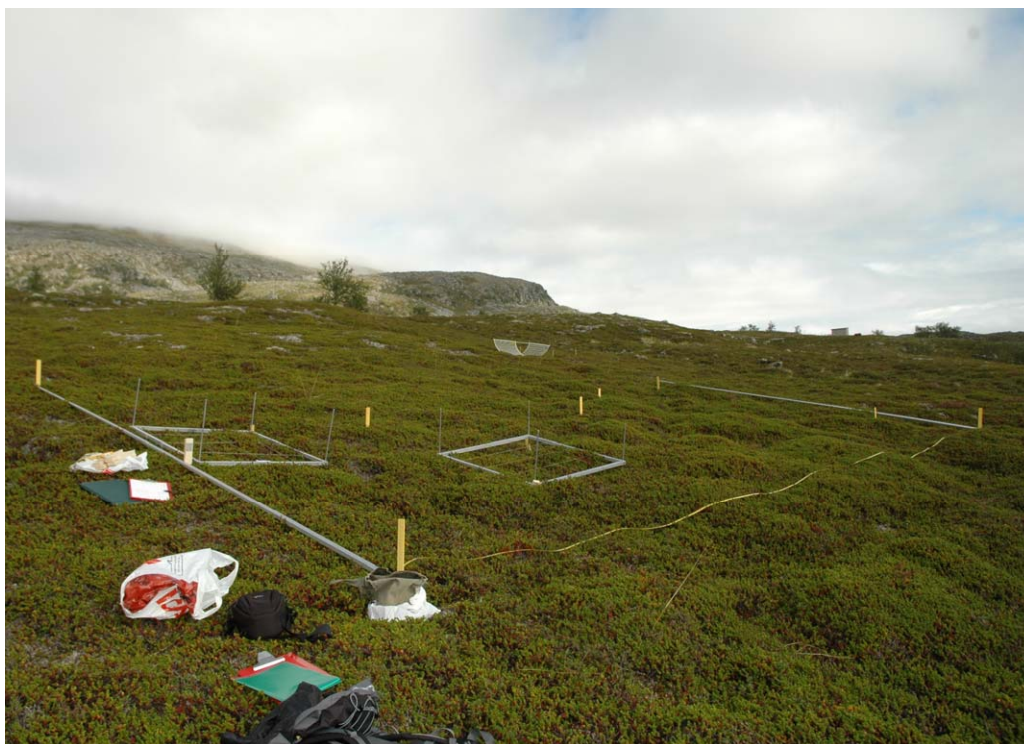


Statoils miljøovervåkingsprogram for Snøhvit

Overvåking av vegetasjon og jord – grunnlagsundersøkelser 2006

Per Arild Aarrestad
Jarle Werner Bjerke
Dagmar Hagen
Hans Tømmervik



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er en ny, elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

NINA Temahefte

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

NINA Fakta

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

Annen publisering

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Norsk institutt for naturforskning

Statoils miljøovervåkingsprogram for Snøhvit

Overvåking av vegetasjon og jord –
grunnlagsundersøkelser 2006

Per Arild Aarrestad
Jarle Werner Bjerke
Dagmar Hagen
Hans Tømmervik

Aarrestad, P. A., Bjerke, J. W., Hagen, D. & Tømmervik, H. 2006.
Statoils miljøovervåkingsprogram for Snøhvit. Overvåking av vegetasjon og jord - grunnlagsundersøkelser 2006. – NINA Rapport 210. 33 s. + Vedlegg.

Trondheim, desember 2006

ISSN: 1504-3312

ISBN 10: 82-426-1770-8

ISBN 13: 978-82-426-1770-5

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Kari Sivertsen

KVALITETSSIKRET AV

Inga E. Bruteig

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Inga E. Bruteig (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)

Statoil

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Vegard Lyngmo

FORSIDEBILDE

Overvåkingsfelt for kretinghei på Forsøl, Kvaløya 2006. © Per Arild Aarrestad

NØKKEWORD

Hammerfest, Melkøya, Kvaløya, LNG-anlegg, forurensing, forsuring, gjødsling, nitrogen, arktisk-/alpin vegetasjon, plantevekst, fotosynteseaktivitet, plantekjemi, jordkemi, polyaromatiske hydrokarboner

KEY WORDS

Hammerfest, Melkøya, Kvaløya, LNG plant, pollution, acidification, fertilization, nitrogen, arctic-/alpine vegetation, plant growth, photosynthetic activity, plant chemistry, soil chemistry, polynuclear aromatic hydrocarbons

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

NINA Oslo

Gaustadalléen 21

0349 Oslo

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 22 60 04 24

NINA Tromsø

Polarmiljøsentret

9296 Tromsø

Telefon: 77 75 04 00

Telefaks: 77 75 04 01

NINA Lillehammer

Fakkelgården

2624 Lillehammer

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 61 22 22 15

www.nina.no

Sammendrag

Aarrestad, P. A., Bjerke, J. W., Hagen, D. & Tømmervik, H. 2006. Statoils miljøovervåkingsprogram for Snøhvit. Overvåking av vegetasjon og jord - grunnlagsundersøkelser 2006. – NINA Rapport 210. 33 s. + Vedlegg.

Snøhvit-utbyggingen består av utvinning og ilandføring av naturgass fra feltene Snøhvit, Albatross og Askeladd i Barentshavet til et mottaks- og prosesseringsanlegg på Melkøya ved Hamnerfest, der gassen blir kjølt ned til flytende naturgass (LNG). Statoil ASA er operatør. LNG-anlegget på Melkøya vil i driftsfasen slippe ut karbondioksid (CO_2), nitrogenoksider (NO_x), metan (CH_4), flyktige organiske forbindelser utenom metan (nmVOC), svoveldioksid (SO_2) og hydrogendioksid (H_2S) fra energiproduksjon og prosessanlegg. Utslipp av nitrogen og svovelholdige gasser kan generelt påvirke terrestriske økosystemer ved forsuring og gjødsling av jordsmonn og vegetasjon. Utslippene fra LNG-anlegget er beregnet til å ligge under gjeldene kritiske tålegrenseverdier for terrestriske naturtyper, men tålegrenseverdiene i arktisk/alpine naturtyper er imidlertid noe usikre. For å kunne dokumentere eventuelle effekter av utslipp til luft, ble det i 2006 (før utslipp) etablert en overvåking av vegetasjon og jord i influensområdet fra LNG-anlegget på Melkøya. Overvåkingen er planlagt videreført ved jevne intervall etter samme metoder som ble benyttet i 2006, med første gjenanalyse i 2008. Overvåkingsparametrenes nytteverdi vil bli fortløpende vurdert.

Det ble opprettet to overvåkingsområder, ett med relativt høy avsetning av nitrogen nordøst på Kvaløya ved Forsøl og ett område med relativt lave avsetninger sør på Kvaløya ved Stangnes. Områdene er samkjørt med Norsk institutt for luftforskning (NILU) sine overvåkingsstasjoner for luftkvalitet. Innen hvert område utføres det en integrert overvåking av vegetasjonens arts sammensetning, plantevekst, forhold mellom plantenes overjordiske og underjordiske biomasse, fotosynteseaktivitet og kjemisk innhold av planter og jord i to atskilte naturtyper (næringsfattig kreklinghei og bakkemyr). Parametrene overvåkes i fast merkede flater. Vegetasjonen overvåkes i seks ruter ($1\text{ m} \times 1\text{ m}$ i hei og $0,5\text{ m} \times 0,5\text{ m}$ på myr) i hver naturtype, totalt 24 analyseruter. I hver rute registreres mengde av karplanter, moser og lav, samt vegetasjonssjiktens høyde og dekning. Plantevekst måles i hvert område på 20 individer av fjellkrekling, etasjemose, rusttorvmose og fjellreinlav. Individene er beskyttet mot beite av rein ved hjelp av skjermer. Forholdet mellom overjordisk og underjordisk biomasse måles på harerug. Undersøkelse av plantenes vitalitet utføres ved målinger av fotosynteseaktivitet på molte, vanlig duskull, fjellkrekling, rusttorvmose og storvrenge, 15 randomiserte prøver av hver art. Lys reinlav/fjellreinlav og rusttorvmose analyseres for kjemisk innhold, Kjeldahl-nitrogen, tungmetallene Pb, Ni og Zn og polyaromatiske hydrokarboner (PAH), fem prøver av hver art fra hvert overvåkingsområde. Seks jordprøver fra hver av naturtypene, totalt 24 prøver, analyseres for pH, Kjeldahl-nitrogen, ekstraherbare kationer, utbyttingskapasitet, basemetning, tungmetallene Pb, Ni og Zn og polyaromatiske hydrokarboner. De kjemiske analysene av planter og jord utføres av Norsk institutt for skog og landskap og NILU.

Resultatene fra grunnlagsundersøkelsen i 2006 viser at verdiene for de valgte overvåkingsparametrene er relativt like på de to områdene og at de er representative for vegetasjon og jord i et fattig arktisk/alpint miljø. Mindre forskjeller mellom områdene skyldes trolig forskjeller i berggrunn, lokalt klima og lokal forurensing. Variasjonen i parametrene er imidlertid ikke større enn at de fleste parametrene med fordel kan reanalyseres etter samme metodikk i 2008. Analysen av forholdet mellom overjordisk og underjordisk biomasse av harerug og innhold av bly i jord viste imidlertid store variasjoner og er trolig lite egnet til videre overvåking. Lengdevest av torvmose bør analyseres i 2007 for å få et estimat av lengdevest før utslipp.

Per Arild Aarrestad (per.a.aarrestad@nina.no), Dagmar Hagen, NINA, Tungasletta 2, NO-7485 Trondheim

Jarle Werner Bjerke, Hans Tømmervik, NINA, Polarmiljøsenteret, NO-9296 Tromsø.

Abstract

Aarrestad, P. A., Bjerke, J. W., Hagen, D. & Tømmervik, H. 2006. Statoil's environmental monitoring program for Snøhvit. Monitoring of vegetation and soil - baseline study 2006. – NINA Rapport 210. 33 pp. + Attachments.

The Snøhvit development project includes production and landing of natural gas from the Snøhvit, Albatross and Askeladd fields in the Barents Sea. A receiving and processing plant is located on Melkøya island outside Hammerfest. The gas will be cooled down to liquefied natural gas (LNG) and distributed throughout the world. Statoil ASA is the operator for the project. The LNG plant on Melkøya will, when operated in 2007, emit carbon dioxide (CO₂), nitrogen oxides (NO_x), methane (CH₄) and other volatile organic compounds (nmVOC), sulphur dioxide (SO₂) and hydrogen dioxide (H₂S) to the air from energy production and processing constructions. In general, emissions of nitrogen and sulphurous gasses can lead to acidification and fertilization of soil and vegetation. The deposition of nitrogen is calculated to be below the critical loads for terrestrial ecosystems. However, the critical loads for arctic- and alpine ecosystems are uncertain. In order to document possible effects on the terrestrial ecosystem a monitoring program for soil and vegetation was established in 2006. Soil and vegetation will be analysed in future using the same methods as established in the 2006 baseline study. First time reanalyses is planned in 2008. The benefit of the methods will be continuously evaluated.

Two monitoring sites were established, one with high estimated N-deposition in the north-eastern part of the island Kvaløya at Forsøl, and one with low N-deposition in the southern part of the island at Stangnes. The sites are coordinated with the monitoring sites for air quality, run by the Norwegian Institute of Air Research (NILU). The monitoring program integrates analyses of species composition of ground vegetation, plant growth, plant shoot/root ratio, photosynthetic activity and chemical contents of soil and plants in two different habitats, alpine heathland and mire. The abundance of vascular plants, bryophytes and lichens are assessed within 1 m × 1 m quadrats in heathland and 0.5 m × 0.5 m quadrats on mire, together with the percentage cover and height of different vegetation layers. Plant growth is measured at each site on 20 individuals of *Empetrum nigrum*, *Hylocomium splendens*, *Sphagnum fuscum*, and *Cladonia mitis*. The plants are protected from grazing by use of small exclosures. The root/shoot biomass ratio is measured on 15 individuals of *Bistorta vivipara* at each site. Photosynthetic activity is measured on 15 randomly selected individuals of *Rubus chamaemorus*, *Eriophorum angustifolium*, *Empetrum nigrum*, *Sphagnum fuscum*, and *Nephroma arcticum* at each site. Five samples of *Cladonia arbuscula/mitis* and *Sphagnum fuscum* are collected from each site and analysed for chemical content, Kjeldahl-nitrogen, Pb, Ni, Zn and polynuclear aromatic hydrocarbons (PAH). Six soil samples are collected from each habitat and analysed for pH, Kjeldahl-nitrogen, exchangeable elements, cation exchange capacity, base saturation, total Pb, Ni and Zn and PAH, totally 24 samples. The chemical analyses are carried out by the Norwegian Forest and Landscape Institute and at the Norwegian Institute for Air Research.

The analysed soil and vegetation is representative for a nutrient poor arctic-/alpine environment, and the values of the monitoring parameters are rather similar between the two sites. Small differences are probably caused by differences in bedrock, local climate and local air pollution. We recommend reanalysing most of the selected parameters in 2008 by using the same methods as in 2006. However, the assessment of plant shoot/root ratio and total Pb in soil was found less suitable for further monitoring, due to large variation between parallel samples. We also recommend that plant growth of *Sphagnum fuscum* should be measured in 2007, in order to get an estimate of the plant growth in front of the emissions to air.

Per Arild Aarrestad (per.a.aarrestad@nina.no), Dagmar Hagen, NINA, Tungasletta 2, NO-7485 Trondheim
Jarle Werner Bjerke, Hans Tømmervik, NINA, Polarmiljøsenteret, NO-9296 Tromsø.

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	4
Innhold	5
Forord	6
1 Innledning	7
2 Områdebeskrivelse	9
2.1 Utvelgelse av overvåkingsområder, naturgrunnlag og vegetasjon	9
2.2 Ytre påvirkningsfaktorer	11
3 Overvåkingsdesign, materiale og metoder	12
3.1 Analyser av vegetasjonens artssammensetning	12
3.2 Plantevekst	13
3.3 Forhold mellom overjordisk og underjordisk plantebiomasse	15
3.4 Fotosynteseaktivitet (fluorescens og gassutveksling)	15
3.5 Plantevevsprøver til kjemisk analyse	17
3.6 Jordsmonnsanalyser	18
4 Resultater og diskusjon	20
4.1 Flora og vegetasjonens artssammensetning	20
4.2 Plantevekst	20
4.3 Forhold mellom overjordisk og underjordisk plantebiomasse	21
4.4 Fotosynteseaktivitet (fluorescens og gassutveksling)	22
4.5 Kjemisk innhold i planter	23
4.6 Kjemisk innhold i jord	26
5 Vurdering av grunnlagsanalysen som grunnlag for videre overvåking	29
5.1 Valg av lokaliteter og vegetasjonstyper	29
5.2 Vegetasjonens artssammensetning	29
5.3 Plantevekst	29
5.4 Forhold mellom overjordisk og underjordisk plantebiomasse	30
5.5 Fotosynteseaktivitet	30
5.6 Kjemisk innhold i planter	30
5.7 Kjemisk innhold i jord	31
6 Referanser	32
7 Vedlegg	34

Forord

Statoil har utarbeidet et miljøovervåkingsprogram for utbygging og drift av Snøhvit som omhandler utslipp til sjø og luft inkludert påvirkning av ferskvann og terrestrisk miljø. I 2006 fikk NINA i oppdrag å utføre grunnlagsundersøkelsen som skal være basis for den terrestriske overvåkingsdelen av programmet. Overvåkingen omfatter en langsiktig studie av vegetasjon og jordsmonn i influensområdet av utslipp til luft fra LNG-anlegget på Melkøya.

I arbeidet med å velge ut relevante overvåkingsområder ble det opprettet kontakt med Finnmarkseiendom, Reinforvaltningen i Finnmark, samt Hammerfest og Kvalsund kommuner. Videre ble det opprettet samarbeid med Norsk institutt for luftforskning (NILU) og Norsk institutt for vannforskning (NIVA), som er ansvarlige for overvåking av luft og ferskvann innen samme overvåkingsprogrammet. Norsk institutt for skog og landskap og NILU har bidratt med kompetanse innen plante- og jordsmonnsanalyser.

Overingeniør Bodil Wilmann (NINA) har registrert alle data i NINAs database, og avdelingsingeniør Tommy Prestø (NTNU) har verifisert vanskelige taxa innen moser og lav. Kontaktperson ved Statoil har vært overingeniør for miljø Vegard Lyngmo ved Statoil ASA Hammerfest, som takkes for et godt samarbeid.

Trondheim, desember 2006

Per Arild Aarrestad
Prosjektleder

1 Innledning

Petroleumsressursene i Snøhvitområdet i Barentshavet ble oppdaget i 1984 og består av feltene Snøhvit, Albatross og Askeladd som inneholder store mengder naturgass. Utbyggingen av Snøhvit omfatter ilandføring av naturgass og kondensat (lettolje) gjennom flerfaseledninger fra feltene i Barentshavet til Melkøya utenfor Hammerfest, der gassen kjøles ned til flytende naturgass (LNG) for transport til markeder i andre land. Utbyggingen startet i 2002 og er planlagt ferdig i 2007.

Når LNG-anlegget på Melkøya settes i drift, vil det slippes ut karbondioksid (CO_2), nitrogenoksider (NO_x), metan (CH_4), flyktige organiske forbindelser utenom metan (nmVOC), svoveldioksid (SO_2) og hydrogendioksid (H_2S) fra energiproduksjon og prosessanlegg. Utslippene vil kunne variere gjennom året, og fra år til år. Maksimale årlige utslipp i fase 1 (fra oppstart til behov for kompresjon av brønnstrøm etter 5-7 år) er estimert til ca. 1,1 millioner tonn CO_2 , 836,5 tonn NO_x , 840 tonn CH_4 , 433 tonn nmVOC, 6,5 tonn SO_2 og 3 tonn H_2S (Statoil 2006).

Maksimal årsmiddelkonsentrasjon for utslipp av NO_2 , NO_x og SO_2 er estimert til henholdsvis $1,94 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $2,65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og $0,024 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Konsentrasjonene vil være høyest rundt selve Melkøya. Maksimal total nitrogenavsetning (tørr- og våtavsetning) fra Hammerfest LNG-anlegget er beregnet til $26 \text{ mg N}/\text{m}^2$ per år, og maksimal svovelavsetning til $0,6 \text{ mg S}/\text{m}^2$ per år. De høyeste avsetningsnivåene for nitrogen vil forekomme i nordøstlig retning, 7-20 km fra Melkøya, bl.a. på nordøstre deler av Kvaløya (Gjerstad 2006). Dagens bakgrunnsnivå for total nitrogenavsetning i nærområdet til Hammerfest LNG-anlegg ligger mellom 150 til $300 \text{ mg N}/\text{m}^2$ per år (Hole & Tørseth 2002).

Utslipp og avsetninger av nitrogen og svovel kan påvirke vegetasjon og jordsmonn når mengdene overskrider kritiske terskler. Når NO_x og SO_2 løses i vann frigjøres hydrogenioner, noe som bidrar til en forsuring av miljøet. Lav og mose tar opp regnvann direkte gjennom sine overjordiske deler og er lett utsatt for en slik forsuring. Et surere jordsmonn vil kunne føre til endringer i plantesamfunn da planter som trives bedre ved lave pH-verdier kan utkonkurrere arter som krever et mindre surt miljø (Arnesen & Bjerke 2000).

NO_x og SO_2 kan også tas opp direkte i planter gjennom spalteåpningene. Ved lave konsentrasjoner er NO_x å regne som et plantenæringsstoff, noe som kan forårsake økt vekst hos karplanter, moser og lav, mens den ved høye konsentrasjoner er en plantegift (SFT 1992). Dersom for store mengder NO_x tas opp over tid, oppstår akutte skader i form av nekrose (områder med dødt vev). Effekter av opptak av SO_2 gjennom spalteåpningene er bl.a. skader på membraner i kloroplastene som igjen medfører redusert fotosyntese og redusert vekst. Moser og lav er spesielt ømfintlige artsgrupper.

En senking av pH i jordsmonnet som følge av nitrogen og svovelholdige syrer vil kunne påvirke løseligheten av ulike mineraler som er viktige plantenæringsstoffer. Disse kan bli tilgjengelig for planter, men de kan også vaskes bort med regnvann og føre til et mindre næringsrikt jordsmonn. Lav og lyngdominerte rabbesamfunn er spesielt sårbare med hensyn til endringer i tilgangen på mineralnæring, nitrogen- og fosfatbasert næring. Enger og bakkemyrer er bedre rustet til å takle en eventuell forsuring av jordsmonnet.

Planter og mikroorganismer tar opp tilført nitrogen fra jord og luft og benytter dette som byggemateriale i celleproduksjonen. Økt nitrogentilgang kan således gi gjødslingseffekter og føre til økt biomasseproduksjon, samt endret artssammensetning i plantesamfunn. Tålegrensen for arktisk/alpine heier, som er den dominerende vegetasjonstypen i influensområdet rundt Melkøya, er satt til $500 \text{ mg N}/\text{m}^2$ per år (Achermann & Bobbink 2003). Hvis denne grensen overskrides, kan det føre til mindre lav, moser og lyngvekster og økt grasvekst. Økt tilførsel av nitrogen kan også endre forholdet mellom plantenes overjordiske og underjordiske biomasse, dvs. forholdet mellom rot og skudd, noe som igjen kan føre til tørkestress for plantene (van der Erden et al. 1991).

Tilleggsavsetningen av nitrogen fra LNG-anlegget vil ikke føre til at gjeldene tålegrenser overskrides innen influensområdet, og det er således lite sannsynlig at vegetasjon og jordsmonn endrer karakter (Statoil 2006). De internasjonale tålegrenseverdiene for arktisk-alpine heier er imidlertid usikre (Achermann & Bobbink 2003). I områder med lave temperaturer, kort vekstsesong og fattige jordsmonn vil økosystemene være mer utsatt for eutrofiering og forsuring enn i mer tempererte områder. I slike områder er det derfor viktig å overvåke økosystemet med tanke på tilleggsavsetninger av NO_x og SO_2 .

I forbindelse med utbyggingen av Snøhvitfeltet og LNG-anlegget på Melkøya har Statoil opprettet et miljøovervåkingsprogram ut fra ambisjonene om at utbyggingen og driften av Snøhvit skal kunne gjennomføres uten skade på miljøet. NINA har fått i oppdrag å utføre overvåking av det terrestriske miljø der formålet er å kunne dokumentere en eventuell forsuring eller eutrofiering av vegetasjon og jordsmonn som følge av utslipp til luft, samt overvåke innhold av forurensete stoffer i planter og jord.

Følgende tema inngår i overvåkingsprogrammet:

- Vegetasjonsovervåking av arter, individer og plantesamfunn inkludert kjemiske forbindelser i utvalgte planter, spesielt med fokus på oligotrofe terrestriske plantesamfunn, moser og lav.
- Endringer i jordsmonn/jordkjemi, særlig med tanke på løselighet av mineralnæring.

Overvåkingen er planlagt utført som en grunnlagsanalyse i 2006 i to atskilte områder med ulike avsetningsforhold og i to ulike naturtyper. Undersøkelsen skal så gjentas i 2008 etter samme metodikk, etter at LNG-anlegget har startet opp. Videre overvåking av vegetasjon er planlagt ved visse årlige intervaller. Overvåkingens nytteverdi skal evalueres nøye etter prøvetaking i 2006 og 2008, med muligheter for endringer i parametere og metodikk. For jordkjemi skal det etter 2008 vurderes om overvåkingen skal fortsette, basert på resultater fra overvåking av avsetning i nedbør.

Denne rapporten beskriver grunnlagsundersøkelsen i 2006 med etablering av overvåkingsfelter, metodikk, innsamlede data og en vurdering av grunnlagsundersøkelsen som basis for fremtidig overvåking. Det er lagt vekt på metodebeskrivelser og presentasjon av grunnlagsdata som basis for gjenanalyse i 2008.

2 Områdebeskrivelse

2.1 Utvelgelse av overvåkingsområder, naturgrunnlag og vegetasjon

Etter en befaring i mai 2006 ble det valgt ut to overvåkingsområder for vegetasjon og jordsmonn (**Figur 1**), ett i et høyavsetningsområde for nitrogen (20-26 mg N/m² per år) nordøst på Kvaløya ved Forsøl og ett i et lavavsetningsområde sør på Kvaløya ved Stangnes (< 5 mg N/m² per år) (Gjerstad 2006). Hvert overvåkingsområde dekker omlag 10 dekar. Områdene ligger på Finnmarkseiendom og er skiltet med opplysninger om pågående overvåkingsaktiviteter i regi av Statoil og NINA (**Vedlegg 1** og **2**). Overvåkingsområdene er koordinert med NILUs overvåkingsstasjoner for luft, da eventuelle endringer i vegetasjon og jordkjemi skal kunne relateres til avsetninger av kjemiske elementer fra luft og nedbør.



Figur 1. Kart med lokaliteter for overvåkingsområdene Forsøl og Stangnes og LNG-anlegget på Melkøya.

Begge områdene ligger på fattig bergrunn med relativt tynt jordsmonnsdekke. På Forsøl består bergarten av kvartsdioritt og på Stangnes granittisk gneiss (Sigmond et al. 1984), noe som gir opphav til relativt næringsfattige vegetasjonstyper. De lokalklimatiske forholdene er noe ulike da området ved Forsøl ligger beskyttet bak fjellpartier, mens Stangnes er noe mer vindeksponert.

I hvert område overvåkes to naturtyper/habitater (**Figur 2 og 3**). Habitat I består av kreklingdominert hei i overgangen mellom rabb og lesidevegetasjon med lite næringskrevende vegetasjon og et mosedominert bunnsjikt med innslag av lav. Habitat II består av sigevannspåvirket myr med totaldominans av torvmoser og innslag av minerotrof vegetasjon av gras, halvgras og urter, men også innslag av lyng. De to habitatene ligger rett ved siden av hverandre innen hvert av overvåkingsområdene.



Figur 2. Overvåkingsområde for kreklinghei på Stangnes.



Figur 3. Overvåkingsområde for bakkemyr på Forsøl.

2.2 Ytre påvirkningsfaktorer

Begge lokalitetene er påvirket av vår- og sommerbeite fra rein, noe som har ført til et relativt sparsomt lavdekke i den bakkenære vegetasjonen. Trolig er beitepresset omtrent likt på de to lokalitetene. Studieområdet på Forsøl er lagt så langt bort fra bebyggelse som mulig, men kan være noe påvirket av ferdsel og lokal luftforurensing fra Hammerfest og tettbebyggelsen på Forsøl. Området på Stangnes ligger godt skjult bak en åsrygg ved riksveien og er trolig lite påvirket av ferdsel og lokal luftforurensing.

3 Overvåkingsdesign, materiale og metoder

Innen hvert område utføres det en integrert overvåking av vegetasjonens artssammensetning, plantevekst, forhold mellom plantenes overjordiske og underjordiske biomasse, fotosynteseaktivitet og kjemisk innhold i planter og jord i to atskilte naturtyper. Parametrene overvåkes i fast merkede flater (**Vedlegg 1 og 2**).

3.1 Analyser av vegetasjonens artssammensetning

Formålet med denne undersøkelsen er å se om vegetasjonen endrer karakter ved at arter som er følsomme for nitrogengjødsling og forsuring endrer abundans. Metodikken som er benyttet følger delvis NINAs konsept for vegetasjonsøkologiske undersøkelser i programmet for terrestrisk naturovervåking (TOV) (jfr. Eilertsen & Often 1994, Bakkestuen et al. 2001), men er her tilpasset overvåking av homogene bestander. Metodikken er også sammenlignbar med metoder benyttet i Statoils overvåkingsprogrammer for vegetasjon på Havmyran (Aarrestad et al. 1996), Tjeldbergodden og Terningvatn (Aarrestad & Wilmann 2002), i forbindelse med utslipp fra metanolanlegget på Tjeldbergodden.

Analysefelt, analyseruter og oppmerking

I hvert av overvåkingsområdene ble det lagt ut to analysefelter á 5 m × 10 m for analyse av vegetasjonens artssammensetning, ett i kreklinghei og ett i bakkemyr. Feltene ble valgt subjektivt slik at vegetasjonen innen hvert felt var mest mulig ensartet (homogen), mens feltene fra samme naturtype var mest mulig like i artssammensetning (**Vedlegg 1-3**).

Kreklingheifeltet på Forsøl ble kalt felt A, bakkemyrfeltet på Forsøl felt B, kreklingheifeltet på Stangnes felt C og bakkemyrfeltet på Stangnes felt D. Feltene ble merket med trepåler i alle hjørnene med 0-punkt (UTM koordinat angitt) i nedre venstre hjørne i forhold til bakkens helning. Innen hvert felt ble det etablert seks analyseruter á 1 m × 1 m i kreklinghei og 0,5 m × 0,5 m på myr ved hjelp av "begrenset tilfeldig ruteplassering" (jfr. Økland 1990). Aluminiumsrør ble satt ned i hvert hjørne av ruta og en merkepinne ble plassert i nedre venstre hjørne av ruta i forhold til bakkens helning. Rutene er nummerert fortløpende fra A1-A6, B1-B6, C1-C6 og D1-D6 i de respektive feltene (**Vedlegg 3**).

Analyser av artsmengde og vegetasjonsstruktur

Analyserutene ble undersøkt ved hjelp av analyserammer som var delt inn i 16 like store småruter (**Figur 4**). I hver av de 16 smårutene ble forekomst/fravær av alle arter av karplanter, moser og lav registrert. De 16 smårutene ble analysert med start i øverste venstre hjørne av analyseruta, fortløpende mot høyre. Disse registreringene danner grunnlag for utregning av artenes smårutefrekvens, som nyttes som kvantitativ angivelse for hver art i analyseruta. I tillegg ble dekningen (projeksjonen i horisontalplanet) av hver art innen analyseruta angitt i prosent. Denne informasjonen gir et supplement til frekvensdataene, og er av betydning for vurdering av endrete dominansforhold i analyseruta over tid.



Figur 4. Analyse av vegetasjonens artssammensetning i permanente ruter.

Gjennomsnittlig høyde og prosent dekning av feltsjiktet (karplantene) ble registrert for hver analyserute. I myrfeltene ble feltsjiktets høyde målt separat for graminider (gras og halvgras) og andre karplanter, da disse to gruppene har svært ulik høyde. Prosent dekning av bunnsjiktet (moser og lav), åpen jord, strø og stein ble også registrert, sammen med informasjon om andel skadd/død krekling. Analyserutene ble fotografert med digitalt kamera fra ca. 1 m høyde for ekstra dokumentasjon av arter, mengdeforhold og struktur. Alle rutene ble analysert i perioden fra 7. til 10. august 2006.

Nomenklatur

Navn på arter følger Lid & Lid (2005) for karplanter, Frisvoll et al. (1995) for bladmoser og levermoser. Vitenskapelige navn på lav følger Santesson et al. (2004). Norske navn på skorpe-lav følger Holien & Tønsberg (2006), mens norske navn på blad- og busklav følger Krog et al. (1994) (**Vedlegg 4**). *Cladonia* spp. i vedleggstabellene omfatter lavarter som i stor grad består av basalskjell. Vanskelige takson ble samlet inn og senere bestemt til art på laboratorium ved hjelp av lupe og mikroskop. Noen arter som var vanskelig å skille i felt, er samlet til felles taxa. Dette gjelder bladmosene bergsigd (*Dicranum fuscescens*) og lyngsigd (*D. flexicaule*) kalt *Dicranum fuscescens/flexicaule*, klubbetorvmose (*Sphagnum angustifolium*), broddtorvmose (*S. fallax*) og bleiktorvmose (*S. flexuosum*) kalt *Sphagnum fallax*-gruppen, levermosene bruntvibladmose (*Scapania hyperborea*), myrtvibladmose (*S. paludosa*) og tvillingtvibladmose (*S. subalpina*) kalt tvibladmoser (*Scapania* spp.) og lavene lys reinlav (*Cladonia arbuscula*) og fjellreinlav (*C. mitis*) kalt lys reinlav/fjellreinlav (*Cladonia arbuscula* coll.). Alle disse artene finnes imidlertid i det innsamlede materialet.

3.2 Plantevekst

Formålet med denne undersøkelsen er å se om en eventuell eutrofiering som følge av utslipp til luft fra anlegget på Melkøya fører til endret vekstrate hos karplanter, moser og lav. Forskning viser at retrospektive studier for å se på vekst tidligere år kan gjøres på krekling (*Empetrum nigrum*), jfr. Blomberg (1972), røsslyng (*Calluna vulgaris*) (Carrol et al. 1999) og torvmoser (Clymo 1970, Gunnarsson & Rydin 2000). Vi har valgt å overvåke vekst hos en lyngart med høy levealder (fjellkreking – *Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*), en moseart i hei (eta-

sjemose – *Hylocomium splendens*) og en moseart i myr (rusttorvmose – *Sphagnum fuscum*), samt en lavart (fjellreinlav – *Cladonia mitis*).

Tjue individer av artene fjellkrekling og etasjemose ble målt og ringmerket i 2006 på hver lokalitet. Disse vil igjen bli målt for lengdevekst i 2008. Individene ble subjektivt valgt ut innenfor rammer på 120 cm × 80 cm. Lokaliseringen for hvert enkelt individ ble målt med tommestokk fra nærmeste to hjørner i rammen, slik at hver enkelt individ fikk en "koordinat". Lengde av siste årsskudd for fjellkrekling og etasjemose ble målt. Årsskuddene på etasjemose har en svært karakteristisk etasjeliknende oppbygning som er enkel å måle. På 20 individer av fjellreinlav ble øverste forgreining (**Figur 5**) merket med rød sprittusj og lengden fra denne til ytterste greintupp av laven ble målt. Ved gjenanalyse vil en måle økningen i lengdevekst fra sprittusjmerket. Det ble også tatt nærbilder av samtlige individer (jfr. **Figur 5**). Disse bildene kan brukes for å finne individene igjen, samt som hjelpemiddel i beregning av vekst.

Lengdevekst av rusttorvmose blir utført med den såkalte "crancked wire"-metoden, jfr. Clymo (1970). Tjue bøyde stålstrenger ble satt ned i mosematter på hver lokalitet, og avstanden fra toppen av strengen ned til overflaten av mosene ble målt. Mosene vil vokse oppover strengen mens stålstrengen står fast i mosematten. Lengdevekst vil således ikke bli registrert før ved neste analyse, da ved å måle hvor mye av strengen som fortsatt er synlig.

Feltene for vekstmålinger av arter ble sikret mot beiting av rein og sau ved hjelp av skjermer (**Figur 6**).



Figur 5. Lengdevekstmåling av fjellreinlav (*Cladonia mitis*).



Figur 6. Beskyttelsesskjerm mot reinbeite benyttet ved plantevekstmålinger.

3.3 Forhold mellom overjordisk og underjordisk plantebiomasse

Formålet med denne undersøkelsen er å se om økt tilførsel av nitrogen kan endre forholdet mellom overjordisk og underjordisk biomasse hos planter, dvs. forholdet mellom skudd og rot. Ubalanse i forholdet mellom rot og skudd kan føre til tørkestress for plantene.

Blomsterplanten harerug (*Bistorta vivipara*) har en avgrenset hovedrot og ble benyttet som forsøksart. Det ble først gjort en befaring for å anslå lokal utbredelse og antall individer av arten på de to lokalitetene. Deretter ble 15 tilfeldige individer, som ennå ikke hadde satt blomster, samlet inn fra hvert av lokalitetenes samlede areal. Overjordisk og underjordisk materiale ble fordelt i separate papirposer og fraktet til NINAs laboratorier i Tromsø. Røttene ble vasket fri for jord og andre planters rotsystem i rennende vann, og deretter ble både røtter og blader tørket på 60 °C i ca. 18 t. De ble så veid på digital vekt til nærmeste 0,0001 g.

3.4 Fotosynteseaktivitet (fluorescens og gassutveksling)

Formålet med denne undersøkelsen er å overvåke eventuelle endringer i plantenes vitalitet med tanke på utslipp av nitrogen og svovel fra LNG-anlegget. Økt nitrogentilgang kan gi økt stimuli til plantevekst, noe som kan gi utslag i høyere fotosynteseaktivitet, mens stressituasjoner som forsuring kan føre til reduksjon i fotosyntese og dermed reduksjon i plantenes aktivitet og vitalitet.

Fotosynteseaktivitet ble målt på innsamlet materiale av urten molte (*Rubus chamaemorus*), halvgraset vanlig duskull (*Eriophorum angustifolium* ssp. *angustifolium*), lyngarten fjellkrekling, mosen rusttorvmose og laven storvrenge (*Nephroma arcticum*). Fra hver lokalitet ble det samlet inn 15 randomiserte prøver av hver art. Feltene innsamlingene ble foretatt i ble posisjonert ved hjelp av GPS og samtidig avmerket med blomsterpinner, slik at kommende innsamlinger kan foretas i de samme feltene. Umiddelbart etter innsamling ble prøvene fraktet til et innleid lokale i Hammerfest som egnet seg for målinger av fotosynteseaktivitet. Prøvene ble analysert ved hjelp av det kombinerte klorofyllfluorescens- og gassutvekslingsinstrumentet GFS-3000 (Walz GmbH, Effeltrich, Tyskland) (**Figur 7**). Før målinger av klorofyllfluorescens ble prøvene

mørkeadaptert i minimum 15 minutter. Prøvene ble lagt på fuktig papir for å forhindre uttørring før analyse. Klorofyllfluorescens ble målt ved hjelp av en lysimpuls av 2 sekunders varighet. Den maksimale andelen lys som benyttes til fotosyntese, F_v/F_m , indikerer prøvens tilstand. Høye verdier (for karplanter gjerne litt i overkant av 0,8 og for moser og lav noe lavere) viser at plantene ikke er utsatt for spesielle stressvektorer som fører til reduksjon i fotosynteseaktivitet. For mer informasjon på norsk om klorofyllfluorescensteknikk, se Nybakken et al. (2000).

Gassutveksling (det vil i hovedsak si opptak og utslipp av karbondioksid, CO_2) er en mer tidkrevende analyseprosess, og derfor ble kun fjellkreking undersøkt. Seks prøver fra hver lokalitet ble undersøkt. Prøvene ble først mørkeadaptert i romtemperatur ($20\text{ }^\circ\text{C} \pm 1,5\text{ }^\circ\text{C}$) i minimum 15 minutter for måling av mørkerespirasjon (A_0 ; A for assimilasjonsrate). Prøvenes lysrespirasjon (A_{1000}) ble målt etter at de hadde vært eksponert for fotosyntetisk aktivt lys med en styrke på $1000\text{ }\mu\text{mol m}^{-2}\text{ s}^{-1}$ i 22 min. Assimilasjonsrate ble analysert per arealenhet. Prøvens overflateareal ble estimert ved hjelp av histogramfunksjonen i Adobe Photoshop Elements 3.0 (Adobe Systems Inc., USA).



Figur 7. Målinger av fotosynteseaktivitet på planter ved hjelp av klorofyllfluorescens-instrument. Illustrasjonsfoto tatt på annen lokalitet.

3.5 Plantevevsprøver til kjemisk analyse

Innsamlingsmetodikk

Det ble samlet inn fem prøver av lys reinlav/fjellreinlav og fem prøver av rusttorvmose (**Figur 8**) fra hver av de to lokalitetene til kjemisk analyse av miljøgifter (PAH og tungmetaller) og like mange prøver til analyse av kjemisk innhold (Kjeldahl-nitrogen og elementanalyse), totalt 40 prøver. Det ble ikke skilt mellom de to taksonomisk nærstående artene lys reinlav og fjellreinlav da det er svært tidkrevende å skille disse fra hverandre i felt. Trolig består lavprøvene hovedsakelig av fjellreinlav, da lys reinlav er relativt sjelden i området.

Laven ble samlet rundt kreklingheifeltene (felt A og C) i en sirkel med radius 20 m innen fem atskilte og like store sektorer lagt ut fra feltets 0-punkt (nederste i venstre hjørne). Sektorflatene ble opprettet med et 400 graders kompass (0-80, 81-160, 161-240, 241-320 og 321-400 grader). Det ble ikke samlet inn lavmateriale fra selve feltene.

Rusttorvmose ble samlet inn fra fem subjektivt utvalgte mosetuer i nærheten av myrfeltene. Posisjonen for hver tue ble stadfestet ved hjelp av GPS. Randomisert utvalg kunne ikke benyttes da det var få tuer i området. Prøvene ble tatt fra de øverste 0,5 cm av torvmoseskuddene. Alt plantemateriale ble samlet inn ved bruk av Latex-hansker som ble skiftet for hver prøve. Prøver til analyse av miljøgifter ble oppbevart på forseglede glass, mens prøvene til analyse av kjemisk sammensetning ble oppbevart i papirposer. Alle prøver ble samlet inn siste feltarbeidsdag (11. august) under de samme værforhold (oppholdsvær).



Figur 8. Innsamlingslokalitet for rusttorvmose (*Sphagnum fuscum*).

Kjemiske analyser

Plantevevsprøver til analyse av kjemisk innhold ble tørket i tørkeskap ved 25 °C ved NINA to dager etter innsamling og deretter analysert ved Norsk institutt for skog og landskap. Etter at prøvene ble homogenisert ved maling gjennom 1 mm sifter ble de analysert for totalt innhold av kationer (Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Sc, Se, Sr, Ti, V, Y, Zn) ved ICP (inductively coupled plasma emission spectroscopy) etter oppslutning med 72 % HCl og 70 % HNO₃ (i forholdet 1:5) i lukkede teflonbeholdere. Totalt nitrogen ble analysert etter Kjeldahl-metoden (alle metoder etter Ogner et al. 1999).

Innhold av tungmetallene Pb, Ni, og Zn ble utført ved NILU etter metode NILU-U-100 (forskrift for bruk av induktivt koplet plasma massespektrometer, ICP-MS) og Hg etter metode NILU-U-62 (forskrift for bestemmelse av Hg i prøver av fast materiale ved kalddampgenerering/atomfluorescens-spektrofotometri).

Planteprovne til analyse av polyaromatiske hydrokarboner (PAH) ble tørket ved 25 °C og deretter tilsatt en intern standard som bestod av en blanding av syv forskjellige 2D-merkede PAH før Soxhletekstraksjon. Ved prøveopprensning ble mesteparten av prøvematriks fjernet med en modifisert versjon av en væske/væske-fordeling beskrevet av Grimmer & Böhnke (1972) etterfulgt av en opprensning på en silica-væsekromatografikolonne. Hvis nødvendig ble det i tillegg benyttet en miniversjon av Grimmer og Böhnke-metoden (Jaklin 1987). Før kvantifisering ble prøvene tilsatt en gjenvinnings kontrollstandard med tre 2D-merkede PAH. Den kvantitative analysen av 16 PAH-komponenter ble utført med høyoppløsende gasskromatografi kombinert med lavoppløsende massespektrometri (GC/MS). De analyserte komponentene hører til gruppen som er valgt ut av US EPA og består av naftalen, acenaftilen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, pyren, benz(a)antracen, sum krysen/trifenylen, sum benzo(b/j/k)fluorantener, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3-c,d)pyren, sum dibenzo(a,c/a,h)antracen og benzo(g,h,i)perylene. Trifenylen, benzo(j)fluoranten og dibenzo(a,c)antracen inngår ikke i EPA 16, men de kan ikke separeres fra de komponentene som utgjør EPA 16 med gasskromatografi og rapporteres derfor som sum. I tillegg til konsentrasjonen av analyttene ble gjenvinning av intern standard tilsatt prøvene før ekstraksjon bestemt. Kriterier for påvisning var at komponenten hadde korrekt retensjonstid, et signal/støy-forhold større enn 3/1 og at gjenvinningen av intern standard var innenfor de gjeldene grenser.

3.6 Jordsmonnsanalyser

Innsamlingsmetodikk

Det ble samlet inn seks jordprøver fra kreklinghei og seks prøver fra bakkemyr fra hver av de to lokalitetene til kjemisk analyse av miljøgifter (PAH og tungmetaller) og like mange prøver til analyse av næringsinnhold (glødetap, pH, Kjeldahl-nitrogen og elementanalyse), totalt 48 prøver.

Alle jordprøver ble samlet inn rett utenfor analyserutene for vegetasjonens artssammensetning, langs de fire sidene, i tilsvarende vegetasjon som inne i ruta. Prøvene ble tatt med jordbor. Latex-hansker ble benyttet ved innsamlingen og skiftet for hver analyserute. I kreklingheifeltene (A og C) bestod hver prøve av 10-12 stikk som ble blandet til en prøve representativ for analyseruta. Prøvene ble her tatt fra det øvre humuslaget ned til 5 cm. I myrfeltene (B og D) ble det tatt to stikk rundt hver analyserute, samlet til en prøve representativ for ruta. Her ble de øverste 5 cm av levende torvmoser tatt bort, og torv/humus ble samlet fra de underliggende 5-10 cm.

Jordprøver til analyse av PAH og tungmetaller ble oppbevart i forseglede glass, mens prøver til næringsanalyse ble samlet inn i papirposer og oppbevart i åpne plastposer. Alle jordprøver ble samlet inn siste feltarbeidsdag (11. august) under de samme værforhold (oppholdsvær).

Kjemiske analyser

Humusprøver og torvprøver til kjemisk analyse av tilgjengelige plantenæringsstoffer ble tørket ved 25 °C og siktet gjennom 2 mm sifter ved NINA i Trondheim to dager etter innsamling og deretter analysert ved Norsk institutt for skog og landskap for pH (vann og 0,01M CaCl₂ ekstraksjon), glødetap (LOI), Kjeldahl total nitrogen (N) og NH₄NO₃-ekstraherbare kationer etter metoder beskrevet i Ogner et al. (1999).

Jordprøvene ble ekstrahert med 1M NH₄NO₃, titrert for utbyttbar aciditet (H⁺) og analysert på ICP for utbyttable ioner og ekstraherbare elementer (Al, B, Ba, Be, C, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Se, Si, Sr, Ti, V, og Zn). Utbyttingskapasitet av kationer (CEC) ble regnet ut i henhold til $CEC_{NH_4NO_3} = \text{utbyttbar aciditet (H}^+) + Na^+ + K^+ + Ca^+ + Mg^+ + Mn^+$

(mmol(p+)/kg) jord. Basemetning (BS) ble regnet ut i henhold til $BS_{NH_4NO_3} = (Na^+ + K^+ + Mg^+ + Ca^+)/CEC_{NH_4NO_3} \times 100\%$.

Innhold av tungmetallene Pb, Ni, og Zn ble utført ved NILU etter metode NILU-U-100 (forskrift for bruk av induktivt koplet plasma massespektrometer, ICP-MS) og Hg etter metode NILU-U-62 (forskrift for bestemmelse av Hg i prøver av fast materiale ved kalddampgenerering/atomfluorescens-spektrofotometri).

Jordprøver til analyser av PAH ble tørket ved 25 °C, siktet gjennom 2 mm sikter og deretter analysert etter samme metoder som for plantemateriale. Under opprensingsprosessen ble prøvene ultralydbehandlet med kvikksølv for å fjerne svovel. Prøvene ble analysert for de samme PAH-komponentene som ved analyse av plantemateriale.

4 Resultater og diskusjon

4.1 Flora og vegetasjonens artssammensetning

Det ble totalt registrert 82 arter/artsgrupper i kreklinghei og myr fra de to lokalitetene, fordelt på 25 karplanter, 43 moser og 14 lav. De fleste artene er lite til svakt næringskrevende og karakteristiske for vegetasjonstypene i området. Artsantallet var svakt høyere på Stangnes med 70 registrerte arter mot 61 på Forsøl (**Vedlegg 5-8**).

Kreklinghei

Det ble registrert totalt 46 arter i analyserutene fra kreklingheifeltene, 32 på Forsøl og 41 på Stangnes (**Vedlegg 5, 6 og 9**). Vegetasjonstypen er karakterisert av et feltsjikt dominert av fjellkrekling og et tett bunnsjikt med relativ stor dekning av bladmosene berg-/lyngsigdmose og furumose (*Pleurozium schreberi*), levermosen frynsemose (*Ptilidium ciliare*) og til dels lys reinlav/fjellreinlav. Konstante arter med mindre dekning er blåbær (*Vaccinium myrtillus*), skrubbær (*Chamaepericlymenum suecicum*), graset smyle (*Avellana flexuosa*), bladmosen ribbesigd (*Dicranum scoparium*), levermosen lyngskjeggmos (*Barbilophozia floerki*), samt gaffellav (*Cladonia furcata*), syllav (*C. gracilis*) og grå reinlav (*C. rangiferina*). Vegetasjonstypen er typisk for influensområdet på godt drenerte heier i nedkant av eksponerte koller.

Vegetasjonen på de to feltene er nokså lik med 28 felles arter. Stangnes skiller seg imidlertid noe fra Forsøl ved større dekning av tyttebær (*Vaccinium vitis-idaea*) og furumose. I tillegg opptrer flere lavararter som tåler sterk vindslitasje, slike som jervskjegg, fjelltagg, bristlav og skjellfittlav (*Alectoria nigricans*, *Bryocaulon divergens*, *Parmelia sulcata*, *Psoroma hypnorum*). Dette skyldes trolig det mer eksponerte klimaet på denne lokaliteten.

Bakkemyr

Det ble registrert totalt 48 arter/artsgrupper i analyserutene fra myrfeltene, 35 på Forsøl og 39 på Stangnes (**Vedlegg 7 og 8**). Artene reflekterer en fattig til svakt næringskrevende myrvegetasjon påvirket av god sigevannstilførsel. Den eneste arten som indikerer noe baserikhet er jåblom (*Parnassia palustris*). Forekomster av bukkeblad (*Menyanthes trifoliata*) indikerer høyt og jevnt grunnvannsnivå. Vegetasjonstypen er ellers karakterisert av et relativt tett graminidesjikt av vanlig duskull og flaskestarr (*Carex rostrata*) og et lyngsjikt av fjellkrekling med innslag av dvergbjørk (*Betula nana*) (**Vedlegg 9**). Bunnsjiktet er dominert av torvmoser, der broddtorvmose og taksonomisk nærstående arter (*Sphagnum fallax*-gruppen) dominerer. Konstante arter med liten dekning er kvitlyng (*Andromeda polifolia*), tranebær (*Oxycoccus* spp.), blokkebær (*Vaccinium uliginosum*), grasmose (*Straminergon stramineum*) og levermosen frynsemose. Flere levermoser finnes spredt i torvmosemattene, slike som sumpflak, glefsemoser, myrsnutemose, flikmoser og tvibladmoser (*Calypogeia* spp., *Cephalozia* spp., *Cladipodiella fluitans*, *Lophozia* spp., *Scapania* spp.)

Begge lokalitetene inneholder mye de samme artene, der 27 arter er felles. Bakkemyra på Forsøl har imidlertid noe mer innslag av tuemyrsarter som molte og torvull (*Eriophorum vaginatum*), mens myra på Stangnes også er karakterisert av et tettere sjikt av fjellkrekling og forekomst av urter som skrubbær og rund soldogg (*Drosera rotundifolia*).

4.2 Plantevekst

Målingene av fjellkrekling viste at årsskuddene var lengre på myr enn på hei (**Tabell 1, Vedlegg 10 og 11**), noe som trolig skyldes at bakkemyrene ligger noe mer beskyttet mot vindslitasje, og at de her også har lettere for å ta opp næring i et noe mer næringsrikt jordsmonn (jfr. **kap. 4.6**). I tillegg er myra generelt mindre utsatt for reinbeite enn heia. Årsskuddene av fjellkrekling i heia på Stangnes var jevnt over lengre enn på Forsøl (gjennomsnitt hhv. 13,0 cm og

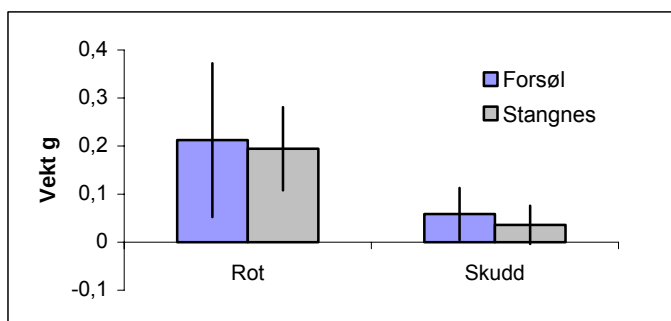
8,5 cm). Lengdeveksten av fjellkrekling på myr viste store variasjoner både innen og mellom lokalitetene, mens lengdevekst av fjellreinlav og etasjemose var relativt lik mellom lokalitetene.

Tabell 1. Gjennomsnittlig lengde (Snitt) og standard avvik (SD) for fjellkrekling (*Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*), etasjemose (*Hylocomium splendens*) og fjellreinlav (*Cladonia mitis*) fra Forsøl og Stangnes. Antall individer per art og lokalitet er 20.

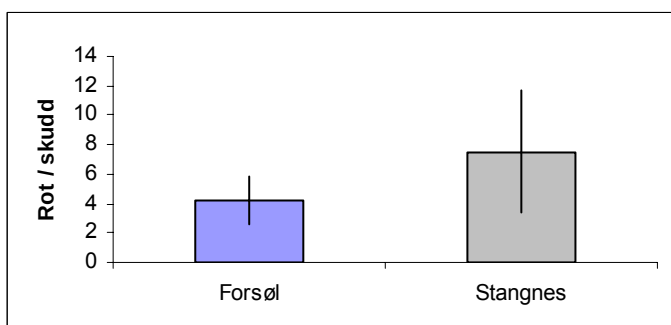
Art	Forsøl		Stangnes	
	Snitt (mm)	SD	Snitt (mm)	SD
Fjellkrekling (hei)	8,45	1,93	12,95	4,66
Fjellkrekling (myr)	18,90	7,43	14,95	5,98
Etasjehusmose (hei)	17,05	5,41	16,85	3,72
Fjellreinlav (hei)	8,70	2,27	9,45	1,72

4.3 Forhold mellom overjordisk og underjordisk plantebiomasse

De registrerte individene av harerug fra de to lokalitetene utviser stor variasjon i vekt av både rot og skudd, noe som vises med lange feilintervaller i **Figur 9**. Vektforholdet mellom overjordisk og underjordisk biomasse er signifikant forskjellig ved et 95% signifikansnivå (**Figur 10**), på tross av stor varians (t -test: $P = 0,013$ når ulik varians tas med i betraktning). Plantene på Stangnes er generelt mindre enn på Forsøl og har størst rot-til-skuddforhold (**Figur 10**). Det er spesielt skuddene som er mindre på Stangnes, og dette gir da utslag i forholdet mellom overjordisk og underjordisk biomasse.



Figur 9. Vekt av rot og skudd hos harerug fra Stangnes og Forsøl. Søylen viser gjennomsnitt $\pm$ 1SD. Det er ingen signifikante forskjeller mellom lokalitetene. $n=15$.



Figur 10. Vektforholdet mellom overjordisk (skudd) og underjordisk (rot) biomasse hos harerug-individer fra Stangnes og Forsøl. Søylen viser gjennomsnitt $\pm$ 1SD. $n=15$.

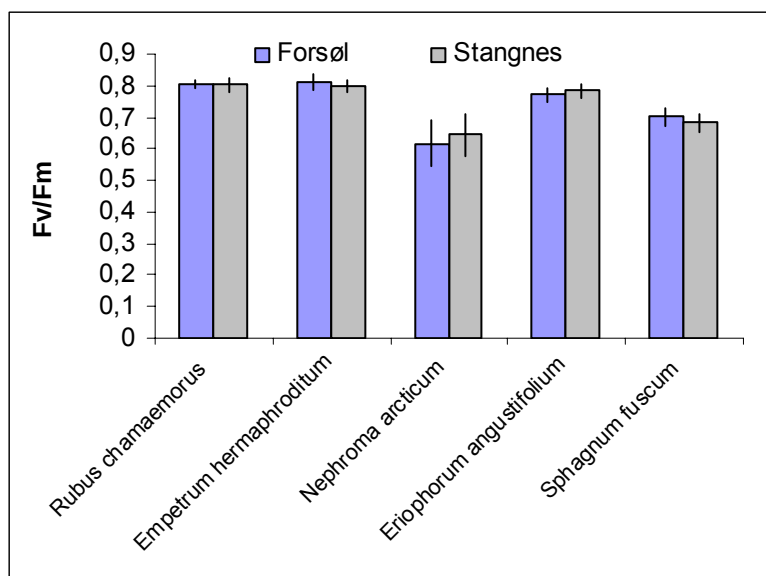
Forskjellen mellom lokalitetene skyldes trolig ulike vekstforhold. Vegetasjonen omkring viser at Stangnes er noe mer eksponert enn Forsøl. Stangnes har en vegetasjonstype som tilsvarer lavalpint belte (ovenfor skoggrensa), mens Forsøl ligger i overgangen mellom subalpint og lavalpint belte (dvs. ved skoggrensa). Vekstsesongen i 2006 var relativt kort og kjølig. En subop-

timal vekstsesong, slik som årets, gir større negative utslag i vekst på kaldere, mer marginale lokaliteter enn på noe mer gunstige lokaliteter. Følgelig vil harerug på Stangnes ha mindre overjordisk biomasse enn på Forsøl, mens underjordisk biomasse, som er bygget opp i løpet av flere år, ikke påvirkes i like stor grad av en suboptimal vekstsesong. Variasjon i alder på enkeltindividene bidrar videre til stor variasjon i underjordisk biomasse. I tillegg er harerug en svært variabel art, der størrelsen på individer varierer naturlig innenfor en og samme lokalitet.

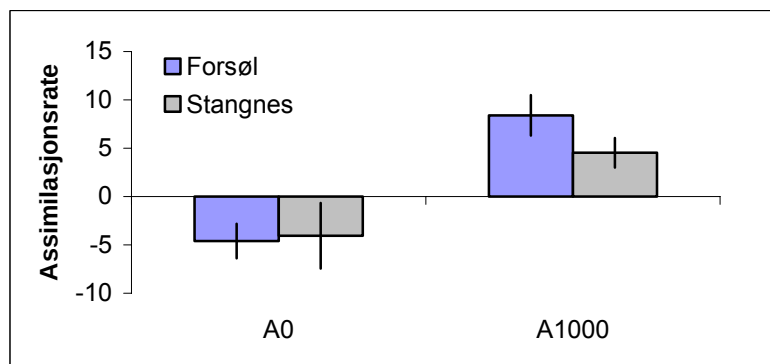
4.4 Fotosynteseaktivitet (fluorescens og gassutveksling)

Ingen av de fem undersøkte artene (molte, fjellkrekling, storvrenge, vanlig duskull, rusttorvmose) viste signifikante forskjeller mellom lokalitetene med hensyn til klorofyllfluorescens (**Figur 11, Vedlegg 13**). Rusttorvmose og laven storvrenge har som forventet lavere verdier enn karplantene pga. mindre klorofyllinnhold, og spesielt laven viser noe større variasjon enn de andre artene.

Ved mørkerespirasjon (A_0) viser fjellkrekling ingen forskjell mellom lokalitetene (**Figur 12, Vedlegg 14**), men etter å ha blitt eksponert for mettede fotosyntetisk aktivt lys er det signifikante forskjeller. Kreklingplantene fra Forsøl er langt mer effektive, dvs. de har høyere assimilationsrate (t -test: $P = 0,005$ når ulik varians tas med i betraktning).



Figur 11. Klorofyllfluorescens av molte (*Rubus chamaemorus*), fjellkrekling (*Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*), storvrenge (*Nephroma arcticum*), vanlig duskull (*Eriophorum angustifolium* ssp. *angustifolium*) og rusttorvmose (*Sphagnum fuscum*) fra Forsøl og Stangnes. Søylene viser gjennomsnitt $\pm$ 1SD. $n=15$ for hver art og lokalitet.



Figur 12. Gassutveksling hos fjellkrekling ved mørkerespirasjon (A_0) og lysrespirasjon (A_{1000}). Søylene viser gjennomsnitt $\pm$ 1SD. $n=6$ per lokalitet.

Fluorescensverdiene tilsier at artene ikke viser noen tegn til stress. Verdiene er slik man kan forvente hos arter som vokser under naturlige forhold uten sterke stressfaktorer som forurensning, sterk stråling, sterk kulde og lignende.

Gassutvekslingsmålingene viser at fjellkrekling fra de to lokalitetene responderer ulikt til lysbehandling. Fjellkrekling fra Forsøl viser økt fotosynteseaktivitet under de gitte forholdene. Årsakene til dette er ikke klarlagt, men trolig dreier det seg om tilpasninger til vekst under to ulike klimatiske forhold.

4.5 Kjemisk innhold i planter

Plantenæringsstoffer

Gjennomsnittsverdier av detekterbare elementer (grunnstoffer) i lav og mose ved ICP-analysen er gjengitt i **Tabell 2**, mens verdiene for hver prøve er vist i **Vedlegg 15**. For en rekke av de analyserte stoffene var nivåene i innsamla planteprøver under deteksjonsgrensen. Dette gjelder As, Be, Cd, Co, Cr, Ga, Li, Mo, Ni, Pb, Sc, V og Y.

Tabell 2. Kjemisk innhold i plantevevsprøver av lys reinlav/fjellreinlav (*Cladonia arbuscula coll.*) og rusttorvmose (*Sphagnum fuscum*) fra overvåkingsfeltene på Forsøl (felt A og B) og Stangnes (felt C og D). Verdiene i tabellen er gjennomsnitt og standardavvik (SD) av fem prøver.

Element	Måle-enhet	Lys reinlav/fjellreinlav				Rusttorvmose			
		Forsøl A		Stangnes C		Forsøl B		Stangnes D	
		Snitt	SD	snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD
Al	mmol/kg	3,86	0,67	4,13	0,86	8,08	2,58	9,07	3,67
B	µmol/kg	365,20	80,45	349,20	86,84	255,00	42,29	313,00	148,31
Ba	µmol/kg	33,80	5,63	56,00	13,47	72,60	30,95	112,00	57,26
Ca	mmol/kg	23,56	2,59	27,90	4,15	49,84	28,85	116,26	71,60
Cu	µmol/kg	26,80	2,95	33,80	3,70	34,80	3,96	44,20	9,68
Fe	mmol/kg	2,12	0,34	2,40	0,61	3,11	1,04	14,07	25,47
K	mmol/kg	29,72	1,29	33,18	2,48	105,40	12,71	106,06	14,49
Mg	mmol/kg	26,90	1,14	26,28	1,53	76,78	21,06	94,76	30,58
Mn	mmol/kg	0,86	0,12	1,71	1,06	1,38	1,04	3,08	2,67
Kj-N	mmol/kg	267,60	15,96	335,20	28,15	353,20	54,15	413,80	62,93
Na	mmol/kg	6,05	0,39	6,20	0,48	69,24	8,12	73,08	16,24
P	mmol/kg	14,36	0,85	20,12	3,67	11,00	2,89	14,90	1,72
S	mmol/kg	11,61	0,76	14,89	1,64	26,89	4,50	29,86	2,65
Se	µmol/kg	50,60	5,18	35,60	4,62	46,20	4,49	47,00	9,49
Sr	µmol/kg	78,20	8,93	88,20	14,41	216,80	141,07	294,40	168,54
Ti	µmol/kg	183,20	27,07	171,00	37,78	196,00	42,17	149,00	49,74

De aller fleste av disse grunnstoffene er viktige byggesteiner i plantene, og er sentrale i plantemetabolismen eller stoffomsetningen enten direkte eller indirekte, dvs. dette er stoffer som plantene må ta opp for å kunne gjennomføre livssyklusen sin. Opptak og naturlig mengde av slike næringsstoffer varierer noe mellom artsgrupper og enkeltarter. Generelt er det de samme næringsstoffene som er viktige for moser, lav og karplanter, men mekanismene som styrer opptak og omsetning er noe forskjellig (Longton 1988). For lav og moser representerer opptak fra luft og vatn en viktig kilde for næringstilførsel, selv om nyere forskning viser at også for disse artsgruppene er substratet av betydning for næringstilgang.

Dette datasettet viser at fordelingen av grunnstoffer er ganske lik for den undersøkte mosen og laven. Nitrogen er det enkeltstoffet som finnes i størst mengde hos begge artene. Torvmosen har noe høyere innhold av viktige makronæringsstoff som kalsium (Ca), kalium (K), magnesium (Mg) og natrium (Na) sammenliknet med laven. Hos moser er den største konsentrasjonen av nitrogen, fosfor og kalium i grønne deler av planten, mens kalsium og magnesium akkumuleres i de brune plantedelene. Dette har sammenheng med hvilke prosesser stoffene er en del av. Partikler i lufta som lander på overflata av moser og lav kan påvirke resultatet av næringsinnhold i planteprøver, selv om stoffene ikke inngår i fysiologiske prosesser (Longton 1988). Næringsinnholdet vil også kunne variere gjennom sesongen, og er forskjellig i plantevev av ulik alder (Bates 2000). Det er dermed viktig å gjennomføre innsamling og analyse til samme tid og med samme prosedyre for å sikre sammenliknbare data. Variasjonen gjennom året er større for moser og høyere planter enn for lav (se for eksempel Chapin et al. 1980).

Det er generelt liten forskjell i fordeling og mengde av ulike plantenæringsstoffer mellom de to lokalitetene, både for reinlav (i heivegetasjon) og torvmose (i myr) (**Tabell 2**). Unntaket er innholdet av nitrogen, som er høyere i planter på Stangnes sammenliknet med Forsøl (t -test; $P < 0,001$).

Tungmetaller

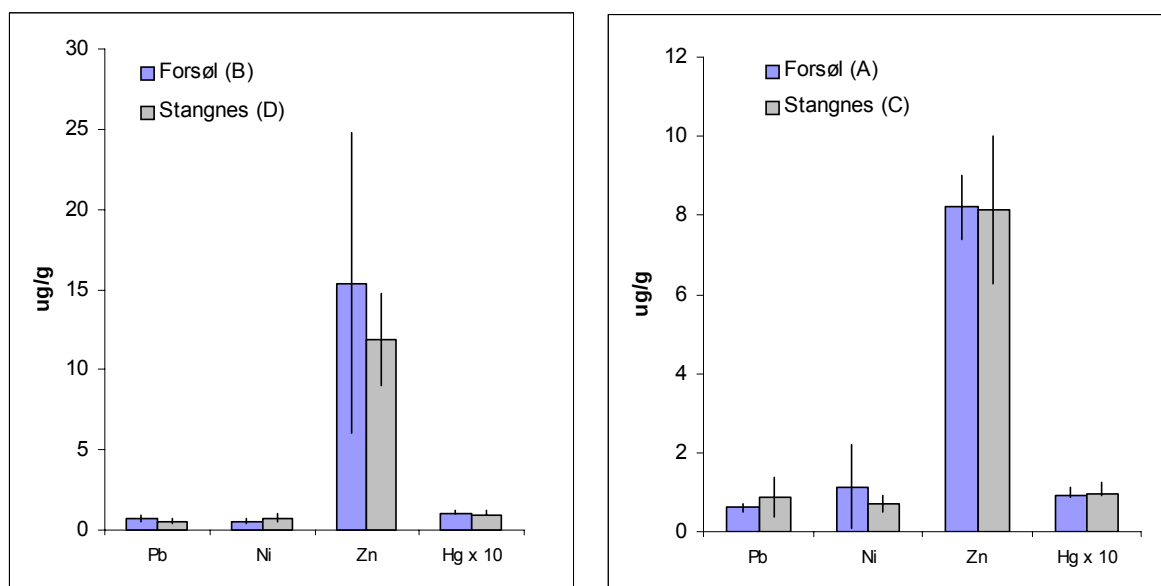
Resultatene fra analyse av tungmetaller viser at Zn er det grunnstoffet som forekommer vanligst i de innsamla plantene, men det er også registrert Pb, Ni og Hg i både reinlaven og torvmosen (**Tabell 3, Vedlegg 15**).

Tabell 3. Tungmetallinnhold i plantevevsprøver av lys reinlav/fjellreinlav (*Cladonia arbuscula coll.*) fra hei og rusttorvmose (*Sphagnum fuscum*) fra myr fra forsøksfeltene Forsøl (felt A og B) og Stangnes (felt C og D). Verdiene i tabellen er gjennomsnitt og SD av fem prøver.

Tungmetall	Måleenhet	Lys reinlav/fjellreinlav				Rusttorvmose			
		Forsøl A		Stangnes C		Forsøl B		Stangnes D	
		Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD
Pb	µg/g	0,61	0,10	0,88	0,50	0,74	0,21	0,55	0,14
Ni	µg/g	1,14	1,04	0,70	0,20	0,56	0,15	0,76	0,22
Zn	µg/g	8,22	0,81	8,14	1,86	15,40	9,40	11,84	2,86
Hg	mg/kg	0,09	0,02	0,09	0,03	0,10	0,02	0,09	0,03

Sink (Zn) er en naturlig bestanddel i plantene, og inngår i viktige fysiologiske prosesser. Det er derfor naturlig at nivået av dette metallet er høyere enn nivået av de andre tungmetallene, som ikke inngår naturlig i plantene. Innholdet av sink er høyere i torvmosen enn i reinlaven når data fra begge lokalitetene analyseres samlet (t -test; $P < 0,001$ og **Figur 13**).

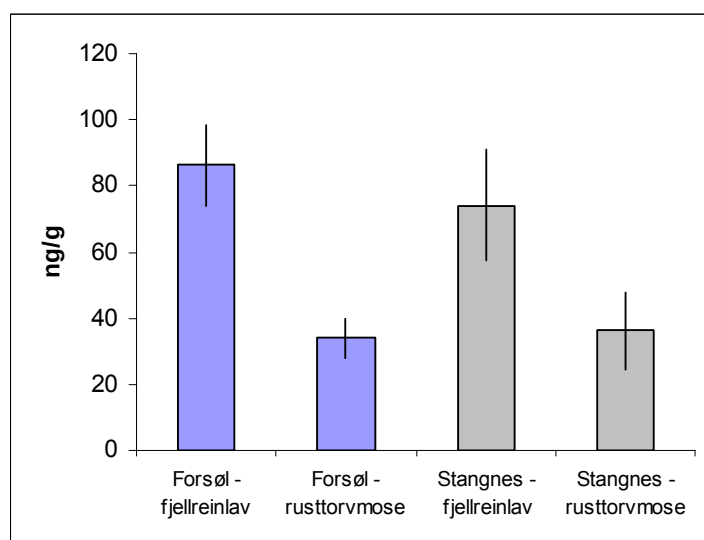
De viktigste kildene til bly (Pb), nikkel (Ni) og kvikksølv (Hg) er enten gjennom bakgrunnsverdier i berggrunnen eller forurensning fra nære eller fjerne kilder. Trolig er berggrunnen den viktigste kilden til variasjon av innholdet av tungmetaller i de målte plantene. Det er ingen tydelige forskjeller på nivået av bly, nikkel eller kvikksølv mellom arter eller mellom lokaliteter. Tungmetaller kan akkumuleres i moser og lav opp til konsentrasjoner mye høyere enn det som finnes i miljøet rundt, og gjør disse organismegruppene egnet for overvåking av forurensning.



Figur 13. Innhold av tungmetallene Zn, Ni, Pb og Hg i plantep prøver av rusttorvmose (*Sphagnum fuscum*) samla på Forsøl (felt B) og Stangnes (felt D) og lys reinlav/fjellreinlav (*Cladonia arbuscula coll.*) samla på Forsøl (felt A) og Stangnes (felt C). Hver av verdiene i figuren er snitt og standardavvik (SD) for fem prøver. Verdier for Hg er multiplisert med 10. $n=5$ for hver art på hver lokalitet.

Polyaromatiske hydrokarboner (PAH)

Analysene av PAH i plantemateriale viste høyeste verdier for komponentene naftalen, fenantren og fluoranten, både hos lys reinlav/fjellreinlav og rusttorvmose (**Vedlegg 18-21**). Disse stoffene utgjør over 70 % av de totale PAH-konsentrasjonene i plantene. Innholdet av PAH er betraktelig høyere i lav enn i rusttorvmose (**Figur 14**), noe som gjelder for de fleste av PAH-komponentene. Det er imidlertid liten forskjell mellom lokalitetene i totalt innhold av PAH for hver art. Verdiene er generelt lave sammenlignet med forurensede områder (jfr. Viscari 1999, Orlinski 2002, Guidotti et al. 2003, Liu et al. 2005, Blasco et al. 2006). En av lavprøvene på Stangnes (C2 i **Vedlegg 20**) viste svært høye verdier, men flere elementer i denne prøven ble analysert ved gjenvinning og oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav. Denne er derfor ikke med i gjennomsnittsverdiene vist **Figur 14**.



Figur 14. Gjennomsnittlig innhold av 16 komponenters PAH i lys reinlav/fjellreinlav (*Cladonia arbuscula coll.*) og rusttorvmose (*Sphagnum fuscum*) på lokalitetene Forsøl og Stangnes. Standard avvik angitt. $n=5$ for hver art og hver lokalitet, med unntak av lavprøvene fra Stangnes der $n=4$.

4.6 Kjemisk innhold i jord

Plantenæringsstoffer

De kjemiske analysene av plantenæringsstoffer og andre vekstrelaterte variabler (**Tabell 4**, **Vedlegg 16** og **17**) viser et generelt næringsfattig jordsmonn i kreklinghei og et noe rikere jordsmonn i bakkemyrene. Det er generelt små forskjeller mellom jordsmonnet innen naturtypene på de to ulike lokalitetene. Feltene på Stangnes viser imidlertid svakt høyere verdier av kalsium i jordsmonnet, noe som sammen med ulikt mikroklima kan forklare den høyere artsdiversiteten på disse feltene. Tilgang på mer kalsium (Ca) kan skyldes forskjeller i bergrunn ettersom Forsøl ligger på ultrafattig kvartsdioritt, mens Stangnes ligger på svakt rikere granittisk gneiss, som forvitrer raskere enn kvartsdioritt. Dette vises spesielt i vegetasjonen rundt feltene, der flere sigevannspåvirkede områder ved feltet på Stangnes inneholder middels kalkkrevende arter som dvergjamne, gulstarr og jåblom (*Selaginella selaginoides*, *Carex flava*, *Parnassia palustre*).

I tillegg til elementene vist i **Tabell 4** gav ICP-analysen informasjon om flere andre ekstraherbare elementer (**Vedlegg 16** og **17**) som kan benyttes i vurderinger i kjemisk innhold i jordsmonnet ved gjenanalyser. Grunnstoffene B, Be, Cd, Cu, Li, Se og V var ikke detekterbare i analysene.

Tabell 4. Gjennomsnittlige jordkjemiske data (Snitt) med standard avvik (SD) fra kreklinghei og bakkemyr på lokalitetene Forsøl og Stangnes. Gjennomsnitt av 6 prøver fra hver naturtype. Glødetap (Gl. tap) og basemetning (Basem) i %. pH i vannekstrakt (pH-v) og pH i CaCl_2 -ekstraksjon (pH-Ca). Kjeldahl nitrogen (Kj-N) og ammoniumacetat-ekstraherbart P, H, Na, K, Ca, Mg og utbyttingsskapasitet (Kap) i mmol/kg tørr jord.

Lokalitet		Gl. tap	pH-v	pH-Ca	Kj-N	P	H	Na	K	Ca	Mg	Kap	Basem
Hei													
Forsøl	Snitt	90,0	4,27	3,33	923	4,36	90,8	14,9	17,0	61,5	70,6	387,7	76,5
	SD	5,8	0,11	0,10	32	0,94	12,2	1,1	1,6	2,9	3,0	17,6	2,3
Stangnes	Snitt	84,5	4,38	3,47	899	3,76	80,0	11,4	17,8	71,1	65,0	383,6	78,6
	SD	5,6	0,05	0,04	71	0,20	10,7	1,1	0,7	6,7	5,3	28,4	1,9
Myr													
Forsøl	Snitt	94,7	5,28	4,24	748	2,03	59,5	21,0	17,7	140,4	127,9	638,9	89,6
	SD	1,6	0,30	0,40	105	1,23	30,8	2,3	2,4	55,0	20,2	128,0	4,8
Stangnes	Snitt	97,0	4,97	3,95	787	3,01	73,7	17,2	16,3	157,0	90,1	606,0	87,0
	SD	1,3	0,18	0,17	111	0,22	17,6	1,3	2,4	25,6	8,1	58,6	2,8

Kreklinghei

Jordprøvene fra den artsfattige og lite næringskrevende kreklingheia ble samlet inn fra humuslaget og viser som forventet et høyt glødetap (**Tabell 4**, **Vedlegg 16**). Glødetapet var noe høyere på Forsøl (90 %) enn på Stangnes (85 %) med et svakt høyere nitrogeninnhold og fosforinnhold. Humuslaget på Forsøl var også noe tykkere (5-7cm) enn på Stangnes (2-5 cm). Det lavere glødetapet og det tykkere humuslaget i jordsmonnet på Forsøl kan skyldes det noe mindre værharde klima på denne lokaliteten, som trolig medfører en svakt høyere biomasseproduksjon av plantemateriale.

Humussjiktet var relativt surt på begge lokaliteter med pH på ca 4,3-4,4 og med relativt høye verdier av ekstraherbare hydrogenioner (80-90 mmol/kg). Det er små forskjeller mellom innhold av de ekstraherbare metallkationene Na, K, Ca og Mg på de to lokalitetene. Jordsmonnet viser også omtrent samme ionebyttekapasitet og basemetningsgrad. Stangnes har imidlertid svakt

høyere kalsiuminnhold, men dette gir seg ikke utslag i forekomst av flere næringskrevende planter. Totalt sett viser de jordkjemiske analysene omtrentlig lik næringstilgang på de to lokalitetene.

Bakkemyr

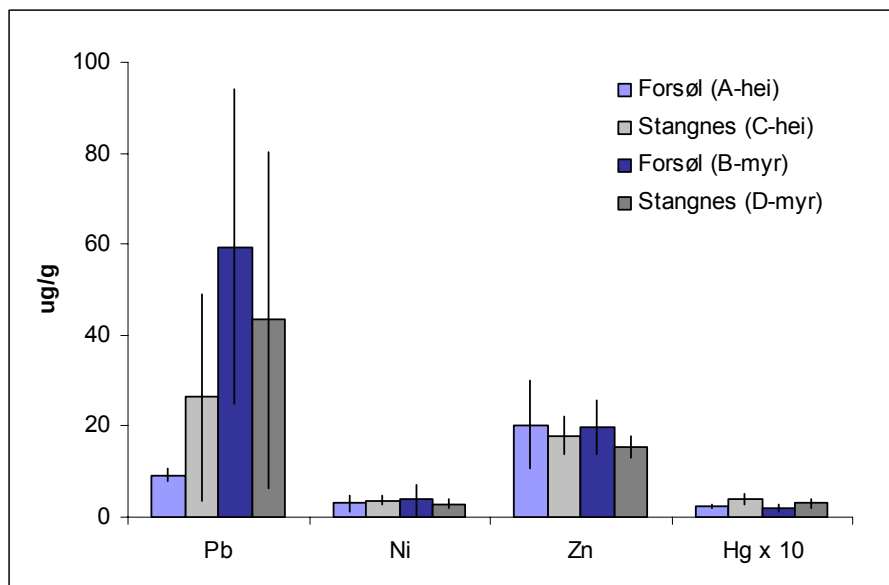
Torvprøvene som består både av død torvmose og noe omdannet humus viste svært høye glødetapsverdier, ca 95 % (**Tabell 4** og **Vedlegg 17**). Jordprøvene fra myr er imidlertid mindre sure enn humusprøvene fra kreklingheia, vist ved en gjennomsnittlig pH på 5,3 på Forsøl og 5,0 på Stangnes og ved et noe lavere hydrogeninnhold (henholdsvis 60 og 70 mmol/kg jord på de to lokalitetene). Innholdet av kalsium (Ca) er også betraktelig høyere i myra enn i jordsmonnet fra kreklingheia. Totalt sett gir dette et jordsmonn med noe høyere basemetningsgrad som gir grobunn for mesotrof vegetasjon. Myrfeltet på Stangnes viser et noe høyere kalsiuminnhold enn feltene på Forsøl, men forskjellen er ikke så stor at det reflekteres i forekomster av flere kalkkrevende arter. Totalt sett viser de jordkjemiske analysene således omtrentlig lik næringstilgang på de to lokalitetene.

Tungmetaller

Innhold av tungmetallene Ni, Zn og Hg i jordsmonnet er relativt små i begge naturtyper og gjennomsnittsverdiene er omtrent like mellom de to feltene (**Tabell 5** og **Figur 15**). Verdiene er normale i forhold til hva som er vanlig i fattige humusjorder. Jordprøvene viste imidlertid store forskjeller i blyinnhold, både innen samme naturtype og mellom lokalitetene. En av prøvene fra bakkemyra på Stangnes (B5) viste så høye verdier at en kan mistenke en forurensing av prøven. Denne prøven er utelatt i beregningene. Variasjonen i blyinnhold er størst i jordprøvene fra myr. Dette kan skyldes at torvprøvene var mindre homogene i nedbrytningsgrad enn prøvene fra humusen i kreklingheia. Noen torvprøver bestod av ikke nedbrutt torv, mens andre inneholdt godt nedbrutt plantemateriale. Blyinnholdet er generelt høyere i kreklingheihumusen på Stangnes enn på Forsøl. Dette kan skyldes ulikt innhold av mineralpartikler i humusprøvene (jfr. forskjellene i glødetap). Ulike verdier kan imidlertid også skyldes ulikt blyinnhold i berggrunnen på de to lokalitetene.

Tabell 5. Innhold av tungmetaller i jord fra kreklingheia og bakkemyr på overvåksområdene Forsøl og Stangnes. Gjennomsnitt av 6 prøver (Pb i bakkemyr på Stangnes 5 prøver). Pb, Ni, Zn og Hg i µg/g tørr jord.

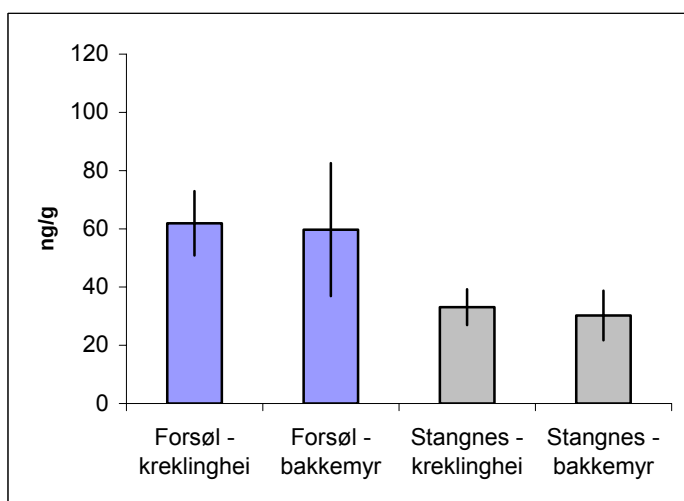
Lokalitet		Pb	Ni	Zn	Hg
Kreklingheia					
Forsøl	Snitt	9,26	3,07	20,32	0,241
	SD	1,45	1,74	9,62	0,003
Stangnes	Snitt	26,29	3,73	17,98	0,397
	SD	22,62	1,09	3,99	0,109
Bakkemyr					
Forsøl	Snitt	59,44	3,85	19,72	0,187
	SD	34,68	3,32	5,91	0,082
Stangnes	Snitt	43,30	2,92	15,48	0,302
	SD	36,92	1,12	2,40	0,092



Figur 15. Innhold av tungmetaller i jord fra kreklinghei og bakkemyr på overvåkingsområdene Forsøl og Stangnes. Gjennomsnitt av 6 prøver (Pb i bakkemyr på Stangnes 5 prøver). Verdier av Hg multiplisert med 10.

Polyaromatiske hydrokarboner (PAH)

Analysene av PAH i humusjord fra kreklinghei og torvjord fra bakkemyr viser, som for plantematerialet, høyeste verdier for komponentene naftalen, fenantren og fluoranten (**Vedlegg 22-25**). Innholdet av benzo(b/j/k)fluorantener i jord er generelt høyere enn i plantematerialet (**Vedlegg 18-21**). Humusjorda skiller seg noe fra torvjorda ved jevnt over høyere verdier av sum krysen/trifenylen og indeno(1,2,3-c,d)pyren. Gjennomsnittlig total PAH-verdi i humusjord og torvjord er omtrent lik på samme lokalitet (**Figur 16**). Det er imidlertid en markert forskjell mellom de to lokalitetene ved at prøvene fra Forsøl har klart høyere PAH-verdier enn de fra Stangnes. PAH verdiene er imidlertid lave sammenlignet med sterkt forurensede områder (se for eksempel Migaszewski et al. 2002). Det er altså de samme komponentene som dominerer i plantemateriale og i jord. Dette synes logisk da både humus og torvjord består av mer eller mindre nedbrutt plantemateriale. Årsaken til de høyere PAH-verdiene på Forsøl kan skyldes lokal forurensing fra Hammerfest og bebyggelsen på Forsøl, der det slippes ut polyaromatiske hydrokarboner fra biltrafikk, olje- og vedfyring. Lokaliteten på Stangnes er mindre påvirket da den ligger langt unna tett bebyggelse.



Figur 16. Gjennomsnittsverdier av 16 komponents PAH i jord fra kreklinghei og bakkemyr fra Forsøl og Stangnes. Standardavvik angitt. $n=6$ for hver vegetasjonstype på hver lokalitet.

5 Vurdering av grunnlagsanalysen som grunnlag for videre overvåking

Formålet med grunnlagsanalysen er å legge til rette en overvåkingsmetodikk som kan fange opp eventuelle endringer i vegetasjon, planter og jord som kan skyldes utslipp av NO_x, CH₄, nmVOC, SO₂ og H₂S fra LNG-anlegget på Melkøya. Hovedtanken er å overvåke de samme parametrene i to atskilte områder med ulik belastning. Det er således viktig at områdene før utslipp er så like som mulig med hensyn til de valgte overvåkingsparametrene og at analysemetodikken er nøyaktig nok til å fange opp eventuelle endringer. Nedenfor gis en midlertidig vurdering av metodenes velegnethet i den videre overvåkingen. Endelig vurdering vil bli gitt etter gjenanalyse i 2008.

5.1 Valg av lokaliteter og vegetasjonstyper

Lokalitetene skulle representere et maksimumsområde for nedfall og et bakgrunnsområde med lite nedfall av NO_x fra utslippene ved LNG-anlegget. Lokalitetene ble valgt ut fra nærhet til NILUs målestasjoner for luftkvalitet og forekomst av representative og mest mulig like vegetasjonstyper på de to lokalitetene. De to naturtypene som overvåkes i hvert område er vanlig forekommende vegetasjonstyper innen nedslagsfeltet. Den oligotrofe kreklingheia er en av de mest sårbare vegetasjonstypene for nitrogenpåvirkning, og den mesotrofe sigevannsmyra, som får tilsig av vann fra større områder, kan akkumulere forurensende stoffer og lettere påvirkes av sur nedbør. Vegetasjonstypene skulle således være tilnærmet optimale for å vurdere effekter for utslipp til luft fra LNG-anlegget.

5.2 Vegetasjonens artssammensetning

Analysene av vegetasjonstypene viste at de valgte feltene innen hver type hadde omtrent lik artssammensetning og struktur. Det er imidlertid umulig å finne lokaliteter med helt identisk artssammensetning og miljøforhold når lokalitetene ligger så langt fra hverandre, og man må derfor godta visse ulikheter mellom lokalitetene. De karakteristiske og dominerende artene er imidlertid de samme på hver lokalitet. Gjenanalyser av vegetasjonens artssammensetning i permanent merkede ruter vil gi nøyaktig informasjon om eventuelle endringer over tid, særlig når man benytter både den subjektive dekningskala og frekvensmetodikken ved mengdemålingene. Endringer i arter og artssammensetning, som skyldes påvirkning av nitrogengjødsling og forsuring, skjer sakte. Det er derfor viktig at en slik overvåking har et langsiktig perspektiv på minst 10-20 år.

5.3 Plantevekst

Målingene av lengdevekst hos fjellkrekling viste at veksten var signifikant større i hei på Stangnes enn på Forsøl. Dette er ikke optimalt med tanke på vurderinger av framtidig vekst ved ulike belastninger. Individene er imidlertid merket og nye målinger vil bli utført på de samme individer som under grunnlagsundersøkelsen. De relative endringene kan således måles og likevel gi opplysninger om ulik vekst relatert til ulik belastning. For de to andre artene, etasjehusmose og fjellreinlav var det ingen signifikante forskjeller mellom lokalitetene.

Individene for lengdevekst av rusttorvmose er kun merket med startpunkt i 2006 ved hjelp av "cranked wire"-metoden. For å dokumentere vekstraten pr. år før påvirkning av utslipp til luft fra LNG-anlegget, må det utføres en ny måling i 2007. Dette kan utføres samtidig som man går over feltene for å kontrollere at all oppmerking innen feltene fortsatt er intakt.

5.4 Forhold mellom overjordisk og underjordisk plantebiomasse

Harerug viste seg å være den eneste egnete planten for måling av forholdet mellom rot og skudd. De aller fleste andre plantene som vokser på Stangnes og Forsøl har et komplekst rotsystem med underjordiske utløpere som flettes sammen med utløpere fra andre individer. Gullris var den eneste andre arten med et relativt enkelt rotsystem, men den var svært sparsomelig til stede, og vi kunne ikke finne et tilstrekkelig antall individer av denne arten.

Den store variasjonen i rot-skudd-forhold, både innenfor hver enkelt lokalitet og mellom lokalitetene, antyder at denne parameteren ikke er en god indikator for effektovervåkning av eventuelle nitrogenutslipp fra Melkøya. De små mengdene nitrogen som vil bli tilført, vil gi et såpass lite utslag i vekst at det trolig vil maskeres bak den store naturlige variasjonen i overjordisk og underjordisk biomasse, og forholdet mellom disse. Dersom dette forholdet skulle kunne benyttes i overvåkning, burde man trolig utplassere planter fra samme kultivar og av lik alder. Dette ville minimere aldervariasjonen som er til stede i naturlige populasjoner, samt lokale variasjoner i vekstforhold. Likevel vil man ikke få bukt med klimatiske forskjeller mellom overvåkningslokalitetene. Det bør derfor vurderes om overvåkingen av overjordisk og underjordisk biomasse bør tas ut av overvåkingsprogrammet.

5.5 Fotosynteseaktivitet

De like gjennomsnittsverdiene av klorofyllfluorescensmålingene mellom lokalitetene og de generelt små variansverdiene gjør at klorofyllfluorescens kan vise seg nyttig som overvåkningsparameter. Utslippene som forventes er imidlertid ikke antatt å ha særlig skadelig effekt på vegetasjonen, men heller en gjødselende effekt, dvs. noe som skulle tilsi en økt stimulus. De målte fluorescensverdiene er opp mot maksimalt av det man kan oppnå, så en videre stimulerende påvirkning vil trolig ikke synliggjøres i økte fluorescensverdier. Hvis utslipp av NO_x , CH_4 , nmVOC, SO_2 og H_2S formodentlig skulle ha negative innvirkning på vegetasjonen vil eventuelle stressfaktorer trolig vises i reduserte fluorescensverdier.

Gassutvekslingsmålingene viste at fjellkrekling fra Forsøl viste større fotosynteseaktivitet enn på Stangnes, under de gitte forhold, trolig pga. ulike klimatiske forhold. Uansett årsak antyder dataene at Stangnes ikke er en optimal kontroll-lokalitet for Forsøl med tanke på overvåkning av fotosynteseaktivitet. Det var også en viss variasjon i verdier innenfor lokalitetene. Dette medfører at den eventuelle milde effekten av ei ytre påvirkning (som den fra Melkøya) kan komme til å bli maskert bak den allerede eksisterende naturlige variasjonen i fotosynteseaktivitet. Variasjonen er imidlertid ikke større enn at fotosyntesemålingene kan fortsette på de samme lokalitetene.

5.6 Kjemisk innhold i planter

Fjellreinlav ble valgt som representant for reinlavene da dette var den eneste arten som fantes i så pass store mengder at man kunne få nok materiale til de kjemiske analysene. Samtidig er den en beiteresurs for rein og kan gi god informasjon om eventuelle oppsamlinger av tungmetaller i næringskjeden. Rusttorvmose ble valgt fra myr da denne arten vokser på tuer og bare får tilført næring og eventuelt forurensede stoffer fra nedbør og luft. Eventuelle endringer i plantekjemi kan således lettere relateres til påvirkninger fra utslipp fra LNG-anlegget. Det kjemiske innholdet (grunnstoffer og PAH) i plantene på de to lokalitetene er nokså like og variasjonen mellom prøvene er relativt små (bortsett fra Zn i torvmose). Lokalitetene og innsamlingsmetodikken skulle således være velegnet for videre overvåking av grunnstoffsparametere og PAH i plantemateriale.

5.7 Kjemisk innhold i jord

Analysene av plantenæringsrelaterte parametere viste at næringstilgangen innen samme vegetasjonstyper var omtrent like og variasjonen mellom enkeltprøvene innen hver vegetasjonstype var små. Grunnlagsanalysen vil således være et godt grunnlag for en videre overvåking av disse parametrene. Analysene av tungmetallene viste imidlertid store variasjoner for bly, særlig i myr. Den store variasjonen mellom enkeltprøvene tilsier også at analysen av endringer i blyinnhold vil bli svært usikker. De andre tungmetallene viser mindre variasjoner og er egnet for videre overvåking. Analysene av PAH i jord viste generelt små variasjoner mellom prøvene samlet på hver lokalitet og innsamlingsmetodikken skulle således være velegnet til overvåking. Det var imidlertid store forskjeller i PAH-verdier mellom lokalitetene med høyeste verdier på Forsøl nær bebyggelse. Det kan således ved denne lokaliteten bli vanskeligere å skille lokalt tilført PAH fra utslipp fra LNG anlegget. Det er også mulig at lokalt tilført PAH kan variere fra år til år. Bakgrunnsverdiene er imidlertid små og et eventuelt økt nedfall fra utslippene fra LNG-anlegget bør således kunne måles ved gjentaksanalyser.

6 Referanser

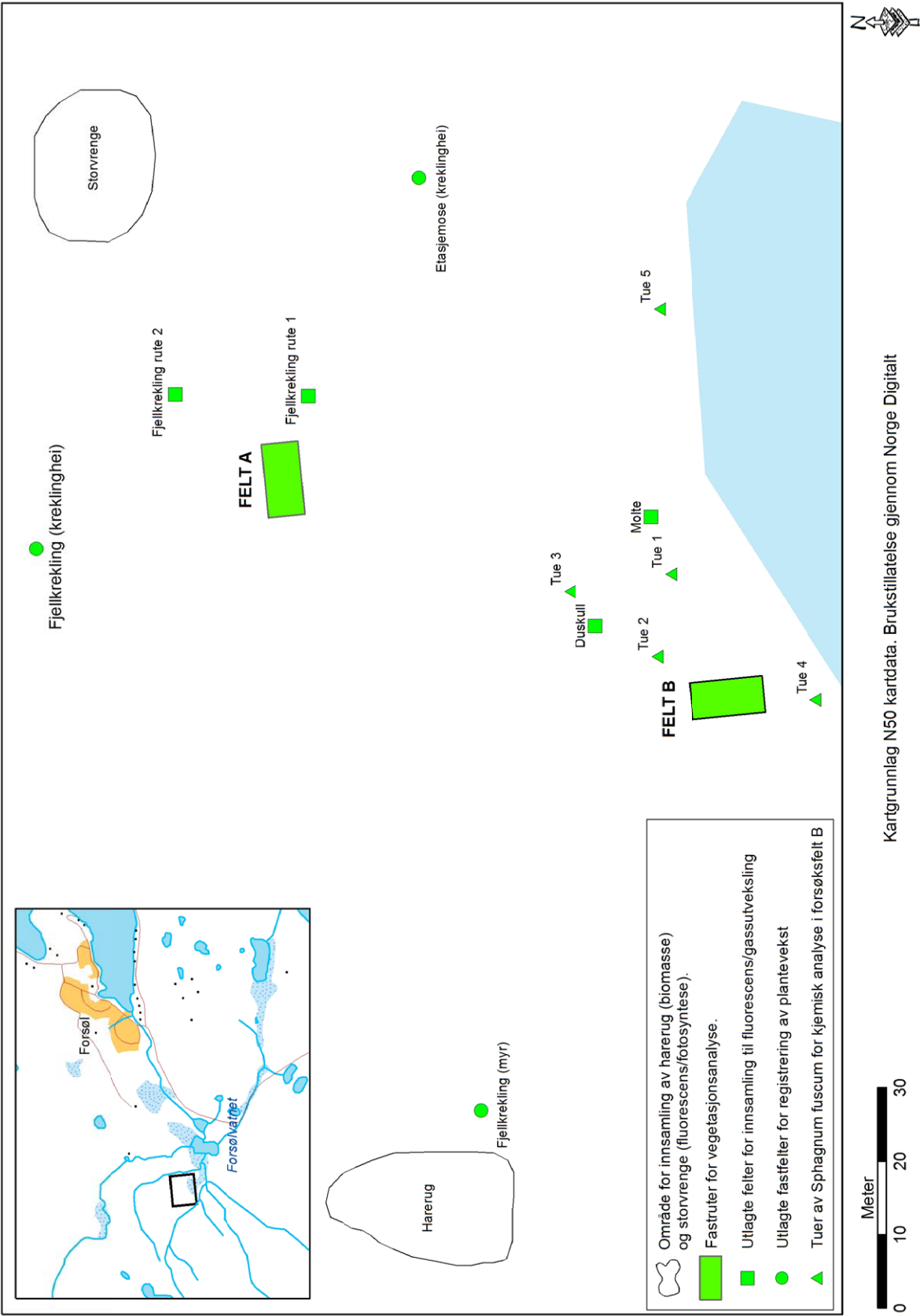
- Aarrestad, P. A., Eilertsen, O. & Frisvoll, A. A. 1996. Overvåking av ombrotrof myr, Havmyran-Hitra 1995. Undersøkelser av vegetasjon, torv og myrvann. - NINA Oppdragsmelding 423: 1-78.
- Aarrestad, P. A. & Wilmann, B. 2002. Miljøovervåking på Tjeldbergodden og Terningvatn: overvåking av vegetasjon og næringsforhold i jord i 1993/94 og 2001. - NINA Oppdragsmelding 742: 1-45.
- Achermann, B. & Bobbink, R. (eds.) 2003. Empirical critical loads for nitrogen. Expert Workshop, Berne, 11-13 November 2002. Proceedings. - Bern, Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape, SAEFL. (Environmental documentation 164).
- Arnesen, G. & Bjerke, J. W. 2000. LNG-anlegg på Melkøya – Hammerfest. Oppdatering av konsekvensutredning og forslag til overvåkningsprogram for vegetasjon. - Rapport til Statoil. Det matematiske-naturvitenskapelige fakultet, Universitetet i Tromsø. 20 pp. + 1 vedlegg. Upublisert.
- Bakkestuen, V., Stabbetorp, O. E. & Framstad, E. 2001. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Børgefjell nasjonalpark - reanalyser 2000. - NINA Oppdragsmelding 700: 1-41.
- Bates, J. W. 2000. Mineral nutrition, substratum, and pollution. - I: Shaw, A. J. & Goffinet, B., (red.): Bryophyte biology, pp.248-311. Cambridge University Press, Cambridge.
- Bilger, W. & Björkman, O. 1990. Role of xanthophyll cycle in photoprotection elucidated by measurements of light-induced absorbance changes, fluorescence and photosynthesis in *Hedera canariensis*. - Photosynthesis Research 25: 173-185.
- Blasco, M., Domeno, C. & Nerin, C. 2006. Use of lichens as pollution biomonitors in remote areas: Comparison of PAHs extracted from lichens and atmospheric particles sampled in and around the Somport tunnel (Pyrenees). - Environmental Science & Technology 40: 6384-6391.
- Blomberg, K. 1972. Tillväxtstudier hos *Empetrum hermaphroditum* (Growth studies in *E. hermaphroditum*). - Trebetygsuppsatts, Botaniska inst., Stockholms universitet, 46 pp.
- Carroll, J.A., Caporn, S.J.M., Cawley, L., Read, D.J. & Lee, J.A. 1999. The effect of increased deposition of atmospheric nitrogen on *Calluna vulgaris* in upland Britain. - New Phytologist 141: 423-431.
- Chapin, F. S. I., Johnson, D. A. & McKendrick, J. D. 1980. Seasonal movement of nutrients in plants of different growth forms in an Alaskan tundra ecosystem: implications for herbivory. - Journal of Ecology 68: 189-209.
- Clymo, R.S. 1970. The growth of *Sphagnum*: methods of measurements. - Journal of Ecology 58: 13-49.
- Eilertsen, O. & Often, A. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Gutulia nasjonalpark. - NINA Oppdragsmelding 285: 1-69.
- Frisvoll, A., Elvebakk, A., Flatberg, K.I. & Økland, R.H. 1995. Sjekkliste over norske mosar. Vitskapleg og norsk namneverk. - NINA Temahefte 4: 1-104.
- Gjerstad, K.I. 2006. Modellering av spredning og avsetning basert på prognoser for utslipp, Miljøovervåking av utslipp til luft fra Snøhvit-Hammerfest LNG. - NILU OR 31/2006.
- Grimmer, G. & Böhnke, H. 1972. Bestimmung des Gesamtgehaltes aller polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe in Luftstaub und Kraftfahrzeugabgas mit der Capillar-Gas-Chromatographie. - Fresenius Zeitschrift für Analytische Chemie 261:310-314.
- Guidotti, M., Stella, D., Owczarek, M., De Marco, A. & De Simone, C. 2003. Lichens as polycyclic aromatic hydrocarbon bioaccumulators used in atmospheric pollution studies. - Journal of Chromatography A 985: 185-190.
- Gunnarsson, U. & Rydin, H. 2000. Nitrogen fertilization reduces *Sphagnum* production in bog communities. - New Phytologist 147: 527-537.
- Hole, L.R. & Tørseth, K. 2002. Deposition of major inorganic compounds in Norway 1978-1982 and 1997-2001 status and trends. - NILU OR 61/2002.
- Holien, H. & Tønsberg, T. 2006. Norsk lavflora. - Tapir Akademisk Forlag, Trondheim. 224 s.
- Jaklin, J. 1987. Liquid-liquid micro-partition. An efficient sample preparation technique in the analysis of polycyclic aromatic compounds (PACs). - Fresenius Zeitschrift für Analytische Chemie 327:723-724.

- Krog, H., Østhagen, H. & Tønsberg, T. 1994. Lavflora. Norske busk- og bladlav. - Universitetsforlaget, Oslo. 368 s.
- Lid, J. & Lid, D. T. 2005. Norsk flora. - Det Norske Samlaget, Oslo.
- Liu, X., Zhang, G., Jones, K. C., Li, X., Peng, X. & Qi, S. 2005. Compositional fractionation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in mosses (*Hypnum plumaeformae* WILS.) from northern slope of Nanling Mountains, South China. - Atmospheric Environment 39: 5490-5499.
- Longton, R. E. 1988. Biology of polar bryophytes and lichens. Studies in polar research. - Cambridge University Press, Cambridge.
- Migaszewski, Z. M., Galuszka, A. & Paslawski, P. 2002. Polynuclear aromatic hydrocarbons, phenols, and trace metals in selected soil profiles and plant bioindicators in the Holy Cross Mountains, South-Central Poland. - Environment International 28: 303-313.
- Nybakken, L., Gauslaa, Y. & Solhaug, K. A. 2000: Lys- og varmekfølsomhet til brune og bleke populasjoner av bladlaven lungenever *Lobaria pulmonaria*. - Blyttia 58, 185-191.
- Ogner, G., Wickstrøm, T., Remedios, G., Gjelsvik, S., Hensel, G. R., Jacobsen, J. E., Olsen, M., Skretting, E. & Sørli, B. 1999. The chemical analysis program of the Norwegian Forest Research Institute 2000. Ås. 23 s.
- Orlinski, R. 2002. Multipoint moss passive samplers assessment of urban airborne polycyclic aromatic hydrocarbons: concentrations profile and distribution along Warsaw main streets. - Chemosphere 48: 181-186.
- Santesson, R., Moberg, R., Nordin, A., Tønsberg, T. & Vitikainen O. 2004. Lichen-forming and lichenicolous fungi of Fennoscandia. - Museum og Evolution, Uppsala University. 359 s.
- Schreiber, U., Schliwa, U. & Bilger, W. 1986. Continuous recording of photochemical and non-photochemical chlorophyll fluorescence quenching with a new type of modulation fluorometer. - Photosynthesis Research 10: 51-62.
- Sigmond, E., Gustavson, M. & Roberts, D. 1984. Berggrunnskart over Norge. M. 1 : 1 mill. - Norges geol. Unders., Statens kartverk. Nasjonalatlas for Norge, kartblad 2.2.1.
- SFT 1992. Virkninger av luftforurensinger på helse og miljø - anbefalte luftkvalitetskriterier. - Oslo, SFT-rapport 92:16.
- Statoil 2006. Konsekvenser av utslipp til luft fra Hammerfest LNG (fase 1). - Intern Statoil rapport.
- van der Eerden, L. J., Dueck, T. A., Berdowski, J. J. M., Greven, H. C. & van Dobben, H. F. 1991. Influence of NH₃ and (NH₄)₂ SO₄ on heathland vegetation. - Acta Botanica Neerlandica 40: 281-296.
- Viskari, E.-L. 1999. Epicuticular wax of Norway spruce needles as indicator of traffic pollutant deposition. - Water Air and Soil Pollution 121: 327-337.
- Økland, R. H. 1990. Vegetation ecology: theory, methods and applications with reference to Fennoscandia. - Sommerfeltia Suppl. 1: 1-233.

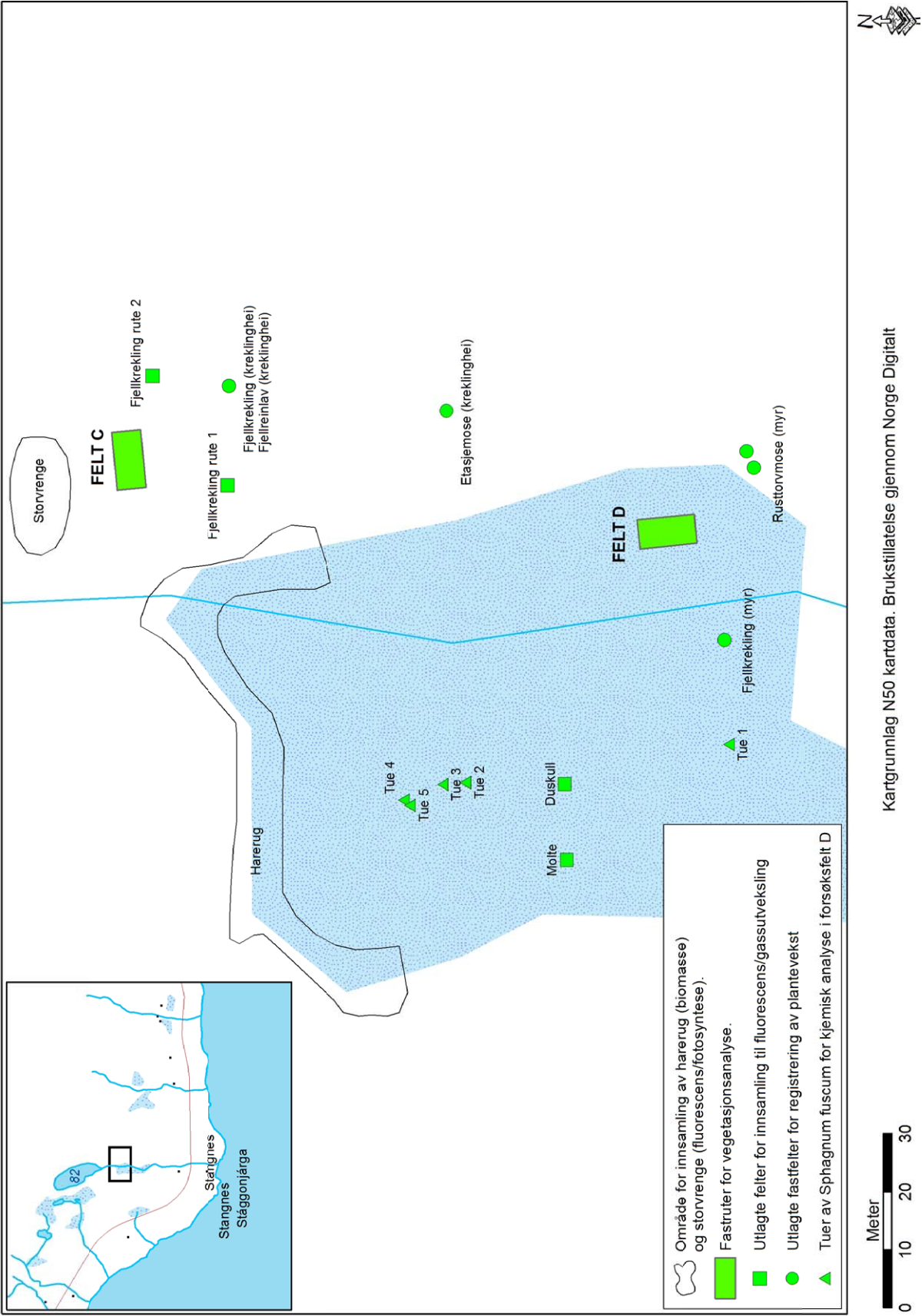
7 Vedlegg

- Vedlegg 1. Overvåkingsdesign for lokaliteten Forsøl.
- Vedlegg 2. Overvåkingsdesign for lokaliteten Stangnes.
- Vedlegg 3. Figurer over feltene A-D med analyseruter.
- Vedlegg 4. Plantearter i fast merkede analyseruter. Latinske og norske navn.
- Vedlegg 5. Vegetasjonsanalyser i kreklinghei på Forsøl og Stangnes. % dekning av arter.
- Vedlegg 6. Vegetasjonsanalyser i kreklinghei på Forsøl og Stangnes. Frekvensmål av arter.
- Vedlegg 7. Vegetasjonsanalyser i bakkemyr på Forsøl og Stangnes. % dekning av arter.
- Vedlegg 8. Vegetasjonsanalyser i bakkemyr på Forsøl og Stangnes. Frekvensmål av arter.
- Vedlegg 9. Vegetasjonsanalyserutenes miljøforhold og struktur.
- Vedlegg 10. Lokalteter for innsamling av prøver til måling av plantevekst.
- Vedlegg 11. Skuddlengder av ulike arter i hei og myr.
- Vedlegg 12. Overjordisk og underjordisk biomasse av harerug (*Bistorta vivipara*).
- Vedlegg 13. Klorofyllfluorescensmålinger (Fv/Fm) av ulike plantearter på Forsøl og Stangnes.
- Vedlegg 14. Gassutveksling hos fjellkrekling (*Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*).
- Vedlegg 15. Kjemisk innhold i planteprøver fra lys reinlav/fjellreinlav(*Cladonia arbuscula* coll.) og rusttorvmose (*Sphagnum fuscum*).
- Vedlegg 16. Jordkjemiske data fra ruteanalysene for vegetasjon i kreklinghei på Forsøl og på Stangnes.
- Vedlegg 17. Jordkjemiske data fra ruteanalysene for vegetasjon i bakkemyr på Forsøl og på Stangnes.
- Vedlegg 18-25 PAH-verdier i plantemateriale og jord.

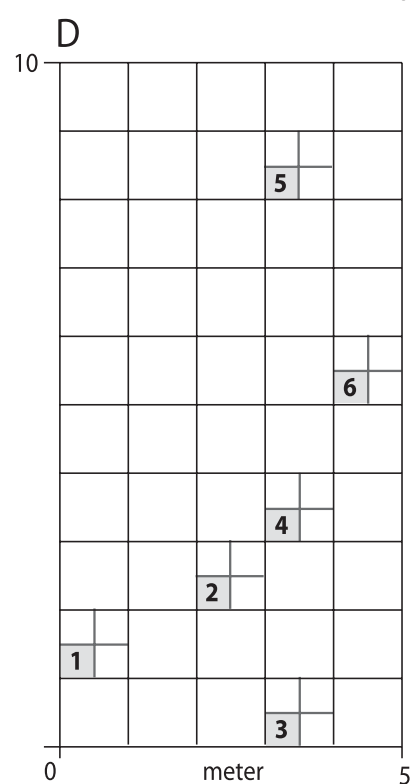
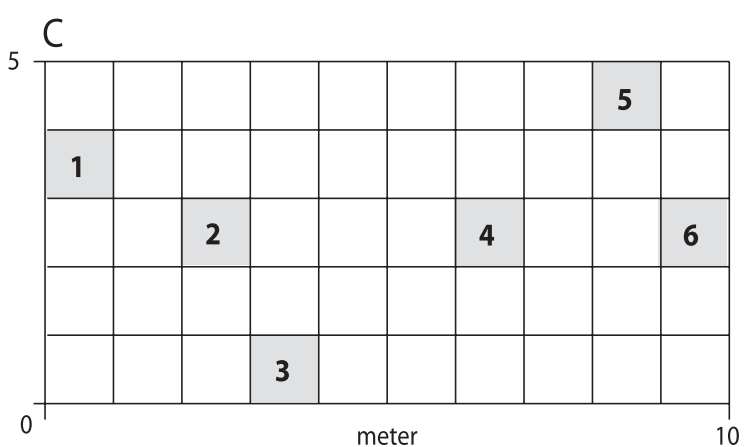
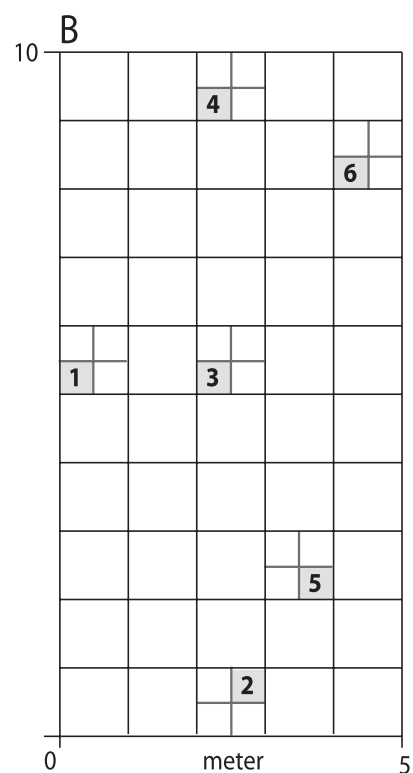
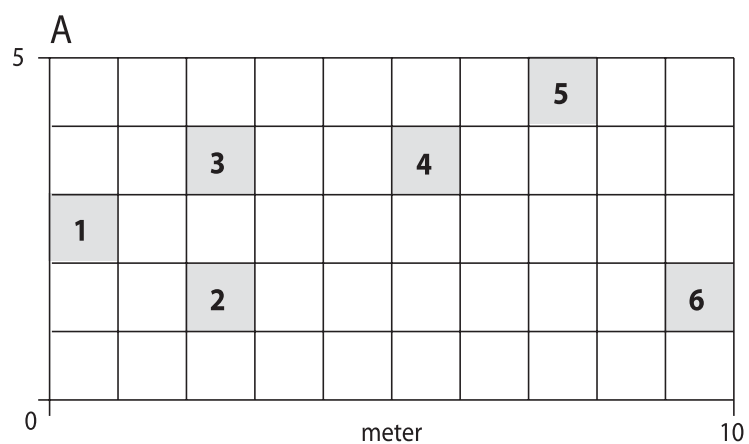
Vedlegg 1. Overvåkingsdesign for lokaliteten Forsøl.



Vedlegg 2. Overvåkingsdesign for lokaliteten Stangnes.



Vedlegg 3. Skjematisk oversikt over vegetasjonsanalysenes beliggenhet i overvåkingsfeltene.
 Felt A: Kreklinghei på Forsøl. Felt B: Bakkemyr på Forsøl. Felt C: Kreklinghei på Stangnes.
 Felt D: Bakkemyr på Stangnes.



Vedlegg 4. Plantearter i fast merkede analyseruter. Latinske og norske navn.

	Latinsk navn	Norsk navn
Lyng og dvergbusker	Andromeda polifolia	Kvitlyng
	Betula nana	Dvergbjørk
	Empetrum nigrum ssp. hermaphroditum	Fjellkrekling
	Oxycoccus sp.	Tranebærslekta
	Vaccinium myrtillus	Blåbær
	Vaccinium uliginosum	Blokkebær (skinntryte)
	Vaccinium vitis-idaea	Tyttebær
Urter og karsporeplanter	Chamaepericlymenum suecicum	Skrubbær
	Comarum palustre	Myrhatt
	Drosera rotundifolia	Rundsoldogg
	Equisetum arvense	Åkersnelle
	Menyanthes trifoliata	Bukkeblad
	Parnassia palustris	Jåblom
	Rubus chamaemorus	Molte
Gras og halvgras	Avenella flexuosa	Smyle
	Carex lasiocarpa	Trådstorr
	Carex pauciflora	Sveltstorr
	Carex paupercula	Frynsestorr
	Carex rostrata	Flaskestorr
	Carex sp.	Storrslekta
	Eriophorum angustifolium	Duskull
	Eriophorum vaginatum	Torvull
	Nardus stricta	Finnskjegg
	Scirpus sp.	Skogsivaksslekta
	Trichophorum cespitosum ssp. cespitosum	Småbjørneskjegg
Bladmoser	Dicranum montanum	Stubbesigd
	Dicranum scoparium	Ribbesigd
	Dicranum spadiceum	Rørsigd
	Dicranum fuscescens/flexicaule	Berg-/Lyngsigd
	Dicranum sp.	Sigdmose
	Hylocomium splendens	Etasjemose
	Pleurozium schreberi	Furumose
	Pohlia nutans	Vegnikke
	Pohlia sp.	Nikkemose
	Polytrichum commune	Storbjørnemose
	Polytrichum strictum	Filtbjørnemose
	Racomitrium lanuginosum	Heigråmose
	Rhizomnium pseudopunctatum	Fjellrundmose
	Rhytidiadelphus squarrosus	Engkransmose
	Sphagnum centrale	Kratt-torvmose
	Sphagnum papillosum	Vortetorvmose
	Sphagnum riparium	Skartorvmose
	Sphagnum russowii	Tvaretorvmose
	Sphagnum squarrosum	Spriketorvmose
	Sphagnum subnitens	Blanktorvmose
	Sphagnum warnstorffii	Rosetorvmose
	Sphagnum fallax gr.	Broddtorvmose mm.
	Straminergon stramineum	Grasmose
Levermoser	Anastrophyllum minutum	Tråddraugmose
	Barbilophozia binsteadii	Torvskjeggmoser
	Barbilophozia floerkei	Lyngskjeggmoser
	Barbilophozia kunzeana	Myrskjeggmoser
	Barbilophozia lycopodioides	Gåsefotskjeggmoser

Vedlegg 4 forts.

	Latinsk navn	Norsk navn
Blad- og busklav	Barbilophozia rubescens	Heiskjeggmose
	Calypogeia muelleriana	Sumpflak
	Calypogeia sp.	Flakmose
	Cephalozia bicuspidata	Broddglefsemose
	Cephalozia lunulifolia	Myrglefsemose
	Cephalozia sp.	Glefsemose
	Cladopodiella fluitans	Myrsnutemose
	Lophozia obtusa	Buttflik
	Lophozia ventricosa coll.	Grokorn-/Skogflik
	Lophozia sp.	Flikmose
	Ptilidium ciliare	Bakkefrynse
	Scapania sp.	Tvibladmose
	Alectoria nigricans	Jervskjegg
	Bryocaulon divergens	Fjelltagg
	Cladonia bellidiflora	Blomsterlav
	Cladonia carneola	Bleikbeger
	Cladonia furcata	Gaffellav
	Cladonia gracilis	Syllav
	Cladonia rangiferina	Grå reinlav
	Cladonia uncialis	Pigglav
	Cladonia arbuscula coll.	Lys reinlav/Fjellreinlav
	Cladonia chlorophaea coll.	Pulverbrunbeger/Kornbrunbeger
	Cladonia sp.	Begerlav
	Hepaticae	Levermoser
	Nephroma arcticum	Storvreng
	Parmelia sulcata	Bristlav
	Peltigera scabrosa	Runever
	Psoroma hypnorum	Skjellfiltlav
	Stereocaulon sp.	Saltlav
Skorpelav	Ochrolechia frigida	Fjellkorkje
Alger	Chlorophyceae	Grønnalge

Vedlegg 5 . Vegetasjonsanalyser i kreklinghei på Forsøl og Stangnes. % dekning av arter.

[illegible]

Vedlegg 6. Vegetasjonsanalyser i kreklinghei på Forsøl og Stangnes. Frekvensmål av arter.

Analyseruter	Forsøl						Stangnes					
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Lyng og dvergbusker												
Empetrum nigrum ssp. hermaphroditum	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Vaccinium myrtillus	4	7	3	8	9	4	1	16	15	15	16	11
Vaccinium uliginosum	11	3	5	3	5				3	7	16	14
Vaccinium vitis-idaea	3			3			16	16	16	16	16	16
Urter og karsporeplanter												
Chamaepericlymenum suecicum	9	15	15	12	13	15	13	13	16	13	8	5
Equisetum arvense											10	4
Gras og halvgras												
Avenella flexuosa	7	4	10	7	9	7	8	8	11	7		
Bladmoser												
Dicranum fuscescens/flexicaule	16	10	11	15	16	16	14	14	16	16	14	16
Dicranum montanum							1					
Dicranum scoparium			9	3	8	5	4	6	9	10	7	6
Dicranum sp.			1	2								
Hylocomium splendens				1	10	3		1			1	
Pleurozium schreberi	16	15	14	16	16	16	16	16	16	16	15	15
Pohlia nutans				3								
Pohlia sp.								2				1
Polytrichum commune							3	4				
Polytrichum strictum											2	
Racomitrium lanuginosum	3			1								
Rhytidiadelphus squarrosus			1									
Levermoser												
Anastrophyllum minutum	4					3	1			1		
Barbilophozia binsteadii				1								
Barbilophozia floerkei	2	6	6	9	12	3	9	12	3		9	1
Barbilophozia kunzeana				2					1		2	
Barbilophozia lycopodioides	1	4	1	6	4		2					1
Barbilophozia rubescens											1	
Lophozia obtusa					1		1	2				
Lophozia ventricosa coll.		1		1					1			
Ptilidium ciliare	16	14	15	14	15	16	16	16	15	13	16	16
Blad- og busklav												
Alectoria nigricans											1	1
Bryocaulon divergens							1	1				
Cladonia arbuscula coll.	16	16	16	16	16	16	14	16	16	14	16	15
Cladonia bellidiflora					2			1	1	7	6	1
Cladonia carneola	2	4	3	4	6	2			1	6	7	4
Cladonia chlorophaea coll.	1			3	5	7		1	4	9	5	9
Cladonia furcata	6	1	3	7	15	5	4	2	5	2	5	5
Cladonia gracilis	13	9	13	9	15	12	16	8	4	11	16	13
Cladonia rangiferina	4	1	1	10	12	6	10	7	3	1	1	2
Cladonia uncialis	7	9	10	8	7	12	12	5	5	9	10	10
Cladonia sp.											4	4
Nephroma arcticum		8	3	1	9	14	6	4			1	14
Parmelia sulcata											1	
Peltigera scabrosa							8	1		1	8	
Psoroma hypnorum								2		1	3	4
Stereocaulon sp.							7	3	1		4	
Skorpelav												
Ochrolechia frigida						1	2			3	6	
Alger												
Chlorophyceae											2	

Vedlegg 7. Vegetasjonsanalyser i bakkemyr på Forsøl og Stangnes. % dekning av arter.

Analyseruter	Forsøl						Stangnes					
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Lyng og dvergbusker												
Andromeda polifolia	3	8	4	3	4	10	2	2	2	2	6	3
Betula nana	2	1			2	1	3	5	3	1	1	1
Empetrum nigrum ssp. hermaphroditum	12	3	30	6	6	12	30	25	15	50	50	30
Oxycoccus sp.	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Vaccinium uliginosum	8	2	1		2	1		8	2	8	2	2
Urter og karsporeplanter												
Chamaepericlymenum suecicum								1	1	1	1	1
Comarum palustre		1	1		1		1					1
Drosera rotundifolia										1		
Menyanthes trifoliata		5	8	4		1	1		5	1	1	1
Parnassia palustris				1		1					1	
Rubus chamaemorus	3		1									
Gras og halvgras												
Avenella flexuosa								1				
Carex lasiocarpa	1											
Carex pauciflora	1				1			1	2	1		1
Carex paupercula		2	1	1	1	1	1					
Carex rostrata	4	10	6	5	3	2	10	2	5	1	2	2
Carex sp.							1					
Eriophorum angustifolium	4	5	4	6	10	6	5	8	5	10	15	18
Eriophorum vaginatum	4		2	10	3	1					1	2
Nardus stricta												2
Scirpus sp.					1							
Trichophorum cespitosum ssp. cespitosum						15	2	1	2	1	1	
Bladmoser												
Dicranum scoparium	1									1	1	1
Dicranum spadiceum	1											
Pleurozium schreberi												1
Pohlia sp.										1	1	
Rhizomnium pseudopunctatum									1	1		
Sphagnum centrale	1	1	1			1						
Sphagnum fallax gr.	30	35	20	15	25	55	80	80	40	60	6	45
Sphagnum papillosum	1					1						
Sphagnum riparium	1	60	40	45	50				50	1	1	
Sphagnum russowii							1	2	1			
Sphagnum squarrosum	1		1		1						1	
Sphagnum subnitens	4											
Sphagnum warnstorffii	50											3
Straminergon stramineum	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1
Levermoser												
Calypogeia muelleriana									1			
Calypogeia sp.								1				
Cephalozia bicuspidata	1	1		1		1			1			1
Cephalozia lunulifolia								1	1	1		
Cephalozia sp.					1					1	1	
Cladopodiella fluitans	1	1				1						
Hepatica	1											
Lophozia obtusa	1			1	1							1
Lophozia ventricosa coll.	1	1	1						1			
Lophozia sp.										1		
Ptilidium ciliare	1	1	3	1	2	4	1	1		1	30	1
Scapania sp.	1	1			1	1						1

Vedlegg 8. Vegetasjonsanalyser i bakkemyr på Forsøl og Stangnes. Frekvensmål av arter.

Analyseruter	Forsøl						Stangnes					
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Lyng og dvergbusker												
Andromeda polifolia	16	16	16	16	16	16	12	13	16	16	16	16
Betula nana	6	5			6	3	11	7	5	1	2	2
Empetrum nigrum ssp. hermaphroditum	16	4	16	12	16	16	16	16	16	16	16	16
Oxycoccus sp.	10	16	14	11	15	14	11	9	1	12	4	1
Vaccinium uliginosum	13	3	1		3	2		16	4	15	7	10
Urter og karsporeplanter												
Chamaepericlymenum suecicum								4	1	2	6	6
Comarum palustre			2	4		3	1					1
Drosera rotundifolia										1		
Menyanthes trifoliata			7	14	6	3	6		11	5	2	1
Parnassia palustris					1	1					1	
Rubus chamaemorus	8		1									
Gras og halvgras												
Avenella flexuosa								2				
Carex lasiocarpa	8											
Carex pauciflora	2				1			11	15	10		2
Carex paupercula		12	9	1	4	6	9					
Carex rostrata	10	14	15	12	12	10	15	8	12	6	5	3
Carex sp.							4					
Eriophorum angustifolium	15	15	15	15	16	15	16	16	14	16	16	16
Eriophorum vaginatum	14		10	16	14	5					1	13
Nardus stricta												1
Scirpus sp.					9							
Trichophorum cespitosum ssp. cespitosum						16	16	6	16	7	4	
Bladmoser												
Dicranum scoparium	5									1	1	1
Dicranum spadiceum	1											
Pleurozium schreberi												2
Pohlia sp.										3	1	
Rhizomnium pseudopunctatum									1	1		
Sphagnum centrale	5	3	4			6						
Sphagnum fallax gr.	16	14	9	9	11	15	15	16	16	13	8	10
Sphagnum papillosum	2					1						
Sphagnum riparium	1	16	16	15	13				11	1	1	
Sphagnum russowii							1	6	1			
Sphagnum squarrosum	6		3		1						1	
Sphagnum subnitens	10											
Sphagnum warnstorffii	6											9
Straminergon stramineum	5	3	4	5	4	7	5	2	9	1		2
Levermoser												
Calypogeia muelleriana									1			
Calypogeia sp.								1				
Cephalozia bicuspidata	1	1		2		4			1			3
Cephalozia lunulifolia								1	1	1		
Cephalozia sp.					1					1	1	
Cladopodiella fluitans	4	1				1						
Hepatica	5											
Lophozia obtusa	1			1	1							1
Lophozia ventricosa coll.	2	2	3						2			
Lophozia sp.										1		
Ptilidium ciliare	6	7	12	11	16	16	3	1		10	16	6
Scapania sp.	1	2			3	2						1

Vedlegg 9. Vegetasjonsanalyserutenes miljøforhold og struktur.

Rute	Helling	Eksp.	Sjiktdekning (%)					Høyde (cm)		Død Fjellkekling
			Feltsjikt	Bunnsjikt	Strø	Stein/fjell	Jord	Feltsjikt	Graminider	
A1	12	163	70	80	5	1	0	10		20
A2	10	163	60	84	5	1	0	10		20
A3	12	163	80	80	0	4	0	6		6
A4		163	75	80	3	1	1	8		6
A5	12	163	75	85	4	0	0	8		6
A6		163	55	85	5	0	0	5-10		8
B1	10	170	45	70	25	0	0		35	
B2	2	170	25	95	6	0	0	10	30	
B3	8	170	45	65	15	0	0	10	35	
B4	5	170	35	60	20	0	0	9	30	
B5	8	170	30	80	12	0	0	6	25	
B6	15	170	45	60	20	0	0	10	30	
C1	7	280	80	95	2	0	0	5		3
C2	10	280	90	90	3	0	0	7		2
C3	12	280	75	90	10	0	0	8		18
C4	10	280	60	90	3	1	2	8		10
C5	20	280	70	95	1	0	0	6		5
C6	6	280	75	85	1	0	1	7		7
D1	2	220	45	80	30	0	0	8	30	
D2	2	220	40	80	15	0	0	8	30	
D3	2	220	5	98	10	0	0	10	35	
D4	2	220	75	60	20	0	0	10	25	
D5	2	220	70	40	25	0	0	10	35	
D6	2	220	40	50	35	0	0	10	30	

Helling og eksposisjon (Eksp.) i grader. Død Fjellkekling i %.

Felt A, Forsøl. UTM: 34W 602135-7848376

Felt B, Forsøl. UTM: 34W 602102-7848316

Felt C, Stangnes. UTM: 34W 603562-7825833

Felt C, Stangnes. UTM: 34W 603543-7825739

Vedlegg 10. Lokalteter for innsamling av prøver til måling av plantevekst.

Område	Naturtype	Dato	UTM sone	x	y	Art	Anmerkninger
Forsøl	Kreklinghei	20060807	34W	602134	7848413	Fjellkrekling	
Forsøl	Kreklinghei	20060807	34W	602179	7848356	Etasjemose	
Forsøl	Kreklinghei	20060807	34W			Fjellreinlav	
Forsøl	Myr	20060807	34W	602052	7848360	Fjellkrekling	
Forsøl	Myr	20060810	34W			Rusttorvmose	Individ 1-13 i skjernet felt. Individ 14-20 i uskjernet felt
Stangnes	Kreklinghei	20060808	34W	603578	7825817	Fjellkrekling	
Stangnes	Kreklinghei	20060808	34W	603570	7825780	Etasjemose	
Stangnes	Kreklinghei	20060808	34W	603578	7825817	Fjellreinlav	
Stangnes	Myr	20060810	34W	603526	7825736	Fjellkrekling	
Stangnes	Myr	20060810	34W	603558	7825729	Rusttorvmose	Individ 1-13 under skjerm, i nord
Stangnes	Myr	20060810	34W	603555	7825728	Rusttorvmose	Individ 14-20 under skjerm, i sør

Vedlegg 11. Skuddlengder av ulike arter i hei og myr i 2006.

Rusttorvmose: 0-nivå ble anmerket i felt, lengde måles først neste gang

Kreklinghei på Forsøl

Art	Avstand fra rutehjørne (cm)						Lengde (mm)
	Individ	SV	NV	NØ	SØ	Bildenr	
Fjellkrekling	1			75	14	6068	10
Fjellkrekling	2			69	27.5	6069	11
Fjellkrekling	3	91			23.5	6070	8
Fjellkrekling	4	79			64	6072	4
Fjellkrekling	5	60			65	6073	9
Fjellkrekling	6	51.5			78	6074	8
Fjellkrekling	7	31.5			95	6075	8
Fjellkrekling	8	34	65			6076	8
Fjellkrekling	9	41.5	60			6077	7
Fjellkrekling	10	61.5	60			6078	9
Fjellkrekling	11	60	38			6079	9
Fjellkrekling	12		15	110		6080	10
Fjellkrekling	13		54	74		6081	7
Fjellkrekling	14		40	88		6082	9
Fjellkrekling	15		70	58		6083	9
Fjellkrekling	16		85	40		6084	13
Fjellkrekling	17			40	75	6085	10
Fjellkrekling	18			43	50	6086	7
Fjellkrekling	19			59	60	6087	6
Fjellkrekling	20			61	41	6088	7
Etasjemose	1	65			60	6090	19
Etasjemose	2	52			79	6091	22
Etasjemose	3	64			61	6092	10
Etasjemose	4	35			96	6093	20
Etasjemose	5	33			97	6094	25
Etasjemose	6	38			91	6095	16
Etasjemose	7	30			99	6096	18
Etasjemose	8	28	65			6097	28
Etasjemose	9		55	71		6263-64	10

Kreklinghei på Stangnes

Art	Avstand fra rutehjørne (cm)						Lengde (mm)
	Individ	SV	NV	NØ	SØ	Bildenr	
Fjellkrekling	1	74	50			6128-29	10
Fjellkrekling	2	68	49			6132-33	9
Fjellkrekling	3	86	40			6139-31	15
Fjellkrekling	4	101	23			6134-35	10
Fjellkrekling	5	66	56			6136-37	11
Fjellkrekling	6		16	76		6138-39	12
Fjellkrekling	7		43	67		6140-41	12
Fjellkrekling	8		24	73		6142-43	14
Fjellkrekling	9		37	61		6144-45	18
Fjellkrekling	10		58	51		6146-47	10
Fjellkrekling	11		76	23		6148-49	10
Fjellkrekling	12			71	70	6150-51	8
Fjellkrekling	13			77	62	6152-53	10
Fjellkrekling	14	73			30	6154-55	25
Fjellkrekling	15	68			50	6156-57	12
Fjellkrekling	16	48			66	6158-59	11
Fjellkrekling	17	28			68	6160-61	9
Fjellkrekling	18	53			38	6162-63	12
Fjellkrekling	19	45			78	6164-65	23
Fjellkrekling	20	18			75	6166-67	18
Etasjemose	1			51	58	6168-69	10
Etasjemose	2			49	56	6170-71	11
Etasjemose	3			90	23	6172-73	10
Etasjemose	4	66			65	6174-75	12
Etasjemose	5	65			71	6176-77	18
Etasjemose	6	70			69	6178-79	20
Etasjemose	7	66			78	6180-81	18
Etasjemose	8	65			81	6182-83	20
Etasjemose	9	84			80	6184-85	19

Vedlegg 11 forts.

Art	Avstand fra rutehjørne (cm)						Lengde (mm)
	Individ	SV	NV	NØ	SØ	Bildenr	
Etasjemose	10			25	68	6266-67	10
Etasjemose	11			28	67	6268-69	8
Etasjemose	12	76			43	6270-71	13
Etasjemose	13	73			48	6272-73	12
Etasjemose	14	76			71	6274-75	18
Etasjemose	15	82			62	6276-77	20
Etasjemose	16			82	74	6278-79	17
Etasjemose	17			62	79	6280-81	19
Etasjemose	18	68			72	6282-83	23
Etasjemose	19	45			87	6284-85	14
Etasjemose	20	46			85	6286-87	19

Fjellreinlav	1	104	50			4457-58	7.5
Fjellreinlav	2	66.4	35.1			4459-60	12
Fjellreinlav	3		71.6	60.4		4461-62	10
Fjellreinlav	4		74.2	62.7		4463-64	7
Fjellreinlav	5		71.9	65.7		4465-66	13
Fjellreinlav	6		78.1	70.2		4467-68	8.5
Fjellreinlav	7		60.8	82.6		4469-70	8.5
Fjellreinlav	8			14.2	79.4	4471-72	11
Fjellreinlav	9			31.8	55.1	4473-74	10.5
Fjellreinlav	10			46.7	53.9	4475-76	5
Fjellreinlav	11			67.2	29.2	4477-78	7
Fjellreinlav	12	110.5			14.6	4479-80	7
Fjellreinlav	13	66.2			67.8	4481-82	8.5
Fjellreinlav	14	10.5	80.1			4483-84	11.5
Fjellreinlav	15	32.3	70.8		69.5	4485-86	4.5
Fjellreinlav	16	73.6			80.4	4487-88	9.5
Fjellreinlav	17	46.2				4489-90	10
Fjellreinlav	18	32.9	55.2			4491-92	6
Fjellreinlav	19	33.7	55.7			4493-94	10
Fjellreinlav	20	86			43.4	4495-96	7

Art	Avstand fra rutehjørne (cm)						Lengde (mm)
	Individ	SV	NV	NØ	SØ	Bildenr	
Etasjemose	10	44				89 6186-87	20
Etasjemose	11	23	73			6188-89	20
Etasjemose	12	76	37			6190-91	21
Etasjemose	13	70	38			6192-93	14
Etasjemose	14	56	29			6194-95	17
Etasjemose	15		43	81		6196-97	18
Etasjemose	16		40	88		6198-99	18
Etasjemose	17		42	83		6200-01	14
Etasjemose	18		61	92		6202-03	22
Etasjemose	19		75	60		6204-05	18
Etasjemose	20		70	67		6206-07	17

Fjellreinlav	1	60			35	6100	9
Fjellreinlav	2	40			56	6101-02	12
Fjellreinlav	3	37			72	6103-04	9
Fjellreinlav	4	37			68	6105-06	8
Fjellreinlav	5	51	81			6107-08	9
Fjellreinlav	6		47	42		6109-10	8
Fjellreinlav	7		45	43		6111-12	10
Fjellreinlav	8		66	24		6113-14	9
Fjellreinlav	9		55	40		6115-16	9
Fjellreinlav	10		54	46		6117-18	12
Fjellreinlav	11		45	32			8
Fjellreinlav	12		63	50		6119-20	11
Fjellreinlav	13		81	29		6121-6122	10
Fjellreinlav	14		59	43		6123-24	12
Fjellreinlav	15		79	29		6125-26	12
Fjellreinlav	16	71			22	6106-07	6
Fjellreinlav	17			56	71	6104-05	9
Fjellreinlav	18			60	70	6102-03	11
Fjellreinlav	19	90			38	6100-01	8
Fjellreinlav	20	88			39	6098-99	7

Vedlegg 11 forts.

Myr på Forsøl

Art	Avstand fra rutehjørne (cm)					Bildnr	Lengde (mm)
	Individ	SV	NV	NØ	SØ		
Fjellkrekling	1			55	75		14
Fjellkrekling	2		70	27			18
Fjellkrekling	3		72	41			33
Fjellkrekling	4		63	37			15
Fjellkrekling	5			56	70		16
Fjellkrekling	6			61	72		17
Fjellkrekling	7			88	46		22
Fjellkrekling	8			85	74		33
Fjellkrekling	9		72	81			16
Fjellkrekling	10		30	82			13
Fjellkrekling	11	83	42				35
Fjellkrekling	12	80	62				14
Fjellkrekling	13	63	82				26
Fjellkrekling	14	66	76				11
Fjellkrekling	15	63			23		12
Fjellkrekling	16	74			45		22
Fjellkrekling	17	69			72		16
Fjellkrekling	18	69			76		18
Fjellkrekling	19	82			5		17
Fjellkrekling	20	48			43		10
Rusttorvmose	1	59				33 6317, 6319	
Rusttorvmose	2	33				69 6317, 6319	
Rusttorvmose	3	78				32 6317, 6319	
Rusttorvmose	4	55				59 6317, 6319	
Rusttorvmose	5	72				54 6317, 6319	
Rusttorvmose	6	67	69			6317, 6319	
Rusttorvmose	7		39	57		6317, 6319	
Rusttorvmose	8		27	70		6317, 6319	
Rusttorvmose	9		52	78		6317, 6319	
Rusttorvmose	10		58	47		6317, 6319	

Myr på Stangnes

Art	Avstand fra rutehjørne (cm)					Bildnr	Lengde (mm)
	Individ	SV	NV	NØ	SØ		
Fjellkrekling	1	62				23 6208-09	12
Fjellkrekling	2	72				31 6210-11	13
Fjellkrekling	3			91		34 6214-15	9
Fjellkrekling	4			86		40 6216-17	22
Fjellkrekling	5			50		75 6218-19	19
Fjellkrekling	6			40		92 6220-21	21
Fjellkrekling	7			40		86 6222-23	14
Fjellkrekling	8			40		85 6224-25	15
Fjellkrekling	9	36				55 6226-27	11
Fjellkrekling	10	38				52 6228-29	17
Fjellkrekling	11	44				40 6230-31	17
Fjellkrekling	12	46	85			6232-34	11
Fjellkrekling	13	73	61			6235-36	10
Fjellkrekling	14	100	32			6237-38	11
Fjellkrekling	15	64	75			6239-40	9
Fjellkrekling	16	55	85			6241-42	10
Fjellkrekling	17		23	73		6243-44	15
Fjellkrekling	18		38	54		6245-46	11
Fjellkrekling	19		71	51		6247-48	18
Fjellkrekling	20		68	44			34
Rusttorvmose	1	65				47 6323-24	
Rusttorvmose	2	50				65 6323-24	
Rusttorvmose	3	58				70 6323-24	
Rusttorvmose	4	32				74 6323-24	
Rusttorvmose	5			52		77 6323-24	
Rusttorvmose	6			67		81 6323-24	
Rusttorvmose	7			52		94 6323-24	
Rusttorvmose	8	99	48			6323-24	
Rusttorvmose	9		42	60		6323-24	
Rusttorvmose	10	91	36			6323-24	

Vedlegg 11 forts.

Art	Individ	Avstand fra rutehjørne (cm)				Bildnr	Lengde (mm)
		SV	NV	NØ	SØ		
Rusttorvmose	11		77	55		6317, 6319	
Rusttorvmose	12			54	72.5	6317, 6319	
Rusttorvmose	13			73	77	6317, 6319	
Rusttorvmose	14	29			74	6318	
Rusttorvmose	15	52			74	6318	
Rusttorvmose	16	81			42	6318	
Rusttorvmose	17	69	45			6318	
Rusttorvmose	18		69.5	30.5		6318	
Rusttorvmose	19		71	46		6318	
Rusttorvmose	20		59	63		6318	

Art	Individ	Avstand fra rutehjørne (cm)				Bildnr	Lengde (mm)
		SV	NV	NØ	SØ		
Rusttorvmose	11		65	45		6323-24	
Rusttorvmose	12	64	85			6323-24	
Rusttorvmose	13	42			52	6323-24	
Rusttorvmose	14	41	71			6325-27	
Rusttorvmose	15	54	58			6325-27	
Rusttorvmose	16	72	40			6325-27	
Rusttorvmose	17	76	59			6325-27	
Rusttorvmose	18	57	70			6325-27	
Rusttorvmose	19	53	78			6325-27	
Rusttorvmose	20	65	73			6325-27	

Vedlegg 12. Overjordisk og underjordisk biomasse av harerug (Bistorta vivipara). Vekt i gram.

Lokalitet	Individ nr	Rotvekt	Skuddvekt	Rot/skudd	Skudd/rot
Stangnes	1	0.1814	0.0173	10.4855	0.09537
Stangnes	2	0.1697	0.0357	4.7535	0.21037
Stangnes	3	0.2681	0.0143	18.7483	0.05334
Stangnes	4	0.3124	0.1667	1.8740	0.53361
Stangnes	5	0.2403	0.046	5.2239	0.19143
Stangnes	6	0.1828	0.0291	6.2818	0.15919
Stangnes	7	0.1881	0.0156	12.0577	0.08293
Stangnes	8	0.0976	0.0207	4.7150	0.21209
Stangnes	10	0.0895	0.0127	7.0472	0.14190
Stangnes	11	0.0483	0.0084	5.7500	0.17391
Stangnes	12	0.1296	0.0172	7.5349	0.13272
Stangnes	13	0.1886	0.0464	4.0647	0.24602
Stangnes	14	0.2909	0.0325	8.9508	0.11172
Stangnes	15	0.3359	0.0414	8.1135	0.12325
Forsøl	16	0.2603	0.064	4.0672	0.24587
Forsøl	17	0.6146	0.1273	4.8280	0.20713
Forsøl	18	0.1714	0.0242	7.0826	0.14119
Forsøl	19	0.4864	0.2149	2.2634	0.44182
Forsøl	20	0.3325	0.0741	4.4872	0.22286
Forsøl	21	0.1218	0.0265	4.5962	0.21757
Forsøl	22	0.036	0.0108	3.3333	0.30000
Forsøl	23	0.0977	0.0128	7.6328	0.13101
Forsøl	24	0.1261	0.0238	5.2983	0.18874
Forsøl	25	0.2247	0.0604	3.7202	0.26880
Forsøl	26	0.1734	0.0928	1.8685	0.53518
Forsøl	27	0.1599	0.0438	3.6507	0.27392
Forsøl	28	0.1276	0.0478	2.6695	0.37461
Forsøl	29	0.0339	0.0122	2.7787	0.35988
Forsøl	30	0.2202	0.0421	5.2304	0.19119

Individ nr. 9 utgår da ingen rot ble funnet.

Harerug på Forsøl samla inn langs bekkesig og kildeframsprang 5-30 m SV for 34 W 0602052 7848359.

Harerug på Stangnes se vedlegg 2.

Vedlegg 13. Klorofyllfluorescensmålinger (Fv/Fm) av ulike plantearter på Forsøl og Stangnes.

Artsnavn	Fv/Fm		SD	
	Forsøl	Stangnes	Forsøl	Stangnes
Rubus chamaemorus	0.8044	0.8037	0.0147	0.0226
Empetrum nigrum ssp. hermaphroditum	0.8113	0.8007	0.0238	0.0196
Eriophorum angustifolium ssp. angustifolium	0.7709	0.7841	0.0212	0.0207
Sphagnum fuscum	0.7029	0.6814	0.0285	0.0284
Nephroma arcticum	0.6178	0.6436	0.0749	0.0639

Gjennomsnittsverdier og standard avvik (SD) for 15 individer av hver art.

Molte: Individer samla inn fra torvtuer nedenfor heia. 5 m x 5 m kvadrat rundt koordinat 34 W 0602130 7848329.

Krekling: Innsamling til klorofyllfluorescensanalyse og gassutveksling begrenset til to ruter, hver av 1,2 m x 0,8 m. Første rute: 34 W 06012151 7848374
Andre rute: 34 W 0602153 7848392. Koordinater omtrent i sentrum av rutene.

Duskull: Individer samla in i 5 m x 5 m rute rundt punkt 34 W 0602116 7848338.

Rusttorvmose: Samla inn spredt innenfor sirkel av 10 m x 10 m med rute 2 (se vekstmålinger) som sentrum (men ikke samla inn innenfor rutene).

Storvrenge: Se Vedlegg 1 og 2.

Vedlegg 14. Gassutveksling hos fjellkrekling (*Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*).

Estimering av areal

Lokalitet	Objekt	Prøve	Bildenummer	Pixler per 3cm ²	Fjellkrekling	Areal cm ²
Stangnes	93	a16	6118	22152	14496	1.96
Stangnes	94	b17	6120	35066	15450	1.32
Stangnes	95	a18	6122	35677	12823	1.08
Stangnes	96	b19	6124	35226	6956	0.59
Stangnes	97	a20	6126	25258	13174	1.56
Stangnes	98	b21	6128	28024	10127	1.08
Forsøl	124	a32	6197	16738	9374	1.68
Forsøl	125	b33	6201	12299	8755	2.14
Forsøl	126	a34	6203	21651	15059	2.09
Forsøl	127	b35	6204	14175	10121	2.14
Forsøl	129	a37	6210	16287	9270	1.71
Forsøl	130	b38	6211	10605	4886	1.38

Assimilasjonsrater

Gjennomsn	A0	A1000	Yield	ETR	qP	qN	NPQ
Stangnes	-4.06	4.53	0.27	112.80	1.57	0.97	2.76
Forsøl	-4.60	8.39	0.25	104.79	0.75	0.88	2.52
Standard σ	A0	A1000	Yield	ETR	qP	qN	NPQ
Stangnes	3.39	1.53	0.08	33.56	1.04	0.18	0.79
Forsøl	1.78	2.09	0.02	10.15	0.11	0.03	0.19
Gjennomsn	A0	A1000	Yield	qP	qN	NPQ	ETR
Stangnes	-4.06	4.53	0.27	1.57	0.97	2.76	112.80
Forsøl	-4.60	8.39	0.25	0.75	0.88	2.52	104.79
Standard σ	A0	A1000	Yield	qP	qN	NPQ	ETR
Stangnes	3.39	1.53	0.08	1.04	0.18	0.79	33.56
Forsøl	1.78	2.09	0.02	0.11	0.03	0.19	10.15

A0	Assimilasjonsrate ved PAR = 0
A1000	Assimilasjonsrate ved PAR = 1000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
Yield	Kvanteutbytte av den fotosyntetiske elektrontransporten
ETR	Elektrontransportrate ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
qP	Fotokjemisk kvelning ("quenching")
qN	Ikke-fotokjemisk kvelning (Schreiber et al. 1986, Photosynthesis Res. 10: 51-62)
NPQ	Ikke-fotokjemisk kvelning (Bilger & Björkman 1990, Photosynthesis Res. 25: 173-185).
PAR	Fotosyntetisk aktivt lys

Vedlegg 15. Kjemisk innhold i planteprøver fra lys reinlav/fjellreinlav (*Cladonia arbuscula coll.*) og rusttorvmose (*Sphagnum fuscum*).

		Fjellreinlav fra krekinghei					Rusttorvmose fra myr														
		Forsøl					Stangnes					Forsøl					Stangnes				
		A1	A2	A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4	C5	B1	B2	B3	B4	B5	D1	D2	D3	D4	D5
Kjemisk innhold																					
Al	mmol/kg	3.84	3.40	3.08	4.21	4.78	3.30	3.97	3.67	5.56	4.15	12.14	7.92	6.66	8.41	5.27	11.10	5.25	4.92	11.67	12.41
B	μmol/kg	469	385	400	308	264	312	290	299	345	500	229	316	214	281	235	77	464	390	359	275
Ba	μmol/kg	35	29	27	38	40	47	46	52	79	56	120	54	44	87	58	181	68	162	98	51
Ca	mmol/kg	27.5	20.3	23.0	23.9	23.1	24.0	23.8	29.6	33.7	28.4	99.7	38.7	27.6	48.3	34.9	199.9	54.3	188.6	72.1	66.4
Cu	μmol/kg	29	22	26	29	28	30	31	36	39	33	36	34	29	40	35	57	44	50	37	33
Fe	mmol/kg	2.46	1.70	1.82	2.30	2.32	1.82	2.30	2.11	3.43	2.36	4.92	2.41	2.93	2.84	2.43	59.64	2.61	2.73	2.65	2.74
K	mmol/kg	27.9	31.2	29.1	30.6	29.8	36.5	29.6	33.4	32.6	33.8	109.6	100.9	89.5	124.1	102.9	89.3	112.0	96.4	105.8	126.8
Mg	mmol/kg	25.4	27.6	26.1	27.2	28.2	27.7	25.3	26.5	27.7	24.2	113.1	65.9	59.4	71.8	73.7	113.8	77.5	137.8	82.9	61.8
Mn	mmol/kg	0.72	0.85	0.96	0.99	0.78	1.03	1.23	3.60	1.41	1.29	1.30	1.10	0.66	3.18	0.66	5.44	2.13	6.35	1.11	0.36
Kj-N	mmol/kg	263	272	247	265	291	343	302	323	378	330	341	344	298	444	339	522	409	381	395	362
Na	mmol/kg	5.78	6.32	5.67	5.90	6.60	7.00	6.20	6.14	5.83	5.83	56.42	73.94	77.68	70.80	67.38	58.88	88.42	92.95	63.66	61.50
P	mmol/kg	15.1	13.6	14.7	15.1	13.3	22.0	14.7	18.3	24.1	21.5	10.5	9.8	9.3	16.1	9.3	17.7	14.8	14.4	13.0	14.6
S	mmol/kg	12.04	10.92	10.69	12.04	12.38	13.93	13.08	15.91	17.18	14.34	31.69	25.24	23.10	31.71	22.71	33.41	30.75	30.69	27.04	27.42
Se	μmol/kg	55	42	54	52	50	32	41	31	40	34	50	39	50	46	46	33	54	56	42	50
Sr	μmol/kg	70	81	68	83	89	83	78	79	113	88	463	140	118	161	202	496	149	458	206	163
Ti	μmol/kg	192	152	157	210	205	130	157	158	231	179	268	188	171	161	192	236	135	128	110	136
Xn	μmol/kg	166	213	175	179	187	191	175	194	198	195	1425	978	935	1830	804	2702	1204	1300	2516	2645
Tungmetaller																					
Pb	μg/g	0.659	0.451	0.656	0.55	0.713	0.363	0.566	1.004	0.778	1.671	1.001	0.458	0.619	0.865	0.733	0.504	0.684	0.487	0.704	0.386
Ni	μg/g	3	0.6	0.7	0.7	0.7	0.5	0.6	0.6	0.8	1	0.8	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	1.1	0.5	0.8	0.7
Zn	μg/g	7.7	9.6	7.8	7.7	8.3	6	7	9.6	7.6	10.5	12.8	9.3	30.9	7.2	16.8	11.7	16.8	10.6	9.7	10.4
Hg	μg/g	0.07	0.08	0.08	0.13	0.09	0.08	0.07	0.11	0.07	0.14	0.09	0.1	0.13	0.1	0.09	0.08	0.15	0.07	0.09	0.08

Elementer under kjemisk innhold er analysert etter metoder i Ogner et al. (1999), syreoppslutning.

Tungmetaller er analysert etter NILU-U-100 og NILU-U-62 metoder.

Vedlegg 16. Jordkjemiske data fra ruteanalysene for vegetasjon i krekinghei på Forsøl og på Stangnes.

	Forsøl						Stangnes					
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Næringsparametere												
Glødetap %	79.22	91.80	92.71	92.31	88.46	95.56	88.35	88.26	81.16	87.61	87.02	74.36
pH-vann	4.47	4.23	4.28	4.23	4.27	4.14	4.34	4.38	4.33	4.32	4.43	4.45
pH-CaCl ₂	3.52	3.28	3.32	3.26	3.32	3.27	3.44	3.46	3.44	3.44	3.50	3.54
Kj-N mmol/kg	968	903	941	875	916	933	978	938	878	928	898	771
H mmol/kg	68.0	92.2	91.2	101.8	90.2	101.1	91.6	83.6	83.4	79.9	81.6	59.7
Al mmol/kg	6.79	2.16	3.17	2.37	2.13	2.60	7.09	5.33	6.30	3.79	2.36	2.11
Ba µmol/kg	334.7	191.5	214.7	193.1	180.3	159.5	309.0	359.4	363.7	362.3	384.1	342.1
C mmol/kg	300	338	368	343	332	336	473	498	464	416	458	426
Ca mmol/kg	64.23	61.78	63.87	61.31	61.77	56.04	64.16	72.97	67.07	72.12	82.93	67.37
Co µmol/kg	19.4	4.5	5.9	4.8	3.3	4.7	24.9	35.8	41.9	20.2	30.2	22.1
Cr µmol/kg	2.4	2.6	2.2	2.7	2.3	0.4	2.5	2.8	2.9	3.1	4.0	3.5
Fe mmol/kg	0.242	0.192	0.255	0.208	0.174	0.225	0.799	0.849	0.853	0.567	0.403	0.531
K mmol/kg	14.10	17.06	18.77	17.85	17.09	17.05	17.77	18.90	16.85	17.43	18.36	17.57
Mg mmol/kg	65.44	69.23	72.15	73.39	70.19	73.31	65.91	70.07	63.23	66.10	69.21	55.51
Mn mmol/kg	0.292	0.500	0.425	0.426	0.568	0.366	0.590	1.189	0.959	0.886	1.350	1.563
Mo µmol/kg	1.0	1.2	1.2	1.3	1.2	1.2	1.3	1.1	1.1	1.1	1.5	0.9
Na mmol/kg	12.9	15.2	16.1	15.6	14.6	15.1	12.3	12.6	10.6	11.4	11.7	9.5
Ni µmol/kg	19.4	8.8	10.4	8.1	8.4	6.3	29.7	32.8	33.3	26.9	26.5	30.4
P mmol/kg	2.85	4.55	4.92	4.40	3.83	5.58	3.83	3.90	3.49	3.93	3.90	3.52
Pb µmol/kg	3.1	3.7	3.0	3.8	3.3	3.2	6.5	11.7	21.1	13.3	6.2	3.4
S mmol/kg	1.80	2.09	2.21	1.98	1.96	2.23	2.68	2.82	2.44	2.48	2.69	2.38
Si µmol/kg	186	168	176	200	193	172	235	224	280	292	356	300
Sr µmol/kg	556.3	435.4	448.3	468.6	427.9	445.3	471.1	505.5	477.7	481.0	484.4	374.7
Ti µmol/kg	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2
Zn µmol/kg	255	321	342	315	288	346	323	335	306	409	347	297
Kap mmol(+)/k	354.9	387.5	398.9	405.5	386.9	392.7	383.0	403.6	373.4	386.9	418.7	335.7
Basem %	80.7	75.9	76.9	74.7	76.4	74.1	75.8	78.7	77.2	78.9	79.9	81.3
Tungmetaller												
Pb µg/g	10.84	10.38	6.983	9.355	9.851	8.143	21.82	14.37	25.39	8.623	16.63	70.9
Ni µg/g	6.4	3.2	2.8	2.0	2.5	1.5	3.3	3.9	4.0	1.9	5.2	4.1
Zn µg/g	39.5	16.0	14.9	14.7	16.4	20.4	18.0	18.5	21.3	10.4	21.2	18.5
Hg µg/g	0.29	0.25	0.21	0.25	0.24	0.21	0.33	0.27	0.48	0.30	0.47	0.53

Elementer under næringsparameter er analysert ved ammoniumacetat-ekstraksjon (Ogner et al. 1999)

Kj-N = Kjeldahl nitrogen, Kap = utbyttingkapasitet, Basem = basemetning.

Tungmetaller er analysert etter NILU-U-100 og NILU-U-62 metoder.

Vedlegg 17. Jordkjemiske data fra ruteanalysene for vegetasjon i bakkemyr på Forsøl og på Stangnes.

	Forsøl						Stangnes					
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Næringsparametere												
Glødetap %	93.92	91.91	95.45	96.50	95.85	94.78	98.12	96.99	95.66	95.36	97.02	98.66
pH-vann	5.83	5.36	5.01	5.05	5.12	5.28	5.29	4.82	4.97	4.81	4.86	5.05
pH-CaCl ₂	4.98	4.33	3.97	3.89	3.99	4.28	4.22	3.76	3.90	3.85	3.87	4.07
Kj-N mmol/kg	822	719	821	617	640	871	709	776	612	890	894	843
H mmol/kg	18.2	47.3	60.2	99.8	90.0	41.5	55.2	92.4	93.6	78.2	69.9	53.1
Al mmol/kg	0.97	4.05	2.52	3.12	3.60	2.09	2.00	3.26	3.13	2.75	2.94	1.83
Ba µmol/kg	958.2	522.2	516.2	357.6	434.8	588.7	319.3	241.9	224.4	250.0	268.2	288.7
C mmol/kg	469	408	604	629	530	499	759	525	590	564	522	567
Ca mmol/kg	251.43	127.12	118.61	109.70	108.35	127.19	193.34	134.13	159.54	150.54	126.38	178.23
Co µmol/kg	27.8	29.6	42.6	23.2	24.5	52.1	120.6	52.8	57.4	64.2	51.1	83.2
Cr µmol/kg	7.9	0.4	11.9	0.4	0.4	6.0	18.2	6.1	10.4	6.4	4.7	8.2
Fe mmol/kg	0.190	4.177	1.947	1.595	4.094	0.968	0.582	1.367	1.148	1.118	0.763	0.632
K mmol/kg	14.40	16.94	18.95	16.28	21.47	18.25	12.55	18.32	15.06	19.37	16.33	16.41
Mg mmol/kg	159.97	105.89	111.83	141.96	119.23	128.62	94.31	86.99	102.88	85.87	79.34	91.44
Mn mmol/kg	5.894	0.935	0.990	0.808	0.760	2.902	5.584	0.667	1.654	0.983	0.747	3.434
Mo µmol/kg	3.1	3.0	2.5	4.1	4.2	2.9	3.8	2.9	4.1	2.8	2.6	3.0
Na mmol/kg	24.2	18.6	19.2	23.0	19.1	21.6	18.3	17.6	18.7	17.3	16.1	15.2
Ni µmol/kg	22.2	12.1	23.7	6.7	6.8	21.4	17.6	18.7	10.0	14.3	20.9	12.1
P mmol/kg	1.42	0.26	1.64	3.90	2.43	2.53	2.67	3.07	2.89	3.29	3.15	2.96
Pb µmol/kg	4.8	12.5	15.8	10.1	22.1	14.1	16.7	11.4	21.3	9.4	20.0	11.1
S mmol/kg	3.36	2.54	2.82	2.87	2.82	3.57	2.72	2.79	2.63	2.71	2.71	2.28
Si µmol/kg	1473	1553	1069	1436	1136	1342	970	937	1427	1279	985	972
Sr µmol/kg	1098.3	665.5	673.1	610.1	576.3	675.4	507.1	547.0	507.8	553.0	511.5	588.6
Ti µmol/kg	8	7	6	10	10	7	9	7	10	7	6	7
Zn µmol/kg	258	248	320	270	400	393	193	242	229	254	183	161
Kap mmol(+)/l	891.5	550.8	561.2	644.0	587.3	598.8	672.5	571.9	655.5	589.6	515.3	630.9
Basem %	96.6	91.1	88.9	84.3	84.4	92.1	90.1	83.6	85.2	86.4	86.1	90.5
Tungmetaller												
Pb µg/g	110.2	22.46	17.52	63.6	69.24	73.65	58.63	34.14	99.66	12.65	420.9	11.43
Ni µg/g	10.4	1.9	4.2	2.1	2.0	2.5	3.7	4.1	1.6	2.7	3.8	1.6
Zn µg/g	27.1	20.7	13.1	13.1	25.3	19.0	15.3	19.3	16.9	13.4	12.7	15.3
Hg µg/g	0.34	0.15	0.20	0.16	0.10	0.17	0.33	0.32	0.20	0.26	0.46	0.24

Elementer under næringsparameter er analysert ved ammoniumacetat-ekstraksjon (Ogner et al. 1999).

Kj-N = Kjeldahl nitrogen, Kap = utbyttingsskapasitet, Basem = basemetning.

Tungmetaller er totalanalyse.

Vedlegg 18. PAH i fem prøver (A1-A5) av lys reinlav/fjellreinlav (Cladonia arbuscula/mitis) fra Forsøl.

Kundens prøvemerking:	A1		A2		A3		A4		A5	
NILUs prøvenummer:	06/999		06/1000		06/1001		06/1002		06/1003	
Måleenhet:	ng/g		ng/g		ng/g		ng/g		ng/g	
Datafiler:	TB_2580	TB_2506	TB_2581	TB_2507	TB_2589	TB_2508	TB_2610	TB_2533	TB_2611	TB_2534
Komponent										
Naftalen ¹	19.3		21.9		29.9		16.5		20.4	
Acenaftylen ¹	1.10		1.08		2.33		0.84		2.28	
Acenaften ¹	0.89		0.97		1.43		0.62		1.13	
Fluoren ¹	3.35		3.40		4.68		2.56		3.86	
Fenantren ¹	19.5		26.5		23.7		17.8		20.8	
Antracen ¹	0.82		0.65		1.00		0.53		0.56	
Fluoranten ¹	14.5		23.1		16.6		14.5		11.1	
Pyren ¹	6.77		10.0		8.63		6.85		5.64	
Benz(a)antracen ¹	1.14		0.97		1.26		i	0.84	i	0.69
Krysen ¹ /Trifenylen	5.18		5.75		5.20		4.51		3.78	
Benzo(b ¹ /j /k ¹)fluorantener	i	2.72	i	2.84	i	2.89	i	5.38	i	2.33
Benzo(a)pyren ¹	i	0.51	i	0.44	i	0.45	i	1.37	i	0.32
Inden(1,2,3-cd)pyren ¹	i	1.08	i	0.78	i	0.92	i	1.34	i	0.64
Dibenz(ac/ah ¹)antracen	i	0.14		0.20	i	0.24		0.33	i	0.14
Benzo(ghi)perylene ¹	i	1.08	i	0.69		0.96		1.52	i	0.76
Sum 16 EPA PAH ¹	78.08		99.27		100.19		75.49		74.43	

< : Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

i : Mulig interferanse

m : Mettet signal

g : Gjenvinning oppfyller ikke NILUS kvalitetskrav

1 : Inngår i "EPA 16"

Vedlegg 19 . PAH i fem prøver (B1-B5) av rusttorvmose (Sphagnum fuscum) fra Forsøl.

Kundens prøvemerking:	B1		B2		B3		B4		B5	
NILUs prøvenummer:	06/1004		06/1005		06/1006		06/1007		06/1008	
Måleenhet:	ng/g		ng/g		ng/g		ng/g		ng/g	
Datafiler:	TB_2590	TB_2521	TB_2612	TB_2522	TB_2613	TB_2523	TB_2614	TB_2524	TB_2615	TB_2525
Komponent										
Naftalen ¹		9.25		8.28		9.32		11.7		7.08
Acenaftylen ¹		0.78		0.67		0.61		1.04		0.33
Acenaften ¹		0.51		0.46		0.39		0.69		0.38
Fluoren ¹		2.12		1.75		1.56		1.80		1.33
Fenantren ¹		11.4		5.86		6.93		9.97		7.82
Antracen ¹		0.23		0.22		0.12		0.32		0.18
Fluoranten ¹		5.74		3.36		3.00		5.83		8.06
Pyren ¹		3.35		2.49		1.80		3.47		4.35
Benz(a)antracen ¹	i	0.51	i	1.17	i	0.24	i	0.69	i	0.16
Krysen ¹ /Trifenylen		1.45	i	1.71		0.87		1.61		0.98
Benzo(b ¹ /j /k ¹)fluorantener	i	1.08		2.02	i	0.88	i	1.84	i	0.99
Benzo(a)pyren ¹	i	0.27	i	0.76	i	0.21	i	1.10	i	0.23
Inden(1,2,3-cd)pyren ¹	i	0.46	i	0.69	i	0.39	i	0.80	i	0.45
Dibenz(ac/ah ¹)antracen	i	0.12	i	0.19	i	0.06	<	0.11	i	0.08
Benzo(ghi)perylene ¹	i	0.69	i	0.85	i	0.58	<	0.08	i	0.58
Sum 16 EPA PAH ¹		37.96		30.48		26.96		41.05		33

< : Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

i : Mulig interferanse

m : Mettet signal

g : Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav

1 : Inngår i "EPA 16"

Vedlegg 20 . PAH i fem prøver (C1-C5) av lys reinlav/fjellreinlav (Cladonia arbuscula/mitis) fra Stangnes.

Kundens prøvemerking:	C1		C2		C3		C4		C5	
NILUs prøvenummer:	06/1009		06/1010		06/1011		06/1012		06/1013	
Måleenhet:	ng/g		ng/g		ng/g		ng/g		ng/g	
Datafiler:	TB_2618	TB_2526	TB_2619	TB_2582	TB_2591	TB_2509	TB_2583	TB_2620	TB_2555	
Komponent										
Naftalen ¹	16.1		g	68.0	13.1		35.5		7.84	
Acenaftylen ¹	1.27		g	10.7	0.99		3.05	i	0.67	
Acenaften ¹	1.23		g	4.63	0.73		2.12	i	0.82	
Fluoren ¹	3.98		g	16.9	2.69		6.27		2.53	
Fenantren ¹	29.9			73.9	22.7		24.9		18.9	
Antracen ¹	0.75			5.52	0.45		1.10	i	0.36	
Fluoranten ¹	8.16			17.8	13.3		8.57		10.5	
Pyren ¹	3.75	i	9.10		5.92		4.50		4.82	
Benz(a)antracen ¹	0.39	i	0.74		0.62	i	0.47	i	0.54	
Krysen ¹ /Trifenylen	3.24		4.29		3.83		3.70		3.57	
Benzo(b ¹ /j /k ¹)fluorantener	i	2.51	i	2.37	i	2.07	i	2.93	i	2.50
Benzo(a)pyren ¹	i	0.57	i	0.23	i	0.30	i	0.53	i	0.34
Inden(1,2,3-cd)pyren ¹	i	0.99		0.49	i	0.62	i	0.77	i	0.61
Dibenz(ac/ah ¹)antracen		0.50		0.24	<	0.19	i	0.12		0.17
Benzo(ghi)perylene ¹	i	1.40	i	0.79	i	0.82	i	1.13	i	1.12
Sum 16 EPA PAH ¹	74.74		215.7		68.33		95.66		55.29	

< : Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

i : Mulig interferanse

m : Mettet signal

g : Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav

1 : Inngår i "EPA 16"

Vedlegg 21 . PAH i fem prøver (D1-D5) av rusttorvmose (Sphagnum fuscum) fra Stangnes.

Kundens prøvemerking:	D1		D2		D3		D4		D5	
NILUs prøvenummer:	06/1014		06/1015		06/1016		06/1017		06/1018	
Måleenhet:	ng/g		ng/g		ng/g		ng/g		ng/g	
Datafiler:	TB_2621	TB_2527	TB_2622	TB_2584	TB_2623	TB_2530	TB_2624	TB_2531	TB_2625	TB_2532
Komponent										
Naftalen ¹		7.87		18.24		12.2		7.63		11.0
Acenaftylen ¹		0.39	i	1.54		1.20		0.68		0.90
Acenaften ¹		0.53	i	1.76	i	1.01		0.52		0.52
Fluoren ¹		1.35		3.44		1.59		1.47		1.83
Fenantren ¹		7.03		11.4		6.14		6.88		7.71
Antracen ¹		0.11	i	0.71		0.37		0.21		0.25
Fluoranten ¹		2.39	i	4.95		2.59		4.06		2.98
Pyren ¹		1.66		3.12		1.53		2.43		1.69
Benz(a)antracen ¹	i	0.25	i	0.42	i	0.22	i	0.36	i	3.44
Krysen ¹ /Trifenylen		0.87		1.28		0.85		1.26		7.06
Benzo(b ¹ /j /k ¹)fluorantener	i	0.78	i	1.28	i	1.11	i	1.42	i	4.74
Benzo(a)pyren ¹	i	0.19	i	0.28	i	0.22	i	0.27	i	1.28
Inden(1,2,3-cd)pyren ¹	i	0.34	i	0.49	i	0.48	i	0.53	i	1.58
Dibenz(ac/ah ¹)antracen		0.08	<	0.13	<	0.07		0.09	i	0.38
Benzo(ghi)perylene ¹	i	0.62	i	0.87	i	0.63	i	0.88		2.01
Sum 16 EPA PAH ¹		24.46		49.91		30.21		28.69		47.4

< : Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

i : Mulig interferanse

m : Mettet signal

g : Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav

1 : Inngår i "EPA 16"

Vedlegg 22 . PAH i seks humusprøver (A1-A6) fra krekinghei på Forsøl.

Kundens prøvemerking:	A1		A2		A3		A4		A5		A6	
NILUs prøvenummer:	06/975		06/976		06/977		06/978		06/979		06/980	
Måleenhet:	ng/g		ng/g		ng/g		ng/g		ng/g		ng/g	
Datafiler:	TB_2566	TB_2550	TB_2567	TB_2542	TB_2568	TB_2551	TB_2569	TB_2543	TB_2570	TB_2552	TB_2571	TB_2544
Komponent												
Naftalen ¹	8.47		9.41		9.97		12.0		9.79		10.2	
Acenaftylen ¹	0.67		0.53		0.57		0.63		0.59		0.49	
Acenaften ¹	i	0.46	i	0.56	i	0.79	i	0.76	i	0.49	i	0.53
Fluoren ¹	1.40		1.40		1.79		2.20		1.23		1.28	
Fenantren ¹	5.72		6.80		6.22		8.28		5.69		5.33	
Antracen ¹	i	0.37	i	0.34	i	0.24	i	0.35	i	0.37	i	0.27
Fluoranten ¹	6.38		6.83		3.42		5.92		5.99		5.02	
Pyren ¹	5.14		5.43		2.60		4.46		4.58		3.68	
Benz(a)antracen ¹	2.32		i	2.25	i	0.96	i	2.07	i	2.01	i	1.49
Krysen ¹ /Trifenylen	6.98		6.40		2.82		5.66		5.52		4.00	
Benzo(b ¹ /j /k ¹)fluorantener	14.0		12.2		i	6.25	11.7		11.7		8.75	
Benzo(a)pyren ¹	i	3.37	3.00		i	1.50	i	2.92	i	2.90	i	2.14
Inden(1,2,3-cd)pyren ¹	i	8.07	6.16		i	3.20	i	5.60	i	6.28	i	4.62
Dibenz(ac/ah ¹)antracen	i	1.27	0.93		i	0.48	i	0.66	i	0.87	i	0.66
Benzo(ghi)perylene ¹	7.66		6.16		3.25		6.14		6.35		4.42	
Sum 16 EPA PAH ¹	72.28		68.4		44.06		69.35		64.36		52.88	

< : Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

i : Mulig interferanse

m : Mettet signal

g : Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav

1 : Inngår i "EPA 16"

Vedlegg 23 . PAH i seks torvprøver (B1-B6) fra bakkemyr på Forsøl.

Kundens prøvemerking:	B1		B2		B3		B4		B5		B6	
NILUs prøvenummer:	06/981		06/982		06/983		06/984		06/985		06/986	
Måleenhet:	ng/g		ng/g		ng/g		ng/g		ng/g		ng/g	
Datafiler:	TB_2598	TB_2535	TB_2599	TB_2536	TB_2572	TB_2545	TB_2573	TB_2510	TB_2600	TB_2537	TB_2601	TB_2538
Komponent												
Naftalen ¹	6.11		6.61		7.26		10.8		8.97		8.27	
Acenaftylen ¹	0.25		0.22		i	0.39	i	0.62	0.31		0.26	
Acenaften ¹	0.61		0.79		i	0.40	i	0.97	0.87		0.65	
Fluoren ¹	1.24		1.78		1.31		1.98		2.53		1.73	
Fenantren ¹	6.54		10.4		4.60		7.53		6.84		5.61	
Antracen ¹	0.14		0.29		i	0.18	0.21		0.12		0.15	
Fluoranten ¹	2.78		4.65		3.92		2.89		1.29		2.1	
Pyren ¹	2.10		3.03		3.11		1.77		0.87		1.65	
Benz(a)antracen ¹	i	0.57	i	0.59	i	1.04	i	0.51	i	0.17	i	0.64
Krysen ¹ /Trifenylen	1.99		1.54		4.18		1.55		0.67		1.74	
Benzo(b ¹ /j /k ¹)fluorantener	3.93		i	1.71	7.93		i	2.51	1.05		3.32	
Benzo(a)pyren ¹	i	0.62	i	0.41	i	1.58	0.75		i	0.24	i	0.79
Inden(1,2,3-cd)pyren ¹	i	1.51	i	0.76	i	3.63	1.21		i	0.63	i	1.69
Dibenz(ac/ah ¹)antracen	0.33		i	0.17	i	0.50	0.17		0.10		i	0.32
Benzo(ghi)perylene ¹	1.64		0.94		3.67		1.19		i	0.78	i	1.55
Sum 16 EPA PAH ¹	30.36		33.89		43.7		34.66		25.44		30.47	

< : Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

i : Mulig interferanse

m : Mettet signal

g : Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav

1 : Inngår i "EPA 16"

Vedlegg 24 . PAH i seks humusprøver (C1-C6) fra kreklinghei på Stangnes.

Kundens prøvemerking:	C1		C2		C3		C4		C5		C6
NILUs prøvenummer:	06/987		06/988		06/989		06/990		06/991		06/992
Måleenhet:	ng/g		ng/g		ng/g		ng/g		ng/g		ng/g
Datafiler:	TB_2574	TB_2546	TB_2577	TB_2547	TB_2578	TB_2548	TB_2579	TB_2549	TB_2602	TB_2539	TB_2587
Komponent											
Naftalen ¹		9.04		7.63		18.46		8.78		7.71	7.07
Acenaftylen ¹		0.47		0.37		0.94	i	0.44		0.33	0.48
Acenaften ¹	i	0.58	i	0.41	i	0.53	i	0.48		0.67	0.69
Fluoren ¹		1.69		1.18		1.71		1.59		1.56	1.82
Fenantren ¹		6.27		5.10		5.79		6.93		9.43	7.80
Antracen ¹	i	0.25	i	0.20	i	0.24	i	0.21		0.33	0.29
Fluoranten ¹		4.84		4.69		4.10		4.20		6.08	4.87
Pyren ¹		3.44		3.28		3.33		3.06		4.64	3.71
Benz(a)antracen ¹	i	1.17	i	1.14	i, g	2.94	i	1.05		1.60	i 1.16
Krysen ¹ /Trifenylen		4.25		4.11		9.10		4.07		5.45	4.56
Benzo(b ¹ /j /k ¹)fluorantener	i	7.75	i	7.85	i, g	25.61		7.59		10.2	8.42
Benzo(a)pyren ¹	i	1.52	i	1.46	i	8.81	i	1.54		2.12	1.74
Inden(1,2,3-cd)pyren ¹	i	3.68	i	3.68	i	11.3	i	3.52	i	5.25	i 3.61
Dibenz(ac/ah ¹)antracen	i	0.57	i	0.69	i	3.26	i	0.31		0.63	i 0.62
Benzo(ghi)perylene ¹		3.81		3.47	i	8.90		3.59		5.05	i 3.47
Sum 16 EPA PAH ¹		49.33		45.26		105.02		47.36		61.05	50.31

< : Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

i : Mulig interferanse

m : Mettet signal

g : Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav

1 : Inngår i "EPA 16"

Vedlegg 25 . PAH i seks torvprøver (D1-D6) fra bakkemyr på Stangnes.

Kundens prøvemerking:	D1		D2		D3		D4		D5		D6	
NILUs prøvenummer:	06/993		06/994		06/995		06/996		06/997		06/998	
Måleenhet:	ng/g		ng/g		ng/g		ng/g		ng/g		ng/g	
Datafiler:	TB_2603	TB_2556	TB_2604	TB_2557	TB_2605	TB_2558	TB_2608	TB_2559	TB_2588	TB_2609	TB_2560	
Komponent												
Naftalen ¹		7.84		9.87		5.31		6.51		7.93		6.43
Acenaftylen ¹	i	0.52	i	0.59	i	0.32	i	0.31		0.42	i	0.48
Acenaften ¹	i	0.44	i	0.59	i	0.50	i	0.67		0.80	i	0.64
Fluoren ¹		2.21		1.36		1.49		1.60		2.11		3.08
Fenantren ¹		8.82		3.85		4.90		4.12		6.37		13.0
Antracen ¹		0.18	i	0.14	i	0.15	i	0.08	i	0.22	i	0.24
Fluoranten ¹		2.96		2.29		1.49		1.15		3.95		6.02
Pyren ¹		1.74		1.83	i	1.12		0.90		2.64		3.63
Benz(a)antracen ¹	i	0.32	i	0.49	i	0.47	i	0.22	i	0.72	i	0.42
Krysen ¹ /Trifenylen		0.96		1.77	i	0.94	i	0.76		4.00		2.13
Benzo(b ¹ /j /k ¹)fluorantener		1.55	i	3.22	i	1.64	i	1.37		4.65		2.29
Benzo(a)pyren ¹	i	0.42	i	0.84	i	0.61	i	0.48		1.13	i	0.45
Inden(1,2,3-cd)pyren ¹	i	0.86	i	1.61		0.77	i	0.89	i	2.28	i	1.19
Dibenz(ac/ah ¹)antracen	i	0.16	i	0.24		0.14	i	0.19	i	0.33	i	0.24
Benzo(ghi)perylene ¹		1.41		2.05		1.07		0.96		2.43		1.40
Sum 16 EPA PAH ¹		30.39		30.74		20.92		20.21		39.98		41.64

< : Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

i : Mulig interferanse

m : Mettet signal

g : Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav

1 : Inngår i "EPA 16"

NINA Rapport 210

ISSN: 1504-3312

ISBN 10: 82-426-1770-8

ISBN 13: 978-82-426-1770-5



Norsk institutt for naturforskning

NINA hovedkontor

Postadresse: 7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, 7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

Organisasjonsnummer: NO 950 037 687 MVA

www.nina.no