



# Kollsnes prosessanlegg

## Oppfølgende undersøkelser 2008

### Ferskvann og terrestrisk botanikk



**Hovedkontor**

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internett: www.niva.no

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Thormøhlensgt. 53D  
5006 Bergen  
Telefon (47) 2218 51 00  
Telefax (47) 55 23 24 95

**NIVA Midt-Norge**

Postboks 1266  
7462 Trondheim  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Kollsnes prosessanlegg. Oppfølgende miljøundersøkelser 2008. Ferskvann og terrestrisk botanikk.	Løpenr. (for bestilling) 5868-2009	Dato 30.11.2009
	Prosjektnr. Undernr. O-28325	Sider Pris 43
Forfatter(e) Hobæk, Anders Mjelde, Marit	Fagområde Forsuring	Distribusjon Fri
	Geografisk område Hordaland	Trykket NIVA
<i>Håland, Arnold (NNI) Stellberg, Jenfrid (NNI) Hult, Beate (NNI)</i>		

Oppdragsgiver(e) StatOilHydro ASA	Oppdragsreferanse Ive Helen Skaga
--------------------------------------	--------------------------------------

**Sammendrag**

Rapporten redegjør for oppfølgende miljøundersøkelser i nærområdet til Kollsnes prosessanlegg i 2008. Som en del av et langsiktig overvåkingsprogram omfattet undersøkelsene kjemiske og biologiske forhold i to innsjøer, samt vegetasjon og jordkjemiske forhold ved fem faste ruter på One og Blomøy. Innsjøene Stølevatn og Steinsvatn var begge næringsfattige. Innholdet av nitrogenforbindelser har variert tidligere år, men var ved undersøkelsene i 2008 lavt. Ingen langsiktige trender i vannkjemiske forhold kunne spores. Begge innsjøene er preget av tette bestander av stingsild, og særlig Stølevatn hadde høy algebiomasse i forhold til mengde næringssalter. Undersøkelser av vannplanter bekrefter at begge innsjøene er lite påvirket av næringssalter, men viste også at de er påvirket av forsuring. Vegetasjonsanalyser i fastrutene påviste bare mindre endringer i artssammensetning i forhold til tidligere år. Innholdet av karbon og nitrogen i jord og røssleng var som forventet ut fra naturlig suksesjon og skjøtsel, og synes upåvirket av utslipp fra prosessanlegget. Jordens innhold av kationer varierte mellom ruter og mellom år, trolig som følge av variabel deponisjon av salter fra havet.

Fire norske emneord 1. Miljøovervåking 2. Nitrogenoksider 3. Ferskvann 4. Terrestrisk botanikk	Fire engelske emneord 1. Environmental monitoring 2. Nitrogen oxides 3. Freshwaters 4. Terrestrial botany
--	---



Anders Hobæk  
Prosjektleder



Unn Hilde Refseth  
Forskningsleder



Bjørn Faafeng  
Seniorrådgiver

Kollsnes prosessanlegg

**Oppfølgende miljøundersøkelser 2008**

Ferskvann og terrestrisk botanikk

Forside: Røsslyng *Calluna vulgaris*, Kollsnes, september 2008 (foto A. Håland) og Stølevatnet fra sør, november 2008 (foto A. Hobæk).

## Forord

Denne rapporten redegjør for resultater av oppfølgende undersøkelser (miljøovervåking) i nærområdet til StatoilHydros prosessanlegg på Kollsnes i Øygarden 2008. NIVA har vært ansvarlig oppdragstaker for prosjektet og hatt ansvar for arbeidet i ferskvann. Norsk Naturinformasjon (NNI) har vært ansvarlig for terrestrisk biologi (vegetasjonsanalyser) som subkontraktør til NIVA, og har levert en egen rapport (NNI-rapport nr 202) for denne delen av prosjektet. NNIs rapport er inkludert som eget kapittel i foreliggende rapport, som altså er et totalprodukt for undersøkelsene på land i 2008. Vannkjemiske analyser er utført ved NIVAs laboratorium, mens AnalyCen har stått for de jordkjemiske analysene.

Takk til NNI ved Arnold Håland og til StatoilHydro ved Ive Helen Skaga for godt samarbeid under prosjektgjennomføringen.

Takk også til medarbeidere ved NIVAs Vestlandsavdeling: Henny Knudsen som har bistått i felt, og Evy Lømsland og Torbjørn Johnsen som har bearbeidet prøver av planteplankton.

Bergen, november 2009

*Anders Hobæk*

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>6</b>
<b>1. Undersøkelser i ferskvann</b>	<b>7</b>
1.1 Bakgrunn	7
1.2 Materiale og metoder	7
1.2.1 Områdebeskrivelse	7
1.2.2 Innsjøene	7
1.2.3 Hydrografi, vannkjemi og plankton	9
1.2.4 Vannplanter	10
1.3 Resultater	11
1.3.1 Hydrografi og vannkjemi	11
1.3.2 Plankton	15
1.3.3 Vannplanter	17
1.4 Konklusjoner	20
1.5 Referanser	20
<b>2. Terrestrisk botanikk</b>	<b>21</b>
2.1 Innledning	22
2.2 Studieområde, materiale og metoder	23
2.2.1 Lokalisering av fastrutene	23
2.2.2 Feltmetoden	24
2.2.3 Fastrutene	24
2.2.4 Jord- og planteprøver	28
2.3 Resultater	29
2.3.1 Plantesamfunn og arter	29
2.3.2 Jordprøver	32
2.3.3 Planteprøver	34
2.4 Oppsummering og konklusjoner	36
2.5 Referanser	37
<b>Vedlegg A. Termer, uttrykk og definisjoner</b>	<b>38</b>
<b>Vedlegg B. Jordkjemiske analyser</b>	<b>40</b>
<b>Vedlegg C. Planteplanktontabeller</b>	<b>42</b>

# Sammendrag

Rapporten redegjør for oppfølgende miljøovervåking ved prosessanlegget på Kollsnes i Øygarden i 2008. Programmet omfattet dels kjemiske og biologiske undersøkelser i ferskvann (to innsjøer), og dels vegetasjonsanalyser og kjemiske undersøkelser av jord og lyng ved fem fastruter i nærheten av anlegget. Undersøkelsene inngår i en lengre tidsserie, og resultatene er sammenlignet med tidligere registreringer.

Vannkjemiske målinger viste at begge innsjøene er næringsfattige. Målingene viste ingen tegn til vannkjemiske endringer som kan tilskrives utslipp fra prosessanlegget. Derimot synes biologiske forhold å forårsake at innsjøene hadde høyere algebiomasse enn forventet ut fra innholdet av næringssalter. Dette antas å henge sammen med kaskade-effekter av beiting på dyreplankton fra tette bestander av stingsild. Forholdet var mest påfallende i Stølevatnet.

Vannbotaniske registreringer bekrefter at innsjøene ikke er overgjødset, og begge hadde "God økologisk status" med hensyn på næringssalter etter kriterier utviklet for Vanndirektivet. Vannplantene indikerer imidlertid en viss forsuringpåvirkning i begge innsjøer, og mest markert i Steinsvatnet. Dette er også i samsvar med kjemiske målinger fra 1990-tallet.

Kystlyngheiene er et kulturlandskap, og som naturtype et produkt av menneskelig bruk og skjøtsel. Vegetasjonsanalyser i fastruter på land viste små endringer i artssammensetning og dominans. Disse endringene kan settes i sammenheng med naturlig suksesjon i vegetasjonen og med skjøtsel av kulturlandskapet. Det samme gjelder endringer i jordens pH og innhold av karbon og nitrogen, og innholdet av karbon og nitrogen i røsslyng. Innholdet av basekationer (Ca, Mg, K, Na) i jord varierte mellom stasjoner og mellom år uten tydelige trender. Variasjonen er trolig knyttet til varierende deposisjon av salter fra havet. De terrestre undersøkelsene viste ingen klare indikasjoner på påvirkning fra prosessanlegget.

Både for innsjøene og vegetasjonen på land var dynamiske endringer knyttet til naturlige prosesser de mest iøynefallende aspekter ved resultatene av undersøkelser i 2008 sammenlignet med tidligere år.

## Summary

Title: Kollsnes gas terminal. Environmental surveillance 2008: Freshwaters and terrestrial botany.

Year: 2009

Author: Hobæk, A., Mjelde, M., Håland, A., Stellberg, J., Hult, B.

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-5603-1

This report presents the results of environmental surveillance on land in the vicinity of the gas terminal at Kollsnes, Øygarden in Hordaland, Norway. The surveillance program consisted of a freshwater component, including chemical and biological conditions in two lakes, and a terrestrial component, encompassing vegetation analysis of fixed plots as well as chemical contents of heather and soil from the same plots. The program is part of a time series, and results are compared with previous data.

Both of the examined freshwater lakes were nutrient poor, and we detected no chemical changes or trends that could be attributed to discharges from the gas terminal. However, biotic interactions seem to be responsible for unexpectedly high phytoplankton biomass levels relative to the low nutrient (phosphorus) levels. This can be explained by cascading effects of intense fish predation on zooplankton by dense populations of three-spined sticklebacks. These effects were most evident in Lake Stølevatn.

The species composition of aquatic vegetation confirmed that the lakes are not overloaded with nutrients, and both lakes met the standards of 'Good ecological status' (defined within the Water Framework Directive as implemented in Norway). However, the aquatic vegetation also indicated that both lakes are somewhat impacted by acidification. This impact was most pronounced in Lake Steinsvatn. Acidification was also indicated by chemical parameters measured in the 1990's.

The coastal heather vegetation forms a landscape type created by and maintained by human activities. Analyses of vegetation composition (vascular plants and mosses) in fixed plots showed minor changes compared with previous years, as can be expected from natural succession and how the landscape has been exploited and maintained (grazing, fires). The same can be said for soil pH and its contents of carbon and nitrogen, and for the carbon and nitrogen contents in heather. The soil contents of cations (Ca, Mg, K and Na) indicated considerable variation between years, but no directional trends could be discerned. This variability is probably associated with variable deposition of sea salts. The terrestrial surveillance data showed no changes attributable to aerial discharge from the gas terminal.

In both the terrestrial and limnic ecosystems, dynamic changes caused by natural processes (succession, biotic interactions) were the most conspicuous aspects of the 2008 results compared with previous years.

# 1. Undersøkelser i ferskvann

## 1.1 Bakgrunn

På Kollsnes, SV på øya One i Øygarden, ble et større prosessanlegg satt i drift i 1996. Etter utbyggingen, har det vært gjennomført overvåkingsundersøkelser i nærområdene for en rekke naturfaglige tema, inkludert terrestrisk biologi, marinbiologi, grunnvann, ferskvann og marine sedimenter. Gjennom prosessering og fakling av gass har anlegget en del utslipp til luft. Miljøovervåkingen på landsiden har derfor vært innrettet primært for å detektere eventuelle effekter av nitrogenoksider fra luftutslipp.

## 1.2 Materiale og metoder

### 1.2.1 Områdebeskrivelse

Kollsnes i Øygarden ligger i kystlyngheisonen (Moen 1998), sentralt på Vestlandet i Øygarden kommune, Hordaland. Området er lavt og kupert og preget av forblåste fjellknauser og lyngheier. Mellom knausene og heiene finnes små dalsøkk av mer frodig karakter, med grasmark, myrer og små innsjøer, dammer og tjern. Berggrunnen består i alt vesentlig av gneis. Lyngheilandskapet er betinget av århundrers bruk og pleie, først og fremst gjennom beiting og brenning for å holde beiteområdene i hevd. Jordsmonn og avrenning blir også påvirket av beite og brenning. Direkte avrenning til innsjøene fra gjødslet mark synes å være nokså begrenset i området. Noe innmark finnes på brukene som ligger langs østsiden av Stølevatnet.

Nærheten til havet medfører at innsjøer og vassdrag vannkjemisk sett er preget av ioner av marin opprinnelse. I tillegg har langtransportert svovel fra kontinentet og England ført til forsuring av vassdrag langs Vestlandskysten. Nitrogenoksider kan ha en forsurende effekt i vann tilsvarende den fra svovel, men siden nitrogen gjerne er et begrensende næringsstoff for landplanter, vil dette først og fremst fanges opp i jordsmonn og vegetasjon.

### 1.2.2 Innsjøene

Noen karakteristika for innsjøene er vist i Tabell 1. Etter innsjøtypologien som benyttes i Vann-direktivet er begge innsjøene små og grunne (middeldyp < 15 m) lavlandssjøer. Basert på målinger av kalsium og totalt organisk karbon (se resultatene) er begge innsjøene kalkfattige og klare. I det norske systemet blir dette innsjøtype 1. Middeldypet for Steinsvatn er riktignok ikke kjent siden det ikke finnes dybdekart, men ut fra registreringene i felt er det lite trolig at middeldypet er over 15 m.

**Tabell 1.** Geografiske og morfologiske data for de undersøkte innsjøene. UTM-kordinater refererer til prøvetakingspunkt for vertikale profiler, og er angitt i UTM sone 32. Dybdeforholdene i Steinsvatn er ikke kjent i detalj, og her er ført opp dypeste registrering med ekkolodd i 2008.

Innsjø	NVE innsjønr	UTM øst	UTM nord	Hoh, m	Areal, km <sup>2</sup>	Max dyp, m
Stølevatn	26418	273127	6722325	24	0,033	10,5
Steinsvatn	26463	273483	6718864	26,5	0,1257	28

Stølevatn ligger 24 m.o.h., har et areal på 0,033 km<sup>2</sup> og et maksimaldyp på vel 10 m. Middeldyp er anslått til 4,6 m (Kambestad m.fl. 1992). Denne lille innsjøen er demmet opp ved utløpet for bruk som drikkevannskilde (**Figur 1**). I følge kommunen tappes det lite herfra, slik at vannstanden varierer lite. Ved begge besøk i 2008 var bassenget fullt. I følge kommunen tappes det vann fra ca 8 m dyp i innsjøen. I tillegg til kommunal vannforsyning har flere gardsbruk langs østbredden egne vannuttak fra innsjøen. Som forventes for en drikkevannskilde, er det meste av nedbørfeltet tilsynelatende uberørt.



Fra naturens side har det nok vært mer skog i nærområdet, og dette ville trolig ha gitt en vannkvalitet i innsjøen mer preget av humus fra jordsmonnet.

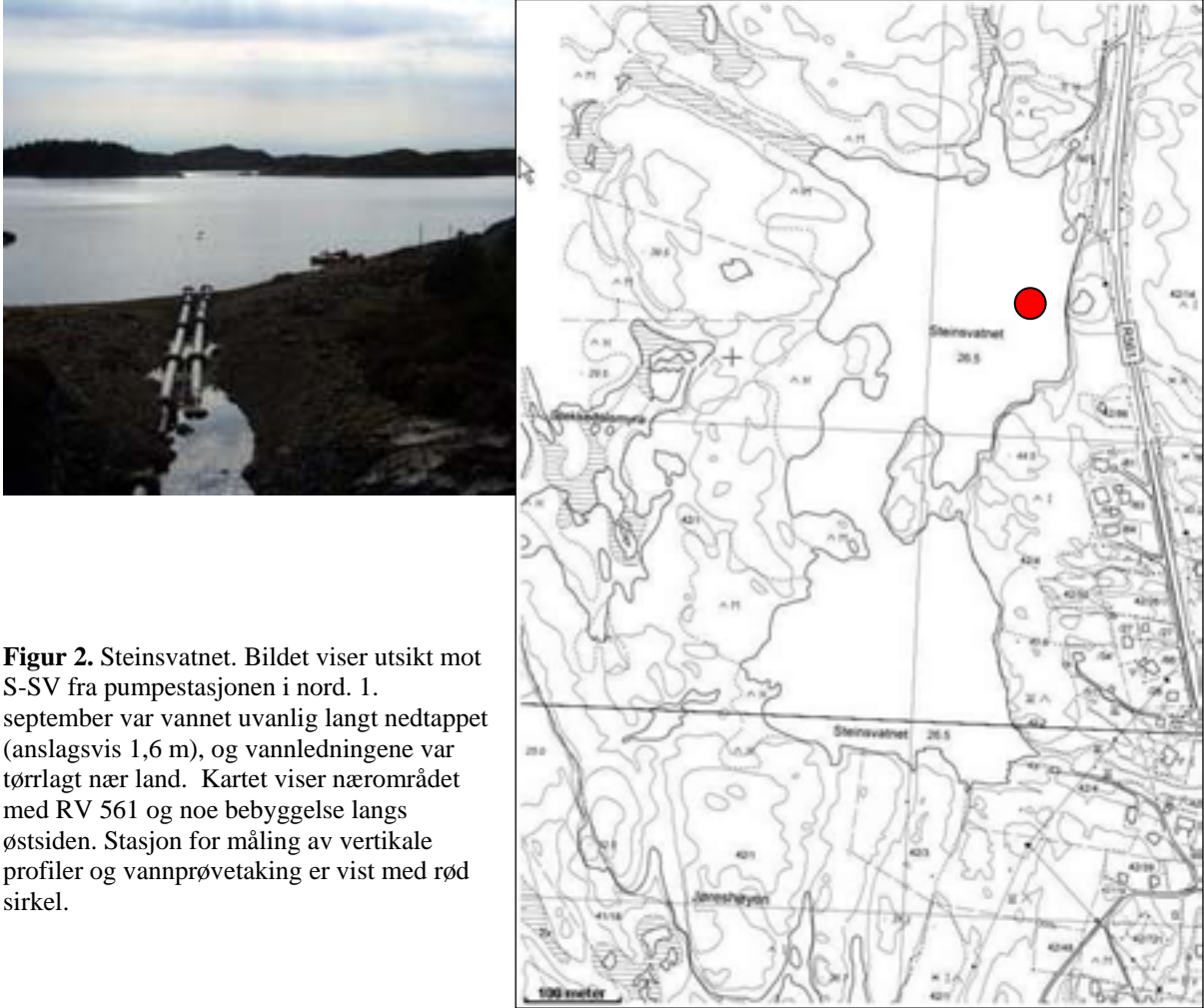
Stølevatnet var med i forundersøkelsene i 1992 (Kambestad m. fl. 1992). Da ble både hydrografiske, vannkjemiske og biologiske parametre tatt med. Siden har det bare vært registrert hydrografiske og vannkjemiske parametre i 1995, 1997 og 2003 (Multiconsult 2004).



**Figur 1.** Stølevatnet. Bildet viser utsikt nordover fra demningen ved utløpet i sør. Kartet viser nærområdet med flere gardsbruk på østsiden. Stasjon for måling av vertikale profiler og vannprøvetaking er vist med rød sirkel.

Steinsvatn på Blomøy er med et areal på 0,1257 km<sup>2</sup> større enn Stølevatnet. Det er også dypere, men det foreligger ikke dybdekart. Vi kjenner derfor ikke middeldyp og volum. Innsjøen er drikkevannsmagasin, og består av to bassenger adskilt av et grunt sund (se Figur 2). Største dyp registrert med ekkolodd var 28 m, men dette var upålitelig. I praksis viste 25 m seg å være det største dyp vi klarte å ta prøver fra. Dette området lå nær land på østsiden av det nordre bassenget, under en bratt fjellvegg. Kommunen bekrefter at dette er det dypeste område i innsjøen. I det søndre bassenget var 23 m det største dypet vi registrerte med ekkolodd.

Fra Steinsvatnet kjenner vi fra tidligere bare en enkel vannkjemisk vurdering (Johnsen og Bjørklund 1993), men Øygarden kommune har vannkjemiske data fra regelmessig drikkevannskontroll.



**Figur 2.** Steinsvatnet. Bildet viser utsikt mot S-SV fra pumpestasjonen i nord. 1. september var vannet uvanlig langt nedtappet (anslagsvis 1,6 m), og vannledningene var tørrlagt nær land. Kartet viser nærområdet med RV 561 og noe bebyggelse langs østsiden. Stasjon for måling av vertikale profiler og vannprøvetaking er vist med rød sirkel.

### 1.2.3 Hydrografi, vannkjemi og plankton

Dybdeforholdende ble registrert med et lite håndholdt ekkolodd (Plastimo Echotest). Fra Stølevatn foreligger dybdekart (Kambestad m. fl. 1992), men i Steinsvatn måtte vi lete oss fram til største dyp. Ved innsjøenes dypeste punkt ble vertikale profiler av temperatur og oksygen registrert med en Seabird SBE 19 sonde. Sonden målte en gang pr. sekund, og data ble logget i interminne for senere avlesning. Vannprøver for kjemisk analyse ble tatt med en Ruttner vannhenter på ulike dyp og tappet direkte på prøveflasker. Prøver til kontrollmåling av oksygen med Winkler-metoden ble tappet på lufttette glassflasker, tilsatt reagenser og korket tett for senere titrering i laboratoriet. Siktedyp og visuell vannfarge ble målt med en hvit Secchi-skive (diameter 25 cm).

Planteplankton ble samlet inn ved å blande vann tatt med vannhenteren fra hver 0,5 m dyp ned til 5 m i en bøtte. Her ble alt blandet, og en delprøve tatt ut og fiksert med Lugols løsning. Dyreplankton ble samlet inn ved vertikale trekk (10-0 m i Stølevatn, 25-0 m i Steinsvatn) med en planktonhåv (diameter 30 cm, maskevidde 90 µm). Organismer og partikler som ble holdt igjen i håven ble samlet opp i en filterkopp nederst i håven, og herfra spylt over i prøveglass vha. en spruteflaske og en trakt. Prøvene ble konserverte i 90 % etanol.

I laboratoriet ble en delprøve av hver planteplanktonprøve sedimentert over natten, og deretter ble alger identifisert og talt opp i et omvendt mikroskop. Algenes biovolum ble beregnet ved å måle ulike

dimensjoner av cellene, og med grunnlag i ulike geometriske modeller ble cellenes volum beregnet og ganget opp til biovolum for hver art. Biovolum ble uttrykt som mm<sup>3</sup>/L.

Dyreplanktonprøvene inneholdt uvanlig få dyr, og ble gjennomgått i sin helhet under stereolupe. Enkelte arter ble identifisert i mikroskop etter disseksjon. Mengdeangivelsene er for disse prøvene angitt langs en 5-delt relativ skala (fra enkelt-individer til dominerende). Fordi prøvetakingen ikke er kvantitativ i utgangspunktet, ansees artssammensetning og dominans som mer informative størrelser enn absolutte antall i prøvene.

#### **1.2.4 Vannplanter**

Makrovegetasjon (høyere planter) er planter som har sitt normale habitat i vann. De deles ofte inn i helofytter (sivvegetasjon, sumpplanter) og "ekte" vannplanter. Helofyttene er semi-akvatiske planter med hoveddelen av fotosyntetiserende organer over vannflata det meste av tida og et velutviklet rot-system. Vannplantene er planter som vokser helt neddykket eller har blader flytende på vannoverflata. Disse kan deles inn i 4 livsformgrupper: isoetider (kortskuddsplanter), elodeider (langskuddsplanter), nymphaeider (flytebladsplanter) og lemnider (frittflytende planter). I tillegg inkluderes de største algene, kransalgene.

Vannvegetasjonen i Stølsvatnet og Steinsvatnet ble undersøkt 1. september 2008. Registreringene ble foretatt i henhold til standard prosedyre, ved hjelp av vannkikkert og kasterive fra båt. Kvantifisering av vegetasjonen er gjort etter en semi-kvantitativ skala, hvor 1=sjelden, 2=spredt, 3=vanlig, 4=lokalt dominerende og 5=dominerende.

Alle dybdeangivelser er gitt i forhold til vannstand ved registreringstidspunktet. Navnsettingen for karplantene følger Lid og Lid (2005).

Vurdering av økologisk status for vannvegetasjonen er basert på det foreløpige klassifikasjonssystemet for ferskvann ([www.vannportalen.no](http://www.vannportalen.no)).

## 1.3 Resultater

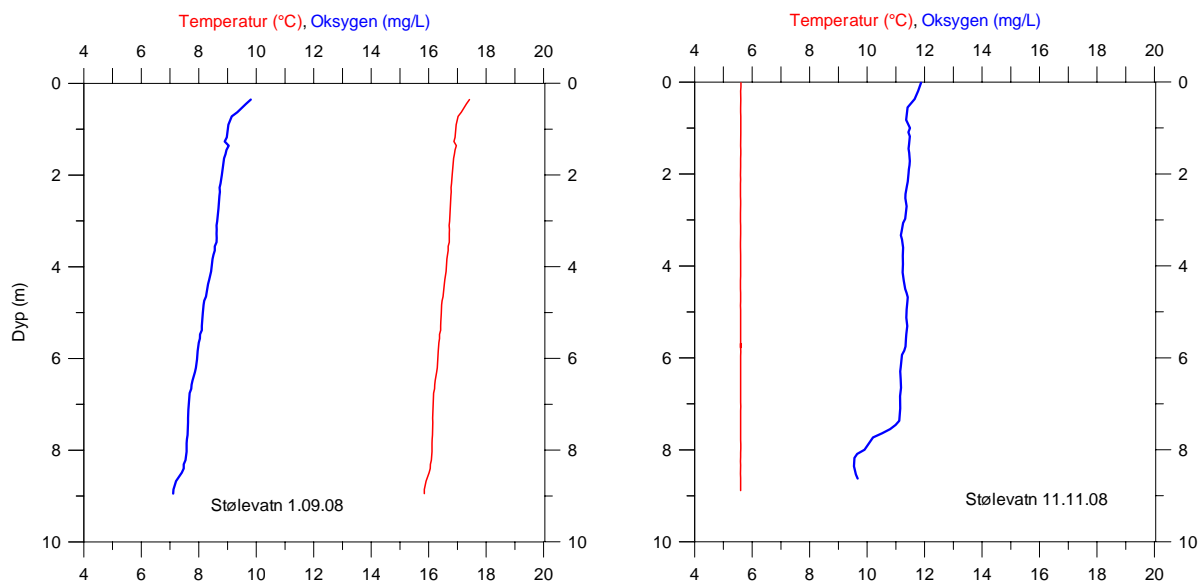
Feltundersøkelsene ble gjort på begge innsjøer 1. september og 11. november 2008. Det ble gjort hydrografiske registreringer og tatt prøver for vannkjemi, dyre- og planteplankton begge datoer. Vannvegetasjon ble bare undersøkt 1. september.

Vannstanden var normal (dvs. fullt) i Stølevatnet ved begge tidspunkt. Steinsvatnet var derimot ganske nedtappet i september (jfr. Figur 2), mens det i november var nesten fullt (ca 0,2 m under max).

### 1.3.1 Hydrografi og vannkjemi

#### Stølevatnet

Temperaturprofilen i september viste bare en svak gradient, og dermed at innsjøen hadde nesten helt sirkulert (Figur 3). Oksygeninnholdet viste en tilsvarende svak gradient, med høyt innhold av O<sub>2</sub> i alle dyp. I november var temperaturkurven helt rett, med 5,6 °C gjennom hele vannsøylen. Oksygenkurven tydet imidlertid på at de dypeste lagene hadde stagnert en stund, med et visst forbruk av oksygen. Konsentrasjonen var likevel god (>9 mgO/L). Dette mønsteret med svak eller manglende lagdeling om høsten er observert i alle tidligere undersøkelser. Bare i juli 1992 ble en tydelig lagdeling med varmerre vann i de øverste lagene påvist (Kambestad m. fl. 1992).



**Figur 3.** Hydrografiske profiler (temperatur og oksygeninnhold) i Stølevatn 1. september og 11. november 2008. Registreringer er gjort med en Seabird SBE 19 sonde. Oksygenmålingene er kalibrert med titrimetriske målinger fra 1 og 9 m dyp.

Siktedypet var 4,9 m i september og 5,75 m i november. Vannfargen varierte fra grønnlig gul til gullig grønn.

Konduktivitet gir et uttrykk for totalt ioneinnhold, og varierte lite mellom 7,76 og 7,99 mS/m (Tabell 2). Dette er forholdsvis høyt, men naturlig i et så kystnært område. Nivået er det samme som ble målt i 1991-92 (Kambestad m. fl. 1992). Det samme gjelder organisk karbon (2,8-3,1 mg C/L i overflate-laget.). pH-verdiene var forholdsvis gode i Stølevatn (6,2-6,5 i overflaten). Bare nær bunnen i september ble det målt en noe lav verdi (pH 6,08).

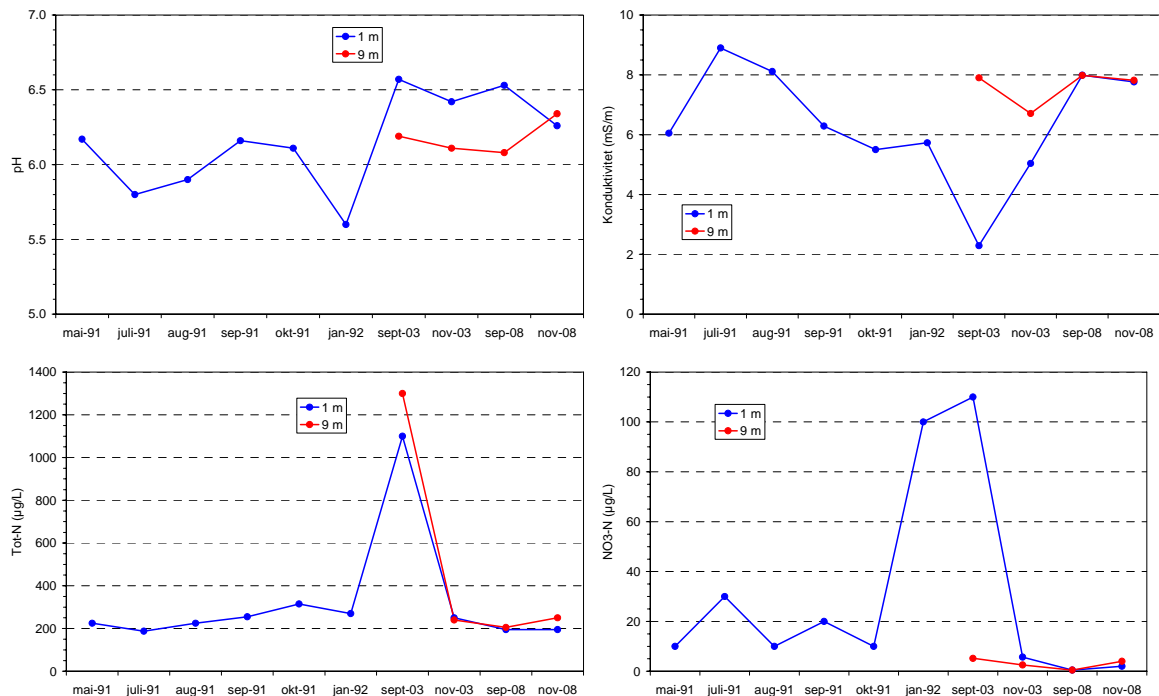
**Tabell 2.** Vannkjemiske analyser fra Stølevatnet 2008

Dato	Dyp m	pH	KOND mS/m	Ca mg/l	TOC mg C/l	Tot-P µg P/l	Tot-N µg N/l	NH <sub>4</sub> -N µg N/l	NO <sub>3</sub> -N µg N/l
1.09.08	1	6,53	7,99	1,53	2,8	5	195	4	<1
1.09.08	3	6,55					175	3	<1
1.09.08	6	6,46					215	<2	<1
1.09.08	9,5	6,08	7,98			9	205	4	<1
11.11.08	1	6,26	7,76	1,44	3,1	6	195	3	2
11.11.08	3	6,31					205	6	3
11.11.08	6	6,32					195	<2	1
11.11.08	9	6,34	7,82			6	250	19	4

Næringsstoffet fosfor lå lavt i Stølevatnet. Det ble målt litt forhøyet konsentrasjon av total-fosfor nær bunnen i september (9 µg P/L). Etter fullstendig omrøring i november fant vi 6 µg P/L både i overflaten og ved bunnen (Tabell 2).

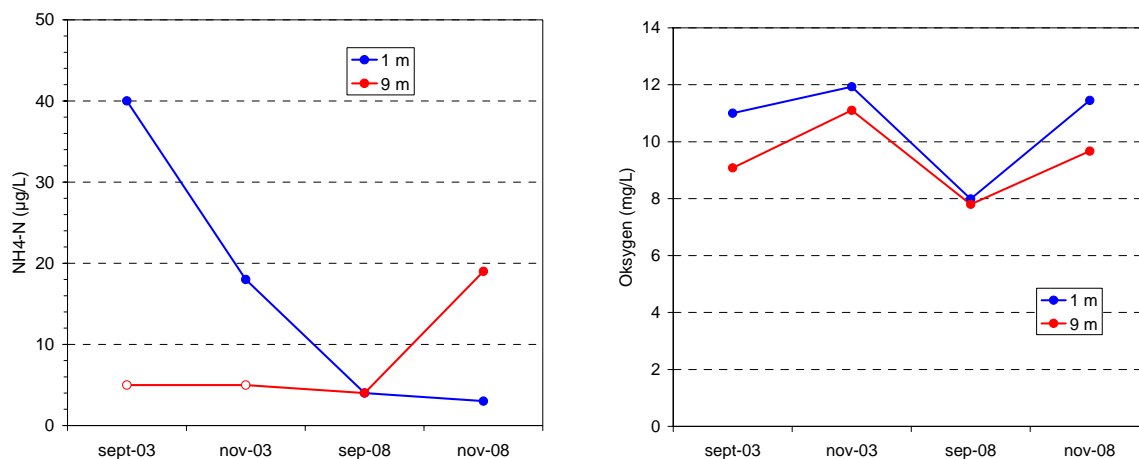
Konsentrasjonene av totalt nitrogen lå rundt 200 µg/L og varierte lite med dyp og tid. Nivået er moderat, og som forventet ut fra langtransportert nitrogenavsetning. I november var mengden litt høyere nær bunnen (Tabell 2). Nitrat var ikke målbart i september, og knapt målbart i november. Også ammonium-nitrogen lå svært lavt. På 9 m dyp i november målte vi 19 µg/L som høyeste registrering.

Variasjoner over flere år er vist i Figur 4 og Figur 5. Det mest bemerkelsesverdige i tidsseriene er særlig lav konduktivitet assosiert med høyt innhold av Tot-N og NO<sub>3</sub>-N i september 2003. Høyt innhold av nitrat ble målt også i januar 1992.



**Figur 4.** Målinger av A) pH, B) konduktivitet, C) total-nitrogen og C) nitrat-nitrogen i Stølevatnet fra 1991 til 2008. Tidligere data hentet fra Kambestad m.fl. (1992) og Multiconsult (2004). Merk at tidsaksen ikke er lineær, og bare viser sekvensen av målinger.

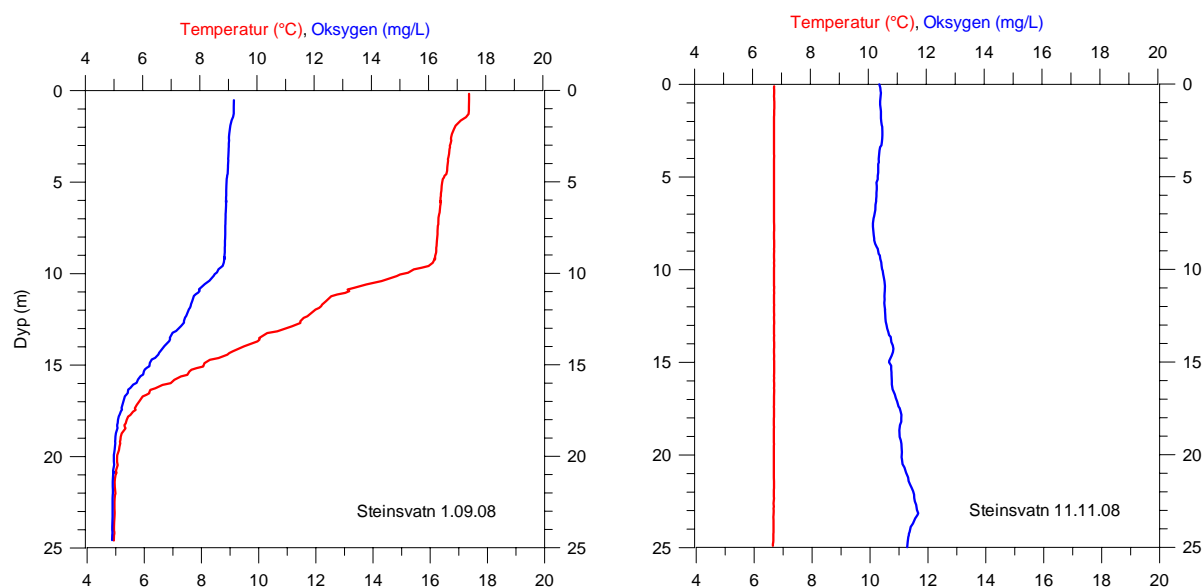
Det er ikke gitt noen forklaring på disse store utslagene i tidligere målinger. Det er imidlertid ingen tegn til systematisk trend i nitrogen-målingene sett over lengre tid. At konduktivitet og pH vil variere betydelig i dette sjøsaltpåvirkede området er som forventet. Høye konsentrasjoner av total-nitrogen og nitrat som observert i 1992 og 2003 kan tenkes å henge sammen med stor nedbør og utvasking av gjødsel fra beitende dyr, eller med episoder med stor deponisjon av luftbårne nitrogenoksider.



**Figur 5.** Målinger av A) ammonium-nitrogen og B) oksygen i Stølevatn i 2003 og 2008. Merk at tidsaksen ikke er lineær, og bare viser sekvensen av målinger.

### Steinsvatnet

Temperaturprofilene i Steinsvatnet i september viste høy temperatur (over 16 °C) ned til 9,5 m dyp (Figur 6). Nedenfor sank temperaturen med dyppet til ca 18 m, og under dette var den jevnt lav (under 5 °C). Oksygeninnholdet viste et tilsvarende forløp, med vel 9 mg O/L fra 9,5 m til overflaten, avtakende konsentrasjon ned til 17 m, og under 5 mg O/L nedenfor 17 m. Profilen indikerer et visst oksygenforbruk i dypvannet når innsjøen er termisk lagdelt.



**Figur 6.** Hydrografiske profiler (temperatur og oksygeninnhold) i Steinsvatn 1. september og 11. november 2008. Registreringer er gjort med en Seabird SBE 7 sonde. Oksygenmålingene er kalibrert med titrimetriske målinger fra 1 og 24 m dyp.

I november hadde hele innsjøen rørt om. Temperatur og oksygen viste begge liten variasjon fra overflate til bunn, dog med en viss økning i oksygenmengden fra 7 til 23 m. Siktedypet i Steinsvatn ble målt til 5,5 og 4,5 m i hhv. september og november. Som i Stølevatnet vekslet vannfargen mellom grønnlig gul og gullig grønn.

Konduktiviteten lå en tanke høyere i Steinsvatn enn i Stølevatn (Tabell 3). Derimot lå kalsium og organisk karbon begge litt lavere i Steinsvatnet. pH var gjennomgående lavere, med verdier ned til 5,48 i bunnvannet i september. I overflaten var pH så vidt under 6 i november.

**Tabell 3.** Vannkjemiske analyser fra Steinsvatnet 2008.

Dato	Dyp m	pH	KOND mS/m	Ca mg/l	TOC mg C/l	Tot-P µg P/l	Tot-N µg N/l	NH <sub>4</sub> -N µg N/l	NO <sub>3</sub> -N µg N/l
1.09.08	1	6,20	8,51	1,27	2,7	7	205	4	<1
1.09.08	7	6,23					260	2	<1
1.09.08	18	5,64					345	20	81
1.09.08	25	5,48	8,47			11	370	28	145
11.11.08	1	5,99	8,56	1,29	2,8	6	215	8	47
11.11.08	7	6,00					215	10	36
11.11.08	18	6,06					215	9	51
11.11.08	25	6,01	8,89			6	335	32	50

Innholdet av total-fosfor lå lavt også i Steinsvatn. Høyeste måling var 11 µg/L på 25 m dyp i september. I november var hele vannmassen blandet, og det ble målt 6 µg/L både i overflaten og ed bunnen. Totalt nitrogen lå noe høyere i Steinsvatn enn i Stølevatn. I september økte konsentrasjonen mot bunnen, og høyeste måling var 340 µg/L på 25 m. I november lå konsentrasjonen jevnt på 215 µg/L gjennom vannsøylen, men med en tydelig økning nærmest bunnen (335 µg/L).

Også nivået av nitrat og ammonium-nitrogen lå høyere i Steinsvatn enn i Stølevatn (Tabell 3). I september lå begge komponenter lavt i de øvre vannmassene, men med klart høyere nivå i dypere lag. Årsaken til lavt nivå av både nitrat og ammonium i september antas å være opptak i planteplankton. Siden lysforholdene hindrer primærproduksjon på dypere vann finner vi også ofte noe høyere konsentrasjoner her, som i september. I det grunne Stølevatnet derimot er det nok lys til produksjon nesten helt til bunns, og her var konsentrasjonene jevnt lave i hele vannsøylen i september. Etter omrøring i Steinsvatn målte vi i november også et jevnt nivå av både ammonium og nitrat ned til 18 m dyp. På 25 m lå ammonium noe høyere (samme nivå som i september), mens nitrat lå jevnt med vannmassen over.

Totalt sett var altså nivået for alle nitrogen-forbindelsene høyere i Steinsvatn enn i Stølevatn, mens fosfor-mengdene var ganske like. Innsjøene ligger begge ganske nær luftutslippet fra prosessanlegget, men i forskjellig retning fra dette, og vil derfor eksponeres for eventuelt nedfall ved ulike vindretninger. Om dette kan være en forklaring på ulikt nivå av nitrogen i innsjøene er imidlertid uklart. For det første kan forskjellen godt henge sammen med ulikheter i nedbørfeltene og/eller bruk av disse, og for det andre vil det meste av nitrogenoksidene avsettes lengre borte fra anlegget enn disse innsjøene ligger.

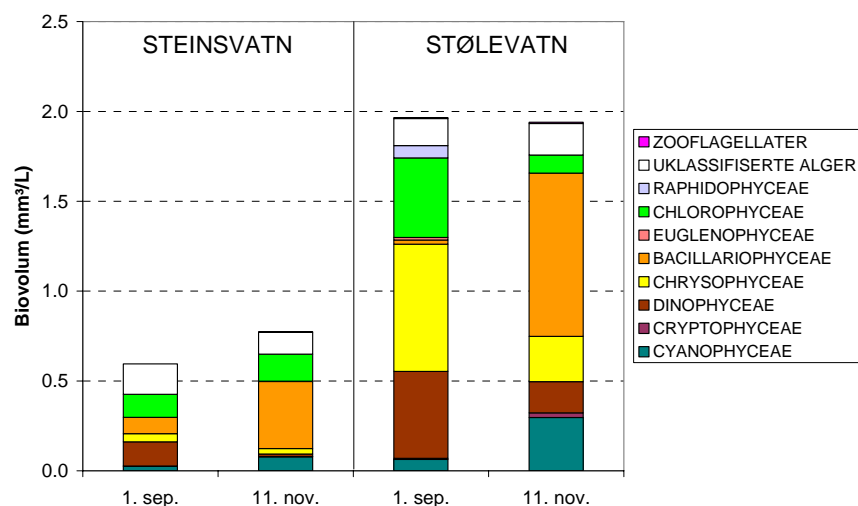
Steinsvatnet har ikke vært undersøkt tidligere i Kollsnes-overvåkingen, og det er derfor vanskelig å vurdere om det har skjedd endringer. Johnsen og Bjørklund (1993) refererte pH-målinger fra vannverket i 1991-93. Disse lå for det meste under pH 5,5, med bare enkelte målinger over pH 6,0. Overflatemålingene i 2008 lå klart høyere enn dette, og kan dermed tyde på at innsjøen er blitt mindre sur enn på 1990-tallet. Siden vannverkets inntak trolig ligger dypere enn 7 m er antagelig målingene fra dypere vann mer relevant for sammenligning, og disse lå også i 2008 rundt pH 5,5-5,6 i september. Etter omrøring i november lå pH rundt 6,0 i hele vannsøylen. I oktober 1993 målte Johnsen og

Kambestad (1993) en konduktivitet i Steinsvatn på 12,2 mS/m. Dette var vesentlig høyere enn vi har funnet i 2008 (8,5 – 8,9 mS/m). Den høye konduktiviteten målt i 1993 kan ha sammenheng med en kraftig storm vinteren før, som deponerte store mengder sjøsalter over hele Vestlandet.

### 1.3.2 Plankton

Det ble registrert mange arter/grupper i planteplanktonet totalt sett. Fullstendig liste er gitt i Vedleggstabell C. Totalvolumet av alger var ved begge tidspunkt betydelig høyere i Stølsvatn enn i Steinsvatn (Figur 7). Volumet i Stølsvatnet var såpass høyt at det tilsvarer en mesotrof tilstand på en skala utarbeidet av Brettum og Andersen (2004), mens Steinsvatn kan karakteriseres som oligo-mesotroft. Denne vurderingen er imidlertid svekket av at vi bare har to prøver fra hver innsjø, og den ene av dem er tatt utenom den egentlige vekstsesongen. Forskjellen mellom innsjøene var likevel svært tydelig. Også artsammensetningen indikerer et litt større innslag av næringskrevende arter i Stølsvatn enn i Steinsvatn, som dinophyceer av slekten *Peridinium*, og færre indikatorer for næringsfattighet (f. eks. chrysophyceen *Dinobryon crenulatum*). I hovedsak fantes imidlertid et rikt utvalg av både næringskrevende og mindre krevende arter i begge innsjøer, og de lite krevende artene dominerte i begge.

Planteplankton i Stølevatn ble registrert også ved forundersøkelsene i 1991-92 (Kambestad m.fl. 1992). Maksimal biomasse i 1991 (i juli) lå på omtrent det samme som i både september og november 2008. I september 1991 var imidlertid biomassen vesentlig lavere enn i 2008.



**Figur 7.** Sammensetning (hovedgrupper) og biovolum av planteplankton i Stølsvatn og Steinsvatn i 2008.

I begge innsjøer var mengden dyreplankton uvanlig liten, men spesielt i Stølevatnet. Her var antall krepsdyr meget lavt, mens de mindre hjuldyrene forekom rikelig. Forklaringen på dette er trolig at en tett bestand av trepigget stingsild beiter ned større arter og individer av dyreplankton. I Stølevatn kunne stingsild observeres langs land. Kambestad m. fl. (1992) registrerte en tynn bestand av aure i Stølevatn. Denne var basert på fisk båret opp fra det nedenforliggende Hildalsvatn, siden aure ikke har reproduksjonsmulighet i Stølevatn etter at utløpet er demmet opp. En tett bestand av stingsild tyder på at auren er borte, eller i alle fall for fåtallig til å holde stingsilda i sjakk. Det uvanlige planktonsamfunnet indikerer at stingsilda beiter også pelagisk, og har desimert dyreplanktonet kraftig. Tilsvarende forhold er kjent fra enkelte andre innsjøer langs kysten, hvor vi også finner vi en mengde hjuldyr (som selv stingsilda ikke klarer å ta), men nesten ingen krepsdyr.



**Tabell 4.** Dyreplankton registrert i Steinsvatn og Stølevatn 2008. Vertikale håvtrekk er tatt fra 9 m dyp i Stølevatn og fra 20 m dyp i Steinsvatn. Dominans er angitt etter følgende skala: enkelt-individer (+), få (++), vanlig (+++), mange (++++), masseforekomst (+++++). Noen arter er bare påvist som skallrester (s). Arter som regnes som strand- eller bunnlevende er merket med en stjerne (\*).

	Steinsvatn 1.09.2008	Steinsvatn 11.11.2008	Stølevatn 1.09.2008	Stølevatn 11.11.2008
<b>CLADOCERA (Vannlopper)</b>				
<i>Bosmina longispina</i>	+	+	+	+
<i>Bosmina longirostris</i>	++	+++		
<i>Eurycercus lamellatus</i> *		s		
<i>Acroperus harpae</i> *		+		
<i>Alonopsis elongata</i> *		s		
<i>Chydorus piger</i> *	s	s	s	
<i>Chydorus sphaericus</i> *		s		
<i>Alona affinis</i> *	s	+	s	+
<i>Alona intermedia</i> *	+	+	+	s
<i>Alona rustica</i> *	s	s		+
<i>Alonella nana</i> *	+	+	+	+
<i>Alonella excisa</i> *	s	s		s
<i>Graptoleberis testudinaria</i> *		s		
<i>Ilyocryptus sp.</i> *		+		
<b>COPEPODA (Hoppekrepser)</b>				
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	++	++	++	++
Calanoide naupliuslarver	+	++	+	+
<i>Macrocylops sp.</i> *				+
<i>Eucyclops sp.</i> *		+		
Cyclopoide naupliuslarver		+		
<b>ROTATORIA (Hjuldyr)</b>				
<i>Asplanchna priodonta</i>	+	++	++++	+++
<i>Synchaeta sp.</i>	+		+	+++
<i>Ploesoma hudsoni</i>		+		
<i>Kellicottia longispina</i>	+	+	++	+
<i>Keratella cochlearis</i>	+	+++	+	+

Situasjonen i Steinsvatnet er også preget av intens beiting (trolig fra stingsild), men ikke så ekstremt som i Stølevatnet. Blant krepsdyrene som ble registrert er to arter av vannloppen *Bosmina* og hoppekrepseren *Eudiaptomus gracilis* de eneste egentlige planktonformene. I tillegg ble det registrert uvanlig mange arter som hører til bunnsubstratet langs stranden og på dypere vann. Dette kan henge sammen med omrøring av vannmassene (i Stølevatn ved begge tidspunkt, i Steinsvatn i november) og med nedtapping i strandsonen i Steinsvatn i september.

Totalt sett ble det registrert relativt mange arter vannlopper, men svært få av hoppekrepser. Av hjuldyr ble det registrert fem arter, noe som er forholdsvis lavt. Enkelte av de registrerte artene regnes som moderat forsureningsfølsomme (*Chydorus piger*, *Alona intermedia*). Disse ble registrert i begge innsjøer, og indikerer at pH sjelden er under ca 5,5.

### 1.3.3 Vannplanter

#### Stølevatnet

Innsjøen er regulert til drikkevannsformål. Det vanligste substratet i innsjøen var stein og løst finmateriale, og berg og stor stein i øst. Innsjøen er forholdsvis grunn, med forholdsvis store gruntområder i vest og nord. Registreringer av vannplanter er sammenfattet i Tabell 5.

I gruntområdene dannet tjønngras (*Littorella uniflora*) tette bestander fra strandkanten og ut til 3-3.5 m dyp, mens botngras (*Lobelia dortmanna*) var vanlig i de grunneste delene av tjønngras-bestandene. Stivt brasmegras (*Isoetes lacustris*) fantes spredt på 1.5-2 m dyp, mens et par eksemplarer av mjukt brasmegras (*Isoetes echinospora*) ble funnet i øst. Såter med krypsiv (*Juncus bulbosus*) og tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*) fantes på forholdsvis grunt vann rundt det meste av innsjøen.

De vanligste artene i flytebladsvegetasjonen var vanlig tjønnaks (*Potamogeton natans*), som dannet størst bestand i nord, ut til 3.5 m, og kysttjønna (*Potamogeton polygonifolius*), som fantes på grunt vann i vest, mens undervannsbestander ble registrert på ca 2 m dyp i nordvest.

#### Steinsvatnet

Innsjøen er regulert til drikkevannsformål, med noe større regulerings høyde enn Stølevatnet? Ved registreringstidspunktet var innsjøen unormalt nedtappet, og i forhold til merker på berget så det ut til at vannstanden var ca 1,6 m lavere enn normalvannstanden.

Undervannsvegetasjonen var dominert av tjønngras og stivt brasmegras, sistnevnte ut til ca 1.5 m dyp (ved dagens vannstand). Indre deler av bestandene sto på tørt land, dessuten fantes det store mengder brasmegras-skudd i driv. Hele bestanden av mjukt brasmegras så ut til å stå på tørt land, det samme var tilfelle med flytebladsplanten hvit nøkkerose (*Nymphaea alba* coll.). Ingen av disse plantene, unntatt tjønngras, forekommer på tørt land under normale forhold. Indre deler av tjønngras-bestander kan stå rundt eller noe over vannstands nivå.

**Tabell 5.** Vannvegetasjon i Stølevatnet og Steinsvatnet 1. september 2008. Mengdeangivelse arter: 1=sjelden, 2=spredt, 3=vanlige, 4=lokalt dominerende, 5=dominerer lokaliteten.

Latinske navn	Norske navn	Stølevatnet	Steinsvatnet
<b>ISOETIDER</b>			
<i>Isoetes echinospora</i>	Mjukt brasmegras	1	2
<i>Isoetes lacustris</i>	Stivt brasmegras	2	5
<i>Littorella uniflora</i>	Tjønngras	5	5
<i>Lobelia dortmanna</i>	Botngras	3	3
<b>ELODEIDER</b>			
<i>Juncus bulbosus</i>	Krypsiv	3-4	
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	Tusenblad	3-4	
<i>Utricularia minor</i>	Småblærerot	1	
<b>NYMPHAEIDER</b>			
<i>Nuphar lutea</i>	Gul nøkkerose	2	
<i>Nymphaea alba</i>	Hvit nøkkerose		2-3
<i>Potamogeton natans</i>	Vanlig tjønnaks	3	2
<i>Potamogeton polygonifolius</i>	Kysttjønna	3	
<i>Sparganium angustifolium</i>	Flotgras	2	2
<i>Sparganium natans</i>	Småpiggeknope	2	1
Antall arter		12	8

## Økologisk tilstand – eutrofiering

### Generelt

Indeksen er basert på forholdet mellom antall sensitive, tolerante og indifferente arter for hver innsjø (se Mjelde 2008 i foreløpig klassifiseringsveileder).

*Sensitive arter* er arter som foretrekker og har størst dekning i mer eller mindre upåvirkede innsjøer (referanseinnsjøer), mens de får redusert forekomst og dekning (etter hvert bortfall) ved eutrofiering. *Tolerante arter* er arter med økt forekomst og dekning ved økende næringsinnhold, og ofte sjeldne eller med lav dekning i upåvirkede innsjøer. *Indifferente arter* er arter med vide preferanser, vanlig i upåvirkede innsjøer og i eutrofe innsjøer, men får redusert forekomst i hypereutrofe innsjøer.

Trofiindeksen beregner én verdi for hver innsjø. Verdien kan variere mellom +100, dersom alle tilstedeværende arter er sensitive, og -100, hvor alle er tolerante. I TIc (trofiindeks basert på forekomst fravær data) teller alle artene likt uansett hvilken dekning de har. I TIa (trofiindeks basert på semi-kvantitative data) tas det hensyn til den kvantitative forekomsten av hver art. Grenselinjer for økologisk tilstand er bare utarbeidet for TIc. Det er viktig å være oppmerksom på at klassifikasjonssystemet er foreløpig og altså fortsatt under utvikling.

Ved vurdering av økologisk tilstand i forhold til eutrofiering bør man i tillegg til indeksene vurdere forekomsten av fremmede arter, for eksempel vasspest (*Elodea canadensis*). Dersom slike arter danner massebestander, bør ikke tilstanden for vannvegetasjon vurderes som god.

Det er også viktig å være klar over at vannvegetasjonen gjenspeiler forholdene i strandnære områder. Tilstand for vegetasjonen vil derfor kunne, særlig i store innsjøer, avvike fra forholdene i sentrale vannmasser.

Ved svært lave artsantall er indekser basert på forholdet mellom arter vanskelig å bruke og må bare benyttes svært veiledende. I slike tilfeller bør vurdering av økologisk tilstand i forhold til påvirkningsfaktorer inkludere flere indekser.

### Stølevatnet og Steinsvatnet 2008

Økologisk tilstand for de innsjøene er vist i Tabell 6. De sensitive artene dominerer klart i begge innsjøene, mens ingen tolerante arter ble registrert. To av artene regnes som indifferente i forhold til eutrofiering. Basert på trofiindeksen TIc kan tilstanden for vannvegetasjonen karakteriseres som god i begge innsjøene.

Hvis man inkluderer artenes mengdemessige forhold (TIa) endres tilstanden svært lite (Figur 8). Det betyr at de sensitive artene har klart større dekning enn de indifferente.

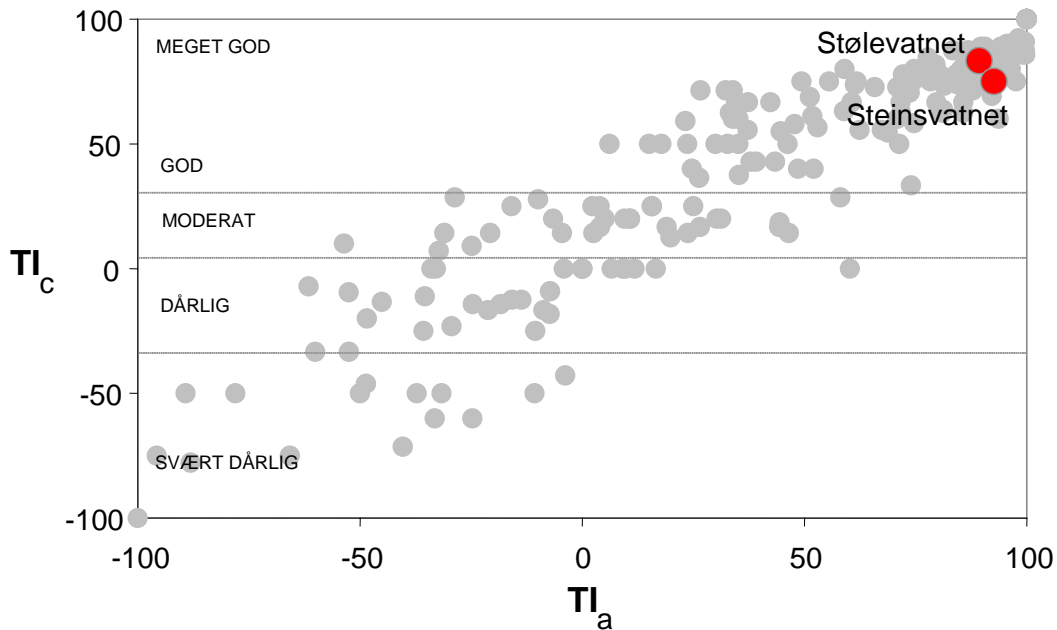
**Tabell 6.** Økologisk status for vannvegetasjonen i Stølevatn og Steinsvatn 2008 med hensyn til eutrofiering.

Økologisk status: MG = meget god, G = god, M = moderat, D = dårlig, MD = meget dårlig.

Grenselinjer for MG/G er foreløpig satt til TIc=88 for kalkfattige, klare innsjøer.

De øvrige grenselinjene er felles for alle innsjøtyper; G/M: 30, M/D: 5 og D/MD: -35.

Innsjø	TIc	
Stølevatnet	83.3	<b>God</b>
Steinsvatnet	75.0	<b>God</b>



**Figur 8.** Økologisk tilstand i forhold til eutrofiering for vannvegetasjonen i innsjøer ved Kollsnes 2008 (rød markering). Data for øvrige innsjøer i NIVAs database er vist med grå farge.

## Økologisk tilstand - forsuring

### Generelt

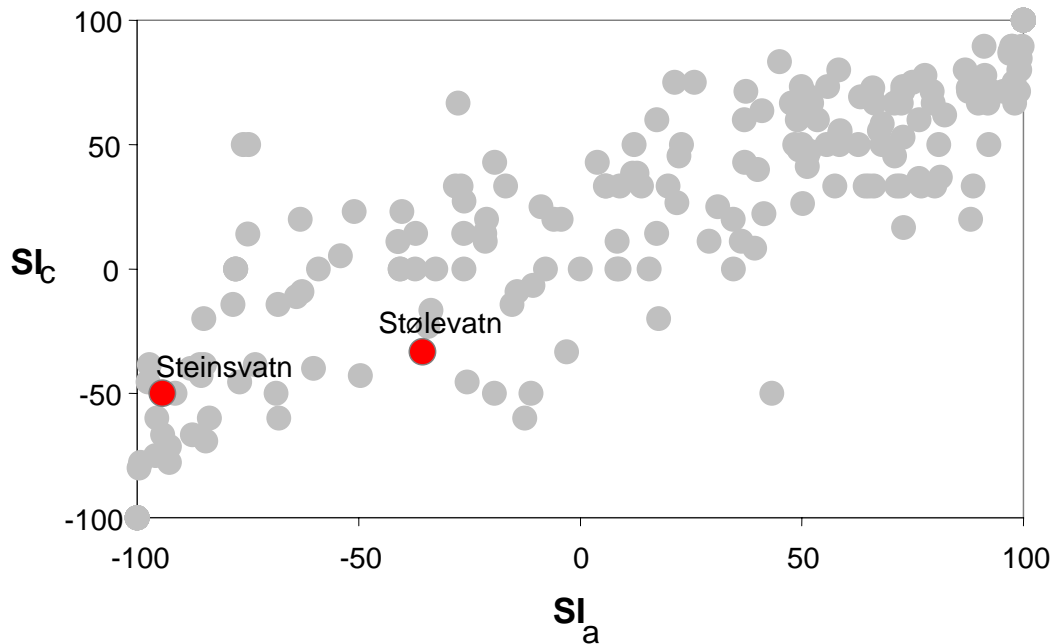
For forsuring benyttes tilsvarende indekser, hvor  $SI_c$  teller alle artene likt, mens det i  $SI_a$  tas hensyn til den kvantitative forekomsten (Mjelde, under utarb.). Sensitive og tolerante artsgrupper i forhold til surhet er basert på Lindstrøm m.fl. 2004. *Sensitive arter* er arter som ikke forekommer eller er svært sjeldne i forsurete innsjøer ( $pH < 5$ ), men svært vanlige i oligotrofe, kalkfattige innsjøer, upåvirket eller lite påvirket av forsuring. Inkluderer også *Øvrige arter*, som er vanligst i mindre sure lokaliteter eller i kalkrike lokaliteter, og som ikke forekommer ved  $pH < 6$ . *Øvrige arter* har svært lav frekvens i innsjøer utsatt for forsuring. *Tolerante arter* er arter som er svært vanlige og ofte har stor dekning i sure og forsurete innsjøer, har høyest frekvens ved  $pH < 5.5$  og viser ingen signifikant nedgang i frekvens ved reduksjon i  $pH$ .

Hver av indeksene beregner én verdi for hver innsjø. Verdien kan variere mellom +100, dersom alle tilstedeværende arter er sensitive, og -100, hvor alle er tolerante.

Grenselinjer for surhetsindeksene er ikke utviklet. Imidlertid har vi antydnet foreløpige grenselinjer på -80 for  $SI_a$  og -60 for  $SI_c$ . Lavere verdier enn disse viser at vegetasjonen er preget av forsuring. Grenselinjene er basert på vegetasjonsforhold i enkeltinnsjøer (Mjelde, upubl.). Typisk for lokaliteter i overkant av  $SI_a = -80$  er innslag av to-fire sensitive arter med en lav, eventuelt svært lav, dekning, eventuelt én sensitiv art med høyere dekning.  $SI_c = -60$  ser ut til å danne overgangen mellom 2 og 3 sensitive arter.

### Stølevatnet og Steinsvatnet 2008

Surhetsindeksene viser at vannvegetasjonen i Steinsvatnet er lav ( $SI_c = -50$ ,  $SI_a = -94$ ), og antyder at vannvegetasjonen kan være påvirket av forsuring (Figur 9). Også Stølevatnet viser forholdsvis lave indeksverdier ( $SI_c = -33$ ,  $SI_a = -36$ ), men har en noe større forekomst av sensitive arter enn Steinsvatnet.



**Figur 9.** Økologisk tilstand i forhold til forurening for vannvegetasjonen i innsjøer ved Kollsnes 2008 (rød markering). Data for øvrige innsjøer i NIVAs database er vist med grå farge.

## 1.4 Konklusjoner

Tilstanden i innsjøene Stølevatn og Steinsvatn synes ikke å være merkbart påvirket av luftutslipp fra prosessanlegget. Innsjøene viser tegn til et forurensningsproblem som følge av langtransportert forurensning. Nærhet til havet medfører et relativt høyt og variabelt innhold av salter, mens nitrogeninnholdet er moderat. Enkelte tidligere målinger av høye nitrat-verdier kan tyde på lokal og episodisk påvirkning, men det var ingen tegn til slike episoder i 2008. Med hensyn til næringsalter er innsjøene lite påvirket (begge er også drikkevannsmagasiner). Tette bestander av stingsild preger samfunnet av planktondyr i begge innsjøer, men spesielt i Stølevatn. Dette, sammen med ustabil sjiktning i Stølevatn, bidrar trolig til at biomassen av planteplankton var markert høyere i Stølevatnet. Vannstandsfluktuasjoner i Steinsvatnet medfører redusert mangfold og tetthet av vannplanter i grunnområdene.

## 1.5 Referanser

- Brettum, P. og T. Andersen. 2004. The use of phytoplankton as indicators of water quality. NIVA-rapport Lnr. 4818-2004. 33+164 s.
- Johnsen, G. og A. Bjørklund. 1993. Naturressurskartlegging i kommunene Sund, Fjell og Øygarden: Miljøkvalitet i vassdrag. Rådgivende Biologer Rapport nr 93. 75 s.
- Kambestad, A., A. Bjørklund og Å. Åtland. 1992. Grunnlagsundersøkelse av ferskvannsressursene på One i Øygarden. Rådgivende Biologer Rapport nr 63. 77 s.
- Moen, A. 1998. Nasjonalatlas for Norge: Vegetasjon. Statens Kartverk, Hønefoss. 199 s.
- Multiconsult. 2004. Kollsnes Gassanlegg. Oppfølgende miljøundersøkelser 2003. Grunnvann og ferskvann. Multiconsult rapport nr. 610168-2.
- Lid, J. og D.T. Lid. 2005. Norsk Flora. 7. utg. Det Norske Samlaget. 1230 s.
- Lindstrøm, E.-A., P. Brettum, S. Johansen, og M. Mjelde. 2004. Vannvegetasjon i norske vassdrag. Kritiske grenseverdier for forurening. Effekter av kalking. NIVA-rapport Lnr. 4821-2004. 133 s.

## 2. Terrestrisk botanikk

Innholdet i dette kapitlet er identisk med NNI-rapport 202, bortsett fra layoutmessige tilpasninger til NIVAs rapportformat. Sammendraget fra originalrapporten er gjengitt nedenfor.

### NNI - Rapport nr. 202

Bergen, desember 2008

**Tittel:** Kollsnes Gassanlegg. Oppfølgende miljøundersøkelser. Terrestrisk botanikk.

**Forfattere:**

Arnold Håland, Jenfrid Stellberg og Beate Hult

**Prosjektansvarlig:**

Cand. real. Arnold Håland,  
Leder NNI

**Sammendrag**

Som en del av miljøovervåkingen knyttet til etablering og drift av Kollsnes Gassanlegg i Øygarden kommune, Hordaland, er det i 2008 gjennomført botaniske undersøkelser knyttet til 5 fastruter, lokalisert i lyngheiene i nærområdet til prosessanlegget. Det er tidligere gjennomført tilsvarende undersøkelser i 1995 1999 og 2003. Det ble i 2008 gjennomført standardiserte vegetasjons- undersøkelser (samfunn og arts mangfold) samt kjemiske analyser (jordprøver og planteprøver av røsslyng).

På lokalt nivå, dvs. i den enkelte rute, påviste vi endringer i arts mangfold i et visst omfang. Samlet påviste vi omtrent det samme artsantallet som tidligere, 37 taxa kontra 39 (i 2003). Det var et høyere antall i en analyserute, samme antall i en rute og noe lavere antall arter i 3 ruter. I et område som er påvirket av relativt nylig gjennomført lyngbrenning (Blomøy, lyngbrenning i 1996), er lyngheisamfunnet inne i en mer stabil fase etter markante endringer de første 8 årene, men ennå er det friske samfunn og røsslyng i god tilstand. En motsats til dette finner vi i området med 2 analyseruter nord på One (analyserutene TB2 og TB3), der lyngheisamfunnet er klart av mer moden karakter, og der røsslyngen nok er på vei ut flere steder med resultat en mer mosaikkpreget naturtype med mindre dominans av lyngarter. Fravær av lyngbrenning og lite (intet?) beite er høyst sannsynlig den viktigste årsaken til dette bildet.

Resultatene fra de kjemiske analysene støtter opp under dette ved en generelt høyere pH i jordmonnet (4 av 5 stasjoner), et høyere karbon- og nitrogeninnhold i jorda (større organisk innhold), og et høyere karboninnhold i lyngplantene kontra et noe lavere nitrogeninnhold i samme. Mengden av mineraler/sporstoffer i jorda varierer mellom år på alle 5 stasjonene, sannsynligvis påvirket av værforhold (temperatur og nedbør) og påvirkning av sjosalter.

Lyngheiene er et produkt av menneskelig bruk og skjøtsel, og opphører beiting og brenning skjer endringene relativt raskt. Tilsvarende ved brenning (jfr. TB4 og TB5) gjenskapes det typiske lyngheisamfunnet med røsslyng som dominerende art. Gjennomført overvåking i de 5 rutene gir en god indikasjon på endringer i den terrestre vegetasjonen knyttet til tilstedeværelse - fravær av skjøtsel og bruk (brenning og beiting). Oppsummert kan det konkluderes med at det ikke finnes elementer i datamaterialet/resultatene som gir noen klare indikasjoner på påvirkning fra prosessanlegget på Kollsnes. Resultatene fra 2008 bekrefter i første rekke at dette er dynamiske plantesamfunn som endrer seg relativt raskt, alt etter skjøtsel og bruk, eller fravær i slike tradisjonelle tiltak i og langtidbruk av lyngheineaturen samt påvirkning av klimatiske faktorer (mildere vintre, mer nedbør og lengre vekstsesonger).

**Oppdragsgiver:**  
StatoilHydro AS

**Norsk Natur Informasjon – NNI ©**

Besøksadresse: Midttunlia 73, 5224 Nesttun

Postadresse: PB 63 NESTTUN, 5852 Bergen

Tlf. + 47 55 91 80 00, Fax. + 47 55 91 80 01

E-post: [post@nni.no](mailto:post@nni.no) På nettet: <http://www.nni.no>

**Forside:** Røsslyng *Calluna vulgaris*, Kollsnes, september 2008.

**Foto:** Arnold Håland©

## 2.1 Innledning

Natur er i konstant endring. I noen økosystem skjer dette langsomt, i andre hurtig. Mange økosystem kommer inn i en klimaksfase, der stabiliteten i samfunn og artsutvalg er stor, selv om endringer på artsnivå alltid vil skje i ett eller annet omfang. Noen økosystem karakteriseres ved stor endringshastighet, deriblant mange menneskeskapte økosystem, for eksempel er det en stor variasjon av naturtyper i kulturlandskapet (DN 2007). Kystlyngheiene er en slik naturtype, etablert via bruk gjennom 1000-vis av år, der hogst av skogen, etterfulgt av husdyrbeiting og skjøtsel (brenning), har vært viktige påvirkningsfaktorer og en forutsetning for opprettholdelsen av kystlyngheiene i en rimelig stabil fase. I tillegg til virkninger av bruk og skjøtsel påvirkes også lyngheiene av forurensning, blant annet økt tilførsel av luftboren nitrogen (Bobbink *et al.* 1992, 1998), både fra lokale kilder, men også langtransportert. Opphør av tradisjonell drift og økt tilførsel av for eksempel nitrogen kan fort endre lyngheiene, med raske sekundære suksesjonsforløp.

Kollsnes i Øygarden ligger i kystlyngheisonen (Moen 1998), sentralt på Vestlandet i Øygarden kommune. På Kollsnes, SV på øya One, ble et større gassanlegg satt i drift i 1996. Etter utbyggingen har det vært gjennomført overvåkingsundersøkelser i nærområdene for en rekke naturfaglige tema, så som terrestrisk biologi, marinbiologi, grunnvann, ferskvann og marine sedimenter. Som en del av den terrestre overvåkingen er det med jevne mellomrom, dvs. i 1996, 1999 og 2003, utført botaniske studier i fastruter beliggende i nærmiljøet til gassanlegget på Kollsnes, med grunnlag i forundersøkelsene i 1991 (Lundberg og Hansen 1992, Skogen og Hansen 1996, 1999, Wyspianska & Skogen 2003).

Denne rapporten inneholder resultatene fra nye botaniske undersøkelser høsten 2008. I tillegg til semikvantitative data fra fastrutene (jfr. metodikk) ble det også tatt prøver av røsslyng samt et sett med jordprøver, for en større, samlet analyse av lyngheimiljøet. Resultatene er kort drøftet i forhold til hovedfaktorene knyttet til endringer i plantesamfunn i lyngheiene i området. Det er anbefalt en utvidelse av antallet prøveruter og kontrollruter for å få en bedre representativitet fra lyngheimiljøet i Kollsnesområdet, noe som også vil kunne gi grunnlag for statistiske analyser og derved et sikrere grunnlag for evaluering av resultatene i årene som kommer.

## 2.2 Studieområde, materiale og metoder

Faktagrunnlaget i denne undersøkelsen er basert på feltarbeid gjennomført i Kollsnesområdet i perioden medio august til primo oktober 2008, hvori det konkrete botaniske datasettet er fra feltarbeidet den 7. oktober.

### 2.2.1 Lokalisering av fastrutene

Den botaniske delen av prosjektet er knyttet til undersøkelser i 5 fastruter (Fig. 10). Ved første feltøkt primo august ble rutene ikke funnet, tross grundig søk i aktuelle områder. Det var derfor nødvendig å hente inn personell fra den forrige feltundersøkelsen i 2003, slik at rutene kunne finnes igjen. Det gikk greit etter litt leiting og rutene ble merket opp



**Figur 10.** Lokalisering av de 5 fastrutene ved Kollsnes gassanlegg; 3 på øyen One (TB1, TB2 og TB3) og 2 på Blomøy ved Ossundet (TB4 og TB5). Ortofoto: Hordaland Fylkeskommune; web.



og GPS-koordinater tatt for hvert rute/område (Tabell 7). Alle fastrutene ble også merket med noe større merkepinne av tre, for lettere å gjenfinne dem ved neste feltrunde i overvåkingsarbeidet. De botaniske registreringene i fastrutene ble gjennomført 7. oktober 2008. Ved seinere undersøkelser er det merkingen av rutene og deres orientering som kan gi grunnlag for presis lokalisering. UTM-koordinatene henviser kun til lokaliteten.

### 2.2.2 Feltmetoden

Etter lokalisering av fastrutene ble alle 5 undersøkt i detalj. Hver rute er på 1 x 1 meter. Analyserutene ble ved registreringene avgrenset med meterstokk, med utgangspunkt i gamle merkepinne og informasjon fra utførende i forrige feltrunde (i 2003 - A. Wyspianska) om orienteringen av hver enkelt rute. Karplanter og kryptogamer påvist i rutene ble registrert med estimert dekningsgrad (i %), ut fra artens forekomst i antall 10x10 cm ruter som er minste arealenhet benyttet. Med dekning i et mindre areal enn 10X10 cm (= 1 % av fastruten), har arten fått status som forekommende og er presentert i oversiktstabellen (Tabell 9) med en +. Summen av alle arter er større enn 100 % da artsforekomster registreres i 2 sjikt; *feltsjiktet* med karplanter og *bunnsjiktet* med lav, moser og sopp - kryptogamer).

### 2.2.3 Fastrutene

Overvåkingsprosjektet for den terrestre flora dekkes med 5 analyseruter (Fig. 1). Alle ligger i vegetasjonstyper der røsslyng inngår i et eller annet omfang, men i varierende lokalmiljø i forhold til fuktighet og eksposisjon.



**Figur 11.** Lyngheiene er ofte en mosaikk av vegetasjonstyper og gradienter. Her nærområdet til analyseruten TB3, sentralt på One. **Foto:** A. Håland 2008 ©.

Fire av rutene ligger utenfor anlegget (Fig. 1); en rute (TB1) ligger inne på selve gassanlegget, men i et delområde der lyngheiene ikke er berørt av den fysiske utbygging av anlegget. Rutene har følgende karakteristikkk:

**Ruten TB1**

Ruten ligger på en liten høyde i terrenget, relativt nært prosessanlegget. Ruten ligger inntil et parti med nakent berg, med en relativt tørr lynghei som type i området. Noe fuktigere partier ligger i mosaikk i nærområdet. De tørre partiene er preget av røsslyng, krekling, noe mjølbær og litt einer. I fuktigere partier nær fastruten dominerer storbjønnskjegg og klokkelyng, samt spredt med blåtopp. I et videre område lokalt finnes større felter uten lyngarter, der gressarter *Graminidae* dominerer. For forekomst av arter i fastruten, jfr. resultatene i kap.3.

**Ruten TB2**

Denne fastruten er den ene av to som ligger nordøst for gassanlegget på øye One, nærmere bestemt relativt nær lokalveien til Breivik- og i nærheten av rester etter et snøskjeranlegg. Ruten ligger i et terreng som heller svakt mot sørøst, med generelt mer fuktige vegetasjonstyper, men også med relativt mye berg i dagen. Hovedtrekket i vegetasjonen i dette området er en større dominans av gress og halvgress (for eksempel storbjønnskjegg), men også med mye rome som et karakteristisk innslag. Like øst for området ligger Røyrvatnet. Mot vest ligger et lite høydedrag, preget av mer tørr lynghei.



**Figur 12 a og b.** Fastruten TB1, inne på Kollsnes Gassanlegg, ligger på et høydedrag med relativt tettvekst, røsslyngdominert lynghei. Detaljer i vegetasjon til venstre. **Foto:** A. Håland 2008 ©.



**Figur 13.** Nord på One, her ved analyseruten TB2, er det bare en flekkvis dekning med røsslyng- dominert vegetasjon. Storbjønnskjegg og rome er to av de andre dominerende artene i dette området. **Foto:** A. Håland 2008 ©.

### ***Ruten TB3***

Ruten ligger sør for TB2, ikke så langt nord for veien til Kollsnes gassanlegg (Fig. 1). Ruten ligger nær inn til en steinblokk (østvendt), i et nord-sørgående dalsøkk med en mindre, gjennomgående bekk og et relativt fuktig jordsmonn som karaktertrekk i lokalområdet. Her finnes en relativt varierende og frodig vegetasjon der gress, halvgress (for eksempel knappsiv) og større karplanter (for eksempel myrtistel, blåknapp og en del einer); alt vokser i en mosaikk av ulike plantesamfunn gjennom hele dalstrekket. Høyde- drag med tørrere lyngheier finnes både øst og vest for lokaliteten.

### ***Ruten TB4***

Denne ruten er en av to som er lokalisert nær hverandre på en høyde ved Osundet, på øya Blomøy (jfr. Fig. 1). Terrenget skråner svakt mot nord – nordøst. Lyngheivegetasjonen i dette området veksler mellom tørre og mer fuktige utforminger, i et område med generelt grunnlendt mark og mye berg i dagen. Hele dette området ble avbrent i 1996, som en oppfølging av tidligere skjøtsel av lyngheiene i området. Hele lyngheiområdet sentralt og nord på Blomøy beites også av utegangersau i 2008 (jfr. Håland & Hult 2008), dvs. hele området er i tradisjonell drift og bruk.



**Figur 14 a og b.** Fastruten TB3 på One til venstre. Ruten TB4, nord på Blomøy, til høyre.  
**Foto:** A. Håland 2008 ©.



**Figur 15.** Fastruten TB5, lokalisert nord på Blomøy. Et relativt fuktig område, med lite røsslyng, i forhold til den nærliggende fastruten TB4 (jfr. Fig. 5b). **Foto** A. Håland 2008 ©.

**Ruten TB5**

Den femte ruten ligger bare noen meter fra TB4, men oppe på en liten flate der jordmonnet generelt er fuktigere og der vegetasjonsbildet er karakterisert av mye storbjørnskjegg og en del klokkeling i tillegg til røsslyngen (jfr. resultater i kap. 2.3).

**Tabell 7.** Koordinater (UTM – fra Wyspianska & Skogen 2004) og eksposisjon for de 5 analyserutene.

Parameter	TB1	TB2	TB3	TB4	TB5
UTM-koordinater Nord/Øst	672006/27214	672196/27252	672154/27287	671992/27311	671991/27312
Eksposisjon	Svakt mot vest	Svakt mot sørvest	Svakt mot sør-sørøst	Svakt mot nord-nordøst	Flatt terreng på høyde

**2.2.4 Jord- og planteprøver**

Prøvene som ble tatt av jord, utenfor, men innen en avstand av 1 meter fra fasterutene. Planteprøver av lyngskudd fra er fra røsslyngplanter innen samme sone som der jordprøvene ble tatt. Lyng og jordprøver ble tatt 9. september 2008 og prøvene frosset ned før transport til analyselaboratoriet. Analysene er analysert ved sertifisert analyselaboratorium hos AnalyCen AS i Moss, jfr. vedlegg B av analyserapporter.

## 2.3 Resultater

### 2.3.1 Plantesamfunn og arter

Undersøkelsene i 2008 viste et lignende botanisk biomangfold i de 5 analyserutene som i 2003 (forrige runde) og tidligere år. Vegetasjonsbildet målt etter dekningsgrad viser en viss variasjon mellom 2008 og 2003, både i feltsjiktet og i bunnsjiktet. Ser vi på feltsjiktet har vi nesten lik dekningsgrad i TB1 (90 kontra 95 %), reduksjon i dekningsgrad i TB3 (ned fra 80 til 53 %), mens det er økning i dekningsgraden i TB2, TB4 og TB5. Når det gjelder dekningsgraden i bunnsjiktet (lav og moser) er det en reduksjon i dekningsgraden i TB1, TB2 og TB3, men en økning i TB4 og TB5. Et hovedtrekk her er at dekningsgraden har økt i TB4 og TB5, begge analyseruter som ligger på Blomøy, i et området der lyngbrenning ble gjennomført i 1996. Vegetasjonsbildet i 2008 viser 2 friske ruter med stor dekningsgrad.



**Figur 16.** Nærområdet til analyseruten TB3. Veksling mellom tørrhei og fukthei, med relativt mye einer i mange av delområdene, er et karaktertrekk for dette området. **Foto:** A. Håland 2008 ©.

En liten økning i dekningsgrad er også å finne i TB3 (Fig. 5a, nærområdet i Fig. 7), som også er den mest artsrike rute med 21 arter, en økning fra 2003. Bjønnekam, torvull og blåknapp er nye arter i denne ruten, også nye i forhold til artsmangfoldet påvist i 2003. Samlet ble det påvist 37 arter i 2008, mot 39 i 2003, jfr. Tabell 8, og nye arter var (i tillegg til de 3 ovenfor nevnte), heisiv i rute TB5 og fluesopp i TB1. Artsantallet økte i rute TB3 fra 18 til 21 arter, var stabil i rute TB1 med 15 arter, mens vi registrerte færre arter i TB3, TB4 og TB5. Samlet var det 8 taksa vi ikke påviste i 2008 som ble påvist i 2003 (Tabell 9), derav 2 karplanter (finnskjegg og heiblåfjær) og 4 moser og 2 lav. Fravær av lett registrerbare arter som finnskjegg og heiblåfjær *kan* være knyttet til noe seint registreringstidspunkt, men begge var kun registrert i en rute i 2003 (TB2) som vegetasjonsmessig er en modent plantesamfunn med blant annet gammel, tørr røsslyng i tilbakegang (dekningsgrad ned fra 40 til 10 %). Ellers er det alltid en viss dynamikk i plantesamfunn over tid, arter forsvinner og nye arter kommer inn. Det er helt normalt. Når det gjelder bunnsjiktarter som moser og lav med liten

forekomst/lav dekningsgrad, kan det også være et resultat av de samme prosesser, men like små og lignende arter med liten forekomst er også lettere å overse selv om hver rute sjekkes nøye.

**Tabell 8.** Viktige karakteristika ved plantesamfunnene i de 5 analyserutene; dekningsgrad og artsantall samlet og for hver av plantegruppene. Tall i parentes viser data fra 2003-undersøkelsen.

Parameter	TB1	TB2	TB3	TB4	TB5	Samlet
<i>Dekningsgrad – feltsjikt (i %)</i>	90 (95)	91 (60)	53 (80)	95 (70)	97 (80)	
<i>Dekningsgrad - bunnsjikt (i %)</i>	50 (75)	51 (70)	90 (95)	50 (30)	80 (55)	
<i>Antall arter</i>	15 (15)	16 (19)	21 (18)	9 (17)	11 (14)	37 (39)
<i>Ant karplanter</i>	8 (8)	10 (9)	16 (15)	4 (5)	7 (9)	22 (21)
<i>Antall moser</i>	2 (4)	4 (6)	5 (3)	3 (6)	3 (4)	9 (12)
<i>Antall lav</i>	4 (3)	2 (4)	0 (0)	2 (6)	1 (1)	5 (6)
<i>Antall sopp</i>	1 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (0)

Ser vi på artsantallet samlet for de 4 gruppene så er bildet at diversiteten er relativt lik med 22 kontra 21 karplanter, 9 kontra 12 moser, 5 kontra 6 lav og 1 kontra 0 sopp i de 5 analyserutene (Tabell 8).

Ser vi på rutene som uttrykk for lyngheisamfunn så viser rutene fra Blomøy en frisk og tett vegetasjon, men med klar forskjell mellom den røsslyngdominerte, relative tørre TB4 og den våtere TB5 med mye storbjønnskjegg og godt med klokkelyg. Begge rutene, som representerer relativt nylig brent vegetasjon (i 1996), har vært i markant utvikling i årene etter brenning (Wyspianska & Skogen 2004), men ser ut til å være inne i en mer stabil seinfase nå, selv om vegetasjonen ennå er frisk. Dette til forskjell fra de 2 rutene nordøst på One, TB2 og TB3, der det er klart at de representerer mer modne lyngheisamfunn. I TB3 er blant annet røsslyngforekomsten klart redusert og på vei ut i TB3 (lyngen dør – jfr. Fig. 8), mens det var en liten økning i TB2, selv om røsslyngen i den ruten også har en begrenset dekningsgrad (20 %).

TB2 ligger i et område der røsslyngforekomsten er klart mest utbredt på de tørrere høydedragene, mens det i skråningene med mer fuktige forhold er vesentlig mer av arter storbjønnskjegg og rome. I dette området er det tydeligvis lenge siden det er gjennomført lyngbrenning, og beitetrykket er også mindre/fraværende. Den mest stabile ruten er TB1, inne på Kollsnesanlegget, selv om det i denne ruten også er noen arter som er ute, mens nye arter som smyle og blåtopp ble registrert, noe som kan indikere at endring er på gang i dett området også. En endring fra 2003 er at sau nå beiter inne på anlegget, i området med både lyngheier og mer gressdominerte arealer der masser fra anlegget ble deponert.



**Figur 17.** Døende, gammel røsslyng i analyseruten TB3. **Foto:** A. Håland 2008 ©.



**Tabell 9.** Karplanter og kryptogamer i de 5 analyserutene. Verdiene angir dekning i %. Arter merket rødt ble påvist i 2003, men ikke i 2008. Arter merket grønt er nye arter i 2008. Karplanter nummerert i hht. Lid & Lid (2005).

Nr.	Latinsk navn	Norsk navn	TB 1	TB 2	TB 3	TB 4	TB 5
<b>Karplanter</b>							
75	<i>Blechnum spicant</i>	Bjørnekam			+		
88	<i>Juniperus communis</i>	Einer	+	+	10 %		
786	<i>Polygala serpyllifolia</i>	Heiblåfjær		⊖			
605	<i>Potentilla erecta</i>	Tepperot	3 %	1 %	10 %		
942	<i>Arcostaphylos uva-ursi</i>	Mjølbbær					2 %
944	<i>Erica tetralix</i>	Klokkelyng		10 %	12 %		20 %
946	<i>Calluna vulgaris</i>	Røsslyng	85 %	20 %	10 %	80 %	15 %
947	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	Tyttebær	2 %	1 %		+	+
951	<i>Vaccinium myrtillus</i>	Blåbær	3 %				
954	<i>Empetrum nigrum</i>	Krekling	3 %	+	+		
1211	<i>Succisa pratensis</i>	Blåknapp			+		
1460	<i>Narthecium ossifragum</i>	Rome			+		
1538	<i>Juncus squarrosus</i>	Heisiv					+
1581	<i>Eriophorum sp.</i>	Myrull			+		
1586	<i>Trichophorum * germanicum</i>	Storbjørnskjegg		45 %	10 %	5 %	60 %
1640	<i>Carex echinata</i>	Stjernestarr			+		
1657	<i>Carex nigra</i>	Slåtestarr					+
1680	<i>Carex pilulifera</i>	Bråtestarr		1 %		10 %	
1702	<i>Carex panicea</i>	Kornstarr			+		
1735	<i>Molinia caerulea</i>	Blåtopp	+	+	+		
1758	<i>Agrostis capillaris</i>	Engkvein			+		
1761	<i>Agrostis canina</i>	Hundekvein			+		
1785	<i>Deschampsia flexuosa</i>	Smyle	2 %	10 %	1 %		
1876	<i>Nardus stricta</i>	Finnskjegg		⊖			
<b>Moser</b>							
	<i>Hypnum julandicum</i>	Heiflette	45 %	25 %	60 %	50 %	80 %
	<i>Racomitrium lanuginosum</i>	Heigråmose		25 %			
	<i>Breutelia chrysocoma</i>	Gullhårmose			20 %		15 %
	<i>Rhytidiadelphus loreus</i>	Kystkransmose	+		10 %		
	<i>Pleurozium schreberi</i>	Furumose		+	1		
	<i>Leucobryum glaucum</i>	Blåmose		1		+	
	<i>Dicranum drummondii</i>	Kjempesigd			+		
	<i>Campylopus flexuosus</i>	Trøsatemose				+	
	<i>Dicranella sp.</i>	Grøftemose					+
	<i>Polytrichum juniperinum</i>	Einerbjørnemose		⊖			
	<i>Barbilophozia atlantica</i>	Kystskjeggmoser				⊖	
	<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	Engkransmose	⊖				
	<i>Cephaloziella sp.</i>	Mose sp.					⊖
<b>Lav</b>							
	<i>Cladonia portentosa</i>	Kystreinlav				+(1%)	+
	<i>Cladonia pyxidata</i>	Kornbrunbeger	+	+		+	
	<i>Cladonia rangifera</i>	Grå reinlav	+	+			
	<i>Cladonia gracilis</i>	Syllav	+				
	<i>Cladonia uncialis</i>	Pigglav	+				
	<i>Cladonia arbuscula</i>	Lys reinlav		⊖		⊖	
	<i>Cladonia sp.</i>	Lav sp.				⊖	
<b>Sopp</b>							
	<i>Amanita muscaria</i>	Rød fluesopp	+				

\* *Trichophorum cespitosum sp. germanicum*

### 2.3.2 Jordprøver

Jordprøver ble tatt ved 5 mindre prøver innen en avstand på 1 meter fra analyserutene, og deretter blandet for en representativ prøve for hver analyserute. Jordsmonnet i lyngheiområdene på One og Blomøy er generelt et tynt dekke, over berg eller sand, men med noe dypere jordmonn noen områder, bl.a. ved TB3. Resultatene fra analysene er vist i Tabeller 10 til 12.

**Tabell 10.** Resultat fra analyser av jordprøver tatt ved alle fastrutene i 2008.

Rute, år	pH	Glødetap %	N g/100g	C g/100g	C/N	N/Glt	Ca mg/100 g	Mg	K	Na
Tb1 08	4,1	91,4	1,35	45,5	33,7	1,47	200	142	50,0	32,0
Tb2 08	4,8	75,5	1,68	36,2	27,5	2,25	68	137,4	38,0	19,0
Tb3 08	4,8	81,5	2,05	40,2	19,6	2,51	110	64,7	43,0	24,0
Tb4 08	4,5	93,3	1,78	47,4	26,6	1,90	140	93,8	69,0	27,0
Tb5 08	4,6	94,4	1,70	46,7	27,4	1,80	180	135,4	58,0	32,0

Det er relativt liten variasjon i pH i jordsmonnet i de 5 områdene, bortsett fra ved TB1 som har det distinkt sureste jordsmonnet (pH 4.1). Verdiene ved TB2 og TB3 er ellers relativt sett ganske høye (jfr. også om endringer i pH i jordsmonnet), og nærmer seg den øvre grensen for "surt jordsmonn" (pH < 5.0). Nedbøren på Vestlandet lå i 2007 på nivået pH 5.0 og 5.4 (SFT 2007). Når det gjelder påviste verdier for glødetap (indikasjon på andel av organisk jord) og innholdet av nitrogen og karbon er det variasjon mellom lokalitetene, men TB2 og TB3 har lignende verdier. Det samme gjelder også for de 2 stasjonene på Blomøy, men de ligger da også relativt nært hverandre (kun 5-6 meter mellom analyserutene). Det er også et tradisjonelt samband mellom høyt glødetap og høye verdier av karbon (jfr. TB5, TB4 og TB1), og et lavere glødetap og lavere karboninnhold ved TB2 og TB3. Motsatt (stort sett) er det for nitrogen; lavere glødetap og høyere innhold av nitrogen.

Når det gjelder sportsoffer/mineraler så ble de høyeste verdiene funnet i jord ved TB1, (unntatt for kalium) som ligger på en eksponert høyde inne på Kollsnesanlegget, i SV, nærmest til påvirkning av sjøsprøyt/saltvannpåvirkning. Lavest ligger verdiene fra stasjonen TB2, beliggende i NØ, inne på One, med unntak for magnesium der de nest høyeste verdiene ble påvist ved TB2.

Når det gjelder endringer i jordsmonnets kjemiske tilstand i lyngheiene ved Kollsnes over tid, basert på prøvetakinger i 1995, 1998 og 2003, er analyseresultater/verdier vist samlet i Tabell 11.

**Tabell 11.** Resultat fra analyser av jordprøver tatt ved alle fastrutene i 2008, sammenlignet med resultater fra årene 1995, 1998 og 2003. Kilde: se tidl. rapporter i ref. listen.

Rute &- år	pH	Glødetap %	N mg/100 g	C mg/100 g	C/N	N/Glt	Ca mg/100 g	Mg	K	Na
Tb1 95	4,1	84,5	1,28	40,9	32,5	1,49	254	127	59,7	60,0
Tb1 98	3,9	89,7	1,38	33,5	24,3	1,54	196	150,3	54,9	61,4
Tb1 03	4,1	90,8	1,29	44,7	34,7	1,42	356	132	59,4	26,4
Tb1 08	4,1	91,4	1,35	45,5	33,7	1,47	200	142	50,0	32,0
Tb2 95	4,3	44,5	1,0	19,1	19,1	2,25	51,4	38,6	21,9	19,4
Tb2 98	4,3	40,6	0,95	13,7	14,4	2,39	27,8	27,8	15,7	24,1
Tb2 03	4,6	23,9	0,61	12,7	20,8	2,55	41,2	40,1	35,2	13,8
Tb2 08	4,8	75,5	1,68	36,2	27,5	2,25	68	137,4	38,0	19,0
Tb3 95	4,5	63,8	1,61	27,8	17,3	2,52	52,5	35,0	26,3	28,7
Tb3 98	4,2	75,7	1,91	26,5	13,8	2,55	43,7	52,4	31,4	52,3
Tb3 03	4,4	74,2	1,79	36,7	20,5	2,41	126	72,7	52,3	25,1
Tb3 08	4,8	81,5	2,05	40,2	19,5	2,51	110	64,7	43,0	24,0
Tb4 95	4,0	82,0	1,29	37,0	28,7	1,57	118,8	22,4	60,1	60,1
Tb4 98	3,9	80,9	1,47	29,1	19,8	1,82	92,4	100,8	44,5	44,5
Tb4 03	4,3	45,5	1,01	25,3	25,0	2,22	131	65,3	43,4	22,4
Tb4 08	4,5	93,3	1,78	47,4	26,6	1,90	140	93,8	69,0	27,0
Tb5 95	4,0	86,1	1,39	42,0	30,2	1,61	199,8	177,6	68,8	80,5
Tb5 98	3,9	94,4	1,56	33,9	21,7	1,65	170	144,5	47,8	73,1
Tb5 03	4,3	92,7	1,72	46,4	27,0	1,86	126	80,7	50,2	28,2
Tb5 08	4,6	94,4	1,70	46,7	27,4	1,80	180	135,4	58,0	32,0

Ser vi på surheten i jordmonnet (pH) så er det en klar trend i materialet ved at pH-verdier målt i 2008 viste seg en del høyere enn tidligere år på 4 av 5 stasjoner (Tabell 11). Ved TB1, inne på Kollsnesanlegget, har pH i jorda vært ganske så stabil over de siste 13 årene, varierende mellom 3.9 og 4,1 (Tabell 11). Høyere pH-verdier på 4 av de 5 stasjonene kan skyldes jordkjemiske prosesser knyttet til rådende nedbørs- og temperaturforhold.

Verdien for glødetapet samt for både karbon- og nitrogeninnholdet har økt på alle 5 stasjonene, noe som indikerer et høyere innhold av organisk jord. Det kan være påvirket av hvor dypt jordprøvene er tatt ved de ulike prøvetaksingen (i 2008 tatt i de øverste 5-8 cm av selve jordmonnet, under strølaget), men noe mer produktive plantesamfunn (biomasse) knyttet til klimatiske forhold og lengre vekstsesonger kan ha gitt økt påfyll av organisk materiale til det øverste jordlaget. Særlig når dette skjer på alle stasjoner, om enn i litt ulik grad, indikerer det en trend i materialet. Minst har endringen vært på de 2 eksponerte stasjonene TB1 og Tb5 (Tabell 11).

Når det gjelder mineraler er det generelt en større variasjon mellom år og ikke noen konsistente trender. Forholdet mellom stasjonene har holdt seg med blant annet høye verdier for den mest sjøsprøytutsatte stasjonen Tb1 inne på Kollsnesanlegget og lave verdier i Tb2 og TB3 nord og sentralt på One. Innholdet av sjøsalter i nedbøren påvirkes sterkt av meteorologiske forhold og varierer derfor mye fra år til år. Høyt sjøsaltinnhold i nedbøren skyldes som regel sterkt pålandsvind og registreres blant annet godt ved mengden magnesium som måles.

### 2.3.3 Planteprøver

Analyseresultatene viser et lite mønster når det gjelder nitrogeninnholdet i plante- materialet fra 2008, ettersom analyseruten inne på Kollsnesanlegget har et markant lavere nitrogeninnhold enn prøver fra de andre stasjonene, mens de 2 rutene nord på Blomøy (TB4 og TB5) har et intermediært (og nesten likt) nitrogeninnhold. De 2 analyse- områdene nordøst på One (TB2 og Tb3) har de høyeste verdiene og er ganske like (Tabell 12).

**Tabell 12.** Analyser av årsskudd fra røsslyngi Kollsnesområdet. Planter i nærsonen til analyserutene TB1 til Tb5. Planteprøver tatt 9. sept 2008.

Rute, år	Nitrogen (N) g/100g TS (%)	Karbon (C) g/100g TS (%)	C/N
Tb1 08	0,69	54,1	78,4
Tb2 08	1,02	54,8	53,7
Tb3 08	1,07	53,4	49,9
Tb4 08	0,88	54,6	62,0
Tb5 08	0,83	55,0	66,2

Når det gjelder innholdet av karbon i plantematerialet er det lite variasjon i de 5 prøvene. Med relativt likt innhold av karbon i plantematerialet i de 5 områdene viser forholds- tallene mellom C og N det samme mønster som for nitrogen og med et høyt indekstall for TB1.

Ser vi på endring over tid så er det en liten økning i karbonverdiene i røsslyngen fra alle 5 stasjoner (Tabell 13) samt en stor likhet i verdiene fra de 5 stasjonene (mindre enn 2 % forskjell og en range på 54,1 – 55,0, jfr. Tabell 12). Det er i kontrast til data fra tidligere år da det var en klart større variasjon mellom karboninnholdet i røsslyngen. Trenden er den motsatte for nitrogen; jevnt over lave/lavere verdier enn i de tidligere årene i overvåkingsperioden 1995 - 2008. Tilsvarende øker C/N ratioen med nye maksimumsverdier i 2008. Dette bildet kan knyttes at det er eldre lyngplanter med akkumulerte karbonverdiene, noe også vegetasjonsanalysen videre (eldre lyng, delvis lavere dekningsgrad og også utdøing av sentrale lyngplanter i enkelte av rutene (TB2 og Tb3). Det betyr at røsslyngen som ble brent på Blomøy i 1996 (TB4 og TB5) nå er inne i den modne fasen av sin vekstsyklus, selv om den ser frisk ut og er relativt tett (Tb4, jfr. kap. 2.3.1).

Gjennomgående synes målte verdier både i jordprøvene og røsslyngen at lyngheiområdet er inne i en normal suksesjon der lyngplantene endres, og stedvis går ut og erstattes med en noe mer artsrik flora, men også at enkelte karplanter som storbjønnskjepp og rom kan etablere tette bestander og dominante posisjoner i plantesamfunnet. Etterhvert vil også, som ved Tb2 og Tb3, arter som einer komme inn

med enda større deknings- grad enn i dag. Ved Tb 3 ble det også på vist småplanter av furu og rogn ikke lang unna analyserutene. Så fravær av den tradisjonelle skjøtsel og fravær av brenning (TB1, Tb2; Tb3) og beiting (innført inne på Kollsnesanlegget i 2008) er en viktig årsak for observerte endringer i noen av områdene. På Blomøy er lyngheivegetasjonen inne i en mer moden fase etter brenning i 1996. Der er også beitetrykket jevnt med basis i flere flokker med utegangarsau i området (jfr. Håland & Hult 2008).

**Tabell 13.** Analyser av årsskudd på røsslyng fra planter i nærsonen til analyserutene TB1 til Tb5, sammenlignet med årene 1995, 1998 og 2003.

Rute, år	Nitrogen	Karbon	C/N
Tb1 95	1,08	28,3	26,2
Tb1 98	1,01	34,3	33,9
Tb1 03	1,02	52,5	51,5
Tb1 08*	0,69	54,1	78,4
Tb2 95	1,21	26,4	20,2
Tb2 98	1,03	44,6	43,6
Tb2 03	1,12	52,8	47,1
Tb2 08*	1,02	54,8	53,7
Tb3 95	1,24	42,3	34,2
Tb3 98	1,00	43,9	43,9
Tb3 03	1,08	52,9	49,0
Tb3 08*	1,07	53,4	49,9
Tb4 95	1,09	33,5	30,7
Tb4 98	1,15	47,9	41,7
Tb4 03	0,96	53,5	55,7
Tb4 08*	0,88	54,6	62,0
Tb5 95	1,04	45,0	43,3
Tb5 98	0,99	43,8	44,2
Tb5 03	0,86	53,1	61,7
Tb5 08*	0,83	55,0	66,2

\* Plantepøver tatt 23. sept 2008.

## 2.4 Oppsummering og konklusjoner

Som en del av miljøovervåkingen knyttet til etablering og drift av Kollsnes Gassanlegg er det i 2008 også gjennomført botaniske undersøkelser knyttet til 5 fastruter lokalisert i lyngheiene i nærområdet til prosessanlegget. Det er tidligere gjennomført tilsvarende undersøkelser i 1995, 1999 og 2003. I tillegg ved alle 5 fastrutene tatt jordprøver og prøver av røsslyng for analyse av en rekke kjemiske parametre.

På lokalt nivå, dvs. i den enkelte rute, påviste vi endringer i artsmangfold i et visst omfang, men ikke i større grad enn hva som skal forventes når det gjelder suksesser og endringer i de lokale plantesamfunn. Samlet påviste vi omtrent det samme artsantallet, 37 taxa kontra 39 (i 2003) og med høyere antall i en analyserute, samme antall i en rute og noe lavere antall i 3 ruter. Vi påviste ingen rødlistede arter (Kålås *et al.* 2006) i dette arbeidet, ei heller regionalt sjeldne arter.

I området som er påvirket av relativt nylig gjennomført lyngbrenning (Blomøy, lyngbrenning i 1996) er lyngheisamfunnet på vi inn i en mer stabil fase etter markante endringer de første 8 årene, men ennå er det friske samfunn og røsslyng i god tilstand. En motsats til dette finner vi i området med 2 analyseruter nord på One (analyserutene TB2 og TB3), der lyngheisamfunnet er klart av mer moden karakter, og der røsslyngen nok er på vei ut flere steder med resultat en mer mosaikkpreget naturtype med mindre dominans av lyngartene. Fravær av lyngbrenning og lite (intet?) beite er høyst sannsynlig den viktigste årsaken til dette bildet.

Disse prosesser kan også spores i materialet fra de kjemiske analysene (jordprøver og planteprøver fra røsslyng). I 2008 var det i 4 av 5 områder en høyere pH-verdi i jordmonnet, verdier av karbon og nitrogen var økt i jordsmonnet og tilsvarende var karboninnholdet økt og nitrogeninnholdet redusert i røsslyngplantene, noe som indikerer eldre planter. Også på Blomøy er det gått 13 års siden forrige lyngbrenning og vegetasjonen nord på denne øya er inne i en mer moden fase. Innholdet av mineraler (Ca, Mg, K, Na) i jordsmonnet varierer mellom år (ingen klare trender), sannsynligvis knyttet til varierende værforhold (temperatur og nedbør) fra år til år, og ulik påvirkning av sjøprøyt (sjøsaltepisoder) gjennom hele overvåkingsperioden 1995 - 2008.

Lyngheiene er et produkt av menneskelig bruk og skjøtsel, og opphører beiting og brenning skjer endringene relativt raskt (Håland 2002). Tilsvarende ved nybrenning (jfr. TB4 og TB5) gjenskapes det typiske lyngheisamfunnet med røsslyng som dominerende art, men med klare gradienter i utforming fra tørrheier til fuktheier når det gjelder artsdominans og artsutvalg. Det er derfor ikke mulig å spore eventuelle endringer som skulle være påvirket av utslipp fra gassanlegget på Kollsnes i det foreliggende materialet. Et aspekt her også at antall analyseruter også er noe for lavt, og med for liten geografisk spredning i forhold til utslippskilder. Overvåkingen i de 5 rutene gir ellers en god indikasjon på endringer i den terrestre vegetasjonen knyttet til tilstedeværelse - fravær av skjøtsel og bruk (brenning og beiting). Men det betyr ikke at biomangfoldet blir mindre da begge rutene i dette området er de mest artsrike av de 5 rutene i prosjektet (henholdsvis 21 og 16 arter, kontra 15, 11 og 9 arter i de 3 andre analyserutene).

Oppsummert kan det konkluderes med at det ikke finnes elementer i datamaterialet/resultatene som gir noen klare indikasjoner på påvirkning fra prosessanlegget på Kollsnes. Resultatene fra 2008, både vegetasjonsanalysen og de kjemiske prøver, bekrefter i første rekke at dette er dynamiske plantesamfunn som endrer seg relativt raskt, alt etter skjøtsel og bruk, eller fravær i slike tradisjonelle tiltak i og langtidsbruk av lyngheinauren.

## 2.5 Referanser

- Bobbink, R., Heil, G.W. & Raessen, M.B.A.G 1992. Atmospheric deposition and canopy exchange processes in heathland systems. *Environmental Pollution* 75: 29-37.
- Bobbink, R., Hornung, M. & Roelofs, J.G.M. 1998. Essay review: The effects of air-borne nitrogen pollutants on species diversity in natural and semi-natural vegetation. *Journal of Ecology* 86: 717-738.
- Direktoratet for Naturforvaltning 2007. Kartlegging av naturtyper - verdisetting av biologisk mangfold. - *DN-Håndbok nr. 13. Revidert utgave*.
- Fremstad, E. 1997. Vegetasjonstyper i Norge - *NINA temahefte 12*: 1 - 279.
- Fremstad, E. & Elven, R. 1991. Enheter for vegetasjonskartlegging i Norge. - *NINA Utredning 028*.
- Fremstad, Aarrestad, P.A. & Skogen, A. 1991. Kystlynghei på Vestlandet og i Trøndelag. Naturtype og vegetasjon i fare. - *NINA Utredning 29*.
- Fremstad, E. & Moen, A. 2001. Truete vegetasjonstyper i Norge. - *Botanisk Rapport Serie 2001-4. NTNU*. 231 s.
- Håland, S. 2002. Fem tusen år med flammer. Det Europeiske lyngheisamfunnet. Vigemostad & Bjørke, Bergen, 160 s.
- Håland, A. & Hult, B. 2008. Kollsnes Vindpark, Øygarden kommune. Konsekvens- utredning - KU. - *NNI-Rapport 189*, 155 s.
- Kålås, J.A., Viken, Å. & Bakken, T. (red). 2006. Norsk rødliste 2006. Artsdatabanken. 416 s.
- Lid, J. & Lid, D. 2005. Norsk Flora. Det Norske Samlaget. 1230 s.
- Moen, A. 1998. Nasjonalatlas for Norge: Vegetasjon. Statens Kartverk, Hønefoss. 199 s.
- SFT 2008. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel 2007. - *SFT rapport 1033/2008*. 166 s.
- Sigmond, E. M. O, Gustavson, M. & Roberts, D. 1984. Berggrunnskart over Norge. NGU.
- Skogen, A. & Hansen, K. F. 1996. Oppfølgende miljøundersøkelser på Kollsnes 1995. Terrestrisk Botanikk. - *Rapport RF-96/169c*, Rogalandsforskning.
- Skogen, A. & Hansen, K. F. 1999. Oppfølgende miljøundersøkelser på Kollsnes 1998. Terrestrisk Botanikk. - *Rapport RF-1999/046*, Rogalandsforskning.
- Wypianska, A. & Skogen, A. 2004. Kollsnes gassanlegg. Oppfølgende miljøundersøkelser 2003. Terrestrisk biologi. - *Multiconsult rapport 610168 – 1*. 16 s.
- Aarrestad, P.A. & Vandvik, V. 2000. Vegetasjonsendringer i vestnorsk lynghei – effekter av skjøtselformene brann og sauetbeite ved rehabilitering av gammel lynghei på Lurekalvane i Hordaland. - *NINA Fagrapport 44*.

## Vedlegg A. Termer, uttrykk og definisjoner

### Naturtyper

Sentralt i kartlegging og bevaring av biologisk mangfold står registrering og avgrensning av naturtyper (DN 2007). *Hovednaturtyper* er et begrep som benyttes om større arealer i et landskap som har klare felles elementer, som f.eks. skog. *Naturtyper* er neste nivå og rommer inndeling i underkategorier av hver hovednaturtype, eksempelvis kan skog deles opp i ulike skogstyper som edelløvsskog, gråorskog, barblandingskog, fjellbjørkeskog mm.

### Vegetasjonstyper

*Vegetasjonstyper* er et begrep som beskriver abstrakte fellesenheter av plantearter som opptrer mer eller mindre utbredt sammen. Ved samme ytre økologiske forhold vil en i forskjellige geografiske områder finne tilnærmedesvis lik floristisk artssammensetning, dvs. samme vegetasjonstype. De kan sees på som litt mer spesifikt inndelt enn naturtypene beskrevet over. Det foreligger en nasjonal standard (Fremstad & Elven 1991). Vi deler gjerne vegetasjonen opp i strukturelle enheter; *tresjikt* bestående av treartene, *busksjikt* bestående av buskartene, *feltsjikt* bestående hovedsakelig av urter og graminider og *bunnsjikt* bestående av moser og lav, når vi beskriver en vegetasjonstype. Feltsjiktet er vanligvis det mest artsrike sjiktet i lokale plantesamfunn.

### Rødlistearter

Direktoratet for naturforvaltning (DN) laget i 1999 en nasjonal liste over sårbare og truede arter i Norge (den norske Rødlisten 1999). Listen er nylig revidert (Kålås *mfl.* 2006) og listen inneholder pr i dag 3799 arter. Kategoriinndeling for Rødlistede arter i Norge ser nå slik ut, basert på IUCN sine kriterier:

- **Kritisk truet (Critically endangered - CR):** En art er *Kritisk truet* når best tilgjengelig informasjon indikerer at ett av kriteriene A-E for *Kritisk truet* er oppfylt. Arten har da ekstremt høy risiko for utdøing (50 % sannsynlighet for utdøing innen 3 generasjoner, minimum 10 år).
- **Sterkt truet (Endangered - EN):** En art er *Sterkt truet* når best tilgjengelig informasjon indikerer at ett av kriteriene A-E for *Sterkt truet* er oppfylt. Arten har da høy risiko for utdøing (20 % sannsynlighet for utdøing innen 5 generasjoner, minimum 20 år).
- **Sårbar (Vulnerable - VU)** En art er *Sårbar* når best tilgjengelig informasjon indikerer at ett av kriteriene A-E for *Sårbar* er oppfylt. Arten har da høy risiko for utdøing (10 % sannsynlighet for utdøing innen 100 år).
- **Nær truet (Near threatened - NT)** En art er *Nær truet* når den ikke tilfredsstiller noen av kriteriene for CR, EN eller VU, men er nære ved å tilfredsstille noen av disse kriteriene nå eller i nær fremtid.
- **Datamangel (Data deficient - DD).** En art settes til kategori *Datamangel* når ingen gradert vurdering av risiko for utdøing kan gjøres, men det vurderes som meget sannsynlig at arten ville blitt med på Rødlisten dersom det fantes tilstrekkelig med informasjon.

### Øvrige kategorier

- **Livskraftig (Least concern - LC).** En art tilhører kategorien Livskraftig når den ikke oppfyller noen av kriteriene CR, EN, VU eller NT, og ikke er satt til kategoriene DD, NA eller NE.

- **Ikke vurdert (Not evaluated - NE)** En art tilhører kategorien Ikke vurdert når det ikke er gjort noen vurdering for arten. Dette kan for eksempel skyldes dårlig utredet taksonomi, svært dårlig kunnskapsgrunnlag eller mangel på tilgjengelig kompetanse.
- **Ikke egnet (Not applicable – NA)**. En art tilhører ikke egnet når den ikke skal bedømmes på nasjonalt nivå. Dette gjelder i hovedsak fremmede arter (arter kommet til Norge ved hjelp av mennesket etter år 1800) eller er tilfeldige gjester.



# Vedlegg B. Kjemiske analyser av jord og planter

## Analyserapport

NIVA  
Anders Hobæk  
Gaustadalléen 21  
0349 OSLO

AnalyCen 

Boks 3055  
1506 Moss  
Telefon: 69 27 98 00 Telefax: 69 27 98 10

Side: 1 av 1

Rapportnr: L008-00457

Prøvetype: **Jord**  
Oppdragsgiver: NIVA, Anders Hobæk  
Telefon: 22 18 51 00 Telefax: 22 18 52 00

Antall prøver: 5

Ankomstdato: 21.11.08

Utsendelsesdato: 08.12.08

Prøvenummer				L008-00457-1	L008-00457-2	L008-00457-3	L008-00457-4	L008-00457-5
Merking				TB 1	TB 2	TB 3	TB 4	TB 5
Parameter	Metode	Enhet	Dato					
pH	PH-J		011208	4,1	4,8	4,8	4,5	4,6
Glodetap	GLØDETAP	g/100g TS	011208	91,4	75,5	81,5	93,3	94,3
Kalsium (HNO <sub>3</sub> )	* CA-ICP-J	mg/kg □	081208	2000	680	1100	1400	1800
Magnesium (HNO <sub>3</sub> )	* MG-ICP-J	mg/kg □	081208	1420	1374	647	938	1354
Natrium (HNO <sub>3</sub> )	* NA-ICP-J	mg/kg □	081208	320	190	240	270	320
Kalium (HNO <sub>3</sub> )	* K-ICP-J	mg/kg □	081208	500	380	430	690	580
Totalt karbon	* TC-F	g/100g □	041208	45,5	36,2	40,2	47,4	46,7
Total nitrogen	TN-F	g/100g □	041208	1,35	1,68	2,05	1,78	1,70

Ansvarshavendes signatur: \_\_\_\_\_

*Soledal B.*

□ Resultatet refererer seg til prøve etter tørking ved 40°C  
 □ Bestemmelse hvor det er blitt benyttet underleverandør  
 □ Opplysninger om bestemmelsesgrenser og målestikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet  
 □ Prøve(s) oppbevares i én måned etter at analyserapporten er sendt dersom ikke annet er fastslått med oppdragsgiver  
 \* Bestemmelsen er akkreditert  
 Utdrag av denne rapporten kan ikke gjenngås uten etter skriftlig godkjenning fra AnalyCen AS. Analyseresultatene gjelder kun for de tilsendte prøver.

# Analyserapport

NIVA  
Anders Hobæk  
Gaustadalléen 21  
0349 OSLO

AnalyCen 

Boks 3055  
1506 Moss  
Telefon: 69 27 98 00 Telefax: 69 27 98 10

Side: 1 av 1

Rapportnr: L008-00458

Prøvetype: Andre vekster  
Oppdragsgiver: NIVA, Anders Hobæk  
Telefon: 22 18 51 00 Telefax: 22 18 52 00

Antall prøver: 5

Ankomstdato: 21.11.08

Utsendelsesdato: 04.12.08

Prøvenummer				L008-00458-1	L008-00458-2	L008-00458-3	L008-00458-4	L008-00458-5
Merking				TB 1	TB 2	TB 3	TB 4	TB 5
Parameter	Metode	Enhet	Dato					
Karbon	CTOT-CHN-P	g/100g TS	041208	54,1	54,8	53,4	54,6	55,0
Total nitrogen	NTOT-CHN-P	g/100g TS	041208	0,69	1,02	1,07	0,88	0,83

Ansvarshavendes signatur: \_\_\_\_\_

*Soledad L.*

= Resultat refererer seg til prøve etter tørking ved 40°C  
 \* Bestemmelsen er akkreditert  
 † Bestemmelse hvor det er litt benyttet underleverandør  
 Opplysninger om bestemmelsesgrenser og måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet  
 Prøve(s) oppbevares i én måned etter at analysereporten er sendt dersom ikke annet er avtalt med oppdragsgiver.  
 Utdrag av denne rapporten kan ikke gjenngis uten etter skriftlig godkjenning fra AnalyCen AS. Analyseresultatene gjelder kun for de tilsendte prøver.

## Vedlegg C. Planteplanktontabeller

Registreringer av planteplankton i Stølevatn og Steinsvatn 2008. Prøvene er tatt som blandprøver i de øverste 5 m av innsjøene. For hver art/gruppe er det oppgitt biovolum ( $\text{mm}^3/\text{L}$ ), mens nederste linje viser totalt biovolum.

	Steinsvatn 01.09.2008	Steinsvatn 11.11.2008	Stølevatn 01.09.2008	Stølevatn 11.11.2008
<b>CYANOPHYCEAE</b>				
Anabaena sp.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002
Coelosphaerium kuetzingianum	0.0000	0.0000	0.0010	0.0000
Merismopedia warmingiana	0.0015	0.0013	0.0000	0.0000
Oscillatoria sp.*	0.0000	0.0000	0.0000	0.0012
Woronichinia lacustris	0.0000	0.0000	0.0062	0.0017
Ubestemt kjededannende cyanophyce (d = 1,3 $\mu\text{m}$ )	0.0000	0.0000	0.0000	0.0033
Ubestemt kjededannende cyanophyce (d = 2,5 $\mu\text{m}$ )	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003
Ubestemt småcellet koloni (d = <2 $\mu\text{m}$ )	0.0000	0.0692	0.0543	0.2785
Solitære små celler (d = <2 $\mu\text{m}$ )	0.0182	0.0085	0.0000	0.0088
Ubestemt kjededannende cyanophyce/bakterie i slimskjede (b = 2 $\mu\text{m}$ , l = 3 $\mu\text{m}$ )	0.0068	0.0002	0.0018	0.0027
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>				
Cryptomonas spp. (l = 10-20 $\mu\text{m}$ )	0.0005	0.0000	0.0014	0.0051
" " (l = 20-30 $\mu\text{m}$ )	0.0000	0.0005	0.0043	0.0172
" " (l = 40-45 $\mu\text{m}$ )	0.0000	0.0000	0.0000	0.0026
Rhodomonas lacustris var. nannoplanktonica	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004
<b>DINOPHYCEAE</b>				
Peridinium cf. cinctum	0.0000	0.0000	0.0315	0.0000
Peridinium umbonatum var. goslaviense	0.0000	0.0000	0.0559	0.0000
Peridinium umbonatum var. umbonatum	0.0400	0.0002	0.0080	0.0056
Ubestemte athecate dinoflagellater (l = <20 $\mu\text{m}$ )	0.0447	0.0112	0.0558	0.0261
" " " (l = 20-40 $\mu\text{m}$ )	0.0492	0.0000	0.0492	0.0000
" " " (l = 40-60 $\mu\text{m}$ )	0.0000	0.0000	0.0759	0.1386
" " " (l = 60-80 $\mu\text{m}$ )	0.0000	0.0000	0.2082	0.0000
Ubestemte thecate dinoflagellater (l = 10-20 $\mu\text{m}$ )	0.0000	0.0019	0.0000	0.0038
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>				
Bitrichia chodatii	0.0025	0.0000	0.0016	0.0000
Bitrichia phaseolus	0.0000	0.0000	0.0000	0.0014
Chrysococcus sp.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0008
Crysolycos planktonicus	0.0000	0.0000	0.0000	0.0052
Crysolycos skujai	0.0000	0.0000	0.0008	0.0000
Dinobryon cf. acuminatum	0.0000	0.0000	0.0030	0.0000
Dinobryon bavarium	0.0000	0.0000	0.0018	0.0000
Dinobryon borgei	0.0000	0.0011	0.0055	0.0000
Dinobryon crenulatum	0.0009	0.0000	0.0000	0.0000
Dinobryon divergens	0.0000	0.0000	0.0000	0.0014
Dinobryon suecicum	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000
Dinobryon suecicum var longispinum	0.0000	0.0006	0.0011	0.0000
Dinobryon-solitær flagellat	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007
Kephyrion cf. ovale	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002
Mallomonas caudata	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000
Mallomonas sp.	0.0000	0.0271	0.6650	0.0000

Vedleggstabell A fortsetter

	Steinsvatn 01.09.2008	Steinsvatn 11.11.2008	Stølevatn 01.09.2008	Stølevatn 11.11.2008
Ochromonas-flagellattype	0.0416	0.0018	0.0257	0.2421
Pseudokephyrion sp	0.0000	0.0004	0.0000	0.0000
Spiniferomonas sp.	0.0000	0.0000	0.0001	0.0006
Synura sp.	0.0000	0.0000	0.0031	0.0000
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>				
Asterionella formosa	0.0005	0.0046	0.0000	0.0000
Fragilaria crotonensis	0.0000	0.0001	0.0000	0.0058
Rhizosolenia sp.	0.0902	0.3610	0.0226	0.9024
Tabellaria flocculosa	0.0000	0.0019	0.0006	0.0000
Tabellaria fenestrata	0.0000	0.0054	0.0000	0.0000
<b>EUGLENOPHYCEAE</b>				
Phacus sp.	0.0000	0.0018	0.0000	0.0000
Trachelomonas abrupta	0.0000	0.0000	0.0139	0.0000
<b>CHLOROPHYCEAE</b>				
cf. Botryococcus-koloni*	0.0000	0.0000	0.0300	0.0000
cf. Catena viridis	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002
Chlamydomonas spp.	0.0000	0.0005	0.0000	0.0015
Closterium acutum var. variabile	0.0046	0.0129	0.2339	0.0062
Dictyosphaerium cf. elegans	0.0003	0.0000	0.0013	0.0000
Dictyosphaerium cf. subsolitarium	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000
Dictyosphaerium sp.	0.0000	0.0071	0.0000	0.0041
Elakatothrix genevensis	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007
Hyalotheca mucosa	0.0000	0.0000	0.0000	0.0020
Koliella longiseta	0.0788	0.0012	0.1373	0.0283
cf. Koliella spiculiformis	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000
Monoraphidium contortum	0.0027	0.0027	0.0000	0.0000
Monoraphidium minutum	0.0053	0.0003	0.0000	0.0002
Monoraphidium cf. mirabile	0.0000	0.0000	0.0000	0.0039
Staurodesmus cf. incus var. ralfsi	0.0249	0.0000	0.0332	0.0122
Staurodesmus cf. incus var. incus	0.0000	0.1225	0.0000	0.0000
Staurodesmus triangularis var triangularis	0.0000	0.0000	0.0000	0.0027
Teilingia granulata	0.0035	0.0035	0.0035	0.0283
Ubestemt koloni	0.0015	0.0000	0.0000	0.0000
Ubestemte slimkolonier (d = 3-7,5 µm)	0.0018	0.0000	0.0000	0.0040
Ubestemt chlorophyce (b =2,5-3 µm, l = 25-30 µm)	0.0049	0.0000	0.0000	0.0000
Ubestemte solitære chlorophyceer (d = 5-10 µm)	0.0000	0.0000	0.0031	0.0062
<b>RAPHIDOPHYCEAE</b>				
cf. Gonyostomum semen	0.0000	0.0000	0.0685	0.0000
<b>UKLASSIFISERTE ALGER</b>				
Flagellater/monader (d = <5 µm)	0.0769	0.0273	0.0758	0.0460
" " (d = 5-10 µm)	0.0919	0.0561	0.0752	0.1253
" " (d = 10-15 µm)	0.0000	0.0192	0.0000	0.0048
" " (d = 20 µm)	0.0000	0.0197	0.0000	0.0000
<b>ZOOFLAGELLATER</b>				
Gyromitus cf. Cordiformis	0.0000	0.0000	0.0012	0.0000
Paramastix conifera	0.0000	0.0000	0.0028	0.0000
Ubestemte krageflagellater (d = 5-8 µm)	0.0000	0.0014	0.0014	0.0068
<b>Totalt algevolum (mm<sup>3</sup>/L)</b>	<b>0.60</b>	<b>0.77</b>	<b>1.97</b>	<b>1.94</b>



NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo  
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00  
[www.niva.no](http://www.niva.no) • [post@niva.no](mailto:post@niva.no)