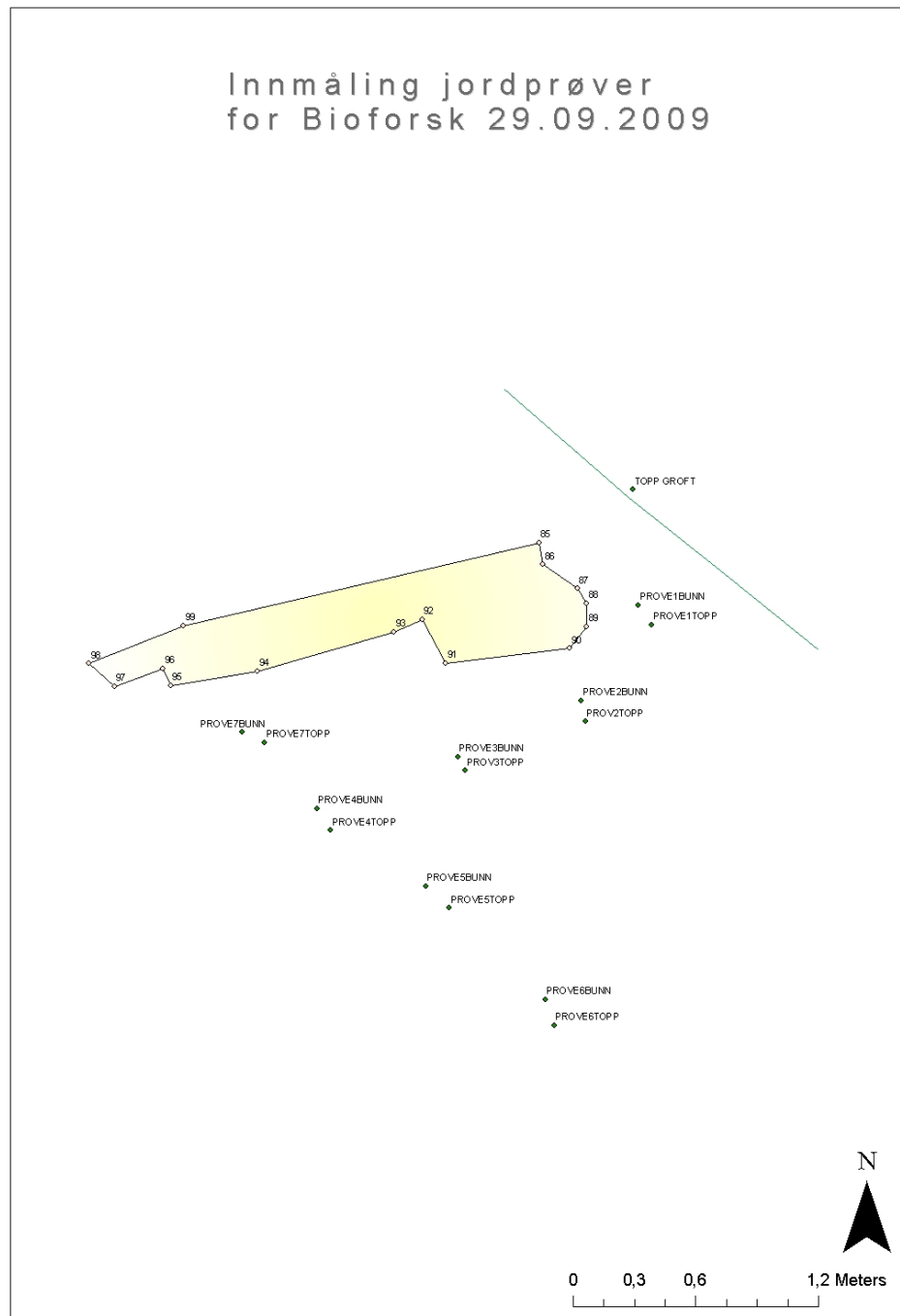
Jordfuktighet

Høy jordfuktighet har lite plass til luftfylte porer. Tørre kulturlag sammen med høy jordfuktighet med vannfylte porer er beskyttende. Svingninger i jordfuktighet mellom fuktige og tørrere forhold vil være ugustig for å beskytte organiske kulturlag.

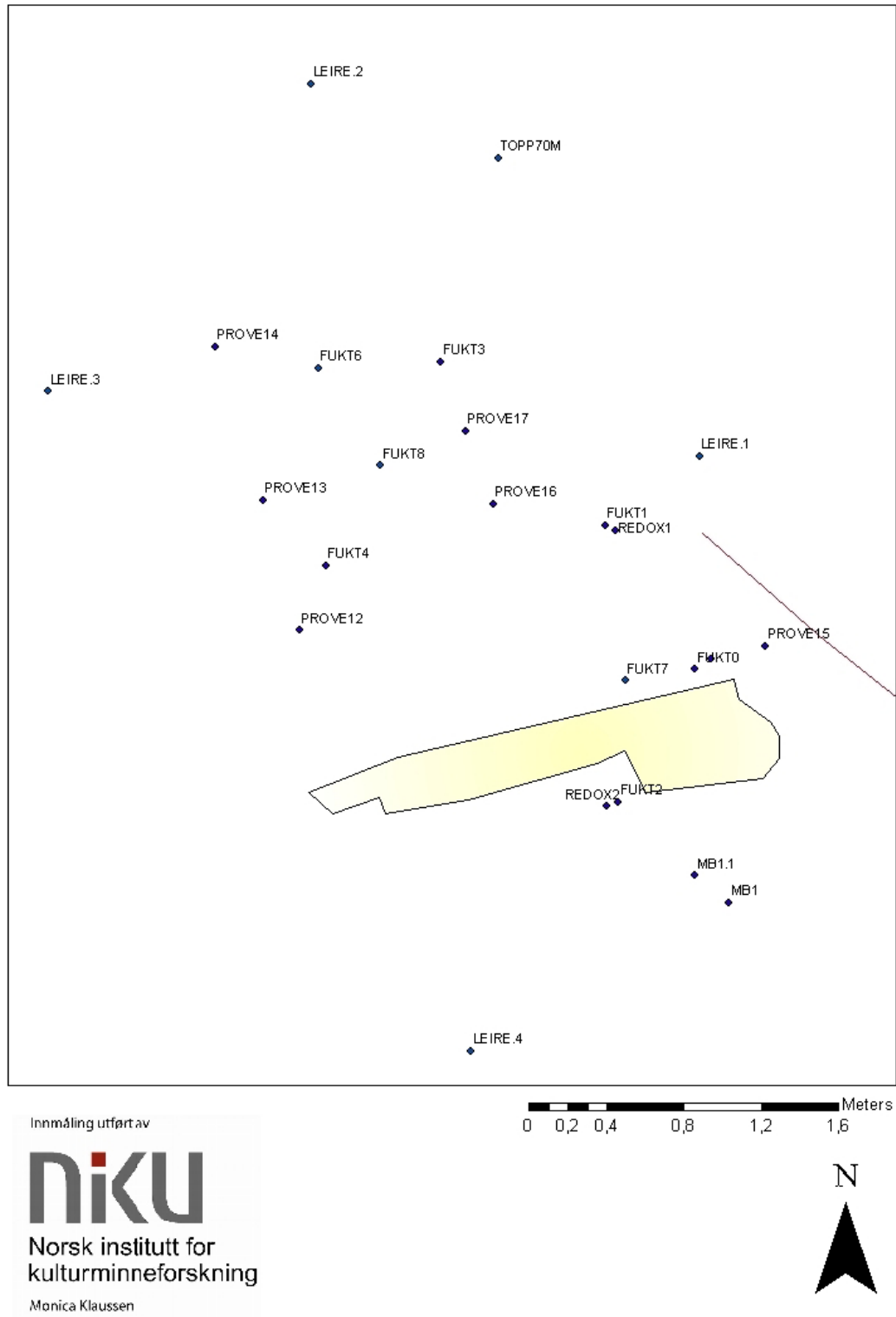
2.3 Overvåkingsutstyr

Overvåkingen gjennomføres både i grunnvann og i umettet sone (sone over grunnvannstanden). I både umettet og mettet sone ble det installert opp til 10 sensorer for overvåking av jordfuktighet, temperatur og elektrisk ledningsevne både i sikringslag over båten og i kulturlag rundt båten. Både over, ved siden av og under båten ble det overvåket redokspotensiale ved hjelp av 3 sensorer fra Hanna instrument nr HI2930B/5. Sistnevnte parametre er egnet til å dokumentere mulig transport av oksygen til kulturlagene, varmetransport fra fjernvarmerørene til kulturlag og uttørking av både kultur- og sikringslag. Alle sensorene satt inn i kulturlagene omkring båten er koblet til et skap ved siden. Disse dataene overføres trådløst ved hjelp av modem/telefoni.

Grunnvannsbrønnen ble satt ned i en dybde på 3 m under veioverflaten. Miljøbrønnen som ble satt ned har slått seg slik at planlagt overvåking av redoksforhold ikke ble mulig. Det ble kun plass for en smal multiparametersonde i brønnen som kontinuerlig overvåket vannstand, temperatur, og el. ledningsevne. Loggeren er en SEBA Datalogger type Log com med sensorer type MPS-D3 som registrerer vannstand, temperatur, og konduktivitet (el. ledningsevne). Disse data må hentes manuelt og vil være utfordrende vinterstid avhengig av snømengde.



Figur 1
Oversikt over prøvetakingshull innen undersøkelsesområdet. Prøve 1-7. Bunn ble analysert for bevaringsforhold. Båten er markert med gult. Opplysninger om koordinater og høyder for hvert borehull er vist i vedlegg 1.



Figur 2

Oversikt over prøvetakingshull innen undersøkelsesområdet. Prøver12 til 17 viser prøver ved siden av båten. Båten er markert med gult. Opplysninger om koordinater og høyder for hvert borehull er vist i vedlegg 1.

3. Resultater

3.1 Status miljøovervåking av profilveggene omkring båten i umetta og metta sone 2011

Temperaturene i grunnvannet og i kulturlagene omkring båten har sunket i 2011 sammelignet med første data beskrevet fra året 2010(Bergersen, 2011). Snittverdiene på sensorene viser alle 13-14°C igjennom hele året (figur 6 og vedlegg 2) mot 15-17°C i 2010. Temperaturen har ikke økt pga fjernvarmerørene. Den stabile temperaturen påvirkes ikke av naturlige svingninger i utetemperaturen, men varmetap fra hus i kort avstand fra båten. Temperaturen nå ligger nærmere grunnvannets temperatur på 13°C målt i miljøbrønn (figur 6 og vedlegg 2).

En positiv ting er at frysing og tining påvirkning ikke skjer ved de registrerte temperaturer. Ustabile temperaturforhold kan ødelegge kulturminner.

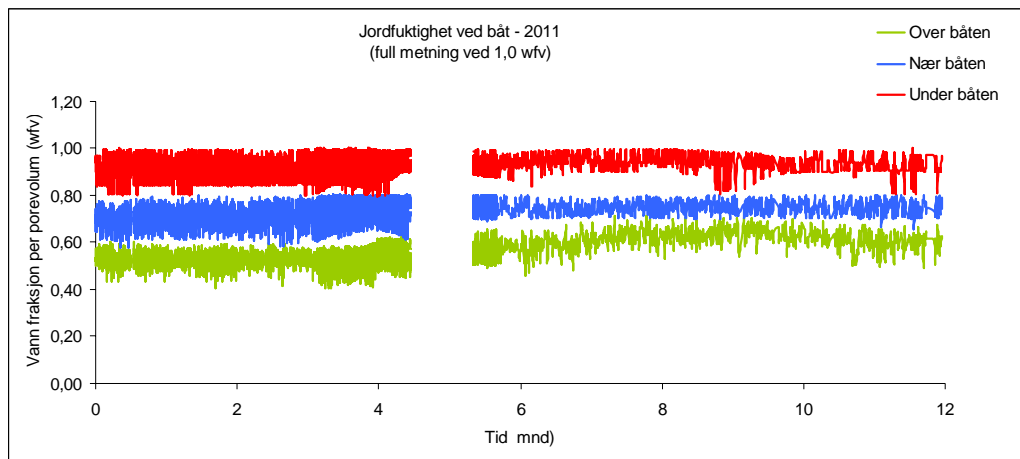
Resultatet fra 2011 viser at porevolumet med høy volum % vann er til stede. 90 % under båten, 70% nær båten og 50 % fylte porer over båten viser at miljøet omkring båten er vannmettet (Figur 3 og vedlegg 2).

Dette indikerer at det ikke er mye rom for luft å trenge ned til båten som ligger nær og i grunnvannivået målt i miljøbrønn (figur 6 og vedlegg 2).

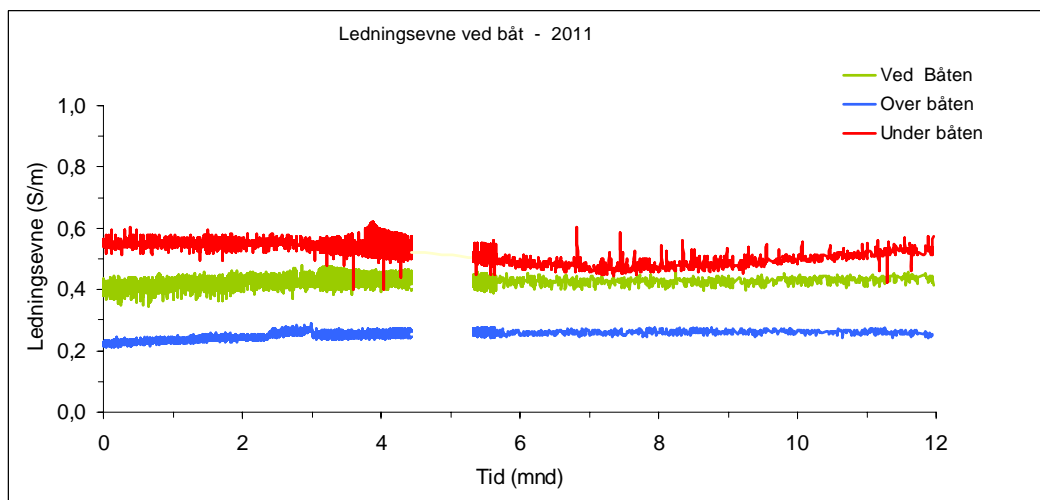
Ledningsevnen er stabil i hele perioden og høyest i den mest våte delen av overvåkingsgrøften (figur 4). Ny informasjon fra rapporten i 2010 er måling av redokspotensialet som informere om det er oksiderende forhold eller ikke. Redoksforholdene under båten viser gode og utmerkede forhold på (-480mV). Verdiene nær båten viser snitt på litt over -50mV som tilsvarere ca middels bevaringsforhold. Verdiene over båten ligger på +337mV i snitt (figur 5). Denne delen påvirkes mer av de svake fluktasjonene i grunnvannet (figur 6 og vedlegg 2)

3.2 Status miljøovervåking i mettet sone fra miljøbrønn 2011

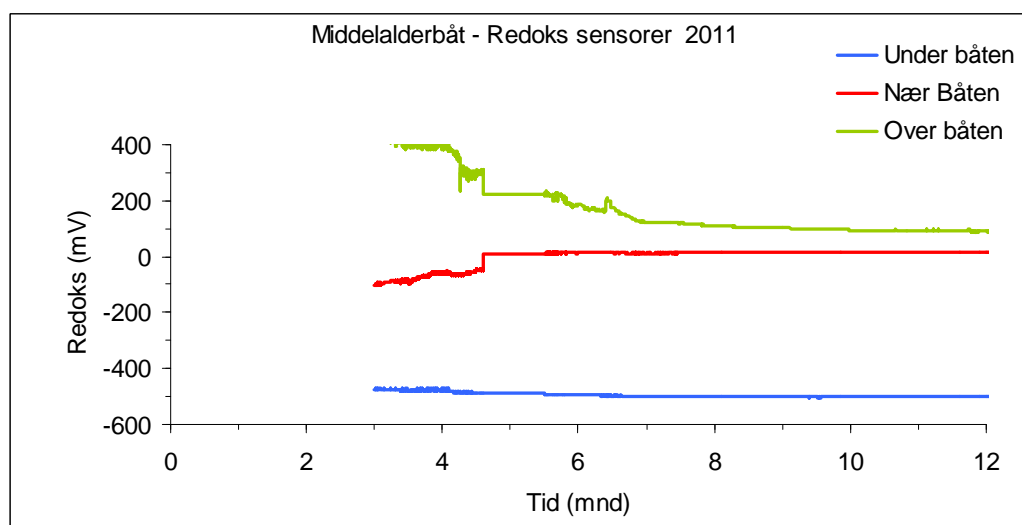
Overvåking av grunnvannspeilet i miljøbrønn ved båten viser stabile forhold (figur 6). Grunnvannspeilet ligger ca på 1,76m under bakkenivå i gjennomsnitt, med laveste verdi på 1,23 m i vinterhalvåret og høyeste på 2,29m i nedbørike perioder (vedlegg 2). Båten ligger fra 1,44m og ned til ca. 1,70m som viser at båten ligger under grunnvannspeilet store deler av året. Lite nedbør i sommerhalvåret kan senke grunnvannet slik at deler av båten blir liggende noe mindre vannmettet. Videre overvåking vil gi svar på sistnevnte. Ledningsevne, saltinnhold og løste partikler viser alle en nedgang etterfulgt av et stabilere nivå i siste halvdel av 2011 (figur 6 vedlegg 2).



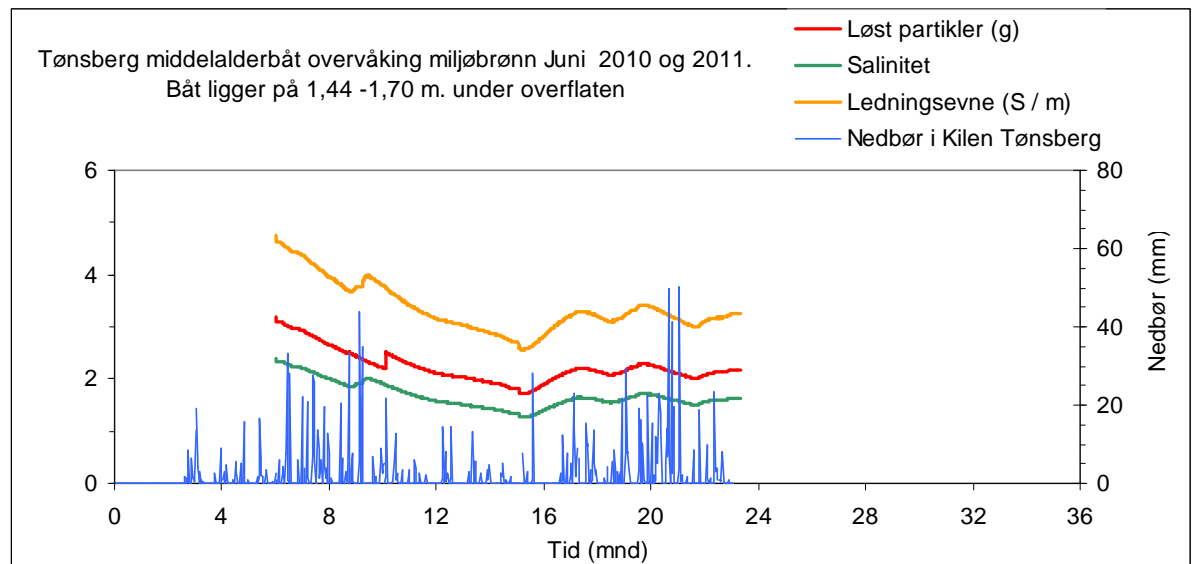
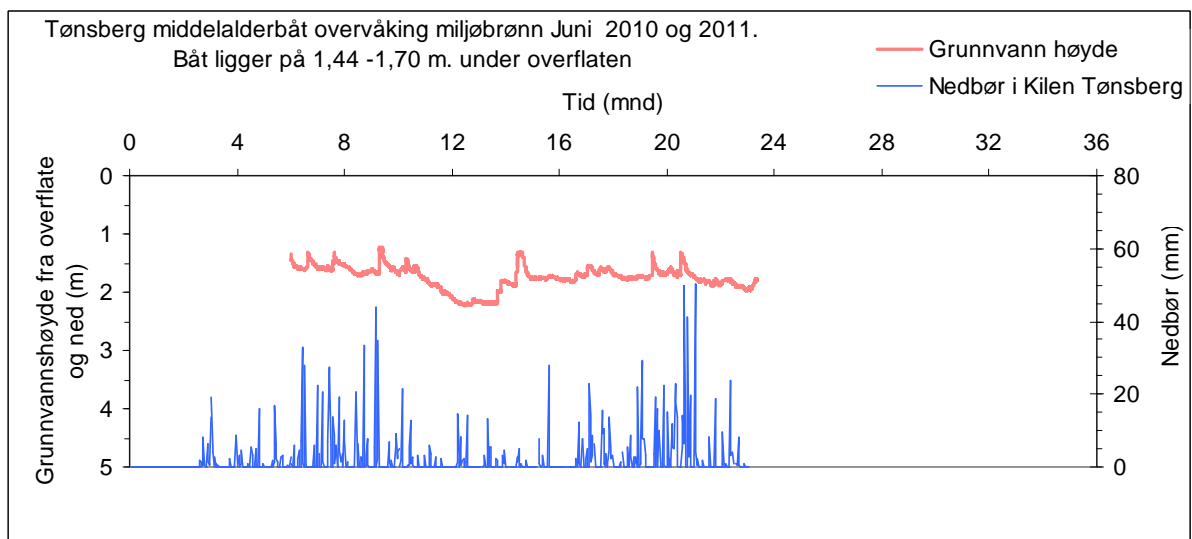
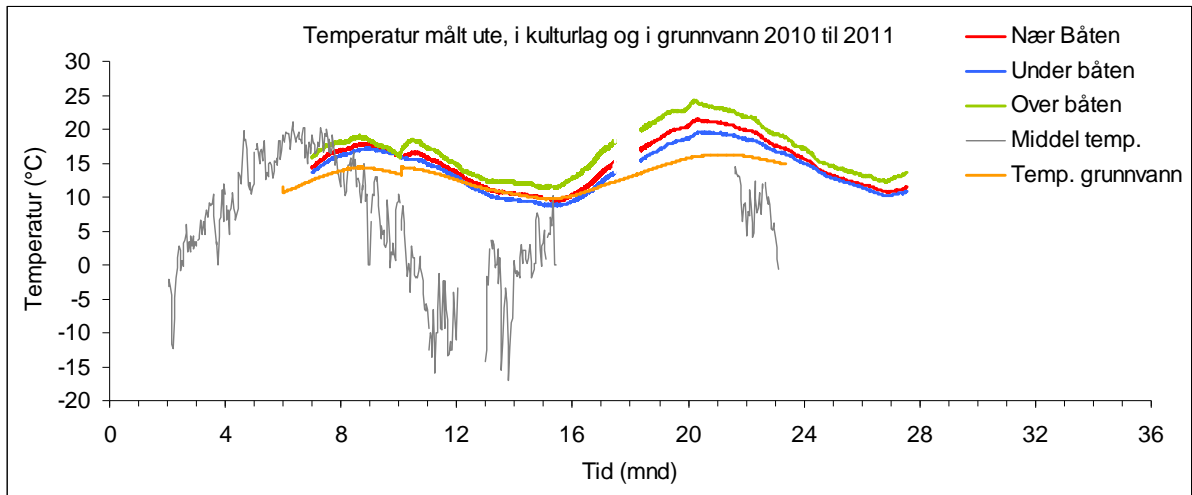
Figur 3
Fuktighet registrert i profilveggen omkring båten. Figuren viser gjennomsnittverdier. Verdien 1 wfv er 100 % metning av porevolum med vann.



Figur 4
Ledningsevne registrert i profilveggen omkring båten. Figuren viser gjennomsnittverdier.



Figur 5
Redoksforholdene omregnet og beregnet omkring Middelalderbåten i 2011.



Figur 6
Overvåking av temperatur, grunnvannstand, ledningsevne, saltinnhold og løste partikler i miljøbrønnen satt ned like ved båten fra juni 2010 ut 2011.

4. Referanser

Bergersen, Ove. 2011. Miljøovervåking av middelalderbåt i fjernvarmegrøft ved Nedre Langgate 19, Tønsberg. Bioforsk rapport nr 7.2011.

5. Vedlegg

Oversikt over vedlegg

1. Koordinatliste for grøft å middelalderbåten.
 2. Gjennomsnittverdier fra de ulike målesensorer ved båten.
-

Vedlegg 1

Koordinatliste

Innmålinger utført 19. og 21. oktober 2009 for Bioforsk

21.10.2009

Easting Lo	Northing L	Ortho Heig	Point ID
580283,52447	6570472,72915	1,62748	FUKT6
580285,1139	6570471,11072	1,69436	FUKT7
580283,84874	6570472,22547	1,93845	FUKT8
580236,439	6570505,118	2,867	HP2
580250,1993	6570523,07519	3,2294	HP3
580285,50008	6570472,27305	1,94799	LEIRE1
580283,48919	6570474,20175	1,93085	LEIRE2
580282,12945	6570472,60884	1,88575	LEIRE3
580284,31739	6570469,19101	1,95819	LEIRE4
580273,15911	6570483,89332	2,85684	STN1
580284,45793	6570473,817	2,74977	TOPP70M

Høydemålene er angitt i m.o.h.

21.10.2009

Easting Lo	Northing L	Ortho Heig	Point ID
580285,47528	6570471,17028	1,21707	FUKT0
580285,01152	6570471,91557	1,11623	FUKT1
580285,07809	6570470,48294	1,31151	FUKT2
580284,1619	6570472,7612	1,17527	FUKT3
580283,56534	6570471,70693	1,30559	FUKT4
580236,439	6570505,118	2,867	HP2
580250,1993	6570523,07519	3,2294	HP3
580285,65067	6570469,96058	1,53208	MB1
580285,47409	6570470,10057	2,14505	MB1.1
580283,42657	6570471,37171	1,30263	PROVE12
580283,23849	6570472,04453	1,23397	PROVE13
580282,99383	6570472,84019	1,41265	PROVE14
580285,84333	6570471,29087	0,92584	PROVE15
580284,43426	6570472,02731	1,18652	PROVE16
580284,28745	6570472,40449	1,17365	PROVE17
580285,56332	6570471,22385	1,16703	REDOX0
580285,06481	6570471,88902	1,10436	REDOX1
580285,01752	6570470,45977	1,30913	REDOX2
580273,27628	6570483,90856	2,85426	STN1

Høydemålene er angitt i m.o.h.

KOORDINATLISTE – OMRIS BÅTBORD

PKT.NR.	X	Y	H.O.H
85	580285,67974	6570471,12259	1,15506
86	580285,70104	6570471,01676	1,21184
87	580285,86831	6570470,89871	1,24766
88	580285,91271	6570470,82643	1,2475
89	580285,91421	6570470,71194	1,27328
90	580285,83058	6570470,60546	1,27798
91	580285,22389	6570470,53309	1,2529
92	580285,10833	6570470,74751	1,24034
93	580284,96983	6570470,68619	1,32474
94	580284,3021	6570470,49593	1,34467
95	580283,87482	6570470,4253	1,38278
96	580283,8396	6570470,50747	1,29687
97	580283,59968	6570470,41955	1,27376
98	580283,47599	6570470,53168	1,1768
99	580283,93788	6570470,71626	1,12017

Kordinatliste prøver rundt båten 1-7

PKT.ID	X	Y	H.O.H.
PROVE1 TOPP	580286,23142	6570470,72332	1,34104
PROVE1 BUNN	580286,16705	6570470,81685	1,22058
PROVE2 TOPP	580285,90866	6570470,24747	1,34537
PROVE2 BUNN	580285,88727	6570470,34977	1,18854
PROVE3 TOPP	580285,32064	6570470,00723	1,34742
PROVE3 BUNN	580285,28254	6570470,07603	1,23474
PROVE4 TOPP	580284,65935	6570469,71458	1,38893
PROVE4 BUNN	580284,59327	6570469,82053	1,2512
PROVE5 TOPP	580285,23922	6570469,33477	1,39512
PROVE5 BUNN	580285,12451	6570469,44274	1,24832
PROVE6 TOPP	580285,75363	6570468,75876	1,39068
PROVE6 BUNN	580285,71179	6570468,88586	1,22028

PKT.ID	X	Y	H.O.H
PROVE7 TOPP	580284,33682	6570470,1457	1,40505
PROVE7 BUNN	580284,22514	6570470,19471	1,24922
TOPP GROFT	580286,14158	6570471,3837	2,82157

Vedlegg 2

Snittverdier målt fra de ulike sensorene ved Middeldalderbåt fra 2010- 2011

Viser snitt, maks og min verdier fra miljøbrønnen ved båten 2010 til 2011.

Miljøbrønn Båt	Temp ° C	Vannivå moh	Ledningsevne (mS)	Løst partikler (g)	Salinitet
Min	9,65	1,23	2,57	1,72	1,27
Max	16,21	2,29	4,75	3,19	2,41
Snitt	13,13	1,76	3,35	2,23	1,68

Snitt, maks og min verdi av redokspotensialet beregnet i profilveggen rundt båten.

Redoks	Under båten mV	Nær Båten mV	Over båten mV
Min	-502	-104	89
Max	-467	18	440
Snitt	-483	-52	337

Snitt, maks og min verdi av temperatur beregnet i profilveggen rundt båten.

Temperatur	Under båten	Nær Båten	Over båten
Min	8,8	9,3	9,8
Max	19,6	20,9	21,5
Snitt	12,7	13,2	14,1

*Snitt, maks og min verdi av fuktighet beregnet i profilveggen rundt båten.
Verdien 1wfv er 100 % metning av porevolum med vann.*

Fuktighet	Over båten	Nær båten	Under båten
Min	0,40	0,58	0,80
Max	0,71	0,80	1,00
Snitt	0,54	0,73	0,93

Snitt, maks og min verdi av ledningsevne beregnet i profilveggen rundt båten.

Ledningsevne Båt	Ved Båten S/m	Over båten S/m	Under båten S/m
Min	0,3	0,2	0,4
Max	0,5	0,3	0,6
Snitt	0,4	0,3	0,5